

Т.А. ДЕМИРЧЯН, А.Р. ДЕМИРЧЯН

**О ПРИМЕНЕНИИ ВОЗМОЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПОЛУЧЕНИЯ
ЛИТЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ЖЕЛЕЗА В РАННЕМ ЖЕЛЕЗНОМ ВЕКЕ**

Проанализированы возможности получения литых железных предметов в раннем железном веке и необходимые для этого материалы и операции. Показательно, что наряду с выплавкой железа можно было одновременно получать такие материалы и предметы, как древесный уголь, известь, известняковый раствор, обожженная руда, керамика и кирпич.

Ключевые слова: древесный уголь, железо, известняковый раствор, горн, пиролизный газ.

T.A. DEMIRCHYAN, A.R. DEMIRCHYAN

**APPLICATION OF POSSIBLE TECHNOLOGIES FOR PRODUCING
CAST IRON PRODUCTS IN THE EARLY IRON AGE**

The article theoretically analyzes the possibilities of obtaining cast iron objects in the early Iron Age and the materials and operations required for this. It is significant that, along with the smelting of iron, it was possible to simultaneously obtain such materials and objects as charcoal, lime, limestone mortar, burnt ore, ceramics and bricks.

Keywords: charcoal, iron, furnace, limestone solution, pyrolysis gas.

ՀՏԴ 691.32

Վ.Ա. ԲԱԼԱՅԱՆ, Է.Հ. ՄԱՇԱԿԱՐՅԱՆ

**ՓՈՐՁԱԳԻՏԱԿԱՆ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ՝ ԻՆՔՆԱԽՏԱՑՈՂ
ԲԵՏՈՆԱԽԱՌՆՈՒՐԴՆԵՐՈՒՄ ԼՑԻՉՆԵՐԻ ՆՊԱՏԱԿԱՀԱՐՄԱՐ
ՀԱՐԱԲԵՐԱԿՑՈՒԹՅԱՆ ՈՐՈՇՄԱՆ ՀԱՄԱՐ
(Վանաձոր)**

Շինարարական բնագավառը հաճախ ստիպված է օգտագործել ցածր որակի մանր լցանյութեր, որոնք բետոնային խառնուրդների և շինարարական շաղախների պատրաստման ժամանակ մեծացնում են ցեմենտի ծախսը՝ բետոնի որակն ապահովելու համար: Կատարված հետազոտությունների արդյունքները թույլ են տալիս բարելավել բետոնի խառնուրդում մանր լցիչի հատիկաչափային կազմը և որակը: Պահանջվող հատիկաչափային կազմով նորմալացված (հարստացված) ավազի ստացման համար մանր ֆրակցիայի ավազին ավելացնելով մանրացված գրանիտի մաղվածքի համապատասխան ֆրակցիա՝ հնարավորություն է ստեղծվում, որպեսզի շինարարական բետոնային խառնուրդները ձեռքբերեն բարձր տեխնիկական ցուցանիշներ: Բետոնային խառնուրդում ավազի պա-

հանջվող բոլոր չափերի հատիկների առկայությունն ապահովում է բետոնի ավելի խիտ կառուցվածք և ամրության ցուցանիշների բարձրացում: Հիմնվելով այս գաղափարի վրա՝ կատարվել են փորձագիտական հետազոտություններ՝ 5-10 մմ խճի, 2,5-1,25 մմ, 1,25-0,63 մմ, 0,63-0,315 մմ և 0,315-0,16 մմ ավազի տարանջատված չափամասերով խառնուրդների լցիչների նպատակահարմար հարաբերակցությունները որոշելու համար:

Առանցքային բաղադր. ինքնախտացող բետոն, խիճ, ավազ, խառնուրդ, չափազատում, չափամաս, խտացում, ամրություն:

