

THE EFFECT OF SODIUM SILICATE AND ITS SOLUTION ON THE PROPERTIES OF REFRACTORY COMPLEX BINDER

V. Antonovič , S. Goberis & R. Mačiulaitis

To cite this article: V. Antonovič , S. Goberis & R. Mačiulaitis (1999) THE EFFECT OF SODIUM SILICATE AND ITS SOLUTION ON THE PROPERTIES OF REFRACTORY COMPLEX BINDER, Statyba, 5:3, 211-216, DOI: [10.1080/13921525.1999.10531464](https://doi.org/10.1080/13921525.1999.10531464)

To link to this article: <https://doi.org/10.1080/13921525.1999.10531464>



Published online: 26 Jul 2012.



Submit your article to this journal [↗](#)



Article views: 333



Citing articles: 2 View citing articles [↗](#)

NATRIO SILIKATO KIEKIO IR JO TIRPALO TANKIO ĮTAKA KOMPLEKSNIO KAITRAI ATSPARAUS RIŠIKLIO SAVYBĖMS

V. Antonovič, S. Goberis, R. Mačiulaitis

1. Įvadas

Pastaraisiais metais labai didėja įvairių kaitrai atsparių betonų panaudojimas šilumos agregatų vidaus konstrukcijoms (išsklotėms) [1]. Priklausomai nuo eksploatacijos sąlygų (temperatūros, dujų aplinkos, agregato darbo cikliškumo ir kt.) naudojami skirtingi kaitrai atsparūs rišikliai [2]: organiniai-cheminiai (dervos, dekstrinas ir pan.), neorganiniai-cheminiai (aliuminio fosfatai, fosforo rūgštys, skystasis stiklas ir kt.), hidratiniai (cementai) bei keraminiai (ugniai atsparus molis). Nurodoma [3], kad plačiai naudojamų tradicinių [4–6] kaitrai atsparių betonų su skystuoju stiklu, fosfatais arba aluminatiniais cementais mechaninių bei terminų charakteristikų dydžiai, palyginti, pavyzdžiui, su ugniai atspariomis plytomis, yra mažesni. Tokiuose betonuose rišiklis, palyginti su užpildu, yra silpnoji medžiagos struktūros grandis. Rišiklis lemia pradinį (transportavimo ir montavimo) kaitrai atsparių betonų stiprumą, o kaitinimo metu jame vyksta negrįžtami procesai, dėl kurių mažėja betonų terminų, mechaninių charakteristikų bei ribinės panaudojimo temperatūros dydžiai.

Prieinamiausia Lietuvoje rišamoji medžiaga kaitrai atsparių betonų gamybai yra skystasis stiklas (natrio silikato tirpalas), gaminamas Radviliškio firmoje „Rameta“. Betono gamyboje labiausiai paplitęs tradicinis rišiklis, kuris susideda iš skystojo stiklo, jo kietiklio - ferochromo šlako ir dispersinio šamoto [7].

Tradicinis betonas, pagamintas su šiuo rišikliu pagal žinomus normatyvinius dokumentus [8, 9], turi trūkumų, kurie siaurina jo panaudojimo galimybes:

1. Jame yra daug natrio junginių, kurie žemina jo ribinę panaudojimo temperatūrą, nes naudojamas tankus ($1350\text{--}1400\text{ kg/m}^3$), mažo modulio (2,4–3,0) skystasis stiklas.

2. Pirmojo kaitinimo metu, net ne ribinėse panaudojimo temperatūrose $600\text{--}800^\circ\text{C}$ betone vyksta staigus ir ženklus tamprumo modulio sumažėjimas bei plastinių deformacijų padidėjimas. Todėl toks betonas re-

tai naudojamas vidinėms šilumos agregatų konstrukcijoms, kurios kaitinamos iš visų pusių, nes jos gali suirti nuo savo masės.

