

УДК 69.056.53

ПРОГНОЗ ДОВГОВІЧНОСТІ ВЕЛИКОПАНЕЛЬНИХ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ СЕРІЇ 1-480 ПРИ КОРОЗІЇ АРМАТУРИ ЗВ'ЯЗКІВ

МАХІНЬКО М.М. ^{1*}, *к.т.н., доц.*

^{1*} Кафедра залізобетонних і кам'яних конструкцій, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського 24а, Дніпропетровськ 49600, Україна, тел. +38 (0562) 47-03-19, e-mail: kolia27-85@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-5541-8672

Анотація. Актуальність. Проблема забезпечення довговічності конструкцій і споруд з бетону та залізобетону в даний час 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 при корозії зв'язків, розробка методів підсилення і оцінка техніко-економічних показників методів підсилення великопанельних будинків є актуальною науковою і практичною задачею. **Метою** даної статті є прогноз довговічності великопанельних житлових будівель серії 1-480 при корозії арматури зв'язків. **Результати.** Побудовані залежності кінетики корозії арматурних зв'язків спільно з даними про НДС зв'язків і особливостях їх виключення і перерозподілу зусиль які дозволяють планувати місця встановлення елементів підсилення на заданий залишковий термін служби. **Наукова новизна та практична значимість.** Виконана оцінка і прогноз довговічності великопанельних житлових будинків з урахуванням кінетики корозії бетону і арматурних зв'язків. На підставі проведених досліджень розроблено спосіб і методика 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.

ПРОГНОЗ ДОЛГОВЕЧНОСТИ КРУПНОПАНЕЛЬНЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ СЕРИИ 1-480 ПРИ КОРРОЗИИ АРМАТУРЫ СВЯЗЕЙ

МАХИНЬКО Н.Н. ^{1*}, *к.т.н., доц.*

^{1*} Кафедра железобетонных и каменных конструкций, Государственное высшее учебное заведение „Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры”, ул. Чернышевского 24а, Днепропетровск 49600, Украина, тел. +38 (0562) 47-03-19, e-mail: kolia27-85@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-5541-8672

Аннотация. Актуальность. Проблема обеспечения 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 вызывают 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. **Целью** данной статьи является прогноз долговечности крупнопанельных жилых зданий серии 1-480 при коррозии арматуры связей. **Результаты.** 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. **Научная новизна и практическая значимость.** Выполненная оценка и прогноз долговечности крупнопанельных жилых домов с учетом кинетики коррозии бетона и арматурных связей. На основании проведенных исследований разработан способ и методика расчета элементов усиления стыков стеновых панелей крупнопанельных жилых зданий для обеспечения их долговечности на заданный срок службы.

Ключевые слова: крупнопанельное жилое здание; долговечность; коррозия бетона; напряженно-деформированное состояние; серия 1-480.

FORECAST OF LIFE LARGE RESIDENTIAL BUILDINGS IN SERIES 1-480 REINFORCEMENT CORROSION RELATIONS

МАХИНЬКО М.М. ^{1*}, *Cand. Sc. (Tech.), Ass.-prof.*

^{1*} Department of Reinforce-Concrete and Stone Structures, State Higher Education Establishment “Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture”, Chernyshevsky St. 24a, Dnipropetrovsk 49600, Ukraine, tel. +38 (0562) 47-03-19, e-mail: kolia27-85@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-5541-8672

Abstract. Relevance. Annotation. Relevance. The problem of ensuring the durability of structures and buildings of concrete and reinforced concrete are now becoming increasingly important. Large scale use of these building materials under aggressive conditions cause substantial costs of funds for repairs and renewals during the lifetime of structures. The problem of ensuring the durability of the structures of building the first mass series, revealing the features of stress-strain state (SSS) of large buildings in the corrosion relations, development and evaluation of methods to strengthen the technical and economic performance of large houses amplification methods is an actual scientific and practical problems. **The purpose** of this paper is to forecast the longevity of large apartment buildings in the 1-480 series of corrosion of reinforcement connections. **Results.** Built according to the kinetics of corrosion of reinforcing ties together with data on SSS bonds and especially their elimination and redistribution efforts that allow the space to plan the installation of the gain by a predetermined residual life. **Scientific novelty** and **practical significance.** The estimates and forecast the longevity of large apartment buildings, taking into account the kinetics of corrosion of concrete and reinforcing relationships. Based on studies developed a process and method of calculation of the gain elements of large joints of the wall panels of residential buildings to ensure their longevity for a predetermined period of service.