Մոնոլիտ (միաձույլ) պատրաստված շենքերի և շինությունների շինարարությունում սկսում են կիրառվել բետոնե խառնուրդներ, որոնք ունակ են, առանց որևէ արտաքին մեխանիկական ազդեցության, ինքնուրույն լցվել կաղապարամածի մեջ, այդ թվում՝ նաև բարդ երկրաչափական ձևի և խիտ ամրանավորված, միաժամանակ պահպանելով խառնուրդի համակապվածությունը և համասեռությունը: Դրանք ստացել են ինքնախտացող (ինքնահոս) բետոններ (ԻԽԲ) անվանումը: Իրենց կառուցվածքի և հատկությունների շնորհիվ ԻԽԲ-ն միանգամից լուծում է շինարարության երկու խնդիր. բարձր ամրության հատկություններ և շինարարության ժամկետների ու աշխատուժի ծախսերի նվազեցում: Նման բետոններն ունեն լավ հարմարափոման և ամրության հավաքման արագ տեմպեր, ինչը թույլ է տալիս դրանք դասակարգել որպես բարձր ֆունկցիոնալ բետոններ: Սա ապահովվում է բարեփոխիչների համալիրի կիրառմամբ, ներառելով արդյունավետ ջրիկարար (նոսրարար) նյութեր, մածուցիկության մոդիֆիկատորներ, ակտիվ հանքային հավելումներ (լցիչներ) և պնդացման արագացուցիչներ:

Հայաստանում ԻԽԲ-ների օգտագործումը կապված է որոշ դժվարությունների հետ: Դա պայմանավորված է նման բետոնի արտադրության կազմակերպման բարդությամբ և նորմատիվային փաստաթղթերի զարգացած բազայի բացակայությամբ: Ամփոփելով վերը նշվածը՝ կարող ենք եզրակացնել, որ ՀՀ-ում ԻԽԲ-ի լայն կիրառման խնդիրն այսօր դարձել է արդիական:

Բետոնի բաղադրությունն ընտրելիս հիմնական փոփոխական պարամետրեր են՝ ցեմենտ-ջուր հարաբերակցությունը, ավազի հատիկաչափային կազմը և մասնաբաժինը խառնուրդում, հավելումների սպառումը: Բետոնային խառնուրդի խոչընդոտները հաղթահարելու ունակությունը բարձրացնելու համար նախ և առաջ անհրաժեշտ է օպտիմալացնել լցիչների հատիկաչափական կազմը և ձևը, սահմանափակել խոշոր հատիկների առավելագույն չափը և քանակը, համապատասխանաբար մեծացնելով մանր լցանյութի քանակը և ցեմենտային մածուկի պարունակությունը՝ դրանով ապահովելով հատիկների ծածկույթը՝ միմյանց շփումը նվազեցնելու համար [1, 2]:

Հայաստանում ԻԽԲ-ի անբավարար իմացությունը ակնհայտ է արդեն կառույցների նախագծման փուլում: Թեև ԻԽԲ-ի ուժային բնութագրերի մասին որոշակի գիտական և գործնական տեղեկատվության առկայությանը, համապարփակ և վիճակագրական տվյալները դեռևս բավարար չեն: ԻԽԲ-ի բաղադրության կազմի ընտրությունը կատարվում է այնպես, ինչպես սովորական բետոնի ընտրության ժամանակ [3], սակայն հաշվի առնելով պլաստիկացնող և հանքային հավելումների (նաև ակտիվ հանքային հավելումների) պարտադիր օգտագործումը և լցիչների որակին ու քանակին ներկայացվող լրացուցիչ պահանջները:

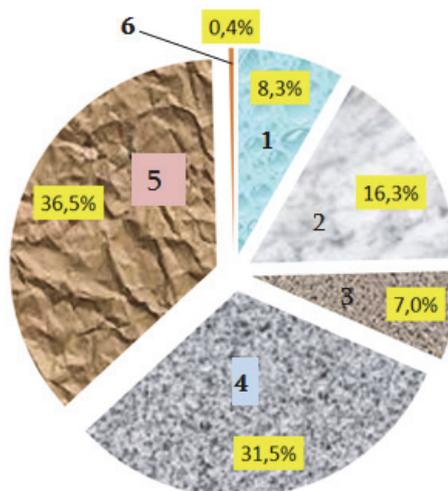
Լցանյութերի հատիկների առավել խիտ փաթեթավորումն ապահովելու համար խառնուրդի ռացիոնալ հատիկաչափական կազմի ստացման խնդիրը կարող է լուծվել երկու եղանակով.

