

И.А. ТЕРЕХОВ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта», г. Москва, Россия

## КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ ПРИ КОРРОЗИИ АРМАТУРЫ

*Аннотация.* Для предупреждения преждевременного износа и снижения несущей способности железобетонных плит необходимо своевременно проводить обследование их технического состояния с определением причин возникновения дефектов с последующей их ликвидацией. В настоящее время в ГОСТ 31937, регулирующего правила обследования, отсутствуют количественные значения критериев технического состояния, по которым можно назначить категорию технического состояния конструкций, в том числе в рамках визуального обследования. Для выявления частоты появления дефектов, связанных с коррозией арматуры в железобетонных плитах зданий и сооружений, а также определения причин их возникновения были рассмотрены 738 архивных отчетов АО «ЦНИИПромзданий» по обследованию.

Анализ проведенных ранее обследований показал, что дефекты, вызванные с коррозией арматуры, являются одними из наиболее распространенных и требуют более детальных указаний по назначению категории технического состояния конструкций. Для разработки критериев технического состояния железобетонных плит с дефектами, полученными в результате коррозии арматуры, был выполнен расчетный анализ влияния коррозии арматуры на несущую способность, рассмотрено влияние продуктов коррозии на образование продольных и поперечных трещин, данных экспериментальных исследований, а также требований нормативных документов.

**Ключевые слова:** сборный железобетон, многопустотные плиты, ребристые плиты, коррозия арматуры, дефект, критерий технического состояния.

I.A. TEREKHOV<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Russian University of Transport, Moscow, Russia

## CRITERIA FOR ASSESSING THE TECHNICAL CONDITION OF REINFORCED CONCRETE SLABS DURING REINFORCEMENT CORROSION

*Abstract.* To prevent premature wear and reduce the bearing capacity of reinforced concrete slabs, it is necessary to conduct a timely examination of their technical condition with the determination of the causes of defects with their subsequent elimination. At present, GOST 31937, which regulates the inspection rules, does not contain quantitative values of the technical condition criteria, according to which it is possible to assign a category of the technical condition of structures, including within the framework of a visual inspection. To identify the frequency of occurrence of defects associated with corrosion of reinforcement in reinforced concrete slabs of buildings and structures, as well as to determine the causes of their occurrence, 738 archival survey reports of TsNIIPromzdaniy JSC were considered.

An analysis of previous surveys showed that defects caused by corrosion of reinforcement are among the most common and require more detailed instructions on the designation of the category of technical condition of structures. To develop criteria for the technical condition of reinforced concrete slabs with defects resulting from reinforcement corrosion, a calculation analysis of the effect of reinforcement corrosion on the bearing capacity was performed, the effect of corrosion products on the formation of longitudinal and transverse cracks, experimental data, and the requirements of regulatory documents were considered.

