

INVESTIGATION INTO POROUS CONCRETE FORMATION PECULIARITIES WITH A MIXED BINDER COMPOSITION

A. Laukaitis

To cite this article: A. Laukaitis (1995) INVESTIGATION INTO POROUS CONCRETE
FORMATION PECULIARITIES WITH A MIXED BINDER COMPOSITION, Statyba, 1:4, 75-81, DOI:
[10.1080/13921525.1995.10531535](https://doi.org/10.1080/13921525.1995.10531535)

To link to this article: <https://doi.org/10.1080/13921525.1995.10531535>



Published online: 26 Jul 2012.



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



Article views: 43

DUJŲ BETONO SU MIŠRIA RIŠANČIAJA MEDŽIAGA FORMAVIMO YPATUMŲ TYRIMAI

A.Laukaitis

1. Įvadas

Dujų betonas pigi, iš vietinių žaliavų gaminama medžiaga gali pakeisti brangias importines medžiagas. Todėl yra aktualu gerinti jo savybes ir tobulinti gamybos procesą. Dujų betonas su mišria rišančiąja medžiaga 1990 m. buvo gaminamas keliolikoje buvusios Tarybų Sąjungos gamyklų. Kiekvienoje iš šių gamyklų formavimo mišinių sudėtys buvo pasirenkamos empyriškai, be tam tikrų tyrimų, tai nulėmė palyginti didelį dujų betono tankį (apie 415 kg/m^3) ir šilumos laidumą [1]. Mokslinių darbų, kuriuose būtų išnagrinėti įvairūs dujų betono rišančios medžiagos - kalkių ir portlandcemenčio santykiai bei jų poveikis technologiniams parametrams, yra mažai. Straipsnyje [2] yra parodyta, kad didėjant cemento kiekiui rišančioje medžiagoje, mažėja dujų betono stiprumas, o gaminiai daugiau susitraukia.

Šiame darbe siekiama ištirti galimybę gauti $300 - 350 \text{ kg/m}^3$ tankio dujų betoną su mišria rišančiąja medžiaga. Optimalių minėto tankio gaminių formavimo parametrų nustatymui tyrėme platesnį tankio intervalą ($250 - 500 \text{ kg/m}^3$).

2. Tyrimų metodikos

Bandymams naudojome Vilniaus Panerių telkinio kvarcinį smėlį, Akmenės cemento 400 markės portlandcementį ir gabalines kalkes. Cheminė žaliavų sudėtis pateikiama 1 lentelėje.

Naudojome sausu būdu vibromalūne M-200 iki $250-300 \text{ m}^2/\text{kg}$ savitojo paviršiaus susmulkintą smėlį. Gabalines kalkes malėme vibromalūne M-200 iki $540 \text{ m}^2/\text{kg}$ savitojo paviršiaus. Jų aktyvumas 71 %, gesinimosi trukmė 16-20 min., gesinimosi temperatūra 54° C . Portlandcemenčio rišimosi pradžia - 2 val., pabaiga - 5 val. 50 min. Dujodariu naudojome sulfanoliu deparafinuotą

Al pudrą (20 g sulfanolio 1 kg Al pudros). Pradinė skiedinio temperatūra 40° C. Bandinių kietinimo ciklas 1,5 + 8 + 1,5 val. esant 0,785 MPa slėgiui.

1 lentelė. Cheminė žaliavų sudėtis

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

Atskirų komponentų kiekius skiedinyje keitėme taip:

- vandens ir kietų medžiagų santykis (V/K) nuo 0,52 iki 0,65;
- Al pudros priedas nuo 0,1 iki 0,25 % nuo kietų medžiagų.

