



METALINIO KORDO ATLIEKOS KIEKIO POVEIKIS BETONO SAVYBĖMS

Gina PRANCKEVIČIŪTĖ¹, Džigita NAGROCKIENĖ²

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

El. paštas: ¹gina.pranckeviciute@gmail.com; ²dzigita.nagrockiene@vgtu.lt

Santrauka. Betonas – tai plačiausiai naudojama statybinė medžiaga, kuri gaunama sukietėjus mišiniui, paruoštam iš stambiųjų ir smulkiųjų užpildų, rišančiosios medžiagos – cemento ir vandens. Cemento užpildų kokybė ir savybės, v/c santykis, mišinio sutankinimo vienodumas lemia pagrindines betono savybes. Betono gniuždymo stipris yra viena iš svarbiausių betono savybių. Straipsnyje nagrinėjamas metalinio kordo atliekos, gautos iš perdirbtų padangų, kiekio poveikis betono savybėms, parenkamas optimalus metalinio kordo atliekos kiekis. Atlikus betono savybių tyrimus su skirtingais metalinio kordo atliekos kiekiais, nustatyta, kad betone didinant metalinio kordo atliekos kiekį didėja bandinių gniuždymo stipris, tankis, prognozuojamas atsparumas šalčiui, o vandens įmirkis mažėja.

Reikšminiai žodžiai: betonai, betono savybės, gniuždymo stipris, metalinio kordo atlieka, tankis, atsparumas šalčiui.

Įvadas

Betonas – viena iš seniausių statybinių medžiagų. Įvairios paskirties pastatams ir kitokiems statiniams betonai naudojami jau nuo XVIII a. vidurio. Betonai, kaip patikima statybinė medžiaga, dėl savo ypatingų savybių naudojami visame pasaulyje įvairioms civilinių, pramonės ir žemės ūkio pastatų konstrukcijoms.

Šiuo metu statybose naudojami įvairių tipų betonai. Platų betono panaudojimą nulemia palyginti nedidelė kaina dėl vietinių užpildų. Jų tūris siekia iki 80 % betono tūrio. Taip pat galimybė gaminiams, konstrukcijoms suteikti įvairias formas, savybių įvairovė, mechanizuota, automatizuota gamybos, suklojimo bei tiekimo technologija.

Betono gamyba susijusi su nemažomis energijos sąnaudomis, energija naudojama ruošiant medžiagas, gaminius ir juos transportuojant. Todėl labai svarbu visuose gamybos etapuose energijos sąnaudas sumažinti iki minimumo.

Betono struktūra – tai jį sudarančių komponentų dalelių forma, dydis, išsidėstymas ir ryšiai tarp jų (Deltuva 2001).

Kiekvienas komponentas mišinyje atlieka savitą funkciją paskirtį. Stambieji užpildai sudaro betono skeletą, smulkieji užpildo tuštumas tarp stambiųjų užpildų dalelių, cementas su vandeniu sudaro hidratacijos produktus, kurie suriša visus užpildus į vieną sistemą – konglomeratą (Deltuva 1995), o pridėdami priedai keičia betono savybes.

Mokslininkai A. Gumuliauskas, G. Abromavičius (2001) teigia, kad konglomeratinės struktūros stiprumą daugiausia lemia jungiančios terpės stiprumas.

Didžiausias betono gniuždomasis stipris gaunamas esant optimaliai stambiojo užpildo koncentracijai apie 0,35 (Gumuliauskas, Skripkūnas 2007).

Bentalha ir Houari (2007), atlikusios tyrimus, nustatė, kad, į betoną įmaišius metalinį pluoštą, betono gniuždymo stipris gali padidėti 20 %.

Belferrag, Kriker ir Khenfer (2013), atlikę tyrimus, nustatė, kad pagrindinis gniuždymo stipris pasiekiamas bandinius gniuždant po 28 dienų bandinių kietėjimo, o bandant bandinius po 90 ir 180 dienų kietėjimo gniuždymo stipris padidėja nežymiai.

