

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2022, №3, Том 14 / 2022, No 3, Vol 14 <https://esj.today/issue-3-2022.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/24SAVN322.pdf>

Ссылка для цитирования этой статьи:

Ахроров, Ш. А. Повышение долговечности железобетонных мостовых сооружений (первичная и вторичная защита) / Ш. А. Ахроров, И. И. Овчинников // Вестник евразийской науки. — 2022. — Т. 14. — № 3. — URL: <https://esj.today/PDF/24SAVN322.pdf>

For citation:

Akhrorov Sh.A., Ovchinnikov I.I. Increasing the durability of reinforced concrete bridge structures (primary and secondary protection). *The Eurasian Scientific Journal*, 14(3): 24SAVN322. Available at: <https://esj.today/PDF/24SAVN322.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.).

Ахроров Шохрух Абдувахоб угли

ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», Тюмень, Россия
Строительный институт
Магистрант базовой кафедры АО «Мостострой-11»
E-mail: Nice.akhrorov@mail.ru

Овчинников Илья Игоревич

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», Саратов, Россия
ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», Тюмень, Россия
Строительный институт
Доцент базовой кафедры АО «Мостострой-11»
Кандидат технических наук, доцент
E-mail: bridgeart@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8370-297X>

РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=177132

SCOPUS: <https://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=57191523104>

Повышение долговечности железобетонных мостовых сооружений (первичная и вторичная защита)

Аннотация. Железобетон — перспективный материал для изготовления мостовых конструкций. В настоящее время вопрос прогнозирования срока службы железобетонных мостовых конструкций считается актуальным. В основном это связано с состоянием, не удовлетворяющим требованиям многих мостовых сооружений, физический износ которых через 30–40 лет эксплуатации достигают критической степени. Образование коррозии в железобетонных конструкциях способствует сокращению срока службы мостовых сооружений.

В данной работе описаны процессы коррозии, протекающие в железобетонных и бетонных конструкциях мостовых сооружений, а также методы первичной и вторичной защиты конструкций.

Выявлены основные источники коррозионного воздействия на мостовые сооружения, а также определены основные проблемы, которые возникают в ходе строительства и эксплуатации железобетонных конструкций мостовых сооружений.

Рассмотрен и описан процесс коррозии арматуры, находящийся в железобетонных конструкциях. Данные коррозионные изменения в свою очередь способствуют к уменьшению прочности железобетонной конструкции мостового сооружения.

Множество факторов напрямую влияют на скорость развития коррозионного процесса, поэтому правильный выбор защиты железобетонных мостовых сооружений должен исходить из фактических условий эксплуатации данного объекта.

В работе приведены варианты первичной и вторичной защиты железобетонных элементов. Описаны более подробно несколько наиболее применяемых при строительстве и реконструкции мостовых сооружений фирм, которые производят лакокрасочные материалы.

Рассмотрены существующие в строительстве варианты применения антикоррозионной защиты (первичной и вторичной) на примере мостов через реку Пур на Ямале, а также рассмотрены исследования применения современных антикоррозионных лакокрасочных материалов на примере мостовых сооружений в г. Казань, г. Адлер, г. Саратов, г. Волгоград и г. Санкт-Петербург.

Ключевые слова: коррозионная защита; железобетонное мостовое сооружение; долговечность; окраска; коррозия; разрушение; лакокрасочные материалы; первичная защита; вторичная защита

По данным на 2021 год, на территории нашей страны эксплуатируется свыше 42 000 мостов и мостовых сооружений протяженностью более 2 000 000 п.м., конструкции которых выполнены из железобетона¹.

Воздействие разрушающих факторов происходит практически на любую конструкцию, применяемую для строительства мостов и мостовых сооружений [1].

