

УДК 69.056.53.12

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.280519.71.438

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕГЛАМЕНТОВАНОЇ ДОВГОВІЧНОСТІ ВЕЛИКОПАНЕЛЬНИХ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ СЕРІЇ 1–480 ЗА КОРОЗІЇ АРМАТУРНИХ ЗВ'ЯЗКІВ ВЕРТИКАЛЬНИХ СТИКІВ

МАХІНЬКО М. М.¹, канд. техн. наук, доц.,

ЗЕЗЮКОВ Д. М.², канд. техн. наук, доц.,

БУЦЬКА О. Л.^{3*}, канд. техн. наук, доц.,

КОТОВ М. А.⁴, канд. техн. наук, доц.

¹ Кафедра залізобетонних та кам'яних конструкцій, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (0562) 47-03-19, e-mail: kolia2785@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-5541-8672

^{2*} Кафедра залізобетонних та кам'яних конструкцій, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (0562) 47-03-19, e-mail: denis.zezyukov@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0001-7451-992X

³ Кафедра залізобетонних та кам'яних конструкцій, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (0562) 47-03-19, e-mail: Buckaya_elen@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-4377-3746

⁴ Кафедра залізобетонних та кам'яних конструкцій, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (0562) 47-03-19, e-mail: kotokoto@i.ua, ORCID ID: 0000-0003-0233-0663

Анотація. Постановка проблеми. Проблема забезпечення регламентованої довговічності конструкцій і споруд із бетону та залізобетону наразі стає все більш актуальною. Великі масштаби застосування цих будівельних матеріалів в умовах агресивних впливів викликають значні витрати коштів на поточні та капітальні ремонти протягом терміну служби конструкцій. Проблема забезпечення довговічності конструкцій будинків перших масових серій, виявлення особливостей зміни напружено-деформованого стану (НДС) великопанельних будинків за корозії зв'язків, розроблення методів підсилення й оцінювання техніко-економічних показників методів підсилення великопанельних будинків - актуальне наукове і практичне завдання. **Мета статті** - прогноз регламентованої довговічності великопанельних житлових будівель серії 1-480 за корозії арматури зв'язків вертикальних стиків. Побудовані залежності кінетики корозії арматурних зв'язків спільно з даними про НДС зв'язків і особливості їх виключення і перерозподілу зусиль, які дозволяють планувати місця встановлення елементів підсилення на заданий залишковий термін служби, а також графіки залежності необхідної арматури підсилення від терміну експлуатації. Виконано оцінку і прогноз довговічності великопанельних житлових будинків з урахуванням кінетики корозії бетону й арматурних зв'язків вертикальних стиків. На підставі проведених досліджень розроблено спосіб і методику розрахунку елементів підсилення стиків стінових панелей великопанельних житлових будівель для забезпечення їх довговічності на заданий термін служби.

Ключові слова: великопанельний житловий будинок; довговічність; корозія бетону; напружено-деформований стан; серія 1-480

ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕГЛАМЕНТИРОВАННОЙ ДОЛГОВЕЧНОСТИ КРУПНОПАНЕЛЬНЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ СЕРИИ 1–480 ПРИ КОРРОЗИИ АРМАТУРНЫХ СВЯЗЕЙ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТЫКОВ

МАХИНЬКО Н. Н.¹, канд. техн. наук, доц.,

ЗЕЗЮКОВ Д. М.², канд. техн. наук, доц.,

БУЦКАЯ Е. Л.^{3*}, канд. техн. наук, доц.,

КОТОВ Н. А.⁴, канд. техн. наук, доц.

