

## USABILITY OF LITHUANIAN FUSIBLE CLAY FOR SINTERED CERAMICS

R. Žurauskienė MSc. , R. Mačiulaitis & F. Petrikaitis

To cite this article: R. Žurauskienė MSc. , R. Mačiulaitis & F. Petrikaitis (2001) USABILITY OF LITHUANIAN FUSIBLE CLAY FOR SINTERED CERAMICS, *Statyba*, 7:3, 191-196, DOI: [10.1080/13921525.2001.10531723](https://doi.org/10.1080/13921525.2001.10531723)

To link to this article: <https://doi.org/10.1080/13921525.2001.10531723>



Published online: 30 Jul 2012.



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



Article views: 76

---

## LIETUVOS TERITORIJOJE ESANČIŲ LENGVAI LYDŽIŲ MOLIŲ TINKAMUMAS STATYBINEI SUKEPUSIAJAI KERAMIKAI

R. Žurauskienė, R. Mačiulaitis, *Vilniaus Gedimino technikos universitetas,*

F. Petrikaitis, *Termoizoliacijos institutas*

### 1. Įvadas

Šiuo metu Lietuvoje gaminami keraminiai fasadiniai gaminiai yra higroskopiški ir neatsparūs drėgnoms žiemoms, vyraujančioms mūsų šalies teritorijoje. Dalis keraminių fasadinių plytų, net ir atitinkančių atsparumo šalčiui reikalavimus, pradeda irti pastatų eksploatavimo pradžioje [1].

Prailginti pastatų išorės apdailos ilgaamžiškumą galima naudojant sukepusiąją statybinę keramiką, kuri įgeria iki 5% vandens (LST 1458) ir pagal eksploatacinį atsparumą šalčiui atitinka A.2. arba A.3. ilgaamžiškumo kategorijas (LST1428.19:1998).

Lietuvoje esantis molis yra lengvai lydus, o jo sukepimo intervalas gana siauras ( $\leq 60^{\circ}\text{C}$ ). Jis naudojamas paprastų ir keraminių apdailos plytų, blokų, čerpių gamybai. Sukepusiosios keramikos ir klinkerinės plytos Lietuvoje negaminamos [2].

Literatūros duomenimis [3], iš vietinių lengvai besilydančių molių su priedais galima gaminti statybinės sukepusiosios keramikos gaminius, tinkančius pastatų išorės apdailai. Šių keraminių gaminių vandens įmirkis ne didesnis kaip 5%, jų šukė yra tanki, stipri ir atspari šalčiui. Molio sukepimo intervalas gali būti praplėstas naudojant kelių molio telkinių žaliavas, kurių skirtinga granulimetrinė ir mineraloginė sudėtis, arba naudojant priedus [3].

Buvo išnagrinėtos visų Lietuvos didesnių radaviečių molio sudėtys, siekiant pasirinkti tinkamiausią žaliavą sukepusiosios keramikos gamybai. Naudota Vinklerio trifazė diagrama [4] ir Avgustiniko molių grupavimas pagal jų cheminę sudėtį [5].

Pagal šias diagramas Lietuvos moliai yra tinkami tik statybinėms plytom, čerpėms ir plonasieniams dirbiniams gaminti. Be cheminės ir granulimetrinės sudėties koregavimo nė vienas molis netinka klinkerinių plytų gamybai.

Darbo tikslas – gauti statybinę sukepusiąją keramiką naudojant vietines žaliavas bei nebrangius atsiųžtinius priedus, nustatyti, kokią įtaką sunkiai lydžių molių priedas turi sukepusiosios keramikos šukės fizikinėms bei mechaninėms savybėms, jos atsparumui šalčiui. Taip pat iširti, ar tikslinga į formavimo masę dėti lauko špato ir perlito priedų, kurie yra naudojami sukepusiosios keramikos plonasieniams dirbiniams – apdailos plytelėms gaminti.

### 2. Tyrimų metodikos ir žaliavos

Bandinių tankis, stipris lenkiant ir gniuždant buvo nustatomi pagal LST 1272-92.

Bandinių vandens įmirkis vakuumuojant nustatytas pagal specialią metodiką [1]. Remiantis jų įmirkio (po 72 h, po 72 h + 5 h juos pavirinus, po vakuavimo) rezultatais, apskaičiuoti: įsotinimo koeficientas, įsotinimo koeficientas vakuumuojant ir rezervinių porų kiekis [1].

