

Василь Беженар , Ірина Кобута

КОРОЗИЯ АРМАТУРИ ЗАЛІЗОБЕТОНУ ПРИ ПОВНОМУ ЗАНУРЕННІ ЙОГО В АГРЕСИВНІ РОЗЧИНИ КАЛІЙНИХ ВИРОБНИЦТВ

Вступ

Залізобетон є одним із основних конструкційних матеріалів у калійній промисловості, який застосовується для виготовлення несучих конструкцій і крупногабаритних апаратів (колон, фундаментів згущувачів, естакад під обладнанням, плит перекриття і покриття і ін.). В процесі експлуатації вони піддаються дії агресивних середовищ – розчинів солей хлоридів і сульфатів натрію, калію і магнію різної концентрації, а також вологої атмосфери, що містить кислі гази (Cl_2 , HCl , CO_2 та ін.) і аерозолі калійних мінералів.

Обстеження корозійного стану бетонних і залізобетонних конструкцій калійного заводу ВАТ "Оріана" показали, що їх руйнування відбувається за двома напрямками. За першим, бетон поступово руйнується під дією сульфомагнезійних солей внаслідок проникання в нього агресивних розчинів і взаємодії зі складовими частинами цементного каменю. Це проявляється у лущенні поверхні бетону і випаданні мілкого і крупного заповнювачів. За другим, захисний шар бетону руйнується механічно, внаслідок тиску продуктів корозії арматури. Це проявляється в розтріскуванні бетону, відшаруванні його, оголенні арматури і ще більшій її корозії.

Експериментальна частина

З метою визначення корозійного стану арматури залізобетону в умовах дії сульфатно-хлоридних і хлоридних середовищ проведено дослідження швидкості і характеру корозії сталі в маточному шенітовому і карналітовому розчинах комплексної переробки полімінеральних руд Прикарпаття, а також (для порівняння) в 3 %-вому розчині натрій хлориду і у водопровідній воді. Солевий склад розчинів (% по масі) представлений в табл. I.

Швидкість корозії арматури визначали ваговим методом за прискороною методикою, запропонованою В.М. Москвіним і Т.Г. Козь-

міною [1, с.3]. Паралельно визначали зміну міцності бетонних зразків при стиску. Крім того, корозійну стійкість арматури визначали електрохімічними методами: вимірюванням зміни питомого електричного опору захисного шару бетону і електродного потенціалу металу з часом, зняттям анодних поляризаційних кривих арматури у водних витяжках із цементного каменю. Для проведення дослідів готували зразки з цементно (Ц)-піскового (П) розчину (співвідношення Ц:П = 1:3) з водоцементним відношенням 0,5 у вигляді призм розміром 40×40×160 мм і циліндрів діаметром 38 мм і довжиною 80 мм, в які закладали сталеві, очищені від продуктів корозії, стержні діаметром 8 мм і довжиною 110 мм, а також кубиків розміром 100×100×100 мм Товщина захисного шару арматури складала 16 мм Зразки виготовляли на основі портландцементу марки 400 Ямницького цементного заводу. Заповнювачем для бетонів служив природний пісок

Таблиця 1

Розчин	Склад розчину, %					
	CaSO ₃	MgSO ₄	NaCl	KCl	MgCl ₂	CaCl ₂
Маточний шенітовий розчин	-	6,39	11,43	7,62	6,69	-
Карналітовий розчин	0,0	-	6,03	9,22	18,27	2,1

Результати прискорених вагових досліджень корозії арматури і вимірювання міцності бетонів при стиску після витримки у маточному шенітовому і карналітовому розчинах, а також у 3 %-вому розчині натрій хлориду і водопровідній воді представлені на рис. 1 і 2.