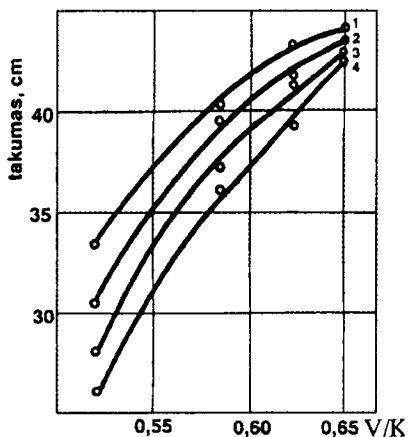
Dujų betono su mišria rišančiąja medžiaga kietų komponentų kiekiui skaičiuoti sąlyginai priėmėme, kad šis betonas turi sudėtį smėlis: portlandcementis 1 : 1. Toliau 20, 40, 60, 80 % portlandcemenčio keitėme kalkėmis. Atsižvelgiant į portlandcemenčio ir kalkių aktyvumą skirtumą autoklavinio kietinimo metu, kalkių kiekį mišrioje rišančioje medžiagoje skaičiavome pagal formulę [3]: $K = (45 \cdot C) / A_0 (I)$, kur C - numatytas pakeisti portlandcemenčio kiekis, kg; K - kalkių kiekis mišrioje rišančioje medžiagoje, kg; A₀ - kalkių aktyvumas, %. Skirtumą tarp keičiamo kalkėmis portlandcemenčio kiekio ir faktinio skaičiuoto kalkių kiekio kompensavome smėliu. Dujų betono skiedinio takumą matavome Suttardo cilindro išsiliejimu, cm.

3. Rezultatai ir jų aptarimas

Svarbiausi technologiniai parametrai, turintys įtakos dujų betono su mišria rišančiąja medžiaga tankiui, yra skiedinio takumas, rišančiosios medžiagos sudėtis ir Al pudros kiekis. Pagrindiniai faktoriai, lemiantys skiedinio takumą, yra vandens kietų medžiagų santykis (V/K) ir rišančiosios medžiagos sudėtis (1 pav.).

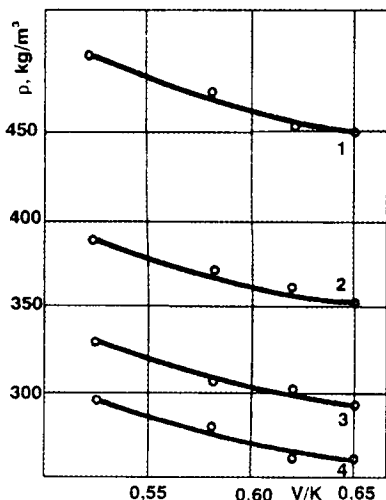
Didinant V/K, skiedinio takumas didėja. Pvz., kai rišančioje medžiagoje 20% portlandcemenčio pakeista kalkėmis, padidėjus V/K nuo 0,52 iki 0,65, skiedinio takumas padidėja nuo 33,3 iki 44,1 cm (1 pav., 1 kreivė). Tačiau didėjant kalkių kiekiui skiedinyje, jo takumas esant tam pačiam V/K santykiui mažėja. Pvz., skiedinyje, kuriame 20 % portlandcemenčio pakeista kalkėmis ir V/K 0,55 skiedinio išsiliejimas yra 37,2 cm, o skiedinyje, kuriame 80 % portlandcemenčio pakeista kalkėmis šis dydis yra 31,8 cm (1 pav., 1-4 kreivės). Atitinkamai keičiasi ir gaminių tankis. Jis padidėja nuo 322 kg/m³ iki 359 kg/m³ (pav. 2-5, 3 kreivė arba pav. 6, 1-4 kreivės). Kai Al pudros kiekio ir

rišančiosios medžiagos sudėtis ta pati didėjant V/K, gaminių tankis mažėja (2-5 pav.). Pvz., dujų betono, pagaminto pakeitus 20 % cemento kalkėmis ir su Al pudros kiekiu 0,2 %, pakeitus V/K nuo 0,58 iki 0,65 gaminių tankis sumažėjo nuo 310 iki 295 kg/m³, t.y., 5 % (2 pav., 3 kreivė). Tačiau, didinti V/K galima tik iki tam tikros ribos. Esant šiam santykiui didesniai negu 0,65, išsipūtęs skiedinys pradeda slūgti.

