DOI: 10.65322/j.srd.05192026.71

BETON TAYYORLASHDA IQTISODIY SAMARADORLIKNI OSHIRISH

Xolmirzayev S.A., *professor,*
Mamadjanov M.M., *dotsent,*
E-mail: mamajanov7691@gmail.com
Namangan davlat texnika universiteti

Annotatsiya. *Maqolada B30 sinfidagi beton tayyorlashda sement massasiga nisbatan 1 % miqdorida S-3 superplastifikatorini qo‘llashning beton mustahkamligi va iqtisodiy samaradorligiga ta’siri tahlil qilingan. Tadqiqot doirasida kimyoviy qo‘shimchasiz tayyorlangan 50 ta kub namuna hamda sement massasiga nisbatan 1 % miqdorida S-3 superplastifikatori qo‘shilgan 50 ta kub namuna gidravlik press yordamida siqilishga sinovdan o‘tkazilgan. Sinov natijalariga ko‘ra, S-3 qo‘shimchasi qo‘llanilgan namunalar guruhining o‘rtacha kubik mustahkamligi nazorat guruhiga nisbatan taxminan 40 % yuqori bo‘lgan. Olingan natijalar asosida nisbiy mustahkamlik ko‘rsatkichini baholash hamda sement sarfini kamaytirishning iqtisodiy samaradorligini aniqlashga qaratilgan hisoblash modeli ishlab chiqilgan.*

Аннотация. *В статье проанализировано влияние применения суперпластификатора С-3 в количестве 1 % от массы цемента на прочность бетона и экономическую эффективность его производства при приготовлении бетона класса В30. В рамках исследования гидравлическим прессом были испытаны на сжатие 50 кубических образцов бетона без химической добавки и 50 кубических образцов с добавлением суперпластификатора С-3 в количестве 1 % от массы цемента. Согласно результатам испытаний, средняя кубиковая прочность образцов с добавкой С-3 была примерно на 40 % выше по сравнению с контрольной группой. На основе полученных результатов разработана расчётная модель, направленная на оценку относительного показателя прочности и определение экономической эффективности снижения расхода цемента.*

Abstract. *This article analyzes the effect of using an S-3 superplasticizer at a dosage of 1% by cement mass on the strength of concrete and the economic efficiency of its production for B30-class concrete. As part of the study, 50 concrete cube specimens prepared without a chemical admixture and 50 specimens containing S-3 superplasticizer at 1% of the cement mass were tested under compression using a hydraulic testing press. According to the test results, the average cube compressive strength of the specimens containing S-3 was approximately 40% higher than that of the control group. Based on these results, a calculation model was developed to evaluate relative strength and determine the economic efficiency of reducing cement consumption.*

Kalit so‘zlar: *V30 beton, S-3 superplastifikator, kubikaviy mustaҳkamlik, sement sarfi, tannarx, iқtisodiy samaradorlik.*

Ключевые слова: *бетон В30, суперпластификатор С-3, прочность при сжатии, расход цемента, себестоимость, экономический эффект.*

Keywords: *B30 concrete, S-3 superplasticizer, cube compressive strength, cement consumption, production cost, economic efficiency.*

Kirish. Beton tayyorlashda iqtisodiy samaradorlikni oshirish materiallar sarfi bilan bog‘liq xarajatlarni kamaytirish bilan birga, mahsulotning talab etilgan sifat ko‘rsatkichlarini barqaror ta’minlashni nazarda tutadi. Sement sarfini asossiz ravishda kamaytirish beton qorishmasining qulay joylanuvchanligi, betonning mustahkamligi va ekspluatatsion xususiyatlariga salbiy ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Shu sababli beton tarkibini iqtisodiy jihatdan maqbullashtirish bir xil loyihaviy va texnik talablarni qanoatlantiradigan tarkiblarni o‘zaro taqqoslash asosida amalga oshirilishi lozim. Kimyoviy qo‘shimchalardan foydalanish beton tarkibini maqbullashtirishning muhim vositalaridan biri hisoblanadi [1].

DOI: 10.65322/j.srd.05192026.71

S-3 superplastifikatori naftalinformaldegid asosidagi kimyoviy qo‘shimchalar guruhiga kiradi. Ishlab chiqaruvchi ma’lumotlariga ko‘ra, ushbu qo‘shimcha sement zarrachalarining disperslanishini yaxshilash va beton qorishmasining suvga bo‘lgan talabini boshqarish imkonini beradi [2]. Biroq uning samaradorligi sementning turi va xususiyatlari, beton tarkibi hamda qo‘llash sharoitlariga bog‘liq.