Naujausi tyrimai, atlikti Šefildo universitete (Tlemat *et al.* 2006), parodė, kad plieniniai pluoštai, gauti iš perdirbtų padangų, gali būti sėkmingai naudojami betonų gamybai. Visų pirma, autoriai studijavo pleišėjimo ir betono atsparumą lenkimui ir nustatė, kad metalinio kordo atliekos naudojimas betone medžiagai suteikė didesnę atsparumą ir pleišėjimui, ir lenkimui. Nustatyta, kad optimaliausia naudoti 2 % betono masės perdirbtų pluošto kiekio, tai suteikia geriausią nuovargio atsparumą. Tai reiškia, kad metalinio kordo atliekos naudojimas betone sulauko mikrotrūkių sklidimą ir didėja nuovargio ištvėmės laiko tarpas.

J. Deltuva (1998) teigia, kad didelės reikšmės bet kurios rūšies betono stiprumui ir ilgaamžiškumui turi užpildų stiprumas, stambumas, išsidėstymas ir sukibimas su cemento akmeniu, mišinio sutankinimo vienodumas.

J. Deltuva (1998) ir R. Naujokaitis (2007) pabrėžia, kad vanduo betono mišiniuose būna trijų pavidalų: įgertas, fiziškai ar chemiškai surištas, laisvas. Tačiau yra daug ginčų, koks vandens kiekis susilaiko užpildų grūdelių paviršiuje. Autorių nuomone (Deltuva 1998), užpildų vandens įgeriamumas ir susilaikymas paviršiuje priklauso nuo užpildų mineralinės sudėties, tankio, savitojo paviršiaus. Sudėtinga nustatyti vandens poreikį užpildamas, o ypač smulkiesiems, tačiau jo kiekis turi būti toks, kad pakaktų sauso mišinio paviršiui suvilgyti.

Darbo tikslas – nustatyti metalinio kordo atliekos kiekio poveikį betonų savybėms.

Žaliavos ir tiriamųjų mišinių sudėtis

Betonas, pagamintas naudojant metalinio kordo atliekas kaip priedą, yra dirbtinis akmuo, kuris gaunamas sukietėjus betonui, pagamintam iš rišančiosios medžiagos – cemento, smulkiojo užpildo – smėlio, stambiojo užpildo – žvirgždo, metalo atliekų ir vandens.

Betono savybėms nemažai reikšmės turi cemento savybės. Gaminant betoną su užpildais iš metalo atliekų, naudojamas portlandcementis CEM I 42,5 R, kurio reikalavimai yra nustatomi pagal LST EN 197-1. Cemento fizikinės ir mechaninės savybės yra pateiktos 1 lentelėje. Cemento cheminė sudėtis pateikta 2 lentelėje.

1 lentelė. Cemento fizikinės mechaninės savybės
Table 1. Physical-mechanical properties of the cement

Parametras	Vertė
Gniuždymo stipris po 2 parų, N/mm ²	28±2
Gniuždymo stipris po 28 parų, N/mm ²	54±3
Rišimosi pradžia, min	160
Tūrio pastovumas, mm	1,0
Vandens sąnaudos, %	25,1
Liekana ant sieto, %	1,5
Savitasis paviršius, cm ² /g	3700

4 lentelė. Betono su metalinio kordo atlieka 1 m³ sudėtis
Table 4. The compositions of concrete using the metal cord admixture

Partija	Atliekos kiekis, %	CEM, kg	Smėlis, kg	Žvirgždas, kg	Priedas, l	Vanduo, l	Atliekos kiekis, kg	V/C	Slankumo klasė
A0	0	450,0	875,0	950	2,25	160,0	0	0,36	S2
A0,5	0,5	452,5	870,8	950	2,25	162,9	4,33	0,36	S2
A1,5	1,5	455,8	861,7	950	2,25	164,0	13,0	0,36	S2
A2,5	2,5	457,5	853,3	950	2,25	164,7	21,7	0,36	S2
A3,5	3,5	459,1	844,2	950	2,25	165,3	30,3	0,36	S2
A4,5	4,5	483,3	835,8	950	2,25	174,0	39,0	0,36	S2
A5,0	5	506,7	831,7	950	2,25	182,3	46,8	0,36	S2

2 lentelė. Cemento cheminė sudėtis
Table 2. Chemical admixture of the cement

SO ₃ , %	Na ₂ O ekvival.	Kaitmenys, %	Netirpmenys, %	Cl ⁻ , %
2,8	≤ 0,8	1,4	0,4	0,003

Stambusis užpildas yra žvirgždas. Naudojamas 4/16 frakcijos žvirgždas, kuris atitinka LST EN 12620:2003 standarto reikalavimus.