Keraminių bandinių stiprio prognozavimas neardomuoju ultragarso impulso greičio nustatymo metodu remiasi ultragarso išilginių bangų impulso sklidimo greičio bandinyje nustatymo metodika. Naudotas impulso greičio nustatymo prietaisas UK-14 P (Rusija) (LST 1428.10:1996).

Tiriant bandinių atsparumą šalčiui tūriniu šaldymo būdu, jie laikyti šaldymo kameroje su priverstine ventiliacija ir automatiškai reguliuojant temperatūrą (LST 1272-92). Tiriant bandinių atsparumą šalčiui vienus šaldymo ir atitirpinimo būdu jie laikyti šaldymo-lietinio įrenginyje (ChDU) (LST 1272-92).

Rentgenofazinių tyrimų metodu atlikta išdegtų bandinių fazinė analizė. Naudotas difraktometras DRON-2 (Rusija) su Cu antikatodu ir Ni filtru, kai  $U = 30 \text{ kV}$ ,  $I_a = 8 \text{ mA}$  ir bandinio sukimo greitis  $1^{\circ}\text{min}^{-1}$ . Rentgenogramos užregistruotos popieriuje savirašiu ir iššifruotos, palyginti su duomenimis PDC kartotekoje bei mokslinėje literatūroje [6].

1 lentelė. Molio ir kitų žaliavų cheminė sudėtis

Table 1. Chemical compositions of the clay and other materials

Žaliava	Cheminė sudėtis, %										
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	K*
Ukmergės molis	66,33	15,8	6,42	1,8	2,72	1,63	–	–	–	–	6,85
Rokų molis	47,22	18,33	7,1	7,14	3,84	0,14	–	–	–	–	12,08
Nikiforovo molis	56,02	23,43	9,17	0,75	0,74	–	–	–	–	0,93	8,9
Vesiolovo molis	53,23	31,32	1,49	1,03	1,42	1,21	0,55	–	–	–	10,37
Lauko špatas	69,78	18,42	0,13	0,64	0,19	0,19	9,7	0,32	0,29	–	0,34
Perlitas	72,98	12,92	2,25	0,88	–	2,56	2	–	–	–	5,2

\* Kaitmenys 1000 °C temperatūroje

Bandinių linijinių matmenų kitimas degimo metu buvo nustatomas dilatometru DKV (Rusija), temperatūrų intervalu nuo 20 °C iki 1100 °C. Temperatūros kėlimo greitis 4 °C min<sup>-1</sup>. Dujų terpė kaitinimo krosnelėje – oras. Tyrimams naudotas korundinis vamzdelis. Maksimalioje temperatūroje bandiniai išlaikyti iki 1 h. Ilgio pokytis nustatytas indikatoriumi, kurio padalos vertė 0,001 mm. Cilindrinės formos bandiniai iš modelių formavimo mišinių buvo presuojami išspaudimo būdu (preso galvutės skersmuo 10 mm). Išdžiovinti bandiniai išdegti dilatometre.

Tyrimams buvo atrinkti Ukmergės ir Rokų radaviečių moliai. Panaudoti ir sunkiai lydūs moliai iš Vesiolovo ir Nikiforovo radaviečių Ukrainoje. Į formavimo masę įmaišyti flusuojantys priedai, žeminantys keraminės šukės susidarymo temperatūrą ir didinantys lydalo kiekį, tokie kaip lauko špatas ir perlitas (Ukraina). Visų šių žaliavų cheminė sudėtis pateikta 1 lentelėje. Molių granulimetrinė sudėtis pateikta 2 lentelėje.

Darbe naudoti liesikliai – išdegtų bandinių skaldelė ir „Centrolito“ liejykloje naudota formavimo žemė, kurią sudaro nuo 5,5% iki 6% tirpaus stiklo sujungtas kvarcinis smėlis. Jo granulimetrinė sudėtis pateikta 3 lentelėje.

Smėlio stambumo modulis 1,3, o molio ir dulkių dalelių kiekis 5,6%.