**Keywords:** precast concrete, hollow-core slabs, ribbed slabs, reinforcement corrosion, defect, technical condition criterion.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Карпенко Н.И., Карпенко С.Н., Ярмаковский В.Н., Ерофеев В.Т. О современных методах обеспечения долговечности железобетонных конструкций // *Academia. Архитектура и строительство*. 2015. № 1. С. 93-102.
2. Тамразян А.Г. Вероятностный метод расчета долговечности железобетонных конструкций, подверженных воздействию хлоридов // В сборнике трудов конференции «Актуальные проблемы строительной отрасли и образования – 2021». М.: НИУ МГСУ. С. 100-106.
3. Фаликман В.Р., Степанова В.Ф. Нормативные сроки службы бетонных и железобетонных конструкций и принципы их проектирования по параметрам долговечности // *Промышленное и гражданское строительство*. 2019. № 6. С. 13-22.
4. Чирков В.П. Прикладные методы теории надежности в расчетах строительных конструкций. М.: Маршрут, 2006. 620 с.
5. Кодыш Э.Н. Проектирование защиты зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения с учетом возникновения особого предельного состояния // *Промышленное и гражданское строительство*. 2018. № 10. С. 95-101.
6. Трекин Н.Н., Кодыш Э.Н. Особое предельное состояние железобетонных конструкций и его нормирование // *Промышленное и гражданское строительство*. 2020. № 5. С. 4–9.
7. Trekin N.N., Kodysh E.N., Shmakov S.D., Terekhov I.A., Kudyakov K.L. Determination of the criteria of deformation in a special limiting state // *International Journal for Computational Civil and Structural Engineering*. 2021. Vol 1. Pp. 108-116. URL:<https://ijccse.iasv.ru/index.php/ijccse/issue/view/51/62> (eng)
8. Trekin N, Kodysh E., Bybka A., Terekhov I. Structural design taking into account the occurrence of a special limit state // *Innovations technologies in science and practice. Proceedings of the VI International Scientific and Practical Conference*. Haifa, Israel. 2022. Pp. 21-24. URL:<https://isg-konf.com/ru/innovations-technologies-in-science-and-practice-ru> (eng)
9. Гранев В.В., Кодыш Э.Н., Трекин Н.Н., Терехов И.А., Еремин К.И., Шмаков Д.С. Проектирование сборных железобетонных конструкций каркасных зданий: новый свод правил // *Промышленное и гражданское строительство*. 2019. № 4. С. 4-9.
10. Карпенко Н.И., Соколов Б.С., Райдакин О.В. К расчету прочности, жесткости и трещиностойкости внецентренно сжатых железобетонных элементов с применением нелинейной деформационной модели // *Известия КГАСУ*. 2013. № 4 (26). С. 113-120.
11. Opbul E., Dmitriev D., Van Phuc Ph. Practical calculation of flexible members with the use of non-linear deformation model as exemplified by typical girder RGD 4.56-90 // *Architecture and Engineering*. 2018. Vol. 3. No. 3. Pp. 29-41. (eng)
12. Левин В.М., Юрова В.С., Севостьянов Н.А. Сравнение результатов расчета прямоугольного сечения железобетонного элемента нелинейным деформационным методом и по предельным усилиям // *Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры*. 2019. № 4 (138). С. 19-22.
13. Ефремов А.М., Бойко Д.В., Сергеевцев Е.Ю., Трекин Н.Н., Кодыш Э.Н., Терехов И.А., Шмаков С.Д. Учет совместного влияния дефектов на несущую способность конструкций // *Промышленное и гражданское строительство*. 2022. № 8. С. 11–18.
14. Чаганов А.Б. Прочность и жесткость железобетонных ребристых плит с нарушением сцепления арматуры с бетоном: автореф. дисс. ... канд. техн. наук: 05.23.01 / Чаганов Алексей Борисович М., 2008. 24 с.
15. Рожин Д.Н., Чаганов А.Б. Влияние коррозионных повреждений на состояние железобетонных элементов реконструируемых зданий и сооружений // *Сборник Всероссийской ежегодной научно-технической конференции «Наука-производство-технология-экология», том 5*. Киров: ВятГУ, 2007. С. 254-256.
16. Методика оценки остаточного ресурса несущих конструкций зданий и сооружений [Электронный ресурс]. ФАУ «ФЦС», 2018. 50 с. [https://www.faufcc.ru/upload/methodical\\_materials/mp34\\_2018.pdf](https://www.faufcc.ru/upload/methodical_materials/mp34_2018.pdf) (дата обращения: 07.10.2022).

REFERENCES

1. Karpenko N.I., Karpenko S.N., Yarmakovsky V.N., Erofeev V.T. O sovremennyh metodah obespechenija dolgovechnosti zhelezobetonnih konstrukcij [The modern methods of ensuring of reinforced concrete structures durability] // *Academia. Arhitektura i stroitel'stvo*. 2015. No. 1. Pp. 93-102. (in rus)
2. Tamrazyan A.G. Veroyatnostnyj metod rascheta dolgovechnosti zhelezobetonnih konstrukcij, podverzhennyh vozdeystviyu hloridov [Probabilistic method for calculating the durability of reinforced concrete

structures exposed to chlorides] V sbornike trudov konferencii «Aktual'nye problemy stroitel'noj otrasli i obrazovaniya [In the proceedings of the conference "Actual problems of the construction industry and education – 2021]. Moscow: NRU MGSU. Pp. 100-106. (in rus)

3. Falikman V.R., Stepanova V.F. Normativnye sroki sluzhby betonnyh i zhelezobetonnyh konstrukcij i principy ih proektirovaniya po parametram dolgovechnosti [Normative service life of concrete and reinforced concrete structures and principles of their design based on durability parameters] // Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo. 2019. No. 6. Pp. 13-22. (in rus)

4. Chirkov V.P. Prikladnye metody teorii nadezhnosti v raschetah stroitel'nyh konstrukcij [Applied Methods of the Theory of Reliability in the Calculations of Building Structures]. Moscow: Marshrut, 2006. 620 p. (in rus)

5. Kodysh E.N. Proektirovanie zashhity zdaniy i sooruzhenij ot progressirujushhego obrusheniya s uchedom vozniknoveniya osobogo predel'nogo sostojaniya [Designing the protection of buildings and structures against progressive collapse in view of the emergence of a special limiting state] // Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo. 2018. No. 10. P. 95-101. (in rus)

6. Trekin N.N., Kodysh E.N. Osoboe predel'noe sostojanie zhelezobetonnyh konstrukcij i ego normirovanie [Special limit condition of reinforced concrete structures and its normalization] // Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo. 2020. No. 5. Pp. 4-9. (in rus)

