

УДК 33

DOI: 10.34670/AR.2022.18.13.002

Комплексные меры по защите конструкций мостовых сооружений от воздействия воды

Преснов Олег Михайлович

Кандидат технических наук, доцент,
Сибирский федеральный университет,
660041, Российская Федерация, Красноярск, просп. Свободный, 79;
e-mail: presn955@mail.ru

Новиков Николай Евгеньевич

Студент,
кафедры строительных конструкций и управляемых систем,
Сибирский федеральный университет,
660041, Российская Федерация, Красноярск, просп. Свободный, 79;
e-mail: novikovnba@icloud.com

Надеев Кирилл Евгеньевич

Студент,
кафедры строительных конструкций и управляемых систем,
Сибирский федеральный университет,
660041, Российская Федерация, Красноярск, просп. Свободный, 79;
e-mail: nadeev.kir@mail.ru

Сикушенко Юлия Ивановна

Студент,
кафедры строительных конструкций и управляемых систем,
Сибирский федеральный университет,
660041, Российская Федерация, Красноярск, просп. Свободный, 79;
e-mail: sikyshenko1701@icloud.com

Аннотация

В данной статье представлены меры по защите конструкций мостовых сооружений от воздействия воды, а именно: Использование пористой асфальтовой смеси, применение дренажных системы, нанесение эпоксидного покрытия на арматуру и своевременное устранение трещин и выбоин. Рассмотрение мер по защите конструкций мостовых сооружений от воздействия воды производится с теоретической точки зрения, исключающих метод проб и ошибок. В статье рассмотрены основные виды воздействий воды на мосты, выявлены основные проблемы и причины разрушений, а также методы их предотвращения. Основным выводом можно обозначить что комплексными мерами по защите конструкций мостовых сооружений от воздействия воды могут быть качественное

проектирование, с учетом всех особенностей местности и соблюдением норм, применение современных решений и технологий, регулярный контроль возведения мостов, а также их эксплуатации.

Для цитирования в научных исследованиях

Преснов О.М., Новиков Н.Е., Надеев К.Е., Сикущенко Ю.И. Комплексные меры по защите конструкций мостовых сооружений от воздействия воды // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2022. Том 12. № 10А. С. 709-716. DOI: 10.34670/AR.2022.18.13.002

Ключевые слова

Дренажный канал, абатмент, пескоструйная обработка, эпоксидное покрытие, пористая асфальтовая смесь.

Введение

Анализ мирового опыта строительства и эксплуатации большепролетных мостов позволяет утверждать, что причины разрушения конструкций зачастую комплексны: включают несколько факторов влекущих катастрофу. Некорректно произведенные расчеты, необоснованная экономия материала на стадии строительства, отклонение от технологии производства работ, нарушение эксплуатационных предписаний, в совокупности с неблагоприятным природным воздействием, либо приложением избыточной нагрузки, в виде увеличения потока машин, к примеру, приводят к обрушению.

Целью данной работы является анализ и применение комплексных мер по защите конструкций мостовых сооружений от воздействия воды.

Учет таких факторов, как уклон русла, скорость потока, поперечное сечение русла, неровность русла, характер стока, пиковые уровни воды, количество стока, образование льда и т. д., требуется для комплексного гидравлического и гидрологического проектирования. Физико-географические и геотехнические соображения, такие как морфология русла, геологическая история, грунтовые и граничные материалы, седиментация и эрозия, являются другими моментами, которые необходимо учитывать.

Основное содержание

В РФ порядка 95% [Овчинников, Ликверман, Распоров, 2014] мостовых сооружений выполнены из железобетона и стали. Законченный мост должен безопасно выдерживать разумно предсказуемые уровни потока и нарастания льда, а также силы движущейся воды и льда, воздействующие на конструкцию, не оказывая какого-либо неблагоприятного воздействия на окружающую среду на переходе или в районах выше или ниже по течению.

Неправильное или неадекватное проектирование и строительство мостов вызвало серьезные проблемы. Эрозионное воздействие проточной воды, высокие скорости сброса и движение льда могут оказывать негативное влияние на мосты и вызывать экологический ущерб, наводнения, большие материальные затраты и даже гибель людей. Обычно первое, что выходит из строя в плохой конструкции моста, это сам мост [Леонович, 2013].

