

SANOAT CHIQINDILARI
MIKROKREMNEZYOM VA
YUQORI
PORTLANDSEMENT

Mukimov A. (PhD)



BO'LGAN
SEOLITDAN

MARKALI OLISH

Annotatsiya.

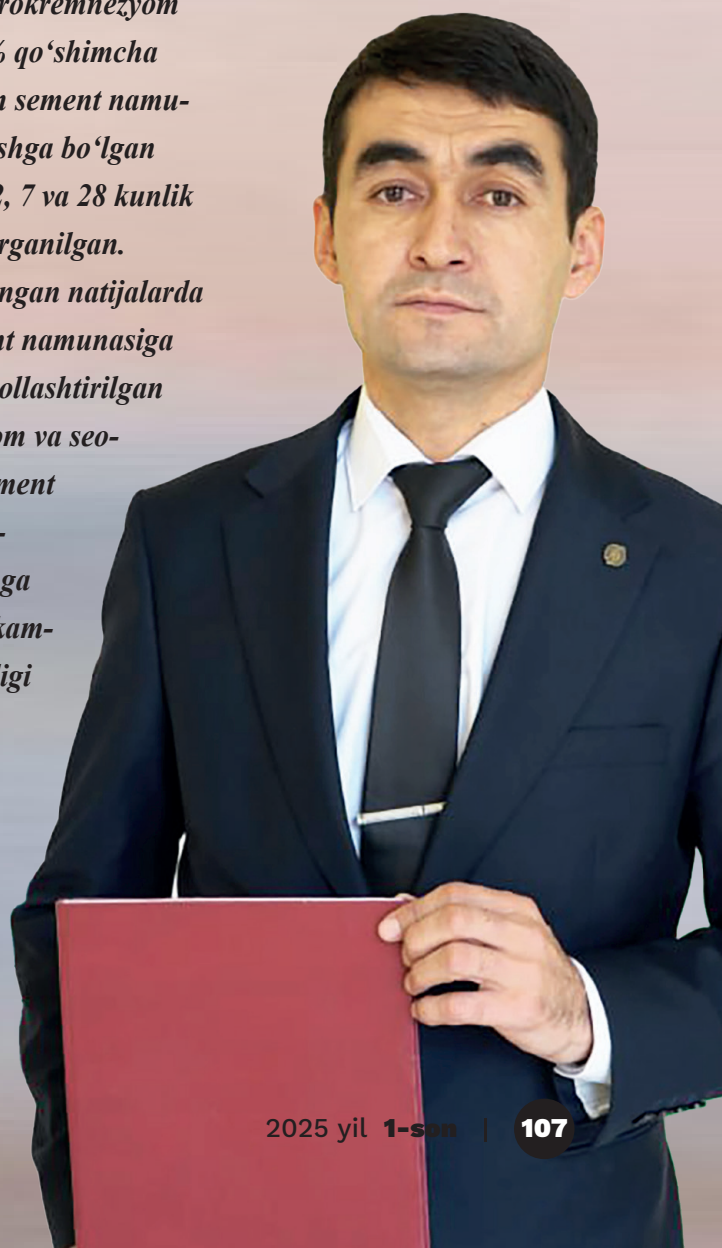
Tadqiqot maqsadi. Sementga bo'lgan talab yuqoriligi sababli, yuqori sifatli sement ishlab chiqarish muhim hisoblanadi. Olib borilgan tadqiqotimizda sement ishlab chiqarish uchun sarflanadigan klinker sarfini kamaytirgan holda, sementning mustahkamligini oshirishdan iborat.

Tadqiqot metodlari. Bunda klinker sarfini kamaytirish va sement mustahkamligini oshirish uchun aktivlangan mikrokremsiyom, seolit va yangi polikarboksilatli superplastifikatordan foydalanish samarali natija berdi.

Tadqiqot natijalari. Bunda aktivlangan mikrokremsiyom tarkibidagi Si sement gidrotatsiyasi natijasida hosil bo'lgan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ bilan ikkilamchi gidrotatsiyaning yaxshi borishini ta'minlaydi. Superplastifikator

esa sement zarralarining tarqalishini yaxshilaydi va suv sarfini kamaytiradi. An'anaviy sementga aktivlangan mikrokremsiyom va seolitdan 10% qo'shimcha qo'shib olingan sement namunalari siqilishga bo'lgan mustahkamligi 2, 7 va 28 kunlik namunalarda o'rganilgan.

