

ՀՏԴ 666.942

ՇԻՆԱՐԱՐԱԿԱՆ ՆՅՈՒԹԵՐ

Ա.Վ. Եղիազարյան,
 Ա.Ս. Մեյմարյան,
 Մ.Գ. Գալստյան

**ԿԱՊԱՆԻ ՏԱՐԱԾԱՇՐՁԱՆՈՒՄ ԲԵՏՈՆԵ ԵՎ ԵՐԿԱԹԲԵՏՈՆԵ ԿՈՆՍՏՐՈՒԿՑԻԱՆԵՐԻ
 ԿԱՐԲՈՆԻԶԱՑՄԱՆ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆԸ**

Դիտարկված են բետոնե և երկաթբետոնե կոնստրուկցիաների կոռոզիայի երևույթները և դրանցից պաշտպանելու եղանակները: Ուսումնասիրությունները կատարված են Կապանի տարածաշրջանում, որը բնորոշվում է համեմատաբար փոքր տարածքի վրա կենտրոնացված երեք լեռնահանքային խոշոր ձեռնարկություններով: Բետոնի պաշտպանիչ շերտի կարբոնիզացման արդյունավետության փորձարկումներն իրականացվել են տարբեր ցեմենտների օգտագործմամբ՝ կախված շահագործման տարբեր պայմաններից: Հետազոտություններով որոշված է բետոնե և երկաթբետոնե կոնստրուկցիաների կարբոնիզացման խորության և ամրության կապը տեղադրման վայրից և ջրացեմենտային հարաբերությունից:

Առանցքային բառեր. *կարբոնիզացիա, կոռոզիա, պաշտպանիչ շերտ, ամրություն, ջրացեմենտային հարաբերություն*

Երկաթբետոնե կոնստրուկցիաների որակի և երկարակեցության հարցերը թե տնտեսական և թե տեխնիկական տեսանկյունից միշտ եղել են շինարարների ուշադրության կենտրոնում և դրանց երկարակեցության, այսինքն՝ կոռոզիոն կայունության մեծացումն ի հաշիվ բետոնի և երկաթբետոնի հակակոռոզիոն պաշտպանության՝ կարևոր խնդիր է մեր տնտեսության համար:

Այս խնդիրը հատկապես խիստ արդիական է Կապանի տարածաշրջանի համար, որտեղ համեմատաբար փոքր տարածքի վրա կենտրոնացված են երեք լեռնահանքային խոշոր ձեռնարկություններ: Չնայած այդ ձեռնարկությունների կողմից իրականացվող բնապահպանական միջոցառումներին, այնուամենայնիվ դրանց գործունեության արդյունքում լինում են արտանետումներ՝ հատկապես հարստացուցիչ ֆաբրիկայի «պոչերի» տեղափոխման խողովակաշարի վնասվածքների ժամանակ, որոնք նույնպես հենց բետոնի և մետաղի կոռոզիայի հետևանք են: Երկաթբետոնե կոնստրուկցիայի մեջ ամրանը կարող է լավ պաշտպանված լինել բետոնով, իսկ վերջինիս կարելի է տալ նշանակալից կայունություն միջավայրի ազդեցությունների նկատմամբ:

Կոռոզիայի ընթացքում կարող են վնասվել և բետոնը, և ամրանը: Համաձայն հետազոտությունների [1,2], ավելի վտանգավոր են բետոնի մեջ ամրանի կոռոզիայի զարգացման հետևանքով առաջացած վնասվածքները, որովհետև դրանց վերացումը չափազանց դժվար է: Կոնստրուկցիաներ արտադրողները շատ հաճախ, որպեսզի նվազեցնեն բետոնի

ամրացման վրա կատարվող ծախսերը, նյութի մեջ ավելացնում են տարբեր մոդիֆիկատորներ և պլաստիֆիկատորներ: Ճիշտ է, դրանց շնորհիվ զգալիորեն լավանում են ցեմենտաքարի շահագործական ցուցանիշները, բայց ոչ մեկը չի կարող երաշխավորել, որ այդ հավելանյութերը հետագայում պատճառ չեն դառնա ամրանային կոռոզիայի առաջացման:

Բետոնի և երկաթբետոնի կոռոզիան համաձայն [3]-ի, ընթանում է երկու հիմնական սխեմայով:

Համաձայն առաջին սխեմայի՝ ամրանի կոռոզիան սկսվում է բետոնի պաշտպանիչ շերտի քայքայումից հետո, այսինքն՝ կոնստրուկցիայի վնասվածքի պատճառը բետոնի ոչ բավարար կայունությունն է:

Համաձայն երկրորդ սխեմայի՝ կոռոզիան սկսվում է ամրանից, երբ բետոնը միջավայրի ազդեցությունից չի քայքայվում, այլ քայքայվում է ամրանի վրա ժանգի աճող շերտի ճնշման պատճառով:

Երկաթբետոնե կոնստրուկցիաներում բետոնի վրա հեղուկ միջավայրի ազդեցությունը, որը պողպատի հանդեպ ագրեսիվ իոններ չի պարունակում, նախ քայքայում է բետոնը, այսինքն՝ այստեղ առաջնայինը բետոնի կոռոզիան է: Գազաօդային միջավայրում, եթե օդի հարաբերական խոնավությունը մեծ է 60%-ից և առկա է հեղուկ միջավայրի ազդեցությունը, որը պողպատի նկատմամբ ագրեսիվ իոններ է պարունակում, նպաստում է ամրանի կոռոզիայի զարգացմանը, և սվյալ դեպքում դա կարող է հանգեցնել երկաթբետոնե կոնստրուկցիայի քայքայմանը, քանի որ պողպատի կոռոզիայի արդյունքում առաջանում է ժանգ, որի մեջ մտնում են հետևյալ միացությունները՝ Fe_2O_3 , Fe_3O_4 , $Fe(OH)_2$, $Fe(OH)_3$ և առաջացող ժանգը, ունենալով 2...3 անգամ ավել ծավալ, բետոնում առաջացնում է ճաքեր:

Երկաթբետոնե կոնստրուկցիաներում կոռոզիայից պողպատի պաշտպանությունը հիմնականում կախված է հիմնային միջավայրից, որն առաջանում է ցեմենտաքարի հիդրատացման և ամրացման ժամանակ: Բետոնե և երկաթբետոնե կոնստրուկցիաների կոռոզիակայունությունը բարձրացնելու համար անհրաժեշտ է իրականացնել հակակոռոզիոն միջոցառումներ, որոնք պայմանականորեն կարելի է բաժանել առաջնային և երկրորդային միջոցառումների:

Առաջնային պաշտպանության միջոցառումներից է տարբեր մոդիֆիկացված լցանյութերի ավելացումը բետոնե խառնուրդին [4]: Դրանք կարող են լինել պլաստիֆիկատորներ, կայունացնող (շերտատումը կանխող), ջրապահպանող, ինչպես նաև բետոնի խառնուրդի ամրությունը կարգավորող նյութեր:

Երկրորդային պաշտպանության միջոցառումներից են՝ տարբեր պաշտպանական ծածկույթների տեղադրումը, բիոցիդային նյութերի կիրառումը, ցեմենտացումը, սիլիկատացումը, ձյութապատումը, սոսնձային նյութերի, խտացնող ներծծիչների և լաքաներկային ու մածիկային ծածկերի կիրառումը:

Բիոցիդային նյութերը նախատեսված են բետոնե կոնստրուկցիաներում առաջացող սնկային գոյացությունների ոչնչացման համար: Դրանք ավելացվում են բետոնե խառնուրդին, որոնք լցվելով բետոնի միկրոճաքերի ու ծակոտիկների մեջ, բացառում են սնկային գոյացությունների առաջացումը:

Ցեմենտացումը՝ դա ցեմենտի շաղախի ներարկումն է բետոնի ճաքերի մեջ, որոնք մեծացնում են խտությունն ու ջրաանթափանցելիությունը, հետևաբար նաև կոռոզիակայունությունը:

Միլիկատացումը հեղուկ ապակու ներարկումն է բացված անցքերի մեջ, որոնք ներծծվելով, լցնում են ծակոտիներն ու խոռոչները:

Չյութապատման համար նախապես բետոնի մեջ ներմղում են թրթնջուկային կամ կալցիումի ֆտորջրածնային 4%-ոց թթվային շաղախներ: Այս եղանակը խորհուրդ է տրվում բետոնե այն կոնստրուկցիաների խտության և ջրաանթափանցելիության բարձրացման համար, որոնք ունեն մանր ծակոտիկներ և բացառում են ջրի ֆիլտրացումը:

Սոսնձային նյութերը կիրառում են հեղուկ միջավայրի ազդեցության դեպքում: Դրանք կարող են լինել նավթաբիտումային փաթեթագորգեր, պոլիէթիլենային թաղանթներ և այլն:

Խտացնող ներծծիչները բետոնին հաղորդում են բարձր ջրաանթափանցելիություն և նվազեցնում ջրակլանումը:

Լաքաներկային նյութերը կիրառում են հեղուկ միջավայրի ազդեցության ժամանակ, ինչպես նաև բետոնի ու կոշտ ագրեսիվ միջավայրի անմիջական հպման դեպքում:

Բետոնի հակակոռոզիոն պաշտպանության համար կիրառում են կրկնաքլորվինիլային նյութեր՝ XB-784 լաք, XB-785 էմալ և XC-010, XC-068 քլորսոպոլիմերային գրունտներ, ինչպես նաև քարածխային ձյութերի հիմքերով պատրաստված XC-724 լաքերով ու ՅՈՒ-0010 էպօքսիդային ձեփիչներով ծածկեր: Պաշտպանիչ շերտը ստանում են մակերևույթի վրա հաջորդաբար քսելով գրունտը, էմալը և լաքը: Շերտերի քանակը կախված է մակերևույթի շահագործման պայմաններից, որը 6 շերտից պակաս չպետք է լինի: Մեկ շերտի հաստությունը 15...20 մկմ է: Միջանկյալ չորացման ժամանակը 18...20 °C ջերմաստիճանի դեպքում 2...3 ժ է: Վերջնական չորացումը բաց մակերևույթի համար տևում է 5 օր, իսկ փակ մակերևույթների համար 15 օր:

Ճաքակայուն և միաժամանակ քիմիակայուն ծածկեր ստանալու համար կիրառում են պոլիէթիլենային XCPՅ թաղանթներ: Երբ ճաքերի բացվածքը մինչև 0,3 մմ է, ապա պոլիէթիլենային թաղանթի վրա քսվում է XII-799 էմալ և պատվում XII -734 լաքով:

Քլորսուլֆինացված պոլիէթիլենի հիմքով պատրաստված նյութերը պիտանի են այն աշխատանքների համար, որոնք իրականացվում են -60...+130°C ջերմաստիճանային պայմաններում:

XCPEՅ հիմքով իրականացված ծածկերը կայուն են օդոնի և գոլորշագազային միջավայրերում, որոնք պարունակում են այնպիսի թթու գազեր, ինչպիսիք են՝ Cl₂, HCl, SO₂, SO₃, NO₂: Այդպիսի ծածկերը ստեղծվում են ներկագրիչներով կամ վրձիններով [5, 6]:

Աշխատանքի նպատակն է՝ բացահայտել տարբեր ցեմենտների օգտագործման դեպքում բետոնի և երկաթբետոնի պաշտպանիչ շերտի (կարբոնիզացման) արդյունավետությունը, կախված շահագործման պայմաններից: Կարբոնիզացման արագությունը կախված է բետոնի խտությունից, խոնավությունից և ածխաթթվի կուտակումից: Կատարվել են փորձեր վերը նշված կախվածությունը բացահայտելու համար: Դրա համար տարբեր ցեմենտներից պատրաստված 10x10x150 սսճափերով նախապես լարված ամրանները, որոնց պաշտպանիչ շերտի հաստությունը 5, 10, 15, 20 մմ է, տեղադրվել են տարբեր տեղերում (աղ.1).

- 1) լեռնահանքային ձեռնարկությունների տարածքում,
 - 2) քաղաքի կենտրոնում,
 - 3) լաբորատորիայում, որտեղ օդի հարաբերական խոնավությունը 65% է, իսկ ջերմաստիճանը՝ 20 °C,
 - 4) խոնավ զետեղարանում, որտեղ ածխաթթվի պարունակությունը բարձր է եղել:
- Մեկ տարուց հետո որոշվել են կարբոնիզացման խորությունը տարբեր փորձանմուշների մոտ, որոնց փորձարկման տվյալները բերված են աղ. 1-ում:

Աղյուսակ 1

Կարբոնիզացման խորությունը, մմ

Ցեմենտի տեսակը	Նմուշների տեղադրման վայրը			
	1	2	3	4
պորտլանդցեմենտ	3...8	0...1	1...3	0...2
սուլֆատակայուն	2...5	2...4	3...6	3...8
խարամապորտլանդ ցեմենտ (50% խարամ)	7...12	2...4	8...10	8...10
խարամապորտլանդցեմենտ (80% խարամ)	5...8	2...5	9...11	12...16

Աղ. 1-ում ներկայացված տվյալներից երևում է, որ.

