

УДК 624.21.095

**ДЕФЕКТЫ И ПОВРЕЖДЕНИЯ ОПОР И РИГЕЛЯ  
ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО МОСТА: ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ,  
СПОСОБЫ УСТРАНЕНИЯ**

***Тарасеева Нелли Ивановна,***

*Пензенский государственный университет архитектуры и строительства,  
г. Пенза,*

*кандидат технических наук, доцент кафедры «Геотехника и дорожное  
строительство».*

***Грачёва Юлия Вячеславовна,***

*Пензенский государственный университет архитектуры и строительства,  
г. Пенза,*

*кандидат технических наук, доцент кафедры «Геотехника и дорожное  
строительство».*

***Крылов Александр Сергеевич,***

*Пензенский государственный университет архитектуры и строительства,  
г. Пенза,*

*Магистрант.*

**Аннотация**

Дефекты моста возникают как в процессе изготовления железобетонных конструкций, так и в течение всего срока эксплуатации транспортного сооружения. В статье представлен анализ результатов обследования опор и ригеля, установлены причины, приведшие к ухудшению состояния как отдельных конструкций, так и сооружения в целом. По материалам проведенного обследования разработаны рекомендации по обеспечению безопасной эксплуатации сооружения, в том числе: проведение ремонтных работ и усиление отдельных элементов.

**Ключевые слова:** методы обследования моста, железобетонные опоры, ригель, дефекты и повреждения.

# **DEFECTS AND DAMAGES OF THE SUPPORTS AND BARS OF THE REINFORCED CONCRETE BRIDGE: CAUSES OF OCCURRENCE, METHODS OF ELIMINATION**

*Taraseeva Nelli Ivanovna,*

*Penza State University of Architecture and Construction, Penza,*

*Candidate of Sciences, Associate Professor of the department “Geotechnics and road construction”.*

*Gracheva Yulia Vyacheslavovna,*

*Penza State University of Architecture and Construction, Penza,*

*Candidate of Sciences, Associate Professor of the department “Geotechnics and road construction”.*

*Krylov Alexander Sergeevich,*

*Penza State University of Architecture and Construction, Penza,*

*Undergraduate student.*

## **Abstract**

Bridge defects arise both during the manufacture of reinforced concrete structures and during the entire service life of a transport structure. The article presents an analysis of the results of the survey of supports and girders, the reasons that led to the deterioration of the state of both individual structures and the structure as a whole are established. Based on the materials of the survey, recommendations were developed to ensure the safe operation of the structure, including: carrying out repair work and strengthening individual elements.

**Keywords:** methods for examining the bridge, reinforced concrete supports, girder, defects and damage.

Как известно, мост является сложной технической системой целевого назначения, которая обеспечивает непрерывное и безопасное движение транспортных потоков с заданными на перспективу характеристиками транспортных средств и интенсивностью движения последних, а также с

учетом заданных на перспективу параметров функционирования пересекаемого препятствия.

Нормальное состояние мостовых сооружений (МС) фиксируется при соответствии основных параметров требованиям действующих норм. Аварийное, соответственно – при недостаточной расчетной грузоподъемности (ГП) или при наличии дефектов пролетных строений и опор, снижающих ГП ниже уровня силовых воздействий реально обращающихся на данном участке транспортных средств.

В конструкциях моста в процессе строительства и последующей эксплуатации появляются и накапливаются различные повреждения и дефекты, особенности и характеристики которых отличаются в зависимости от того, с каких позиций условий эксплуатации и восприятия нагрузки рассматривают данный вид транспортных сооружений:

1 вариант – мост как гидравлическое сооружение, обеспечивающее пропуск воды;

2 вариант – мост как транспортное сооружение, обеспечивающее проезд;

3 вариант – мост как силовая конструкция, воспринимающая нагрузки и передающая их на грунт.

Дефекты моста как силовой конструкции следующие:

- деформации статических схем мостов в процессе их эксплуатации,
- дефекты пролетных строений,
- дефекты опорных частей,
- дефекты опор,
- дефекты фундаментов и оснований [1].

