

Հ.Ա. ՊԵՊԱՆՅԱՆ

ԺԱՄԱՆԱԿԻ ԸՆԹԱՑՔՈՒՄ ԲԵՏՈՆՆԵՐԻ ԱՄՐՈՒԹՅԱՆ ԱՃԻ
ԿԱԽՎԱԾՈՒԹՅԱՆ ՀԱՐՅԻ ՎԵՐԱԲԵՐՅԱԼ

Բերված է ժամանակի ընթացքում բետոնների ամրության աճի կախվածությունն արտահայտող նոր բանաձևի ստացման մեթոդիկան: Մշակված բանաձևը ներկայումս ընդունվածի համեմատությամբ ունի կիրառման ավելի լայն ոլորտ, ինչպես նաև հաշվի է առնում օդի միջին հարաբերական խոնավության ազդեցությունը բետոնի ամրության վրա:

Առանցքային բառեր: բետոն, ամրություն, ժամանակ, հարաբերական խոնավություն:

Ժամանակի ընթացքում բետոնների ամրության փոփոխության օրինաչափությունները հետազոտված են բավականին հանգամանորեն: Այս հարցի ուսումնասիրմանն են նվիրված Բ. Սկրամտանի, Մ. Սիմոնովի, Կ. Կարապետյանի, Դ. Յեցլոնի, Ս. Միրոնովի, Ս. Ֆրենկելի և այլոց աշխատությունները [1-5]:

Չնայած դրան, այդ հարցն այսօր ևս պահպանում է իր կարևորությունն ինչպես բետոնի և երկաթբետոնի տեսության, այնպես էլ գործնական հարցերի (նորմատիվատեխնիկական փաստաթղթերի կազմում, նախագծում) մշակման ոլորտներում:

Բետոնների ամրության կախվածությունը ժամանակից ներկայումս ընդունված է արտահայտել հետևյալ էմպիրիկ բանաձևով.

$$R_t = R_{28} \frac{\lg t}{\lg 28} = 0,691 R_{28} \lg t \approx 0,7 R_{28} \lg t, \quad (1)$$

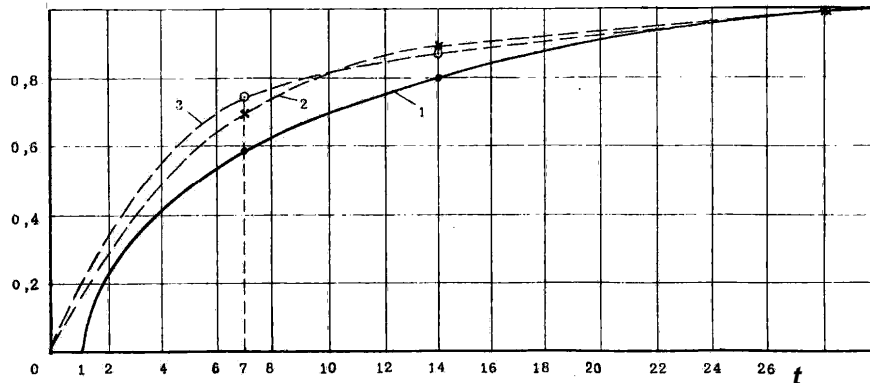
որտեղ R_t - ն բետոնի խորանարդային ամրությունն է t օրեկան հասակում; R_{28} - ը բետոնի խորանարդային ամրությունն է 28 օրեկան հասակում (ընդունվում է որպես հիմք ամրության դասը որոշելիս); t - ն բետոնի հասակին համապատասխանող օրերի թիվն է (նկ. 1-ում, կոր 1):

Մի շարք հեղինակներ գտնում են, որ (1) բանաձևը կիրառելի է, երբ $t \geq 7$ օրից, մյուսները համարում են, որ այն տալիս է հավաստի արդյունքներ, երբ $t \geq 3$ օրից:

Այս տարամիտությունը նշված բանաձևի ոչ այնքան հաջող ընտրության արդյունք է: Այսպես, (1) բանաձևի համաձայն, $t = 1$ արժեքի դեպքում բետոնի ամրությունը՝ $R_{t=1} = 0$ (նկ. 1): Սակայն իրականում բետոնի ամրությունը մեկ օրեկան հասակում ակնհայտորեն մեծ է 0-ից, այսինքն՝ $R_{t=1} > 0$:

Վերը շարադրվածից հետևում է, որ $\square R - t \square$ կախվածությունը պետք է արտահայտել այնպիսի բանաձևով, որ կարտացոլի բետոնների ամրության աճի իրական պատկեր: Այլ կերպ ասած, կախվածության կորը պետք է սկսվի կոորդինատային առանցքների սկզբնակետից՝ ապահովելով $R_{t=0} = 0$ պայմանը:

R_t / R_{28}



Նկ. 1. Ներկայումս կիրառվող (1) բանաձևի (1 կոր) և փորձնական տվյալների հիման վրա կառուցված (2,3 կորեր) կախվածությունները
Հաշվարկային կոր. 1 - ●—● բանաձևի հիման վրա կառուցված; փորձնական կորեր. 2 - x - - - x թիվ 2 օբյեկտի տվյալներով կառուցված; 3 - ○—○—○ թիվ 1 օբյեկտի տվյալներով կառուցված

Նշված ճշտումներն իրականացնելու համար անհրաժեշտ է ունենալ բավարար քանակությամբ բետոնե խորանարդների փորձարկումների արդյունքներ՝ կատարված բետոնի 7; 14; 28 օրեկան հասակներում:

Այդ նպատակով օգտագործվել են «Հայսեյամիկշին և ԿՊ ԳՀԻ» փորձարարական լաբորատորիայի տրամադրության տակ գտնվող երկու խոշոր օբյեկտների («Զվարթնոց» օդանավակայանի բեռնահամալիր և Երևան քաղաքում կառուցված Մբ. Գրիգոր Լուսավորիչ Մայր եկեղեցի) շինարարության ընթացքում որակի ստուգման նպատակով կատարված խորանարդիկների փորձարկման արդյունքները:

Հետազոտությունում ընդգրկված փորձանմուշների տվյալները բերված են աղյուսակ 1-ում: Փորձարկվել է 3717 խորանարդիկ, այդ թվում՝ 2745 հատ 10x10x10 սմ և 972 հատ 15x15x15 սմ չափերով: Նմուշների քանակներն ըստ բետոնի հասակի կազմել են. 7 օրեկան՝ 1842, 14 օրեկան՝ 696, 28 օրեկան՝ 1179 հատ: Ըստ բետոնի տեսակների՝ փորձարկվել են 3456 հատ ծանր բետոնից (բազալտե խիճ, կվարցի ավազ) և 252 հատ թեթև բետոնից (լիթոիդային պեմզայի խիճ և ավազ) պատրաստված խորանարդիկներ: Ըստ բետոնների ամրության դասերի՝ փորձարկվել են 972 նմուշ B25 դասի (U350), 2493 նմուշ B22,5 դասի (U300), 90 նմուշ B20 դասի (U250), 90 նմուշ B15 դասի (U200) և 72 նմուշ B12,5 դասի (U150) խորանարդիկներ:

Ստացված փորձնական տվյալները համեմատվում էին երեք բնորոշ կետերի համար (7; 14 և 28 օրեկան հասակներ) (1) բանաձևով հաշվարկված մեծությունների հետ: Կատարված համեմատության արդյունքները ներկայացված են աղյուսակ 2-ում, որի 2 և 3 սյունակներում բերված են բետոնի ամրությունների հաշվարկային, իսկ 4-6 սյունակներում՝ միջին փորձնական արժեքները:

Հետազոտության ընթացքում ընդգրկված փորձանմուշների տվյալները

Դիտարկվող օբյեկտների անվանումը	Օգտագործված բետոնների			Փորձանմուշներ (խորանարդիկներ)			Ծանոթություններ	
	լցանյութերի տեսակները	նախագծային ամրության դասը (մակնիշը)	հասունացման պայմանները	չափերը	քանակն ըստ բետոնի հասակի, օր			
					7	14		28
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Օբյեկտ N1 («Զվարթնոց»օդանավակայանի բեռնահամալիր)	Ծանր. բազալտե խիճ, կվարցի ավազ	B 25 (M 350)	ըստ ԳՕՍՍ 10180-90	15x15x15	438	201	333	Օբյեկտը կառուցել է «Բիլլ Հարբերտ»ֆիրման (ԱՄՆ) 1997-98 թթ.
Օբյեկտ N2 («Երևան քաղ. Սուրբ Գրիգոր Լուսավորիչ մայր եկեղեցի»)	Ծանր. բազալտե խիճ, կվարցի ավազ	B 22,5 (M 300)	'' -	10x10x10	1278	495	720	Օբյեկտը կառուցել է «Երևանշին» ԲԲԸ
	Թեթև. լիթոիդային պեմզայի խիճ և ավազ	B 20 (M 250)	'' -	'' -	45	'' -	45	
		B 15 (M 250)	'' -	'' -	45	'' -	45	
		(M200) (M150)	'' -	'' -	36	'' -	36	

Աղյուսակ 2-ի 7 սյունակի տվյալներից երևում է, որ ներկայումս ընդունված (1) բանաձևը տալիս է մինչև 19% շեղումներ՝ փորձնական մեծություններից: Դա պարզորոշ երևում է նաև նկ. 1-ում, որտեղ բերված են փորձնական տվյալների հիման վրա կառուցված կորերը (տես 2 և 3 կորերը):

