

УДК 647.13

**Д.А. Абзалова\*, Д.С. Мырзалиев, З.А. Ибрагимова, О.Б. Сейдуллаева, Г.О. Алтаева**

т.ғ.к, доцент, М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан  
т.ғ.к, доцент, М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан  
PhD, доцент, М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан  
докторант, М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан  
магистр, аға оқытушы, М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан  
\*Корреспондент авторы: dilya0158@mail.ru

## **БЕТОН МЕН ТЕМІРБЕТОННЫҢ ӘСЕРІНЕН ТОТТАНУЫ АГРЕССИВТІ ОРТА**

### **Түйін**

Бетон мен темірбетонның ұзақтығы проблемалық сипаты бар және тұрақты дамуды талап ететін қазіргі заманғы құрылыстың өзекті міндеттерінің бірі болып табылады. Материалдардың беріктігі мен жарыққа төзімділігі, сондай-ақ агрессивті ортадағы коррозиялық процестердің кинетикасы бойынша деректердің жинақталуы бетондар мен басқа да композиттердің төзімділігін арттыратын қорғау әдістері мен тәсілдерін әзірлеуге мүмкіндік береді.

Алайда, бетон мен темірбетонның коррозиясын тудыратын теріс факторлардың неғұрлым күрделі және қауіпті түрлеріне биологиялық белсенді орта жатады, жоғары ылғалдылықтың, жылу және ыстық климаттың және басқа да факторлардың әсері жағдайында олардың коррозиялық биологиялық зақымдану және биологиялық бұзылу процестері интенсифицирленеді.

Осыған байланысты әртүрлі климаттық жағдайлардағы коррозиялық процестермен байланысты мәселелерді, оның ішінде биологиялық факторлардың әсерін ескере отырып қарау маңызды міндет болып табылады.

**Кілттік сөздер:** коррозия, агрессивті орта, бетон, конструкция, төзімділік, төзімділік, жарықшаққа төзімділік, төзімділік.

### **Кіріспе**

Динамикалық жүктемелердің, ауа райы-климаттық жағдайлардың, агрессивті ортаның, сондай-ақ ғимараттар мен құрылыстардың әсер етуі кезінде, жол құрылысында олардың мерзімінен бұрын бұзылуына әкелуі мүмкін сапасыз материалдардың кешенді әсер етуі.

Құрылыс бұйымдары мен конструкцияларының сапасын, оның ішінде коррозияға төзімділігін арттырудың перспективалы бағыты оларды өндіру үшін іс-қимылдың кең спектрінің кешенді модификаторларын қолдана отырып, бетондарды пайдалану болып табылады.

Берілген қасиеттері бар материалдарды, оның ішінде биологиялық факторлардың әсерін ескере отырып, әртүрлі агрессивті ортада олардың ұзақ мерзімді көрсеткіштерін алуды қамтамасыз ететін әртүрлі деңгейдегі минералдық модификаторлары бар композиттердің құрылымын зерттеу және әзірлеу осы проблеманың шешімі болып табылады.

Қазіргі заманғы жоғары сапалы бетондардың түрлі түрлері бар: беріктігі жоғары бетондар, өздігінен тығыздайтын, коррозияға төзімділігі жоғары, плас-тифицирленген.

Жаңа буынның жоғары сапалы бетондарын жасау тиімділігі жоғары пластификаторларды пайдалануға негізделеді. Жоғары дисперсті бөлшектері бар толтырғыштың артық болуы кезінде олардың шоғырлануы жоғары микрообъектілер пайда болады, бұл жарықтардың пайда болуына, микроқұрылымның біртектілігінің төмендеуіне және материалдың қасиеттерінің нашарлауына әкеледі [1, 2].

Пайдалану процесінде құрылыс материалдары әртүрлі химиялық факторлардың теріс әсеріне ұшырайды. Іс жүзінде барлық бетондар коррозияға ұшырайды. Химиялық агрессивті орта материалдар құрылымының қайтымсыз өзгерістерін тудырады және беріктіктің және

басқа да қасиеттердің төмендеуіне әкелуі мүмкін.

Жіктелімнің негізін құрайтын бетон коррозиясының үш түрі бар: цемент тасының ерігіштігі, қышқыл коррозиясы, сульфат коррозиясы.

