УДК 624.07; 69.059.3

ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО УСИЛЕНИЮ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ФОРМОВОЧНОГО ЦЕХА ЗАВОДА СТРОЙИНДУСТРИИ В г. СЕВАСТОПОЛЬ

Богуцкий[1] Ю.Г., Родин[2] С.В., Калафатов[3] Д.А.

Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского.
Институт «Академия строительства и архитектуры»
295493, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 181
E-mail: [1]bogutskiyyg@mail.ru, [2]sv_rodin@mail.ru, [3]jafer90@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты визуального обследования строительных конструкций формовочного цеха завода стройиндустрии в г. Севастополь. Во время длительной эксплуатации здания без проведения плановых ремонтов кровельный материал достиг состояния полного износа, а все несущие строительные конструкции оказались подвержены воздействию атмосферных осадков. В большинстве несущих конструкций формовочного цеха арматура, как рабочая, так и конструктивная, подверглась коррозионному разрушению. Вследствие этого в конструкциях образовались коррозионные трещины, вызвавшие оголение арматуры и прогибы, превышающие допустимые значения.
Предмет исследования: сборные железобетонные строительные конструкции.
Материалы и методы: материалы для данной статьи получены в ходе выполнения визуального обследования строительных конструкций формовочного цеха завода стройиндустрии в г. Севастополь. Общие параметры строительных конструкций и видимые дефекты определяли визуальным освидетельствованием.
Результаты: по результатам обследования получены данные для оценки технического состояния сборных железобетонных строительных конструкций. Большинство плит покрытия не способны воспринимать фактические величины нагрузок. Их техническое состояние оценено как аварийное, эти плиты требуют усиления или замены.
Выводы: ввиду сложившейся аварийной ситуации и для недопущения развития последующих деформаций, влекущие за собой прогрессирующее разрушение, были подготовлены схемы усиления строительных конструкций. Реализация усиления строительных конструкций способствовала дальнейшей безопасной эксплуатации формовочного цеха завода стройиндустрии в г. Севастополь.

Ключевые слова: строительные конструкции, обследование, дефекты, усиление, техническое состояние.

ВВЕДЕНИЕ

За период длительной эксплуатации здания, без плановых ремонтов, полностью разрушился кровельный материал и все несущие железобетонные конструкции здания были подвержены замачиванию атмосферными осадками. Практически во всех несущих железобетонных конструкциях формовочного цеха рабочая и конструктивная арматура подверглась коррозии. Вследствие этого в конструкциях образовались коррозионные трещины, оголение арматуры и значительные прогибы.

Нами было выполнено визуальное обследование несущих конструкций формовочного цеха с выдачей рекомендаций по ремонту, усилению и замене конструкций, имеющих дефекты [3, 11].

Спустя 2 года никаких мероприятий не было выполнено.

Техническое состояние конструкций ухудшилось, выявлены новые конструкции, требующие усиления и замены, вследствие прогрессирующей коррозии рабочей арматуры.

Описанная нами ситуация представляет собой классический пример прогрессирующего разрушения строительных конструкций, вызванного потерей их эксплуатационных качеств.

В связи с этим возникла необходимость повторной экспертизы технического состояния несущих железобетонных конструкций.

Цель работы – продление жизненного цикла формовочного цеха завода стройиндустрии в г. Севастополь путем доведения его несущих конструкций до работоспособного состояния на будущий длительный период эксплуатации.

В работе были поставлены и решены следующие задачи:

- выполнен визуальный осмотр несущих конструкций формовочного цеха;
- установлены дефекты несущих конструкций и проанализировано их влияние на уровень надежности;
- разработаны схемы усиления строительных конструкций.

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ

Причины возникновения дефектов в сборных и монолитных железобетонных конструкциях, разновидности и методы их усиления, а также меры по недопущению лавинообразного (прогрессирующего) обрушения, рассматриваются в работах Д.В. Артюшина, В.А. Шумихиной, Д.О. Василенко, А.И. Бедова, И.Н. Гарькина, Н.В. Агафонкиной, С.И. Евтушенко, Т.А. Крахмального, К.К. Нежданова, Д.В. Артюшина, А.Н. Жукова, В.С. Конопленко, Р.А. Петухова, А.Н. Селькова,

А.А. Сморчкова, Д.А. Орлова, Т.М. Богуславского, Б.Я. Белопольский, Э. Н. Кодыша, Н. Н. Трекина, А.Б. Чаганова, С.К. Лапина, М.В. Чучкалова, С.В. Романова, Р. А. Михайлова, А А. Шилина, Г.Н. Мосина, Д. В. Картузова, В. Т. Шаленного, А. Ю. Богуцкой, В. А. Чаплыгина и др.