Xulosa. Olingan natijalarda an'anaviy sement namunasiga nisbatan 10% faollashtirilgan mikrokremsiyom va seolit qo'shilgan sement kompoziti namunasining siqilishga bo'lgan mustahkamligi yuqori ekanligi aniqlandi.



Kalit soʻz:

faollashtirilgan mikrokremsiyom, puzalonik, gidrotatsiya, modifikatsiya, polikarboksilat, seolit, superplastifikator.

Kirish.

Bugungi kunda sement ishlab chiqarishga boʻlgan talab yuqori boʻlib buning asosiy sababi qurilish sohasida chidamliligi va mustahkamligi sababli asosiy materiallardan biri hisoblanadi. Bizga maʼlumki sement mahsuloti qurilish sanoatida asosiy materiallardan biri boʻlib, uning sifatligi va mustahkamligi qurilish sanoatida juda muxim xisoblanadi. Bizga malumki sementga boʻlgan talabning yuqoriligi sababli sement ishlab chiqarish uchun koʻp miqdorda issiqlik va elektr energiyasi sarf boʻlishi bilan bir qatorda atmosferaga CO₂ gaz ham ajralishi dolzarb muammo xisoblanadi.

Adabiyotlar tahlili va metodlar.

Sementga boʻlgan talab yuqori boʻlganligi sababli sement sarfini kamaytirish maqsadida turli mineral qoʻshimchalardan (domno pechi shilagi, seolit, mikrokremsiyom) 10-12% gacha qoʻshilganda yaxshi natija bergan. Bu sement sarfini kamaytirish bilan birga sement mustahkamligini ham oshiradi [1]. Portlandsementning fizik-mexanik xossalarini yaxshilash maqsadida sanoat chiqindi yoki qoʻshimcha mahsulotlaridan foydalaniladi, bunday qoʻshimcha mahsulotlardan biri kremniy va ferrosilicon sanoatida erish jarayoning qoʻshimcha mahsuloti boʻlgan mikrokremsiyom (MK) yuqori sifatli beton ishlab chiqarishda samarali hisoblanadi [2,3]. Sement sarfini kamaytirish va mustahkamligini oshirish maqsadida puzalon xossaga ega boʻlgan qoʻshimchalardan koʻp foydalaniladi. Puzalon xossaga ega boʻlgan qoʻshimchalarga, tabiiy minerallar va sanoat chiqindi mahsulotlaridan foydalanish iqtisodiy va ekologik jihatdan samarali hisoblanadi. Puzalon xossalari moddalar tarkibida mikrokremsiyom va alyuminiy boʻlgan moddalardir. Ular sement bilan birga namli sharoitda, oddiy haroratda hosil boʻlgan Ca(OH)₂ bilan gidrtlanib C-S-H larni hosil qiladi. Bu esa sement mustahkamligining yuqori boʻlishini taminlaydi [4,5].

Sementning mustahkamligini oshirish va uning sarfini kamaytirish maqsadida, mikrokremsiyomdan foydalanish va uni faollashtirish usullari koʻrib chiqilgan. Ishqoriy muhitda faollashtirilgan mikrokremsiyomni sementga qoʻshilganda, betonning fizik-mexanik xossalarini yaxshilashga yordam bergan [6]. Mikrokremsiyom qoʻshimchasi qoʻshilgan beton namunalariga atmosfera bosimida turli (65, 70 va 75°C) haroratda bugʻ bilan ishlov berilgan. Olingan natijalarga koʻra 70°C haroratda olib borilgan beton namunasining egilishga va siqilishga boʻlgan mustahkamligi yuqori ekanligini kuzatilgan [7]. Tabiiy shagʻal asosida tayyorlangan betonning suv/ement nisbatlari ($W / C = 0,33, 0,43, 0,53$ va $0,63$), silica fumeni qoʻshgan va qoʻshmagan holda

