



UDK: 666.972.16

Abdullo MUKUMOV,
Termiz davlat universiteti tayanch doktoranti
E-mail: Soatov15@mail.ru
Xayit TURAYEV,
Termiz davlat universiteti professori, k.f.d.
Panji TOJIYEV,
Termiz davlat universiteti dotsenti, t.f.d.
Ma'sud KARIMOV,
Toshkent kimyo texnologiya ilmiy tadqiqot instituti professori, t.f.d.

TKTITI professori, t.f.d F.N.Nurqulov taqrizi asosida

FAOLLASHTIRILGAN MIKROKREMNEZYOM YORDAMIDA PORTLANDSEMENTNING FIZIK-KIMYOVIY XOSSALARINI OSHIRISH TADQIQOTI

Annotatsiya

Sementga bo'lgan talab yuqori bo'lganligi sababli, yuqori sifatli sement ishlab chiqarish muxim hisoblanadi. Olib borilgan tadqiqotimizda sement sarfini kamaytirish va uning mustahkamligini oshirish maqsadida faollashtirilgan mikro kremnezyom va yangi polikarboksilatli superplastifikatordan foydalanish samarali natija berdi. An'anaviy sement va faollashtirilgan mikro kremnezyomdan qo'shimcha qilingan sement namunalari siqilishga bo'lgan mustahkamligi o'rganilgan. Shuningdek, olingan namunalarni qotish vaqtлари va x-ray diffraktometriya usuli yordamida tadqiq qilindi hamda taqqoslandi. Olingan natijalarda an'anaviy sement namunasiga nisbatan 10% faollashtirilgan mikro kremnezyom qo'shilgan sement kompoziti namunasining siqilishga bo'lgan mustahkamligi yuqori ekanligi aniqlandi.

Kalit so'zlar: Faollashtirilgan mikro kremnezyom, puzalonik, gidrotatsiya, modifikatsiya, polikarboksilat.

STUDIES ON IMPROVING PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF PORTLAND CEMENT USING ACTIVATED MICRO SILICA

Annotation

Due to the high demand for cement, the production of high-quality cement is considered important. In our studies, the use of activated microsilica and a new polycarboxylate superplasticizer to reduce cement consumption and increase its strength gave effective results. The compressive strength of samples of ordinary cement and cement with the addition of activated microsilica was studied. The solidification times of the obtained samples were also studied and compared by X-ray diffractometry. In the results obtained, it was found that the compressive strength of a sample of a cement composite with 10% activated microsilica is higher than that of a sample of traditional cement.

Key words: Activated microsilica, pozzolanic, hydration, modification, polycarboxylate.

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО УЛУЧШЕНИЮ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АКТИВИРОВАННОГО МИКРОКРЕМНЕЗА

Аннотация

В связи с высоким спросом на цемент производство высококачественного цемента считается важным. В наших исследованиях использование активированного микрокремнезема и нового поликарбоксилатного суперпластификатора с целью снижения расхода цемента и повышения его прочности дало эффективные результаты. Исследована прочность на сжатие образцов обычного цемента и цемента с добавками активированного микрокремнезема. Также были изучены и сопоставлены времена затвердевания полученных образцов методом рентгеновской дифрактометрии. В полученных результатах установлено, что прочность на сжатие образца цементного композита с 10 % активированного микрокремнезема выше, чем у образца традиционного цемента.

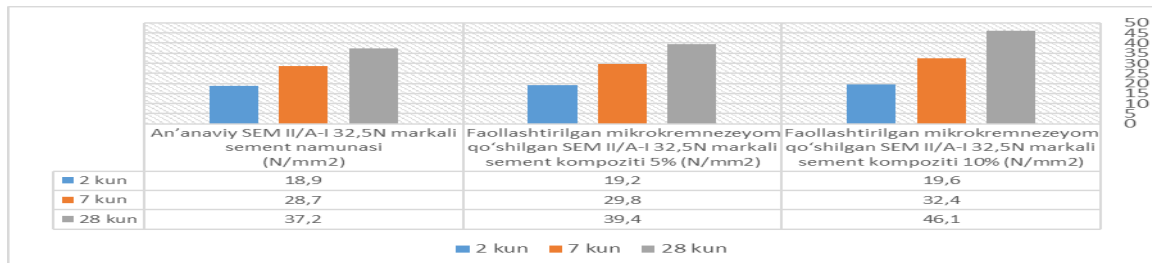
Ключевые слова: Активированный микрокремнезем, пуццолан, гидратация, модификация, поликарбоксилат.

