

THE INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL FACTORS ON FOAM-GASEOUS SILICATE FORMATION MIXTURES AND PRODUCT PROPERTIES

A. Laukaitis

To cite this article: A. Laukaitis (1998) THE INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL FACTORS ON FOAM-GASEOUS SILICATE FORMATION MIXTURES AND PRODUCT PROPERTIES, *Statyba*, 4:1, 49-55, DOI: [10.1080/13921525.1998.10531379](https://doi.org/10.1080/13921525.1998.10531379)

To link to this article: <https://doi.org/10.1080/13921525.1998.10531379>



Published online: 26 Jul 2012.



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



Article views: 40

TECHNOLOGINIŲ VEIKSNIŲ ĮTAKA PUTŲ-DUJŲ SILIKATBETONIO FORMAVIMO MIŠINIŲ IR PRODUKTO SAVYBĖMS

A. Laukaitis

1. Įvadas

Akytasis betonas yra ekologiškai švari, efektyvi vietinė statybos medžiaga. Jo savybės priklauso ne tik nuo gaminių tankio, bet ir nuo jo rūšies [1]. 250-500 kg/m³ tankio dujų silikatbetonio, dujų ir putų cementbetonio technologiniai gamybos veiksniai ir savybės yra ištirtos Termoizoliacijos instituto mokslininkų [2-17]. Jų gamyba išplėta Lenkijoje, Čekijoje, Švedijoje, Rusijoje [18], Vokietijoje [19]. Tačiau putų-dujų silikatbetonis yra mažai ištirtas. Žinoma, kad įdėjus į smėlio šlamą arba į dujų silikatbetonio mišinį paviršių aktyvinančias medžiagas (PAM), maišant yra įtraukiamas oras ir šlamas arba silikatbetonio mišinys yra porizuojamas.

Nurodoma [20], kad įdėjus į 400 kg/m³ tankio dujų cementbetonio mišinį 50 g paviršių aktyvinančios medžiagos - sulfanolio ir papildomai maišant jį skiedinio maišyklėje, mišinys papildomai porizuojamas ir galima sutaupyti iki 10% aliuminio miltelių. Pakilus mišinio temperatūrai nuo 20 °C iki 70 °C, putų stabilumas sumažėja 2,5-3,0 kartus [21], o maišant paviršių aktyvinančią medžiagą su dujų cementbetonio mišinio komponentais įtraukto oro kiekis priklauso nuo V/K, paviršių aktyvinančios medžiagos rūšies bei skiedinio maišyklės apsisukimų skaičiaus.

Naudojant dalinę akytojo betono mišinio porizaciją paviršių aktyvinančia medžiaga "Progres" (0,2-0,3% kietųjų medžiagų), dėl smulkių porų beautoklavio 300 kg/m³ tankio akytojo betono stipris gniuždant padidėja 15 - 20 %, o atsparumas šalčiui 1,5 - 2 kartus, lyginant su dujų cementbetonu arba putų cementbetonu [22].

Lyginamieji 280-300 kg/m³ tankio įvairių akytojo betono rūšių techniniai rodikliai pateikti darbe [5], tačiau nenurodyti jų gamybos technologiniai parametrai.

Šio darbo tikslas yra ištirti 300 kg/m³ tankio putų - dujų silikatbetonio gamybos technologinius veiksnius ir savybes. Optimaliems minėto tankio gaminių forma-

vimo veiksniams nustatyti buvo ištirtas platesnis tankio intervalas.

2. Tyrimų metodika

Bandymams buvo naudojamas Vilniaus Panerių telkinio kvarcinis smėlis, AB "Akmenės cementas" CEM 42,5 markės portlandcementis ir kalcitinės gabalinės kalkės. Cheminė žaliavų sudėtis pateikta 1 lentelėje.

Smėlis buvo malamas rutuliniu malūnu šlapiuoju būdu nuo 130 iki 500 m²/kg savitojo paviršiaus. Gabalinės kalkės su smėlio priedu buvo malamos vibraciniu malūnu iki 540 m²/kg savitojo paviršiaus, maltų kalkių aktyvumas - 71%, gesinimosi trukmė 16-20 min, gesinimosi temperatūra 54 °C. Portlandcemenčio rišimosi pradžia - 2 h, pabaiga 5 h 50 min.

Smėlio šlamo ir akytojo silikatbetonio mišinio porizacija buvo atlikta laboratoriniu vertikaliu maišytuvu, kurio apsisukimai buvo 750 min⁻¹. Buvo naudojamos paviršių aktyvinančios medžiagos sulfanolis ir OP-10 (etilfenilo etilenglikolio eteris). Papildomu dujodariu buvo aliuminio milteliai, hidrofiliizuoti sulfanoliu (20 g/kg). Formavimo mišiniu buvo užpiltos 340x340x400 mm formos. Bandinių kietinimo ciklas autoklave 1,5+8+1,5 h, sočiųjų vandens garų slėgis izoterminio išlaikymo metu - 0,79 MPa.