yorilishga boʻlgan mustahkamligi tekshirilganda, suv/ement nisbatining kamayishi silica fumeni qoʻshilishi toʻldiruvchi va sement pastasining orasidagi gʻovakligini kamaytiradi va yorilishga boʻlgan mustahkamligini oshiradi [8]. Suv sement nisbatining koʻpayishi toʻldiruvchi va sement pastasining orasida gʻovakliga ortadi, bu esa yoriqlarning ortishi va mustahkamlikning pasayishiga olib keladi. Mikrokremsiyomning 20% sement bilan almashtirilishi va superplastifikator qoʻshish, anʼanaviy sement xamiriga qaraganda yuqoriroq interfaol zonani hosil qiladi. Bunda silica fumening SF mikro tuzilishga ega ekanligi va ikkilamchi gidrotatsiyaning yaxshi borishini taminlasa, superplastifikator SP esa mikrozarra-chlarning deflokulyatsiyasini yaxshilaydi va suv sarfini kamaytiradi [9]. Sement asosli barcha mahsulotlar toʻldiruvchi va sementdan hosil boʻlgan sement kompozitida zayif interfaol zonalar mavjud boʻladi. Sement kompozitidagi yoriqlar ushbu zayif zonalar boʻylab tarqaladi, vaqt oʻtishi bilan turli tashqi omillar taʼsirida, uning mustahkamligi sezilarli darajada pasayadi. Aralashmaga mineral qoʻshimchalar sifatida silica fumening qoʻshilishi interfaol zonaning mikro tuzilishini sezilarli darajada oʻzgarishga va sement kompozitining fizik-mexanik xossalarini yaxshilashga sabab boʻladi. Shu sababli sement kompozitining uzoq muddat ishlashi uchun interfaol zonasi iloji boricha zich boʻlishi kerak. [10]

Natijalar va muhokama.

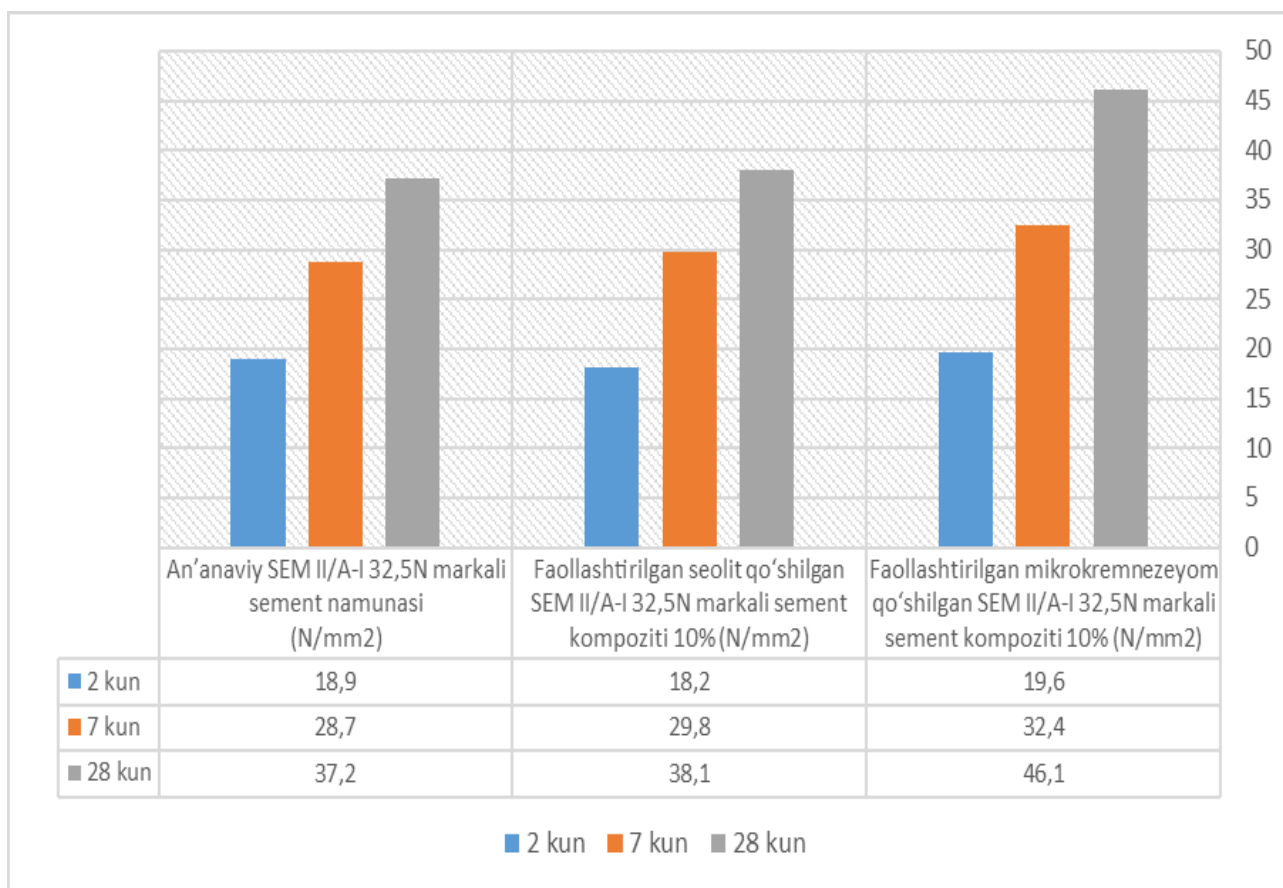
Mikrokremsiyomni (seolit) aktivlash quyadagicha olib borildi. Dastlab mikrokremsiyomdan 100 gr tortib olinadi va 5% li 200gr trietanolamin eritmasiga qoʻshilib 3 soat davomida 60°C da qizdiriladi. Olingan modda vakuum filtrda filtrlab olinadi va 45°C da 24 soat davomida quritiladi va maydalanadi.