В связи с тем, что наша страна расположена на огромной территории и в различных климатических поясах, мостовые сооружения эксплуатируются в различных погодных условиях (от крайнего севера до приморских регионов). В процессе эксплуатации мостовых сооружений, на них оказывают воздействие динамические и статические нагрузки. Кроме этого, на конструкцию мостовых сооружений оказывает негативное воздействие температурные режимы окружающей среды (перепады температур) и воздействие атмосферных условий, таких как снег, дождь и пр. Также негативное воздействие оказывают промышленные выбросы, такие как CO₂, SO₂, NO₂ и т. п. На бетонную поверхность мостовых сооружений оказывает негативное воздействие антигололедные смеси, которыми обрабатывают дорожное полотно в зимний период.

Одной из главных причин разрушений мостовых сооружений является коррозия, которая возникает в результате воздействия указанных выше факторов.

Задача уменьшения или исключения процессов коррозии в мостовых сооружениях в современных реалиях определяется следующим:

- экологическими характеристиками — сведение к минимуму загрязнения окружающей среды продуктами коррозии;
- снижение материальных затрат на ремонтные работы;
- повышение срока службы мостовых конструкций.

Следует отметить, что на этапе проектирования следует учитывать и прорабатывать вопросы антикоррозионной защиты мостовых сооружений.

¹ Сколько мостов в России? [Электронный ресурс]: — URL: <https://tsar-maket.ru/blog/skolko-mostov-v-rossii>.

Качество и долговечность мостовых сооружений зависит как от грамотного проектного решения, так и от правильной антикоррозийной защиты бетонных и железобетонных конструкций, в зависимости от климатических условий эксплуатации мостовых конструкций.

Коррозия бетона и железобетона

Главным преимуществом использования железобетонных элементов в мостовых сооружениях является то, что они обладают большой коррозионной стойкостью. Однако опыт эксплуатации таких сооружений показал, что это не так. В процессе эксплуатации на железобетонные конструкции оказывает негативное воздействие агрессивные среды (атмосферные осадки, грунтовые воды), в результате чего в железобетонных конструкциях происходит интенсивная коррозия.

На опоры мостов воздействуют пресные речные и грунтовые воды, промышленные стоки, которое приводит появлению коррозии на поверхности опор. Кроме этого, негативное воздействие оказывают атмосферные осадки (дожди, туманы).

Рассмотрим основные виды сред, действующие на мостовые сооружения при эксплуатации.

На рисунке 1 приведена классификация основных сред, воздействующих на бетон (железобетон) в мостовых сооружениях.

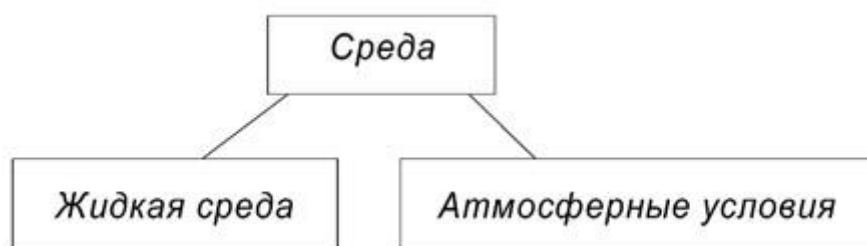


Рисунок 1. Классификация сред, действующих на бетон (железобетон) [3]

Данные виды сред, в свою очередь, также классифицируются по своим воздействиям на железобетонные мостовые сооружения.

На рисунке 2 представлена классификация коррозии железобетона в жидких средах.