Mazkur tadqiqotning maqsadi S-3 superplastifikatori qo‘llanilganda beton namunalarida kuzatilgan mustahkamlik o‘sishini tahlil qilish hamda ushbu natijalardan iqtisodiy jihatdan samarali foydalanish shartlarini asoslashdan iborat. Tadqiqotning amaliy ahamiyati beton mustahkamligining ortishi hisobiga yuzaga keladigan imkoniyatlarni baholash va sement sarfini kamaytirish bo‘yicha tajriba-sinov ishlarini iqtisodiy samaradorlik mezonlari bilan bog‘lashdan iborat.

Materiallar va tajriba ma’lumotlari. Tadqiqot obyekti B30 sinfidagi beton tayyorlash uchun mo‘ljallangan tarkiblardan iborat. Tajriba davomida ikki guruh kub namunalar tayyorlangan: birinchi guruhga kimyoviy qo‘shimchasiz tayyorlangan 50 ta namuna, ikkinchi guruhga esa sement massasiga nisbatan 1 % miqdorida S-3 superplastifikatori qo‘shilgan 50 ta namuna kiritilgan. Namunalar belgilangan muddatda qotganidan so‘ng gidravlik press yordamida siqilishga sinovdan o‘tkazilgan.

Tajriba natijalariga ko‘ra, S-3 superplastifikatori qo‘shilgan guruhdagi namunalarning o‘rtacha kubik mustahkamligi nazorat guruhiga nisbatan taxminan 40 % yuqori bo‘lgan. Tajriba guruhlarining asosiy ko‘rsatkichlari 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

Beton namunalarining tarkibi va tajriba ko‘rsatkichlari

Ko‘rsatkich	Nazorat guruhi	S-3 qo‘shilgan guruh
Namunalar soni	50 ta	50 ta
S-3 superplastifikatori dozasi	0 %	Sement massasining 1 % i
Sinov usuli	Gidravlik pressda siqilishga sinash	Gidravlik pressda siqilishga sinash
Nisbiy o‘rtacha mustahkamlik	1,00	O‘rtacha 1,40

Sinov natijalarini qayta ishlash usuli. Beton kub namunalarining siqilishdagi mustahkamligini hisoblash uchun buzuvchi kuch va yuk ta’sir qiluvchi kesim yuzasi ma’lum bo‘lishi kerak. Beton namunalarining siqilishdagi mustahkamligini aniqlashning metodik asoslari GOST 10180-2012 da keltirilgan [3]. Mustahkamlikni hisoblashning umumiy ifodasi quyidagicha:

1. Beton namunasining siqilishdagi mustahkamligi

$$R_i = \frac{\alpha \cdot F_i}{A_i}$$

bu yerda:Ri - beton namunasining siqilishdagi mustahkamligi, MPa; Fi - namunani buzuvchi kuch, N; Ai - yuk ta’sir qiluvchi kesim yuzasi, mm²; α - standart bo‘yicha qo‘llaniladigan koeffitsiyent.

2. Har bir guruhning o‘rtacha mustahkamligi

$$\overline{R} = \frac{R_1 + R_2 + \cdots + R_{50}}{50}$$

bu yerda: $\overline{R}$ - guruhdagi 50 ta namunaning o‘rtacha mustahkamligi, MPa; $R_1, R_2, \ldots, R_{50}$ - har bir namunaning alohida aniqlangan mustahkamligi.

Ushbu formula nazorat guruhi va S-3 qo‘shilgan guruh uchun alohida hisoblanadi:

$\overline{R}_0 = \frac{R_{0.1}+R_{0.2}+\cdots+R_{0,50}}{50}$ $\overline{R}_1 = \frac{R_{1.1}+R_{1.2}+\cdots+R_{1,50}}{50}$

bu yerda $\overline{R}_0$ – nazorat guruhining, $\overline{R}_1$esa S-3 qo‘shilgan guruhning o‘rtacha mustahkamligi.

3. Mustahkamlikning nisbiy o‘sishi

DOI: 10.65322/j.srd.05192026.71

$$g = \frac{\overline{R}_1 - \overline{R}_0}{\overline{R}_0} \times 100\%$$

bu yerda \(g\) – nazorat guruhiga nisbatan mustahkamlikning necha foizga oshganini ko‘rsatuvchi kattalik.

Agar S-3 qo‘shilgan guruhning o‘rtacha mustahkamligi nazorat guruhinikidan 1,4 baravar yuqori bo‘lsa: $g = (1{,}4 - 1) \times 100\% = 40\%$

Demak, mustahkamlikning nisbiy o‘sishi 40 % ni tashkil qiladi.

