

Выявленные закономерности позволяют сделать следующие **выводы**:

1. Образованный защитный гидроизолирующий слой на поверхности существующего битумно-рубероидного ковра способен обеспечить надежную водонепроницаемость и долговечность благодаря использованию и усилению остаточного гидроизолирующего потенциала за счет нанесения защитного и кровельного слоев ковра утраченными и дополнительными ингредиентами.

2. Выявленная повышенная гидроизолирующая способность технологии, подтверждаемая результатами испытания образцов покрытий ремонтных мастик, нанесенных на металлическую сетку, которые имитируют реальную картину работы в эксплуатационных условиях.

При наличии второго бронирующего слоя, который способствует условиям длительного проникания ингредиентов ремонтных композиций в толщу ремонтируемого покрытия, возрастает эксплуатационная пригодность.

Литература:

1. Классификатор основных видов дефектов в строительстве и промышленности строительных материалов. – М.: Госархстройнадзор России, 1993. – 95 с.
2. Кожемяка С. В. Анализ и классификация факторов, влияющих на выбор технологии ремонта кровель промышленных зданий / С. В. Кожемяка, В. А. Мазур // Зб. наук.праць / ДонНАБА. – Макіївка, 2010. – Вип. 2010-3(83) : Технологія, організація, механізація та геодезичне забезпечення будівництва. – С. 3–6.

3. Покрытия зданий и сооружений: сб. нормат. док./ ред. О.Т. Павлюк.-К.: Госкомградостроительства Украины: ДБН В.2.6.-14-97, том 1,2 и 3., 1998.-109с. – (Государственные строительные нормы Украины).

4. Лукинский О. А. Почему протекают кровли / О. А. Лукинский // Жилищное и коммунальное хозяйство. – М., 1993. – № 7. – С. 20–25.

5. Материалы рулонные кровельные и гидроизоляционные. Методы испытаний: ДСТУ Б В.2.8-83-99 (ГОСТ 2678-94). – М.: ВАТ «Полимерстройматериалы», 1994. – 94с. – (Национальный стандарт Украины).

6. Методика определения потенциального срока службы битуминозных рулонных и мастичных материалов: ЦНИИПромзданий. – М., 1979.- 23 с.

7. Богданова Т. И. Ингибированные нефтяные составы для защиты от коррозии / Т. И. Богданова, Ю. Н. Шехтер. – М. : Химия, 1984. – 247 с.

АНОТАЦІЯ

Виявлені закономірності впливу технології відновлення м'яких покрівель на їх гідроізолюючі і експлуатаційні характеристики, висвітлені результати проведених досліджень.

Ключові слова: ремонтна композиція, багатощарове м'яке покрівельне покриття, гідроізолююча здатність, мастика.

ANNOTATION

The influence of recovery technology of soft roof covering on waterproofing and operational properties were identified, the results of research were presented.

Keywords: repair composition, laminated soft roofing, waterproofing ability, mastic.

УДК 624.012.46:620.195.2

*Л.В.Бондарь, к.т.н, доцент
Т.С.Беспала,
А.И.Белюс,
Д.В. Конвисар*

Полтавський національний технічний університет ім. Ю. Кондратюка

ИССЛЕДОВАНИЯ УСЛОВИЙ ПРОТЕКАНИЯ КОРРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ НА АРМАТУРЕ ПОД ПОРИСТЫМ БЕТОННЫМ ПОКРЫТИЕМ

Разработана математическая модель работы коррозионных гальванопар под бетонным покрытием, позволяющая определить роль контактной пористости бетона с поверхностью арматуры, электрохимических параметров среды, рассчитать коррозионные потери сечения арматуры, при электрохимической коррозии арматуры.

Ключевые слова: бетонное покрытие, арматура, коррозия.

Известно, что в определенных условиях, например, при попадании хлоридов, бетон может утратить свои защитные качества по отношению к арматуре железобетонных конструкций и арматура подвергается коррозии [1].

Бетон, имеющий неоднородную структуру, является проводником второго рода, поэтому процесс коррозии арматуры в нём можно рассматривать с позиции обычной электрохимической теории коррозии металлов в

электролитах. Однако, бетон, как коррозионная среда, имеет ряд особенностей. Неоднородность строения бетона вызывает электрохимическую гетерогенность поверхности арматуры, что приводит к образованию макрогальванических коррозионных пар [2].