Tyrimai rodo [10], kad perpus sumažinus natrio oksido kiekį tradiciniame rišiklyje (naudojant 1250 kg/m^3 ir 3,3 modulio skystąjį stiklą), sumažėja jo neigiamos pirmojo kaitinimo deformacijos, dehidratacijos metu struktūros destrukcija yra mažesnė ir gerokai padidėja stipris gniuždant $300\text{--}600^\circ\text{C}$ temperatūrose. Tačiau pradinis bei eksploatacinis (800°C) tokio rišiklio stipris gniuždant yra 8–21% mažesnis, negu rišiklio, gaminamo pagal normatyvinius dokumentus.

Šio darbo tikslas – ištirti ir nustatyti natrio silikato kiekio ir jo tirpalo tankio įtaką naujo kaitrai atsparaus kompleksinio rišiklio, susidedančio iš aluminatinio cemento, ferochromo šlako ir skystojo stiklo, savybėms, norint išplėsti kaitrai atsparių skystojo stiklo betonų panaudojimo šilumos agregatų konstrukcijoms galimybes.

2. Žaliavos ir tyrimų metodikos

Tyrimams buvo naudotas „Gorkal 70“ markės aluminatinis cementas (Al_2O_3 ne mažiau kaip 70%, pagrindinės mineraloginės fazės – CA ($\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$) ir CA_2 ($\text{CaO}\cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$), savitasis paviršius – $4200\text{--}4500\text{ cm}^2/\text{g}$, piltinis tankis – 1100 kg/m^3), kurį gamina įmonė „Górka“ miestelyje Trzebinia (Lenkija). Didelio modulio ($M=1,032 \left(\frac{\% \text{SiO}_2}{\% \text{Na}_2\text{O}} \right)$ 3,3 skystojo stiklo tankis tyrimų metu buvo keičiamas jį skiedžiant vandeniu. Ferochromo šlakas yra Čeliabinsko elektrometalurgijos kombinato atlieka. Nustatyta, kad jo savitasis paviršius yra $2500\text{ cm}^2/\text{g}$, piltinis tankis – 990 kg/m^3 . Pagrindinis šio šlako komponentas – γ dikalcio silikatas ($\gamma\text{-}2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$), kurio kiekis yra $\sim 85\%$. Be jo, dar yra špinelių ($\sim 10\%$) – $\text{MgO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ ir $\text{FeO}(\text{Al,Cr})_2\text{O}_3$ bei kitų ($\sim 5\%$) komponentų (β dikalcio silikato, periklazo, aliumoferato). Bandiniai buvo

ruošiami bei fizikinės-mechaninės rišiklių kompozicijų savybės nustatomos pagal LST 1413:1995, LST 1428.7:1996 normatyviniuose dokumentuose nurodytas metodikas. Tešlos rišimosi laikui nustatyti buvo naudojamas Viko prietaisas. Rišiklio džiovinimas ir degimas buvo atliktas pagal SN 156-79 nurodytą metodiką.

Dilatometriniai tyrimai buvo atlikti pagal metodiką [11].

Ultragarso sklidimo trukmė buvo nustatyta prietaisu UK-14P (keitiklių dažnis 60 kHz).

Rišiklio struktūros kitimo stebėjimui degimo metu buvo naudotas aukštatemperatūrinis MNO-2 mikroskopas. Bandiniai (5×5×5 mm) fotografuoti plačiaformatiu fotoaparatu. Temperatūra krosnyje iki 1000°C buvo kelta 10°C/min, o iki 1500 – 5°C/min greičiu.

3. Eksperimentų rezultatai

Kompleksinio rišiklio (toliau AFS rišiklio), susidedančio iš aluminatinio cemento (AC), ferochromo šlako (FChŠ) ir skystojo stiklo, optimaliai sudėčiai parinkti buvo atlikti kompozicijų konsistencijos tyrimai, kai FChŠ ir AC santykis buvo 1:1, 1:2, 1:3, o skystojo stiklo tankis buvo keičiamas nuo 1250 kg/m³ iki 1380 kg/m³. Tešlos konsistencija buvo keičiama nuo standžios tešlos iki tokios tešlos, keičiant skystojo stiklo kiekį (viršyta 100% sauso FChŠ + AC mišinio) nuo 32,5% iki 80% priklausomai nuo jo tankio.