Putų-dujų silikatbetonio gamybos technologiniai veiksniai: mišinio aktyvumas - 28%, V/K 0,55 - 0,75, aliuminio miltelių kiekis 0,25 - 0,4% kietųjų medžiagų, paviršių aktyvinančių medžiagų kiekis 0,1 - 1,0% kietųjų medžiagų.

Formavimo mišinio plastiškąjį stiprį nustatėme pagal formulę:

$$P_{pl} = \frac{M}{h^2} \cdot 1,5. \quad (1)$$

Čia P_{pl} - plastiškasis stipris, N/mm²; M - kūgio masė, N; h - kūgio įsmigimo gylis, mm.

1 lentelė. Žaliavų cheminė sudėtis

Table 1. Raw material chemical composition

Žaliavos	Sudėtis, %							Kaitmenys
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	R ₂ O	SO ₃	
Smėlis	89,77	4,55	0,63	3,10	0,25	0,44	0,46	1,35
Kalkės	3,13	0,99	0,16	81,83	1,40	0,59	1,03	10,87
Portlandcementis	21,41	6,76	4,86	59,33	2,47	-	1,70	1,74

Formavimo mišinio konsistencija buvo vertinama Suttardo viskozimetru. Bandinių stipris gniuždant esant norimam stipriui buvo perskaičiuotas pagal formulę [10].

Formavimo mišinio aktyvumo pagal smėlio šlamo smulkumą bei paviršių aktyvinančią medžiagą įtaka bandinių stiprumui buvo nustatyta formuojant lietus silikatbetonio bandinius (be aliuminio miltelių), kurie buvo kietinami autoklave tuo pačiu režimu.

Lietų bandinių stiprį gniuždant perskaičiavome 1100 kg/m³ tankiui pagal formulę [6]

$$R_{1100} = \frac{R_{fakt}}{9,13 \cdot 10^{-4} \rho_{fakt} - 3,81 \cdot 10^{-3}} \quad (2)$$

Čia R_{1100} - 1100 kg/m³ tankio silikatbetonio stipris gniuždant, MPa; R_{fakt} - faktinio tankio silikatbetonio stipris gniuždant, MPa; ρ_{fakt} - silikatbetonio faktinis tankis, kg/m³.

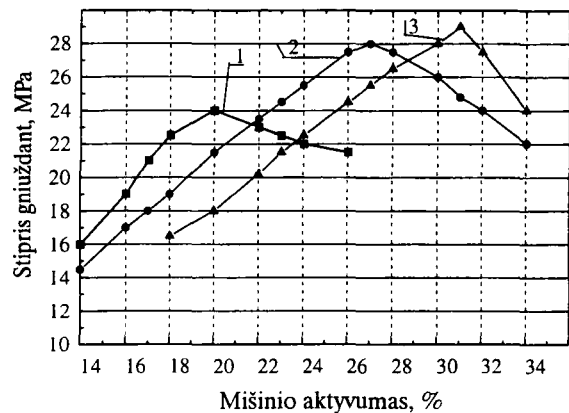
Akytojo silikatbetonio porų, susidarantių įtraukiant orą, maišant silikatbetonio mišinio komponentus su paviršių aktyvinančia medžiaga ir išsiskiriant vandens dujoms aliuminio miltelių reakcijoje su kalkėmis, santykis buvo nustatytas pagal mišinio išsipūtimo aukštį atitinkamai minėtiems procesams.

3. Rezultatai ir jų aptarimas

Mažo tankio akytojo silikatbetonio bandinių stipris gniuždant priklauso ne tik nuo žaliavų smulkumo, išsamosios medžiagos kiekio, bet ir nuo jo struktūros. Todėl norėdami išeliminuoti pastarosios poveikį ir nustatyti, kokiam smėlio sumalimo smulkumui esant reikia parinkti optimalų mišinio aktyvumą, buvo formuojami lieti silikatbetonio bandiniai. Sudėtis pateikta 2 lentelėje.

Lietų silikatbetonio bandinių stipris gniuždant priklauso nuo mišinio aktyvumo, kuris esant skirtingam malto smėlio smulkumui yra skirtingas (1 pav.). Naudojant silikatbetonio gamybai smulkiau maltą smėlį, reikia didinti ir mišinio aktyvumą. Kai smėlio

savitasis paviršius yra 130 m²/kg, optimalus mišinio aktyvumas yra 20%, 340 - 27 - 28%, o 500 - 31% (1 pav., 1-3 kreivės).