¹ Кафедра железобетонных и каменных конструкций, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепро, Украина, тел. +38 (0562) 47-03-19, e-mail: kolia2785@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-5541-8672

^{2*} Кафедра железобетонных и каменных конструкций, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепро, Украина, тел. +38 (0562) 47-03-19, e-mail: denis.zezyukov@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0001-7451-992X

^{3*} Кафедра железобетонных и каменных конструкций, Государственное высшее учебное заведение «Приднeпpовская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днeпpо, Украина, тел. +38 (0562) 47-03-19, e-mail: Buckaya_elen@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-4377-3746

⁴ Кафедра железобетонных и каменных конструкций, Государственное высшее учебное заведение «Приднeпpовская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днeпpо, Украина, тел. +38 (0562) 47-03-19, e-mail: kotokoto@i.ua, ORCID ID: 0000-0003-0233-0663

Аннотация. Постановка проблемы. Проблема обеспечения регламентированной долговечности конструкций и сооружений из бетона и железобетона в настоящее время становится все более актуальной. Большие масштабы применения этих строительных материалов в условиях агрессивных воздействий влекут значительные расходы средств на текущие и капитальные ремонты в течение срока службы конструкций. Проблема обеспечения долговечности конструкций зданий первых массовых серий, выявление особенностей изменения напряженно-деформированного состояния (НДС) крупнопанельных зданий при коррозии связей, разработка методов усиления и оценка технико-экономических показателей методов усиления крупнопанельных домов является актуальной научной и практической задачей. **Цель статьи** - прогноз регламентированной долговечности крупнопанельных жилых зданий серии 1-480 при коррозии арматуры связей вертикальных стыков. Построены зависимости кинетики коррозии арматурных связей совместно с данными о НДС связей и особенностях их исключения и перераспределения усилий, которые позволяют планировать места установки элементов усиления на заданный остаточный срок службы, а также графики зависимости необходимой арматуры усиления от срока эксплуатации. Выполнена оценка и прогноз долговечности крупнопанельных жилых домов с учетом кинетики коррозии бетона и арматурных связей вертикальных стыков. На основании проведенных исследований разработаны способ и методика расчета элементов усиления стыков стеновых панелей крупнопанельных жилых зданий для обеспечения их долговечности на заданный срок службы.

Ключевые слова: крупнопанельный жилой дом; долговечность; коррозия бетона; напряженно-деформированное состояние; серия 1-480

ENSURING THE REGULATED OPERATIONAL LIFE OF LARGE-PANEL RESIDENTIAL BUILDINGS 1–480 SERIES DURING THE CORROSION OF REINFORCEMENT BONDS OF VERTICAL JOINTS

MAKHINKO M.M.¹, *Cand. Sc. (Tech.), Ass. Prof.*,
ZEZIUKOV D.M.², *Cand. Sc. (Tech.), Ass. Prof.*,
BUTSKA O.L.^{3*}, *Cand. Sc. (Tech.), Ass. Prof.*,
KOTOV M.A.⁴, *Cand. Sc. (Tech.), Ass. Prof.*

Abstract. Problem statement. The problem of ensuring the durability of buildings and structures made of concrete and reinforced concrete is now becoming increasingly important. The large scale of the use of these building materials under the conditions of aggressive impact causes significant expenditures of funds for current and capital repairs during the service life of structures. The problem of ensuring the durability of buildings of the first mass series, identifying the features of changes in the stress and strain state (SSS) of large-panel buildings during corrosion of bonds, the development of methods for strengthening and evaluating technical and economic indicators of methods for strengthening the large-panel houses is an urgent scientific and practical task. **The purpose** of this article is to predict the regulated durability of large-panel residential buildings of 1–480 series during the corrosion of reinforcement bonds of vertical joints. Dependencies of corrosion of kinetics of reinforcement bonds were made together with the data on SSS bonds and features of their exclusion and redistribution of efforts that allow to plan the installation of reinforcement elements for a given residual service life as well as the graphs of the dependence of required reinforcement for the service life. The assessment and prediction of the durability of large-panel residential buildings, taking into account the kinetics of corrosion of concrete and reinforcement bonds of vertical joints are made. On the basis of the conducted research, the methods of calculating the elements of reinforcing the joints of wall panels of large-panel residential buildings to ensure their durability for a given service life has been developed.

Keywords: large panel residential building; durability; corrosion of concrete; stress and strain state; series 1–480

Постановка проблеми та аналіз публікацій. В Україні існує житловий фонд загальною площею 1 млрд м² або 10,4 млн будинків. За статистичними

оцінками, фізичний знос житлових будинків перших масових серій оцінюється близько 60 %.