Faollashtirilgan mikrokremsiyom (seolit) qoʻshilgan sementli namunalarini olishda va sement markasini aniqlashda namunalar quydagi tartibda tayyorlandi. Dastlab 1350 gr standart polifraktsion qum, anʼanaviy SEM II/A-I 32,5N markali sementdan 405 gr, trietanolaminning 5% eritmasida faollashtirilgan mikrokremsiyomdan sement massasining 5 va 10% miqdorlarda (5%-22,5gr va 10%-45gr) qoʻshdik. Sement massasiga nisbatan 1% yangi polikarboksilatli superplastifikator va 225 ml suv qoʻshilib maxsus aralashtirgichda aralashtirildi va 4x4x16 oʻlchamli qolipga quyildi. Namunalar qoliplarda 24 soat davomida maxsus 98% namlik saqlaydigan klimatik kamerada saqlandi, qoliplardan olingan namunalar yana 98% namlik saqlaydigan klimatik kameradagi suv toʻldirilgan idishlarga qoʻyildi. Sinovdan oʻtkazish uchun namunalar 2, 7 va 28 kunlikda olinib maxsus presslarda sinovdan oʻtkazildi.

Sement namunalarining tarkibida 10% faollashtirilgan mikrokremsiyom va yangi polikarboksilatli superplastifikator boʻlgan sement kompoziti namunalarining siqilishga boʻlgan mustahkamligi dastlabki 2 kunligida sinovdan oʻtkazilganda, anʼanaviy SEM

II/A-I 32,5N markali sement namunasiga nisbatan 9% mustahkamligi yuqori. Yana shu namunalarning 7 kunligi sinovdan o'tkazilganda mikrokremnezyomli sement kompoziti an'anaviy SEM II/A-I 32,5N markali sement namunasidan 14,7% ga mustahkamligini ko'rishimiz mumkun. Mikrokremnezyomli sement kompozit namunasining 28 kunlikdagi siqilishga bo'lgan mustah-

kamligi an'anaviy SEM II/A-I 32,5N markali sement namunasiga nisbatan 20,6% ga mustahkam ekanligini aniqlandi. Faollashtirilgan seolit qo'shilgan sement namunalarining 28 kunlik namunalari an'anaviy sement namunalariga nisbatan 2,4% ga mustahkamligi yuqori ekanligi aniqlandi. (1-rasm)