Ruošiant formavimo mišinius, visi komponentai prieš dozavimą buvo išdžiovinti nuo 100 °C iki 110 °C temperatūroje, sumalti ir išsijoti per 1 mm sietą. Išdegtų bandinių skaldelė sijota per 2,5 mm sietą.

Fizikinėms bei mechaninėms savybėms ir atsparumui šalčiui nustatyti plastiniu formavimo būdu buvo su-

2 lentelė. Svarbiausių molių granulimetrinė sudėtis

Table 2. Grading of the main clays

Frakcijų dydis, mm	Dalelių kiekis, %	
	Ukmergės molis	Rokų molis
Smėlio dalelių >0,05	13,26–35,66	0,09–0,77
Dulkių dalelių 0,05–0,005	22,71–33,49	9,26–21,39
Molio dalelių <0,005	33,68–58,28	72,11–96,04

3 lentelė. Smėlio granulimetrinė sudėtis

Table 3. Grading of the sand

Sieto Nr.	Likutis, %	
	dalinis likutis	visas likutis
2,5	0,02	0,02
1,25	0,298	0,318
0,63	3,53	3,85
0,5	3,52	7,37
0,315	32,36	39,73
0,14	39,96	79,69
< 0,14	20,3	100

formuoti bandiniai iš 4 lentelėje pateiktų formavimo mišinių.

Paruošti bandiniai pirmiausia natūraliai išdžiovinti laboratorijoje, vėliau tris paras džiovinti elektrinėje džiovynkloje, palaikant nuo 100 °C iki 110 °C temperatūrą. Išdžiovinti bandiniai išdegti elektrinėje mufelinėje krosnyje su automatiniu temperatūros reguliatoriumi TY-204 (Rusija) (1 °C tikslumu). Aukščiausia bandinių degimo temperatūra 1070 °C, ji atitinka vidutinę vietinių molių sukepimo temperatūrą. Degimo trukmė 40 h, aukščiausioje degimo temperatūroje išlaikyta 7 h.

4 lentelė. Formavimo mišinių sudėtys

Table 4. Composition of forming mixtures

Eil. Nr.	Formavimo mišinių sudėtys; medžiagų kiekiai, % (masės)
1	R* 37, N* 15, V* 15, L* 4, P* 4, C* 17, S* 8
2	R* 43, N* 15, V* 15, C* 17, S* 10
3	R* 39, N* 15, V* 15, P* 4, C* 17, S* 10
4	R* 39, N* 15, V* 15, L* 4, C* 17, S* 10
5	R* 55, N* 20, C* 17, S* 8
6	R* 55, V* 20, C* 17, S* 8
7	R* 44, N* 15, V* 15, L* 8, P* 8, S* 10
8	R* 20, U* 80
9	R* 40, U* 60
10	U* 70, N* 30
11	R* 32, U* 40, N* 20

\* R – Rokų molis, U – Ukmergės molis, N – Nikiforovo molis, V – Vesiolovo molis, L – lauko špatas, P – perlitas, C – „Centrolito“ smėlis, S – išdegtų bandinių skaldelė.

3. Darbo rezultatai ir jų aptarimas

Skirtingos sudėties bandinių fizikinių bei mechaninių savybių ir atsparumo šalčiui rodikliai pateikti 5 lentelėje. Tarp šių rodiklių yra koreliacinis ryšys: mažėjant keraminės šukės vandens įmirkiui, didėja jos tankis, degamasis susitraukimas, rezervinių porų skaičius, stipris gniuždant, ultragarso impulso sklidimo greitis.

Iš šiame darbe nagrinėjamų formavimo mišinių labiausiai sukepusi keraminė šukė gaunama, kai bandinių sudėtis Nr. 8 ir Nr. 10 (4 lent.). Šių bandinių vandens

įmirkis po 72 h svyruoja apie 2% (5 lent.). Per pirmąsias 7 mirkymo valandas jie įgėrė tik apie 1% vandens, todėl remiantis [7] galima prognozuoti, kad jų atsparumas šalčiui bus didelis.

Bandinių Nr. 7–11 tankis yra didesnis kaip 2000 kg/m<sup>3</sup>, jų bendrasis susitraukimas nuo 10,14% iki 11,04%. Bandinių Nr. 1–6 tankis nesiekia 2000 kg/m<sup>3</sup>, jų ir susitraukimas mažesnis.