Keywords: Large panel residential building; durability; corrosion of concrete; stress-strain state; series 1-480.

Введение

В Украине существует жилой фонд общей площадью 1 млрд. м² или 10,4 млн. зданий. По статистическим оценкам физический износ жилых зданий первых массовых серий оценивается около 60%.

Согласно прогнозам в ближайшее десятилетие доля ветхого и аварийного жилья в некоторых районах страны достигнет 70-90 %, а это уже системный кризис. Ситуация усугубляется тем, что практически нигде не проводится плановый капитальный ремонт зданий, способный продлить их ресурс.

Реконструкция и капитальные ремонты большого по объему жилищного фонда Украины являются важнейшими государственными проблемами, которые требуют первоочередных методов стратегического характера со стороны законодательных, планирующих и исполнительных органов.

Официальная статистика Украины отмечает, что «каждое третье жилое здание требует капитального ремонта. В аварийных и ветхих зданиях проживает более 300 тыс. человек, которые уже сейчас требуют отселения с предоставлением необходимого жилья» и «неудовлетворительное техническое состояние и низкие эксплуатационные качества жилищного фонда, построенного по типовым проектам первых массовых серий крупнопанельных, блочных и кирпичных зданий, требует немедленного проведения комплексных мероприятий по реконструкции и усилению домов первых массовых серий.

Неотложного восстановительного ремонта требуют около 60% жилищного фонда (43млн м²), а 0,8-1,2% (до 7,8 млн. м²) неотложного отселения. Ветхие и аварийные здания составляют от 0,4 до 0,8%, т.е. более 4 млн. м².

Стыковые арматурные соединения панелей являются наиболее ответственными элементами несущей системы панельного здания, обеспечивающими пространственную жесткость и

устойчивость здания. В результате воздействия неблагоприятных факторов внешней среды они, чаще всего, подвержены коррозии.

Однако исследования, связанные с оценкой и прогнозом долговечности связей соединений, о влиянии коррозии связей на напряженно-деформированное состояние крупнопанельных зданий, крайне ограничены. Незначительное количество работ посвящено разработке способов усиления крупнопанельных зданий в условиях коррозии связей.

Таким образом, проблема обеспечения долговечности конструкций домов 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 зданий является актуальной научной и практической задачей.

Цель

Целью данной статьи является прогноз долговечности крупнопанельных жилых зданий серии 1-480 при коррозии арматуры связей.

Изложение основного материала

Объект исследования: напряженно – деформированное состояние стеновых панелей крупнопанельных жилых зданий при коррозии арматуры связей.

При депассивации арматуры в результате нейтрализации бетона кислотными газами и определенных условиях (наличие кислорода и влаги) арматурная сталь может интенсивно корродировать, скорость коррозии арматуры может составлять 0,1-1 мм в год [5].

Депассивация поверхности стали начинается только за счет карбонизации бетона при воздействии углекислого газа или нейтрализации бетона при воздействии других кислотных газов. До момента

депассивации поверхности стали арматуры ее коррозия исключена [1].

В результате моделирования напряженно-деформированного состояния арматурных связей вертикальных стыков крупнопанельных зданий было установлено, что запасы несущей способности связей составляют 34%.

Если допустить возможность развития процессов коррозии арматурных связей с различной скоростью, то представляет интерес определения долговечности арматурных связей по критерию исчерпания резерва несущей способности, а также времени до коррозии арматуры на 30, 50, 70%.

В результате расчетов кинетики коррозии арматурных связей возможно установить требуемые элементы усиления связей для регламентированного срока службы (заданной долговечности).

Исследование кинетики коррозии стали арматурных связей проведено при следующих вариациях факторов: величина защитного слоя - 20, 30, 40 мм; расход портландцемента -250, 300 кг/м³; скорость равномерной поверхностной коррозии арматуры - 0.1, 0.5, 1 мм/год.

При этом в расчетах использовался не условный, а реальный (фактический) диаметр арматуры - 14 мм.

На рис. 1-6. представлены графики скорости коррозии арматуры, в связях стеновых панелей, в зависимости от срока эксплуатации.

При защитном слое 20 мм и расходе портландцемента 250 кг/м³, при коррозии связей 1 мм/год запас прочности исчерпается через 24 года, при 0,5 мм/год - 30 лет, 0,1мм/ год - 72 года.

При защитном слое 30 мм и расходе портландцемента 250 кг/м³, при коррозии связей 1 мм/год запас прочности исчерпается через 34 года, при 0,5 мм/год - 40 лет, 0,1мм/ год - 82 года.