Kirish. Bugungi kunda sement ishlab chiqarishga bo'lgan talab yuqori bo'lib buning asosiy sababi qurilish sohasida chidamliligi va mustahkamligi sababli asosiy materiallardan biri hisoblanadi. Sementga bo'lgan talab yuqori bo'lganligi sababli sement sarfini kamaytirish maqsadida turli mineral qo'shimchalardan (domno pechi shilagi, seolit, mikro kremnezyom) 10-12% gacha qo'shilganda yahshi natija bergan. Bu sement sarfini kamaytirish bilan birga sement mustahkamligini ham oshiradi [1]. Portlandsementning fizik-mexanik xossalarini yaxshilash maqsadida sanoat chiqindi yoki qo'shimcha mahsulotlaridan foydalaniladi, bunday qo'shimcha mahsulotlardan biri kremniy va ferrosilicon sanoatida erish jarayoning qo'shimcha mahsuloti bo'lgan mikro kremnezyom (MK) yuqori sifatli beton ishlab chiqarishda samarali hisoblanadi [2]. Sement sarfini kamaytirish va mustahkamligini oshirish maqsadida puzalon xossaga ega bo'lgan qo'shimchalardan ko'p foydalaniladi. Puzalon xossaga ega bo'lgan qo'shimchalarga, tabiiy minerallar va sanoat chiqindi mahsulotlaridan foydalanish iqtisodiy va ekologik jihatdan samarali hisoblanadi. Puzolon xossali moddalar tarkibida mikro kremnezyom va alyuminiy bo'lgan moddalardir. Ular sement bilan birga namli sharoitda, oddiy haroratda hosil bo'lgan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ bilan gidrtlanib C-S-H larni hosil qiladi. Bu esa sement mustahkamligining yuqori bo'lishini taminlaydi [4].

Sementning mustahkamligini oshirish va uning sarfini kamaytirish maqsadida, mikrokremnezyomdan foydalanish va uni faollashtirish usullari ko'rib chiqilgan. Ishqoriy muhitda faollashtirilgan mikrokremnezyomni sementga qo'shilganda, betonning fizik-mexanik xossalarini yaxshilashga yordam bergan [6]. Mikrokremnezyom qo'shimchasi qo'shilgan beton namunalariga atmosfera bosimida turli (65, 70 va 75°C) haroratda bug' bilan ishlov berilgan. Olingan natijalarga ko'ra 70°C haroratda olib borilgan beton namunasining egilishga va siqilishga bo'lgan mustahkamligi yuqori ekanligini kuzatilgan [7]. Tabiiy shag'al asosida tayyorlangan betonning suv/semant nisbatlari ($W/C = 0,33, 0,43, 0,53$ va $0,63$), silica fumeni qo'shgan va qo'shmagan holda yorilishga bo'lgan mustahkamligi tekshirilganda, suv/semant nisbatining kamayishi silica fumeni qo'shilishi to'ldiruvchi va sement pastasining orasidagi g'ovakligini kamaytiradi va yorilishga bo'lgan mustahkamligini oshiradi [8]. Suv sement nisbatining ko'payishi to'ldiruvchi va sement pastasining orasida g'ovakliga ortadi, bu esa yoriqlarning ortishi va mustahkamlikning pasayishiga olib keladi. Mikrokremnezyomning 20% sement bilan almashtirilishi va superplastifikator qo'shish, an'anaviy 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 mikrozarxlarning deflokulyatsiyasini yaxshilaydi va suv sarfini kamaytiradi [9]. Sement asosli barcha mahsulotlar to'ldiruvchi va sementdan hosil bo'lgan sement kompozitida zaif interfaol zonalar mavjud bo'ladi. Sement kompozitidagi yoriqlar ushbu zaif zonalar bo'ylab tarqaladi, vaqt o'tishi bilan turli tashqi omillar ta'sirida, uning mustahkamligi sezilarli darajada pasayadi. Aralashmaga mineral qo'shimchalar sifatida silica fumening qo'shilishi interfaol zonaning mikro tuzilishini sezilarli darajada o'zgarishiga va sement kompozitining fizik-mexanik xossalarini yaxshilashga sabab bo'ladi. Shu sababli sement kompozitining uzoq muddat ishlashi uchun interfaol zonasi iloji boricha zich bo'lishi kerak [10].

