

(19)



(10) **LT 2011 021 A**

(12) **PARAIŠKOS APRAŠYMAS**

- (21) Paraiškos numeris: **2011 021** (51) Int. Cl. (2011.01): **C04B 38/00**
C04B 22/00
- (22) Paraiškos padavimo data: **2011 03 23**
- (41) Paraiškos paskelbimo data: **2012 09 25**
- (62) Paraiškos, iš kurios dokumentas išskirtas, numeris: —
- (86) Tarptautinės paraiškos numeris: —
- (86) Tarptautinės paraiškos padavimo data: —
- (85) Nacionalinio PCT lygio procedūros pradžios data: —
- (30) Prioritetas: —
- (71) Pareiškėjas:
Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Saulėtekio al. 11, 10223 Vilnius, LT
- (72) Išradėjas:
Marija VAIČIENĖ, LT
Romualdas MAČIULAITIS, LT
Ramunė ŽURAUSKIENĖ, LT
Jurgita MALAIŠKIENĖ, LT
- (74) Patentinis patikėtinis/atstovas:
—

- (54) Pavadinimas:
Šalčiui atsparus padidinto stiprio keramzitbetonis
- (57) Referatas:

Išradimas priklauso statybinių medžiagų gamybos pramonei, konkrečiai, gali būti pritaikytas gaminti sieniniams keramzitbetonio dirbiniams, skirtiems išorės konstrukcijoms ir apdailai. Šie dirbiniai gali būti eksploatuojami agresyviomis aplinkos sąlygomis, kur vyrauja drėgnis, šalti, vėjuoti orai (pvz., pajūrio zonoje). Sienos iš šių dirbinių būtų pakankamai stiprios ir atsparios šalčiui. Keramzitbetonio mišinys, skirtas sieninių dirbinių gamybai buvo paruoštas iš tokių komponentų: portlandcemenčio, smėlio, keramzito, vandens ir KAT atliekos. Bandinių prognozuojamas eksploatacinis atsparumas šalčiui siekia 230 ciklą, gniuždymo stipris - 18,5 MPa, gautas tankis - iki 1400 kg/m³.

Šalčiui atsparus padidinto stiprio keramzitbetonis

Išradimas priklauso statybinių medžiagų gamybos pramonei, būtent – keramzitbetoniams, tiksliau, šalčiui atsparaus keramzitbetonio gamybai ir jo panaudojimui.

Tam, kad keramzitbetonis ir dirbiniai bei konstrukcijos iš jo galėtų būti naudojamos agresyvios aplinkos sąlygomis (pvz., pajūrio zonoje), kur vyrauja drėgni, šalti, vėjuoti orai, jie turi pasižymėti dideliu eksploataciniu atsparumu šalčiui ir gniuždymo stipriu.

Keramzitbetonio savybių tobulinimo tyrimus plačiausiai atlieka Kinijos ir Rusijos mokslininkai.

Mokslininkas Yuwen Lu patente CN101748841 paskelbė tokią keramzitbetonio sudėtį vienam kubiniam metrui mišinio: 150–170 kg keramzito, 830–860 kg atliekų, 130–160 kg cemento, 10–20 kg lakiųjų pelenų ir 120–130 kg vandens. Gauta keramzitbetonio tankis 1100 kg/m^3 , be to, toks keramzitbetonis pasižymi geromis garso izoliacinėmis ir gniuždymo stiprio savybėmis.

Patento CN101372413 autoriai pateikė tokią keramzitbetonio su atliekomis mišinio sudėtį: 15–30 % cemento, 5–10 % lakiųjų pelenų, 5–20 % vandens, 10–45 % putokšlio ir 10–60 % keramzito. Tokio keramzitbetonio privalumai yra mažas svoris, gera garso sugertis ir ekologiškumas.

Patente SU1689362 nurodyta keramzitbetonio sudėtis yra tokia: cementas 310 kg/m^3 , smėlis 280 kg/m^3 , keramzitas 10/20 frakcijos 350 kg/m^3 , keramzitas 5/10 frakcijos 160 kg/m^3 , keramzito smėlis 180 kg/m^3 , vanduo 240 l/m^3 ; vandens cemento santykis 0,77, aliuminio pudra 0,016–0,065 % nuo cemento masės bei natrio nitritas 0,040–0,19 % nuo cemento masės. Vidutinis tokių bandinių gniuždymo stipris yra 10,5 MPa, o tankis - 1223 kg/m^3 .

Patente RU2135435 pateikta keramzitbetonio mišinio sudėtis buvo tokia: cementas 65–85 kg/m^3 , keramzitas 20/40 frakcijos 400–500 kg/m^3 , vanduo 30–40 l/m^3 . Poringo keramzitbetonio bandinių gniuždymo stipris po 28 parų kietėjimo tik 1–2 MPa.

Patente RU2103240 nurodyta tokia keramzitbetonio sudėtis: portlandcementis 11,6–16,2 %, smulkus keramzitas 48,7–65,6 %, stambus keramzitas 31,0–33,1 %, vanduo sudaro likusiąją dalį. Šiame patente konstrukcinio keramzitbetonio vidutinis tankis yra 1475–1527 kg/m^3 , bandiniai priklauso B 7,5–B 12,5 stiprio klasei.