- ✓ լցիչների մաղման «իդեալական» կորի ստացման ճանապարհով,
- ✓ տարբեր քանակություններով խոշոր և մանր լցիչների երեք և ավելի

չափամասերի խառնման միջոցով:

Ստացված խառնուրդների հատիկաչափական բաղադրության ռացիոնալ կազմի ընտրության համար աշխատատարության տեսակետից երկրորդ եղանակն ավելի նպատակահարմար է՝ առաջին եղանակի համեմատ:

Ինքնախտացող բետոնային խառնուրդի կազմի զանգվածային տոկոսային միջին հարաբերակցությունը ներկայացված է նկ. 1-ում:



Նկ. 1. Ինքնախտացող բետոնային խառնուրդի կազմի նյութերի տոկոսային միջին զանգվածային հարաբերակցությունը

1. Ջուր, 2. Կապակցող, 3. Հանքային լցիչ, 4. Մանր լցանյութ (ավազ), 5. Խոշոր լցանյութ (մանր խիճ), 6. Հավելանյութ (գերպլաստիկարար

Հետազոտությունների ընթացքում օգտագործվող ավազը չափաբաշխվել և ներկայացվել է հետևյալ ֆրակցաներով՝ 5-2,5 մմ, 2,5-1,25 մմ, 1,25-0,63 մմ, 0,63-0,315 մմ, 0,315-0,16 մմ բաղադրիչների որոշակի հարաբերակցությամբ: Առաջարկվող խառնուրդներից բարեփոխված բետոնի պատրաստումը թույլ է տալիս ստանալ ինտեգրալ արդյունք, որն ուղղված է բետոնի՝ ըստ սեղմման ամրության և երկարակեցության բարձրացմանը:

Փորձագիտական հետազոտություններում մանր լցիչի (գրանիտե մաղվածքի) որակը և հատկությունները գնահատվել են 8735-88 ԳՕՍՍ-ի, «Փորձարկումների մեթոդները» մեթոդիակայի և 8736-2014 ԳՕՍՍ-ի համաձայն: Հատիկաչափային կազմը որոշվել է ստանդարտ մաղերի հավաքածուով մանր լցիչի մաղման ճանապարհով: Մաղերի միջոցով ավազի հատիկային կազմի հետազոտումը թույլ է տալիս որոշել առանձին ֆրակցիաների պարունակությունը ընդհանուր զանգվածում և հաշվարկել ավազի խոշորության մոդուլը: Չափումների տվյալների հիման վրա կառուցվում է մաղման կորը, որը բնութագրում է հատիկաչափային կազմը: Հատիկային կազմի բնութագրերի ինտեգրված արտացոլումն է՝ խոշորության մոդուլը, որի հիման վրա գնահատվում է դրա հատիկների գերակշռող խոշորությունը: Ինքնախտացող բետոնների խորանարդաձև նմուշների պատրաստման համար կիրառվել են հետևյալ նյութերը.

❖ **ցեմենտ**՝ կոմպոզիցիոն պորտլանդ ցեմենտ CEM II/A-M(P-I) B42.5, որը համապատասխանում է ԳՕՍՍ 31108-2016-ին,

❖ **մանր լցիչներ**՝ գրանիտե երկու մանրացված մաղվածքները որպես ավազ օգտագործելու համար,

❖ **խոշոր լցիչ**՝ մանրացված քարի տեսքով գրանիտե խիճ՝ 5-10 մմ չափամասի գրանիտից, ամրության դասը՝ M1200,

❖ որպես լրացուցիչ երրորդ հանքային լցիչ օգտագործվել են միկրոսիլիկահող և մետակաոլին:

Չափազատված երկու ավազների խոշորության մոդուլները կազմել են՝ մանր ֆրակցիայինը՝ $M_{խոշ} = 1,4$, իսկ խոշորինը՝ $M_{խոշ} = 3,55$:

Ինքնախտացող բետոնների հիմնային բաղադրակազմի հետազոտությունները ներառում են՝

- ✓ մանր լցիչների ազդեցությունը ԻԽԲ-ի՝ ըստ սեղմման ամրության վրա,
- ✓ ԻԽԲ-ի նմուշների շահագործական բնութագրերի գնահատումը:

Հետազոտությունների վերջնական արդյունք է հանդիսացել բետոնային խառնուրդի ռացիոնալ բաղադրության սահմանումը բարձր ամրությամբ ԻԽԲ-ի