Nustatyta, kad norint gauti normalaus tirštumo teš-

lą (jos sklidumas 10–11 cm) su 1250 kg/m³ tankio skystuoju stiklu, jo poreikis yra 38–44% mažesnis negu kompozicijose, naudojant 1380 kg/m³ tankio skystąjį stiklą. Mažinant kompozicijose FChŠ kiekį (t. y. keičiant santykį tarp FChŠ ir AC nuo 1:1 iki 1:3), skystojo stiklo poreikis mažėja 14–22%.

Reikia pažymėti, kad kompozicijos, kuriose FChŠ ir AC santykis buvo 1:2 (ypač 1:1), sukietėdavo labai greitai, maždaug per 3–5 min, sumaišius sausus kompozicijos komponentus su skystuoju stiklu. Toks trumpas kietėjimo laikas neatitinka praktinių rišiklio panaudojimo reikalavimų, todėl šios kompozicijos toliau nebuvo nagrinėjamos.

Norint įvertinti natrio silikato įtaką pradiniam stipriui gniuždant, buvo atlikti tyrimai kompozicijų, kuriose FChŠ ir AC santykis buvo apie 1:3 ir 1:5,6. Siekiant pagreitinti kietėjimo procesą, kompozicijos buvo išlaikomos 3 paras 50°C temperatūroje džiovokloje.

Skystojo stiklo tankio diapazonas buvo keičiamas nuo 1025 kg/m³ iki 1380 kg/m³. Jo kiekis parenkamas taip, kad skystajame stikle esančio vandens ir (FChŠ+cementas) santykis būtų apie 0,3. Lentelėje pateiktos konkrečios kompozicijų sudėty.

Palyginimui buvo ištirtos AV kompozicijos (be natrio silikato), kuriose sausi komponentai taip pat buvo sumaišyti su vandeniu santykiu apie 0,3 (žr. lentelę).

Įvairių sudėčių (20×20×20 mm dydžio) bandinių stiprio gniuždant po 3 parų kietėjimo 50°C temperatūroje palyginamieji tyrimų rezultatai pateikti 1 paveiksle.

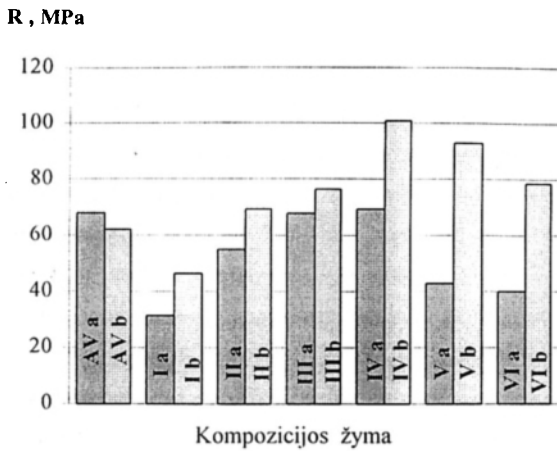
AFS ir AV kompozicijų sudėtys, masės %

AFS and AV compositions, weight %

Kompozicijos žyma	Sausi komponentai		Skystasis stiklas		
	FChŠ,%	AC,%	%	iš to skaičiaus natrio silikatas, %	tankis, g/cm ³
I a	11,5	64,8	23,7	0,8	1025
II a	11,1	62,9	26,0	4,0	1150
III a	10,9	61,8	27,3	5,5	1200
IV a	10,7	61,0	28,3	6,8	1250
V a	10,5	59,5	30,0	9,0	1330
VI a	10,3	58,7	31,0	10,3	1380
I b	19,1	57,2	23,7	0,8	1025
II b	18,4	55,6	26,0	4,0	1150
III b	18,2	54,5	27,3	5,5	1200
IV b	17,9	53,8	28,3	6,8	1250
V b	17,5	52,5	30,0	9,0	1330
VI b	17,2	51,8	31,0	10,3	1380
AV a	11,5	65,3	23,2*	-	-
AV b	19,2	57,6	23,2*	-	-