Smulkusis užpildas – smėlis, tai biri natūrali arba dirbtinė akmenų medžiaga, sudaryta iš 0,14–4 mm dydžio dalelių. Naudojamas 0/4 frakcijos smėlis, kuris atitinka LST EN 12620:2003 standarto reikalavimus. Žvirgždo ir smėlio fizikinės savybės pateiktos 3 lentelėje.

Betono savybėms pagerinti buvo panaudotas superplastiklis Muraplast FK 63.30, kuris yra ypač aukštos kokybės superplastiklis ir jis dozuojamas labai mažais kiekiais. Šis superplastiklis pagreitina rišimosi pradžią ir suteikia betonui didelį ankstyvąjį stiprumą. Šis priedas naudojamas norint pagaminti didelio stiprumo betonus.

3 lentelė. Žvirgždo ir smėlio fizikinės savybės
Table 3. Physical properties of gravel and sand

Užpildai	Frakcija	Charakteristika	Vertė
Žvirgždas	4/16	Dalelių tankis, kg/m ³	2300
		Piltinis tankis, kg/m ³	1582
		Vandens įgeriamumas, %	0,59
Smėlis	0/4	Dalelių tankis, kg/m ³	2650
		Piltinis tankis, kg/m ³	1546
		Vandens įgeriamumas, %	1,30

Vanduo betono mišiniui ruošti turi būti švarus, be žalingų normalų betono kitėjimą stabdančių priemaišų, t. y. geriamasis vanduo, kuris turi atitikti LST EN 1008:2003 standartą.

Tyrimams atlikti laboratorijoje mechaniniu būdu buvo pagamintos 7 partijos betono bandinių. Partijos skyrėsi metalinio kordo atliekos, gautos iš perdirbtų padangų, kiekiu betone atitinkamai 0–5 % nuo smėlio kiekio. Betono sudėtis (mežiagų kiekis 1 m³ betono mišinio) pateikta 4 lentelėje.

Tyrimo metodikos

Betono mišiniai buvo maišomi laboratorijoje mechaniniu būdu. Suformavus $10 \times 10 \times 10$ cm bandinius formose, po 24 valandų jie buvo išimami iš formų ir laikomi 20°C temperatūros vandenyje 28 paras.

Bandinių tankis buvo nustatomas vadovaujantis LST EN 12390-7:2009 nurodymais. Bandinių tankis apskaičiuojamas pagal formulę:

$$q = \frac{m_0}{V}, \quad (1)$$

čia m_0 – išdžiovinto iki pastovios masės bandinio masė, kg; V – bandinio tūris, m^3 .

Betono kubeliai po 7, 28 parų ir 6 mėnesių kietėjimo vandenyje buvo gniuždomi presu. Betono gniuždy-
mo stipris buvo nustatomas pagal LST EN 12390-3:2009. Ardančiosios gniuždy-
mo jėgos pridėjimo greitis buvo 5 kN/s. Betono gniuždy-
mo stipris apskaičiuotas pagal for-
mulę:

$$f_{mc} = \frac{F_b}{A_b}, \quad (2)$$

čia F_b – ardančioji gniuždy-
mo jėga, kN; A_b – bandinio
skerspjūvio plotas, m^2 .

Ultragarso impulso sklidimo greitis nustatytas pagal LST EN 12504-4:2004 standarte pateikiamus reikalavimus.