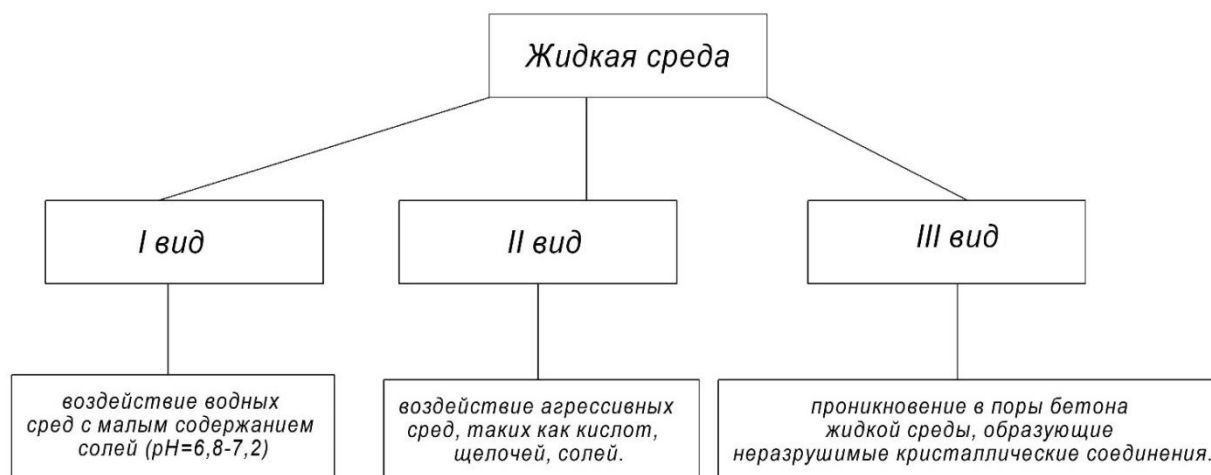


Рисунок 2. Классификация коррозии бетона (железобетона) в жидкой среде [3]

Следует отметить тот факт, что каждая, указанная выше коррозия, имеет свои особенности и определяется своими процессами, которые влияют и определяют вид и тип разрушающего воздействия.

Коррозия бетона и железобетона в атмосферных условиях

Одним из преобладающих видов коррозии, оказывающих влияние на железобетонные конструкции мостовых сооружений, является атмосферная коррозия.

Если влажность окружающей среды составляет меньше 60 %, то ее влияние на мостовые сооружения является не критичным.

Если влажность воздуха составляет более 60 %, то на поверхностях железобетонных конструкций происходит образование конденсата, особенно в порах и микротрещинах. При этом, в зависимости от месторасположения мостовых сооружений, в воздухе могут содержаться различные примеси, которые оказывают разрушающий эффект на железобетонные конструкции.

В связи с этим, все газы, присутствующие в атмосфере, и влияющие на состояние бетонных поверхностей можно разделить на три группы, зависящие от их способности взаимодействия с $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

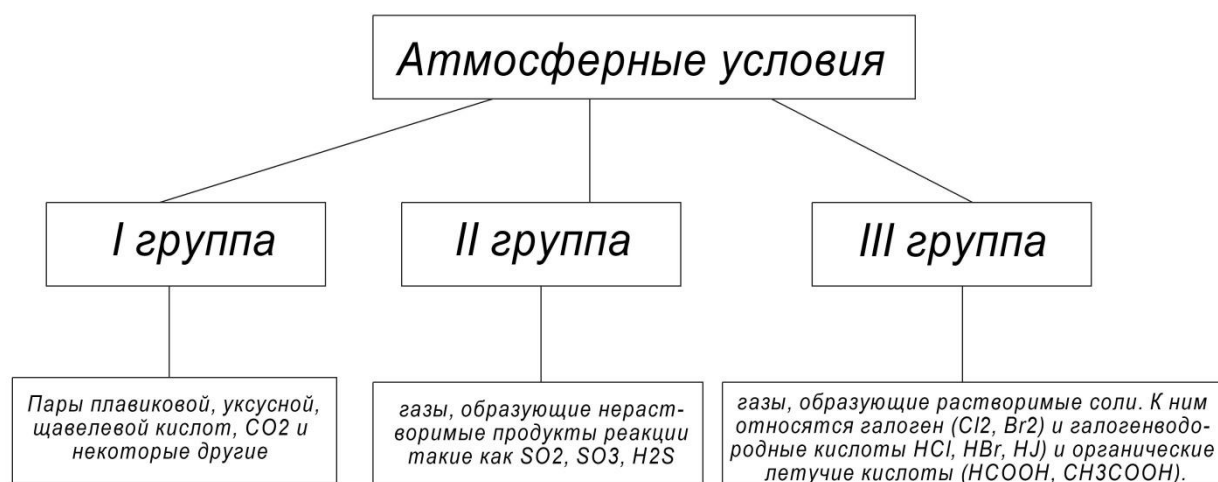


Рисунок 3. Классификация газов, влияющих на состояние бетонных поверхностей мостовых соединений [4]

В связи с вышеизложенным хочется отметить, что колебания температуры и повышенная влажность окружающей среды, оказывают большое влияние на процесс возникновения коррозии в железобетонных конструкциях мостовых сооружений.