Pastaba: kompozicijų I a-VI a ir AV a FChŠ ir AC santykis yra apie 1:5,6; o I b-VI b ir AV b - apie 1:3;

*- vandens kiekis



1 pav. Įvairių rišiklio kompozicijų stipris gniuždant (R) po išlaikymo 50°C temperatūroje (sudėtyms nurodytos lentelėje)
 Fig 1. Compressive strength of binding compositions after they had been cured at 50°C (compositions in Table)

Matyti (1 pav.), kad AV kompozicijų stipris gniuždant, esant mažesniai aliuminatinio cemento kiekiui kompozicijoje, šiek tiek mažėja. Tai galima paaiškinti tuo, kad ferochromo šlakas vandeniui užmaišytoje tešloje yra inertinė medžiaga.

Pakeitus vandenį skystuoju stiklu, ferochromo šlakas (dikalcio silikatas jame) tampa aktyvia medžiaga, todėl priklausomai nuo natrio silikato kiekio (skystojo stiklo tankio) kompozicijų stipris gniuždant kinta įvairiai.

Akivaizdu, kad AFS kompozicijoje, kaip ir tradiciniame rišiklyje, pirmiausia turi vykti cheminė reakcija tarp natrio silikato ir dikalcio silikato ir kompozicija turi sukietėti per keliasdešimt minučių. Kaip buvo nustatyta [12], aliuminatinio cemento ir skystojo stiklo mišinys normaliomis sąlygomis nekietėja, o cemento hidratacija, kaip žinoma, vyksta kelias valandas.

Tyrimų rezultatai rodo, kad AFS I a, I b kompozicijose, kai natrio silikato koncentracija labai maža (<1%), jo reakcija su dikalcio silikatu lėta. Didinant natrio silikato kiekį, reakcija su dikalcio silikatu greitėja ir susidaro daug didesnis reakcijos produktų (natrio ir kalcio hidrosilikato) kiekis, kartu didėja rišiklio stipris gniuždant (1 pav.). Kai skystojo stiklo tankis viršija 1250 kg/m³, ferochromo šlako įtaka kompleksinio rišiklio stiprumui yra gerokai didesnė nei aliuminatinio cemento. Tai galima paaiškinti tuo, kad didėjant natrio silikato kiekiui, kad reakcija įvyktų iki galo, reikia didesnio ferochromo šlako kiekio.

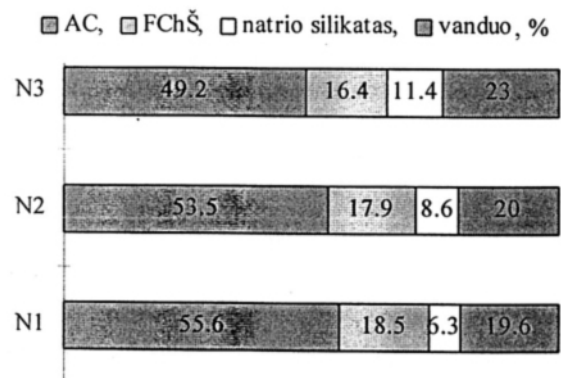
Kai ferochromo šlako ir aliuminatinio cemento santykis kompozicijose yra apie 1:3, o natrio silikato kiekis >6% (IV b, V b, VI b), tai jų stipris gniuždant

yra 12–48% didesnis negu kompozicijoje su vandeniu. AFS IV b kompozicija, kurioje buvo panaudotas 125 kg/m³ skystasis stiklas, pasižymi didžiausiu stipriu gniuždant. Kietėjimo mechanizmui bei stiprumo formavimuisi kompleksiniame rišiklyje paaiškinti buvo iškelta hipotezė [12]. Rišiklyje su dikalcio silikatu ir skystuoju stiklu aliuminatinis cementas veikia kaip reakcijos tarp natrio silikato ir dikalcio silikato greitiklis. Manoma, kad maišant kompleksinį rišiklį, aliuminatinis cementas adsorbuoja ant savo paviršiaus nesurištą arba silpnai surištą vandenį iš skystojo stiklo. Dėl vandens adsorbcijos padidėja skystojo stiklo koncentracija ir padidėja dikalcio silikato tirpumas bei tirpumo greitis natrio silikato tirpale. Vykstant tokiam kietėjimo mechanizmui, didėja susidariusio natrio ir kalcio hidrosilikato kiekis ir atitinkamai mažėja nesureagavusio skystojo stiklo kiekis. Rišiklio struktūrai susidaryti bei stiprumui formuoti didelės įtakos turi skystojo stiklo tankis ir klampumas. Nuo šių skystojo stiklo charakteristikų priklauso vandens adsorbcija ant cemento paviršiaus bei skystojo stiklo plėvelių storis aplink cemento bei ferochromo šlako daleles. Tai turi įtakos ir susidariusio natrio ir kalcio silikatų struktūrai.

