

ванням фактора форми, що визначає зону впливу теплопровідних включень.

Створені і надійно працюють програми теплотехнічного розрахунку огорожувальних конструкцій, які стали результатом плідної співпраці з Інститутом технічної теплофізики НАН України та НДІБК, – це метод кінцевих інтегральних перетворень.

Достовірність результатів перевіряється шляхом зіставлення за методом члена-кореспондента НАНУ Фіалко Наталії Михайлівни, числовим методом сіток та методиками НДІБК Фаренюка Геннадія Григоровича. На базі проведених досліджень і науково-теоретичних напрацювань створено і опубліковано «Основи теорії локалізації» – новий напрямок у науці.

Роботи велись у постійному контакті і за сприяння НАНУ, АБУ, Інституту технічної теплофізики, НАНУ, НДІБВ, НДІБК, НДІБМВ, КНУБА, УАН, Академії технологічних наук Мінрегіонбуду, ХК «Київміськбуд», УАЯ, Спілки будівельників України, а також за участю тисяч спеціалістів ВАТ «ДБК-З», ВАТ «КиївЗНДІЕП, «Київпроект» та інших.

Робота знайшла підтримку у вигляді позитивних відгуків Мінрегіонбуду, комітетів Верховної Ради України з будівництва, з питань регуляторної політики, провідних профільних НДІ та академій України.

ЛІТЕРАТУРА

1. ДБН В.2.2-15-2005 «Житлові будинки»

АННОТАЦІЯ

В работе представлены результаты технологий исследований, расчетов и конструкций и планировка квартир II категории для населения. Представлены рекомендации и выбор типов планировки и конструкций квартир с использованием энергосберегающих технологий.

Ключевые слова: типы квартир, рекомендации, плоские, энергосберегающие технологии, исследование строительства.

ANNOTATION

This work presents the results of research calculation and construction of flats for people (2 category) There are recommendations as for the choice of the types of plans and construction of flats with using of energysaving technologie.

Key words: types of flats, recommendations, flat, energysaving technologie, research construction.

УДК 620.193.01:624.92

Д. Ю. Колесник к.т.н.,

П. М. Коваль, к.т.н., ДНТЦ «Дор'якість», Київ

РОЗРОБКА І ДОСЛІДЖЕННЯ МІГРУЮЧОГО ІНГІБІТОРА КОРОЗІЇ МЕТАЛОАРМАТУРИ ДЛЯ ЗАЛІЗОБЕТОНУ

АНОТАЦІЯ

Підвищення корозійної стійкості металевої арматури у бетонних конструкціях є ефективним шляхом підвищення строку їх експлуатації. Тому метою даної роботи було створення інгібітору корозії металу, здатного у вигляді водних розчинів проникати з поверхні до залізобетону та мігрувати до арматури, адсорбуватися на ній і захищати від окислення. На базі вивчення різноманітних інгібіторів нами була запропонована рецептура суміші, що забезпечує високі просочувальні та захисні властивості.

Ключові слова: корозія, залізобетон, металоарматура, інгібітори корозії, підвищення корозійної стійкості.

Внаслідок впливу на бетон компонентів атмосфери та коливань температури відбувається зміна його структури та властивостей. Залізобетонні конструкції в більшості випадків виходять з ладу в результаті корозії робочої арматури при вичерпанні протекторних властивостей захисного шару бетону, тобто в залізобетоні руйнуванню піддані і бетон, і металоарматура [1,2]. З цього факту витікає, що обидва ці компоненти залізобетону потребують вжиття заходів щодо захисту їх від корозії.

Арматурна сталь в новому бетоні природним чином захищена від корозії завдяки його лужному середовищу ($pH = 12-12,5$). Однак в процесі експлуатації під дією вуглекислого газу, хлоридів і промислової атмосфери pH бетону знижується. Втрачаються його захисні властивості і при $pH < 11,3-11,8$ метал в бетоні піддається корозії. Виникнення продуктів корозії супроводжується збільшенням об'єму окисленого металу в арматурі в 2...4 рази, що призводить до розтріскування залізобетону під дією внутрішніх напружень, що виникають [2]. Ремонт пошкоджених залізобетонних конструкцій трудомісткий і включає видалення залишків зовнішнього захисного шару бетону,