նմուշների ստացման համար: Բետոնային խառնուրդի շաղախման գործընթացն իրականացվել է BK-200S, 1000 Վտ, 200 լ շաղախախառնիչով, որում խառնուրդի առավելագույն շաղախման զանգվածը կազմում է 110 կգ: Հետազոտություններում բետոնային խառնուրդների կազմերը և տվյալները ներկայացված են աղ. 1-ում:

Աղյուսակ 1

ԻԽԲ-ի ֆիզիկամեխանիկական հատկությունների հետազոտման արդյունքները

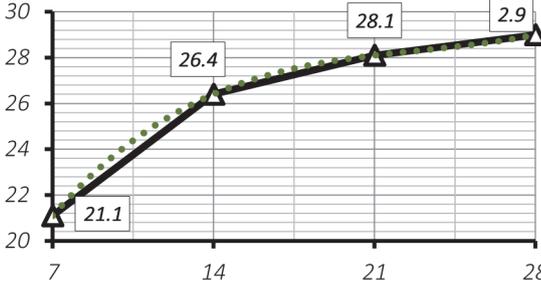
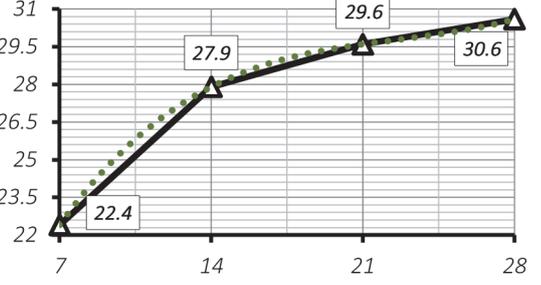
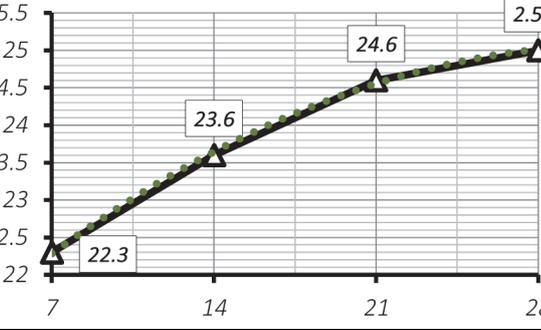
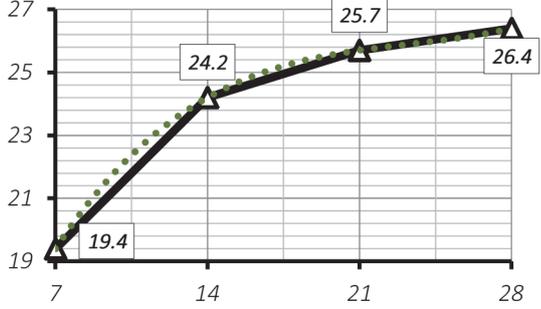
Խմբա- քանակ, թիվ	Հավելույթների անվանումները	$\frac{\beta}{\alpha + \lambda}$	Ամրությունը, ՄՊա, օր			
			7	14	21	28
1	ԿԿ+Ա ($M_{խոշ} = 1,4$)	0,69	21,1	26,4	28,1	29,0
2	ԿԿ+Ա ($\frac{50\% M_{խոշ}=1,4}{50\% M_{խոշ}=3,55}$)	0,75	22,4	27,9	29,6	30,6
3	ԿԿ+ՄՍՀ+Ա ($M_{խոշ} = 1,4$)	0,68	22,3	23,6	24,6	25,0
4	ԿԿ+ՄՍՀ+Ա ($\frac{50\% M_{խոշ}=1,4}{50\% M_{խոշ}=3,55}$)	0,68	19,4	24,2	25,7	26,4
5	ԿԿ+ՄՏԿ+ Ա ($M_{խոշ} = 1,4$)	0,70	23,3	25,4	26,3	26,8
6	ԿԿ+ՄՏԿ+Ա ($\frac{50\% M_{խոշ}=1,4}{50\% M_{խոշ}=3,55}$)	0,71	24,5	26,9	28,2	28,8

ԿԿ- կոմպոզիցիոն կապակցող՝ CEMII/A-M(P-I) B42.5, **ՄՍՀ**- միկրոսիլիկահող, **ՄՏԿ**-մեդակառիլին, **Ա** ($M_{խոշ} = 1,4$)-մանր չափազատված ավազ, **Ա** ($M_{խոշ} = 3,55$)-խոշոր չափազատված ավազ, **Ա** ($\frac{50\% M_{խոշ}=1,4}{50\% M_{խոշ}=3,55}$)-ԻԽԲ կազմում խառը ավազների բաղադրու-թյունը ավազների տոկոսային հարաբերակցությամբ, **Ջ/Կ**-ջրի հարաբերակցությունը կապակցողին