Վերոհիշյալից բացի, (1) բանաձևն ունի այլ թերություններ ևս. ըստ այդ բանաձևի, երբ բետոնի հասակը ձգտում է անվերջության ($t \rightarrow \infty$), վերջինիս հաշվարկային ամրությունը նույնպես ձգտում է անվերջության ($R_t \rightarrow \infty$), ինչն անհեթեթ է և զուրկ ֆիզիկական իմաստից: Բանաձևը հաշվի չի առնում նաև օդի հարաբերական խոնավության ազդեցությունը բետոնի ամրության փոփոխության վրա:

Ելնելով վերը շարադրվածից, մեր կողմից առաջարկվում է նոր բանաձև՝

$$R_t = R_{28} \left[(1 - e^{-0,158t}) + \frac{\bar{W}}{100} (1 - e^{-0,0013t}) \right], \quad (2)$$

որտեղ R_t - ն R_{28} - ը , t - ն - նույն նշանակումներն են, ինչ (1) բանաձևում; e - ն բնական լոգարիթմների հիմքն է; $\bar{W}$ -ն դիտարկվող (t) ծամանակահատվածում օդի հարաբերական խոնավության միջին արժեքն է, տոկոս:

Ինչպես երևում է աղյուսակ 2-ի 3, 6 և 8 սյունակներից, առաջարկվող (2) բանաձևով հաշվարկված մեծությունների՝ փորձնական տվյալներից շեղումները չեն գերազանցում 4%:

Աղյուսակ 2

Բետոնների հաշվարկային և փորձնական խորանարդային ամրությունների համեմատության արդյունքները

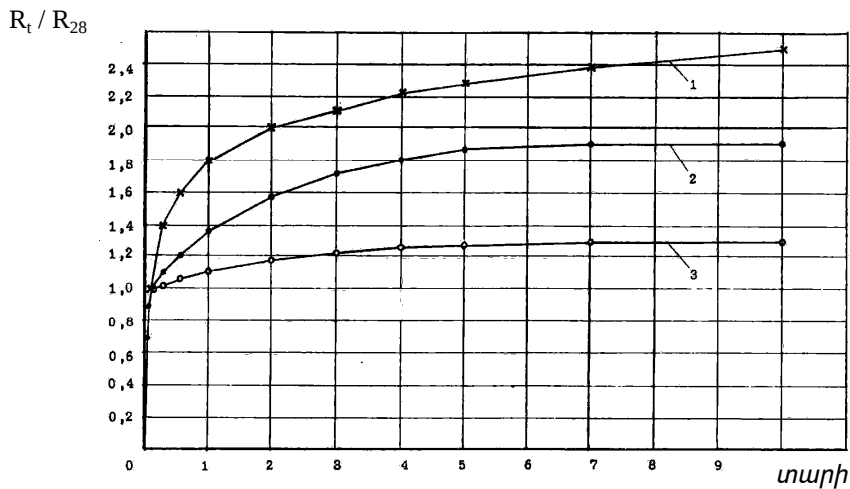
Բետոնի հասակը օրերով	Բետոնների խորանարդային ամրությունները արտահայտված դասերի (R ₂₈ - ի) մասերով					Հարաբերություններ	
	հաշվարկային, ըստ		միջին փորձնական				
	(1) բանաձևի	առաջարկվող (2) բանաձևի	Օբյեկտ N1 («Զվարթնոց» օդանավակայանի բեռնահամալիր)	Օբյեկտ N2 («Երևան» քաղ. Ս.Գր. Լուսավորիչ մայր եկեղեցի»)	(այ4+այ5)/2 արժեքները	այ6 / այ2 արժեքները	այ6 / այ3 արժեքները
1	2	3	4	5	6	7	8
7 օրեկան	0,59 R ₂₈	$\frac{0,68R_{28}}{0,67R_{28}}$	0,71R ₂₈	0,69R ₂₈	0,7R ₂₈	1,19	1,03/1,04
14 օրեկան	0,8 R ₂₈	$\frac{0,91R_{28}}{0,89R_{28}}$	0,88R ₂₈	0,89R ₂₈	0,88R ₂₈	1,11	0,97/0,99
28 օրեկան	1,01 R ₂₈	$\frac{1,02R_{28}}{0,99R_{28}}$	R ₂₈	R ₂₈	R ₂₈	0,99	0,98/1,01

Ծանոթություն: Աղյուսակի 3-րդ և 8-րդ սյունակների կոտարակների մեծությունները հաշվարկված են առաջադրվող (2) բանաձևով.