Згідно з прогнозами, в найближче десятиліття частка старого та аварійного житла в деяких районах країни досягне 70...90 %, а це вже системна криза. Ситуація ускладнюється тим, що практично ніде не проводиться плановий капітальний ремонт будівель, здатний продовжити їх ресурс.

Реконструкція та капітальні ремонти великого за обсягом житлового фонду України - найважливіші державні проблеми, які потребують першочергових методів стратегічного характеру з боку законодавчих, планувальних і виконавчих органів.

Офіційна статистика України зазначає, що «кожен третій житловий будинок потребує капітального ремонту. В аварійних і старих будинках проживає понад 300 тис. чоловік, які вже зараз вимагають відселення з наданням необхідного житла. А незадовільний технічний стан та низькі експлуатаційні якості житлового фонду, побудованого за типовими проектами перших масових серій великопанельних, блочних і цегляних будинків, вимагає негайного проведення комплексних заходів із реконструкції та підсилення будинків перших масових серій.

Невідкладного відновного ремонту потребують близько 60 % житлового фонду (43 млн м²), а 0,8...1,2 % (до 7,8 млн м²) - невідкладного відселення. Старі та аварійні будинки становлять від 0,4 до 0,8 %, тобто понад 4 млн м².

Стикові арматурні з'єднання панелей - найбільш відповідальні елементи несної системи панельного будинку, що забезпечують просторову жорсткість і стійкість будівлі. В результаті впливу несприятливих факторів зовнішнього середовища вони, найчастіше, схильні до корозії.

Однак дослідження, пов'язані з оцінюванням і прогнозом довговічності в'язевих з'єднань, впливом корозії зв'язків на напружено-деформований стан великопанельних будинків вкрай обмежені. Незначна кількість праць присвячена розробленню способів підсилення великопанельних будинків в умовах корозії зв'язків.

Таким чином, проблема забезпечення довговічності конструкцій будинків перших

масових серій, виявлення особливостей зміни напружено-деформованого стану (НДС) великопанельних будинків за корозії зв'язків, розроблення методів підсилення і оцінювання техніко-економічних показників методів підсилення великопанельних будинків - це актуальне наукове і практичне завдання.

Мета статті - забезпечення регламентованої довговічності великопанельних житлових будівель серії 1-480 за корозії арматури зв'язків вертикальних стиків.

Виклад матеріалу. У разі депасивації арматури в результаті нейтралізації бетону кислотними газами і певних умов (наявність кисню і вологи) арматурна сталь може інтенсивно кородувати, швидкість корозії арматури може становити 0,1...1 мм на рік [5].

Депасивація поверхні сталі починається тільки за рахунок карбонізації бетону за впливу вуглекислого газу або нейтралізації бетону за впливі інших кислотних газів. До моменту депасивації поверхні сталі арматури її корозія виключена [1].

У результаті моделювання напружено-деформованого стану арматурних зв'язків вертикальних стиків великопанельних будинків встановлено, що запаси несної здатності зв'язків складають 34 %.

Якщо допустити можливість розвитку процесів корозії арматурних зв'язків із різною швидкістю, становить інтерес визначення довговічності арматурних зв'язків за критерієм вичерпання резерву несної здатності, а також часу до корозії арматури на 30, 50, 70 %.

У результаті розрахунків кінетики корозії арматурних зв'язків можливо встановити необхідні елементи підсилення зв'язків для регламентованого терміну служби (заданої довговічності).

Дослідження кінетики корозії сталі арматурних зв'язків проведено за таких варіацій факторів: величина захисного шару - 20, 30, 40 мм; витрата портландцементу - 250, 300 кг/м³; швидкість рівномірної поверхневої корозії арматури - 0,1, 0,5, 1 мм/рік.

При цьому в розрахунках використовувався не умовний, а реальний (фактичний) діаметр арматури - 14 мм.

На рисунках 1-6 наведено графіки швидкості корозії арматури, у зв'язках стінових панелей, залежно від терміну експлуатації.