В Корее преждевременное разрушение и значительное повреждение настила моста из-за просачивающейся воды было значительно снижено за счет внедрения гидроизоляционных

слоев в систему дорожного покрытия с начала 1980-х годов. Тем не менее, проблемы все еще остаются, поскольку вода, проникающая в дорожное покрытие, не стекает быстро, а остается в конструкции в течение длительного времени из-за недостаточной и неэффективной дренажной системы, которая использовалась до сих пор. Следовательно, структурная целостность дорожного покрытия часто ухудшалась из-за расслоения и потери прочности материалов, что впоследствии приводило к частым выбоинам. Выбоины представляют собой серьезную проблему, поскольку они обычно повторяются даже после ремонта.

Второй проблемой является дождевая вода, которая размывает дорожное полотно, тем самым повреждая основные магистрали и бетонные мостовые сооружения.

И глобальной проблемой является коррозия, так как она влияет на структурную целостность мостов пятью критическими способами:

1. Снижает прочность отдельных элементов конструкции

Коррозия снижает эффективное поперечное сечение критических структурных компонентов, что заставляет их вести себя неожиданным и непреднамеренным образом при нагрузке. Это снижает осевую прочность и прочность на изгиб, что может привести к частичному или полному выходу из строя отдельных элементов, потенциально ослабляя общую конструкцию.

2. Пониженная способность к сдвигу

Как упоминалось ранее, коррозия может уменьшить эффективную площадь поперечного сечения основных компонентов моста, включая балки и колонны. Это часто снижает сдвиговую способность отдельных секций и возможность взаимодействия с секциями, соединенными с ними. Это приводит к трению, вибрации и сотрясениям, которые вся конструкция может не выдержать с течением времени.

3. Повышенная утомляемость

Коррозия также может влиять на усталостную прочность стальных компонентов и соединений. Известно, что она ускоряет растрескивание, которое часто концентрируется в определенных областях. Это может привести к поломке и выходу из строя металлических элементов.

4. Снижение прочности связи

Емкость элементов, построенных из композитных материалов, зависит от того, как взаимодействуют бетон и арматура. Сталь расширяется при коррозии, что снижает связь с бетоном, который она укрепляет и поддерживает. Это часто ослабляет компоненты конструкции, что может привести к отказу. Трудно идентифицировать этот тип повреждения.

5. Уменьшенная пластичность

Коррозия снижает способность металлических секций мостов изгибаться и скручиваться. Поддержание этой целостности имеет решающее значение, особенно в районах, подверженных землетрясениям, меняющимся транспортным нагрузкам или экстремальным погодным условиям, особенно ветру. Некоторые из величайших обрушений мостов в истории были вызваны структурными элементами, которые не могли сгибаться, как это было спроектировано, в таких условиях. Это заставляет нагрузки смещаться так, как конструкция не может их выдержать.

Основные комплексные меры по предотвращению:

1. Паводок и течение

– Расположение абатмента

Устои должны быть отодвинуты от нормально смоченного периметра водотока, чтобы

избежать сужения русла и уменьшения проходного сечения. По той же причине в конструкции моста должно использоваться как можно меньше опор в потоке, а ширина опор, перпендикулярных направлению потока, не должна превышать необходимую для безопасной и адекватной несущей конструкции.

– Глубина фундамента

Все фундаменты для устоев и опор должны быть хорошо заглублены в основание, чтобы обеспечить прочную основу для конструкций. Фундаменты также должны простирались ниже предполагаемого минимального уровня размыва.

– Гидравлическая конструкция

Устои и опоры должны быть спроектированы и изготовлены таким образом, чтобы обеспечить наименьшее гидравлическое сопротивление. Устои должны быть построены с коническими боковыми стенками вверх и вниз по течению от моста и предпочтительно должны быть наклонены в насыпь под углом $1/16$ к вертикальной оси для повышения устойчивости конструкции. Столбы должны иметь концы, суженные вверх и вниз по течению в направлении основного потока.

