

# REINFORCEMENT INFLUENCE ON NON-AUTOCLAVE FOAM CEMENT CONCRETE STRENGTH CHARACTERISTICS

M. Sinica , A. Dudik , A. Laukaitis & G. Sezeman

To cite this article: M. Sinica , A. Dudik , A. Laukaitis & G. Sezeman (2000) REINFORCEMENT INFLUENCE ON NON-AUTOCLAVE FOAM CEMENT CONCRETE STRENGTH CHARACTERISTICS, Statyba, 6:3, 169-174, DOI: [10.1080/13921525.2000.10531583](https://doi.org/10.1080/13921525.2000.10531583)

To link to this article: <https://doi.org/10.1080/13921525.2000.10531583>



Published online: 26 Jul 2012.



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



Article views: 73

---

## ARMAVIMO ĮTAKA PUTŲ CEMENTBETONIO STIPRUMO CHARAKTERISTIKOMS

M. Sinica, A. Dudik, A. Laukaitis, G. Sezeman

Termoizoliacijos institutas

## 1. Įvadas

Gaminių fizikines, mechanines savybes geriausiai nusako medžiagos tankis bei makrostruktūra [1]. Aki-vaizdu, kad kuo tankis didesnis, tuo gaminių stiprumo charakteristikos yra geresnės. Tačiau kartais reikia medžiagų, turinčių tam tikrų savybių, pvz., didesnę stiprį lenkiant, smūginį stiprį. Siekiant pagerinti šias savybes, medžiagos yra armuojamos. Tam yra naudojami įvairūs pluoštiniai priedai. Betono tūriniam armavimui naudojami mineraliniai ir organiniai pluoštai [2], metaliniai segmentai [3], metalinis tinklas [4, 5]. Gipso gaminiai, be tūrinio armavimo, iš paviršiaus yra armuojami iš abiejų pusių lakštinėmis medžiagomis – kartonu [6]. Tūrinis armavimas pluoštiniais priedais labiausiai paplitęs gaminant mažo tankio iki  $300 \text{ kg/m}^3$  termoizoliacinius gaminius [7] arba plonasienius apdailos elementus. Tai firmų „Cetris“, „Bison“, „Eternit“ lakštai. Jiems armuoti naudojamas celiuliozės pluoštas. Tūrinis armavimas buvo nagrinėtas  $400\text{--}450 \text{ kg/m}^3$  tankio autoklaviniame akytajam betonui, naudojant anglies pluoštą [8] ir  $700 \text{ kg/m}^3$  tankio neautoklaviniame akytajam betonui [2], naudojant mineralinius ir sintetinius pluoštus.

Šio darbo tikslas – ištirti šutinto ir kietėjusio natūraliomis sąlygomis putų cementbetonio stiprumo charakteristikas armuojant jį anglies pluoštu ir stiklo tinkleliu.

## 2. Žaliavos ir tyrimų metodikos

Kaip rišamoji medžiaga naudotas AB „Akmenės cementas“ CEM 42,5R markės portlandcementis, atitinkantis standarto LST 1455:1996 reikalavimus. Jo rišimosi

pradžią – 60 min, pabaigą – 600 min, mineralinė klinke-rio sudėtis, %:  $C_3S$  – 63,63;  $C_2S$  – 10,55;  $C_3A$  – 6,47;  $C_4AF$  – 12,22. Tūriniam armavimui naudotas sintetinis anglies pluoštas. Plaušelių ilgis – iki 5 mm, skersmuo –  $4,6\text{--}7,7 \mu\text{m}$ . Žaliavų cheminė sudėtis pateikta lentelėje.

Paviršiniam armavimui naudotas šarmams atsparus stiklo audinio tinklelis, atitinkantis austrų standarto SSA – 5433–S reikalavimus. Jo akučių dydis  $4,5 \times 4,5 \text{ mm}$  arba  $9 \times 9 \text{ mm}$ . Kaip putokšlis naudotas sulfonolas, atitinkantis TS 6-01-1001-75 reikalavimus. Jo tirpalo koncentracija – 2%. Putų stabilizatorius – 0,3% koncentracijos kaulų klijų tirpalas. Sulfonolo ir kaulų klijų santykis – 1:0,2. Putos 15 min plaktos laboratoriniame periodinio veikimo putų plaktuve. Formavimo mišinio V/K yra 0,55.