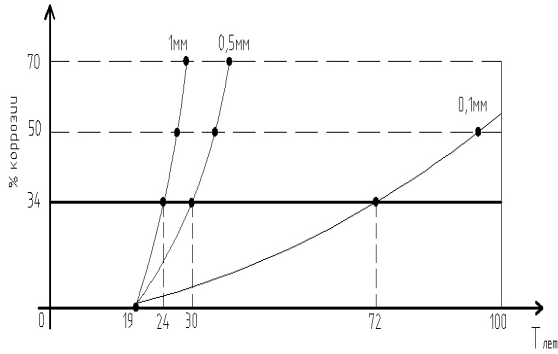


Рис. 1. Величина корозії арматурних зв'язків діаметром 14 мм залежно від терміну експлуатації та швидкості корозії арматури за витрати портландцементу 250 кг/м³ і товщини бетону захисного шару 20 мм / Fig. 1. The value of corrosion of reinforcing joints with a diameter of 14 mm depending on the service life and the speed of corrosion of the valve for Portland cement consumption of 250 kg/m³ and the thickness of the concrete of the protective layer 20 mm

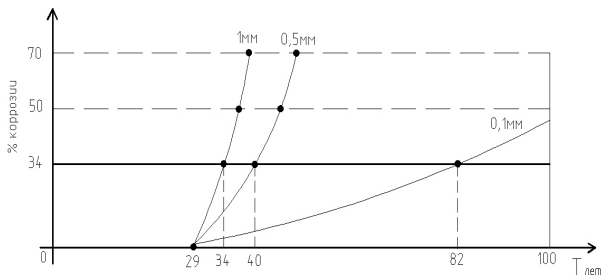


Рис. 2. Величина корозії арматурних зв'язків діаметром 14 мм залежно від терміну експлуатації та швидкості корозії арматури за витрати портландцементу 250 кг/м³ і товщини бетону захисного шару 30 мм / Fig. 2. The value of corrosion of reinforcing joints with a diameter of 14 mm depending on the service life and the rate of corrosion of the valve for Portland cement consumption of 250 kg/m³ and the thickness of the concrete of the protective layer of 30 mm

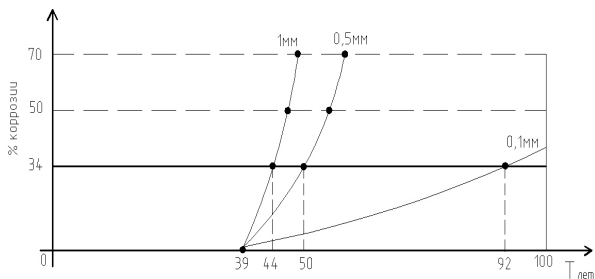


Рис. 3. Величина корозії арматурних зв'язків діаметром 14 мм залежно від терміну експлуатації та швидкості корозії арматури за витрати портландцементу 250 кг/м³ і товщини бетону захисного шару 40 мм / Fig. 3. The value of corrosion of reinforcing bonds with a diameter of 14 mm depending on the service life and the rate of corrosion of the valve for Portland cement consumption of 250 kg/m³ and the thickness of the concrete of the protective layer 40 mm

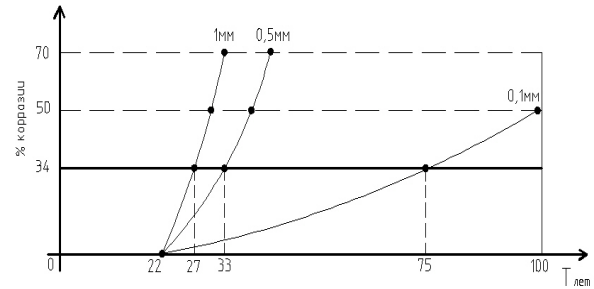


Рис. 4. Величина корозії арматурних зв'язків діаметром 14 мм залежно від терміну експлуатації та швидкості корозії арматури за витрати портландцементу 300 кг/м³ і товщини бетону захисного шару 20 мм / Fig. 4. The value of corrosion of reinforcing joints with a diameter of 14 mm depending on the service life and speed of corrosion of the fittings for Portland cement consumption of 300 kg/m³ and the thickness of the concrete of the protective layer of 20 mm