1 pav. Lietų silikatbetonio bandinių stiprio gniuždant priklausomybė nuo mišinio aktyvumo, kai malto smėlio smulkumas, m²/kg: 1 - 130, 2 - 340, 3 - 500

Fig 1. Cast silicate concrete sample compression strength dependency on mixture activity, at milled sand fineness, m²/kg: 1 - 130, 2 - 340, 3 - 500

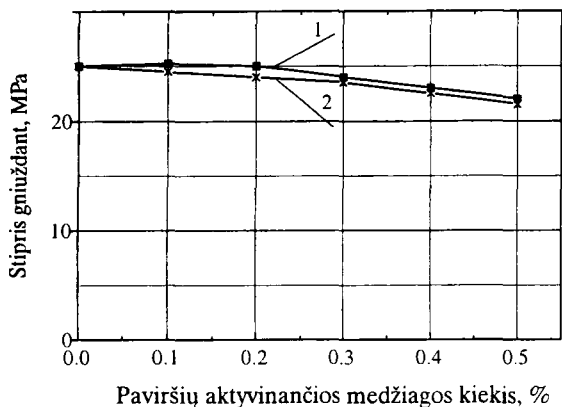
Toliau didinant mišinio aktyvumą, bandinių stipris gniuždant pradeda mažėti (esant išsamosios medžiagos pertekliui susidaro aukštesnio bazingumo kalcio hidrosilikatai, be to, mišinys perkaista). Apibendrinus pateiktus grafikus galima teigti, kad lengviems akytojo silikatbetonio gaminiams racionalu naudoti smėlį, kurio savitasis paviršius būtų 300-350 m²/kg, o mišinio aktyvumas 26 - 28%. Tolesni bandymai buvo atliekami su 340 m²/kg smulkumo smėliu ir esant 28% mišinio aktyvumui.

Ištirus paviršių aktyvinančių medžiagų (PAM) poveikį lieto silikatbetonio bandinių stipriui gniuždant nustatyta, kad nedideli šių medžiagų kiekiai (0,1 - 0,2%) labai nedaug mažina bandinių stiprį gniuždant (2 pav.). Įdėjus šių priedų 0,5%, OP -10 sumažina šį stiprį nuo 24 iki 21,5 MPa, t.y. 10,4%, o sulfanolis nuo 24,0 iki 20 MPa, t.y. 16,66%.

Įtraukto oro kiekis maišant smėlio šlamą su paviršių aktyvinančia medžiaga priklauso nuo maišy-

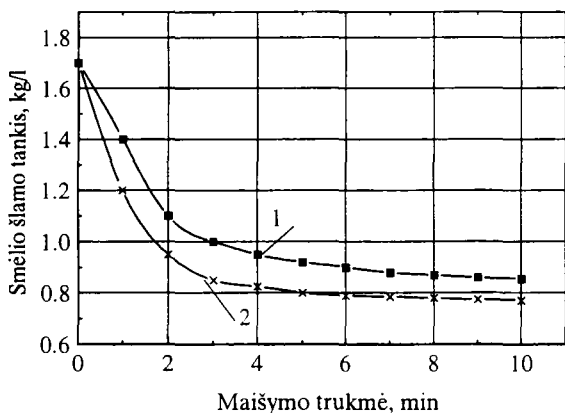
mo trukmės (3 pav.). Tačiau pagrindinis rezultatas pasiekiamas per 5 min. Šlamo tankis naudojant sulfanolį sumažėja nuo 1,7 iki 0,8 kg/l, t.y. 2,1 karto, o naudojant OP-10 - nuo 1,7 iki 0,93 kg/l, t.y. 1,83 karto. Tęsiant šlamo maišymą nuo 5 min iki 10 min, smėlio šlamo tankis keičiasi nedaug (3 pav.). Jau po 2 min šlamo tankis pasikeičia nuo 1,7 iki 0,95 kg/l, t.y. 1,79 karto naudojant sulfanolį, ir nuo 1,7 iki 1,1 kg/l, t.y. 1,54 karto naudojant OP-10.

Maišyti PAM su visais mišinio komponentais yra efektyviau negu atskirai išplakti šlamą su paviršių aktyvinančia medžiaga, po to sudozuoti kalkes ir išmaišyti jas su jau išpūstu smėlio šlamu (4 pav.). Tai galima paaiškinti tuo, kad pilant kalkes į išpūstą smėlio šlamą jo poringa struktūra yra dalinai ardoma.



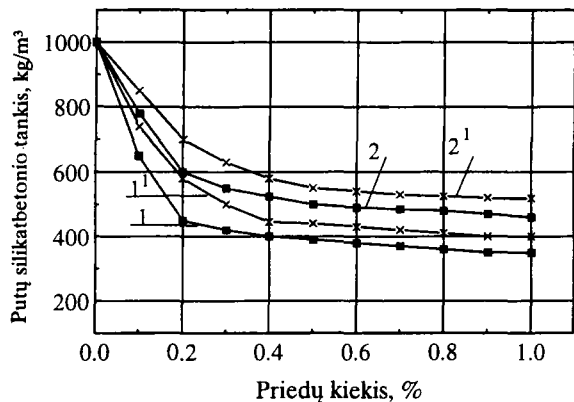
2 pav. Paviršių aktyvinančių medžiagų kiekio įtaka lieto silikatbetonio bandinių stipriui gniuždant: 1 - OP-10; 2 - sulfanolis