B30 beton sinfi mustahkamlikning oddiy o‘rtacha qiymatini emas, balki belgilangan ta’minlanganlik darajasiga ega bo‘lgan mustahkamlik ko‘rsatkichini ifodalaydi. Beton sinfini baholashda o‘rtacha mustahkamlik bilan bir qatorda mustahkamlikning bir jinsliligi ham hisobga olinadi [3].Har bir guruhda 50 tadan namunaning mavjudligi natijalar tarqoqligini statistik tahlil qilish imkonini beradi.

Natijalar va ularning texnologik talqini. S-3 superplastifikatori qo‘shilgan guruhda o‘rtacha mustahkamlikning taxminan 1,40 baravar yuqori bo‘lishi tekshirilgan sharoitda beton mustahkamligining sezilarli darajada ortganini ko‘rsatadi. Biroq ushbu nisbat aynan tadqiqotda qo‘llanilgan materiallar, qo‘shimcha dozasi va beton tayyorlash sharoitlariga tegishli umumlashtirilgan natijadir. Uni barcha B30 sinfidagi betonlar uchun o‘zgarmas koeffitsiyent sifatida qo‘llashga yetarli asos mavjud emas.

S-3 superplastifikatori sement zarrachalarining o‘zaro birikib, to‘planishini kamaytirishi hamda ularning beton qorishmasida bir tekis taqsimlanishiga yordam berishi mumkin. Agar beton qorishmasining talab etilgan harakatchanligi saqlangan holda suv sarfi kamaytirilsa, suv-sement nisbatining pasayishi beton mustahkamligining ortishiga ta’sir qiluvchi asosiy omillardan biri bo‘lishi mumkin. Agar suv sarfi o‘zgartirilmasa, qorishmaning qulay joylanuvchanligi va zichlash sifatining yaxshilanishi ham beton mustahkamligiga ijobiy ta’sir ko‘rsatishi mumkin.

S-3 superplastifikatoridan iqtisodiy jihatdan foydalanishning birinchi yo‘li sement sarfini o‘zgartirmagan holda beton mustahkamligining ortishidan foydalanishdir. Bunda kimyoviy qo‘shimchani xarid qilish bilan bog‘liq qo‘shimcha xarajat yuzaga keladi. Shu sababli beton mustahkamligining ortishi o‘z-o‘zidan 1 m³ beton tannarxining kamayishini anglatmaydi. Iqtisodiy samara tayyor mahsulotga qo‘yilgan texnik talablar, ishlab chiqarish sharoitlari va qo‘shimcha mustahkamlikning amaliy ahamiyatiga bog‘liq.

Ikkinchi yo‘l - betonning talab etilgan B30 sinfini va qorishmaning zarur harakatchanligini saqlagan holda sement sarfini bosqichma-bosqich kamaytirishdir. Agar sementni tejash natijasida olingan iqtisodiy foyda S-3 superplastifikatorini xarid qilish va qo‘llash bilan bog‘liq qo‘shimcha xarajatlardan yuqori bo‘lsa, bevosita iqtisodiy samara yuzaga keladi. Biroq sement sarfi kamaytirilganda sement xamiri hajmi, suv miqdori va mayda hamda yirik to‘ldiruvchilarning o‘zaro nisbati ham qayta muvofiqlashtirilishi lozim. Bunda betonning talab etilgan mustahkamligi, ishlanuvchanligi va boshqa zarur xususiyatlari tajriba-sinovlar orqali tasdiqlanishi kerak.

Iqtisodiy baholash modeli. Beton tayyorlashning iqtisodiy samaradorligini baholashda hisoblash birligi sifatida 1 m³ tayyor beton qabul qilinadi. Hisob-kitoblarda sement sarfi, S-3 superplastifikatori miqdori va materiallarning narxi hisobga olinadi.

Sement sarfini kamaytirish natijasida maqbullashtirilgan tarkibdagi sement miqdori quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$C_1 = C_0 \times (1 - s)$$

bu yerda C_0 - nazorat tarkibidagi sement sarfi, kg/m³; C_1 - sement sarfi kamaytirilgan tarkibdagi sement miqdori, kg/m³; s - sement sarfini kamaytirish ulushi. Masalan, sement sarfini 10 % ga kamaytirishda s = 0,10 deb olinadi.

Agar S-3 superplastifikatori sement massasining 1 % miqdorida qo‘llanilsa, quruq qo‘shimchaning sarfi quyidagicha hisoblanadi:

$$D_1 = 0{,}01 \times C_1$$

DOI: 10.65322/j.srd.05192026.71

bu yerda D_1 - quruq S-3 qo‘shimchasining sarfi, kg/m³.