Коррозияның бірінші түріне сұйық ортаның әсерінен бетонда пайда болатын процестер жатады. Цемент тасы компоненттерінің еруі және оның құрылымынан шығарылуы есебінен бетонның бұзылуы бірінші түрдегі коррозияға жатады. Оның қарқындылығы су мен цемент тастарының жанасу шарттарымен анықталады. Бетонның беріктігі цемент тастың фазалық құрамына, бетонның құрылымы мен құрамына байланысты болады. Оның неғұрлым еритін компоненті альций гидроксиді болып табылады, оның бетоннан шаймалануы оның беріктігінің төмендеуіне және бұзылуына әкеледі.

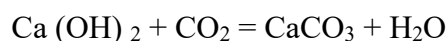
Бетонның шаймалануын болдырмаудың басты құралы - оған жеткілікті су өткізбеушілік пен біртұтастық беру, цемент тасының ерігіштігін төмендету. Сілтілендіру жағдайында бетонның орнықтылығын арттыру үшін оның үстіңгі қабатын карбонизациялау процесінің маңызы зор.

Конструкциялар мен құрылыстар қышқылдығы жоғары табиғи және өнеркәсіптік сулардың әсерінде болады.

Цемент тасы коррозиясының екінші түріне химиялық әсерлер - цемент тасы мен агрессивті орта компоненттері арасындағы алмасу реакциялары болатын процестер жатады. Қышқыл коррозиясы оның ең қауіпті түрі болып табылады. Қышқылдар, қышқыл тұздар неғұрлым агрессивті, бірақ оның агрессивтілігі оның концентрациясына және кальций тұздарының ерігіштігіне байланысты, өйткені тоттану процесінде пайда болатын пленка қышқылдың бетонға таралуына кедергі келтіре отырып, оны тежейді. Қышқылдың түріне байланысты реакция процесінде әртүрлі тұздар пайда болады, олардың ерігіштігіне цемент тастарының бұзылу жылдамдығы байланысты болады.

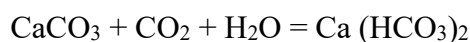
Екінші түрдегі бетон процестерінің дамуында цемент тастарының бетінде ерітінді алмасу жылдамдығы маңызды рөл атқарады [3, 5].

Қышқылдардың әсерінен бетонның коррозиясы оның көлемінің ұлғаюымен немесе жеңіл еритін әкті қосылыстардың жуылуымен өтеді. Көлемнің ұлғаюы мынадай реакция бойынша болады:

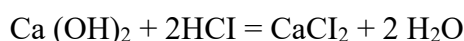


$\text{CaCO}_3$  суда ерімейтіндіктен, оның цемент кеуектерінде біртіндеп шөгуі болады, осының салдарынан бетонның көлемі ұлғаяды және одан әрі оның жарылуы мен бұзылуы болады.

Бетонның қышқылдардың су ерітінділерімен жанасуы кезінде тез еритін реакция өнімдері пайда болады, олар ылғалды ортаға шайылады немесе байланыстырушы қасиеттері жоқ және цемент композитінің бұзылуына кедергі келтірмейтін заттар пайда болады. Кальций бикарбонатының пайда болуы мынадай реакциямен сипатталады:



Ерігеннен басқа мұнда химиялық коррозияның өту процесі байқалады:



Бұл ретте реакция кезінде пайда болатын хлорлы кальций бетон құрылымынан жуылады.

Цемент бетондары коррозиясының үшінші түріне нәтижесінде олардың кеуектері мен каптлярларында бетонның едәуір ішкі кернеуі мен бұзылуына әкелетін қатты фаза көлемінің

ұлғаюымен аз еритін реакция өнімдерінің жинақталуы мен кристалдануы болатын процестер жатады. Этовка сульфаттардың әсері кезіндегі коррозия жатады. Сульфаттардың әсерінен бетон оның кеуектілігі мен өткізгіштігіне қарағанда қарқынды бұзылады. Бетонның бұзылу себебі цементтегі толтырғыш бетінің жанасу аймағында туындайтын процестер болуы мүмкін.

