

УДК 69.001.5

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО  
СОДЕРЖАНИЯ МОСТОВ С УЧЕТОМ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ  
ПРОЦЕССОВ В БЕТОНЕ И АРМАТУРЕ**

***Тарасеева Нелли Ивановна,***

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

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

***Шумкина Анна Александровна,***

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

*кандидат технических наук, доцент кафедры «Физика и химия».*

***Кондратьев Кирилл Андреевич,***

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

*студент.*

**Аннотация**

В статье представлен всесторонний анализ текущего состояния железобетонных конструкций моста, расположенного в Пензенской области, с разных точек зрения в зависимости от условий эксплуатации, с учетом процессов карбонизации бетона, причин трещинообразования и коррозии арматуры, а также восприятия нагрузки. Предложены рекомендации по обеспечению соответствующих требований при эксплуатационном содержании транспортного сооружения.

**Ключевые слова:** нагрузки на мостовые сооружения, дефекты и повреждения мостового сооружения, арматура, бетон, карбонизация.

# INCREASING THE EFFICIENCY OF THE OPERATING CONTENT OF BRIDGES WITH THE ACCOUNT OF PHYSICO-CHEMICAL PROCESSES IN CONCRETE AND ARMATURE

***Taraseeva Nelli Ivanovna,***

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

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

***Shumkina Anna Alexandrovna,***

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

*Candidate of Sciences, Associate Professor of the department “Physics and chemistry”.*

***Kondratiev Kirill Andreevich,***

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

*student*

## **Abstract**

The article presents a comprehensive analysis of the current state of reinforced concrete bridge structures located in the Penza region from different points of view depending on the operating conditions, taking into account the processes of carbonization of concrete, the causes of cracking and corrosion of the reinforcement, and also the perception of the load. Recommendations are proposed to ensure appropriate requirements for the maintenance of the transport structure.

**Keywords:** loads on bridge structures, defects and damages of a bridge structure, reinforcement, concrete, carbonization

Для повышения эффективности эксплуатационного содержания мостов большое значение имеет своевременная, правильная и четкая оценка их состояния, которую можно получить во время периодических осмотров [1]. Для полной оценки необходимо прежде всего установить условия, определяющие

соответствие состояния моста эксплуатационным требованиям на момент обследования и с учетом перспективы развития движения.

Основной принцип содержания искусственных сооружений заключается в своевременном обнаружении дефектов, для этого кроме периодических осуществляют специальные осмотры, необходимость в которых возникает после того, как сооружение подверглось особым нагрузкам, например, сверхнормативная нагрузка, паводок, землетрясение, авария [1, 2, 3, 4].

Транспортные сооружения, в частности, мосты можно оценивать с разных точек зрения в зависимости от условий эксплуатации и восприятия нагрузки с соответствующими данному типу деформациями, как отдельных конструктивных элементов, так и сооружения в целом.

1. Мост, выполняющий функции гидравлического сооружения, обеспечивает пропуск воды. К нарушению условий работы приводит общее углубление русел малых рек, местные размывы, недостаточное отверстие моста, размывы, иногда прорывы подходов насыпей.

2. Мост в качестве транспортного средства обеспечивает проезд. В этом случае в результате обследования эксплуатационного состояния выявляются дефекты проезжей части, снижение грузоподъемности моста, снижение скорости движения, нарушение гидроизоляции, нарушение работы деформационных швов, дефекты сопряжения моста с насыпью подходов автомобильной дороги.

3. При рассмотрении моста как силовой конструкции, которая воспринимает нагрузки и передает их на грунт, обнаруживают в процессе эксплуатации деформации статических схем мостов, дефекты пролетных строений, дефекты фундаментов и оснований.

Было выполнено обследование моста через реку Кевда на участке автомобильной дороги г. Каменка – р.п. Пачелма Каменского района Пензенской области. Мост построен 1977 году (согласно паспорту на мост, выполненному ООО «ДорТехПроект» в 2011 г.) и эксплуатируется на протяжении 40 лет.