Fig 2. Surface active material amount influence on cast silicate concrete sample compression strength: 1 - OP-10; 2 - Sulphanol



3 pav. Maišymo trukmės įtaka smėlio šlamo tankiui, kai paviršių aktyvinančios medžiagos: 1 - OP-10; 2 - sulfanolis

Fig 3. The influence of mixing time on sand slime density with surface active materials: 1 - OP-10; 2 - Sulphanol

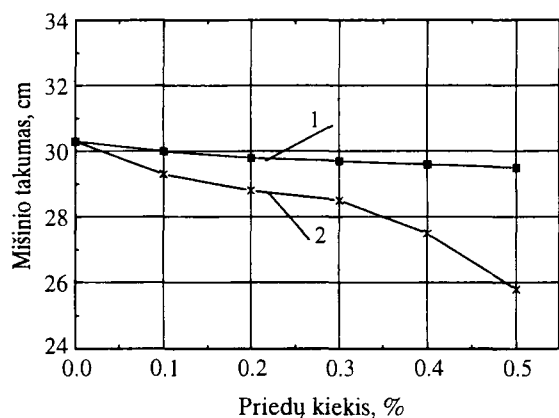


4 pav. Putų silikatbetonio tankio priklausomybė nuo paviršių aktyvinančios medžiagos kiekio ir maišymo būdo: 1 - sulfanolis; 2 - OP-10. 1, 2 - visi mišinio komponentai maišomi kartu; 1', 2' - smėlio šlamos maišomas su paviršių aktyvinančia medžiaga, vėliau su kitais mišinio komponentais

Fig 4. Foam silicate concrete dependency on surface active materials amount and mixing method: 1 - Sulphanol; 2 - OP-10; 1,2 - All the components mixed together; 1', 2' - Sand slime mixed with surface active material and later with other solid mixture components

Paviršių aktyvinantieji priedai mažina putų silikatbetonio formavimo mišinio takumą, tačiau sulfanolis turi kur kas didesnės įtakos. Pvz., kai priedo kiekis 0,3%, OP-10 sumažina mišinio takumą nuo 30,3 iki 29,8 cm (1,65%), o sulfanolis nuo 30,3 iki 28,5 cm (5,9%), kai priedo kiekis 0,5% - nuo 30,3 iki 29,5 cm (2,64%) ir nuo 30,3 iki 25,7 cm (15,18%) atitinkamai (5 pav.).

Mišinio takumas sumažėja dėl įtraukto maišymo metu oro, todėl galima teigti, kad sulfanolis yra efektyvesnė paviršių aktyvinanti medžiaga negu OP-10.



5 pav. Silikatbetonio mišinio (V/K=0,6) takumo priklausomybė nuo paviršių aktyvinančių medžiagų kiekio: 1 - OP-10; 2 - sulfanolis

Fig 5. Foam silicate concrete mixture (V/S=0,6) plasticity dependency on surface active material amounts: 1 - OP-10; 2 - Sulphanol

2 lentelė. Lietų silikatbetonio mišinių technologiniai parametrai

Table 2. Cast silicate concrete mixture technological parameters

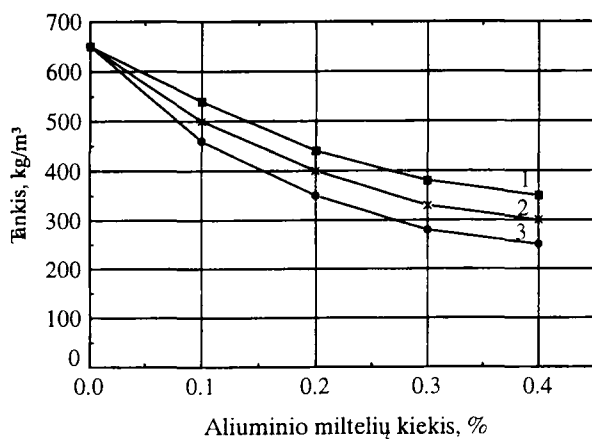
Smėlio smulkumas, m ² /kg	Mišinio aktyvumas						
	14-17	17-20	20-23	23-26	26-29	29-32	32-34
	V/K						
130	0,52	0,54	0,54	0,56	0,56	-	-
340	0,54	0,56	0,58	0,58	0,60	0,62	0,64
500	-	0,56	0,58	0,60	0,62	0,64	0,66

Maišant silikatbetonio mišinį su PAM negalima pasiekti bandinių tankio, mažesnio nei 400 kg/m³. Todėl tolesni bandymai buvo atliekami maišant silikatbetonio mišinio komponentus su sulfanoliu ir papildomai pridėdant aliuminio miltelių, t.y. buvo gaminamas putų-dujų silikatbetonis. Jo tankis analogiškai dujų silikatbetoniui taip pat priklauso nuo mišinio V/K ir aliuminio miltelių kiekio (6 pav.)