Pluoštinė medžiaga – sintetinis anglies pluoštas – buvo maišoma su vandeniu. Į maišyklę buvo pridėdamas reikiamas portlandcemenčio kiekis. Komponentai maišyti 1 min, vėliau pridėta putų ir mišinys maišytas 5 min. Formavimo mišiniais buvo užpildytos  $100 \times 100 \times 100 \text{ mm}$ ,  $40 \times 40 \times 160 \text{ mm}$  ir  $500 \times 500 \times h \text{ mm}$  matmenų formos, kurių aukštis (h) buvo 8, 10, 12, 14 mm. Vienas stiklo audinio tinklelis buvo dėtas ant formų dugno prieš užpildant jas formavimo mišiniu, kitas įspaustas į formavimo masę iš viršaus ir privoluotas. Bandiniai kietėjo natūraliomis sąlygomis 28 paras. Armuoti stiklo audinio tinkleliu bandiniai šutinti 85, 65 ir 45 °C temperatūroje. Iš paruošų  $500 \times 500 \times (8\text{--}14) \text{ mm}$  išpjauti bandiniai  $(70 \pm 2 \times 15 \pm 2 \times (8\text{--}14) \text{ mm}$  smūginiam stipriui nustatyti ir  $40 \times 10 \times 160$ ,  $100 \times 10 \times 220$ ,  $100 \times 10 \times 450 \text{ mm}$  stipriui lenkiant įvertinti.

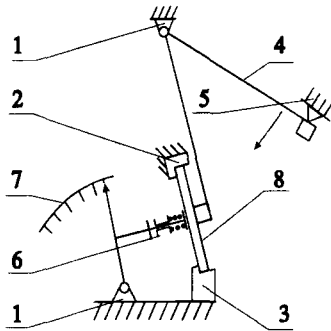
Žaliavų cheminė sudėtis

Raw Material Chemical Composition

Žaliava	Sudėtis, %							Kaitmenys, %
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	R <sub>2</sub> O	
Klinkeris	20,42	5,01	4,02	64,49	3,86	0,72	0,76	0,32
Anglies pluoštas	3,64	0,13	0,08	0,26	0,09			95,80

Bandinių tankis, stipris gniuždant ir lenkiant nustatyti standartiniais metodais. Faktinis stipris gniuždant perskaičiuotas į norimo tankio betono stiprį pagal [9] metodiką.

Putų cementbetonio smūginis stipris nustatytas pagal GOST 8747-88 p. 8 reikalavimus naudojant Vilniaus universitete esantį vokišką švytuoklinį plaktą (1 pav.).



**1 pav.** Bandinio smūginio stiprio nustatymo schema: 1 – stovas; 2, 3 – atramos; 4 – švytuoklė; 5 – ribotuvas; 6 – smūgio daviklis; 7 – parodymų skalė; 8 – bandinys

**Fig 1.** Specimen impact strength determination scheme. 1 – frame, 2,3 – supports, 4 – pendulum, 5 – restrictor, 6 – measuring element, 7 – scale, 8 – specimen

