

P.Freimane, G. Būmanis, D. Bajāre

## AUGSTAS STIPRĪBAS BETONA ĪPAŠĪBAS DAŽĀDOS CIETĒŠANAS APSTĀKĻOS

Pēdējos gados arvien vairāk tiek veikti pētījumi par augstas stiprības betoniem (ASB) ar stiprību no 60 līdz 120 MPa, to izgatavošanas tehnoloģijām un piemērotāko testēšanas metožu izvēli [1]. Tradicionāli ASB iegūšana ir saistīta ar augsta cementa daudzuma patēriņu (virs 510 kg/m<sup>3</sup>) [1]. Eiropā 2013. gadā saražoja 240 miljonus tonnas cementa klinkeru [2] un procesam nepieciešamo siltumenerģiju galvenokārt nodrošina fosilais kurināmais. Lai saražotu 1 t cementa klinkera tiek radīti 841 kg CO<sub>2</sub> izmeši [2]. Tādēļ, lai samazinātu CO<sub>2</sub> izmešu daudzumu cenšas samazināt cementa patēriņu, aizstājot to ar efektīvām mikropiedevām, piemēram, mikrosilīciju, metakaolīnu un cenosfērām.

Pētnieciskā darba mērķis ir noteikt cietēšanas apstākļu un mikropiedevu ietekmi uz ABS īpašībām. Lai sasniegtu mērķi tika izgatavoti paraugi, kuriem 15% no cementa tika aizstāts ar metakaolīnu saturošiem blakusproduktiem (MKW) un cenosfērām (CS). Mikropiedevu sastāvā ir SiO<sub>2</sub> un Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, kas nodrošina materiāliem pucolānu aktivitāti un izpētīt kā var ietekmēt svaiga un sacietējuša betona īpašības. Paraugi cietināti dažādos cietēšanas apstākļos, lai noskaidrotu temperatūras un mitruma ietekmi uz ABS īpašībām. Tika izpētīti 3 cietēšanas apstākļi: ūdenī, kura temperatūra ir 22 °C (i), gaisā, kura temperatūra ir 22 °C un RH 60% (ii) aukstuma kamerā, kurā temperatūra ir 2±2°C (iii).

Svaigam betonam tika noteikta konusa izplūde 650x660 mm un svaiga betona tilpummasas 2234 – 2409 g. ABS stiprības pārbaudes tika veiktas 14, 28 dienas vecumā pēc tā izgatavošanas. Hlorīdu iesūkšanās tests veikts saskaņā ar NT BUILD 492 metodi.

Lai saglabātu ASB iestrādājamību, sastāvam MKW mikropiedevupar 33 %, tika palielināts plastifikatora daudzums, sastāvam ar CS - plastifikatora daudzums tika paaugstināts par 87%, salīdzinot ar kontrolsastāvu. Pārbaudot betona stiprību 14 dienu vecumā pēc izgatavošanas, cietēšanas apstākļos (i), kontrolsastāva spiedes stiprība ir 66 MPa, MKW stiprība ir par 4% augstāka (69 MPa), CS tā samazinājās par 28% (48 MPa). Cietēšanas apstākļos (ii) kontrolsastāva ir 70 MPa, MKW tā paaugstinājās par 3% (73 MPa), CS tā samazinājās par 36% (45 MPa). Cietēšanas apstākļos (iii) kontrolsastāva ir 67 MPa, MKW tā paaugstinājās par 3% (69 MPa), bet CS tā samazinājās par 39% (41 MPa).

Pēc 28 dienu cietēšanas (i) apstākļos spiedes stiprība pieauga kontrolsastāvam par 8%, ar MKW, par 9% un ar CS par 7%, (ii) cietēšanas apstākļos kontrolsastāvam stiprība nepieauga, MKW pieauga par 8% un CS par 6%, savukārt (iii) cietēšanas apstākļos kontrolsastāvam stiprība pieauga par 3%, MKW par 12%, CS par 15%. Aizstājot cementu ar MKW, spiedes stiprība pēc 28 dienu cietēšanas sasniedza no 105 līdz 112% no kontroles sastāva stiprības (75 – 78 MPa), neatkarīgi no cietēšanas apstākļiem, savukārt betons ar CS sasniedza 68 – 71% no kontroles stiprības.

Izmantojot metakaolīnu saturošus atkritumproduktus kā mikropiedevu, tika samazināts nepieciešamais cementa daudzums betonā, un uzlaboti spiedes stiprības rezultāti, savukārt cenosfēras kā cementa aizvietotājs nav efektīvs. Augstas stiprības betonam cietēšanas apstākļi nenozīmīgi ietekmē spiedes stiprības izmaiņas un tās ir 3.5% diapazonā.

**Pateicība:** Pētījumi veikti pateicoties 2014-2017. g. Latvijas Valsts pētījumu programmas „Inovātīvi materiāli un viedās tehnoloģijas vides drošumam, IMATEH” finansējumam.

### Literatūra:

- [1] Kumar Mehta, Paulo J. M. Menteiro „Concrete Microstructure, Properties, and Materials” 2006. gads, ASV, The McGraw-Hill Companies
- [2] The European Cement Association: Key facts & figures / Internets - <http://www.cembureau.be/about-cement/key-facts-figures>