Аналіз одержаних результатів (рис 1 і 2) показує, що при повному зануренні зразків найбільша швидкість корозії арматури спостерігається у карналітовому розчині і 3 %-вому розчині натрій хлориду. Причому на першому етапі досліджень у карналітовому розчині (10-20 діб поперемінного замочування в агресивному середовищі і висушування при 50 °С) міцність зразків збільшується, що пояснюється тим, що в цьому середовищі протікає магnezіальна корозія бетону, утворюється нерозчинний у воді магній гідроксид, який, відкладаючись у порах бетону, ущільнює його і підвищує його міцність; однак водні розчини солей магнію взаємодіють не тільки з кальцій гідроксидом, але й з кальцій

гідроалюмінатами і кальцій гідросилікатами, які складають структуру цементного каменю [2, с.3]. Найбільш інтенсивно реакція йде з зони контактів мікрочастин гідратованих мінералів цементу, де тверда фаза термодинамічно менш стійка, що приводить до руйнування структури бетону і різкого зниження його міцності (рис.2). На першому етапі швидкість корозії арматури знижується, метал пасивується у насиченому розчині кальцій гідроксиду, але в подальшому внаслідок руйнування захисного шару бетону хлор-йони проникають до арматури і призводять до збільшення корозії (рис. 1).

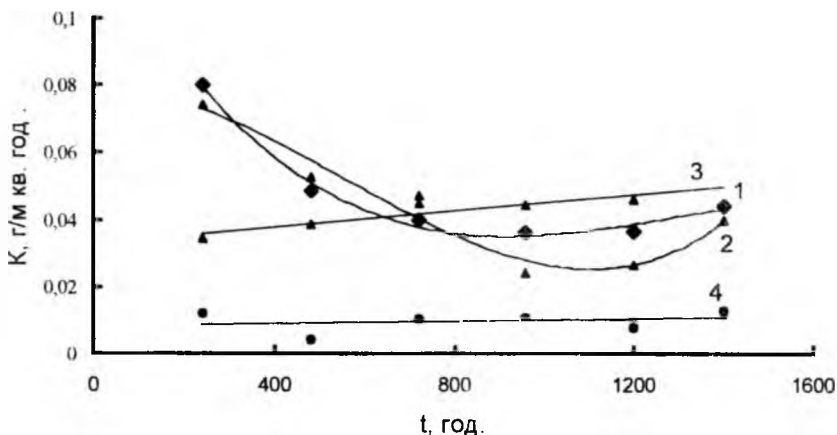


Рис. 1. Швидкість корозії арматури залізобетону в розчинах калійних виробництв в залежності від часу витримки в агресивному середовищі: 1 – карналітовий розчин; 2 – маточний шенітовий розчин; 3 – 3 %-вий розчин натрій хлориду; 4 – водопровідна вода.

Міцність бетонних зразків у 3 %-вому розчині натрій хлориду за період досліджень безперервно зростає, оскільки йде гідроліз і гідратація мінералів цементного каменю (рис.2) Сам натрій хлорид з структурними складовими цементного каменю не взаємодіє [3, с.3], а хлор-йони проникають до арматури і викликають її інтенсивну корозію. Міцність бетонних зразків у шенітовому розчині при дослідженні 60 діб безперервно зростає, що пов'язано з утворенням кальцій гідросульфалюмінатів (сіль Фріделя), які мають об'єм набагато більший, ніж складові цементного каменю, що призводить до ущільнення бетону, але в подальшому спостері-

гається його руйнування внаслідок збільшення внутрішніх напружень. Швидкість корозії арматури дещо менша, ніж у карналітовому розчині і 3 %-вому розчині натрій хлориду, але все ж залишається достатньо висока, особливо через 50-60 діб досліджень.

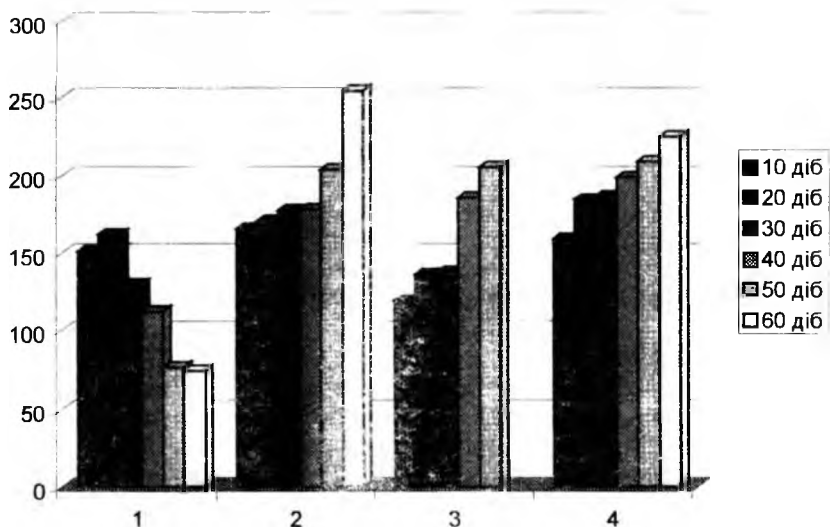


Рис.2. Залежність міцності бетону на стиск від часу витримки в агресивних розчинах калійних виробництв: 1 - карналітовий розчин; 2 - маточний шенітовий розчин; 3 - 3 %-вий розчин натрій хлориду; 4 - водопровідна вода