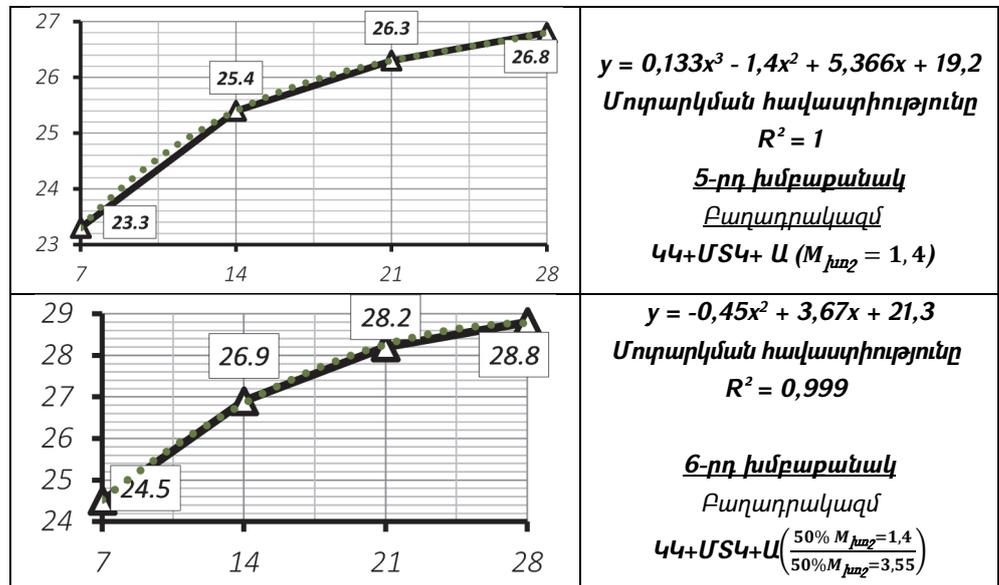
ԻԽԲ-ի ամրության վրա մանր խոշորությամբ լցիչների բաղադրության ազդեցությունը որոշելու համար պատրաստվել են մի շարք ինքնախտացող բետոնների խորանարդածն նմուշներ՝ կոմպոզիոն կապակցողների հետ համատեղ՝ տարբեր հավելույթներով և փոքր խոշորությամբ լցիչների բաղադրակազմերով: Համեմատվել են միայն մանր խոշորությամբ չափազատված ավազից պատրաստված նմուշները (հսկիչնմուշ), և նմուշներ, որոնցում լցիչի բաղադրակազմը բաղկացած է եղել $M_{խոշ} = 1,4$ և $M_{խոշ} = 3,55$ խոշորության մոդուլով մաղվածքներ և 50%/50% տոկոսային հարաբերակցությամբ վերը նշված ավազների խառնուրդ:

Աղ. 2-ում ներկայացված են բետոնային նմուշների խմբաքանակների ամրության հավաքման փորձնական տվյալների գրաֆիկական մեկնաբանությունները, տրենդային գծերի կորերը և մաթեմատիկական մոդելները:

Բեպոնային նմուշների խմբաքանակների ամրության փորձնական փվյալների գրաֆիկական մեկնաբանությունները, մաթեմատիկական մոդելները և տրենդի գծերի կորերը