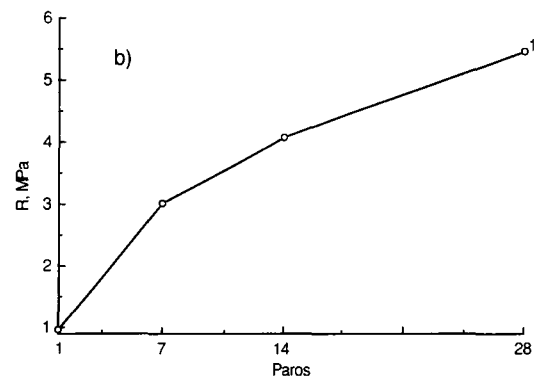
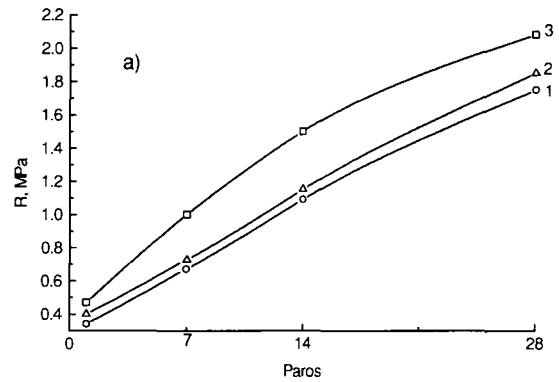
Armuoto stiklo audinio tinkleliu putų cementbetonio smūginio stiprio rezultatai palyginti su plokščio asbestcemenčio lakštais (šiferiu) ir „Bison“ firmos lakštų analogiškais bandymų rezultatais. Bandiniai bandyti prieš tai juos vieną parą išlaikius vandenyje ( $20 \pm 3$ ) °C temperatūroje.

### 3. Rezultatai ir jų aptarimas

Siekiant išvengti mikroplyšių, atsiradusių kietėjančiame betone, jį armuojame sintetiniu anglies pluoštu. Nedideli armuojančiųjų medžiagų kiekiai (0,2–0,4% nuo kietųjų medžiagų masės) padidina  $900 \text{ kg/m}^3$  tankio putų cementbetonio stiprį lenkiant nuo 6 iki 24,5% (2 pav. a).

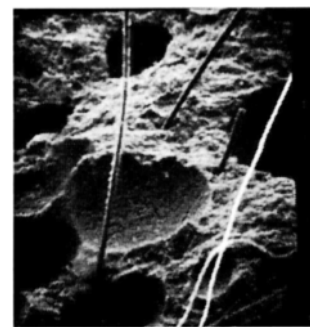
Armuotų sintetiniu anglies pluoštu putų cementbetonio bandinių stipris gniuždant mažai kuo skiriasi nuo kontrolinio (2 pav. b) ir jų kreivės sutampa.

Tirdami skelto bandinio makrostruktūrą, pastebime styrančius anglies pluošto plaušelius (3 pav.), kurie veikiant apkrovai nenutrūksta ir nelūžta, bet išsitraukia iš putų cementbetonio. Todėl galime padaryti išvadą, kad armuojančiosios medžiagos pluošto stiprumas yra didesnis už sukibimo jėgą tarp pluošto ir putų cementbetonio.



**2 pav.** Pluoštu armuoto putų cementbetonio stiprumo charakteristikų kinetika: stipris lenkiant (a) ir stipris gniuždant (b). Armuojančiųjų priedų kiekis, %: 1 – 0; 2 – 0,2; 3 – 0,4

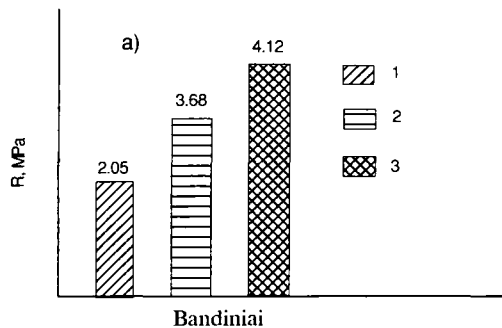
**Fig 2.** Reinforced with fibres foam cement concrete strength characteristic kinetics: flexural strength (a) and compression strength (b). Amount of reinforcing additives, %: 1 – 0; 2 – 0,2; 3 – 0,4