Šaldant bandinius vienpusio šaldymo ir atšildymo būdu, bandiniuose Nr. 2, 3, 7–11 po 75 šaldymo ir atitirpinimo ciklų suirimo žymių neaptikta. Todėl tokie keraminiai bandiniai jau atitinka A.2. ilgaamžiškumo kategoriją (LST 1428.19:1998).

Bandiniai Nr. 8–11, šaldomi tūriniu šaldymo ir atšildymo būdu (5 lent.), po 180 ciklų (Nr. 9 – 260 ciklų) nesuiro ir buvo šaldomi toliau. Be to, kaip matyti iš 5 lentelės duomenų, šie bandiniai turi didžiausią rezervinių porų skaičių (nuo 55% iki 73%), jų įmirkis po 72 h yra mažesnis nei 5%, stipris gniuždant 17–28 MPa. Lengvai užsipildančios šaltu vandeniu poros apibūdina keraminės medžiagos efektyvųjį poringumą, kuris apskaičiuojamas pagal vandens įmirkį po 72 h [7]. Tiksliau bendrasis atvirasis poringumas išreiškiamas vandens įgėrimu vakuume, t. y. kai oras iš porų ir kapiliarų pašalinamas gana intensyviai. Rezervinių porų skaičius priklauso nuo bandinių įmirkio po 72 h ir jų įmirkio po vakuumavimo.

Nors keraminių bandinių stiprio prognozavimas ultragarso impulso greičio nustatymo metodu nėra labai

5 lentelė. Laboratorinių bandinių fizikinės bei mechaninės savybės

Table 5. Physical-mechanical properties of laboratory samples

Eil. Nr.	Džiūstamasis susitraukimas, %	Bendrasis susitraukimas, %	Tankis, kg/m <sup>3</sup>	Įmirkis po 72 h, %	Įsotinimo koeficientas K <sub>f</sub>	Įmirkis po vakuumavimo, %	Įsotinimo koeficientas po vakuumavimo K <sub>f vak</sub>	Rezervinių porų skaičius, %	Stipris gniuždant, MPa	Stipris lenkiant, MPa	Ultragarso impulso greitis, m/s	Atsparumas šalčiui, ciklais
1	5,63	9,63	1907	9,39	0,72	13,95	0,72	32,6	18,11	7,72	2638	92
2	5,78	10,54	1905	8,57	0,71	13,06	0,68	34,4	19,44	8,07	2805	130
3	5,12	9,22	1922	9,22	0,74	12,98	0,71	29,0	17,37	8,23	3034	194
4	4,99	8,73	1916	9,01	0,70	13,08	0,69	31,1	14,95	7,23	2965	170
5	5,54	8,54	1913	9,79	0,77	13,58	0,75	27,9	16,6	7,91	2991	76
6	5,24	9,94	1931	7,97	0,68	11,84	0,67	32,7	14,18	8,66	3201	89
7	5,20	10,90	2009	5,93	0,68	9,41	0,62	37,6	17,91	13,63	3740	126
8	6,18	10,78	2175	2,16	0,87	6,89	0,31	68,7	28,03	11,84	3911	180*
9	6,10	11,04	2085	1,97	0,83	7,40	0,27	73,4	27,63	13,99	4075	260*
10	5,50	10,68	2247	2,27	0,82	5,94	0,38	61,6	27,75	13,40	4116	180*
11	5,90	10,14	2115	3,24	0,73	7,25	0,44	55,7	17,32	12,28	3902	180*

\* Šie bandiniai nesuire, jie buvo šaldomi toliau.

tikslus dėl keraminių bandinių stiprumo rodiklių lokalių svyravimų, tačiau, kaip matyti iš 5 lentelės duomenų, bandinių, kurių Nr. 8–11, ultragarso impulso sklaidimo greitis kaip ir stipris gniuždant yra didesni nei kitų bandinių.