300 kg/m³ tankio putų-dujų silikatbetonio gamybos technologiniai parametrai yra tokie: mišinio aktyvumas - 28%, V/K - 0,65, sulfanolio kiekis - 0,1%, aliuminio miltelių kiekis 0,4%. Jo gamybos technologija tokia: sudozuoti mišinio komponentai 2 min maišomi su 0,1% sulfanolio, įdedama aliuminio miltelių suspensijos ir maišoma dar 1 min. Mišinys supilamas į

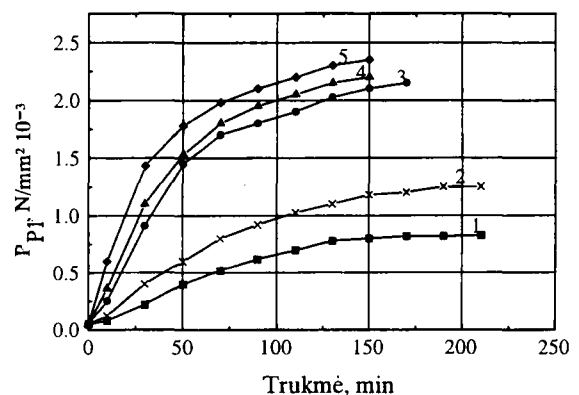
formą ir joje pučiasi dėl išsiskyrusio reakcijoje vandenilio.

Tiriant 300 kg/m³ tankio akytojo silikatbetonio masės plastišką stiprį nustatyta, kad dujų silikatbetonio masės plastiškasis stipris, lyginant jį su kitomis akytojo silikatbetonio rūšimis, yra didžiausias: po 2,5 h jo reikšmė yra 2,32 10⁻³ N/mm² (7 pav., 5 kreivė), o putų silikatbetonio - mažiausias - po 3,5 h - 0,84·10⁻³ N/mm² (7 pav., 1 kreivė). Putų-dujų silikatbetonio masės plastiškasis stipris užima tarpinę padėtį, jis didėja mažėjant porų, gautų maišant mišinio komponentus su PAM kiekiu. Pvz., kai 75% porų, gaunama maišant mišinio komponentus su PAM, masės plastiškasis stipris po 150 min buvo 2,2·10⁻³ N/mm², t.y. padidėjo 1,9 karto (7 pav., 2, 4 kreivės).



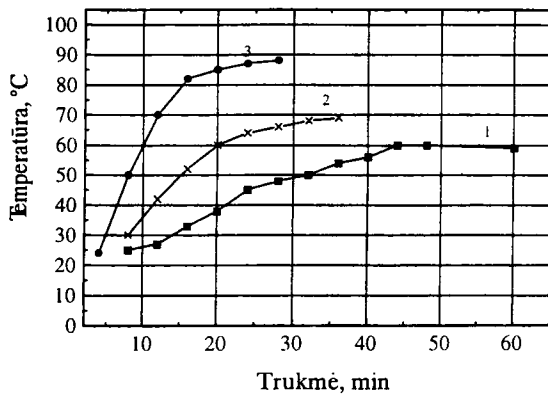
6 pav. Putų-dujų silikatbetonio tankio priklausomybė nuo aliuminio miltelių kiekio (mišinio komponentai 2 min maišyti su 0,1% sulfanolio), kai mišinio V/K: 1 - 0,6; 2 - 0,65; 3 - 0,7

Fig 6. Foam-gaseous silicate concrete density dependency on aluminium powder amount (mixture components were mixed for 2 min, with 0,1% Sulphanol), where mixture V/S ratio: 0,6; 2 - 0,65; 3 - 0,7



7 pav. 300 kg/m³ tankio akytojo silikatbetonio masės plastiškojo stiprio priklausomybė nuo jo rūšies ir struktūros formavimo būdo: 1 - putų silikatbetonis (putos išplaktos atskirai), 2 - putų-dujų silikatbetonis (25% porų, gautų dėl Al miltelių + 75% porų, gautų maišant mišinio komponentus su PAM); 3 - putų-dujų silikatbetonis (50% + 50%); 4 - putų-dujų silikatbetonis (75% + 25%); 5 - dujų silikatbetonis (be PAM)

Fig 7. Porous silicate concrete (300 kg/m³) mass plasticity strength dependency on its type and structure formation method: 1 - foam silicate concrete (foam made separately), 2 - Foam-gaseous silicate concrete (25% pores due to Al powder + 75% pores produced by mixing components with SAM), 3 - Foam-gaseous silicate concrete (50% + 50%), 4 - Foam-gaseous silicate concrete (75% + 25%), 5 - Gaseous silicate concrete (without SAM)