Все это обуславливает особые условия и закономерности при протекании процессов коррозии стальной арматуры под пористым

бетонным покрытием.

Учитывая то, что активность работы гальванопар, а следовательно, и глубина поражения арматуры коррозией может быть разной, есть необходимость изучить работу локального коррозионного элемента, образованного на поверхности арматуры под единичной порой.

Исходные данные для расчета электрохимической коррозии представлены на рис. 1.

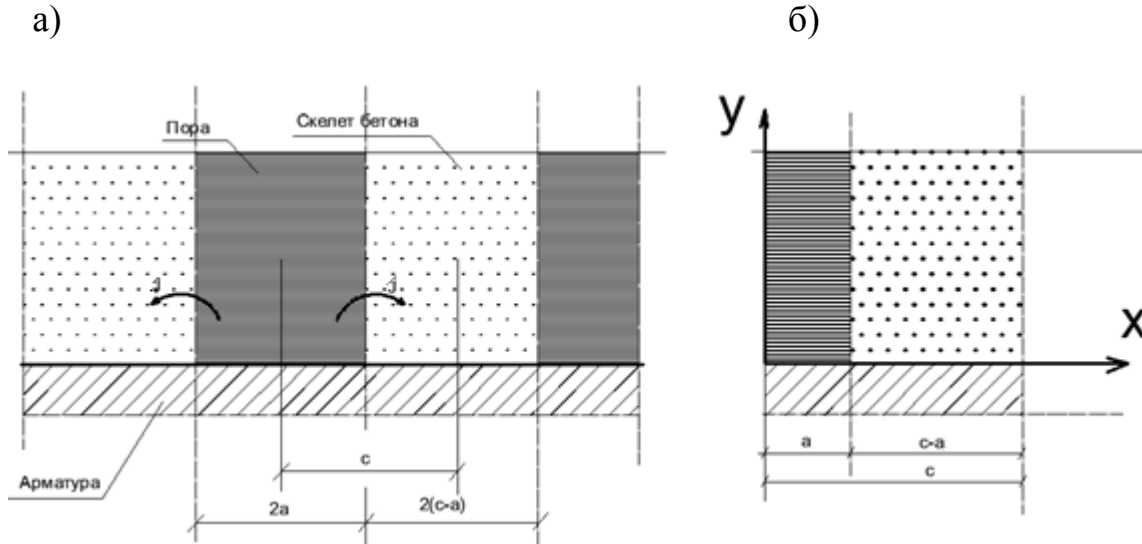


Рис. 1 Схема локального коррозионного элемента на арматуре под бетонным покрытием; а – общий вид; б – расчетная модель

(с – локальный коррозионный элемент; а – поровое пространство; x, y – толщина и длина бетонного покрытия)

Благодаря симметричности модели неоднородной поверхности достаточно рассмотреть не всю поверхность, а только ее часть между точками $x=0$ и $x=c$, которые соответствуют серединам разнородных участков, а точка $x=a$ – граница между ними. Эта часть поверхности и далее подразумевается под локальным коррозионным элементом.

Определение электрического поля в данной системе сводится к решению двумерного уравнения Лапласа для потенциала:

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} = 0. \quad (1)$$

Граничные условия очевидны. Одно состоит в том, что на бесконечном расстоянии от поверхности оно не вносит возмущений в электрическое поле:

$$\varphi(y \rightarrow \infty, x) = const \quad (2)$$

Второе является следствием симметричности рассматриваемой модели

$$\frac{\partial \varphi}{\partial x} \Big|_{x=0} = \frac{\partial \varphi}{\partial x} \Big|_{x=c} = 0 \quad (3)$$

Условия для потенциалов на неоднородных участках представим в виде:

$$\varphi = E_a + L \frac{\partial \varphi}{\partial y} \text{ при } y=0; 0 \leq x \leq a; \quad (4)$$

$$\varphi = E_k + L \frac{\partial \varphi}{\partial y} \text{ при } y=0; a \leq x \leq c; \quad (5)$$

E_a, E_k – бестоковые потенциалы на анодном участке (под порой) и на катодном участке (между порами);

$L = \gamma \cdot a$; γ – удельная электропроводность электролита (поровой жидкости);

α – коэффициент поляризуемости стали в данном электролите.