– Защита от эрозии

Там, где может произойти размыв вокруг устоев или свай, должна быть обеспечена защита от эрозии. Для этой цели может быть установлен защитный фартук из каменной стены, или другого подходящего материала, предпочтительно на глубине ниже ожидаемого общего уровня размыва. Простое нагромождение камней вокруг абатментов часто неудовлетворительно, потому что этот тип защиты требует постоянной замены.

Важно сравнить полученные характеристики нормативного водного потока с уровнем воды, при котором произошло разрушение сооружения [Гулуев, Макаров, Журавлев, 2019].

Патенты Ru 2642685 C1 и Ru 201006 U1 являются также одними из вариантов решения. В первом предлагается использовать при защите мостовой опоры от местного размыва по всему периметру основания тела опоры путем перенаправления водного потока [Преснов. Толочко, 2016], а во втором применяется защитное покрытие фундамента, которое содержит наклеенный на защищаемую поверхность водонепроницаемый материал, состыкованный с помощью герметичных швов. В составе защитного покрытия использован водонепроницаемый тентовый материал полной заводской готовности с внутренним слоем утеплителя. Покрытие также содержит дополнительный наружный защитный слой в виде пластмассовой сетки, покрывающей и охватывающей водонепроницаемый тентовый материал по контуру защищаемых поверхностей. [Преснов, Черкашина, 2020]

2. Водоотвод

Опыт показал, что износ настила моста можно предотвратить с помощью соответствующих методов мощения, чтобы защитить настил моста от повреждений, связанных с водой, а срок его службы можно увеличить до более чем 15 лет. Следовательно, существует острая необходимость в разработке более совершенных систем мощения настила моста, которые могут быстро отводить воду и устранять выбоины, чтобы можно было сэкономить на затратах на техническое обслуживание и ремонт при одновременном повышении срока службы покрытия настила моста.

В настоящее время в покрытиях настила мостов в РФ используются дренажные каналы, проложенные под слоями асфальта, для отвода воды, проникшей в систему покрытия. Использование дренажных каналов под слоями асфальта было не совсем удовлетворительным, с серьезным количеством работ по техническому обслуживанию каждого длиннопролетного

моста. Подобное исследование проводилось в Корее [Jongmin, Hyung, Yong, Hyung, 2017] Исследование говорит о том, что выбоины являются наиболее частой формой бедствия, что ясно указывает на то, что используемый в настоящее время метод осушения дорожных покрытий настила мостов несколько не подходит для смягчения повреждений, вызванных влажностью.

Текущий метод дренажа использует дренажный канал, установленный на краю тротуара может быть проблематичным, так как просачивающаяся вода, находящаяся вокруг центра дорожного покрытия, где она, скорее всего, подвергается большим транспортным нагрузкам, не будет эффективно транспортироваться и дренироваться через дренажный канал, а, скорее всего, останется в системе дорожного покрытия, которая приведет к преждевременным выбоинам и трещинам из-за значительного повреждения влагой. Чтобы преодолеть вышеупомянутые проблемы, наблюдаемые в существующей дренажной системе необходимо:

- Использовать пористую асфальтовую смесь для формирования дренажного слоя. Дренажный слой из пористой асфальтобетонной смеси укладывают между гидроизоляционным слоем и верхним слоем, чтобы вода, проникшая в конструкцию дорожной одежды, могла быстро отводиться, не оказывая существенного воздействия на настил моста.
- Применение дренажных системы в виде воронок и соответствующих трубопроводов, которые либо подключаются непосредственно к водосточным трубам. Рекомендуется использовать материал для водоотводных систем мостового полотна – полиамид ITAMID Ω 35, армированный 35% стекловолокна. Этот материал был испытан при температуре 230°C, что обеспечивает идеальные условия для дальнейших работ по строительству моста. [Vlčka, Končický, 2012]

3. Коррозия

Поскольку хлорид является основным загрязнителем поверхности и обычно является наиболее коррозионным агентом для стали, инспекторы могут проверить его на наличие перед покраской стальных поверхностей. Высокие концентрации хлорида могут привести к преждевременному разрушению покрытия, например, к ржавчине и расслаиванию — процессу, при котором покрытие начинает отделяться от стали. В конечном итоге ржавчина и отслоение покрытия могут разрушить структурную целостность металла. Хлорид представляет особую опасность для конструкций, которые засолены во время операций по борьбе с обледенением или расположены в морской среде, где концентрация хлоридных солей может быть высокой в морской воде и брызгах.