При защитном слое 40 мм и расходе портландцемента 250 кг/м³, при коррозии связей 1 мм/год запас прочности исчерпается через 44 года, при 0,5 мм/год - 50 лет, 0,1мм/ год - 92 года.

При защитном слое 20 мм и расходе портландцемента 300 кг/м³, при коррозии связей 1 мм/год запас прочности исчерпается через 27 лет, при 0,5 мм/год - 33 года, 0,1мм/ год - 75 лет.

При защитном слое 30 мм и расходе портландцемента 300 кг/м³, при коррозии связей 1 мм/год запас прочности исчерпается через 37 лет, при 0,5 мм/год - 43 года, 0,1мм/ год - 85 лет.

При защитном слое 40 мм и расходе портландцемента 300 кг/м³, при коррозии связей 1 мм/год запас прочности исчерпается через 47 лет, при 0,5 мм/год - 53 года, 0,1мм/ год - 95 лет.

Полученные зависимости кинетики коррозии арматурных связей совместно с данными о НДС связей и особенностях их выключения и перераспределения усилий позволяют планировать места установки элементов усиления на заданный остаточный срок службы.

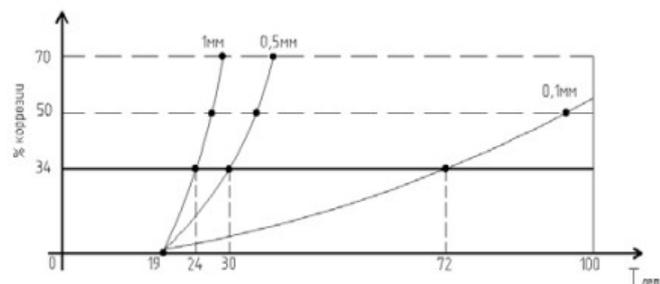


Рис.1. Величина коррозии арматурных связей диаметром 14 мм в зависимости от срока эксплуатации и скорости коррозии стали при расходе портландцемента 250 кг/м³ и толщине бетона защитного слоя 20 мм / The amount of corrosion of reinforcing relations diameter 14 mm depending on the age and rate of corrosion of steel at a rate of portland cement 250 kg/m³ and the thickness of the protective layer of concrete 20 mm.

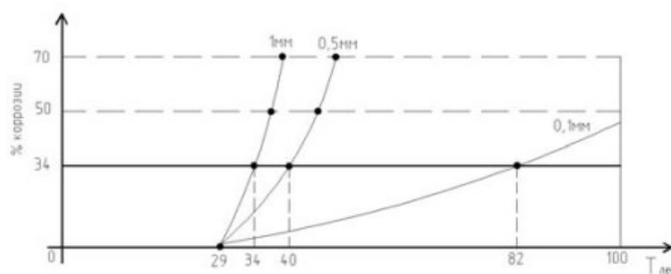


Рис.2. Величина коррозии арматурных связей диаметром 14 мм в зависимости от срока эксплуатации и скорости коррозии стали при расходе портландцемента 250 кг/м³ и толщине бетона защитного слоя 30 мм / The amount of corrosion of reinforcing relations diameter 14 mm depending on the age and rate of corrosion of steel at a rate of portland cement 250 kg/m³ and the thickness of the protective layer of concrete 30 mm.

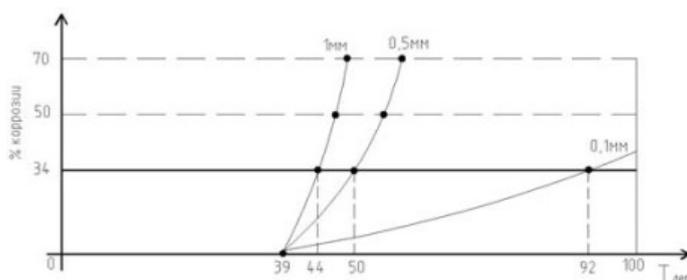


Рис.3. Величина коррозии арматурных связей диаметром 14 мм в зависимости от срока эксплуатации и скорости коррозии стали при расходе портландцемента 250 кг/м³ и толщине бетона защитного слоя 40 мм / The amount of corrosion of reinforcing relations diameter 14 mm depending on the age and rate of corrosion of steel at a rate of portland cement 250 kg/m³ and the thickness of the protective layer of concrete 40 mm.