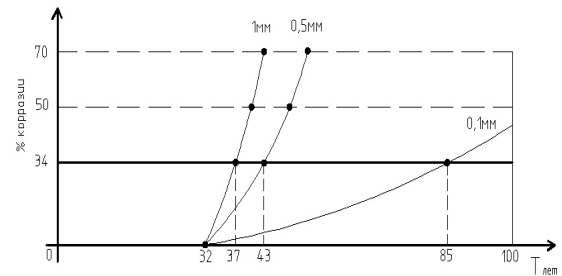


Рис. 5. Величина корозії арматурних зв'язків діаметром 14 мм залежно від терміну експлуатації та швидкості корозії арматури за витрати портландцементу 300 кг/м³ і товщини бетону захисного шару 30 мм / Fig. 5. The value of corrosion of reinforcing joints with a diameter of 14 mm, depending on the service life and the speed of corrosion of the valve for Portland cement consumption of 300 kg/m³ and the thickness of the concrete of the protective layer of 30 mm

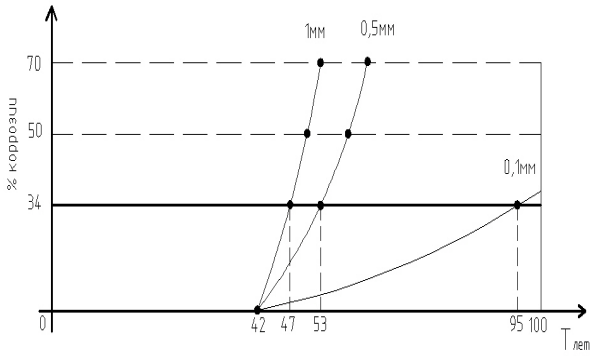


Рис. 6. Величина корозії арматурних зв'язків діаметром 14 мм залежно від терміну експлуатації та швидкості корозії арматури за витрати портландцементу 300 кг/м³ і товщині бетону захисного шару 40 мм / Fig. 6. The value of corrosion of reinforcing joints with a diameter of 14 mm depending on the service life and the rate of corrosion of the valve for Portland cement consumption of 300 kg/m³ and the thickness of the concrete of the protective layer 40 mm

У разі захисного шару 20 мм і витрати портландцементу 250 кг/м³, корозії зв'язків 1 мм/рік запас міцності вичерпається через 24 роки, у разі 0,5 мм/рік через - 30 років, 0,1/рік - 72 роки.

У випадку захисного шару 30 мм і витрати портландцементу 250 кг/м³, корозії зв'язків 1 мм/рік запас міцності вичерпається через 34 роки, за 0,5 мм/рік - 40 років, 0,1/рік - 82 роки.

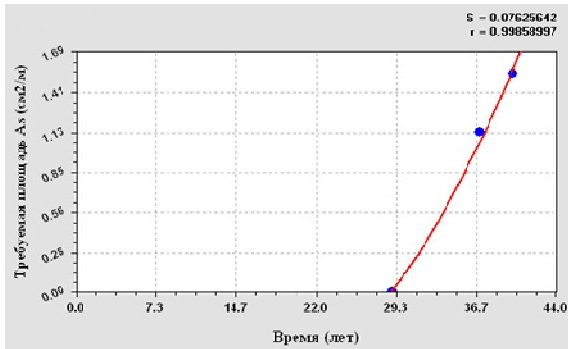


Рис. 7. Графік залежності необхідної арматури підсилення від терміну експлуатації у всіх арматурних вузлах вертикальних стиків, за винятком вузлів 5-го поверху, за корозії 1 мм/рік / Fig. 7. The schedule of the dependence of the necessary reinforcement reinforcement from the lifetime of all reinforcement knots of the vertical joints, with the exception of knots of the 5th floor, corrosion of 1 mm/year

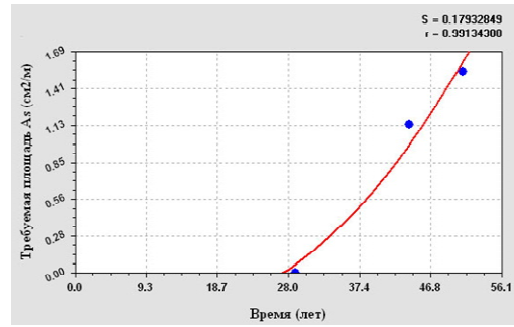


Рис. 8. Графік залежності необхідної арматури підсилення від терміну експлуатації у всіх арматурних вузлах вертикальних стиків, за винятком вузлів 5-го поверху, за корозії 0,5 мм/рік / Fig. 8. The schedule of dependence of the necessary reinforcement reinforcement from the lifetime of all reinforcing units of vertical joints, except for nodes of the 5th floor, corrosion 0,5 mm/year