**3 pav.** Pluoštu armuoto putų cementbetonio makrostruktūra (×60)

**Fig 3.** The macrostructure of foam cement concrete reinforced with fibres (×60)

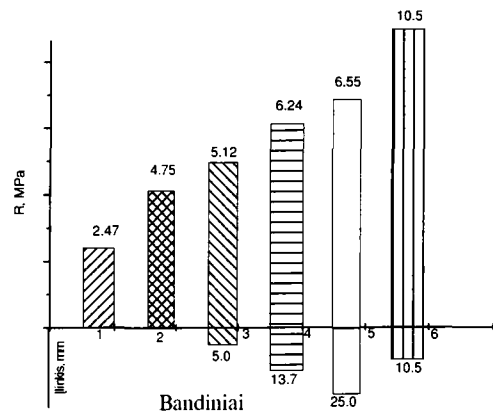
Bandinių, armuotų 0,2% sintetiniu anglies pluoštu, paviršius buvo padengtas stiklo audinio tinkleliu, panardinant jį į formavimo masę iki 2 mm. Tinklelio akučių dydis buvo 4,5×4,5 ir 9×9 mm. Bandiniai, armuoti 4,5×4,5 mm tinkleliu, yra dvigubai stipresni lenkiant negu kontroliniai, o armuoti 9×9 mm tinkleliu – 1,8 karto (4 pav.)



4 pav. Armavimo tinklelio įtaka putų cementbetonio, pagaminto su 0,2% anglies pluoštu, stipriui lenkiant: 1 – kontrolinis (be tinklelio), 2 – tinklelis su akutėmis 9×9 mm, 3 – tinklelis su akutėmis 4,5×4,5 mm

Fig 4. Reinforcing net influence on foam cement concrete made with 0,2% carbon fibre flexural strength: 1 – control (without net), 2 – net with 9×9 mm mesh, 3 – net with 4,5×4,5 mm mesh

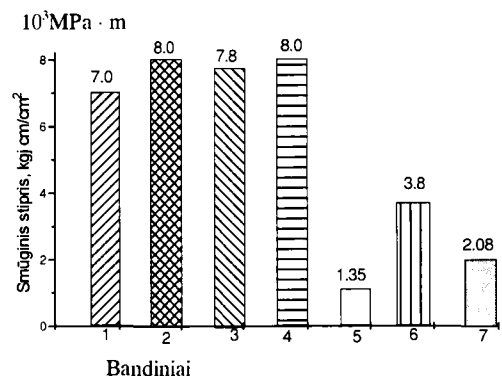
Tolesniems bandymams buvo pasirinktas stiklo audinio tinklelis, kurio akučių dydis yra 4,5×4,5 mm. Buvo tirta armuoto putų cementbetonio bandinių stiprio lenkiant priklausomybė nuo medžiagos storio ir bandinių matmenų. Standartiniai bandiniai – prizmės, kurių storis 40 mm, suirdavo (5 pav. 1 ir 2 bandiniai). Plonasieniai bandiniai (storis – 10 mm) iš pradžių išlindavo ir tik vėliau suirdavo, tačiau tinklelis nesuirdavo. Palyginimui buvo išbandytas gipso kartono lakštas. Bandymo metu jis vidutiniškai išlindo 10,5 mm, o putų cementbetonio bandiniai – nuo 5 iki 25 mm. Tai susiję su bandinių ilgiu, kuris bandymų metu buvo 160; 220 ir 450 mm. Armuotų stiklo audiniu plonasienių putų cementbetonio bandinių stipris lenkiant siekė 5,12–6,55 MPa, kas yra beveik 8% daugiau už standartinę armuotą prizmę (5 pav. 2 ir 3 bandiniai), ir du kartus daugiau už putų cementbetonį be tinklelio (5 pav. 3 ir 1 bandiniai). Didinant bandinių ilgį iki 220 ir 450 mm stipris lenkiant mažai kuo skyrėsi (5 pav. 4 ir 5 bandiniai). Plonasieniai 10 mm storio bandiniai veikiant apkrovai išlindavo, o nuėmus ją sugrįždavo į pradinę padėtį. Lakštai spyruokliuodavo, bet nesuirdavo.