Tajribaviy qism. Faollashtirilgan mikrokremnezyom qo'shilgan sementli namunalarini olishda va sement markasini aniqlashda namunalar quyidagi tartibda tayyorlandi. Dastlab 1350 gr standart polifraktсион qum, an'anaviy SEM II/A-I 32,5N markali sementdan 405 gr, trietanolaning 5% eritmasida faollashtirilgan mikrokremnezyomdan sement massasining 5 va 10% miqdorlarda (5%-22,5gr va 10%-45gr) qo'shdik. Sement massasiga nisbatan 1% yangi polikarboksilatli superplastifikator va 225 ml suv qo'shib maxsus aralashtirgichda aralashtirildi va 4x4x16 o'lchamli qolipga quyildi. Namunalar qoliplarda 24 soat davomida maxsus 98% namlik saqlaydigan klimatik kamerada saqlandi, qoliplardan olingan namunalar yana 98% namlik saqlaydigan klimatik kameradagi suv to'ldirilgan idishlarga qo'yildi. Sinovdan o'tkazish uchun namunalar 2, 7 va 28 kunlikda olinib maxsus presslarda sinovdan o'tkazildi.

Sement namunalarining tarkibida 10% faollashtirilgan mikrokremnezyom va yangi polikarboksilatli superplastifikator bo'lgan sement kompoziti namunalarining siqilishga bo'lgan mustahkamligi dastlabki 2 kunligida sinovdan o'tkazilganda, an'anaviy 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 mumkin. Mikrokremnezyomli sement kompozit namunasining 28 kunlikdagi siqilishga bo'lgan mustahkamligi an'anaviy SEM II/A-I 32,5N markali sement namunasiga nisbatan 20,6% ga mustahkam ekanligini aniqlandi. Olib borilgan tajribalardan shu ma'lumki, sement massasiga nisbatan qo'shilgan mikrokremnezyomning 5% ga nisbatan 10% miqdorda qo'shilish yuqori samara berishi ma'lum bo'ldi. (1-rasm)



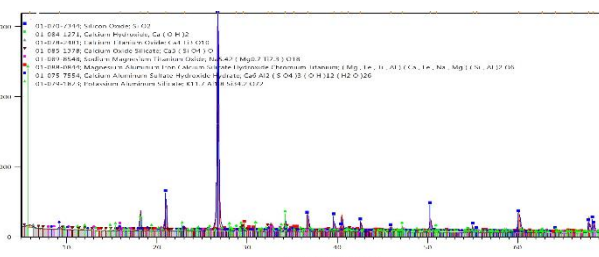
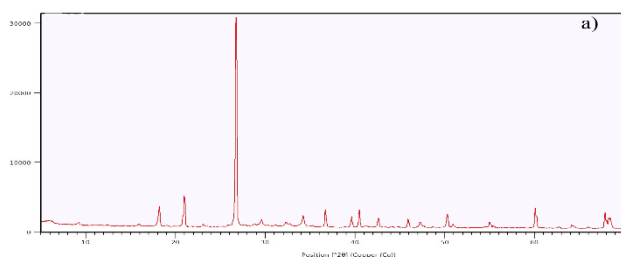
1-rasm. Sement namunalarining siqilishga bo'lgan mustahkamligi