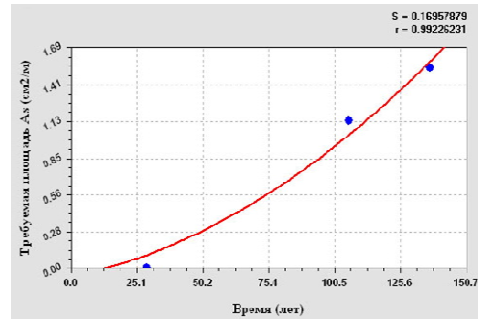


Рис. 9. Графік залежності необхідної арматури підсилення від терміну експлуатації у всіх арматурних вузлах вертикальних стиків, за винятком вузлів 5-го поверху, за корозії 0,1 мм/рік / Fig. 9. The schedule of the dependence of the necessary reinforcement reinforcement from the lifetime of all reinforcing knots of the vertical joints, with the exception of nodes of the 5th floor, corrosion of 0,1 mm/year

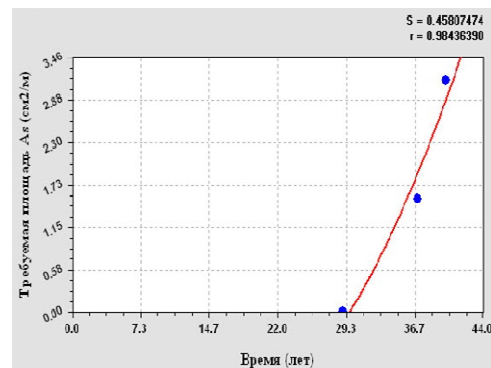


Рис. 10. Графік залежності необхідної арматури підсилення від терміну експлуатації будівлі у вузлах вертикальних стиків 5-го поверху за корозії 1 мм/рік / Fig. 10. The schedule of dependence of the necessary reinforcement reinforcement from the period of operation of the building in the nodes of vertical joints of the 5th floor corrosion 1 mm/year

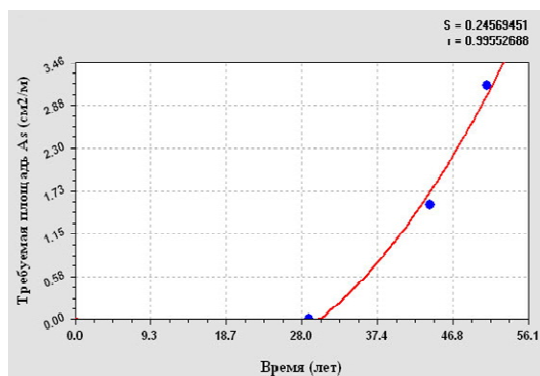


Рис. 11. Графік залежності необхідної арматури підсилення від терміну експлуатації будівлі у вузлах вертикальних стиків 5-го поверху за корозії 0,5 мм/рік / Fig. 11. The schedule of the dependence of the necessary reinforcement reinforcement from the lifetime of the building at the nodes of the vertical joints of the 5th floor corrosion 0.5 mm/year

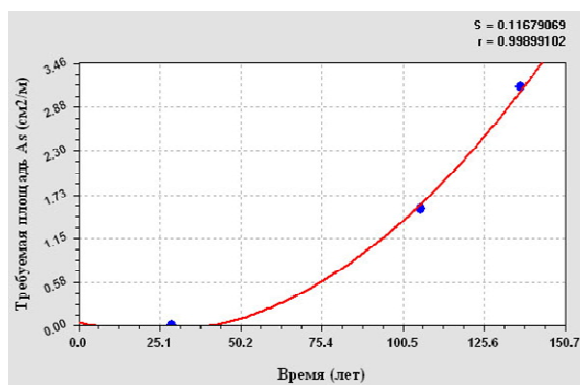


Рис. 12. Графік залежності необхідної арматури підсилення від терміну експлуатації будівлі у вузлах вертикальних стиків 5-го поверху за корозії 0,1 мм/рік / Fig. 12. The schedule of the dependence of the necessary reinforcement reinforcement from the lifetime of the building at the nodes of vertical joints of the 5th floor corrosion of 0.1 mm/year