5 pav. Putų cementbetonio stiprio lenkiant ir lūkties priklausomybė nuo medžiagos storio ir bandinių sudėties bei matmenų. Bandinių matmenys, mm: 1 – 40×40×160 be tinklelio; 2 – 40×40×160 armuoti tinkleliu; 3 – 40×40×100 armuoti tinkleliu, 4 – 100×10×220 armuoti tinkleliu, 5 – 100×10×450 armuoti tinkleliu, 6 – 100×10×450 gipso kartonio lakštas – palyginamasis

Fig 5. Foam cement concrete flexural strength and concavity dependency on material thickness, sample composition and dimensions. Sample dimensions, mm: 1 – 40×40×160, without net; 2 – 40×40×160 reinforced with net; 3 – 40×40×100 reinforced; 4 – 100×10×220 reinforced; 5 – 100×10×450 reinforced, 6 – 100×10×450 gypsum board (for comparison)

Armuito putų cementbetonio bandinių smūginis stipris beveik nepriklauso nuo storio ir siekia  $(7,0-8,0) \cdot 10^3$  MPa · m (6 pav. 1–4 bandiniai). Tuo tarpu bandinio be tinklelio smūginis stipris – tik  $1,35 \cdot 10^3$  MPa·m, t. y. daug mažesnis už kontrolinių gaminių (6 pav. 5, 6, 7 bandiniai).



6 pav. Putų cementbetonio smūginio stiprio priklausomybė nuo medžiagos storio ir armavimo būdo. Iš abiejų pusių tinkleliu armuotų bandinių storis, mm: 1 – 14; 2 – 12; 3 – 10; 4 – 8. 5 – be tinklelio, storis 10 mm; 6 ir 7 – kontroliniai, 10 mm storio plokšti asbestcementinis ir „Bison“ firmos lakštai

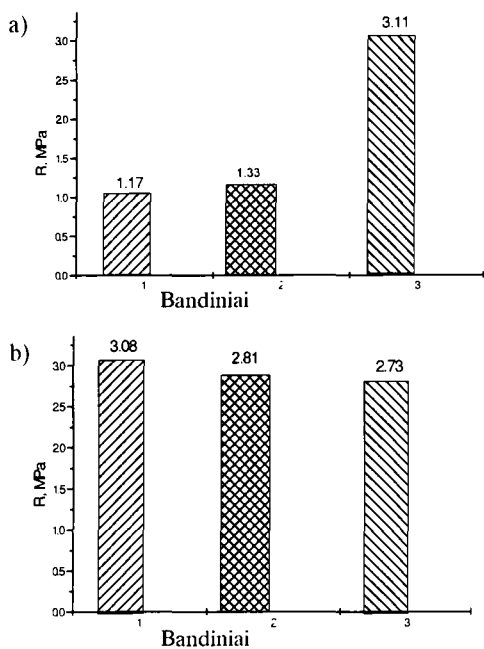
Fig 6. Foam cement concrete impact strength dependency on material thickness and reinforcement. Samples reinforced by net on both sides at thicknesses, mm: 1 – 14; 2 – 12; 3 – 10; 4 – 8; 5 – without net, thickness 10 mm, 6 and 7 – control, 10 mm thickness asbestos cement and „Bison“ firm sheets

Taip armuoti putų cementbetonio gaminiai pasižymi dideliu atsparumu smūgiams.

Toliau buvo tirta šutinimo įtaka tinkleliu armuoto putų cementbetonio stiprumo charakteristikoms. Žinoma, kad šutinimas padidina putų cementbetonio stiprumą lenkiant [10], o gaminių šutinimo trukmė priklauso nuo jo temperatūros [11]. Kadangi panaudotas stiklo audinio tinklelis yra padengtas polimerine danga, šarminėje terpėje esant aukštesnei temperatūrai jis gali prarasti savo stiprumo charakteristikas.

Gauti rezultatai leidžia teigti, kad esant 65 ir 85 °C temperatūrai, bandinių stipris lenkiant nedidėja ir siekia 1,2–1,3 MPa, esant stipriui gniuždant 2,8–3 MPa (7 pav. a ir b). Matyt, esant šioms šutinimo temperatūroms, vyksta stiklo audinio paviršiuje esančio polimerinio sluoksnio dalinis ardymas.

Remiantis gautais rezultatais, bandinių šutinimo temperatūrų intervalas buvo siaurinamas (45–60 °C), keičiant jį kas 5 °C. Nustatyta, kad, šutinant putų cementbetonio bandinius 45–55 °C temperatūrose, stiklo audinio tinklelio apsauginis polimerinis sluoksnis dar neardomas, ir bandinių stipris lenkiant apie 2,6 karto didesnis negu bandinių, šutintų 55–85 °C temperatūrose.