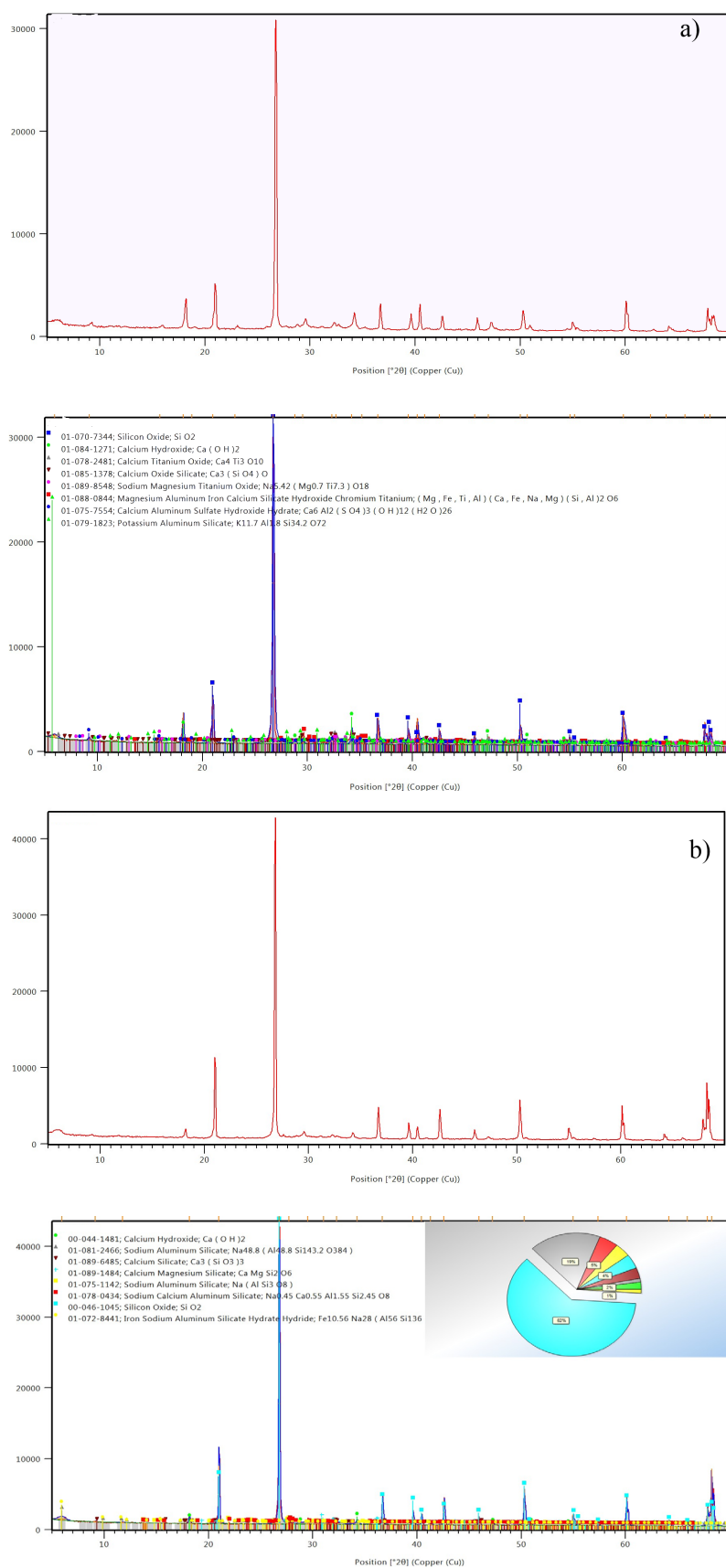
1-rasm. Sement namunalarining siqilishga bo'lgan mustahkamligi

Faollashtirilgan mikrokremnezyom qo'shilgan sement namunasini qotish vaqtini laboratoriyada tekshirganimizda, qotish boshlanishi an'anaviy SEM II/A-I 32,5N markali sement namunasiga nisbatan sezilarli darajada samarali ekanligini ko'rishimiz mumkin (1-jadval).

1-jadval.

Sement namunalarining qotish vaqti.

№	Kunlik namunalar	An'anaviy SEM II/A-I 32,5N markali sement namunasi (min)	Faollashtirilgan seolit qo'shilgan SEM II/A-I 32,5N markali sement kompoziti 10% (min)	Faollashtirilgan mikrokremnezyom qo'shilgan SEM II/A-I 32,5N markali sement kompoziti 10% (min)
1	Qo'shilgan suv miqdori	121 ml	120 ml	119 ml
2	Qotish boshlanishi	130	140	160
3	Qotish tugashi	181	190	210



2-rasm. X-ray diffraktometr analiz natijalari. a) seolit qo'shilgan sement kompoziti.
 b) mikro kremnezyomli sement kompoziti.

Faollashtirilgan mikrokremnezyom qo'shilgan sement kompoziti 5-b rasmda 18, 28 va 34 sohalarida $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ning diffraktsiya cho'qqilari, seolit qo'shilgan sement namunasidagi (5-a rasm) 18,34 va 47 sohalaridagi $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ning diffraktsiya cho'qilaridan zayif ekanligini ko'rishimiz mumkin. Sement tarkibidagi alit C_3S ning gidrotatsiyasi natijasida, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ kristallari hosil bo'ladi, lekin diffraktsiya cho'qilarining zayif bo'lishi faol SiO_2 ning gidrotatsiya vaqtida Ca^{+2} ion bilan birikib C-S-H larni hosil qilishi hisobigadir [11]. Vaqt o'tishi bilan sement matritsada C-S-H va kaltsiy sulfoalyuminat gidrotatsion mahsulotlarining oshib borishi sement mustahkamligining oshib borishini taminlaydi. Gidrotatsiyaga uchramasdan qolgan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ kristallari sement mustahkamligiga salbiy ta'sir qiladi.