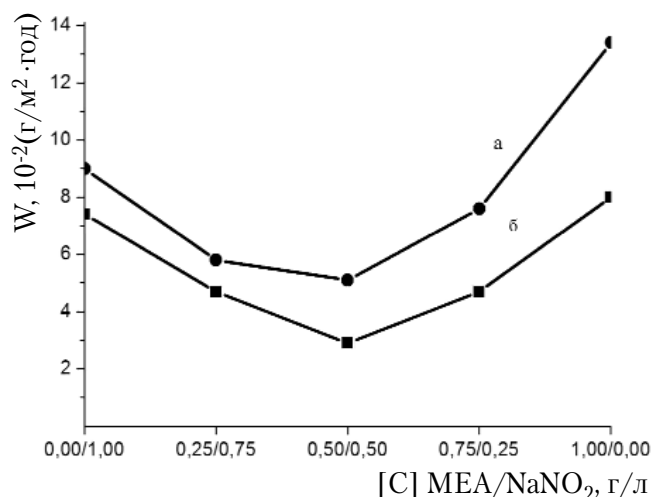


Рис. 1 Швидкість корозії СТ-3 в 5%-ому водному розчині NaCl в присутності інгібіторів: а – суміш MEA та NaNO₂; б – суміш додатково містить 0,2 г/л КЕП-2

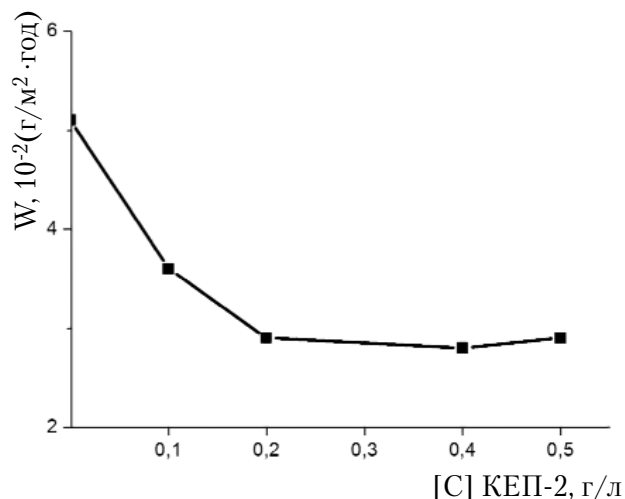


Рис. 2 Швидкість корозії СТ-3 в 5%-ому NaCl в залежності від концентрації КЕП-2 в присутності суміші MEA/NaNO₂ (по 0,5 г/л)

що втратив протекторні властивості, очищення арматури від продуктів корозії, її обробка інгібіторною сумішшю, бетонування.

Найбільш розповсюдженим способом хімічного захисту металоарматури є введення в бетон або ремонтну суміш інгібіторів корозії [2] (первинний захист). Відомості про інгібітори, що мігрують з поверхні бетону в зону розташування арматури, досить обмежені (вторинний захист) [3]. Через пори, капіляри і мікротріщини у вигляді розчинів вони проникають в об'єм бетону та, досягнувши арматури, адсорбуються і запобігають корозії. Таким чином, при мінімальних трудозатратах захищається металоарматура, підвищується надійність та довговічність конструкцій.

Метою даної роботи є створення інгібітору корозії металу, здатного у вигляді водного розчину проникати в залізобетон з його поверхні та мігрувати до арматури, адсорбуватися на ній та захищати її від окислення.

В модельних умовах випробування на корозію проводили з використанням металевих пластин СТ-3 в 5%-ому водному розчині NaCl протягом 30 діб. Режим випробувань включав занурення пластин в суміш на 6 год з наступним висушуванням на повітрі протягом 18 год щодобово за методикою [4].

Нами було оцінено пасивуючу дію на корозію різноманітних сполук та їх сумішей. В ряді сполук – нітрит натрію, гексаметилентетрамін, моноетаноламін (MEA), сіль бензойної кислоти з MEA – при рівних концентраціях найбільший ефект виявили нітрит натрію та MEA (рис.1). Суміш цих ре-

човин представляла інтерес через те, що ефективність NaNO₂ зберігається в широкому діапазоні концентрацій у присутності іонів хлору та підвищеному рН. Пасивуючу дію нітрит-іонів пов'язують з утворенням на поверхні металу окисної плівки Fe₂O₃ [5], її відносять до анодних інгібіторів окислення металу. MEA є органічним інгібітором катодної дії, що має добру адсорбційну здатність до металу. Низька активність бензойнокислого MEA може бути пояснена його інтенсивною сорбцією мінералами цементного каменю.