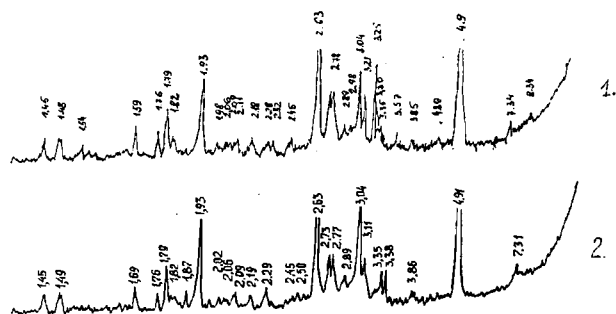


7 pav. Šutinimo įtaka tinkleliu armuoto putų cementbetonio stipriui lenkiant (a) ir stipriui gniuždant (b). Šutinimo režimas 2+20+2 h. Šutinimo temperatūra °C: 1 – 85, 2 – 65, 3 – 45

Fig 7. Net-reinforced foam cement concrete steaming temperature influence on material flexural strength (a) and compression strength (b). Steaming regime 2+20+2 h. Steaming temperature, °C: 1 – 85, 2 – 65, 3 – 45

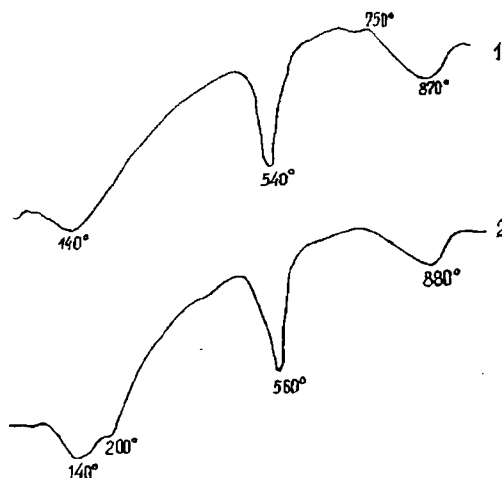
Šutintų ir kietėjusių natūraliomis sąlygomis putų cementbetonio bandinių mikrostruktūra nepakito. Tai patvirtino bandinių rentgenofazinė ir termografinė (8 ir 9 pav.) analizės.

Kaip matyti iš rentgenogramų (8 pav.), bandinių mikrostruktūros pagrindą sudaro hidratuoti cemento mineralai C<sub>3</sub>S, C<sub>2</sub>S, C<sub>3</sub>A, C<sub>4</sub>AF. Vykstant cemento mineralų hidratacijai, susidaro apie 6% laisvojo Ca(OH)<sub>2</sub>, kurį rentgenogramose identifikuoja ryškios linijos 1,45; 1,49; 1,69; 1,79; 1,97; 2,63; 3,11 Å (8 pav.), taip pat termogramose (9 pav.) endoterminis efektas esant 540–560 °C, rodantis Ca(OH)<sub>2</sub> dehidrataciją. Termogramose taip pat galima pastebėti endoterminius efektus 140 ir 200 °C temperatūrose, charakteringus vandens išsiskyrimus



8 pav. Putų cementbetonio bandinių rentgenogramos: 1 – kietėjusių natūraliomis sąlygomis; 2 – šutintų

Fig 8. Foam cement concrete X-raygrams: 1 – hardened in natural conditions; 2 – steamed



9 pav. Putų cementbetonio bandinių termogramos: 1 – kietėjusių natūraliomis sąlygomis; 2 – šutintų

Fig 9. Foam cement concrete thermograms: 1 – hardened in natural conditions; 2 – steamed

tobermorito grupės hidrosilikatams. Vyrauja CSH (I) grupės kalcio hidrosilikatai, identifikuojami linijomis 1,82; 2,78; 3,04; 7,31 Å (8 pav.). Kietėjusių natūraliomis sąlygomis ir šutintų putų cementbetonio bandinių fazinė naujadarų sudėtis mažai skiriasi.