Vandens įmirkis nustatytas po 4 parų mirkymo vandenyje. Bandiniai panardinami į geriamąjį (20 ± 5) $^\circ\text{C}$ temperatūros vandenį ir laikomi, kol bus pasiekta pastovi masė. Tarp bandinių turi būti mažiausiai 15 mm tarpai, o virš bandinių turi būti mažiausiai 20 mm vandens. Pastovi masė buvo pasiekta, kai dviejų svėrimų kas 24 h rezultatai skyrėsi mažiau nei 0,1 %. Prieš svėrimą bandiniai nušluostomi sudrėkintu ir išgręžtu audeklu, kad būtų pašalinamas vandens perteklius.

Vandens įmirkis apskaičiuojamas pagal formulę:

$$W = \frac{m_1 - m_0}{m_0} \cdot 100, \quad (3)$$

čia m_0 – visiškai sauso bandinio masė, kg; m_1 – normaliomis sąlygomis įmirkusio bandinio masė, kg.

Betono atsparumo šalčiui kriterijus K_s buvo apskaičiuotas, laikant, kad atsparus šalčiui bus tada, kai rezervinių (uždarų) porų tūris bus didesnis už vandens, esančio kapiliarinėse porose, tūrio prieaugį virstant jam ledu.

Atsparumo šalčiui kriterijus K_s apskaičiuojamas pagal formulę:

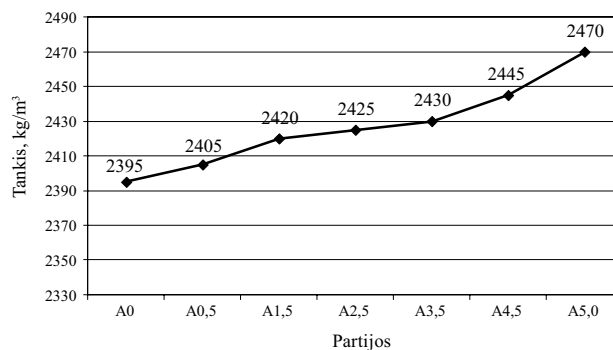
$$K_s = \frac{P_u}{0,09 P_a}, \quad (4)$$

čia P_u – uždaras poringumas; P_a – atviras poringumas.

Žinant atsparumo šalčiui kriterijų K_s betono atsparumas šalčiui buvo prognozuojamas pagal betono atsparumo šalčiui priklausomybę nuo atsparumo šalčiui kriterijaus K_s (Skripkiūnas 2007).

Rezultatų analizė

Atliekant tyrimus nustatytas betono tankis. Tyrimų rezultatai pateikti 1 pav.

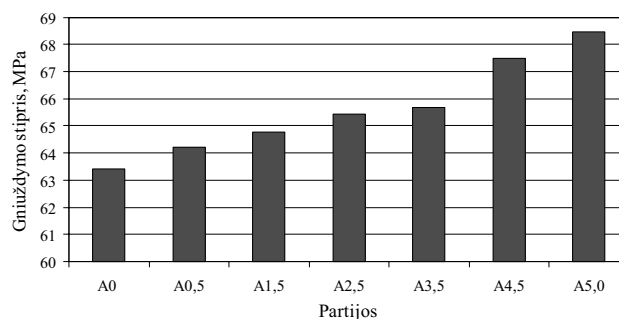


1 pav. Tankio ir metalinio kordo atliekos kiekio priklausomybė
Fig. 1. The dependence of quantity of the metal cord admixture in concrete on the density

Iš 1 pav. matyti, kad betonui gaminti naudojant metalinio kordo atlieką, gautą iš perdirbtų padangų, ir didinant jos kiekį, betono tankis padidėja. Esant 0 % atliekos kiekiui, tankis siekia 2395 kg/m^3 , o pridėjus 5 % metalinio kordo atliekos betono tankis padidėja 3,13 % – iki 2470 kg/m^3 .

Betono bandinių gniuždy-
mo stiprio po 7 kietėjimo
parų priklausomybė nuo metalinio kordo atliekos kiekio pateikta 2 pav.