После пескоструйной обработки стальной поверхности или очистки ее водой под высоким давлением и перед нанесением покрытия инспектор должен оценить или проверить стальную поверхность на наличие хлоридов. Если визуальный осмотр или испытания показывают высокие концентрации хлоридов, металл необходимо снова очистить и провести повторные испытания.

В соответствии с нормативными документами для предотвращения от коррозии предусматриваются мероприятия первичной и вторичной защиты.

Если стальная поверхность моста не будет должным образом очищена перед покраской, защитное покрытие может преждевременно выйти из строя. Затем сталь будет подвергаться коррозии, такой как ржавчина, показанная на нижней стороне этого моста. Если мост не реабилитировать, коррозия в конечном итоге поставит под угрозу его структурную целостность.

Основные комплексные решения:

1. Регулярный осмотр мостов на наличие первых признаков коррозионного повреждения.

2. Нанесение эпоксидного покрытия на арматуру, встроенную в бетонные балки и столбы. [Аксютин, 2006]
3. Нанесение герметизирующей мембраны между декой и верхней поверхностью привода.
4. Установка систем обогрева позволяет защитить мосты ото льда и снега без использования разрушающих химикатов.
5. Своевременное устранение трещин и выбоин.

Заключение

В статье рассмотрены основные виды воздействий воды на мосты, выявлены основные проблемы и причины разрушений, а также методы их предотвращения.

Основным выводом можно обозначить что комплексными мерами по защите конструкций мостовых сооружений от воздействия воды могут быть:

- Качественное проектирование, с учетом всех особенностей местности и соблюдением норм;
- Применение современных решений и технологий;
- Регулярный контроль возведения мостов, а также их эксплуатации.

Библиография

1. Леонович И.И. Дорожная климатология в вопросах и ответах / И. И. Леонович. 1-е изд. Минск: Белорусский национальный технический университет, 2013. 263 с.
2. Jongmin Kim, Hyung Jong Lee, Yong Rak Kim, Hyung Bae Kim Дренажная система для снижения повреждения влагой покрытий настила мостов University of Nebraska - Lincoln 2019, 27 с.
3. P. Vlčeka J. Končický Уменьшение воздействия воды на настил мостовой конструкции за счет установки полного дренажа. Словакия 2012 г, 15 с.
4. Г.Г. Гулуев, А.В. Макаров, А.В. Журавлев. Разрушение мостов как следствие паводкового бедствия. Волгоградский государственный технический университет/Инженерный вестник Дона, №1 (2019)
5. Преснов О.М. Толочко О.Р. Патент Ru 201006 U1 Струенаправляющее устройство для защиты мотово опоры от местного размыва.. 2016 г.
6. Преснов О.М., Черкашина Д.И. Патент Ru 2642685 C1. Защитное покрытие фундамента. Авторы:. 2020 г.
7. Защита от коррозии металлических и железобетонных мостовых конструкций методом окрашивания / И.Г. Овчинников, А.И. Ликверман, О.Н. Распоров и др. Саратов: Изд-во «Кубик», 2014. 504 с.
8. Аксютин С.А. Опыт применения лакокрасочных материалов / С.А. Аксютин, В.И. Копырин // Транспортное строительство, 2006. № 2. С. 18-20.
9. Макаров В.Н. Антикоррозионная защита мостовых сооружений / В.Н. Макаров, С.В. Овсянников, И.Г. Овчинников. Саратов: Издат. Центр «Наука», 2007. 192 с.
10. Ликверман А.И. Эффективная система защиты металлических мостов от коррозии / А.И. Ликверман, Ф.Б. Глазман, К.О. Распоров // Транспортное строительство, 2001. №8. С. 2-5.