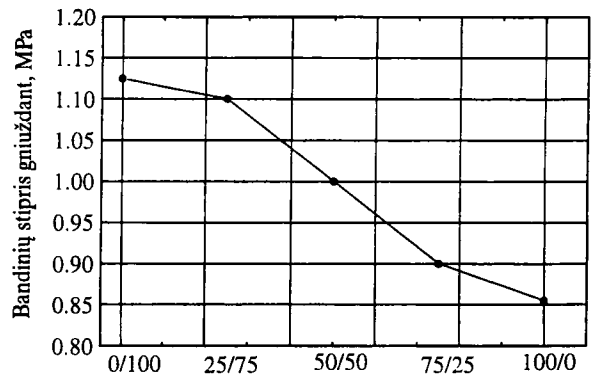


8 pav. Akytojo silikatbetonio mišinio temperatūros kitimas: 1 - putų silikatbetonis (putos išplaktos atskirai); 2 - putų-dujų silikatbetonis (50% porų, gautų dėl Al miltelių +50% porų, gautų maišant mišinio komponentus su PAM); 3 - dujų silikatbetonis (be PAM)

Fig 8. Porous silicate concrete mixture temperature Alterations: 1 - Foam silicate concrete (foam made separately), 2 - Foam-gaseous silicate concrete (50% pores due to Al powder + 50% produced by mixing mixture components with SAM), 3 - Gaseous silicate concrete (without SAM)

Akytojo silikatbetonio mišinio aukščiausia temperatūra priklauso nuo akytojo silikatbetonio rūšies. Dujų silikatbetonio mišinys jau po 30 min pasiekia 88 °C temperatūrą (8 pav., 3 kreivė). Putų silikatbetonio temperatūra kyla lėtai ir 60 min ji yra 60 °C (8 pav., 1 kreivė). Putų-dujų silikatbetonio mišinio temperatūra užima tarpinę padėtį. Po 36 min jis įšyla iki 69°C (8 pav., 2 kreivė).

Bandinių stipris gniuždant yra didžiausias putų silikatbetonio, o mažiausias dujų silikatbetonio (9 pav). Putų-dujų silikatbetonio bandinių stipris gniuždant užima tarpinę padėtį ir tiesiogiai priklauso nuo porų, gautų plakant smėlio šlamą su PAM ir maišant mišinį su Al milteliais, santykio. Pvz., bandinių, kurių struktūroje 25% porų gaunama maišant mišinio komponentus su PAM ir 75% rišamosios medžiagos reakcijoje su Al milteliais, stipris gniuždant yra 0,9 MPa, tai šis porų santykis yra atvirkštinis - 1,1 MPa, t.y. padidėja 22,22%. Tai lemia dėl skirtingo porizacijos būdo bei skirtingo masės išilimo laipsnio susidariusios porų struktūros forma, kas buvo ištirta ankstesniuose mūsų darbuose [8, 13, 15]. Akytojo betono struktūroje, susidarančioje esant masės temperatūrai 78-85 °C, vyrauja smulkios ir tolygiau pasiskirsčiusios taisyklingesnės formos poros, dėl to padidėja jų mechaninis stiprumas. Pakilus masės aukščiausiai temperatūrai iki 95-100 °C, akytojo betono struktūra pablogėja, nes susidaro didesnio skersmens, tarpusavyje susisiekiančios, netaisyklingos formos poros, kas ir mažina bandinių stiprumą.



Porų santykis: maišant su Al milteliais / maišant su PAM, %

9 pav. 300 kg/m³ tankio akytojo silikatbetonio stiprio gniuždant priklausomybė nuo struktūros formavimo būdo (porų, gautų maišant mišinį su Al milteliais ir su PAM, santykio)

Fig 9. Porous silicate concrete (300 kg/m³) compression strength dependency on structure formation method (pores produced by mixing the mixture with Al powder and with SAM, ratio)

6. Išvados

1. Formuojant lietus (be aliuminio miltelių) silikatbetonio bandinius nustatyta, kad mišinio aktyvumas turi būti parenkamas pagal malto smėlio smulkumą: kai jo savitasis paviršius 130 m²/kg, mišinio aktyvumas turi būti 20 %, 340 m²/kg - 26-28%, 500 m²/kg - 31%.

2. Silikatbetonio mišinį galima iš dalies porizuoti maišant smėlio šlamą su paviršių aktyvinančia medžiaga (PAM), po to dozuoti kitus mišinio komponentus arba visus mišinio komponentus maišant su PAM. Antrasis būdas yra efektyvesnis, nes nesuardoma porizuota mišinio struktūra dozuojant kitus mišinio komponentus. Paviršių aktyvinančia medžiaga gerai tinka sulfanolis.

3. 300 kg/m³ tankio putų-dujų silikatbetonio technologiniai parametrai: mišinio aktyvumas 28%, V/K - 0,65, sulfanolio kiekis 0,1%, aliuminio miltelių kiekis 0,4%. Formavimo mišinio paruošimo technologija tokia: mišinio komponentai 2 min maišomi maišyklėje (750 min⁻¹) su sulfanoliu, įpilama aliuminio miltelių suspensijos ir maišoma dar 1 min. Paruoštas formavimo mišinys supilamas į formas.