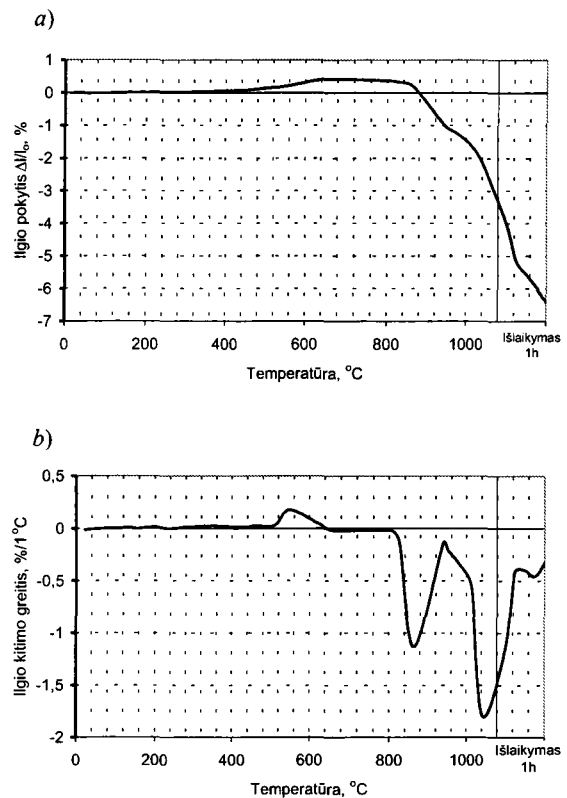
Sukepimo intervalui praplėsti į lengvai lydžius molius dedama nuo 10% iki 30% sunkiai lydžių molių [8], tačiau tokio molio naudojimas (Nr. 10, 5 lent.) neturi labai didelės įtakos sukepusiosios statybinės keramikos savybėms. Panašūs rezultatai gaunami į Ukmergės molį įmaišius kitokios granulometrinės sudėties Rokų molio.

Bandinių Nr. 5, 6 ir Nr. 10 fizikinių bei mechaninių charakteristikų reikšmės labai skiriasi. Pirmieji bandiniai (4 lent.) buvo pagaminti iš formavimo masės, kurios sudėtyje yra 55% Rokų molio ir 20% sunkiai lydaus molio, o bandinio Nr. 10 formavimo mišinyje – 70% Ukmergės molio ir 30% sunkiai lydaus molio. Ukmergės molis pagal anksčiau nagrinėtas diagramas labiau tinka sukepusiosios keramikos gamybai. Šio bandinio savybės atitinka reikalavimus, keliamus sukepusiajai keraminei šukei.

Fliusuojantys priedai, dedami į formavimo masę, nepagerino keraminės šukės fizikinių bei mechaninių savybių. Didžiausias šių priedų kiekis pridėtas į formavimo masę Nr. 7 – 16% (1:1 lauko špatų:perlito) (1 pav.). Pagal literatūrą [8] fliusuojančių priedų kiekis turėtų būti nuo 20% iki 30% (naudojant po vieną arba kompleksškai santykiu 1:2; 1:1 arba 2:1), tačiau tai labai pabrangintų gaminamas plytas.

Visų laboratorinių bandinių dilatometrinės kreivės būdingos karbonatiniams moliams. 1 paveiksle pateiktos formavimo mišinio Nr. 8 dilatometrinė ir diferencinė kreivės. Kaitinant bandinėlį pastebimas jo išsiplėtimas iki 0,4% (1 a pav.). Vyrauja du pagrindiniai susitraukimo etapai. Kaitinant bandinį iki 1080 °C temperatūros jis susitraukė 3,5%, o bendras susitraukimas 1 h išlaikius 1080 °C temperatūroje siekė 6,5%. Iš diferencinės kreivės (1 b pav.) matyti, kad didžiausią reikšmę bandinio išsiplėtimo greitis pasiekia 540 °C temperatūroje. 820 °C temperatūroje prasideda susitraukimo procesas, kuris absoliutų minimumą pasiekia esant 860 °C. Antrojo susitraukimo etapo pradžia 940 °C, o minimali reikšmė pasiekta esant 1040 °C.