В работах [1, 2, 5–10, 12–14] представлены принципиальные схемы усиления как сборных, так и монолитных железобетонных конструкций, которые послужили базой для разработанных нами методов усиления.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Основной целью данной конструкторско-технической работы является обследование несущих железобетонных конструкций формовочного цеха завода стройиндустрии в г. Севастополь (рис. 1).

Конструктивная схема цеха - сборный железобетонный рамно-связевый каркас.

Фундаменты – железобетонные, столбчатые, стаканного типа. Фундаментные балки – сборные железобетонные по типовой серии КЭ-01-23. Колонны – сборные железобетонные сплошного сечения с шагом 6 м по крайним рядам и с шагом 12 м по средним рядам по типовой серии КЭ-01-49. Подкрановые балки – сборные железобетонные двутаврового поперечного сечения пролетом 6 м и 12 м по типовой серии КЭ-01-50. Подстропильные балки – сборные железобетонные предварительно напряженные пролетом 12 м по типовой серии ПП-01-03/64. Стропильные двускатные балки – сборные железобетонные предварительно напряженные пролетом 18 м двутаврового сечения по типовой серии ПК-01-06. Ограждающие конструкции – сборные керамзитобетонные стеновые панели длиной 6 м по типовой серии 1.030.1-1/88. Вертикальные связи по крайним рядам колонн – крестовые из стальных прокатных профилей. Вертикальные связи по средним рядам колонн – портальные из стальных прокатных профилей. Плиты покрытия – сборные ребристые железобетонные размерами 1,5х6,0 м и 3,0х6,0 м по типовой серии 1.465-7.

Непосредственному обследованию объекта предшествовал подбор и изучение проектной документации, материалов по строительству и эксплуатации зданий [4].

На стадии освидетельствования выявляли только очевидные общие параметры сооружений - расположение элементов каркасов. Отмечали видимые дефекты конструкций: следы замачивания, трещины, следы коррозии бетона и арматуры, отклонения размеров и форм, значительные прогибы.

После освидетельствования и анализа выявленных дефектов устанавливали несущие конструктивные элементы требующие усиления или замены.



Рис. 1. Общий вид цеха
Fig. 1. General view of the workshop



Рис. 2. Вертикальные трещины в подкрановой части колонны
Fig.2. Vertical cracks in the subframe part of the column

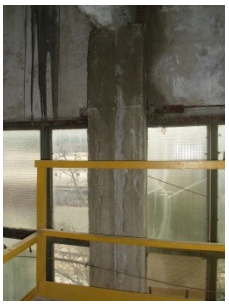


Рис. 3. Вертикальные трещины в надкрановой части колонны
Fig. 3. Vertical cracks in the column above the crane



Рис. 4. Продольные трещины в сжатом поясе стропильной балки
Fig.4. Longitudinal cracks in the compressed belt of the rafter beam

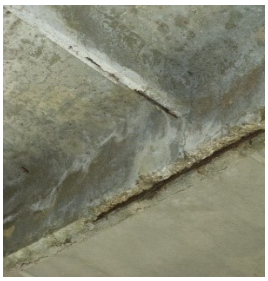


Рис. 5. Нормальные трещины в плитах покрытия 3х6 м
Fig. 5. Normal cracks in 3x6 m covering slabs



Рис. 6. Оголение арматуры в продольных ребрах плит покрытия 1,5х6 м
Fig.6. Exposure of reinforcement in longitudinal ribs of 1.5x6 m covering plates

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ АНАЛИЗ

В результате визуального осмотра в несущих конструктивных элементах выявлены следующие дефекты: замачивание поверхности, сколы бетона, коррозионные трещины, оголение и коррозия рабочей арматуры, оголение и коррозия конструктивной арматуры, силовые трещины (рис. 2-6).

На основании обследования необходимо выполнить:

- усиление плит покрытия – 304 шт;

- замена плит покрытия – 217 шт;
- усиление колонн – 33 шт;
- усиление стропильных балок – 41 шт.

Плиты покрытия, требующие усиления и замены отмечены на рис. 7 и 8.