Коррозия арматуры в железобетоне

Коррозия стальных металлоконструкций является основной причиной разрушения железобетонных сооружений [5].

В железобетонных конструкциях стальная арматура постоянно находится во взаимодействии с щелочной средой (поровой жидкостью). Результатом такого взаимодействия является появление гидроксида железа.

Данный процесс возникает в том случае, если началась электрохимическая парциальная реакция. Электрохимическая парциальная реакция возникает в случае нарушения целостности защитной пассивной пленки, и при этом происходит попадание кислорода. В этом случае, на поверхности арматуры возникают локальные катодные и анодные участки и происходит образование микрогальванопар.

Процесс нарушения пассивной пленки может произойти по следующим причинам:

- поровая жидкость снижает уровень кислотности;
- происходит ускорение анодной реакции;
- попадание на поверхность стальной конструкции хлорид-ионов.

Коррозию арматуры в бетоне можно наблюдать и на поверхности мостового сооружения. Признаками коррозии в стальной арматуре являются [6]:

- вдоль расположения арматуры появляются ржавые пятна на поверхности бетона;
- при отслоении бетона с поверхности конструкции наблюдаются следы ржавчины;
- появление на поверхности бетона трещин.

Состояние стальной арматуры можно оценить по следующим признакам:

- по характеристике продуктов коррозии (толщина и плотность);
- характер коррозионных изменений (точечная, сплошная и т. д.);
- по площади поверхности коррозионных изменений и глубине ее проникновения в стальную арматуру.

Защита бетона и железобетона от коррозии

Поскольку скорость развития коррозионного процесса зависит от множества факторов, то выбор защиты железобетонных мостовых сооружений должен исходить из фактических условий эксплуатации данного объекта.

Защита бетонных и железобетонных конструкции мостовых сооружений регламентируется требованиями ГОСТ 31384-2008, ГОСТ 31384-2017, СП 28.13330.2012.

Согласно данным требований, для железобетонных сооружений должна обеспечиваться первичная и вторичная защита от коррозии.

Первичная защита обеспечивается за счет правильного конструктивно-технического решения самой конструкции, а также выбор материала и способа его применения при изготовлении железобетонных конструкций.

К таким способам первичной защиты можно отнести:

- выбрать геометрические размеры сечения железобетонной конструкции, в целях уменьшения влияния коррозии;
- снижать поверхность контакта мостовых сооружений с окружающей средой;
- улучшение поверхности дорожного полотна, в целях уменьшения образования гололедной пленки, которое в свою очередь приводит к разрушению дорожного полотна;

- необходимо разрабатывать эффективную стратегию эксплуатации дорожного полотна, чтобы уменьшить применение хлоридсодержащих средств;
- рационально подходить к подбору стали, используемой в железобетонной конструкции;
- подбирать состав бетона исходя из условий эксплуатации и обеспечения антикоррозийной защиты;
- применять марки бетона с наименьшей проницаемостью;
- применять специальные добавки для бетонной смеси, в целях улучшения физико-химических характеристик.

Ко вторичной защите железобетонных конструкций мостовых сооружений относят использование специальных защитных средств, которые наносятся на конструкции мостовых сооружений после завершения монтажных работ. К ним относят:

- использовать современные лакокрасочные материалы;
- применять листовые и рулонные материалы;
- использовать оклеечные и облицовочные материалы;
- применять уплотняющие пропитки.

В настоящее время активно развивается производство по улучшению лакокрасочных материалов, используемых для вторичной защиты железобетонных конструкций мостовых сооружений².

Можно отметить несколько наиболее применяемых при строительстве и реконструкции мостовых сооружений фирм, выпускающие такие лакокрасочные материалы, а именно:

- НПО «ВМП»;
- «Stelpant»;
- «Master Builders Solutions».