Bandinio terminio išsiplėtimo intensyvumo padidėjimas 550 °C temperatūroje priklauso nuo molio, mine-



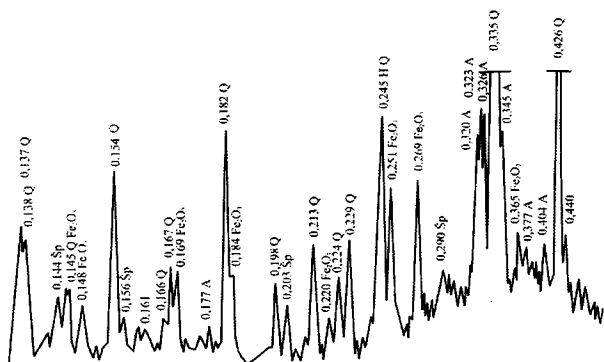
1 pav. Bandinio Nr. 8 dilatometrinė – a ir diferencinė – b kreivės

Fig 1. Dilatometric a and differential b curves of samples No 8

ralinėje struktūroje esančio OH, išsidėsčiusio tarp Si tetraedro sluoksnių, kuris šioje temperatūroje išsiskiria vandens pavidalu, padidina slėgį ir virsdamas metakolinu padidina atstumą tarp tetraedro sluoksnių [9]. Intensyviausiai bandinio susitraukimas vyksta nuo 860 °C iki 940 °C ir nuo 1000 °C iki 1070 °C temperatūrose, aktyvusis CaO reaguoja su dehidratuotais moliais ir vyksta naujų kristalų kristalizacija. Visuose formavimo mišiniuose susitraukimo pradžios temperatūra yra 800 °C. Tokie procesai greičiausiai yra susiję su karbonatų skilimu, jie būdingi visiems karbonatiniams moliams [10].

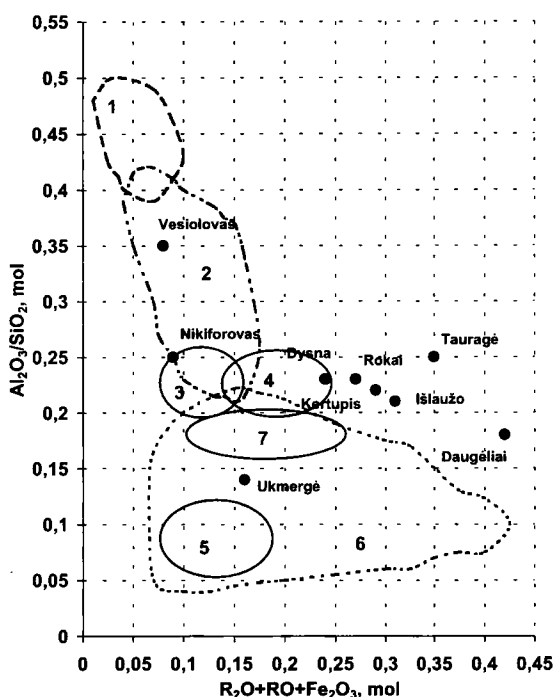
Iš bandinio Nr. 8 rentgenografinės analizės (2 pav. A – anortitas, Q – kvarcas, Šp – špinelis) matyti, kad jame po išdegimo susidaro anortitas, intensyviausios smailės yra: 0,404; 0,377; 0,345; 0,326; 0,323; 0,320; 0,177 (hm).

Išdegus gryną Ukmergės molį 1000 °C temperatūroje [11] (išlaikyta 1 h) rentgenogramoje yra trys anortito smailės: 0,322, 0,373, 0,404 (ηm). 0,322 hm smailė yra mažesnio intensyvumo.



2 pav. Keraminės šukės Nr. 8 rentgenograma (nm)

Fig 2. XRD pattern (nm) of ceramic splinter No 8



3 pav. Molių grupavimas pagal jų funkcinę cheminę sudėtį: 1 – ugniai atspariems gaminiams; 2 – grindų plytelėms, kanalizacijos vamzdžiams; 3 – žiedimo molis; 4 – čerpių molis; 5 – klinkerinis molis; 6 – plytų molis; 7 – išskirtoji bandymų metu sukepusiosios keramikos sritis

Fig 3. Grouping of the clay by functional chemical composition: 1 – refractory products; 2 – ceramic floor tiles, sewerage pipes; 3 – potters craft; 4 – roof tiles; 5 – clinker bricks; 6 – ceramic bricks; 7 – in experiments separated sintered ceramics

Šiuo metu Lietuvoje naudojamų molio telkinių tinkamumas tam tikrų gaminių gamybai parodytas 3 paveiksle. 1–6 sritis pateikta pagal Avgustiniko diagramą [5], 7-oji sritis išskirta remiantis atliktais tyrimais. Naudojant molio mišinius, pagal granulimetrinę sudėtį įeinančius į šią sritį, gauta sukepusioji statybinė kerami-

ka, kurios įmirkis iki 5%, tankis didesnis kaip  $2000 \text{ kg/m}^3$ , stipris gniuždant apie 27 MPa. Tačiau iš šios srities mišinių pagaminti sukepusiosios keramikos bandiniai neatitinka klinkerinėms plytomis keliamų stiprio gniuždant reikalavimų.