#### 4. Išvados

1. Paviršinis šutinto arba kietėjusio natūraliomis sąlygomis putų cementbetonio armavimas stiklo audinio tinkleliu priklausomai nuo tinklelio akučių dydžio padidina stiprį lenkiant 1,8–2,0 kartus, o smūginį stiprį 5,5 karto.

2. Iš abiejų pusių armuoti stiklo audiniu plonasiainiai putų cementbetonio gaminiai yra elastingi – apkrovus išlinksta iki 25,0 mm, o apkrovą nuėmus sugrįžta į pradinę būklę.

3. Nustatyta, kad, šutinant armuotus stiklo audinio tinkleliu putų cementbetonio gaminius 45–55 °C temperatūroje, tinklelio apsauginis polimerinis sluoksnis nesuardomas.

4. Šutinti ir kietėję natūraliomis sąlygomis putų cementbetonio bandiniai turi vienodą medžiagos mikrostruktūrą, kurią sudaro CSH (I) grupės kalcio hidrosilikatai, hidratuoti portlandcemenčio klinkerio mineralai ir Ca(OH)<sub>2</sub>.

#### Literatūra

1. А. Г. Комар. Строительные материалы и изделия. Москва: Высшая школа. 1976. 535 с.
2. A. Laukaitis, A. Dudik, J. Kerienė. Pluoštinių priedų įtaka putų cementbetonio mikrostruktūrai ir fizikinėms mechaninėms savybėms // Cheminė technologija. Nr. 3. Kaunas: Technologija, 1999, p. 87–92.
3. "Harex" firmos (Vokietija) 1994 m. reklaminis prospektas. 3 p.
4. Е. С. Силаенков. Долговечность изделий из ячеистых бетонов. Москва: Стройиздат. 1986. 176 с.
5. R. Ragaišis. Sintetinis pluoštas antriniam betono armavimui // Mokslas ir technika. Nr. 9. Vilnius: Spauda, 1996, p. 12–13.
6. GOST 6266-89. Gipso kartono lakštai. 15 p.
7. A. Laukaitis. Technologinių veiksmų įtaka akytojo betono formavimo mišinių ir produkto savybėms. Habilitacinis darbas. Kaunas, 1999. 101 p.
8. A. Laukaitis. Influence of Carbon Fiber Additive on Porous Silicate Concrete Formation Mixtures and Product Properties // Medžiagotyra. Nr. 2(5). Kaunas: Technologija, 1997, p. 42–45.
9. A. Laukaitis. Akytojo betono sudėčių skaičiavimas ir jo savybių tyrimo metodikos / Termoizoliacija. Vilnius, 1996. 24 p.

10. M. Sinica, A. Dudik, A. Laukaitis. Šutinimo įtaka 600–1000 kg/m<sup>3</sup> tankio putų cementbetonio deformacijoms // Cheminė technologija. Nr. 1. Kaunas: Technologija, 2000, p. 5–9.
11. С. А. Миронов. Рост прочности бетона при пропаривании и последующем твердении. Москва: Стройиздат. 1973. 95 с.

Įteikta 1999 12 06

#### REINFORCEMENT INFLUENCE ON NON-AUTOCCLAVE FOAM CEMENT CONCRETE STRENGTH CHARACTERISTICS

M. Sinica, A. Dudik, A. Laukaitis, G. Sezeman

#### Summary

The volume and surface reinforcement treatment influence on 900–1000 kg/m<sup>3</sup> density non-autoclave foam cement concrete strength characteristics are discussed in this paper.

Carbon fibres of a length up to 5 mm and diameter of 4,6–7,7 mkm were used for volume reinforcement. An alkali-resistant glass fabric net with a 4,5 or 9 mm mesh satisfying the requirements of Austrian standard SSA-5433 was used for surface reinforcement. The chemical composition of raw materials used are given in Table 1. One glass fabric net was put on the form bottom before pouring the mixture, while the other net was put on top, pushed into the formation mixture and trowelled with a roller.