З рисунка 1 видно, що суміш MEA з NaNO₂ має синергічний ефект. В монографії [5] синергічні дії інгібіторів пояснені тим, що до суміші комплексно-го інгібітору входять катіони з енергією зв'язку, що

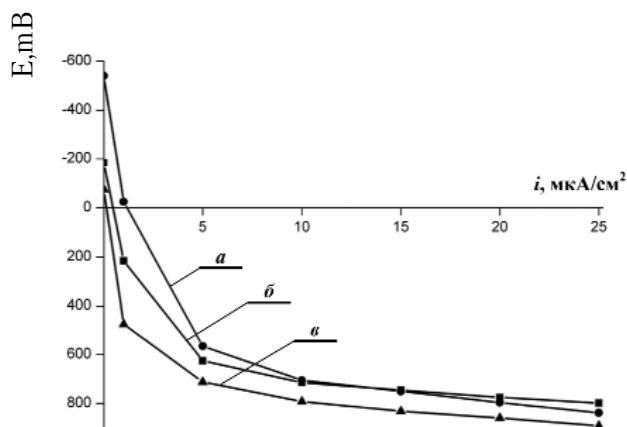


Рис. 3 Анодні поляризаційні криві сталі у вихідному бетоні (а), обробленому імпортованим інгібітором (б) та комплексним складом NaNO₂-MEA-КЕП-2 (в).

дорівнює роботі виходу електрона з поверхні металу, що підданий корозії.

На наш погляд, висока ефективність суміші NaNO_2 і МЕА обумовлена різною природою дії інгібіторів. Перший стабілізує процес в анодній зоні окислення металу, другий – на катодних зонах. При цьому встановлено, що найбільший захисний ефект має розчин, що містить рівну кількість NaNO_2 та МЕА (рис. 1-а).

Введення до нього кремнійорганічного ПАВ – КЕП-2 підвищує ефективність композиції інгібіторів (див. рис. 2). Цей факт може бути обумовлений тим, що ПАВ сприяє утворенню більш щільної захисної плівки з молекул інгібіторів на поверхні металу. Орієнтація молекул кремнійорганічного ПАВ (КЕП-2) на металі може призвести до погіршення умов його змочування агресивним середовищем за рахунок гідрофобізації поверхні, що в свою чергу знижує масообмін між поверхнею металу та розчином і уповільнює корозійний процес. На користь вказаного припущення свідчить той факт, що КЕП-2 має промірну інгібуючу здатність. В присутності 0,1-0,5 г/л КЕП-2 швидкість корозії сталі в 5% NaCl складає 0,17-0,11 г/м²-год, що на порядок вище ніж в суміші МЕА/ NaNO_2 .

Для оцінки ефективності мігруючого інгібітору використовували метод зняття поляризаційних кривих [5,6] на зразках залізобетону.

Бетонні зразки у вигляді кубів розміром 100x100x100 мм виготовляли з бетонної суміші класу В25 з рухливістю ПЗ. Склад бетону в частинах 1:2:3,5 (цемент: пісок: щебінь). Витрата цементу в суміші із розрахунку 475 кг на 1м³ бетонної суміші. Використовували наступні матеріали: цемент ПЦ ІІ/Б-Ш400 Криворізького цементного заводу, пісок річковий дніпровський Мкр. 1,57, щебінь гранітний фр. 5-20 мм Мокрянського кар'єру. По осі бетонного зразка розташовували відрізок з арматурної сталі Вр-І діаметром 4 мм, що виконував роль електрода. Довжину відрізка арматури підбирали так, щоб забезпечити однакову товщину захисного бетонного шару. Фіксацію арматури виконували за допомогою пластикового перфорованого кутника, що встановлювали на дно форми. Поверхню арматури попередньо очищали від іржі соляною кислотою, промивали водою та знежирювали розчинником. Через 28 діб тужавіння зразків у нормальних умовах їх зважували та відбраковували ті, що мають відхилення від середньої маси більше

Таблиця 1. Показники захисних властивостей дослідних зразків стосовно металоарматури

Показник	Дослідні зразки		
	Контрольний	Імпортний	Розроблений
Стаціонарний потенціал E , мВ	-540	-185	-76
Щільність струму (i) при + 300 мВ, мкА/см ²	3,18	1,77	0,66

5%, чи мають відколи і каверни.

Захисні просочувальні суміші на поверхню зразка наносили за допомогою пензля з нормою витрати 0,3 кг/м². Після обробки і додержання технологічних перерв зразки промивали водою та витримували у лабораторних умовах (при температурі 22±3 °С та відносній вологості 85%) впродовж 14 діб. Необхідність витримки зразків після нанесення складів обумовлена часом міграції інгібітору в тіло бетону та його адсорбцією на поверхні арматури.