#### 4. Išvados

1. Iš vietinių lengvai lydžių molių su priedais galima gauti efektyvią statybinę sukepusiąją keramiką, tinkančią pastatų išorės apdailai.

2. Iš visų bandinių, kurių formavimo mišinio sudėtys pateiktos 4 lentelėje, reikalavimus, keliamus sukepusiajai keraminei šukei labiausiai atitinka Nr. 8 mišinys. Šie bandiniai suformuoti iš Ukmergės ir Rokų radviečių molių mišinio santykiu 4:1. Jų vandens įmirkis gerokai mažesnis nei 5%, vidutinis tankis apie  $2200 \text{ kg/m}^3$ , stipris gniuždant 28 MPa, stipris lenkiant 11,8 MPa, atsparumas šalčiui vienpusio šaldymo metodu daugiau nei 75 ciklai.

3. Ukmergės molį maišant su sunkiai lydžiu Nikiforovo moliu (Ukmergės – 70%, Nikiforovo – 30%) gaunami keraminės šukės fizikinių bei mechaninių savybių rodikliai, atitinkantys sukepusiajai keraminei šukei keliamus reikalavimus. Tokių bandinių ilgaamžiškumas yra A.2. kategorijos (LST 1428.19:1998).

4. Flisuojančių priedų kiekis (nuo 8% iki 16%) yra nepakankamas tam, kad gautume sukepusiąją, šalčiui atsparią keraminę šukę.

#### Literatūra

1. R. Mačiulaitis. Fasadinės keramikos atsparumas šalčiui ir ilgaamžiškumas. Vilnius: Technika, 1996. 132 p.
2. A. Kaminskas. Statybinės medžiagos. Vilnius: VPU leidykla, 2000. 171 p.
3. Г. П. Седмале, У. Я. Седмалис. Спекшиесея керамические материалы из гидрослюдистых глин // Стекло и керамика, № 1, 2000, с. 25–27.
4. Trajan Ispas. Romania. The situation of the ceramic brick and roofing tile industry // Ziegelindustry International, No 9, 1995, p. 604–613.
5. А. И. Августиник. Керамика. Л.: Стройиздат, 1973. 532 с.
6. Hanawalt Search Manual. Inorganic Phases. Sets 1–48. Pennsylvania: JCPDS, 1998. 600 p.
7. Р. Мачюлайтис. Морозостойкость и долговечность изделий фасадной керамики. Вильнюс: Техника, 1997. 307 с.
8. И. А. Левицкий, С. А. Гайлевич, Е. М. Дятлова. Плитки для полов на основе полиминеральных глин

республики Беларусь // Стекло и керамика, № 11, 1995, с. 15–19.

9. I. Horvath, J. G. Fedorenko, J. G. Kukovskij. Vysokoteplozna dehydratacia kaolinitov // Silikaty, č. 4, 1986, s. 311–318.
10. М. К. Кулбеков, Ш. И. Хамраев. Расчет термомеханических процессов при обжиге керамических материалов // Стекло и керамика, № 11, 1995, с. 26–27.
11. A. Sveikauskaitė. Kvarteriniuose ir devoniniuose aliumosilikatuose vykstančių reakcijų intensyvavimo tyrimas: Daktaro disertacija. Vilnius, 1997. 117 p.

Iteikta 2001 02 15

## USABILITY OF LITHUANIAN FUSIBLE CLAY FOR SINTERED CERAMICS

R. Žurauskienė, R. Mačiulaitis, F. Petrikaitis

### Summary

Facade articles of ceramics being produced recently in Lithuania are hygroscopic and are not resistant to humid winters predominant in territory of our country. It is possible to prolong longevity of the exterior finishing of buildings by using sintered building ceramic which absorbs up to 5% moisture (LST 1458) and according to service frost resistance conforms to A.2. and A.3. categories of durability (LST 1428.19:1998).