Рассмотрим более подробно материалы данных производителей.

Применение лакокрасочных материалов производства НПО «ВМП»

Для обеспечения антикоррозийной защиты мостовых сооружений компанией «Транспортное строительство» Научно-производственный холдинг «ВМП» разработало и внедрило в эксплуатацию комплексную систему антикоррозионной защиты.

Данный комплекс был применен при строительстве следующих мостовых сооружений:

- серия надземных пешеходных переходов и автодорожных транспортных развязок в черте г. Казани (рис. 4);
- транспортные развязки автодороги Джубга — Сочи: Адлерское кольцо (рис. 5).

² ISO 12944-1988 (части 1–8) Международный стандарт. Лаки и краски. Защита от коррозии стальных конструкций системами защитных покрытий.



Рисунок 4. Надземный пешеходный переход около ТД «Риф Эль» г. Казань³



Рисунок 5. Транспортная развязка автодороги Джубга — Сочи: Адлерское кольцо³

В качестве защитных материалов, применяемых при строительстве указанных сооружений, использовались³:

- в качестве грунтовочных материалов применялись протекторные цинкнаполненные грунтовки ЦИНОТАН и ЦВЭС, которые работают по принципу «холодного цинкования»;

³ ВМП: Антикоррозионная защита объектов транспортного строительства в рамках подготовки к Олимпиаде 2014 года [Электронный ресурс] URL: <https://www.corrosio.ru/posts/vmp-antikorroziionnaya-zaschita-ob-ektov-transportnogo-stroitelstva-v-ramkah-podgotovki-k-olimpiade-2014-goda.html> (Дата обращения: 02.01.2022).

- промежуточные и покрывные слои мостовых сооружений покрывались специальными составами ЦИНОТАН и ЦВЭС, препятствующие взаимодействию с агрессивной средой и декоративными свойствами;
- для защиты бетонных и железобетонных мостовых конструкций в атмосфере и гидроизоляции их элементов применялись системы покрытий ФЕРРОТАН-ПРО на основе полиуретана, которая отвердевает при контакте с воздухом. Применяемая система покрытий создает основу для нанесения других типов покрытий, таких как Политон УР, Политон УР(УФ).

Для усиления прочностных характеристик мостовых сооружений «Транспортное строительство» Научно-производственный холдинг «ВМП» использовало фрикционное покрытие ЦВЭС.

Эта цинконаполненная композиция применяется в качестве фрикционного грунта, обеспечивающая достаточно высокий коэффициент трения контактирующих поверхностей. Использование такого материала позволяет существенно уменьшить затраты при монтаже конструкций, поскольку всю работу по подготовке металлоконструкций, например пескоструйную обработку поверхности и нанесение лакокрасочных материалов, возможно выполнять на заводе. Материал включен в СТО 483-2010 (фрикционные покрытия).

В ходе испытаний установлено, что покрытия «Транспортное строительство» Научно-производственный холдинг «ВМП» увеличивают характеристики бетона в плане водонепроницаемости и морозостойкости.

В июле 2020 года под руководством ФКУ Упрдор «Черноморье» (ФДА) производилось комиссионное освидетельствование около 700 тыс. м площадей, окрашенных материалами «Транспортное строительство» Научно-производственный холдинг «ВМП» на 11 мостах и транспортных развязках в Сочи. Срок эксплуатации систем на момент проведения обследования на различных объектах составил от 8 до 11 лет. В результате было установлено, что полиуретановые покрытия «Транспортное строительство» Научно-производственный холдинг «ВМП» находятся в хорошем состоянии, сохраняют защитные и декоративные функции. Материалы в ходе эксплуатации за 10 лет не потеряли свои защитные свойства и выполняют свою главную задачу по защите железобетонных мостовых сооружений.



Рисунок 6. Мостовой переход через реку Пур в Ямало-Ненецком автономном округе

В настоящее время проводится внедрение новых разработок и методик антикоррозионной защиты железобетонных и бетонных мостовых сооружений.