- 1) կարբոնիզացումն ավելի արագ է ընթանում չոր տեղերում,
- 2) անկախ պայմաններից՝ կարբոնիզացման ամենափոքր խորությունը պորտլանդցեմենտներով բետոնի մոտ է, միջինը՝ սուլֆատակայունի, ամենաշատը՝ խարամապորտլանդցեմենտի մոտ, որտեղ խարամի 80% և 50% պարունակություն կա,
- 3) ամրանի կոռոզիան սկսվում է, հենց որ կարբոնիզացման գոտին տարածվում և հասնում է ամրանի մակերևույթին,
- 4) ամրանի մակերևույթը պաշտպանիչ շերտի կողմից ավելի շատ էր կոռոզիայի ենթարկվել, քան հակառակ կողմից: Հետևաբար, 5...7 մմ հաստությամբ պաշտպանիչ շերտը բավարար չէ, քանի որ այն տեղերում, որտեղ բետոնի մակերևույթից մինչև մետաղը առկա էին

մագանոթային ծակոտիներ, առաջացել էին վնասվածքի տեղային օջախներ՝ մետաղի զգալի կորստով:

Պարզելու համար կարբոնիզացման և բետոնի ամրության միջև կապը, մեր կողմից ցեմենտավազային շաղախից պատրաստվեցին $4 \times 4 \times 16$ սմ չափերով պրիզմայաձև նմուշներ, որոնք 12 սմ/հս լաբորատորիայում պահվել են 20°C ջերմաստիճանում և 65% հարաբերական խոնավության պայմաններում: Փորձարկման արդյունքները ներկայացված են աղ. 2-ում:

Աղյուսակ 2

Ամրության և կարբոնիզացման խորության կապը ջրացեմենտային հարաբերությունից

Ցեմենտի տեսակը	$\Omega/3=0,5$		$\Omega/3=0,76$	
	$R_{28}, կգ/սմ^2$	կարբոնիզացման խորությունը, մմ	$R_{28}, կգ/սմ^2$	կարբոնիզացման խորությունը, մմ
խարամապորտլանդցեմենտ (50% խարամ)	564	1,3	279	2,8
պորտլանդցեմենտ (15% C_3A)	490	1,3	254	4,3
խարամապորտլանդցեմենտ (15% խարամ)	560	1,0	250	4,0
պորտլանդցեմենտ (1% C_3A)	360	2,0	158	5,8

Բետոնի կարբոնիզացման ցուցանիշները թույլ են տալիս անել հետևյալ եզրակացությունները. կարբոնիզացման գործընթացը կախված է բետոնի խոնավության աստիճանից և կոնստրուկցիայի շահագործման պայմաններից: Այն գործնականորեն դադարում է, երբ օդի հարաբերական խոնավությունը 45%-ից ցածր է: Ջետեղարանում կարբոնիզացումն ավելի արագ է ընթանում, քան դրսում, իսկ բետոնի փոփոխական խոնավացման դեպքում, օրինակ, տեղումներից, այն ավելի է դանդաղում: Բետոնի մեջ ավելի խորը կարբոնիզացման ներթափանցումն այլ հավասար պայմանների դեպքում որոշվում է դրա ամրության աստիճանով: Այդ պատճառով հստակ բացահայտվում է այդ գործընթացի վրա ջրացեմենտային հարաբերության ազդեցությունը, հետևաբար դրա հետ կապված էլ բետոնի ամրությունը:

**А.В. Егизарян,
А.С. Меймарян,
М.Г. Галстян**

ИССЛЕДОВАНИЕ КАРБОНИЗАЦИИ БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ В КАПАНСКОМ РЕГИОНЕ

Рассмотрены коррозионные явления в бетонных и железобетонных конструкциях и методы защиты от них. Исследования проведены в Капанском регионе, который отличается централизацией на сравнительно маленькой территории трех крупных горнорудных предприятий. Опыты по эффективности карбонизации защитного слоя бетона проведены с использованием различных типов цемента, в зависимости от различных условий эксплуатации. С помощью

исследований определена зависимость глубины карбонизации и прочности железобетонных конструкций от места их установки и от водоцементного соотношения.

Ключевые слова: карбонизация, коррозия, защитный слой, прочность, водоцементное соотношение

**A.V. Yeghiazaryan,
A.S. Meymaryan,
M.G. Galstyan**

STUDY OF CARBONIZATION OF CONCRETE AND REINFORCED CONCRETE CONSTRUCTION IN KAPAN REGION

Corrosion occurrences in reinforced concrete constructions and means of protection are considered.