Keičiant natrio silikato kiekį rišiklyje, kuriame ferochromo šlako ir aliuminatinio cemento santykis yra apie 1:3 (2 pav.), buvo atlikti bandinių fizikinių-mechaninių charakteristikų (stiprio gniuždant, ultragarso impulso greičio, deformacijų) tyrimai didinant temperatūrą.

Kompozicijoje N1 buvo panaudotas 1250 kg/m³, N2 – 1330 kg/m³, N3 1380 kg/m³ skystasis stiklas.

Įvairios sudėties (2 pav.) bandinių stiprio gniuž-

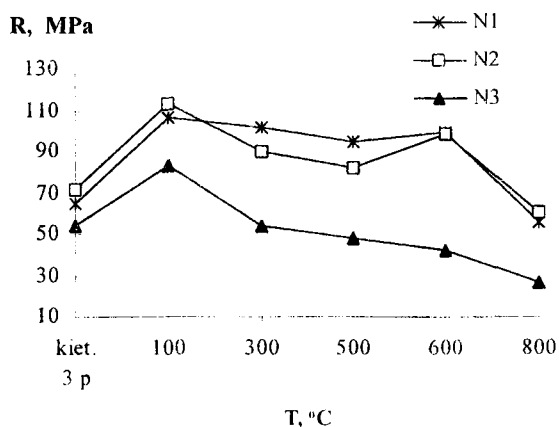


2 pav. Įvairių AFS rišiklio kompozicijų sudėtyms, kuriose ferochromo šlako ir aliuminatinio cemento santykis yra apie 1:3

Fig 2. Different AFS compositions with relationship between liquid glass hardener and alumina cement of about 1:3

dant tyrimo rezultatai priklausomai nuo apdorojimo temperatūros rodo (3 pav.), kad rišiklyje N3, esant dideliame natrio silikato kiekiui (11,4%) stipris gniuždant po kietėjimo bei kaitinimo iki 800°C temperatūros daug mažesnis negu kompozicijose, kuriose natrio silikato kiekis buvo 8,6 ir 6,3%.

Iš karto po džiovinimo 100°C temperatūroje (3 pav.) rišiklio kompozicijų stipris gniuždant, palyginti su pradiniu, padidėja apie 65%. Po degimo 300–600°C temperatūroje jis nežymiai mažėja, o po degimo 800°C temperatūroje visų kompozicijų stipris gniuždant sumažėja ir sudaro 86, 85 ir 50%, palyginti su stipriu gniuždant po 3 parų kietėjimo (atitinkamai esant rišiklyje 11,4, 8,6, 6,3% natrio silikato). Galima pasakyti, kad 20–600°C temperatūroje stiprio gniuždant kreivių pobūdis yra panašus į gautą tiriant kompozicijas su tradiciniu rišikliu [10].