Найменша швидкість корозії арматури спостерігається у водопровідній воді, яка майже не змінюється з часом і у 2-3 рази менша, ніж у карналітовому розчині. Міцність бетону з часом зростає внаслідок процесів гідролізу і гідратації мінералів цементного каменю, які відбуваються під час тужіння цементу.

Для оцінки захисних властивостей бетону без його руйнування застосовується метод вимірювання електродного потенціалу арматури, величина якого, а також характер зміни з часом, вказують на корозію

арматури В карналітовому розчині і в 3 %-вому розчині натрій хлориду потенціал арматури бетону на основі портландцементу спочатку дещо зсувається у додатну сторону, тобто відбувається деяке облагороджування металу внаслідок утворення захисної плівки, однак вже через 10-15 тижнів витримки в агресивному середовищі поверхня металу активується, і потенціал арматури зміщується в негативну сторону. Наявність йонів хлору в указаних середовищах призводить до різкого коливання потенціалу, особливо у розчині натрій хлориду

Потенціал арматури залізобетону в шенітовому розчині, в основному, не змінюється з часом, що вказує на те, що арматура знаходиться постійно в активному стані, і захисна плівка на її поверхні не утворюється. Потенціал арматури залізобетону на основі портландцементу у водопровідній воді протягом всього періоду досліджень зміщується в додатну сторону, що є характерною особливістю пасивації металу.

Дані вимірювання електродних потенціалів в основному узгоджуються з результатами прискорених вагових досліджень корозії арматури.

Питомий електричний опір цементного каменю є важливим показником його захисних властивостей: чим він вищий, тим кращі захисні властивості. Встановлено, що в процесі досліджень електроопір захисного шару збільшується внаслідок ущільнення бетону через кристалізацію солей в його порах. В подальшому, в результаті руйнування бетону під дією кристалізаційних напруг, а також внаслідок проникання до арматури агресивних йонів і її корозії, опір захисного шару зменшується. Руйнування зразків і значне зменшення питомого електричного опору відбувається через 40-50 тижнів зберігання зразків в шенітовому і карналітовому розчинах.

Висновки

1. Дані лабораторних досліджень показали, що руйнування бетонів в карналітовому і шенітовому розчинах спричиняється дією переважно магnezальної, а також сульфатної корозії
2. Руйнування залізобетону в 3%-вому розчині натрій хлориду спричинене корозією арматури внаслідок проникання до неї хлор-йонів.
3. Агресивність цементного каменю по відношенню до арматури підвищується з часом контактування його з агресивним середовищем
4. Експлуатація залізобетонних конструкцій калійних виробництв без захисних покриттів не бажана.

1. Москвин В.М., Козьмина Т.Г. Методы исследования стойкости строительных материалов и конструкций – Минск . Высшая школа, 1969. - С.3.
2. Иванов Ф.М. Защита железобетонных транспортных сооружений от коррозии. – М : Транспорт, 1968.- С.3
3. Барташевич А.А. Исследование стойкости цементного камня и бетона при солевой физической агрессии // Бетон и железобетон – 1964. - № 11.-С.3.

Begenar V., Kobuta I. Corrosion of the reinforced concrete fully dipped into corrosive solutions of the potassium production. The investigation of the reinforced concrete corrosion based on the portland cement kept in corrosive solutions of the potassium production has been made. It was determined that concrete destruction in carnalit and shenit solutions is caused by the magnesium sulphate corrosion. The reinforced concrete destruction in the 3% NaCl solution is caused by the destructive influence of the corrosion products of the steel frame following the aggressive chlorine ions penetration into it . With time rise of cement rock contacts with corrosive environment its corrosion activity on the steel frame is increased. The using of reinforced concrete structures of the chemical factories without protection is not recommended