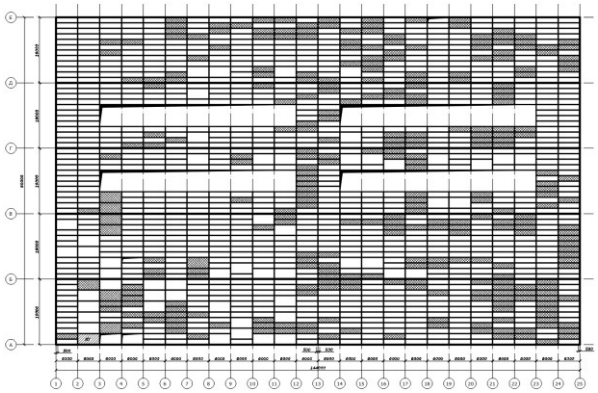


Рис. 7. Схема расположения плит покрытия формовочного цеха, требующие усиления
Fig. 7. Layout of the molding shop's roofing plates that require reinforcement

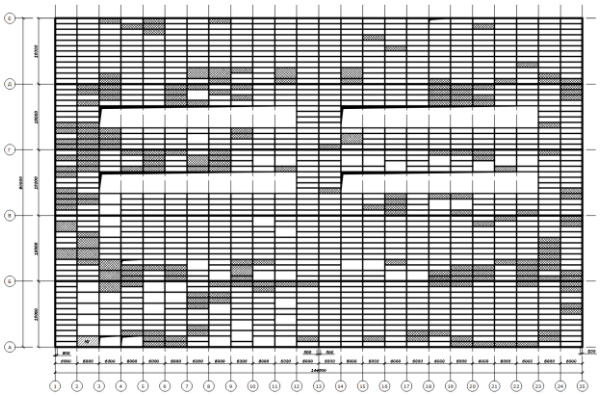


Рис. 8. Схема расположения плит покрытия формовочного цеха, требующие замены
Fig. 8. Layout of the molding shop's roofing plates that need to be replaced

ВЫВОДЫ

Для дальнейшей нормальной эксплуатации формовочного цеха завода стройиндустрии нами было предложено выполнить следующие мероприятия, которые были реализованы заказчиком:

1. С целью снижения нагрузки на несущие ж/б конструкции здания цеха (стропильные балки покрытия, колонны и фундаменты) рекомендовано, на всей площади цеха, демонтировать плиты и кровельное покрытие с заменой несущей системы и кровли, на оцинкованный профилированный настил с опиранием на существующие стропильные балки (рис. 9, 10).

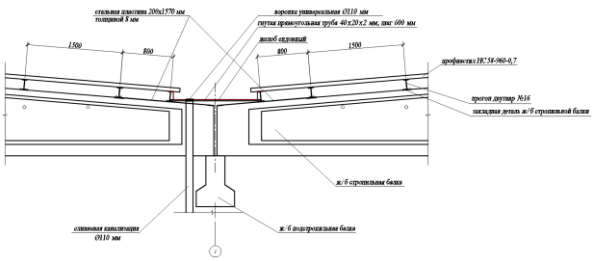


Рис. 9. Схема новой легкой кровли
Fig. 9. The scheme of a new lightweight roof



Рис. 10. Реализация предложенной новой легкой кровли
Fig. 10. Implementation of the proposed new lightweight roof

2. Выполнить усиление стропильных балок, имеющие продольные трещины в сжатых полках. Усиление сжатых полок рекомендовано выполнить обоймами из швеллеров с предварительно приваренными упорами для стяжных болтов (рис. 11, 12).

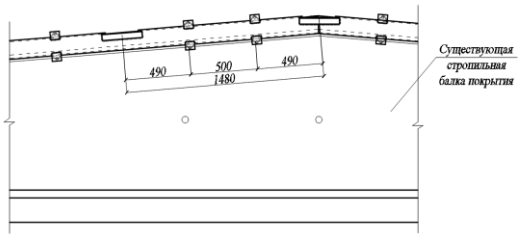


Рис. 11. Схема усиления сжатых поясов стропильных балок
Fig. 11. Reinforcement scheme for compressed belts of rafter beams



Рис. 12. Реализация предложенного усиления сжатых поясов стропильных балок
Fig. 12. Implementation of the proposed reinforcement of compressed belts of roof beams

3. Выполнить усиление колонн сплошного сечения, имеющие вертикальные трещины в надкрановой и подкрановой частях. Усиление колонн рекомендовано выполнить установкой обойм из уголкового профиля и стяжных планок из листового металла (рис. 13, 14).