Mazkur formula qo‘shimcha dozasi sement massasiga nisbatan 1 % etib belgilangan va doza quruq modda bo‘yicha hisoblangan holatda qo‘llaniladi.

Agar S-3 qo‘shimchasi suyuq eritma ko‘rinishida ishlatilsa, eritma sarfi uning tarkibidagi quruq modda ulushini hisobga olgan holda aniqlanadi:

$$D_{eritma} = D_{quruq} / w$$

bu yerda D_{eritma} - suyuq qo‘shimcha eritmasining sarfi, kg/m³; D_{quruq} - zarur quruq qo‘shimcha miqdori, kg/m³; w – eritmadagi quruq moddaning massa ulushi. Masalan, eritmada quruq modda 40 % ni tashkil etsa, w = 0,40 deb olinadi.

Betonning iqtisodiy samaradorligi nazorat va S-3 qo‘shilgan tarkiblarning 1 m³ uchun umumiy tannarxini taqqoslash orqali aniqlanadi:

$$E = T_0 - T_1$$

bu yerda E - 1 m³ beton tayyorlashdan olinadigan iqtisodiy samara; T_0 - nazorat tarkibidagi 1 m³ betonning tannarxi; T_1 - S-3 qo‘shimchasi qo‘llanilgan va sement sarfi maqbullashtirilgan 1 m³ betonning tannarxi.

Agar E > 0 bo‘lsa, maqbullashtirilgan tarkib iqtisodiy jihatdan tejamli hisoblanadi. Agar E = 0 bo‘lsa, ikki tarkibning tannarxi teng bo‘ladi. Agar E < 0 bo‘lsa, maqbullashtirilgan tarkibning tannarxi yuqoriroq bo‘ladi. Tannarxni hisoblashda sement, qum, chaqiqtosh, suv va S-3 qo‘shimchasining sarfi hamda tegishli narxlari hisobga olinadi. Suyuq qo‘shimcha ishlatilganda uning tarkibidagi suv ham beton qorishmasining umumiy suv miqdoriga kiritiladi.

Shuni ta’kidlash kerakki, sement sarfini kamaytirish iqtisodiy jihatdan foydali bo‘lishi uchun betonning talab etilgan B30 sinfi va qorishmaning zarur ishlanuvchanligi saqlanishi lozim.

Sement sarfini tejash usullari. p_c va p_d - mos ravishda sement va hisoblash asosiga mos S-3 qo‘shimchasining 1 kg narxi, so‘m/kg; ΔX – qo‘shimchali va nazorat variantlari o‘rtasidagi boshqa xarajatlar farqi, so‘m/m³. Ushbu farq to‘ldiruvchilar sarfi, dozalash, energiya, nazorat va boshqa o‘zgaruvchan xarajatlarni o‘z ichiga oladi. Agar $\Delta X > 0$ bo‘lsa, xarajatlar ortadi; agar $\Delta X < 0$ bo‘lsa, xarajatlar kamayadi.

Iqtisodiy samaradorlik formulasi:

$$E = (C_0 - C_1)p_c - D_1 p_d - \Delta X$$

bu yerda: E - 1 m³ beton uchun iqtisodiy samara, so‘m/m³; C_0 - nazorat tarkibidagi sement sarfi, kg/m³; C_1 – sement sarfi kamaytirilgan tarkibdagi sement miqdori, kg/m³; D_1 - S-3 qo‘shimchasi sarfi, kg/m³; p_c - sementning 1 kg narxi, so‘m/kg; p_d - S-3 qo‘shimchasining 1 kg narxi, so‘m/kg; ΔX - boshqa xarajatlar farqi, so‘m/m³.

Iqtisodiy jihatdan foydali bo‘lish sharti: $E > 0$

S-3 qo‘shimchasi dozasi sement massasining 1 % ini tashkil etganda: $D_1 = 0{,}01C_1$

Sement sarfini kamaytirish ulushi quyidagicha belgilanadi: $s = \frac{C_0 - C_1}{C_0}$

S-3 qo‘shimchasining narxini sement narxiga nisbatan ifodalash uchun: $q = \frac{p_d}{p_c}$

Ushbu belgilashlardan foydalanib, iqtisodiy samaradorlikning musbat bo‘lish sharti quyidagicha yoziladi:

$$s > \frac{0{,}01q + \frac{\Delta X}{C_0 p_c}}{1 + 0{,}01q}$$

Bu formula sement sarfini kamida qancha ulushga kamaytirish kerakligini ko‘rsatadi. Bunda S-3 qo‘shimchasi uchun sarflanadigan mablag‘ va boshqa xarajatlar ham hisobga olinadi.