Диагностика состояния сооружения показала, что при эксплуатации железобетонных пролетных строений возникли неисправности в виде трещин, отколов защитного слоя, раковин в бетоне, обнажения и ржавления арматуры, выщелачивания раствора, плохого состояния гидроизоляции и водоотводных приспособлений, неплотного опирания балок на опоры (рисунках 1, 2, 3).



Рисунок 1 – Нарушение гидроизоляции. Выщелачивание бетона с образованием сталактитов



Рисунок 2 – Откол защитного слоя бетона

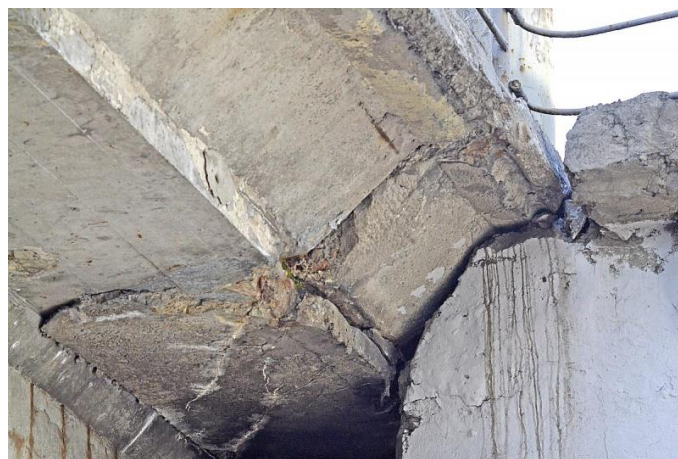


Рисунок 3 – Отслаивание бетона балки пролетного строения на участке сопряжения

Функциональное диагностирование объекта позволило выявить предполагаемые причины появления трещин (рисунок 4) в пролетном строении:

- 1) возникли при изготовлении конструкции, т.е. влияние технологических факторов;
- 2) в результате температурно-усадочных деформаций;
- 3) от внешних (силовых) нагрузок, т.е. в результате повышения интенсивности движения, в том числе превышения допустимой динамической нагрузки.



Рисунок 4 – Результаты визуальной оценки состояния: трещины в железобетонных балках пролетного строения.

Трещины в железобетонных мостах толщиной меньше 0,15-0,2 мм не вызывают опасности развития коррозии арматуры.

При обследовании были использованы методы визуальной оценки состояния некоторых элементов искусственного сооружения, а также неразрушающие методы контроля [1, 4, 5]. Этими методами определяют прочность бетона, глубину карбонизации бетона, его структуру, толщину защитного слоя, наличие скрытых раковин или пустот.

Карбонизация – это изменения, которые возникают в бетоне на портландцементе при действии на него  $CO_2$  воздуха [5]. Агрессивное воздействие двуокиси углерода  $CO_2$  в зависимости от условий окружающей среды может проявляться двояко. В конструкциях, подвергающихся атмосферному влиянию, углекислота вызывает формирование карбоната кальция вследствие проникновения в бетон двуокиси углерода. Этот процесс заключается в трансформации извести с образованием карбоната кальция. Процесс протекает в присутствии воды и двуокиси углерода. Его концентрация зависит от окружающих сооружение условий (например, от уровня промышленного загрязнения в районе). В качественном бетоне уровень  $pH$  превышает 13, в этих условиях на стержнях арматуры возникает пассивирующая пленка оксида железа, изолирующая их от кислорода и влаги. Если в сооружении под действием углекислоты наблюдается образование карбонатов, уровень  $pH$  в бетоне снижается до 9, т. е. щелочность среды, окружающей стержни арматуры понижается. Когда уровень  $pH$  менее 11, пассивирующая пленка нейтрализуется, и стальная арматура подвергается агрессивному воздействию находящихся в атмосфере кислорода и влаги (рисунки 2, 4).