Решение уравнение (1) при таких граничных условиях получено методом Эйлера-Фурье, т.е. функция (1) представлена в виде произведения двух функций:

$$\varphi = X(x) \cdot Y(y) \quad (6)$$

Задача сводилась к поиску этих функций. В конечном решении функция для определения потенциалов на рассматриваемой поверхности арматуры имеет вид:

$$\varphi(x, y) = \frac{a \cdot (E_a - E_k) + c \cdot E_k}{c} + \frac{2 \cdot (E_a - E_k)}{\pi} x \times \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\sin \frac{\pi k}{c} a}{k(1 + \frac{\pi k}{c} L)} \times \cos \frac{\pi k}{c} x e^{\frac{\pi k}{c} y} \quad (7)$$

E_a, E_k – бестоковые потенциалы на анодном участке (под порой) и на катодном участке (между порами);

$L = \gamma \cdot a$; γ – удельная электропроводность электролита (поровой жидкости);

α – коэффициент поляризуемости стали в данном электролит;

a, c – параметры гальванического элемента.

Учитывая, что плотность тока $i = -\gamma \cdot \frac{\partial \varphi}{\partial y} \Big|_{y=0}$ из (7) получено выражение для определения распределения плотности тока гальванопары на поверхности арматуры в пределах одного коррозионного элемента:

$$i(x) = \frac{2 \cdot (E_a - E_k) \cdot \gamma}{\pi} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\sin \frac{\pi k a}{c} \cdot \cos \frac{\pi k x}{c}}{k(1 + \frac{\pi k}{c} \cdot L)} \quad (8)$$

Уравнение (7) состоит из двух слагаемых. Первое представляет потенциал в заполяризованной системе, а второе определяет неравномерность распределения потенциала.

Для анализа выражения (7) удобно представить в безразмерных координатах $\pi(\varphi - \frac{a \cdot (E_a - E_k) + c \cdot E_k}{c}) / 2 \cdot (E_a - E_k)$ и x/c (9)

Распределение потенциала на поверхности арматуры при разных параметрах системы представлено на графике (рис. 2).

Для анализа распределения плотности тока на поверхности арматуры выражение (8) удобно представить в виде:

$$i(x) \cdot a = \frac{2 \cdot (E_a - E_k) \cdot \gamma \cdot a}{\pi} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\sin \frac{\pi k a}{c} \cdot \cos \frac{\pi k x}{c}}{k(1 + \frac{\pi k L}{c})} \quad (10)$$

При $a/c = 0,5$ уравнение (10) может быть упрощено

$$i(x) \cdot a = (E_a - E_k) \cdot \gamma \cdot \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\cos \frac{\pi k x}{2a}}{1 + \frac{\pi k L}{2a}} \quad (11)$$

Расчеты по формуле (11) выполнены в безразмерных координатах (рис. 3).