4. Putų-dujų silikatbetonio masės plastiškasis stipris užima tarpinę padėtį tarp dujų silikatbetonio ir putų silikatbetonio ir jo reikšmė didėja mažėjant skaičiui porų, gautų maišant mišinio komponentus su PAM. Sumažinus porų, gautų maišant mišinio komponentus su PAM, nuo 75 iki 25%, putų-dujų silikat-

betonio masės plastiškasis stipris padidėja nuo $1,16 \cdot 10^{-3}$ iki $2,2 \cdot 10^{-3}$ N/mm², t.y. 1,9 karto.

5. Putų-dujų silikatbetonio mišinio aukščiausia temperatūra yra tarpinės padėties tarp dujų silikatbetonio ir putų silikatbetonio (88°C ir 60°C).

6. Putų-dujų silikatbetonio bandinių stipris gniuždam taip pat užima tarpinę padėtį tarp dujų silikatbetonio bandinių ir putų silikatbetonio bandinių. Tačiau didėjant kiekiui porų, gautų maišant mišinio komponentus su PAM, jo bandinių stipris gniuždam didėja. Daugėjant porų, gautų maišant mišinio komponentus su PAM, nuo 25 iki 75%, putų-dujų silikatbetonio bandinių stipris gniuždam padidėja nuo 0,9 iki 1,1 MPa, t.y. 22,22%. Tai galima paaiškinti taisyklingesnėmis, tolygiau pasiskirsčiusiomis poromis.

Literatūra

1. LST 1469-1997. Akytieji betonai. Bendrieji techniniai reikalavimai, 17 p.
2. А.Е. Биховскис. Исследование технологических факторов формирования теплофизических свойств газосиликата для индустриального термоизоляции труб бесканальных тепловых сетей: Автореф. дис.... канд. техн. наук. Каунас: КПИ, 1967. 22 с.
3. А.А. Лаукайтис. Исследование технологии изготовления и свойств звукопоглощающих плит "силапор" на цементно-песчаном и известково-цементно-песчаном вяжущем: Автореф. дис.... канд. техн. наук. Каунас: КПИ, 1975. 22 с.
4. М.-Г.С. Казлаускене. Разработка технологии производства и изучение свойств звукопоглощающих плит "силапор" из известково-песчаной смеси: Автореф. ... дис. канд. техн. наук. Москва, 1978. 22 с.
5. А.Е. Биховскис, М.-Г.С. Казлаускене, Е.И. Янкунайте. О возможности регулирования физико-механических свойств ячеистого бетона низкой плотности // Сб. трудов ВНИИ теплоизоляция, Вильнюс, 1986, с. 47-54.
6. А.В. Дудик, А.И. Ожалене, Е.П. Карлашева. Влияние некоторых органических добавок на физико-механические свойства ячеистого бетона // Сб. трудов ВНИИ теплоизоляция, Вильнюс, 1986, с. 55-61.
7. A. Laukaitis. Akytbetonis su anglies plaušu // Termoizoliacijos instituto darbų rinkinys, 1994, p. 3-9.
8. A. Laukaitis. Technologinių veiksnių įtaka dujų betono savybėms // Cheminė technologija, 1995, Nr. 2, p. 21-24.
9. A. Laukaitis. Dujų betono su mišria rišančiąja medžiaga formavimo ypatumų tyrimai // Statyba, Nr.4 (4), Vilnius: Technika, 1995, p. 75-81.
10. A. Laukaitis. Akytojo betono sudėčių skaičiavimas ir jo savybių tyrimų metodikos. Vilnius: Termoizoliacija, 1996, 24 p.
11. А. Лаукайтис, А. Дудик. Исследование гидрофобизации газосиликата плотностью 300-450 кг/м³ // Statyba, Nr. 3(7), Vilnius: Technika, 1996, p. 33-40.
12. A. Laukaitis, L.J. Kunskaitė. Mažo tankio akytojo betono oro laidumo tyrimai // Statyba, Nr. 3(7), Vilnius: Technika, 1996, p. 41-45.
13. A. Laukaitis, V. Lasauskas. Akytojo betono garso absorbcijos tyrimai // Statyba, Nr. 4(8), Vilnius: Technika, 1996, p. 67-72.
14. A. Laukaitis. Influence of Porous Concrete Waste on Porous Concrete Properties // Medžiagotyra, 1996, Nr. 2, p. 46-49.
15. A. Laukaitis. Vandens temperatūros įtaka dujų silikatbetonio masės išilimui ir pūtimuisi // Cheminė technologija, 1997, Nr. 1(5), p. 46-50.
16. A. Laukaitis. Ekvivalentinio rišamosios medžiagos kiekio nustatymas gaminant aktyuosius betonus // Lietuvos mokslas ir pramonė. Silikatų technologija: Konferencijos pranešimų medžiaga. Kaunas: Technologija, 1997, p. 55-88.
17. A. Laukaitis. Technologinių veiksnių įtaka putų cementbetonio formavimo mišinių ir gaminių savybėms // Statyba, Nr. 3(11), Vilnius: Technika, 1997, p. 52-56.
18. А.П. Меркин. Ячеистые бетоны. Научные и практические предпосылки дальнейшего развития // Строительные материалы, 1995, № 2, с. 11-15.
19. G. Kühne. Herstellung und Anwendung sehrleichter Gasbetone in der DDR. VII Konferencija o porobetone so zahraničnou ucastou, Bratislava, ČSSR, 1985, p. 127-130.
20. В.В. Михайловский, Н.Н. Скубаренко. Применение анионоактивных ПАВ при производстве бетона // Материалы четвертой конференции по ячеистым бетонам. Саратов-Пенза, 1969, с. 26-31.
21. А.П. Меркин, Р.А. Гаджилы. Исследования по интенсификации процессов производства и улучшению физико-технических свойств ячеистых бетонов методом газопенной поризации // Материалы четвертой конференции по ячеистым бетонам. Саратов-Пенза, 1969, с. 41-44.
22. Н.И. Федьнин, С.И. Меркулова. Получение быстротвердеющего неавтоклавного золобетона пониженной объемной массы // Строительные материалы. 1979, № 1, с. 16-18.