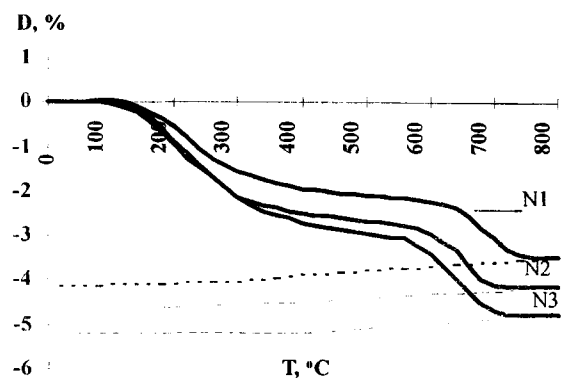
3 pav. Įvairių AFS rišiklio kompozicijų, kuriose ferochromo šlako ir aluminatinio cemento santykis apie 1:3, stiprio gniuždant (R) priklausomybė nuo degimo temperatūros (T)
Fig 3. Compressive strength (R) of different AFS compositions with relationship between liquid glass hardener and alumina cement of about 1:3 depending on firing temperature (T)

Naujas kompleksinis rišiklis esant šioms temperatūroms pasižymi labai dideliu stipriu gniuždant, ypač panaudojus mažą natrio silikato kiekį, palyginti su darbe [7] gautais rezultatais 25–40 MPa. Šie duomenys atitinka tradicinius rišiklius: skystasis stiklas + ferochromo šlakas + magnezitas, skystasis stiklas + nefelino šlamas + dispersinis šamotas ir kt.

Naujo AFS rišiklio kompozicijų bandinių ultragarso impulso sklaidimo greičio (UGI) tyrimai parodė, kad, esant mažam natrio silikato kiekiui (N1,N2), dehidratacijos bei sukepimo procesai neturi didesnės įta-

kos bandinių struktūros destrukcijai (UGI svyruoja 3800–4000 m/s intervalu). Tačiau rišiklyje, kuriame natrio silikato kiekis buvo didžiausias, 300–600°C temperatūroje vyksta ryškūs destrukcijos procesai (UGI sumažėja nuo 3500 iki 2500 m/s). Tai galima paaiškinti storų skystojo stiklo plėvelių susidarymu, kurių storis priklauso nuo skystojo stiklo tankio. Aukštose temperatūrose dehidratacijos metu jose atsiranda ir didėja įtrūkimai.

Buvo atlikti ir naujo AFS rišiklio kompozicijų struktūros susidarymo kaitinimo metu bandinių dilatometriniai tyrimai (4 pav.).

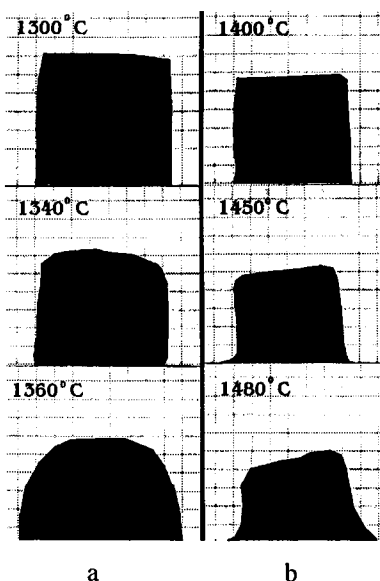


4 pav. Įvairių AFS rišiklio kompozicijų, kuriose ferochromo šlako ir aluminatinio cemento santykis apie 1:3, deformacijos (D) pirmojo kaitinimo metu

Fig 4. Deformation (D) of different AFS compositions with relationship between liquid glass hardener and alumina cement of about 1:3 during heating

Pirmojo degimo metu AFS rišiklio kompozicijose 80–500°C ir 580–750°C temperatūrose vyksta staigūs rišiklio struktūros traukimasis. Šio proceso kinetika priklauso nuo skystojo stiklo tankio. Jis yra mažiausias kompozicijoje, kurioje buvo panaudotas mažo tankio skystasis stiklas (N1). Traukimasi 80–500°C temperatūrose galima paaiškinti dehidratacijos proceso vyksmu, o 580–750°C dar ir naujų atiradimų. Rentgenofaziniu metodu AFS rišiklio kompozicijų kaitinimo metu nustatyta [12], kad 600°C temperatūroje pradeda mažėti dikalcio silikato ($2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$) bei CA ($\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$) smailės. 700°C temperatūroje susidaro natrio ir kalcio silikatai N_2CS_3 bei $2\text{N}_2\text{C}_3\text{S}_3$ ($\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{CaO}\cdot 3\text{SiO}_2$ ir $2\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{CaO}\cdot 3\text{SiO}_2$). Tuo pačiu metu, mažėjant CA kiekiui, atsiranda albito ($\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 6\text{SiO}_2$). 900°C temperatūroje dingsta natrio ir kalcio silikatai bei pradeda mažėti albito smailės. 750°C atsiranda melilito ($2\text{CaO}\{\text{Al}_2\text{O}_3, \text{MgO}\}\text{SiO}_2$) smailės, kurio kiekis didėja iki 1100°C temperatūros.