Например, в октябре 2020 года состоялось открытие нового мостового перехода через реку Пур в Ямало-Ненецком автономном округе (рис. 6)⁴.

Протяжённость нового моста в селе Карачаево с учетом подходов составляет 2,72 км. Его длина без учета подходов составила 1023 метра, количество опор — 11, длина пролетов — 105 метров⁴.

При строительстве данного мостового перехода использовалась следующая методика антикоррозионной защиты:

- наружные металлические поверхности обрабатывались комплексно ЦИНЭП (цинконаполненная эпоксидная грунтовка) + ИЗОЛЭП-mio (эпоксидная эмаль) + ПОЛИТОН-УР (УФ) (декоративная эмаль);
- внутренние металлические поверхности: ЦИНЭП + ИЗОЛЭП-mio;
- бетонные опоры: ВИНКОР-63 (специализированная грунтовка, предназначенная для обработки бетонных поверхностей) + ВИНКОР-62 (декоративная эмаль).

Применение лакокрасочных материалов фирмы «Stelpant»

Кроме этого, в качестве вторичной защиты от коррозии железобетонных конструкций мостовых сооружений широко применяются материалы фирмы «Stelpant»⁵.

Например, материалы фирмы «Stelpant» использовались в качестве вторичной защиты мостовых переходов опор моста через р. Волгу у г. Саратова (рис. 7) и опор моста через р. Волгу в г. Волгограде (рис. 8) [3].



Рисунок 7. Фрагмент окраски опоры моста через р. Волгу у г. Саратова [3]

⁴ Открытый микрофон «Современные решения для строительства, ремонта и реконструкции мостовых сооружений» [Электронный ресурс]. Электронный журнал 2020. № 45 URL: <https://www.stpr.ru/upload/iblock/27a/Открытый%20микрофон.pdf> (Дата обращения: 02.01.2022).

⁵ Материалы ВМП защищают Пуровский мост (ЯНАО) [Электронный ресурс] URL: <https://www.tek-all.ru/companies/383-aktsionernoe-obschestvo-nauchno-proizvodstvennyy-holding-vmp-ao-nph-vmp/pr/id880/> (Дата обращения: 02.01.2022).



Рисунок 8. Фрагмент окраски опоры моста через р. Волгу в г. Волгограде [3]

Материалы данной фирмы наносились на железобетонные мостовые сооружения поэтапно и по следующей технологии.

Для опор, расположенных на открытом воздухе, антикоррозийные материалы наносились следующим образом:

- на первом этапе на опоры наносили пропиточную грунтовку Stelpant-PU-Repair толщиной 10–20 мкм;
- на втором этапе — промежуточное покрытие Stelpant-PU-Tiescoat толщиной 90 мкм;
- на третьем этапе — Stelpant-PU-Cover UV толщиной 50 мкм.

Общая толщина наносимого покрытия на железобетонные сооружения, составила 150–160 мкм.

Для опор мостовых сооружений, расположенных в зоне переменного уровня водной поверхности, антикоррозийная защита выполнялась по следующей технологии:

- на первом этапе — пропиточная грунтовка Stelpant-PU-Repair толщиной 10–20 мкм;
- на втором этапе — промежуточное покрытие Steipant-PU-Combination 100 толщиной 150 мкм (окраска поверхности производилась в три слоя);
- на третьем этапе — Stelpant-PU-Cover UV толщиной 50 мкм.

Общая толщина наносимого покрытия на железобетонные сооружения, составила 510–520 мкм.

По результатам проведенных исследований и освидетельствований мостов и мостовых сооружений в работах [4; 11] установлено, что использование в качестве вторичной защиты материалы фирмы «Stelpant» имеет следующие преимущества:

- увеличение сцепления лакокрасочных материалов с поверхностью бетона (более 3 МПа). При этом, если меняется влажность бетонного покрытия в пределах 12 %, то сцепляемость (адгезия) становится равной 2,8 МПа.
- происходит увеличение характеристик бетона в плане водонепроницаемости на 7 ступеней, если давление водного покрова прямое, а при изменении давления

водного покрова в обратную сторону то характеристики бетона увеличиваются на 2 ступени;

- происходит повышение характеристик бетона в 3–3,5 раза по морозостойкости и морозосолеустойкости;
- происходит процесс уменьшения способности бетона поглощать воду ориентировочно в 8–10 раз;
- уменьшается истираемость лакокрасочных материалов;
- происходит изменения категории бетона, за счет снижения проникновения агрессивных газов.