Kaip matyti iš 2 pav., didžiausios stipruminės savybės pasiekiamos pridėjus į betono mišinį 5 % metalinio kordo atliekos, gautos iš perdirbtų padangų. Betono gniuždy-
mo stipris po 7 parų kietėjimo vandenyje mažiausias buvo be



2 pav. Gniuždy-
mo stiprio ir metalinio kordo atliekos kiekio
betone priklausomybė po 7 kietėjimo parų

Fig. 2. The dependence of compressive strength on the quantity of the metal cord admixture in concrete after 7 days of hardening

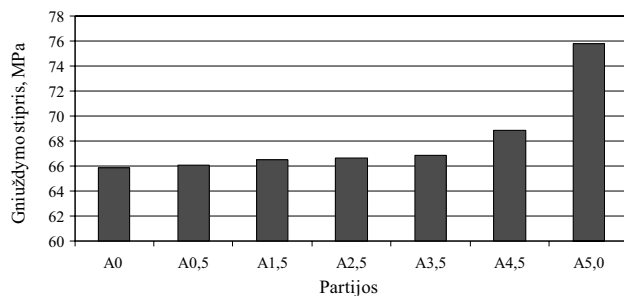
metalinio kordo atliekos (63,42 MPa). Didžiausias gniuždymo stipris (68,46 MPa) buvo betono, į kurį pridėta 5 % metalinio kordo atliekos. Nustatyta, kad didėjant metalinio kordo atliekos kiekiui iki 5 %, betono gniuždymo stipris po 7 kietėjimo parų didėja.

Betono bandinių gniuždymo stiprio po 28 parų kietėjimo priklausomybė nuo metalinio kordo atliekos kiekio pateikta 3 pav.

Atlikus tyrimus nustatyta, kad po 28 kietėjimo parų betono gniuždymo stipris didėja, t. y. didėjant metalinio kordo atliekos kiekiui iki 5 %. Gniuždymo stipris po 28 parų kito nuo 65,8 MPa iki 75,7 MPa.

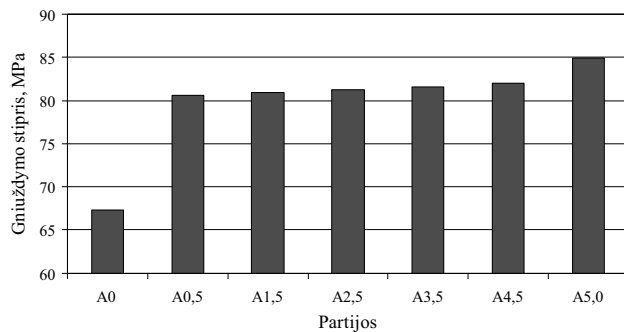
Betono bandinių gniuždymo stiprio po 6 mėnesių kietėjimo priklausomybė nuo metalinio kordo atliekos kiekio pateikta 4 pav.

Atlikus tyrimus nustatyta, kad po 6 mėnesių kietėjimo išliko ta pati tendencija, kaip ir po 28 kietėjimo parų, t. y. didėjant metalinio kordo atliekos kiekiui nuo 0 % iki 5 %, didėja ir betono gniuždymo stipris atitinkamai nuo 67,3 MPa iki 84, 92 MPa, t. y. skirtumas tarp kontrolinio bandinio ir bandinio su 5 % metalinio kordo atliekos beveik 21 %.



3 pav. Gniuždymo stiprio ir metalinio kordo atliekos kiekio betone priklausomybė po 28 kietėjimo parų

Fig. 3. The dependence of compressive strength on the quantity of the metal cord admixture in concrete after 28 days of hardening



4 pav. Gniuždymo stiprio ir metalinio kordo atliekos kiekio betone priklausomybė po 6 kietėjimo mėnesių

Fig. 4. The dependence of compressive strength on the quantity of the metal cord admixture in concrete after 6 months of hardening