### **Зерттеу әдістері**

Құрылыс саласында неғұрлым кеңінен пайдаланылатын құрылыс материалдарының бірі бетон және темірбетон болып табылады. Бұл материалдар өнеркәсіптік және басқа да ғимараттар мен құрылыстардың әсері кезінде негізгі болуына қарай пайдалану кезінде олардың бұзылуына байланысты проблемалар туындайды. Эксперименттік зерттеулердің нәтижелері негізінде:

- МЕМСТ 9.407-84 бойынша әртүрлі жағдайларда сынақ жүргізу кезінде жабынның жай-күйін бағалаудың бірыңғай жүйесі.

- үлгілердің жарыққа төзімділігін бағалау МЕМСТ 29167 - 91 бойынша жүргізілді.

- Үлгіні статикалық жүктеу кезінде жарыққа төзімділік сипаттамасын анықтау әдістері.

### **Нәтижелер мен талқылаулар**

Конструкциялардың арматурасы, егер ол бетонмен жеткілікті қорғалмаса, ылғалдың ғана емес, ауаның оттегісінің де әсері кезінде коррозияға ұшырайды. Арматура үшін болат пассивті күйде болатын жағымды сілтілі орта жасалады. рН төмендеген кезде арматура коррозияға ұшырайды.

Қорғау қабатының қалыңдығы жеткіліксіз және онда арматурада жарықтар болған кезде атмосфералық тоттану пайда болуы мүмкін, оның жылдамдығы айтарлықтай дәрежеде климаттық жағдайларға, сондай-ақ агрессивті ортаның сипатына байланысты, бұл ретте конструкцияның жоғары ылғалдылығы маңызды рөл атқарады. Қоршаған орта суының әсерінен немесе ауада күкіртті сутек, хлор, күкіртті газдар болған кезде темір-бетон конструкцияларындағы арматура тот басады және оның тоттану өнімдері пайда болады.

Бетон және темірбетон конструкцияларының ұзақтығы сыртқы ортаның жағдайларымен, яғни климатпен, ауаның, судың және топырақтың құрамымен, сондай-ақ конструкцияның сыртқы ортасы мен сыртқы беттері арасындағы байланыс ерекшеліктерімен айқындалады [4,6].

Агрессивті ортасы бар өндіріс жағдайында пайдаланылатын құрылыс конструкцияларының ұзақтығы әртүрлі коррозияға қарсы жабындарды қолдануға байланысты. Көбінесе лак-бояу жабындары пайдаланылады және неғұрлым үнемді. Оларға қажеттілік үнемі өсіп келеді, сондықтан оларды қазіргі құрылыста қолданудың тиімді тәсілдерін әзірлеу қажет. Құрылыстың барлық өсу қарқынына байланысты өнеркәсіптің барлық салаларында агрессивті ортада пайдаланылатын құрылыс конструкцияларының саны ұлғаюда. Агрессивті ортаның әсеріне ұшырайтын өнеркәсіптік ғимараттар конструкцияларының ұзақтығын зерттеу қазіргі сәтте өзекті болып табылады.

Құрылыс конструкцияларының төзімділігін арттыру үшін конструкцияларға агрессивті әсерді төмендететін немесе болдырмайтын шаралар қолдану қажет. Агрессивті әсерлер болған кезде конструкциялардың талап етілетін төзімділігі лак-бояу, қалың қабатты немесе мастикалық, пленкалы және қаптамалық төрт негізгі түрге бөлетін әртүрлі қорғаныш жабындарын қолданумен қамтамасыз етілуі мүмкін.

Лак-бояу жабындары бұйымның қорғалатын бетінде белгілі бір физикалық-химиялық және физикалық-механикалық қасиеттері бар қатты, жұқа, кейде сәндік пленка жасау қабілетіне ие [7, 8].

Бетон соңғы онжылдықта құрылыс индустриясында үлкен орын алды. Агрессивті ортада бетон және темірбетон конструкцияларының төзімділігін арттыру үшін лак-бояу жабындары

барған сайын пайдаланылады. Жабынды және жағу технологиясын таңдау бетонның материал ретіндегі қасиетін (тығыздығын, өткізгіштігін, шөгуін, коррозияға төзімділігін) білу негізінде жүзеге асырылады. Боялатын бетон немесе темірбетон конструкциясының мақсаты мен түрі және пайдалану шарттары жабынның сапасына қойылатын талаптарды айқындайды. Бұған жабын жүйесінің бетонның түріне (ауыр, жеңіл, ұялы), конструкцияның мақсатына (көтергіш, қоршау және басқалары), агрессивті ортаның дәрежесіне тәуелділігі кіреді (1-кесте).