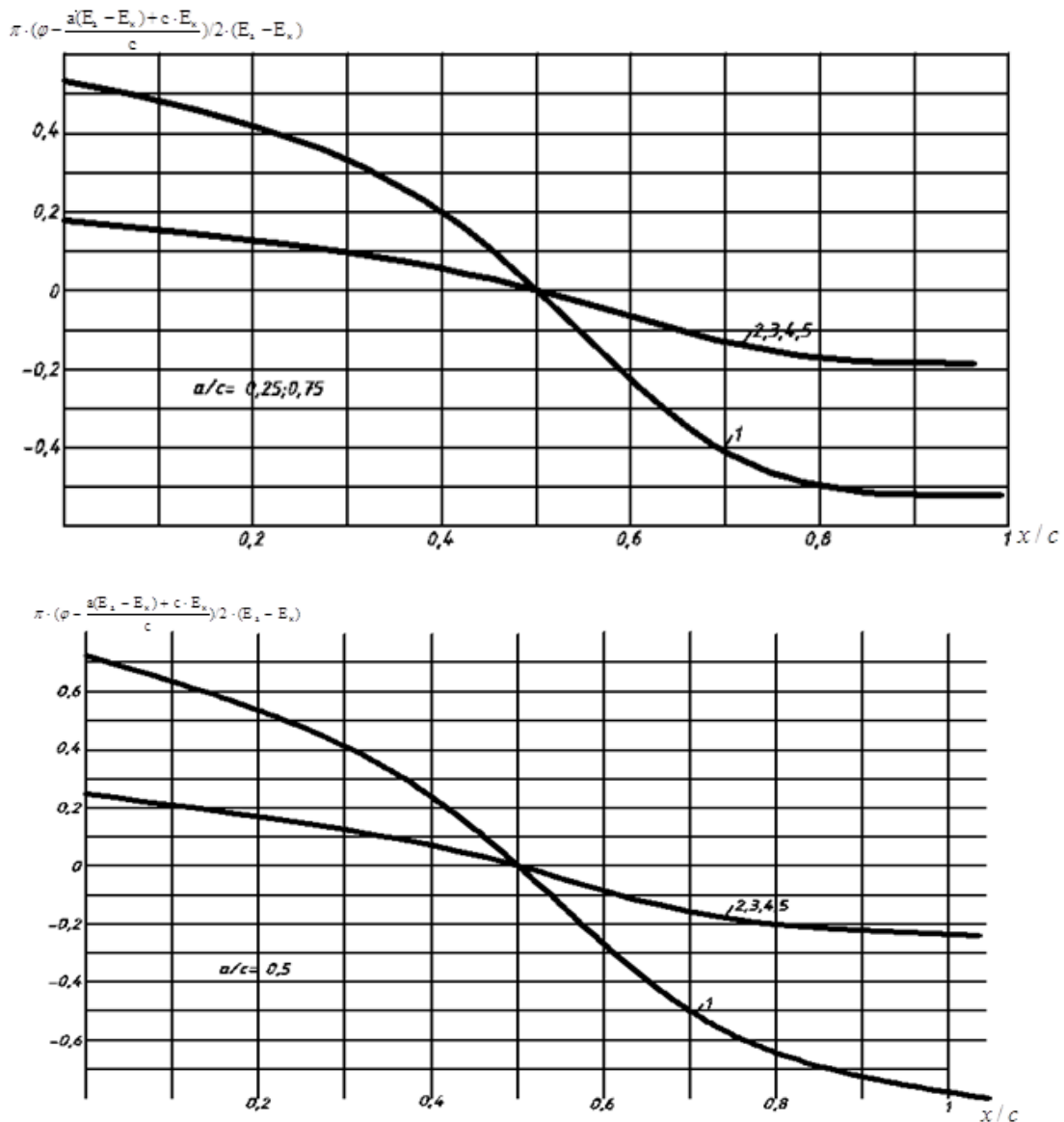


Рис.2 Распределение электрического потенциала на поверхности арматуры при различных параметрах гетерогенной системы: $a/c = 0,25; 0,5; 0,75$; $L/c = 1-0,1$; 2 до 5-1; $y/c = 2,4-0; 1,3,5-0,005$; $x/c = 0; 0,5; 1$