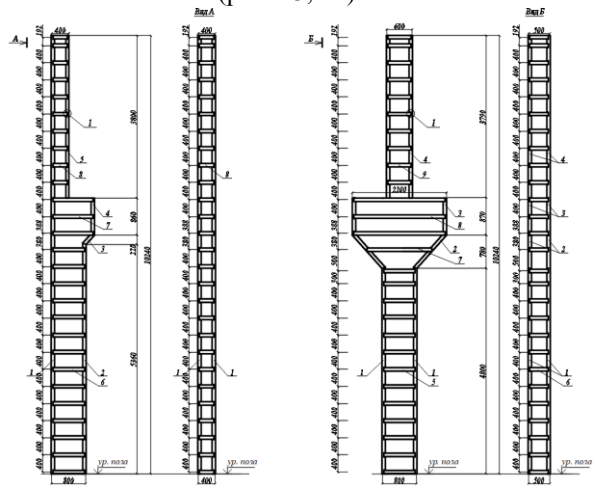


Рис. 13. Схема усиления колонн сплошного сечения
Fig. 13. Reinforcement scheme for solid section columns



Рис. 14. Реализация предложенного усиления колонн сплошного сечения
Fig. 14. Implementation of the proposed reinforcement of solid-section columns

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богуцкий, Ю. Г. Обследование и усиление плит покрытия производственного корпуса ООО "РОССНАБ" / Ю. Г. Богуцкий // Строительство и техногенная безопасность. - 2024. - № 33(85). - С. 31-39. DOI: 10.29039/2413-1873-2024-33-31-39 EDN: AEYNJX.

2. Богуцкая, А. Ю. Технология усиления шестиметровых железобетонных ребристых плит покрытия стальными балками-шпренгелями оригинальной конструкции / А. Ю. Богуцкая, В. А. Чаплыгин, В. Т. Шаленный // Строительство и техногенная безопасность. – 2025. – № 37(89). – С. 35-41. – EDN TPGJZY.

3. ГОСТ 31937-2024. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния/ АО "ЦНИИПромзданий".- ФГБУ "РСТ", 2024.

4. Закон РФ от 30.12.2009 г. № 384-ФЗ " Технический регламент о безопасности зданий и сооружений" / СЗ РФ. – М.: 2009.

5. Каталог конструктивных решений по усилению и восстановлению строительных конструкций промышленных зданий ЦНИИПромзданий Госстрой СССР .- М., 1989.

6. Каталог конструктивных решений по усилению и восстановлению строительных конструкций промышленных зданий – М.:ОАО «ЦНИИПромзданий», 2009. – 258 с.

7. Конструктивные решения по усилению строительных конструкций промышленных зданий/ Стыценко Н.Г., Аблиязов Б.А., Марахтанов А.Н., Томилов В.М.-Волгоград: Волгоградский проектно-конструкторский технологический институт ремонтного производства, 1985 г. – 402 с.

8. Мальганов А.И., Плевков В.С., Полищук А.И. Восстановление и усиление строительных конструкций аварийных и реконструированных зданий: Атлас схем и чертежей/Издательский отдел с оперативной полиграфией томского межотраслевого ЦНТИ. –Томск: 1990. - 319 с.

9. Мальганов А.И., Плевков В.С. Восстановление и усиление ограждающих строительных конструкций зданий и сооружений: Учебное пособие. –Томск: Печатная мануфактура, 2002. - 391 с.

10. Матвеев Е.П., Мешечек В.В. Технические решения по усилению и теплозащите конструкций жилых и общественных зданий.- М.: Издатцентр «Старая Басманная», 1998 г. – 209 с.

11. Пособие по обследованию строительных конструкций зданий. АО ЦНИИпромзданий.- М.: 1997. – 166 с.

12. Проектирование усилений несущих железобетонных конструкций производственных зданий и сооружений/Работа выполнена А.Б. Голышевым, И.Н. Ткаченко. –К.:Логос, 2001.-172 с.

13. Рекомендации по проектированию усиления железобетонных конструкций зданий и сооружений реконструированных предприятий. Надземные конструкции и сооружения/Харьковский Промстройниипроект, НИИЖБ.-М.: Стройиздат, 1992 г.- 191 с.

14. Усиление несущих железобетонных конструкций производственных зданий и просадочных оснований/А.Б. Голышев, П.И.Кривошеев, П.М.Козелецкий и др.-К.: Логос, 2004.-219 с.

REFERENCES

1. Bogutsky, Yu. G. Inspection and Reinforcement of the Slabs of the Roof of the Production Building of LLC “ROSSNAB” / Yu. G. Bogutsky // Construction and Technological Safety. – 2024. – No. 33(85). – Pp. 31–39. DOI: 10.29039/2413-1873-2024-33-31-39 EDN: AEYNJX.