В подобных условиях начинается коррозия арматурных стержней, а объем новообразований может возрасть до 6 раз [5]. Бетон, окружающий арматурные стержни, отслаивается и может полностью отвалиться (рисунок 3). Как только начинается разрушение бетона, разрушение арматурных стержней

интенсифицируется, поскольку появляются новые пути доступа для кислорода и влаги. Углекислота проникает внутрь бетона, причем скорость ее проникновения в значительной степени зависит от влажности: она особенно велика, когда двуокись углерода находится в газообразном состоянии, т.е. в порах, заполненных воздухом.

При эксплуатации искусственных сооружений необходимо помнить, что ремонт должен производиться своевременно до тех пор, пока дефект не привел к последствиям, которые будет трудно устранить. Устранение последствий негативных изменений объекта возможно при выполнении ремонтных работ, реконструкции или замене отдельных конструктивных элементов транспортного сооружения. Мероприятия по летнему и особенно зимнему содержанию основных конструктивных элементов позволят продлить срок службы транспортных сооружений и сэкономить значительные средства на их ремонт.

Практика показала, что при эксплуатации мостов затраты на постоянное содержание их в хорошем состоянии оказались меньше, чем затраты на единовременные ремонтные работы при отсутствии мероприятий по содержанию.

Выполненный анализ физико-химических процессов, происходящих в бетоне и арматуре конструкций моста, показал, что несоответствие проектной нагрузке не всегда является поводом для закрытия движения, так как она не достаточно точно отражает реальное нагружение пролетного строения, а нормы учитывают только упругую работу материала [1, 2, 4]. Однако, в отличие от реакции между щелочью цемента и заполнителем, которая не может значительно отразиться на прочности, проблема местной коррозии арматуры в мостах с натяжением последней после бетонирования может иметь тяжелые последствия.

При большом раскрытии трещин на участках опирания балок пролетного строения (рисунки 3, 4), а также в середине пролета, где оказывает наибольшее влияние действие момента, должны быть приняты меры для предохранения от

попадания влаги в трещины. Для этой цели можно можно применять полимерные клеи; места с обнаруженными отколами защитного слоя, раковинами в бетоне, с обнажением и ржавлением арматуры, выявленной в эксплуатации, было рекомендовано исправлять путем заделки цементными или полимерными составами.

### **Библиографический список:**

1. СНиП 3.06.07-86 Мосты и трубы. Правила обследований и испытаний.
2. Тарасеева Н.И., Кузнецов А.А., Калашников А.В. Применение современных конструктивных решений проектирования при ремонте мостовых сооружений [Электронный ресурс] // Моделирование и механика конструкций. 2016. №3. Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. URL: [http://mechanicspguas.ru/Plone/nomera-zhurnala/no3/stroitelnye-konstrukcii-zdaniya-i-sooruzheniya/3.17/at\\_download/file](http://mechanicspguas.ru/Plone/nomera-zhurnala/no3/stroitelnye-konstrukcii-zdaniya-i-sooruzheniya/3.17/at_download/file)
3. Стрельников С.А., Андрианов К.А. Применение монолитного бетона, армированного композитной арматурой, для укрепления конусов инженерных сооружений в транспортном строительстве // Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство и транспорт: Материалы 3-й международной научно-практической конференции Института архитектуры, строительства и транспорта / ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет». Тамбов: Изд-во Прешина Р.В., 2016. С. 199-203.
4. Шеин А.И., Зернов В.В., Зайцев М.Б. Некоторые причины отказа строительных конструкций // Интернет-журнал «Науковедение». 2016. Т.8. № 6. С. 88
5. Вернигорова В.Н., Королев Е.В., Еремкин А.И., Соколова Ю.А. Коррозия строительных материалов: Монография. М.: Палеотип, 2007.