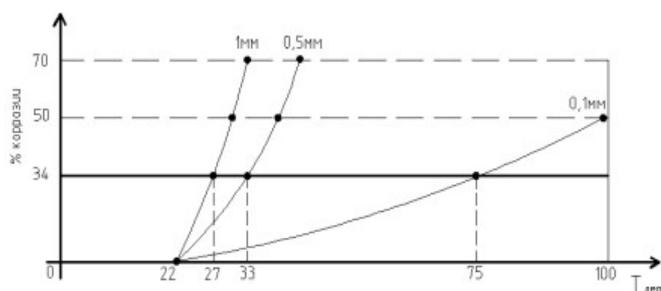


Рис.4. Величина коррозии арматурных связей диаметром 14 мм в зависимости от срока эксплуатации и скорости коррозии стали при расходе портландцемента 300 кг/м^3 и толщине бетона защитного слоя 20 мм / The amount of corrosion of reinforcing relations diameter 14 mm depending on the age and rate of corrosion of steel at a rate of portland cement 300 kg/m^3 and the thickness of the protective layer of concrete 20 mm.

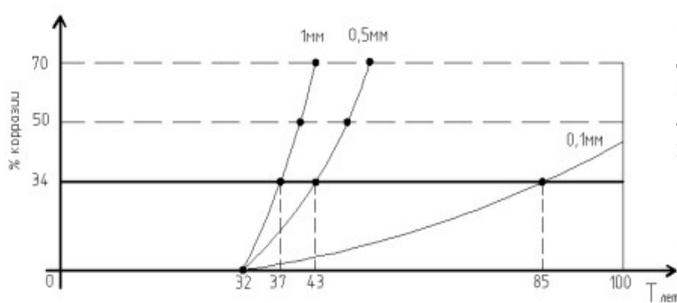


Рис.5. Величина коррозии арматурных связей диаметром 14 мм в зависимости от срока эксплуатации и скорости коррозии стали при расходе портландцемента 300 кг/м^3 и толщине бетона защитного слоя 30 мм / The amount of corrosion of reinforcing relations diameter 14 mm depending on the age and rate of corrosion of steel at a rate of portland cement 300 kg/m^3 and the thickness of the protective layer of concrete 30 mm.

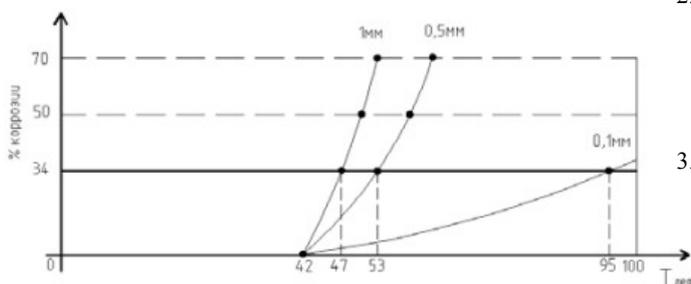


Рис.6. Величина коррозии арматурных связей диаметром 14 мм в зависимости от срока эксплуатации и скорости коррозии стали при расходе портландцемента 300 кг/м^3 и толщине бетона защитного слоя 40 мм / The amount of corrosion of reinforcing relations diameter 14 mm depending on the age and rate of corrosion of steel at a rate of portland cement 300 kg/m^3 and the thickness of the protective layer of concrete 40 mm.

Научная новизна и практическая значимость

Выполненная оценка и прогноз долговечности крупнопанельных жилых домов с учетом кинетики коррозии бетона и арматурных связей. На основании проведенных исследований разработан способ и методика расчета элементов усиления стыков стеновых панелей крупнопанельных жилых зданий для обеспечения их долговечности на заданный срок службы.

Выводы

1. С учетом установленного запаса прочности арматурных связей и кинетики карбонизации бетона получены данные о долговечности арматурных связей диаметром 14 мм по критерию прочности при величине бетона защитного слоя - 20, 30, 40 мм, расходе портландцемента в бетоне - 250, 300 кг/м^3 , скорости равномерной поверхностной коррозии арматуры - 0.1, 0.5, 1 мм/год. Установлено, что при скорости коррозии 0.1 мм/год диапазон долговечности арматурных связей при заданных параметрах бетона защитного слоя составляет 72 – 95 лет; при скорости коррозии 0.5 мм/год – 30 – 53 года; при скорости коррозии 1 мм/год – 24 – 47 лет.