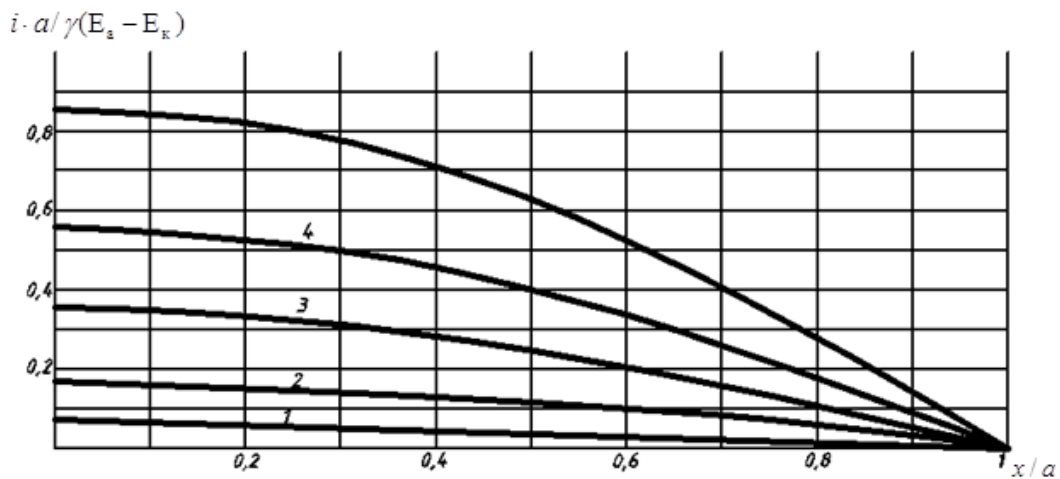


Рис.3. Изменение плотности тока коррозии на гетерогенном участке поверхности арматуры отдельной гальванопары $L/c = 1 - 10; 2 - 3; 3 - 1; 4 - 0,5; 5 - 0,1$.

Как видно из графиков (рис.3) распределения плотности тока в пределах гетерогенного участка арматуры неравномерно. Максимальное значение плотности тока под порой по середине ее контакта с металлом арматуры ($a = 0$). С повышением электропроводности электролита неравномерность распределения плотности тока уменьшается.

Экспериментальная апробация математической модели коррозионного элемента (8) осуществлена на металлических образцах – пластинках с дискретным окрасочным покрытием, имитирующим сталь под порой в меж-поровом пространстве при разных геометрических, электрохимических характеристиках коррозионного элемента с различным временем выдержки в 3% растворов NaCl.

Проведены расчеты потерь массы образцов по потоковым показателям гальванопар и гравиметрически. Было установлено, что разбегность в расчетных и экспериментальных данных не превышает 8%.

Выводы: Теоретическое исследование математической модели локального гальванического элемента показали, что приближаясь к границе «металл под порой – между порами» электрический потенциал гальванопары падает и на самой границе ($x/c=0,5$) меняет знак. Неравномерность потенциала в пределах гальванического элемента зависит от удельной электропроводности окружающего электролита и поляризуемости металла арматуры. С увеличением этих показателей разница потенциалов катодного и анодного участков снижается. Максимальное значение потенциала гальванического элемента достигается при отношении $a/c=0,5$.

Скорость растворения гетерогенной поверхности металла при увеличении доли анодных участков от нуля возрастает, проходит через максимум при разных площадях анодных и катодных участков, а затем уменьшается до нуля. При этом скорость коррозии гетерогенного электрода весьма существенно уменьшается с увеличением поляризуемости металла (L).

Распределение тока в пределах гетерогенного электрода неравномерно. Максимальное значение плотности тока достигается под порой по середине ее контакта с металлом арматуры ($a=0$). С повышением электропроводности электролита неравномерность распределения тока уменьшается.

Уменьшением размеров гальванических элементов, которые зависят от пористости бетона, приводит к значительному ослаблению его работы.

Экспериментальная проверка указывает на достаточную достоверность разработанной математической модели работы локального коррозионного элемента.

Литература:

1. Долговечность железобетона в агрессивных средах: Совм. Из-во СССР-ЧССР-ФРГ/ Алексеев С.Н., Модры С., Шиссель П. 1990.-320с.
2. Хайбуллин Р.Х., Алексеев С.Н. Исследование особенностей коррозии стальной арматуры в пористом шлакопензобетоне // Коррозия и стойкость железобетона в агрессивных средах. М.: НИИЖБ, 1980, с 122-129.

АНОТАЦІЯ

Розроблено математичну модель роботи корозійних гальванопар під бетонним покриттям, що дозволяє визначити роль контактної пористості бетону з поверхнею арматури електрохімічних параметрів середовища, розрахувати корозійні втрати перерізу, при електрохімічній корозії арматури.

Ключові слова: бетонне покриття, арматура, корозія.

ANNOTATION

The authors developed a mathematical model of corrosion halvanpar under concrete cover. This allows you to define the role of the contact porosity of concrete to determine the electrochemical parameters of the environment. Allows you to calculate the corrosion section loss in the electrochemical corrosion of reinforcement.

Keywords: concrete cover, reinforcement, corrosion.