Hisoblash uchun qabul qilingan qiymatlar: $C_0 = 400$ kg/m³ - nazorat tarkibidagi sement sarfi; $p_c = 1\,000$ so‘m/kg - sement narxi; $p_d = 10\,000$ so‘m/kg - S-3 qo‘shimchasining narxi; $\Delta X = 0$ so‘m/m³ - boshqa xarajatlar farqi; S-3 dozasi - sement massasining 1 % i.

Hisoblash formulalari

DOI: 10.65322/j.srd.05192026.71

Sement sarfi kamaytirilgandan keyingi miqdor: $C_1 = C_0(1 - s)$

S-3 qo‘shimchasining sarfi: $D_1 = 0{,}01C_1$

Sement hisobidan tejaladigan mablag‘: $T_c = (C_0 - C_1)p_c$

S-3 qo‘shimchasi uchun xarajat: $T_d = D_1 p_d$

Iqtisodiy samara: $E = T_c - T_d - \Delta X$

Yuqoridagi formulalarni birlashtirib, iqtisodiy samarani quyidagicha ham hisoblash mumkin:

$$E = (C_0 - C_1)p_c - D_1 p_d - \Delta X$$

2-jadval

Sement sarfini kamaytirishning iqtisodiy samarasi.

Sementni kamaytirish	C_1, kg/m³	D_1, kg/m³	Sement tejamkorligi, so‘m/m³	Qo‘shimcha xarajati, so‘m/m³	Iqtisodiy samara, so‘m/m³
0 %	400	4,00	0	40 000	−40 000
5 %	380	3,80	20 000	38 000	−18 000
10 %	360	3,60	40 000	36 000	4 000
15 %	340	3,40	60 000	34 000	26 000
20 %	320	3,20	80 000	32 000	48 000

Yillik iqtisodiy samara: Yillik ishlab chiqarish hajmi Q bo‘lsa: $E_{\text{yil}} = E \times Q$

Masalan, 1 m³ beton uchun iqtisodiy samara 26 000 so‘m, yillik ishlab chiqarish hajmi esa 10 000 m³ bo‘lsa: $E_{\text{yil}} = 26\,000 \times 10\,000$ $E_{\text{yil}} = 260\,000\,000$ so‘m.

Xulosalar. 1. Tajriba davomida kimyoviy qo‘shimchasiz tayyorlangan 50 ta kub namuna hamda sement massasiga nisbatan 1 % miqdorida S-3 superplastifikatori qo‘shilgan 50 ta kub namuna sinovdan o‘tkazildi. Sinov natijalariga ko‘ra, S-3 qo‘shimchasi qo‘shilgan namunalar guruhining o‘rtacha kubik mustahkamligi nazorat guruhiga nisbatan taxminan 40 % yuqori ekanligi aniqlandi. Ushbu natija quyidagi nisbat bilan ifodalanadi:

$$\frac{\overline{R}_1}{\overline{R}_0} \approx 1{,}40$$

2. Mustahkamlikning kuzatilgan o‘sishi B30 sinfidagi beton tarkibini maqbullashtirish uchun asos bo‘lib xizmat qilishi mumkin. Biroq mustahkamlikning 40 % ga ortishi sement sarfini ham shu miqdorda kamaytirish mumkinligini anglatmaydi. Sement tejamining maqbul miqdori betonning talab etilgan mustahkamligi va qorishmaning qulay joylanuvchanligi ta’minlangan sharoitda qo‘shimcha tajriba-sinovlar orqali aniqlanishi lozim.

3. Beton tayyorlashning iqtisodiy samaradorligi sement tejamidan S-3 superplastifikatori hamda boshqa o‘zgaruvchan xarajatlarni chegirish orqali baholanadi. Hisob-kitoblarga ko‘ra, sement va qo‘shimcha narxlari nisbati 10 ga teng bo‘lganda zararsizlik chegarasi taxminan 9,09 % ni tashkil etadi. Sement sarfini 15 % ga kamaytirish esa, boshqa xarajatlar o‘zgarmas deb qabul qilinganda, iqtisodiy samara 26 000 so‘m/m³ ni tashkil qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar.

1. G‘oziyev U.A., Qodirova D.Sh. Beton va qorishmalar uchun qo‘shimchalar. - Toshkent, 2016.

2. Qosimov I. M. Zamonaviy qurilish materiallari va konstruksiyalari. – Toshkent: Lesson Press, 2020. - 176 b.

3. ГОСТ 10180–2012. Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам. – Betonning nazorat namunalari bo‘yicha mustahkamligini aniqlash usullari.