Comprehensive measures to protect bridge structures from water exposure

Oleg M. Presnov

PhD in Technical Sciences,
Associate Professor,
Siberian Federal University,
660041, 79, Svobodny ave., Krasnoyarsk, Russian Federation;
e-mail: presn955@mail.ru

Nikolai E. Novikov

Student of the Department of Building Structures and Controlled Systems,
Siberian Federal University,
660041, 79, Svobodny ave., Krasnoyarsk, Russian Federation;
e-mail: novikovnba@icloud.com

Kirill E. Nadeev

Student of the Department of Building Structures and Controlled Systems,
Siberian Federal University,
660041, 79, Svobodny ave., Krasnoyarsk, Russian Federation;
e-mail: nadeev.kir@mail.ru

Yuliya I. Sikushenko

Student of the Department of Building Structures and Controlled Systems,
Siberian Federal University,
660041, 79, Svobodny ave., Krasnoyarsk, Russian Federation;
e-mail: sikyshenko1701@icloud.com

Abstract

This article presents measures to protect bridge structures from the effects of water, namely: the use of a porous asphalt mixture, the use of drainage systems, the application of epoxy coating on fittings and timely removal of cracks and potholes. Consideration of measures to protect bridge structures from the effects of water is carried out from a theoretical point of view, excluding the trial and error method. The article considers the main types of water impacts on bridges, identifies the main problems and causes of destruction, as well as methods of their prevention. The main conclusion can be indicated that comprehensive measures to protect the structures of bridge structures from the effects of water can be high-quality design, taking into account all the features of the terrain and compliance with standards, the use of modern solutions and technologies, regular monitoring of the construction of bridges, as well as their operation.

For citation

Presnov O.M., Novikov N.E., Nadeev K.E., Sikushenko Yu.I. (2022) Kompleksnye mery po zashchite konstruktssii mostovykh sooruzhenii ot vozdeistviya vody [Comprehensive measures to protect bridge structures from water exposure]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: Yesterday, Today and Tomorrow], 12 (10A), pp. 709-716. DOI: 10.34670/AR.2022.18.13.002

Keywords

Drainage channel, abutment, sandblasting, epoxy coating, porous asphalt mix.

References

1. Leonovich I.I. Road climatology in questions and answers / I. I. Leonovich. 1st ed. Minsk: Belarusian National Technical University, 2013. 263 p.
2. Jongmin Kim, Hyung Jong Lee, Yong Rak Kim, Hyung Bae Kim Drainage system to reduce moisture damage to bridge deck coatings University of Nebraska - Lincoln 2019, 27s.

3. P. Vlčeka * and J. Končícký Reducing the impact of water on the deck of the bridge structure by installing full drainage. Slovakia 2012, 15 p.
4. G.G. Guluev, A.V. Makarov, A.V. Zhuravlev. Destruction of bridges as a result of flood disaster. Volgograd State Technical University / Engineering bulletin of the Don, No. 1 (2019).
5. Patent Ru 201006 U1 Jet guide to protect the motor support from local erosion. Authors Presnov Oleg Mikhailovich, Tolochko Olga Romanovna. 2016.
6. Patent Ru 2642685 C1. Foundation protective cover. Authors: Presnov Oleg Mikhailovich, Cherkashina Dina Igorevna. 2020.
7. Protection against corrosion of metal and reinforced concrete bridge structures by staining / I.G. Ovchinnikov, A.I. Likverman, O.N. Rasporov and others. Saratov: Publishing House "Kubik", 2014. 504 p.
8. Aksyutin S.A. Experience in the use of paints and varnishes / S.A. Aksyutin, V.I. Kopyrin // Transport construction, 2006. №2. P. 18-20.
9. Makarov V.N. Anticorrosive protection of bridge structures / V.N. Makarov, S.V. Ovsyannikov, I.G. Ovchinnikov. Saratov: Publishing house. Center "Science", 2007. 192 p.
10. Likverman A.I. Effective system of metal bridges protection against corrosion / A.I. Likverman, F.B. Glazman, K.O. Rasporov // Transport Construction, 2001. №8. P. 2-5.