Tradicinio rišiklio [10], susidedančio iš skystojo stiklo (3,3 modulis, 1250 kg/m³ tankio), ferochromo šlako ir dispersinio šamoto, kurio santykis buvo apie 1:3 bei optimalios sudėties (N1) naujo kompleksinio rišiklio struktūros analizė MNO-2 aukštatemperatūrinu mikroskopu parodė, kad lydimosi požymiai tradiciniame rišiklyje atsiranda jau 1340°C, o kompleksiniame rišiklyje – tik 1450°C temperatūroje (5 pav.). Reikia pažymėti, kad bandiniai iš naujo optimalios sudėties kompleksinio rišiklio degimo 700–1400°C temperatūrose metu susitraukė daugiau negu iš tradicinio rišiklio. Tai galima paaiškinti tuo, kad amorfinės fazės kiekis kompleksiniame rišiklyje kaitinimo metu mažėja, atitinkamai didėjant kristalinėms fazėms.



5 pav. Rišiklio bandinių nuotraukos ($\times 8$) degimo metu: a – tradicinis su dispersiniu šamotu, b – kompleksinis (N1)
Fig 5. Pictures ($\times 8$) of binder's samples during heating: a – traditional binder with fire clay, b – complex binder (N1)

4. Išvados

1. Ištirtos naujo kaitrai atsparaus kompleksinio rišiklio, susidedančio iš aliuminatinio cemento, ferochromo šlako ir skystojo stiklo, reologinės, rišimosi laiko bei fizikinės-mechaninės charakteristikos priklausomai nuo natrio silikato kiekio ir jo tirpalo tankio. Nustatyta optimali rišiklio sudėtis; geriausias kietiklio ir aliuminatinio cemento santykis yra 1:3, o skystojo stiklo tankis 1250 kg/m³.

2. Rišiklio, kuriame kietiklio ir aliuminatinio cemento santykis buvo apie 1:3, fizikinių mechaninių charakteristikų tyrimai parodė, kad didinant natrio silikato kiekį nuo 6,3 iki 11,4% ženkliai mažėja stipris gniuždant ir ultragarso impulso greitis po kietėjimo,

džiovinimo ir degimo 300–800°C temperatūrose, taip pat didėja deformacijos pirmojo kaitinimo metu.

3. Optimalios sudėties N1 kompleksinio rišiklio stipris 20–600°C temperatūrose yra 2–3 kartus didesnis nei tradicinio rišiklio su dispersiniu šamotu.

4. Atskleisti kompleksinio rišiklio kietėjimo mechanizmo ypatumai. Skystasis stiklas stabdo aliuminatinio cemento hidratacijos procesus, tačiau sąveikaujant kietikliui ir natrio silikatui vyksta intensyvus natrio ir kalcio hidrosilikatų susidarymas. Todėl kompleksiniame rišiklyje laisvojo natrio silikato kiekio reikia mažiau nei tradiciniame rišiklyje. Taigi naują rišiklį galima panaudoti, esant aukštesnėms eksploatacijos temperatūroms šiluminiuose agregatuose.