Patente RU1601095 mišinys susideda iš tokių komponentų: cementas 13,0–15,5 %, keramzito žvirgždas 48,0–52,5 %, kvarcinis smėlis 13,0–17,0 %, cukraus gamybos atlieka 4,0–8,5 %, vanduo – likusi dalis. Pateiktų sudėčių keramzitbetonio bandinių gniuždymo

stipris yra 12,3–14,8 MPa. Keramzito tankis - 600 kg/m^3 , kvarcinio smėlio tankis - 1350 kg/m^3 , smėlio stambumo modulis 2,2–2,3 bei cukraus gamybos atliekos tankis - 535 kg/m^3 . Bandinių vidutinis gniuždymo stipris - 11,42 MPa, tankis - 1098 kg/m^3 .

Patente SU1682353 nurodyta tokia lengvojo betono sudėtis: portlandcementis 20,1–22,0 %, keramzito smėlis 18,2–25,6 %, keramzito žvirgždas 30,1–47,9 %, pelenai 8,0–9,1 %, paviršių aktyvinančios medžiagos 1,8–2,2 %, sodos gamybos atliekos 3,2–5,4 %, vanduo – likusi dalis. Pagamintų bandinių vidutinis gniuždymo stipris po 28 parų kietėjimo - 8,0 MPa, vidutinis tankis - 1102 kg/m^3 .

Rusų mokslininkai patente SU1217835 aprašo, kad norėdami padidinti bandinių stiprį, vietoj smulkiojo užpildo panaudojo ferosilicio gamybos atlieką. Mišinio sudėtis: cementas 15–20 %, keramzito žvirgždas 60–62 %, ferosilicio gamybos atlieka 5–8 %, putos 1,5–2,5 %, vanduo – likusi dalis. Bandinių vidutinis gniuždymo stipris 12,2 MPa, tankis 1053 kg/m^3 .

Patente SU1668341 siūloma išnaudoti keramzitbetonio stiprio padidėjimą ir sumažinti cemento kiekį bei naudoti mažo stiprio keramzitą. Tokiu būdu sutaupyto cemento kiekis sudaro $80\text{--}100 \text{ kg/m}^3$. Keramzitbetonio sudėtis būtų tokia: cementas 300 kg/m^3 , keramzitas 640 kg/m^3 , smėlis 180 kg/m^3 , vanduo 200 l/m^3 . Bandinių gniuždymo stipris - 30 MPa, tankis - $1100\text{--}1200 \text{ kg/m}^3$.

Tačiau šiuose patentuose kaip svarbi medžiagos charakteristika nenagrinėjamas keramzitbetonio atsparumas šalčiui, be to, naudojant atliekas galima gaminti stipresnius (daugiau, kaip 15 MPa), turinčius nedidelį šilumos laidumo koeficientą sieninius keramzitbetonio dirbinius.

Panašios sudėties keramzitbetonis (prototipas), lyginant su mūsų siūlomu, yra pateiktas patente SU1339021. Šio išradimo tikslas sutampa su vienu iš mūsų darbo tikslų, t. y. padidinti keramzitbetonio stiprį sumažinus cemento kiekį. Prototipe pateiktos tokios bandinių savybės: tankis - 1200 kg/m^3 , gniuždymo stipris - 11 MPa. Mišinys susideda iš tokių komponentų:

- 1) cementas 300 kg/m^3 ,
- 2) keramzitas 360 kg/m^3 ,
- 3) smėlis 710 kg/m^3 ,
- 4) vanduo 240 l/m^3 .

Atsparaus šalčiui keramzitbetonio gavimo būdas yra aprašytas patente (analoge) RU2382015. Paskelbtame techniniame sprendime į betono mišinį įvedamas cheminis priedas: citrinos rūgšties gamybos atlieka ir potašas. Betono mišinyje naudotas begipsis portlandcementis, kvarcinis smėlis ir keramzito žvirgždas. Gauta mišinio išskirtinumas yra

aukštos eksploatacinės ir funkcinės betono savybės. Jame nurodyta formavimo mišinio sudėtis yra tokia:

- 1) begipsis portlandcementis 380 kg/m^3 ,
- 2) smulkios frakcijos keramzitas 250 kg/m^3 ,
- 3) stambios frakcijos keramzitas 150 kg/m^3 ,
- 4) smėlis 300 kg/m^3 ,
- 5) citrinos rūgšties gamybos atlieka $2\text{--}4 \text{ kg/m}^3$,
- 6) potašas $24\text{--}36 \text{ kg/m}^3$,
- 7) vanduo 220 l/m^3 .

Išradimo tikslas – gauti didesnio stiprio ir eksploatacinio atsparumo šalčiui efektyvius sieninius keramzitbetonio gaminius.