- համարիչը $\bar{W} = 95\%$, միջին հարաբերական խոնավության պայմաններում հասունացման դեպքում (թաց ռեժիմ);

- հայտարարը $\bar{W} = 30\%$, միջին հարաբերական խոնավության պայմաններում հասունացման դեպքում (չոր ռեժիմ):

Առաջարկվող (2) բանաձևի $(1 - e^{-0,158t})$ անդամը բնութագրում է բետոնի ամրության աճը, իսկ $\frac{\bar{W}}{100} (1 - e^{-0,0013t})$ անդամը հաշվի է առնում օդի միջին հարաբերական խոնավության ($\bar{W}$) ազդեցությունը բետոնի ամրության վրա, ցանկացած (t) ժամանակահատվածում:



Նկ. 2. Ներկայումս կիրառվող (1) բանաձևով (1 կոր) և առաջարկվող (2) բանաձևով (2,3 կորեր) կառուցված կախվածությունները: կորերի պայմանական նշաններ.
 1 - x (1) բանաձևով կառուցված; 2 - ● (2) բանաձևով կառուցված, ($\bar{W} = 95\%$) ;
 3 - ○ նույնը՝ կառուցված ($\bar{W} = 30\%$) հարաբերական խոնավության համար

Ներկայումս կիրառվող (1) և առաջարկվող (2) բանաձևերի տարբերությունները հստակ երևում են նկ. 2-ում, որտեղ պատկերված են (1) և (2) բանաձևերով հաշվարկված կորերը 10 տարվա ($t=3650$ օր) ժամկետի համար: Ակնհայտ է, որ (1) բանաձևի հիման վրա կառուցվող կոր 1-ն ունի անվերջ աճելու միտում:

Մեր կողմից առաջարկվող (2) բանաձևի հիման վրա կառուցվել են երկու կորեր.

- պահպանման խոնավ պայմաններում ($\bar{W} = 95\%$) հասունացած բետոնների համար (կոր 2):
- պահպանման չոր պայմաններում հասունացած բետոնների համար (կոր 3):

Այս կորերն ասիմպտոտային բնույթի են և ձգտում են որոշակի սահմանների. 2 կորը ձգտում է $1,95R_{28}$ -ի, իսկ 3-ը՝ $1,3R_{28}$ -ի, ինչը համընկնում է հայտնի փորձնական տվյալների հետ [3-5]:

Այսպիսով, մեծաքանակ փորձարարական տվյալների մշակման ու վերլուծության հիման վրա առաջարկվում է ժամանակի ընթացքում բետոնների ամրության աճը բնութագրող նոր բանաձև, որը, ի տարբերություն ներկայումս կիրառվող բանաձևի, թույլ է տալիս հաշվարկել բետոնի ամրության հավաստի արժեքներ ցանկացած ($0 < t < \infty$) հասակի համար:

Առաջարկվող նոր բանաձևը հաշվի է առնում նաև պահպանման (հասունացման) t ժամանակահատվածում օդի միջին հարաբերական խոնավության $\bar{W}$ -ի ազդեցությունը բետոնի ամրության R_t -ի վրա:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Скрамтаев Б.Г.** О новых задачах в определении прочности бетона // Бетон и железобетон. – 1962. - № 9. – С. 385-388.
2. **Симонов М.З.** Основы технологии легких бетонов. – М.: Стройиздат, 1973. – 584 с.
3. **Карапетян К.С.** Влияние фактора времени на прочность и деформативность бетона на литоидной пемзе и некоторые другие его свойства // Гидротехнический бетон на литоидной пемзе: Сб. тр. – Ереван: Изд. АН АрмССР, 1958. – С. 18-22.
4. **Цецлон Д.И.** Рост прочности бетонов высоких марок во времени // Бетон и железобетон. – 1970. - № 2. – С. 25-26.
5. **Миронов С.А., Френкель С.М.** и др. Рост прочности бетона при пропаривании и последующем твердении. – М.: Стройиздат, 1973. – 95 с.

«Հայստեյսմշին և ԿՊԳՀԻ». Նյութը ներկայացվել է խմբագրություն 20.05.2001:

А.А. ПЕПАНЯН

К ВОПРОСУ ЗАВИСИМОСТИ ВОЗРАСТАНИЯ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА ВО ВРЕМЕНИ

Приведена методика получения новой формулы, выражающей зависимость возрастания прочности бетона во времени. Разработанная формула по сравнению с принятой имеет более широкую область применения, а также учитывает влияние средней относительной влажности воздуха на рост прочности бетона.

H.A. PEPANYAN

ON CONCRETE STRENGTH INCREASE TIME DEPENDENCE PROBLEM

A new formula obtaining technique expressing concrete strength increase time dependence is given. Compared with the adopted formula, the developed one has wider field of application and takes into account the influence of average relative air humidity on the growth of concrete strength.