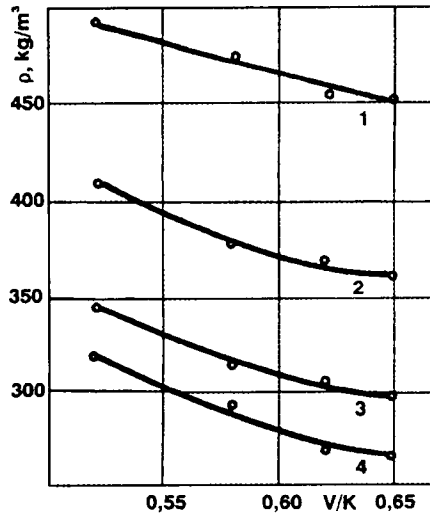


1 pav. Vandens kietų medžiagų santykio (V/K) įtaka dujų betono su mišria rišančiąja medžiaga skiedinio takumui, kai kalkėmis pakeista portlandcemenčio, %: 1 - 20; 2 - 40; 3 - 60; 4 - 80

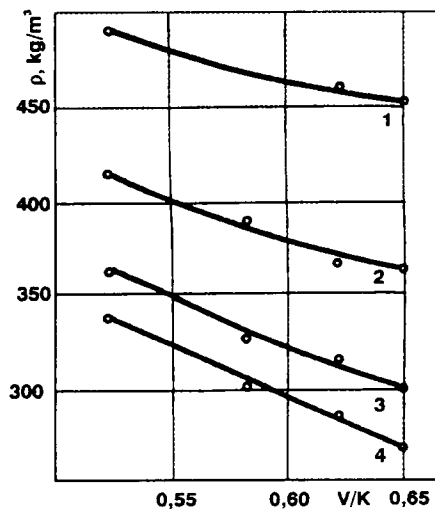
Nuo kalkių kiekio mišrioje rišančioje medžiagoje priklauso Al pudros panaudojimo efektyvumas. Kaip matyti iš 2 - 5 pav., naudojant daugiau Al pudros, gaunamas mažesnio tankio dujų betonas. Didinant kalkių kiekį mišrioje rišančioje medžiagoje dujų betono tankis didėja (6 pav.). Pvz., kai V/K 0,55 gaminių, kuriuose 20 % portlandcemenčio pakeista kalkėmis, tankis yra 320 kg/m³, (6 pav. 1 kreivė), o kai 80% - 360 kg/m³ (6 pav. 4 kreivė). Tačiau didėjant V/K, kalkių įtaka gaminių tankio mažėjimui mažiau reikšminga (kreivės artėja viena prie kitos). Norint eliminuoti neigiamą kalkių įtaką dujų betono tankio mažinimui, reikia didinti Al pudros kiekį arba keisti vandens ir sausų medžiagų santykį.



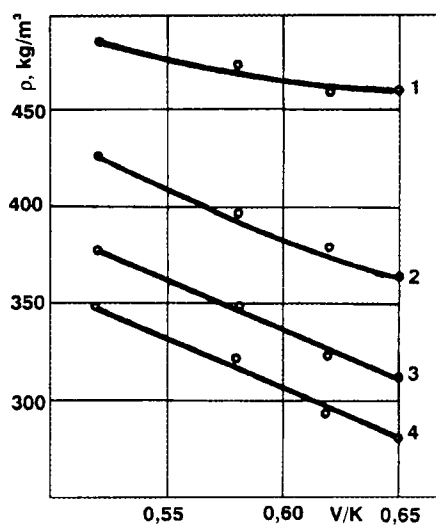
2 pav. Vandens kietų medžiagų santykio (V/K) įtaka dujų betono su mišria rišančiąja medžiaga tankiui, kai kalkėmis pakeista 20 % portlandcemenčio ir Al pudros kiekis, %: 1 - 0.1; 2 - 0.15; 3 - 0.20; 4 - 0.25