Šis tikslas buvo pasiektas parinkus tokią keramzitbetonio formavimo masės sudėtį (kg/m^3):

- 1) portlandcementis CEM II/A-L 42,5 N – 334–418;
- 2) keramzitas 2/4 frakcijos – 396;
- 3) smėlis 0/4 frakcijos – 823;
- 4) katalizatoriaus atlieka – 42 – 84;
- 5) vanduo – 216;
- 6) V/C – 0,52–0,65.

Cheminė ir mineraloginė naudoto portlandcemenčio sudėtis pateikta 1 lentelėje.

1 lentelė. Cheminė ir mineraloginė portlandcemenčio sudėtis

CEM II	
Nustatytas parametras	Kiekis, %
SiO ₂	20,61
Al ₂ O ₃	5,45
Fe ₂ O ₃	3,36
CaO	63,42
MgO	3,84
SO ₃	0,80
Kiti	2,18
Netirpios dalelės	0,341
C ₃ S	57,26
C ₂ S	15,41
C ₃ A	8,68
C ₄ AF	10,15
Kiti	8,5

Katalizatoriaus (KAT) atliekos cheminė sudėtis pateikta 2 lentelėje. KAT atliekoje vyrauja silicio ir aliuminio oksidai, o titano, lantano, geležies ir fosforo oksidų yra mažiau. Taip pat jame yra šių medžiagų pėdsakų – CaO, MgO, K₂O ir Na₂O.

2 lentelė. Naudoto katalizatoriaus cheminė sudėtis

Cheminė sudėtis, %					
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅	La ₂ O ₃
55,15	40,94	0,90	1,48	0,11	1,41

Smėlio granulimetrinė sudėtis pateikta 3 lentelėje.

3 lentelė. Smėlio granulimetrinė sudėtis

Smėlio frakcija	Dalinė liekana, %
2/4	30,20
0,5/1	46,73
0,125/0,25	20,16
< 0,063	1,03

Pagrindinis formavimo masės priedas, suteikiantis norimą efektą, yra katalizatoriaus atlieka. Buvo nustatyta, kad ši atlieka yra aktyvusis priedas.

Ruošiant mišinį, jo komponentai buvo dozuojami pagal masę. Betono mišiniai buvo maišomi rankiniu būdu. Maišymo pradžioje, atlieka buvo sumaišoma su cementu, po to sausai išmaišomos visos medžiagos. Išmaišytos sausos medžiagos drėkinamos 2/3 vandens, po pirminio sumaišymo supilamas likęs vandens kiekis. Nustatytas betono mišinio slankumas priklauso S1 klasei pagal LST EN 206-1. Iš gauto keramzitbetonio mišinio buvo formuojami bandiniai, kurių matmenys 10×10×10 cm. Bandiniai buvo tankinami vibruojant ant laboratorinės vibroaikštelės 30 s. Bandiniai buvo pagaminti ir sukietinti pagal LST EN 12390-2:2009 standartą.

Šios sudėties keramzitbetonis tiktų sieninių dirbinių gamybai, kurie galėtų būti naudojami pastatų fasadams, eksploatuojamiems agresyviomis sąlygomis (pvz., pajūrio zonoje).

Mišinių sudėtys ir pagrindiniai išradimo esmę apibūdinantys požymiai bei privalumai pateikti 4 lentelėje.

4 lentelė. Mišinių sudėtys ir bandinių fizikinės-mechaninės savybės

Žymuo	Sudėtis					Tankis, kg/m ³	Gniuždy mo stipris, M Pa	Atsparum as šalčiui, ciklais (suirimo pabaiga)
	Cementas kg/m ³	Smėlis, kg/m ³	Keramzitas, kg/m ³	Vanduo, l/m ³	KAT atlieka, kg/m ³			
Mūsų atvejis	334–376	823	396	216	42–84	1300– 1400	16,5–18,5	230
SU 1339021	300	710	360	240	–	1200	11,0	–
RU 2382015	380	300	400	220	–	–	–	> 100

Pastaba. Keramzitbetonio bandinių eksploatacinio atsparumo šalčiui prognozė pagal pagrindinius ir išvestinius struktūros rodiklius mūsų atveju nustatyta pagal literatūroje aprašytą metodiką (Mačiulaitis 1996; Mačiulaitis *et al.* 2008). Ši prognozavimo metodika yra kalibruota pagal LST1413.12:1998 (Statybinis skiedinys. Bandymo metodai. Tinko ir kitokios apdailos atsparumo šalčiui nustatymas vienpusio šaldymo būdu).

IŠRADIMO APIBRĖŽTIS

1. Atsparus šalčiui padidinto stiprio keramzitbetonis, **besiskiriantis** tuo, kad mišiniui buvo naudota: $334\text{--}418\text{ kg/m}^3$ cemento, 823 kg/m^3 smėlio, 396 kg/m^3 keramzito, 216 l/m^3 vandens.
2. Atsparus šalčiui padidinto stiprio keramzitbetonis pagal 1 punktą **besiskiriantis** tuo, kad mišinio sudėtyje dalis ($42\text{--}84\text{ kg/m}^3$) cemento buvo pakeista KAT (atlieka iš katalizinio krekingo reaktoriaus).