The clay available in Lithuania is fusible, sintering interval of the clay is quite narrow ( $\leq 60^\circ\text{C}$ ). It is used for production of common and finishing bricks, blocks, roof tiles. Bricks of sintered ceramic and clinker are not produced in Lithuania.

The aim of the work was to obtain sintered ceramics by using local raw materials together with not expensive imported additives.

For the research clay of Ukmergė deposits was selected according to three-phase diagram of Vinkler [4] and Avgustinik's classification [5] of chemical functional composition (Fig 3) and clay from Rokai deposit having different granulometric composition.

High-melting clays from Vesiolov's and Nikiforov's deposits in Ukraine were used in the work (Table 1). Feldspar and pearlite from Ukraine (Table 1) as flux additives were added into forming mass to achieve lower ceramic body formation temperature and to increase amount of melt mass.

Non-plastic materials used in the work are: crushed brick and waste moulding sand from "Centrolitas" foundry, which includes 5,5–6% of quartz sand binded by liquid glass. Grading of the sand is presented in Table 3.

Forming mixtures, composition of which is given in Table 4, were prepared.

Maximum temperature for batching of samples is  $1070^\circ\text{C}$ , the temperature corresponds with average sintering temperature of local clays; burning time is 40 hours with exposure of 7 hours to maximum backing temperature.

The most sintered ceramic body was obtained in sam-

ples No 8–11 out of all moulding mixtures used in the work (Table 5). The samples had water absorption content of 2–3%.

At frost resistance test (by one side freezing) samples No 2, 3, 7–11 was without any signs of break-up after 75 cycles. These samples correspond to category A.2. of longevity (according to LST 1428.19:1998).

The samples No 8–11 are being tested by volume freezing thawing achieved 180 cycles without any break-up (No 9–260 cycles) and they are still under the test. The samples has the highest amount of reserved pores (55–73%), compression strength is 17–28 MPa, bending strength is 12–14 MPa.

Physical-mechanical properties of specimens No 5, 6 and No 10 differs significantly. First specimens were produced out of forming mass, the composition of which consisted of 55% Rokai clay and 20% of high-melting clay, and forming mass composition of specimen No 10 consisted of 70% of Ukmergė clay and 30% of high-melting clay. Clay from Ukmergė is more suitable for production of sintered ceramics according to the diagrams examined above. Properties of this specimen conforms to requirements applied for sintered ceramic shiver.

Addition of flux additives into forming mass did not improve physical-mechanical properties of ceramic shiver. The highest amount (16%) of the additive was added into forming mass No 7. Flux additives should comprise up to 20–30% of forming mass [8], but in this case price of such bricks would be increased significantly.

The main conclusion:

1. It is possible to obtain sintered building ceramics out of low-melting clays with additives suitable for exterior finishing of buildings.

.....  
**Ramunė ŽURAUSKIENĖ.** MSc. Doctoral student (since 1996), Vilnius Gediminas Technical University (VGTU), Saulėtekio al. 11, LT-2040 Vilnius, Lithuania. E-mail: kamiles@takas.lt

MSc (civil engineering, VTU, 1996). First degree in Civil Engineering (VTU, 1994). Research interests: materials science, technology of building ceramics from local raw materials, sintered ceramics.

.....  
**Romualdas MAČIULAITIS.** Doctor Habil, Professor. Head of Department of Building Materials. Vilnius Gediminas Technical University (VGTU), Saulėtekio al. 11, LT-2040 Vilnius, Lithuania. E-mail: romac@takas.lt

A graduate of Vilnius University (1972). Doctor (technical sciences, 1980). Doctor Habil (technical sciences, 1993). Professor (1999). Author of more than 120 publications. Research interests: durability, frost resistance and other properties of building materials and products, fire prevention.

.....  
**Fabijonas PETRIKAITIS.** Doctor, Senior Researcher. Institute "Termoizoliacija", Linkmenų g. 28, LT-2600 Vilnius, Lithuania. E-mail: termo@aiva.lt

A graduate of KTU (1967). Doctor (technical sciences 1999). Author of about 50 scientific publications. Research interests: durability and production technology of building ceramics.