Գրաֆիկական մեկնաբանություն	Մաթեմատիկական մոդել
	<p>$y = 0,466x^3 - 4,6x^2 + 15,83x + 9,4$ $R^2 = 1$ Մոդարկման հավաստիությունը 1-ին խմբաքանակ Բաղադրակազմ Հսկիչ կազմ՝ $ԿԿ+Ա(M_{խմ2} = 1,4)$, առանց հավելույթի</p>
	<p>$y = 0,516x^3 - 5x^2 + 16,88x + 10$ $R^2 = 1$ Մոդարկման հավաստիությունը 2-րդ խմբաքանակ Բաղադրակազմ $ԿԿ+Ա\left(\frac{50\%M_{խմ2}=1,4}{50\%M_{խմ2}=3,55}\right)$</p>
	<p>$y = -0,225x^2 + 2,035x + 20,47$ $R^2 = 0,999$ Մոդարկման հավաստիությունը 3-րդ խմբաքանակ Բաղադրակազմ $ԿԿ+ՄՍՀ+Ա (M_{խմ2} = 1,4)$</p>
	<p>$y = 0,416x^3 - 4,15x^2 + 14,33x + 8,8$ $R^2 = 1$ Մոդարկման հավաստիությունը 4-րդ խմբաքանակ Բաղադրակազմ $ԿԿ+ՄՍՀ+Ա\left(\frac{50\%M_{խմ2}=1,4}{50\%M_{խմ2}=3,55}\right)$</p>

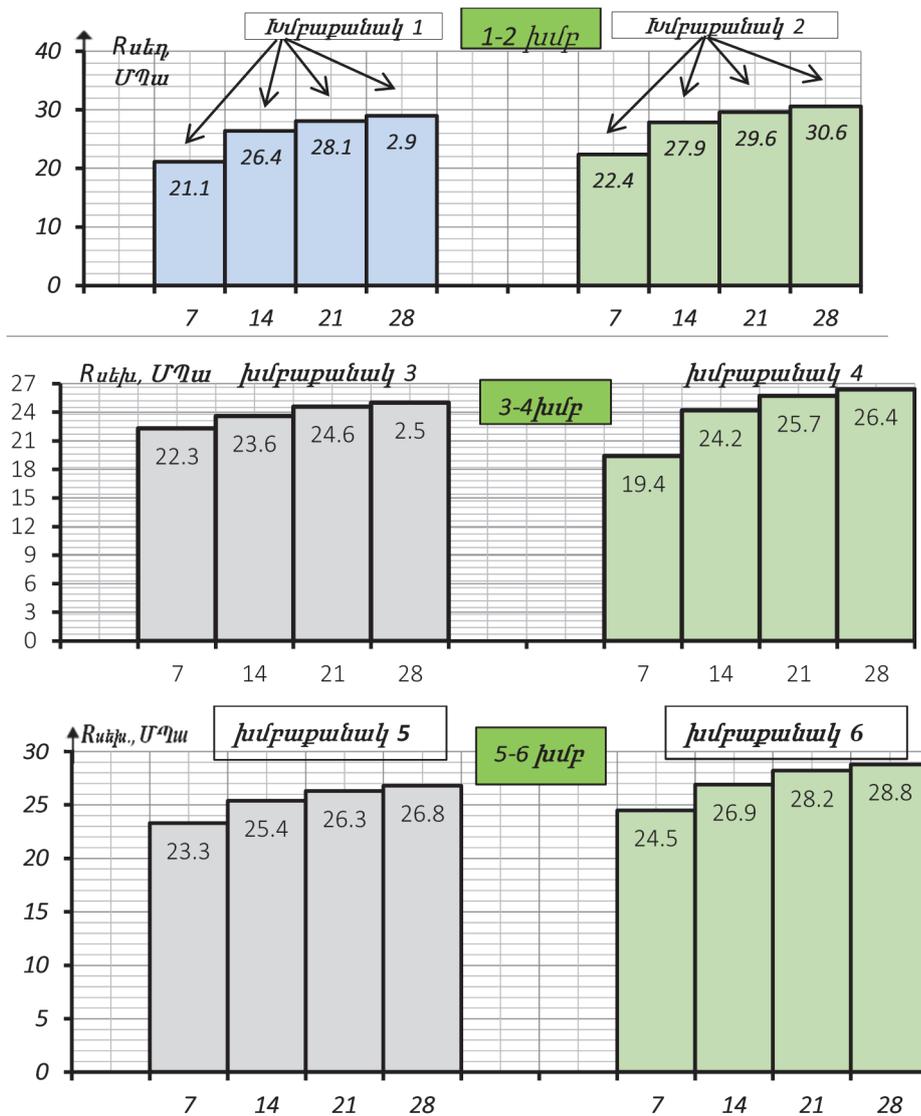
Աղյուսակ 2-ի շարունակությունը



Համեմատական գնահատումը կատարվել է մանր լցիչներով խառնուրդների 1 և 2, 3 և 4, և 5 և 6 ԻԽԲ-ի նմուշների խմբաքանակների դեպքում (նկ.2):