Якщо захисний шар складає 40 мм і витрати портландцементу 250 кг/м³, корозія зв'язків 1 мм/рік, запас міцності вичерпається через 44 роки, 0,5 мм/рік - 50 років, 0,1/рік - 92 роки.

За захисного шару 20 мм і витрати портландцементу 300 кг/м³, корозії зв'язків 1 мм/рік запас міцності вичерпається через 27 років, 0,5 мм/рік - 33 роки, 0,1/рік - 75 років.

У разі захисного шару 30 мм і витрати портландцементу 300 кг/м³, корозії зв'язків 1 мм/рік запас міцності вичерпається через 37 років, 0,5 мм/рік - 43 роки, 0,1/рік - 85 років.

Захисному шар 40 мм і витрати портландцементу 300 кг/м³, корозія зв'язків 1 мм/рік - запас міцності вичерпається через 47 років, 0,5 мм/рік - 53 роки, 0,1/рік - 95 років.

Отримані залежності кінетики корозії арматурних зв'язків спільно з даними про ПДВ зв'язків і особливості їх виключення і перерозподілу зусиль дозволяють планувати місця установки елементів посилення на заданий залишковий термін служби.

Побудовано апроксимувальні залежності для визначення необхідного діаметра арматури підсилення в ПАШС за таких вихідних даних: товщина бетону захисного шару - 30 мм, витрата портландцементу в бетоні заповнення стику - 250 кг/м³, швидкість корозії арматури - 1, 0,5, 0,1 мм/рік.

Апроксимувальні залежності для визначення необхідної площі арматури підсилення в ПАШС прийняті з використанням програми Curve Expert 1.3 у вигляді полінома другого ступеня:

$$y = a + bx + cx^2,$$

де y - необхідна площа арматури підсилення; x - регламентований термін служби; a, b, c - коефіцієнти полінома.

На рисунках 7-12 наведено графіки залежності необхідної арматури підсилення від терміну експлуатації будівлі в арматурних вузлах вертикальних стиків за різної швидкості корозії арматурних зв'язків.

Значення коефіцієнтів полінома в рівнянні (5.10) приймаються рівними: за корозії 1 мм/рік для всіх вузлів будівлі, крім верхніх, $a = -0,001, b = -0,101, c = -0,003$; за корозії 0,5 мм/рік для всіх вузлів, крім верхніх $a = -0,010, b = -0,035, c = 0,001$; за корозії 0,1 мм/рік для всіх вузлів, крім верхніх, $a = -0,061, b = 0,004, c = 5,824$; за корозії 1 мм/рік для верхніх вузлів 5-го поверху $a = 0,007, b = -0,207, c = 0,006$; за корозії 0,5 мм/рік для верхніх вузлів 5-го поверху $a = 0,013, b = -0,086, c = 0,002$; при корозії 0,1 мм/рік для верхніх вузлів 5-го поверху $a = 0,042, b = -0,011, c = 0,0001$.

Висновки. З урахуванням установленого запасу міцності арматурних зв'язків і

кінетики карбонізації бетону отримано дані про довговічність арматурних зв'язків діаметром 14 мм і захисного шару 20, 30, 40 мм, витрати портландцементу в бетоні 250, 300 кг/м³, швидкості рівномірної поверхневої корозії арматури - 0.1, 0.5, 1 мм/рік.

2. Отримані закономірності про зміну напружено-деформованого стану арматурних зв'язків за їх корозії та необхідного діаметра арматури у разі посилення

полімерцементними армованими скобами дозволяють визначати необхідний діаметр арматури підсилення для забезпечення заданого терміну служби.