Метод зняття поляризованих кривих (рис. 3) заснований на тому, що певна кількість іонів заліза переходить в розчин – в порову рідину бетону (анодний процес). При цьому відповідна кількість електронів залишається в металі і утворюється подвійний електричний шар зі стрибком потенціалу на межі «метал-рідина», котрий перешкоджає розчиненню металу. За рахунок відновлення кисню або іонів водню (катодний процес) рівновага в подвійному шарі порушується, іони заліза знову переходять в розчин. В цілому, швидкість розчинення сталі визначається тим процесом, який протікає з найбільшим гальмуванням.

В роботі оцінювали захисні властивості вихідного бетону (рис. 3-а) розробленого нами складу (рис. 3-в) на основі NaNO_2 , МЕА, КЕП-2 [7] та імпортного аналога (рис. 2-б) [3].

При знятті поляризаційних кривих потенціодинамічним методом досліджуваний електрод, що знаходиться в бетоні, включали в електричний ланцюг та, змінюючи величину потенціалу, спостерігали за зміною сили струму в ланцюгу. З рисунка 3 видно, що в випробуваних зразках металоарматура знаходиться в стійкому пасивному стані. Причому розроблений склад переважає за захисними властивостями імпортний аналог.

Ефективність дії інгібіторів корозії металоарматури визначили, порівнюючи щільність струму (і) при накладеному потенціалі (Е) + 300 мВ за стандартною методикою [6].

Виходячи з отриманих даних, розроблений мігруючий інгібіторний склад в 2,7 раза ефективніший за захисними властивостями ніж імпортований склад і в 4,8 раза ніж вихідний бетон з показником рН 11,5 при рівних умовах агресивного впливу.

Таким чином, розроблено мігруючий інгібітор корозії металоарматури на основі вітчизняної сировини, який за своїми протекторними властивостями переважає імпортований аналог. Застосування розробленого засобу дозволить зменшити затрати на захист арматури від корозії в конструкціях та спорудах, що експлуатуються, та підвищити їх надійність та довговічність.

ЛІТЕРАТУРА

1. Лучко Й. Й., Глагола І.І., Назарович Б.Л. *Методи підвищення корозійної стійкості та довговічності бетонних та залізобетонних конструкцій і споруд.* – К.: Каменярь, 1999. – 229 с.

2. Midwinter K. *Corrosion of steelwork built into brickwork and concrete*// *Construction Maintenance and Repairs.*- 1990.- Vol.4, № 6.- P. 299-303.

3. Pat. 6174461 (US), *Int. Cl. C 09 K 3/00. Concrete sealers with migrating corrosion inhibitors*/ B. Miksic, C. Suchy, M. Kharshan; Filed Jun. 29, 1999; Date of pat. Jan. 16, 2001.

4. Пат. 2264429 (RU), МКП С 09 К 3/18. *Состав противогололедного водного раствора для обработки поверхности дороги* / Р.Д. Галеев, В.И. Федоренко; Заявл. 11.08.2004; Опубл. 22.11.2005 БИ № 32.

5. *Ингибиторы коррозии стали в железобетонных конструкциях*/ С. Н. Алексеев, В. Б. Ратинов, Н.К. Розенталь, Н. М. Кашурников.- М: Стройиздат, 1985. - 272 с.

6. ДСТУ Б В.2.7-65-97. *Добавки для бетонів і будівельних розчинів.* – К.: Держбуд України, 2000. – 18 с.

7. Пат. 85015 (UA), МКП С 23 F 11/00. *Спосіб захисту залізобетонних конструкцій від корозії* /Д.Ю. Колесник; Заявл. 17.12.2007; Опубл. 10.12.2008. Бюл. № 23.

АННОТАЦИЯ

Повышение коррозионной стойкости металлической арматуры в бетонных конструкциях является способом повышения их срока эксплуатации. Поэтому целью данной работы было создание ингибитора коррозии металла, способного в виде водных растворов проникать в железобетон с поверхности и мигрировать к арматуре, адсорбироваться на ней и защищать от окисления. На основе изучения действия различных ингибиторов нами была предложена рецептура состава, обеспечивающего высокие пропиточные и защитные свойства.

Ключевые слова: коррозия, железобетон, металоарматура, ингибиторы коррозии, повышение коррозионной стойкости.

ANNOTATION

Increase of corrosion resistance of steel reinforcement in concrete structures is a means of their service life prolongation. Therefore creation of metal corrosion inhibitor in the form of water solution able to penetrate into reinforced concrete from a surface and migrate to armature, be adsorbed on it and protect from oxidation was the purpose of the paper. A compounding composition, providing high impregnation and protection of steel has been developed based on the study of various inhibitors action.

Keywords: corrosion, concrete, metaloarmatura, corrosion inhibitors, improve corrosion resistance.