7. Trekin N.N., Kodysh E.N., Shmakov S.D., Terekhov I.A., Kudyakov K.L. Determination of the criteria of deformation in a special limiting state // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. 2021. Vol 1. Pp. 108-116. URL:<https://ijccse.iasv.ru/index.php/ijccse/issue/view/51/62>

8. Trekin N., Kodysh E., Bybka A., Terekhov I. Structural design taking into account the occurrence of a special limit state // Innovations technologies in science and practice. Proceedings of the VI International Scientific and Practical Conference. Haifa, Israel. 2022. Pp. 21-24. URL:<https://isg-konf.com/ru/innovations-technologies-in-science-and-practice-ru>

9. Granev V.V., Kodysh E.N., Trekin N.N., Terekhov I.A., Eremin K.I., Shmakov D.S. Proektirovanie sbornyh zhelezobetonnyh konstrukcij karkasnyh zdaniy: novyj svod pravil [Designing precast reinforced concrete structures of frame buildings: a new set of rules] // Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo. 2019. No. 4. Pp. 4-9. (in rus)

10. Karpenko N.I., Sokolov B.S., Raidakin O.V. K raschetu prochnosti, zhestkosti i treshhinostojkosti vnecentrenno szhatyh zhelezobetonnyh jelementov s primeneniem nelinejnoj deformacionnoj modeli [Calculation of strength, stiffness and crack resistance of eccentrically compressed reinforced concrete elements using non-linear deformation model] // Izvestiya KGASU. 2013. No. 4 (26). Pp. 113-120. (in rus)

11. Opubl E., Dmitriev D., Van Phuc Ph. Practical calculation of flexible members with the use of non-linear deformation model as exemplified by typical girder RGD 4.56-90 // Architecture and Engineering. 2018. Vol. 3. № 3. Pp. 29-41.

12. Levin V.M., Yurova V.S., Sevostyanov N.A. Sravnenie rezul'tatov rascheta prjamougol'nogo sechenija zhelezobetonogo jelementa nelinejnym deformacionnym metodom i po predel'nyh usilijam [Comparison of results of calculation of rectangular section of reinforced concrete element by nonlinear deformation method and with ultimate forces] // Bulletin of the Donbass National Academy of Construction and Architecture. 2019. No. 4 (138). Pp. 19-22. (in rus)

13. Efremov A.M., Boyko D.V., Sergeevtsev E.Yu., Trekin N.N., Kodysh E.N., Terekhov I.A., Shmakov S.D. Uchet sovmestnogo vlijaniya defektov na nesushhuju sposobnost' konstrukcij [Taking into account the joint effect of defects on the bearing capacity of structures] // Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo. 2022. No. 8. Pp. 11-18. (in rus)

14. Chaganov A.B. Prochnost' i zhestkost' zhelezobetonnyh rebristyh plit s narusheniem sčeplenija armatury s betonom [Strength and rigidity of reinforced concrete ribbed slabs with a violation of the adhesion of reinforcement to concrete]: author. diss. ... cand. tech. Sciences: 05.23.01 / Chaganov Aleksey Borisovich. Moscow. 2008. 24 p. (in rus)

15. Rozhin D.N., Chaganov A.B. Vlijanie korrozionnyh povrezhdenij na sostojanie zhelezobetonnyh jelementov rekonstruiruemyh zdaniy i sooruzhenij [Influence of corrosion damage on the state of reinforced concrete elements of reconstructed buildings and structures] Sbornik Vserossijskoj ezhegodnoj nauchno-tehnicheskoy konferencii «Nauka-proizvodstvo-tehnologija-jekologija», tom 5 [Collection of the All-Russian annual scientific and technical conference "Science-Production-Technology-Ecology", Volume 5]. Kirov: VyatGU, 2007. Pp. 254-256. (in rus)

16. Metodika ocenki ostatochnogo resursa nesushhih konstrukcij zdaniy i sooruzhenij [Methodology for assessing the residual resource of the supporting structures of buildings and structures] [Online]. FAU "FTsS", 2018. 50 p. URL: [https://www.faufcc.ru/upload/methodical\\_materials/mp34\\_2018.pdf](https://www.faufcc.ru/upload/methodical_materials/mp34_2018.pdf) (date of application: 07.10.2022). (in rus)

**Информация об авторе:**

**Терехов Иван Александрович**

ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта», г. Москва, Россия,  
кандидат технических наук, доцент кафедры строительных конструкций, зданий и сооружений.  
E-mail: [terekhov-i@mail.ru](mailto:terekhov-i@mail.ru)

**Information about author:**

**Terekhov Ivan Al.**

Russian University of Transport, Moscow, Russia,  
candidate of technical science, associated professor of the department of building constructures, buildings and structures.  
E-mail: [terekhov-i@mail.ru](mailto:terekhov-i@mail.ru)