2. Bogutskaya, A. Yu. Technology for strengthening six-meter reinforced concrete ribbed roof slabs with steel truss beams of an original design / A. Yu. Bogutskaya, V. A. Chaplygin, V. T. Shaleny // Construction and Technological Safety. – 2025. – No. 37(89). – Pp. 35–41. – EDN TPGJZY.

3. GOST 31937-2024. Buildings and structures. Rules for inspection and monitoring of technical condition/ JSC TsNIIPromzdaniy.- FGBU RST, 2024.

4. Federal Law No. 384-FZ dated December 30, 2009, "Technical Regulations on the Safety of Buildings and Structures" / Federal Law No. 384-FZ. Moscow: 2009.

5. Catalog of design solutions for strengthening and restoring the building structures of industrial buildings. TsNIIPromzdaniy Gosstroy USSR. Moscow, 1989.

6. Catalog of design solutions for strengthening and restoring the building structures of industrial buildings – Moscow: TsNIIPromzdaniy OJSC, 2009. – 258 p.

7. Конструктивные решения по усилению строительных конструкций промышленных зданий/ Стыценко Н.Г., Аблиязов Б.А., Марахтанов А.Н., Томилов В.М.-Волгоград: Волгоградский проектно-конструкторский технологический институт ремонтного производства, 1985 г. – 402 с.

8. Malyganov A.I., Plevkov V.S., Polishchuk A.I. Restoration and Strengthening of Building Structures in Emergency and Reconstructed Buildings: Atlas of Schemes and Drawings/Publishing Department with Operational Polygraphy of the Tomsk Intersectoral Central Scientific and Technical Information Center. – Tomsk: 1990. - 319 p.

9. Malganov A.I., Plevkov V.S. Restoration and Strengthening of Building and Structure Enclosing Structures: Textbook. –Tomsk: Printing Manufactory, 2002. - 391 p.

10. Matveyev E.P., Meshochek V.V. Technical Solutions for Reinforcement and Thermal Protection of Residential and Public Buildings. Moscow: Izdatcentr Staraya Basmannaya, 1998. 209 p.

11. Guidelines for the Inspection of Building Structures. JSC TsNIImzdaniy.- Moscow: 1997. – 166 p.

12. Design of Reinforced Concrete Structures for Industrial Buildings and Structures/ by A.B. Golyshev and I.N. Tkachenko. – K.: Logos, 2001. – 172 p.

13. Recommendations for the design of reinforcement of reinforced concrete structures in buildings and structures of reconstructed enterprises. Above-ground structures and structures / Kharkiv Promstroyniiproekt, NIIZhB. — Moscow: Stroyizdat, 1992. — 191 p.

14. Strengthening load-bearing reinforced concrete structures of industrial buildings and subsidence foundations / A. B. Golyyshev, P. I. Krivosheev, P. M. Kozeletsky et al. — Kyiv: Logos, 2004. — 219 p.

TECHNICAL SOLUTIONS FOR STRENGTHENING THE BUILDING STRUCTURES OF THE FORMING SHOP OF THE CONSTRUCTION INDUSTRY PLANT IN SEVASTOPOL

Bogutsky [1] Y.G., Rodin[2] S.V., Kalafatov[3] D.A.

V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Institute "Academy of Construction and Architecture"
181, Kievskaya str., Simferopol, Republic of Crimea, 295493
E-mail: [1]bogutskiyyg@mail.ru, [2]sv_rodin@mail.ru, [3]jafer90@mail.ru

Abstract. The article presents the results of a visual inspection of the building structures of the molding workshop at the construction industry plant in Sevastopol. During the long period of the building's operation without scheduled repairs, the roofing material reached a state of complete wear, and all the supporting building structures were exposed to precipitation.. As a result, corrosion cracks formed in the structures, causing the reinforcement to become exposed and the deflections to exceed the permissible values.

Subject: precast reinforced concrete building structures.

Materials and methods: The materials for this article were obtained during a visual inspection of the building structures of the molding workshop at the construction industry plant in Sevastopol. The general parameters of the building structures and visible defects were determined by visual inspection.

Results: According to the results of the study, data were obtained to assess the technical condition of precast reinforced concrete ribbed coating slabs. Lists of defects and damages have been compiled with a description of the set parameters and their values. Some plates are not able to perceive the actual values of the loads. Their condition is assessed as emergency, these plates require reinforcement.

Conclusions: In view of the current emergency situation and in order to prevent the development of subsequent deformations that lead to progressive destruction, reinforcement schemes for building structures were prepared. The reinforcement of building structures contributed to the further safe operation of the molding workshop at the construction industry plant in Sevastopol.

Key words: building structures, inspection, defects, reinforcement, technical condition.