Применение лакокрасочных материалов фирмы «Master Builders Solutions»

Для антикоррозийной защиты в настоящее время применяются материалы фирмы «Master Builders Solutions».

Материалы компании применялись в качестве вторичной защиты от коррозии железобетонных конструкций при строительстве Западного скоростного диаметра в г. Санкт-Петербург (рис. 9).



Рисунок 9. Западный скоростной диаметр в г. Санкт-Петербург⁶

Введенный в эксплуатацию участок Западного скоростного диаметра имеет протяженность 11,57 км. В его состав входят:

- viадук, протяженностью 7,378 км;
- вантовый мост, в количестве 2 шт.;
- морской канал, протяженностью 0,168 км;
- туннель, протяженностью 0,407 км;
- технологические насыпи, длиной 2,417 км.

⁶ Официальный сайт Master Builders Solutions [Электронный ресурс]. URL: <https://www.master-builders-solutions.com/ru-ru/o-nas/project-references/western-speedy-diameter> (Дата обращения: 25.01.2022).

При строительстве данного мостового сооружения было потрачено примерно 800 тысяч кубометров бетона и израсходовано больше 10 000 свай.

Построенное мостовое сооружение является связкой южной и северной кольцевых автодорог в г. Санкт-Петербург, а также позволяет водителям выезжать на трассу «Скандинавия».

Большую часть Западного скоростного диаметра составляют мосты и эстакады.

Работы по завершению строительства и окрашиванию поверхностей были окончены в 2016 г.

Для реализации всех видов работ фирмой «Master Builders Solutions» применялся бетон от класса В15 до В60, в том числе самоуплотняющийся бетон и бетон с повышенной морозостойкостью.

При строительстве подземных конструкций использовался цемент MasterRoc MP 650.

Для заполнения стыков соединяемых конструкций после объединения арматурных каркасов применяли состав MasterFlow 928.

При установке арматуры применяли анкер MasterFlow 935.

Для защиты поверхности мостовых сооружений от контакта с водой использовали состав MasterSeal 588.

Для обработки поверхности опор, перед окончательной обработкой поверхности использовали состав MasterEmaco N900.

После проведения сравнения материалов трех фирм, выпускающих материалы для вторичной защиты мостовых сооружений следует отметить, что все рассмотренные производители выпускают лакокрасочные материалы, соответствующие российским и международным стандартам качества, и показывающие хорошие результаты по обеспечению антикоррозийной защиты железобетонных конструкций на протяжении десяти лет.

При выборе фирмы-производителя для выполнения работ по антикоррозийной защите мостовых сооружений необходимо подходить комплексно, и рассматривать предлагаемые лакокрасочные материалы исходя из их применимости в тех или иных климатических условиях, а также из экономических соображений.

Заключение

При эксплуатации железобетонных мостовых сооружений и мостов, с учетом накопленного опыта, показывает, что на долговечность сооружений оказывает влияние огромное количество факторов, таких как ориентация сооружения относительно сторон света, воздействие ультрафиолетового излучения, воздействие выбросов промышленных предприятий.

Для обеспечения надлежащей антикоррозийной защиты на этапе проектирования и строительства необходимо, учитывая современные технические решения, добиваться того, чтобы обеспечивался равный межремонтный интервал всех составных частей мостового сооружения. При этом не следует забывать о том, что необходимо разрабатывать технологии, повышающие срок эксплуатации железобетонных сооружений.

Для повышения долговечности и надежности мостовых сооружений, выполненных из железобетона, необходимо внедрять первичную защиту (например, обеспечивать условия для лучшего отвода воды, повышать качество дорожного покрытия, обеспечивать герметичность деформационных швов), так и вторичную коррозионную защиту.