Researches were conducted in Kapan region which differs with the centralization by the location of three big mining companies in a comparatively small territory. The experiments upon the efficiency of the carbonization of the concrete's protection cover were done by using different kinds of cement, depending on different conditions of application.

The dependence of the depth and strength of the carbonized cover of reinforced concrete constructions on the place of their location and water-cement proportion is defined by conducted researches.

Keywords: carbonization, corrosion, protection cover, strength, water-cement proportion

Գրականություն

1. **Москвин В.М.** Коррозия бетона. - М.: Госстройиздат, 1952. - 344 с.
2. **Москвин В.М., Иванов Ф.М., Алексеев С. Н., Гюзеев Е.А.** Коррозия бетона и железобетона. Методы их защиты. - М.: Стройиздат, 1980. - 533 с.
3. **Алексеев С.Н., Иванов Ф.М., Модры С., Шисль П.** Долговечность железобетона в агрессивных средах. - М.: Стройиздат, 1990. - 320 с.
4. **Батраков В. Т.** Модифицированные бетоны. Теория и практика. - М.: Технопроект. 1998. - 768 с.
5. **Алексеев С. Н.** Коррозия и защита арматуры в бетоне. - Москва, 1968. - 231 с.
6. **Розенталь Н. К.** Коррозионная стойкость цементных бетонов низкой и особо низкой проницаемости. - М.: ФГУП ЦПП, 2000. - 520 с.

Աշխատանքն իրականացված է ՀՀ պետական բյուջեից զիտական և զիտատեխնիկական գործունեության բազային ֆինանսավորմամբ «ՀՀ ճարտարապետական և շինարարական համալիրների կայուն զարգացման ուղիների բացահայտում, ճշգրտում, ներդրման առաջարկությունների և հանձնարարականների մշակում՝ մշտական մոնիտորինգի կիրառմամբ» ծրագրի շրջանակներում:

Եղիազարյան Անիկ Վանյաի, տ.գ.թ., դոց. (ՀՀ, ք.Վապան)-ՀՊՃՀ, Վապանի մասնաճյուղ, Տեխնոլոգիաների և ճյուղային տնտեսագիտություն ֆակուլտետ, ֆակուլտետի ղեկավար, (093)195833: **Մեյմարյան Արմինե Ստեփանի, տ.գ.թ.** (ՀՀ, ք.Երևան)-ՃՇՀԱՀ, ակադեմիկոս Ալ. Թամանյանի անվ. ճարտարապետության և շինարարության պրոբլեմային լաբորատորիա, գ.ա., Քիմիայի, կապակցող նյութերի և սիլիկատների ամբիոն, լաբորատորիայի վարիչ, (010)541491, (093)111084: **Գալստյան Մարտիկ Գրիգորի** (ՀՀ, ք.Վապան)-ՀՊՃՀ, Վապանի մասնաճյուղ, դասախոս, (093)691222:

Եգուազարյան Անիկ Վանյա, կ.տ.ն., ղոց. (ՐԱ, շ.Կապան) - ԳԻՄԱ, Կապանի ֆիլիալ, ֆակուլտետ Կապանի տեխնոլոգիայի և արհեստագիտության, (093)195833. **Մեյմարյան Արմինե Տեփանովնա, կ.տ.ն.** (ՐԱ, շ.Երևան) - ԿԱՍԱ, Վանական լաբորատորիա Կապանի տեխնոլոգիայի և արհեստագիտության, (010)541491, (093)111084. **Գալստյան Մարտիկ Գրիգորի** (ՐԱ, շ.Կապան)- ԳԻՄԱ, դասախոս, (93)691222.

Yeghiazaryan Anik Vania, Ph.D in Engineering (RA,Kapan)- SEVA, Dean of the Faculty of Technologies and Branch Economics, (093)195833. **Meymaryan Armine Stepan, Ph.D in Engineering** (RA,Yerevan)-NUACA, Research Laboratory of Architecture and Construction by Academician Al. Tamanyan, Scientific Researcher, Chair of Chemistry, Binding Materials and Silicates, Head of the laboratory, (093)111084. **Galstyan Martik Grigor** (RA,Kapan)- SEUA, lecturer, (093)691222.

Ներկայացվել է՝ 27.06.2014թ.

Ընդունվել է տպագրության՝ 01.07.2014թ.