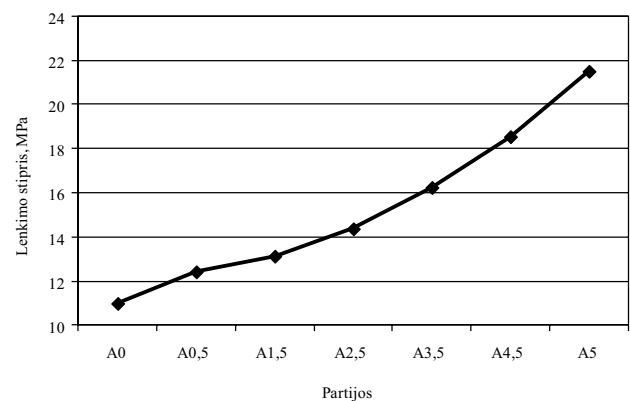
Betono bandinių lenkimo stiprio priklausomybė nuo metalinio kordo atliekos kiekio pateikta 5 pav.

Iš 5 pav. matyti, kad optimaliausia dėti 5 % metalinio kordo atliekos, nes lenkimo stipris padidėja iki 21,52 MPa, o kontrolinio bandinio lenkimo stipris siekia 11,01 MPa.

Atlikti tyrimai ultragarso impulso sklidimo greičiui nustatyti (6 pav.) betono bandiniuose po 7 ir 28 parų ir 6 mėnesių kietėjimo.

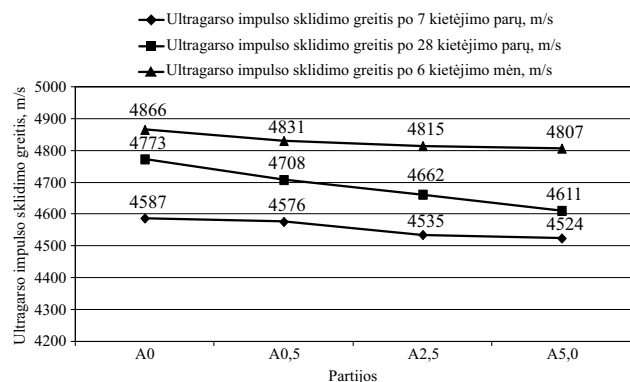
Atlikus tyrimus nustatyta, kad ultragarso impulso sklidimo greitis, didinant metalinio kordo atliekos kiekį, mažėjo. Ultragarso impulso sklidimo greitis po 7 kietėjimo parų, lyginant su kontroliniu bandiniu, sumažėjo 1,37 %, po 28 kietėjimo parų buvo nustatytas didžiausias sulėtėjimas – 3,39 %, o po 6 mėnesių kietėjimo sumažėjimas – 1,21 %. Bendras ultragarso impulso sklidimo greičio skirtumas tarp tos pačios partijos bandinių, lyginant po 7 parų ir 6 mėnesių kietėjimo, išaugo iki 6 %.

Betono bandinių įmirkio priklausomybė nuo metalinio kordo atliekos kiekio pateikta 7 pav.



5 pav. Lenkimo stiprio ir metalinio kordo atliekos kiekio betone priklausomybė

Fig. 5. The dependence of bending strength on the quantity of the metal cord admixture in concrete



6 pav. Ultragarso impulso sklidimo greičio ir metalinio kordo atliekos kiekio betone priklausomybė

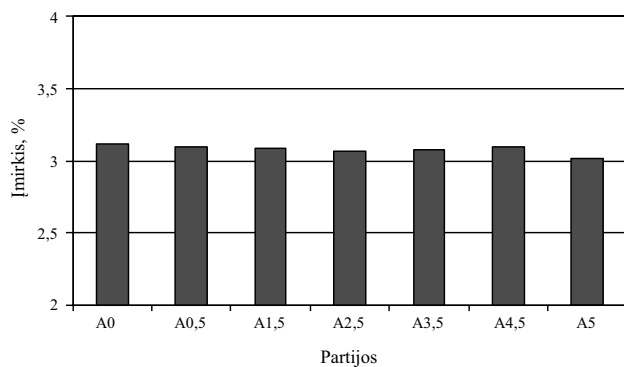
Fig. 6. The dependence of the spread of ultra sound speed on the quantity of the metal cord admixture in concrete

Atlikus tyrimus nustatyta, kad didinant metalinio kordo kiekį iki 5 % mažėja vandens įmirkis, tai gerina sukietėjusio betono savybes (7 pav.). Nepridėjus į betono mišinį metalinio kordo, įmirkis siekia 3,12 %, o esant 5 % metalinio kordo kiekiui, įmirkis sumažėja iki 3,02 %.