Рассмотрим мостовой переход через реку Мокрая Мечетка в Волгоградской области, построенный в 1987 году. Капитальный ремонт выполнен в 2006 году.

**Цели и методы** обследования сооружения определены на основании СП 79.13330.2012 Мосты и трубы. Правила обследований и испытаний, а также СП 13-102-2003 Правила обследования несущих строительных конструкций

зданий и сооружений. В процессе использовались два основных способа определения физического износа конструктивных элементов мостового сооружения: визуальный и инструментальный.

Основной целью обследования моста являлись:

- фиксация износа и дефектов конструктивных элементов сооружения, в т.ч. инструментальное обследование;
- установление причин, приведших к ухудшению состояния как отдельных конструкций, так и сооружения в целом;
- разработка мероприятий по восстановлению и улучшению эксплуатационных качеств моста как силовой конструкции.

Оценка состояния сооружения производилась путем всестороннего анализа данных, полученных при визуально-инструментальном обследовании. Обнаруженные при этом дефекты и повреждения конструкций оценивались с точки зрения их влияния на пространственную жесткость и устойчивость, а также долговечность эксплуатируемого сооружения. По материалам проведенного обследования разработаны рекомендации по обеспечению безопасной эксплуатации сооружения, в том числе: проведение ремонтных работ и усиление отдельных элементов.

### ***Результаты обследования***

Промежуточные опоры моста имеют трещины в оболочках шириной раскрытия 1,5-2 мм и более (рис. 1, 2). Количество опор имеющих дефекты – 12. В железобетонных опорах разрушения могут возникать от воздействия ледовых линз, образующихся между стенкой оболочки и бетоном заполнения.



Рисунок 1 – Опоры-оболочки (трещины)

Повреждения бетона (трещины и сколы) в уровне воды представляют опасность для несущей конструкции, поскольку на этом участке происходит более активное увлажнение наружных слоёв, что приводит к нарушению целостности опор. Сезонное попеременное замораживание и оттаивание приводит к разрушению, в том числе, и внутренней полости бетона. Увеличение размеров трещин не только в защитном слое, но и в основном теле опоры способствует развитию коррозии рабочей арматуры, что ухудшает работу моста как силовой конструкции, которая посредством опор передаёт нагрузку на фундамент и грунт основания [2].



Рисунок 2 – Виды и размеры трещин в опорах моста

Другая причина возникновения мелких трещин – это технологические особенности изготовления столбчатых железобетонных опор: после заполнения оболочки раствором возникают трещины (их можно назвать нитевидными) вследствие усадки бетона. Опасность для основной конструкции в том, что мостовое сооружение над рекой в большей степени подвержено отрицательному воздействию влаги, чем над сухопутным препятствием (оврагом, например). В мелкие трещины вода попадает следующими путями:

- за счет капиллярного подсоса из существующего водотока или влажного грунта пойменной территории;
- за счет фильтрации через бетон при уровне высоких вод в весенний период;
- а также при наличии протечек с проезжей части.

В районах с суровым климатом объем воды, проникающей в оболочку в весенний период, превышает объем испарения в течение короткого лета. Через 5÷7 лет после начала эксплуатации образующиеся зимой ледовые линзы начинают распиравать стенки оболочек. Это сопровождается образованием вертикальных трещин, ширина раскрытия которых достигает двух-трех сантиметров, а также появлением бочкообразных деформаций оболочек за счет морозного пучения, что и приводит, в конечном итоге, практически к полному разрушению стоек опор, потери устойчивости и несущей способности. Зона разрушений близка к источнику увлажнений и располагается, как правило, в уровне переменного горизонта. Подобные разрушения весьма опасны с позиций обеспечения грузоподъемности, поскольку превращают цилиндрическую оболочку в отдельные фрагменты с низкой несущей способностью по устойчивости.

С таким повреждением можно бороться следующими способами. Продольные трещины в сжатой зоне железобетонного ригеля (поперечной балки), очевидно, появились в уже в процессе эксплуатации (рис. 3).