Նկ. 2-ում ներկայացված թիվ 1 և թիվ 2 խմբաքանակների նմուշների համեմատական գնահատումից երևում է, որ առավել բարձր ամրություն $R_{սեղ.}$ ունեն թիվ 2-րդ խմբաքանակների նմուշները, այսինքն՝ երկու մաղված ավազների 50/50% հարաբերակցությամբ խառնուրդը, և տարբերությունը կազմում է 1,6 ՄՊա կամ 5,52%: Ընդհանուր առմամբ, բոլոր դեպքերում վերը նշված լցիչի կիրառումը հանգեցնում է ըստ սեղմման ամրության $R_{սեղ.}$ սահմանի բարձրացմանը:

Հիմնվելով վերն ասվածի վրա՝ կարելի է եզրակացնել, որ մանր լցիչի առավել ռացիոնալ տարբերակ հանդիսանում է երկու տարբեր խոշորությամբ հավասար տոկոսային հարաբերակցությամբ չափազատված երկու ֆրակցիաների խառնուրդը: Մեկ ֆրակցիայի փոխարինումը երկու ֆրակցիաների խառնուրդով թույլ է տալիս բարձրացնել ըստ սեղմման ամրության սահմանը 5,5-ից մինչև 7,6%: Դա բացատրվում է նրանով, որ բարձր խոշորությամբ մոդուլով ավազին ավելացնելով ցածր խոշորությամբ մոդուլով ավազ, նվազեցվում է լցիչի հատիկների միջին չափը, ինչը թույլ է տալիս խառնուրդին ավելի խտանալ և ստանալ առավել բարձր ամրությամբ ցուցանիշներ:



Նկ. 2. Մանր լցիչներով 1 և 2, 3 և 4, 5 և 6 խառնուրդների խմբաքանակների ԻԽԲ-ի նմուշների ըստ սեղմման ամրության համեմատական գնահատումը

Ամփոփելով կատարված հետազոտությունների արդյունքների՝ կարող ենք կատարել հետևյալ եզրակացությունները.

➤ մանր լցիչների ռացիոնալ տարբերակը խառնման տարբերակն է, որը ներկայացնում է $M_{խմբ} = 1,4$ և $M_{խմբ} = 3,55$ խոշորության մոդուլներով ավազների 1:1 հարաբերակցությամբ խառնումը, ինչը թույլ է տալիս բարձրացնել սեղմման ամրությունը 5,5-ից մինչև 7,6 %:

➤ $M_{ju2} = 3,55$ խոշորության մոդուլով ավազի մասիկները բետոնում առաջացնում են ծակոտիների բարձրացված քանակ, ինչը բացասական է ազդում ամրության սահմանի վրա: Հետևաբար՝ կարելի եզրակացնել, որ ԻԽԲ-ի դեպքում առավել բարենպաստ կհանդիսանա լցիչի բաղադրակազմը, որում կլինի մանր մասնիկների բարձրացված պարունակություն, և խոշոր մոդուլով ավազին $M_{ju2} = 1,4$ մոդուլով ավազի ավելացումը դա դարձնում է հնարավոր:

➤ Ելնելով փորձերի արդյունքներից՝ սահմանվել է, որ երրորդ հանքային հավելույթի ավելացումը չի հանգեցնում բետոնի՝ ըստ սեղմման ամրության սահմանի բարձրացմանը, այլ ընդհակառակը՝ նվազեցնում է այն:

➤ Կոմպոզիցիոն ցեմենտը պարունակում է 12-20% երկու հանքային հավելանյութեր՝ պոզոլան և կրաքար: Պնդացման ժամանակ ցեմենտում պարունակվող պոզոլանը, փոխազդելով ջրի հետ, առաջացնում է $Ca(OH)_2$, երկկալցիական հիդրոսիլիկատ C_2SH_2 , բարձր հիմնային հիդրոպլյումինատներ և կալցիումի հիդրոֆերիտներ: Ակտիվ հանքային հավելանյութերի առկայությունն առաջացնում է հիդրատացում և ցեմենտային մասի պոզոլանային ցեմենտի հիդրոլիզ, որի հետևանքով պոզոլանի և կրաքարի առանձին մասնիկների ուռչելու ընթացքում ծավալը մեծանում է: Դա հանգեցնում է բետոնի խտացմանը՝ կապակցողի մասնիկների միջև ազատ տարածության լցման պատճառով: Խտացումը մեծացնում է նաև պոզոլանային ցեմենտի ջրակայունությունը և աղակայունությունը, քանի որ դժվարանում է ազդեսիվ ջրերի ներթափանցումը դեպի բետոնային զանգվածի ներս և խոչընդոտում է բետոնի քայքայմանը:

➤ Կոմպոզիցիոն ցեմենտին երրորդ հանքային հավելանյութի ավելացումը ինքնին դառնում է իներտ, այսինքն այն չի մասնակցում $Ca(OH)_2$ -ի ռեակցիային, և բարձր տեսակարար մակերևույթ ունեցող միկրոսիլիկատներ և մետակալիներ ոչ միայն չեն մասնակցում ցեմենտի հիդրատացման գործընթացին, այլև հանգեցնում են սեղմման ամրության սահմանի նվազեցմանը:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. Дворкин Л.И., Лушникова Н.В. Высокопрочные бетоны на основе литых бетонных смесей с использованием полифункционального модификатора, содержащего метакаолин // Бетон и железобетон. -2007. -№ 1. -С. 2-7.

2. **Изотов В.С., Мухаметрахимов Р.Х., Сабитов Л.С.** Экспериментальные исследования эффективности дисперсного армирования растянутой зоны бетонных изгибаемых элементов //Научный вестник ВГАСУ. Строительство и архитектура. - 2010. -№ 1 (17). -С. 119-125.
3. Рекомендации по подбору составов бетонных смесей для тяжелых и мелкозернистых бетонов: Методическое пособие /Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации, Федеральное автономное учреждение “Федеральный центр нормирования, стандартизации и оценки соответствия в строительстве”. –М., 2016. – 100 с.

В.А. БАЛАЯН, Э.А. МАШАКАРЯН

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ
РАЦИОНАЛЬНОГО СООТНОШЕНИЯ НАПОЛНИТЕЛЕЙ В
САМОУПЛОТНЯЮЩИХСЯ БЕТОННЫХ СМЕСЯХ**

Строительная отрасль зачастую вынуждена использовать некачественные мелкие заполнители, что увеличивает расход цемента при приготовлении бетонных смесей и строительных растворов для обеспечения качества бетона. Результаты проведенных исследований позволяют улучшить гранулометрический состав и качество мелкого заполнителя бетонной смеси. Для получения песка с требуемым нормализованным (обогащенным) гранулометрическим составом к песку мелкой фракции добавляется измельченный отсев гранита соответствующей фракции, что создает возможность приобретения высоких технических показателей строительных бетонных смесей. Наличие в бетонной смеси песка зерен с требуемыми всеми размерами обеспечивает более плотное строение и повышение показателей прочности бетона. Исходя из этой идеи, были проведены экспертные исследования щебня размерами 5...10 и песка фракций размерами 2,5...1,25, 1,25...0,63, 0,63...0,315 и 0,315...0,16 мм для определения гранулометрического состава наполнителей и их рационального соотношения.

Ключевые слова: самоуплотняющийся бетон, щебень, песок, смесь, фракционирование, уплотнение, прочность.

V.A. BALAYAN, E.H. MASHAKARYAN

**EXPERIMENTAL STUDIES ON DETERMINING THE RATIONAL RATIO
OF FILLERS IN SELF-CURING CONCRETE PRODUCTS**

The construction industry is often forced to use low-quality fine aggregates, which increases the consumption of cement in the preparation of concrete mixtures and building mortars to ensure the quality of concrete. The results of the studies allow to improve the granulometric composition and quality of fine aggregate in concrete mix. By adding granite crushed stone of the appropriate fraction to fine-grained sand to obtain normalized (enriched) sand, high technical performance of building concrete mixes can be achieved. The presence of all the necessary sand grains in the concrete mix provides a denser structure and strength of concrete and an increase in performance. Based on this idea, expert studies of crushed stone of 5-10 mm, 2.5-1.25 mm, 1.25-0.63 mm, 0.63-0.315 mm and Determine the optimal ratios of binders for mixtures with sand fractions of 0.315-0.16 mm were carried out.

Keywords: self-compacting concrete, gravel, sand, mixture, calibration, dosage, compaction, strength.