Olib borilgan tadqiqotlar natijasida an'anaviy sement namunasi va seolit qo'shilgan sement kompozitiga nisbatan faollashtirilgan mikrokremnezyom qo'shilgan sement kompoziti mustahkamroq ekanligi aniqlandi.

Xulosa: Olib borilgan tadqiqot natijasida sement massasiga nisbatan 10% miqdorida faollashtirilgan mikrokremnezyom qo'shilgan sement kompozitining siqilishga bo'lgan mustahkamligi yuqori bo'lishi aniqlandi.

Sement namunalarining qotish vaqti o'rganilganda, faollashtirilgan mikrokremnezyom qo'shilgan sement namunasining seolit qo'shilgan sement kompoziti va an'anaviy sement namunasiga nisbatan suv sarfining kamligi va qotish vaqtining uzoqligi bilan yuqori samaraga ega ekanligini ko'rishimiz mumkin.

Shuningdek o'tkazilgan x-ray difraktometrik taxlil natijalari sement tarkibiga faollashtirilgan mikrokremnezyom qo'shib olingan sement kompoziti matritsada $\text{Ca}(\text{OH})_2$ va faol kremniy dioksidlari hisobiga alyuminosilikatlar va kaltsiy gidrosilikatlar CSH hosil bo'lishini ko'rsatdi.

Adabiyotlar

1. A.S. Muqimov, X.X. Turayev, M.U. Karimov, P.J. Tojiyev Mikrokremnezyom va seolit mineral qo'shimchalar qo'shilgan sementning mexanik xususiyatlarini o'rganish Kompozitsion materiallar Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali №4/2022
2. M N Khan 1, S Singla, R Garg, and R Garg Effect of Microsilica on Strength and Microstructure of the GGBS-based Cement composites Materials Science and Engineering 961 (2020) 012007 doi:10.1088/1757-899X/961/1/012007
3. Rafat Siddique Utilization of silica fume in concrete: Review of hardened properties Resources, Conservation and Recycling Volume 55, Issue 11, September 2011, Pages 923-932 <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2011.06.012>
4. Thorstensen, R.T., Fidjestol, P. Inconsistencies in the pozzolanic strength activity index (SAI) for silica fume according to EN and ASTM. Mater Struct 48, 3979-3990 (2015). <https://doi.org/10.1617/s11527-014-0457-6>
5. ASTM C125 (2007) Standard terminology relating to concrete and concrete aggregates. ASTM International, West Conshohocken
6. E. Tkach, V. Soloviev, R. Temirkanov, Denis B. Solovev The Study of Cement Concrete with Improved Properties Based on the Use of Activated Silica Fume <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.992.228>
7. AYDIN, A.C., ÖZ, A., POLAT, R. et al. Effects of the different atmospheric steam curing processes on the properties of self-compacting-concrete containing microsilica. Sadhan - Vol. 40, Part 4, June 2015, pp. 1361-1371. Indian Academy of Sciences <https://doi.org/10.1007/s12046-015-0338-x>
8. G. Prokopskia, B. Langierb Effect of water/cement ratio and silica fume addition on the fracture toughness and morphology of fractured surfaces of gravel concretes. Cement and Concrete Research 30 (2000) 1427-1433 [https://doi.org/10.1016/S0008-8846\(00\)00332-X](https://doi.org/10.1016/S0008-8846(00)00332-X)
9. Sinan Caliskan. Aggregate/mortar interface: influence of silica fume at the micro- and macro-level Cement & Concrete Composites 25 (2003) 557-564 [https://doi.org/10.1016/S0958-9465\(02\)00095-1](https://doi.org/10.1016/S0958-9465(02)00095-1)
10. Dale P. Bentz, Paul E. Stutzman, Edward J. Garboczi Experimental and simulation studies of the interfacial zone in concrete Cement and Concrete Research Volume 22, Issue 5, September 1992, Pages 891-902 [https://doi.org/10.1016/0008-8846\(92\)90113-A](https://doi.org/10.1016/0008-8846(92)90113-A)
11. Xu, C.W.; Ni, W.; Li, K.Q.; Zhang, S.Q.; Li, Y.; Xu, D. Hydration Mechanism and Orthogonal Optimisation of Mix Proportion for Steel Slag-Slag-Based Clinker-Free Prefabricated Concrete. Constr. Build. Mater. 2019, 228, 117036. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.117036>