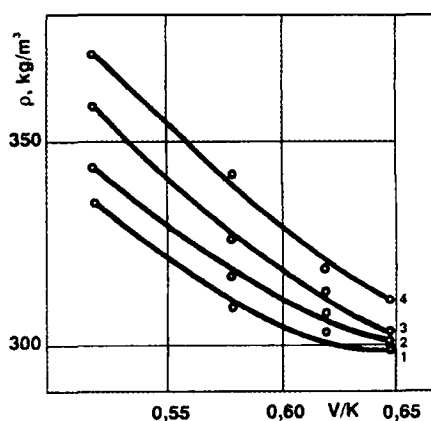
3 pav. Vandens kietų medžiagų santykis (V/K) įtaka dujų betono su mišria rišančiąja medžiaga tankiui, kai kalkėmis pakeista 40% portland-cemenčio ir Al pudros kiekis, %: 1 - 0.1; 2 - 0.15; 3 - 0.20; 4 - 0.25



4 pav. Vandens kietų medžiagų santykio (V/K) įtaka dujų betono su mišria rišančiąja medžiaga tankiui, kai kalkėmis pakeista 60% portland-cemenčio ir Al pudros kiekis, %: 1 - 0.1; 2 - 0.15; 3 - 0.20; 4 - 0.25



5 pav. Vandens kietų medžiagų santykio (V/K) įtaka dujų betono su mišria rišančiąja medžiaga tankiui, kai kalkėmis pakeista 80% portland-cemenčio ir Al pudros kiekis, %: 1 - 0.1; 2 - 0.15; 3 - 0.20; 4 - 0.25



6 pav. Vandens kietų medžiagų santykio (V/K) įtaka dujų betono su mišria rišančiąja medžiaga tankiui, kai Al pudros kiekis 0.2 % ir kalkėmis pakeista portlandcemenčio, % : 1 - 20; 2 - 40; 3 - 60; 4 - 80

Žinome, kad mažinti kalkių kiekį dujų betono formavimo skiedinyje netikslinga, nes kalkės efektyvesnė rišančioji medžiaga, palyginus su portlandcemenčiu: pusfabrikatį pjaustyti galima anksčiau, trumpesnis pusfabrikačio išlaikymas iki autoklavinio apdorojimo, mažiau reikia gamybinių plotų, t.y., trumpesnis visas gamybos ciklas.

Matematiškai apibendrinus bandymų rezultatus išvestos regresinės dujų betono su mišria rišančiąja medžiaga tankio priklausomybės nuo technologinių parametrų lygtys (2 lentelė).

2 lentelė. Dujų betono su mišria rišančiąja medžiaga tankio priklausomybės nuo technologinių parametrų regresinės lygtys

Rišančios medžiagos sudėtis: kuri pakeista portlandcemenčio kalkėmis, %	Koreliacijos koeficientas	Regresinės lygtys	Nuokrypis	
			vidutinis kvadratinis	rocen-tinis
20	0.970	$\rho = e^{4.528} \cdot (P_{Al})^{-0.575} \cdot (V/K)^{-0.556}$	3.98	0.90
40	0.995	$\rho = e^{4.583} \cdot (P_{Al})^{-0.533} \cdot (V/K)^{-0.663}$	7.60	1.70
60	0.990	$\rho = e^{4.651} \cdot (P_{Al})^{-0.480} \cdot (V/K)^{-0.721}$	10.10	2.00
80	0.995	$\rho = e^{4.738} \cdot (P_{Al})^{-0.406} \cdot (V/K)^{-0.827}$	9.07	1.67
Pk	0.998	$\rho = e^{4.738} \cdot Pk^{0.047} \cdot (P_{Al})^{-0.507} \cdot (V/K)^{-0.707}$	6.50	2.37

čia: ρ - gaminių tankis, kg/m^3

P_{Al} - aliuminio pudros kiekis, %

V/K - vandens kietų medžiagų santykis

Pk - kalkių kiekis rišančioje medžiagoje, %

Tyrimų rezultatai parodė, kad dujų betono su mišria rišančiąja medžiaga tankis kompleksiskai priklauso nuo vandens ir sausų medžiagų santykio, rišančiosios medžiagos sudėties bei Al pudros kiekio. Norint gauti 300 - 350 kg/m³ tankio dujų betoną, rekomenduotini tokie šių technologinių parametrų dydžiai:

- a) kai 20% portlandcemenčio mišrioje rišančioje medžiagoje keičiama kalkėmis, V/K intervalas nuo 0,52 iki 0,62 Al pudros kiekis - 0,2 % nuo kietų medžiagų (2 pav.). Optimalus V/K 0,53 - 0,57, esant 0,2% Al pudros;
- b) kai 40% portlandcemenčio mišrioje rišančioje medžiagoje keičiama kalkėmis, V/K 0,52 - 0,62, Al pudros kiekis - 0,2% nuo kietų medžiagų arba V/K 0,52 - 0,56, esant 0,25% Al pudros (3 pav.). Optimalus V/K nuo 0,55 iki 0,60, esant 0,2% Al pudros;
- c) kai 60% portlandcemenčio mišrioje rišančioje medžiagoje keičiama kalkėmis, V/K 0,54 - 0,65, Al pudros kiekis - 0,2% nuo kietų medžiagų arba V/K 0,52 - 0,59, esant 0,25% Al pudros (4 pav.). Optimalus V/K nuo 0,57 iki 0,62, esant 0,2% Al pudros;
- d) kai 80% portlandcemenčio mišrioje rišančioje medžiagoje keičiama kalkėmis, V/K nuo 0,57 iki 0,65, Al pudros kiekis - 0,2% nuo kietų medžiagų arba V/K nuo 0,52 iki 0,61 esant 0,25% Al pudros (5 pav.). Optimalus V/K santykis nuo 0,58 iki 0,64, esant 0,2% Al pudros.

4. Išvados

1. Dujų betono su mišria rišančiąja medžiaga tankis kompleksiskai priklauso nuo vandens ir sausų medžiagų santykio, mišrios rišančios medžiagos sudėties ir Al pudros kiekio. Išvestos regresinės šios priklausomybės lygtys.
2. Nustatyti optimalūs 300-350 kg/m³ tankio dujų betono su mišria rišančiąja medžiaga gamybos parametrai.
3. Nustatyta, kad didinant kalkių kiekį rišančioje medžiagoje, Al pudros efektyvumas mažėja, tačiau formuojant gaminius sumažėja technologinių operacijų trukmė.

Literatūra

1. Технично-экономический обзор работы предприятий промышленности теплоизоляционных материалов СССР за 1990 год. Часть 2. Теплоизоляционные ячеистые бетоны / Термоизоляция. Вильнюс, 1991. 110 с.
2. Г.О.Мейнерт, И.Г.Орлова, В.П.Варламов, Н.Л.Судина. Влияние некоторых технологических параметров изготовления газобетона на структурные и морфологические особенности гидросиликатной связи // Тезисы докладов республиканской конференции. Таллин, 1987. Ч.1, с. 62-64.

3. К.Станевичене. Влияние гидравличности основного компонента на физико-механические свойства ячеистых бетонов: Автореферат дисс.: канд. техн. наук / КПИ. Каунас, 1970. 8 с.

INVESTIGATION INTO POROUS CONCRETE FORMATION PECULIARITIES WITH A MIXED BINDER COMPOSITION

A.Laukaitis

S u m m a r y

Porous concrete is a cheap material produced from local raw materials. That is why, it is important to improve it's properties, especially the product's density.

This paper deals with porous concrete made using a mixed binder composition (lime + Portlandcement) formation peculiarities and determination of optimal product formation parameters for 300 - 350 kg/m³ product dependency on the binder mixture composition. A wide density interval (200 - 500 kg/m³) was investigated to determine the optimal above mentioned porous concrete density parameters.

It was determined, that the porous concrete density with a mixed binder composition has a complex dependency from water and dry solids ratio (V/K), mixed binder composition and amount of Al powder.

Mathematical equations of porous concrete density on technological parameter were derrived. It was found that the lime contant increase in the lime- Portlandcement binder mixture, lowers Al powder effectiveness, increases the product's density and decreases the technological operation time duration.