Pagal atsparumo šalčiui kriterijų K_s nustatytas betono prognozuojamas atsparumas šalčiui ciklais. Prognozuojamo atsparumo šalčiui ciklais priklausomybė nuo metalinio kordo atliekos kiekio pateikta 8 pav.

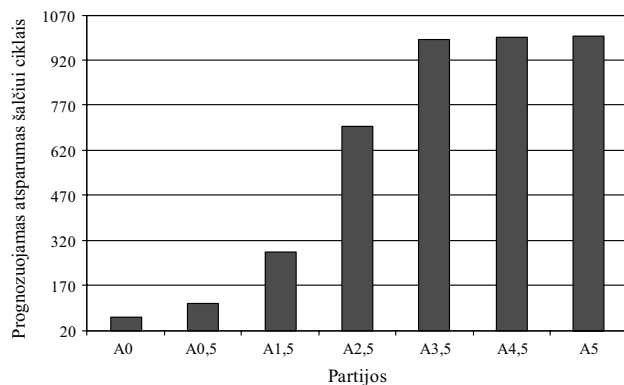
Atlikus tyrimus (8 pav.) nustatyta, kad prognozuojamas atsparumas šalčiui ciklais didėja. Didėjant metalinio kordo atliekos kiekiui nuo 0 % iki 5 % betone prognozuojamas atsparumas šalčiui didėja atitinkamai nuo 65 iki 998 ciklų.

Pagal gautus tyrimo rezultatus nustatyta, kad betono prognozuojamam atsparumui šalčiui ciklais turi įtakos metalinio kordo atliekos kiekis.



7 pav. Įmirkio ir metalinio kordo atliekos kiekio betone priklausomybė

Fig. 7. The dependence of water absorption on the metal cord concrete waste volume



8 pav. Prognozuojamo atsparumo šalčiui ciklais ir metalinio kordo atliekos kiekio betone priklausomybė

Fig. 8. The dependence of the predicted frost resistance in cycles on the quantity of the metal cord admixture in concrete

Išvados

1. Betono bandinių savybės priklauso nuo metalinio kordo atliekos, gautos iš perdirbtų padangų, kiekio.
2. Nustatyta, kad į betono mišinį pridėjus metalinio kordo atlieką, sukietėjusio betono tankis, lyginant su kontroliniu bandiniu, padidėjo 3,13 %, o ultragarso impulso sklaidimo greitis bandiniuose su metalinio kordo atlieka, gauta iš perdirbtų padangų, sumažėjo iki 1,37 %.
3. Atlikus tyrimus nustatyta, kad po 28 parų kietėjimo vandenyje betono gniuždymo stipris didėja, didėjant metalinio kordo atliekos kiekiui iki 5 %. Gniuždymo stipris po 28 parų kietėjimo vandenyje kito nuo 65,8 MPa iki 75,7 MPa.
4. Metalinio kordo atlieka mažina betono vandens įmirkį, tai gerina sukietėjusio betono savybes. Nepridėjus į betono mišinį metalinio kordo, įmirkis siekia 3,12 %, o esant 5 % metalinio kordo kiekiui įmirkis sumažėja iki 3,02 %.
5. Betono prognozuojamas atsparumas šalčiui ciklais didėja, didėjant metalinio kordo atliekos kiekiui nuo 0 % iki 5 %. Prognozuojamas atsparumas šalčiui didėja atitinkamai nuo 65 iki 998 ciklų.