Literatūra

1. T. Franek. Present state and direction of the refractory industry development // Refractory material: manufacturing, testing and applications in metallurgical processes. VIII-th international metallurgical conference. Ustron, Poland, 1999, p. 11-24.
2. O. Thelen. Ungerformte feuerfeste Baustoffe vor der Stampfmasse bis zum Hchleistungsprodukt // Keramische Zeitschrift, Bd 44, 1992, N 8, S. 501-507.
3. Ю. Е. Пивинский. Новые огнеупорные бетоны. Белгород: Государственный комитет Российской Федерации по высшему образованию, 1996. 120 с.
4. К. К. Стрелов. Теоретические основы технологии огнеупорных материалов. Москва: Металлургия, 1985. 480 с.
5. Огнеупорные изделия, материалы и сырье: Справочник. Изд. 4-е / Под ред. А. А. Карклита. Москва: Металлургия, 1991. 416 с.
6. Огнеупоры и их применение / Под ред. Я. Инамуры. Москва: Металлургия, 1984. 446 с.
7. А. П. Тарасова. Жаростойкие вяжущие на жидком стекле и бетоны на их основе. Москва: Стройиздат, 1982. 130 с.
8. Инструкция по технологии приготовления жаростойких бетонов. СНИП. Москва: Стройиздат, 1979. 39 с.
9. Руководство по возведению тепловых агрегатов из жаростойкого бетона. Москва: Стройиздат, 1983. 65 с.
10. S. Goberis, V. Antonovič. The study of some compositions used for making refractory concrete // Medžiagotyra, Nr. 2, Kaunas: Technologija, 1998, p. 59-63.
11. К. Д. Некрасов. Жароупорный бетон. Москва: Промстройиздат, 1957. 284 с.
12. V. Antonovič, S. Goberis. Refractory concretes with liquid glass binder and alumina cement additive // Refractory material: manufacturing, testing and applications in metallurgical processes. VIII-th international metallurgical conference. Ustron, Poland, 1999, p. 203-208.

Įteikta 1999 06 10

THE EFFECT OF SODIUM SILICATE AND ITS SOLUTION ON THE PROPERTIES OF REFRACTORY COMPLEX BINDER

V. Antonovič, S. Goberis, R. Mačiulaitis

Summary

In order to improve thermal and mechanical characteristics of a traditional binder with liquid glass a complex binder consisting of liquid glass, its hardener and alumina cement ("Gorkal 70" containing not less than 70 per cent of Al_2O_3) was tested. Sodium silicate and its solution effect on physical and mechanical properties of a new refractory complex binder (Table 1, Fig 2) were investigated. The results obtained show that compressive strength of binding compound with high quantity of sodium silicate (N3) is the lowest after it had been cured, dried and fired at 300-600°C (Fig 3). It was also found that the strength of a complex binder with small quantity of sodium silicate (N1) in the temperature range of 20-600°C is 2-3 times as high as that of a traditional binder with dispersed fire-clay. The study in the formation of the structure of a complex binders dilatometric tests have also been made. After initial heating at 80-500°C the compositions contracted (Fig 4) due to dehydration. At the temperature range of 580-750°C the contraction of compositions continue due to reactions at the solid phase. The hypothesis of the hardening mechanism in the complex binder was proposed. Liquid glass tends to restrain the hydration of the alu-

mina cement though hardeners and sodium silicate interaction result in the intense formation of sodium calcium hydrosilicates. Therefore, a complex binder contains less sodium silicate than a traditional one while being used at higher temperature.

Valentin ANTONOVIČ. Doctoral student. Dept of Building Materials. Vilnius Gediminas Technical University. Saulėtekio al. 11, 2040 Vilnius, Lithuania.

Since 1994 a Doctoral student at VGTU. Co-author of 18 publications. Research interests: new refractory concretes and their technologies.

Stasys GOBERIS. Doctor. Head of Institute Termoizoliacija laboratory. Institute Termoizoliacija, Linkmenų 28, 2600 Vilnius, Lithuania.

Doctor (1966). Author of 222 papers, 23 inventions. Research interests: refractory materials, their applications in furnaces.

Romualdas MAČIULAITIS. Doctor Habil, Professor. Head of Dept of Building Materials. Vilnius Gediminas Technical University. Saulėtekio al. 11, 2040 Vilnius, Lithuania.

Doctor (technical sciences, 1980). Doctor Habil (technical sciences, 1993). Professor (1999). Author of about 110 publications. Research interests: durability, frost resistance and other properties of building materials and products, fire prevention and processes.