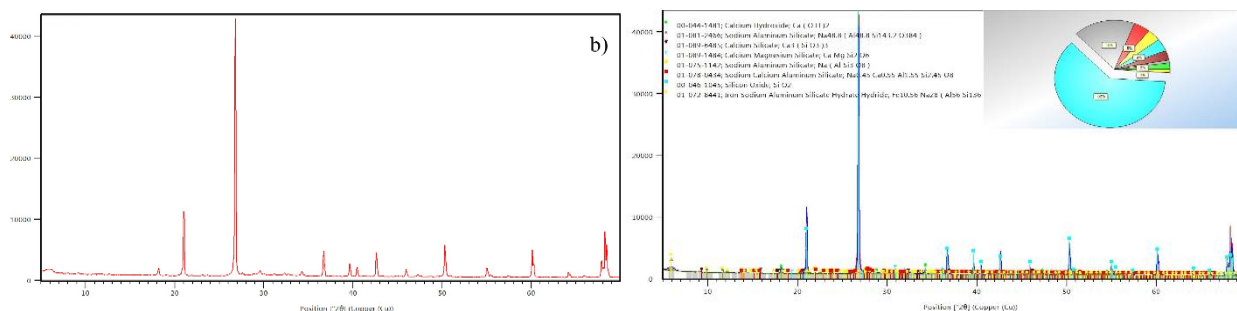
Faollashtirilgan mikrokremnezyom qo'shilgan sement namunasini qotish vaqtini laboratoriyada tekshirganimizda, qotish boshlanishi an'anaviy SEM II/A-I 32,5N markali sement namunasiga nisbatan sezilarli darajada samarali ekanligini ko'rishimiz mumkin (1-jadval).

1-jadval.

Sement namunalarining qotish vaqti.

№	Kunlik namunalar	An'anaviy SEM II/A-I 32,5N markali sement namunasi (min)	Faollashtirilgan mikrokremnezyom qo'shilgan SEM II/A-I 32,5N markali sement kompoziti 5% (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) an'anaviy sement namunasi. b) mikro kremnezyomli sement kompoziti.

Faollashtirilgan mikro kremnezyom qo'shilgan sement kompoziti 5-b rasmda 18°, 28° va 34° sohalarida Ca(OH)_2 ning diffraksiya cho'qqilari, an'anaviy sement namunasidagi (5-a rasm) 18,34° va 47° sohalaridagi Ca(OH)_2 ning diffraksiya cho'qilaridan zayif ekanligini ko'rishimiz mumkin. Sement tarkibidagi alit C_3S ning gidrotatsiyasi natijasida, Ca(OH)_2 kristallari hosil bo'ladi, lekin diffraksiya cho'qilarining zayif bo'lishi faol SiO_2 ning gidrotatsiya vaqtida Ca^{+2} ioni bilan birikib C-S-H larni hosil qilishi hisobigadir [11]. Vaqt o'tishi bilan sement matrisasida C-S-H va kaltsiy sulfoaluminat gidrotatsion mahsulotlarining oshib borishi sement mustahkamligining oshib borishini taminlaydi. Gidrotatsiyaga uchramasdan qolgan Ca(OH)_2 kristallari sement mustahkamligiga salbiy ta'sir qiladi. Olib borilgan tadqiqotlar natijasida an'anaviy sement namunasiga nisbatan faollashtirilgan mikro kremnezyom qo'shilgan sement kompoziti mustahkamroq ekanligi aniqlandi.

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

Sement namunalari qotish vaqti o'rganilganda, faollashtirilgan mikro kremnezyom qo'shilgan sement namunasining an'anaviy sementga 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 mikro kremnezyom qo'shib olingan sement kompoziti matrisasida Ca(OH)_2 va faol kremniy dioksidlari hisobiga alyumino silikatlar va kaltsiy gidrosilikatlar CSH hosil bo'lishini ko'rsatdi.

ADABIYOTLAR

1. Muqimov A.S., Turayev X.X., Karimov M.U., Tojiyev P.J. Mikro kremnezyom va seolit mineral qo'shimchalar qo'shilgan sementning mexanik xususiyatlarini o'rganish Kompozitsion materiallar Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali №4/2022.
2. Khan M.N. Singla¹, S, Garg R, and Garg R 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., Fijestol 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. Tkach E., Soloviev V., Temirkanov R., 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 - a - Vol. 40, Part 4, June 2015, pp. 1361–1371. Indian Academy of Sciences <https://doi.org/10.1007/s12046-015-0338-x>.
8. G. Prokopski^a, B. Langier^b 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>.