Рисунок 3 - Продольные трещины в сжатой зоне железобетонного ригеля

Как правило, в верхней части находится монтажная арматура, при достаточной толщине защитного слоя бетона коррозия не представляет опасности для несущей способности конструкции. Устранять подобные дефекты возможно при помощи специальных бетонных смесей [3, 4] или холстов углепластика. Другая причина появления трещин – это раздавливание сжатой зоны бетона вследствие перегрузки полетного строения и увеличение нагрузки, соответственно, на ригель и опору.

### ***Рекомендации по ремонту и усилению с использованием современных материалов***

При ремонте опор моста с целью устранения небольших трещин, сколов и пустот ригель-балок рекомендованы следующие виды работ: инъектирование и устройство дополнительной гидроизоляции совместно с усилением. Для этого по периметру опор возможно устройство шпунтового ограждения, из внутреннего пространства которого выполняется откачка воды, осушение дефектных поверхностей. Метод инъектирования заключается в заполнении поврежденных участков бетонной конструкции путём нагнетания ремонтных материалов с помощью инъекционных насосов.

Инъекционный метод позволяет произвести структурное склеивание трещины на всю её глубину, гарантируя тем самым полное восстановление целостности элемента моста. При выявлении значительных пустот в теле

конструкции или в грунте, метод инъектирования позволяет произвести их заполнение без разрушения основания.

После проведения технологической операции по инъектированию трещин в данных конструкциях необходимо выполнить работы по устройству гидроизоляции и усилению. На данном этапе положительный эффект даст применение холстов углепластика MBrace FIB CF 340/4600.

Усиление сжатых и внецентренно сжатых конструкций (опор, ригелей) осуществляется путем устройства вокруг сечения элементов бандажей по всей высоте с направлением волокон перпендикулярно продольной оси усиливаемой конструкции. Усиление изгибаемых балочных конструкций осуществляется наклейкой ФАП на нижнюю поверхность ребра с направлением волокон вдоль оси конструктивного элемента и вертикальных, либо наклонных хомутов в приопорной зоне ригеля с направлением волокон перпендикулярно продольной оси.

### ***Выводы***

Периодические обследования конструктивных элементов транспортного сооружения дают возможность выявить дефекты на начальной стадии их возникновения, а современное состояние науки и техники позволяет выполнять мелкие ремонтные работы для поддержания нормального состояния пролетных строений и опор, без снижения грузоподъемности моста ниже уровня силовых и динамических воздействий перемещающихся транспортных средств. Согласно [5]: «...пока конструкции не начали разрушаться, необходимо своевременно защищать их от повреждений».

### **Библиографический список:**

1. Овчинников И.Г., Козлов И.Г., Кононович В.И., Фаизов Т.С. Диагностика транспортных сооружений. Саратов: СГТУ, 1999. 184 с.
2. Аварии мостовых сооружений и их причины [Электронный ресурс] / С. А. Дергунов, А. Б. Сатюков, А. Ю. Спирина, С. В. Сериков // Вестник КГУСТА. 2019. № 2 (64). С. 289-294.

3. Тарасеева Н.И., Калашникова И. В., Прохиро С.А. Анализ результатов обследования моста в Пензенской области. Разработка рекомендаций по улучшению состояния конструктивных элементов. [Электронный ресурс] // Моделирование и механика конструкций. 2019. № 10. Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. URL: <http://mechanicspguas.ru/Plone/nomera-zhurnala/no-10-nov-2019/stroitelnye-konstrukcii-zdaniya-i-sooruzheniya/3.13/view>

4. Полимерраствор для получения антикоррозионного покрытия строительных конструкций, работающих в агрессивных средах: патент на изобретение RU 2630492 С: МПК С04В 41/48, С04В 26/14, С04В 111/20 / Ерофеев В.Т., Лазарев А.В., Богатов А.Д., Казначеев С.В., Родин А.И., Смирнов И.В., Худяков В.А., Воронов П.В., Гаврилов М.А., Сальникова А.И.: правообл. ФГБОУ ВО Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва. № 2016100563, заяв. 11.01.2016, опубл. 11.09.2017. Бюл. № 26. 5 с.

5. Инструкция по проведению осмотров мостов и труб (ВСН 4-81) / Минавтодор РСФСР. М.: Транспорт, 1981. 32 с.