2. Полученные зависимости кинетики коррозии арматурных связей совместно с данными о НДС связей и особенностях их выключения и перераспределения усилий позволяют планировать места установки элементов усиления на заданный остаточный срок службы.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

- Алексеев С. Н. Коррозионная стойкость железобетонных конструкций в агрессивной промышленной среде. – М.: Стройиздат, 1976. – 205 с. Alekseev S.N. Corrosion resistance of reinforced concrete structures in aggressive industrial environments. - M.: Stroyizdat, 1976. - 205 p.
- Рекомендации по восстановлению и усилению крупнопанельных зданий полимеррастворами. – Тбилиси: Ротапринт ТбилЗНИИЭП, 1984. – 195 с. Recommendations for the restoration and strengthening of large-panel buildings polymerrastvorami. - Tbilisi: TbilZNIIEP offset duplicator, 1984. - 195 p.
- Экспериментальные исследования керамзитобетонных образцов с применением армированных шпонок / Н. В. Савицкий, Н. Н. Махинько // Вісник Придніпровської державної академії. – Дніпропетровськ: ПГАСА, 2013. – № 1–2. – С. 43–46. Experimental studies using aggregate concrete specimens reinforced with dowels / NV Savitsky, NN Mahinko // News Pridniprovskoi State Academy. - Dnipropetrovsk: PGASA, 2013. - № 1-2. - С. 43-46. http://pgasa.dp.ua/a/international%20conferences/inovacii/archive/vipusk_69_2013.pdf
- Ресурс залізобетонних конструкцій / С. В. Клименко, В. С. Дорофеев // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. – Одеса: ОДАБА, 2012. – Вип. 47, частина 2. – С. 111-117.

- Resource concrete structures / E,V Klimenko, V.S, Dorofeev // Bulletin of the Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture. - Odessa: ODABA, 2012. - Vol. 47, Part 2. - P. 111-117.
5. Дудышкина Л. А. Ремонт полносборных жилых зданий. - М.: Стройиздат, 1988. – 223 с.
Dudyshkina LA Repair prefabrication of residential buildings. - М.: Stroyizdat, 1988. - 223 p.
 6. Пунагин В. Н. Долговечность бетонных и железобетонных изделий и конструкций: Учеб. Пособие. – К.: УМК ВО, 1988. – 112 с.
Punagin VN durability of concrete and concrete products and konstruksiy: Proc. Allowance. - К.: UMK VO, 1988. - 112 p.
 7. Исследование вертикальных стыков наружных стен крупнопанельных зданий, возводимых в обычных условиях. Работа конструкций жилых зданий из крупнопанельных элементов, труды ЦНИИЭП жилища – М.: Госстройиздат, 1963. С.134 - 145.
Investigation of vertical joints of exterior walls of large buildings erected in normal. Work of residential buildings of large-elements works TSNIIEPzhilishcha - M: Gosstroizdat, 1963. P.134 - 145.
 8. Araldsen P.O. The finite element method using super elements. The SESAM-69 system / P. O. Araldsen, E. M. Rosen // conf On Modern and design. Berkley: University of California. – 1970.
 9. Соколов Б. С. Прочность горизонтальных стыков железобетонных конструкций. – М.: Стройиздат, 2010. – 189 с.
Sokolov B.S. Strength concrete konstruksiy horizontal joints. - М.: Stroyizdat, 2010. - 189 p.
 10. Патон Б. Е. Проблемы ресурса конструкций, сооружений и оборудования в Украине . Будівельні конструкції. – 2001. – Вип.54. – С. 18–23.
Paton B.E. Problems life of structures, facilities and equipment in Ukraine. Budivelni konstruksii. - 2001. - Iss.54. - S. 18-23.
 11. Лепский В. И. Полносборные конструкции общественных зданий. – М.: Стройиздат, 1986. – 236 с.
Lepsky V.E. prefabrication construction of public buildings. - М.: Stroyizdat, 1986. - 236 p.
 12. Inomata S. Comparative Study on Behaviour of Prestressed and Reinforced Concrete Beams Subjected to Reversed Loading / Inomata S. -Journal of Japan Prestressed Concrete Engineering Association. Vol. 11, No 1, March, 1969.
 13. American Concrete Institute. Building code requirements for reinforced concrete (ACI 318-77) // Chapter 10. Included in: ACI Manual of concrete practice 1978. Part 2. – Detroit, 1978. – 180 p.
 14. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 123 с.
DSTU-N B V.1.1-27:2010. Budiveln'a klimatologija [Civil Engineering Climatology]. – К.: Minregionbud Ukraїni, 2011. – 123 pp.

Статья рекомендована к печати доктором технических наук, профессором Савицким Н.В. (Украина)

Статья поступила в редколлегию 03.09.2015