1-кесте - Жабындарды пайдалану салалары

| жабынның түрі мен мақсаты<br>және жабынның мақсаты          | жабынның қалыңдығы кезінде агрессивті ортада жұмыс істейтін конструкцияларға арналған жабындар тобы, мкм |            |                 |                   |
|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------------|-------------------|
|                                                             | агрессиялық емес                                                                                         | әлсіз қызу | орташа қысымсыз | қатты агрессиялық |
|                                                             | 100                                                                                                      | 100-150    | 150-200         | 200-250           |
| ішкі үй-жайларға арналған суға төзімді                      | I                                                                                                        | -          | -               | -                 |
| атмосфераға төзімді                                         | Ia                                                                                                       | -          | -               | -                 |
| ішкі үй-жайлар үшін химиялық төзімді                        | -                                                                                                        | II         | III             | IV                |
| атмосфераға төзімді және химиялық төзімді                   | -                                                                                                        | IIa        | IIIa            | IVa               |
| химиялық төзімді, ішкі зақымданулар үшін жарықшаққа төзімді | -                                                                                                        | IIт        | IIIт            | IVт               |
| атмосфераға төзімді, химиялық төзімді, жарыққа төзімді      | -                                                                                                        | IIат       | IIIат           | -                 |

Ескертпе: а - атмосфераға төзімді; т - жарыққа төзімді; ат - атмосфераға төзімді, жарыққа төзімді; жабындылардың I және II топтарын газды ылғалды ортаға төзімді қасбеттік және коррозияға қарсы ретінде қолданады; III және IV әрлеу-қорғау және тек қорғау болуы мүмкін.

### Қорытындылар

Жұмыстың теориялық маңыздылығы металл конструкцияларының, құрылыс материалдары мен бұйымдарының ұзақ-мәңгілік саласында білім алумен негізделген. Әртүрлі климаттық жағдайларда сыртқы ортаның жекелеген факторларының әсері кезінде әзірленген композиттердің төзімділігі зерттелді. Газды ылғалды орталарға төзімді коррозияға қарсы жабындардан ұзақ мерзімдік талап етіледі. Олар 100-250 мкм қалыңдықта агрессивті орта агенттері үшін іс жүзінде су өткізбейтін болуы тиіс. Шытынауға төзімді емес жабындар үшін дәстүрлі лак-бояу материалдарының көпшілігін, ал жарыққа төзімді жабындар үшін - тек қана каучук түріндегі полимерлер негізіндегі арнайы материалдарды немесе ерекше пластификацияланған композицияларды қолдануға болады.

### Әдебиеттер тізімі

1. Андреюк Е.И. Микробиологическая коррозия строительных сталей и бетонов / Е.И.Андреюк, И.А.Козлова, А.М.Рожанская //Биоповреждения в строительстве – М., 2014- С.209-218
2. Алмазов В.О. Проблемы сопротивления зданий прогрессирующему разрушению /В.О.Алмазов, И.А.Плотников // Вести. МГСУ.-2011.- N2. С.16-20
3. Москвин В.М., Иванов Ф.М. Коррозия бетона и железобетона, методы их защиты- М.: Стройиздат, 2008.- 536с.

5. Пухонто Л.М. Долговечность железобетонных конструкций инженерных сооружений.- М.: АСВ, 2004.- 424с.
6. Шнейдерова В.В. Антикоррозионные лакокрасочные покрытия в строительстве. – М.: Стройиздат, 1998.- 176с.
7. Пухоренко Ю.В., Никитин В.А., Летенко Д.Г. //Строительные материалы. 2006.- N8. – С.11-13.
8. Абзалова Д.А., Мырзалиев Д.С., Алтаева Г.О. и др. Эпоксидная композиция. Пат.9383 РК.2024.
9. Абзалова Д.А., Мырзалиев Д.С., Алтаева Г.О. и др. Полимерная композиция для покрытия. Пат.9247 РК.2024.