Побудовано апроксимувальні залежності для визначення необхідного діаметра арматури підсилення в ПАШС, що забезпечує заданий термін служби за різної швидкості корозії арматурних зв'язків вертикальних стиків великопанельних житлових будівель.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Алексеев С. Н. Коррозионная стойкость железобетонных конструкций в агрессивной промышленной среде : монография / С. Н. Алексеев. – Москва : Стройиздат, 1976. – 205 с.
2. Рекомендации по восстановлению и усилению крупнопанельных зданий полимеррастворами. – Тбилиси : Ротапринт ТбилЗНИИЭП, 1984. – 195 с.
3. Савицкий Н. В. Экспериментальные исследования керамзитобетонных образцов с применением армированных шпонок / Н. В. Савицкий, Н. Н. Махынко // Вісник Придніпровської державної академії. – 2013. – № 1–2. – С. 43–46.
4. Клименко С. В. Ресурс залізобетонних конструкцій / С. В. Клименко, В. С. Дорофеев // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. – 2012. – Вип. 47, ч. 2. – С. 111–117.
5. Дудышкина Л. А. Ремонт полносборных жилых зданий : монография / Л. А. Дудышкина. – Москва : Стройиздат, 1988. – 223 с.
6. Долговечность бетонных и железобетонных изделий и конструкций : учеб. пособ. / В. Н. Пунагин. – Киев : УМК ВО, 1988. – 112 с.
7. Исследование вертикальных стыков наружных стен крупнопанельных зданий, возводимых в обычных условиях. Работа конструкций жилых зданий из крупнопанельных элементов, труды ЦНИИЭП жилища. – Москва : Госстройиздат, 1963. – С. 134–145.

REFERENCES

1. Aleksyeyev S.N. *Korrozionnaya stoykost' zhelezobetonnykh konstruksiy v agressivnoy promyshlennoy srede* [Corrosion resistance of reinforced concrete structures in aggressive industrial environments]. Moscow : Stroyizdat, 1976, 205 p. (in Russian).
2. *Rekomendatsii po vosstanovleniyu i usileniyu krupnopanel'nykh zdaniy polimerrastvorami* [Recommendations for the restoration and strengthening of large-panel buildings with polymeric solutions]. Tbilisi : Rotaprint TbilZNIIEP, 1984, 195 p. (in Russian).
3. Savyts'kyu N.V. and Makhyn'ko N.N. *Eksperymental'nyye issledovaniya keramzitobetonnykh obrastsov s primeneniym armirovannykh shponok* [Experimental studies of expanded clay samples using reinforced dowels]. *Visnyk Prydniprov's'koyi derzhavnoyi akademyy* [Bulletin of the Prydniprov'ska State Academy]. 2013, no. 1–2, pp. 43–46. (in Russian).
4. Klymenko Ye.V. and Dorofeyev V.S. *Resurs zalizobetonnykh konstruksiy* [Resource of reinforced concrete structures]. *Visnyk Odes'koyi derzhavnoyi akademyy budivnytstva ta arkhitektury* [Bulletin of the Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture]. 2012, vol. 47, p. 2, pp. 111–117. (in Russian).
5. Dudyshkin L.A. *Remont polosbornykh zhilykh zdaniy* [Repair of prefab residential buildings]. Moscow: Stroyizdat, 1988, 223 p. (in Russian).
6. Punahin V.N. *Dolgovechnost' betonnykh i zhelezobetonnykh izdeliy i konstruksiy: Ucheb. Posobiye* [Durability of concrete and reinforced concrete products and constructions: Training Allowance]. Kyiv: UMK VO, 1988, 112 p. (in Russian).
7. *Issledovaniye vertikal'nykh stykov naruzhnykh sten krupnopanel'nykh zdaniy, vozvodimykh v obychnykh uslo-viyakh. Rabota konstruksiy zhilykh zdaniy iz krupnopanel'nykh elementov, trudy TSNIIEP zhilishcha* [Investigation of the vertical joints of the outer walls of large-panel buildings erected under normal conditions. Work of residential building structures from large-panel elements, works of the TSNIIEP dwelling]. Moscow : Hosstroyizdat, 1963, pp. 134–145. (in Russian).

Надійшла до редакції: 14.03.2019 р.