Literatūra

- Belferrag, A.; Kriker, A.; Khenfer, M. E. 2013. Improvement of the compressive strength of mortar in the arid climates by valorization of dune sand and pneumatic waste metal fibres, *Construction and Building Materials* 40: 847–853. <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2012.11.079>
- Bentalha, M; Houari, A. 2007. *Influence de l'introduction de fibres metalliques sur le comportement differe d'une matrice cimentaire. Caracterisation – comportement monotone microstructure*: PhD thesis. Universitete de Constantine, Algerie, 2007. 116 p.
- Deltuva, J. 2001. Betono struktūros geometrinė interpretacija, iš *Pažangioji statyba: konferencijos pranešimų medžiaga*, 2001 m. balandžio 24–26 d. Kaunas, Lietuva. Kaunas: Technologija, 58–63.
- Deltuva, J. 1998. *Heterogeninių statybinių mišinių sandara ir savybės*. Kaunas: Technologija. 263 p.
- Deltuva, J. 1995. The Transformation principles of concrete macrostructure to the structural elements, in *4th International Conference on Modern Building Materials, Structures and Techniques*, 10–13 May 1995, Vilnius, Lithuania, 86–91.
- Gumuliauskas, A.; Abromavičius, G. 2001. Užpildo įtaka betono struktūros dalių stiprumui, iš *Pažangioji statyba: konferencijos pranešimų medžiaga*, 2001 m. balandžio 24–26 d., Kaunas, Lietuva. Kaunas: Technologija, 41–45.
- Gumuliauskas, A.; Skripkūnas, G. 2007. Cementbetonio kelias: nuo klasikinio iki racionalaus, *Nauja statyba* 2(24): 45–50; 3(25): 67–69.
- LST EN 12390-3:2009. *Betono bandymas. 3 dalis. Bandinių stipris gniuždant*. Vilnius, 2003. 16 p.

- LST EN 12504-4:2004. *Betono bandymas. 4 dalis. Ultragarso impulso sklidimo greičio nustatymas*. Vilnius, 2004. 16 p.
- LST EN 12390-7:2009. *Sukietėjusio betono bandymai. 3 dalis. Sukietėjusio betono tankis*. Vilnius, 2009. 10 p.
- LST EN 197-1: 2001. *Cementas. 1 dalis. Įprastinių cementų sudėtis, techniniai reikalavimai ir atitikties kriterijai*. Vilnius, 2001. 26 p.
- LST EN 12620:2003. *Betono užpildai*. Vilnius, 2003. 45 p.
- LST EN 1008:2003. *Vanduo betonui. Techniniai reikalavimai ėminių ėmimo, bandymo ir tinkamumo reikalavimai, įskaitant grąžinamą iš gamybos betono pramonėje vandenį, pakartotinai naudojamą betono mišiniui ruošti*. Vilnius, 2003. 15 p.
- Naujokaitis, R. 2007. *Statybinės medžiagos. Betonai*. Vilnius, Technika. 355 p. ISBN 978-9955-28-209-9.
<http://dx.doi.org/10.3846/966-S>
- Skripkiūnas, G. 2007. *Statybinių konglomeratų struktūra ir savybė*. Kaunas: Vitae Litera. 334 p.
- Tlemat, H.; Pilakoutas, K.; Neocleous, K. 2006. Design issues for concrete reinforced with steel fibres recovered from waste tyres, *Journal of Materials in Civil Engineering*, 18(5): 677–685.
[http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)0899-1561\(2006\)18:5\(677\)](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)0899-1561(2006)18:5(677))

INFLUENCE OF METAL CORD WASTE CONTENT ON THE PROPERTIES OF CONCRETE

G. Pranckevičiūtė, D. Nagrockienė

Abstract

Concrete is the most widely used building material, which received hardening of mixture prepared from the coarse and fine aggregate, binding substance – cement and water. Cement and aggregate quality, v/c ratio of the mixture is determined by the uniformity of compacting properties of the concrete basic. Compressive strength of concrete is one of the most important properties of concrete. The paper examined a metal cord waste from recycled tires, effect on concrete properties, the optimal additive content was chosen. After the studies of the properties of the concrete with the different quantities of metal cord waste, it was determined that by increasing the amount of waste metal cord in the concrete the compressive strength of the specimens, density, predicted resistance to frost cycles increases, and absorption decreases.

Keywords: concrete, concrete properties, compressive strength, the steel-cord waste, density, frost resistance.