### References

1. Andrejuk E.I. Mikrobiologicheskaja korrozija stroitel'nyh stalej i betonov / E.I.Andrejuk, I.A.Kozlova, A.M.Rozhanskaja //Biopovrezhdenija v stroitel'stve – М., 2014- S.209-218
2. S.209-218
3. Almazov V.O. Problemy soprotivlenija zdaniy progressirujushhemu razrusheniju /V.O.Almazov, I.A.Plotnikov // Vesti. MGSU.-2011.- N2. S.16-20
4. Moskvин V.M., Ivanov F.M. Korrozija betona i zhelezobetona, metody ih zashhity- М.: Strojizdat, 2008.- 536s.
5. Puhonto L.M. Dolgovechnost' zhelezobetonnyh konstrukcij inzhenernyh sooruzhenij.- М.: ASV, 2004.- 424s.
6. Shnejderova V.V. Antikorroziionnye lakokrasochnye pokrytija v stroitel'stve. – М.: Strojizdat, 1998.- 176s.
7. Puhorenko Ju.V., Nikitin V.A., Letenko D.G. //Stroitel'nye materialy. 2006.- N8. – S.11-13.
8. Abzalova D.A., Myrzaliev D.S., Altaeva G.O. i dr. Jepoksidnaja kompozicija. Pat.9383 RK.2024.
9. Abzalova D.A., Myrzaliev D.S., Altaeva G.O. i dr. Polimernaja kompozicija dlja pokrytija. Pat.9247 RK.2024.

**Д.А. Абзалова\*, Д.С. Мырзалиев, З.А. Ибрагимова, О.Б. Сейдуллаева, Г.О. Алтаева**

к.т.н., доцент, Южно-Казахстанский университет им. М.Ауэзова, Шымкент, Казахстан  
к.т.н., доцент, Южно-Казахстанский университет им. М.Ауэзова, Шымкент, Казахстан  
PhD, доцент, Южно-Казахстанский университет им. М.Ауэзова, Шымкент, Казахстан  
докторант, Южно-Казахстанский университет им. М.Ауэзова, Шымкент, Казахстан  
магистр, старший преподаватель, Южно-Казахстанский университет им. М.Ауэзова, Шымкент, Казахстан

\*Автор для корреспонденции: dilya0158@mail.ru

## КОРРОЗИЯ БЕТОНА И ЖЕЛЕЗОБЕТОНА ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ АГРЕССИВНЫХ СРЕД

### Аннотация

Долговечность бетона и железобетона является одной из актуальных задач современного строительства, имеющая проблемный характер и требующая постоянного развития. Накопление данных по прочности и трещиностойкости материалов, а также кинетике коррозионных процессов в агрессивных средах позволяет разрабатывать методы и способы защиты, повышающие долговечность бетонов и других композитов.

Однако, к наиболее сложным и опасным типам негативных факторов, которые вызывают коррозию бетона и железобетона, относятся биологически активные среды, интенсифицируются процессы их коррозионного биоповреждения и биоразрушения в условиях действия высокой

влажности, теплового и жаркого климата и других факторов.

В этой связи важнейшей задачей представляется рассмотрение вопросов, связанных с коррозионными процессами в различных климатических условиях, в том числе с учетом воздействия биологических факторов.

**Ключевые слова:** коррозия, агрессивная среда, бетон, конструкция, прочность, долговечность, трещиностойкость, долговечность.

**D.A. Abzalova<sup>\*</sup>, D.S. Myrzaliev, Z.A. Ibragimova, O.B. Seidullaeva, G.O. Altaeva**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, M.Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, M.Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan

PhD, Associate Professor, M.Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan

doctoral student, M.Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan

Master, Senior Lecturer, M.Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan

<sup>\*</sup>Corresponding author's email: dilya0158@mail.ru

## **CORROSION OF CONCRETE AND REINFORCED CONCRETE UNDER THE INFLUENCE OF AGGRESSIVE ENVIRONMENT**

### **Abstract**

Durability of concrete and reinforced concrete is one of the urgent tasks of modern construction, which is problematic and requires constant development. The accumulation of data on the strength and crack resistance of materials, as well as the kinetics of corrosive processes in aggressive environments, allows us to develop methods and methods of protection that increase the durability of concrete and other composites.

However, the most complex and dangerous types of negative factors that cause corrosion of concrete and reinforced concrete include biologically active media, the processes of their corrosion biological damage and biodegradation are intensified under conditions of high humidity, thermal and hot climate and other factors.

In this regard, the most important task is to consider issues related to corrosion processes in various climatic conditions, including taking into account the effects of biological factors.

**Keywords:** corrosion, aggressive environment, concrete, structure, durability, durability, crack resistance, durability.