Įteikta 1997 07 03

THE INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL FACTORS ON FOAM-GASEOUS SILICATE FORMATION MIXTURES AND PRODUCT PROPERTIES

A. Laukaitis

S u m m a r y

The aim of this work was to investigate 300 kg/m³ density foam-gaseous silicate concrete production parameters and properties. The optimal mentioned density product formation parameter determination was conducted in a wide density interval.

The raw material chemical composition is given in Table 1. Sand slime and porous silicate concrete mixture formation was performed in a laboratory mixer at 750 RPM.

Surface active agents sulphanol and OP-10 (ethylphenyl ethylene glycol ether) was used for this purpose. An additional blowing agent-aluminium powder hydrophilized with sulfanol (20 g/kg) was used. Formation mixture plasticity strength was calculated according to equation 1.

Low-density porous silicate concrete sample compression strength depends not only on raw material fineness, binder amount, but also on its structure. Cast silicate concrete samples (without aluminium powder) were formed to determine the milled sand fineness needed for the optimal mixture activity. Their compression strength at 1100 kg/m³ density was calculated using equation 2. The sample compression strength dependency on mixture activity and sand fineness is given in Fig 1. The cast silicate concrete mixture technological parameters are given in Table 2. The mixtures activity is 20%, when the sand fineness approaches 130 m²/kg and 27% - 340, 31% - 500. Surface active materials amount (0,1 - 0,2%) lowers the silicate concrete samples compression strength insignificantly (Fig 2).

The formation mixture involves the surrounding air during sand slime and surface active agent mixing and partly swells. The amount of entrained air depends on the mixing time (Fig 3). However the main result is reached in 5 min. The slime density decreases from 1.7 to 0.8 kg/l, ie by 2.1 times. The mixing of surface active materials with all the mixture components is more effective, then whipping the slime separately with surface active agent and then adding lime and mixing again with the blown sand slime (Fig 4). This is explained by the fact, that when lime is added to the blown sand slime, its structure is partly destroyed.

The surface active additives lower the foam silicate concrete formation mixture fluidity (Fig 5), due to the absorbed air during mixing. Sulphanol is a more effective surface active agent, than OP - 10 (Fig 5).

It is impossible to reach a sample density lower than 400 kg/m³, when surface active agents are mixed with silicate concrete mixture.

That is why experiments were conducted where aluminium powder was added, ie a foam-gaseous silicate concrete was produced. Its density depends an V/S ratio and aluminium powder amount (Fig 6).

The investigation of 300 kg/m³ density porous silicate concrete mass plasticity strength showed that it is the highest for gaseous silicate concrete and the lowest for foam silicate concrete. Foam-gaseous silicate concrete mass plasticity strength occupies an intermediate position (Fig 7). The porous silicate concrete mixtures highest temperature also depends on the porous silicate type. A gaseous silicate concrete mixture reaches 88 °C already in 30 min. Foam silicate concrete temperature increases more slowly and reaches 60 °C in 60 min. Foam-gaseous silicate concrete mixture temperature occupies an intermediate position and reaches 69 °C after 36 min (Fig 8).

The sample compression strength is the highest for foam silicate concrete and the lowest for gaseous silicate concrete. Foam-gaseous silicate concrete sample compression strength occupies an intermediate position and depends directly on pores produced by whipping sand slime with surface active materials and mixture mixing with Al powder, ratio (Fig 9).

This is predetermined by the different pore origin and pore structure formed during different degrees of mass warm-up. The latter was discussed in our earlier publications [8,13,15].

Antanas LAUKAITIS. Doctor (technical sciences). Director of Institute Termoizoliacija. Institute Termoizoliacija, Linkmenų 28, 2600 Vilnius, Lithuania.

A graduate of Kaunas Polytechnic Institute, 1967 (industrial engineer). Doctor, 1975. Author of 76 papers, 16 inventions and 4 patents. Research interests: thermal insulation and acoustical products made of porous concrete and their technology, heat insulating and acoustical materials.