The material contracts when the Portland cement hardens and microcracks appear. These microcracks have a negative influence on the materials structure, it decreases the materials strength characteristics, frost-resistance and durability. Small amounts of synthetic carbon fibres (0,2–0,4% based on solids) increase the 900 kg/m<sup>3</sup> density foam cement concrete flexural strength from 6 to 24,5% (Fig 2).

The carbon fibre adhesion to foam cement concrete is insufficient. The fibres are dragged out of the material during bending or extension (Fig 3). Besides volume reinforcement, surface reinforcement was tested by introducing a glass fabric net 2 mm below the formation mixtures surface. All the specimens were additionally reinforced with 0,2% carbon fibre. The obtained results show that samples reinforced with a 4,5 mesh net have a twice better flexural resistance than control samples. Samples reinforced with a 9 mm mesh glass fabric net showed a 1,8 time increase (Fig 4). The dependency of reinforced foam cement concrete flexural strength on material thickness and samples size were also investigated. Compressive strength measurement experiments showed that standard prisms (40x40x160 mm) ruptured regardless whether they were reinforced with carbon fibres or additionally by a glass fabric net (Fig 5, samples 1, 2). Thin-wall specimens under load bent at first, later ruptured, however the net was not destroyed. A gypsum board was also tested for comparison. The obtained data is given in Fig 5. Thin-wall (10 mm) specimens under a load bent and returned to initial position when the load was removed during testing. The boards behaved springly, but did not rupture.

It was found that thin-wall foam cement shock-resistance does not depend on the article thickness. It was compared with "Bison" firm boards. The obtained results are given in Fig 6. As we can see, reinforced foam cement concrete specimen shock-resistance reaches a  $(7,0 \pm 8,0) \cdot 10^{-3}$  MPa · m value, while specimens without a reinforcing net give a shock-resistance value of only  $1,35 \cdot 10^{-3}$  MPa · m, which is substantially lower than for control samples. It is well known, that steaming increases the cement concrete flexural strength [10] and the

steaming duration depends on its temperature [11]. It was determined, that with the aim of ensuring the glass fibre surface polymer layer stability, the steaming should be conducted at 45–50 °C temperature. In this case, its flexural strength increases by 2.6 times (Fig 7a, sample 3) in comparison with the interval of temperatures 55–85 °C.

The steamed and hardened in natural conditions foam cement concrete microstructure is similar. This was confirmed by X-raygrams and thermograms (Fig 8 and 9). So we came to the conclusion, that clinker mineral hydration takes place during the hardening of foam cement concrete and tobermorite groups calcium hydrosilicates are formed.

The main conclusion: we can increase the flexural strength up to 2 times and the shock-resistance by 5.5 times by reinforcing non-autoclave foam cement concrete with a glass fibre.

---

**Marijonas SINICA.** Laboratory Head, Institute of Thermal Insulation. Linkmenų g. 28. LT-2600 Vilnius, Lithuania.

A graduate of Vilnius Civil Engineering Institute (1972). Author or co-author of 25 papers, 39 inventions and 1 patent. Research of interests: porous concrete thermal insulation materials and articles, its production technology and equipment.

---

**Antanas LAUKAITIS.** Dr Habil (technological sciences). Director of Institute Thermal Insulation. Linkmenų g. 28. LT-2600 Vilnius, Lithuania.

A graduate of Kaunas Polytechnic Institute (industrial engineer, 1967). Doctor (1975). Dr Habil (1999). Author of 87 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.

---

**Aleksandr DUDIK.** Research worker of Institute Thermal Insulation. Linkmenų g. 28. LT-2600 Vilnius, Lithuania.

A graduate of Belorussian Polytechnic Institute (industrial engineer, 1965). Author of 47 papers, 9 inventions. Research interests: technology of porous concrete and its products.

---

**Georgij SEZEMAN.** Research worker of Institute Thermal Insulation. Linkmenų g. 28. LT-2600 Vilnius, Lithuania

A graduate of Vilnius University (chemist, 1970). Author of 28 papers, 11 inventions. Research interests: thermal insulation from calcium hydrosilicate.