Кроме того, при строительстве мостовых сооружений следует предусматривать удобный доступ ко всем элементам конструкции мостовых сооружений, с целью эффективного контроля за техническим состоянием элементов мостовых переходов, но и для проведения своевременных ремонтных работ.

В заключение хотелось бы отметить, что в связи с тем, что при строительстве мостовых сооружений используются долговечные металлические пролетные строения, то для повышения долговечности всего объекта следует уделять внимание и разрабатывать инновационные технологии строительства и повышения долговечности применяемых опор.

ЛИТЕРАТУРА

1. Макаров В.Н. Антикоррозионная защита мостовых сооружений / В.Н. Макаров, С.В. Овсянников, И.Г. Овчинников. Саратов: Издат. Центр «Наука», 2007. 192 с.
2. Иванов Ф.М. Защита железобетонных транспортных сооружений от коррозии / Ф.М. Иванов. М.: Транспорт, 1968. 110 с.
3. Овчинникова Т.С. Коррозия и антикоррозионная защита железобетонных мостовых конструкций/ Т.С. Овчинникова, А.Н. Маринин, И.Г. Овчинников // интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ», выпуск 5(24) сентябрь-октябрь 2014 г. — <http://naukovedenie.ru/PDF/06KO514.pdf>.
4. Москвин В.М. Коррозия бетона и железобетона, методы их защиты / В.М. Москвин, Ф.М. Иванов, С.Н. Алексеев, Е.А. Гузеев. М.: Стройиздат, 1980. 536 с.
5. Маринин А.Н. Сопротивление железобетонных конструкций воздействию хлоридной коррозии и карбонизации / А.Н. Маринин, Р.Б. Гарибов, И.Г. Овчинников. Саратов: Издат. центр «РАТА», 2008. 296 с.
6. Кириллов В.С. Эксплуатация и реконструкция мостов и труб на автомобильных дорогах / В.С. Кириллов. М.: Наука, 1971. 196 с.
7. Распоров О.Н. Качество гарантировано. Опыт десятилетней эксплуатации лакокрасочных покрытий фирмы STEELPAINT на мостах России / О.Н. Распоров, И.Г. Овчинников, И.И. Овчинников, К.О. Распоров, М.Ю. Шпранкель // Дорожная держава. 2010. № 28. С. 46–49.
8. Распоров О.Н. По особому технологическому регламенту. Особенности технологии окрашивания металлоконструкций лакокрасочными материалами фирмы STEELPAINT, примененной на строительстве мостового перехода через р. Волга у с. Пристанное в Саратовской области / О.Н. Распоров, К.О. Распоров, И.Г. Овчинников, М.В. Палагина // Дороги России 21 века. 2008. № 3. С. 100–104.
9. Овчинников И.Г. Обеспечение долговечности мостовых железобетонных конструкций — опыт применения противокоррозионной защиты / И.Г. Овчинников, О.Н. Распоров, К.О. Распоров, М.В. Палагина // Дороги России 21 века. 2008. № 8. С. 92–97.
10. Иванов Е.С. Эффективность противокоррозионной защиты металлических и железобетонных конструкций мостов, мостовых переходов и эстакад системами полиуретановых лакокрасочных покрытий Stelpant. Результаты освидетельствования. / Е.С. Иванов // интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ», выпуск 5(24) сентябрь-октябрь 2014 г. — <http://naukovedenie.ru/PDF/33KO514.pdf>.

Akhrorov Shokhrukh Abduvakhob ugli

Tyumen Industrial University, Tyumen, Russia
Construction Institute
E-mail: Nice.akhrorov@mail.ru

Ovchinnikov Ilya Igorevich

Saratov State Technical University named after Y. Gagarin, Saratov, Russia
Tyumen Industrial University, Tyumen, Russia
Construction Institute
E-mail: bridgeart@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8370-297X>
RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=177132
SCOPUS: <https://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=57191523104>

Increasing the durability of reinforced concrete bridge structures (primary and secondary protection)

Abstract. Reinforced concrete is a promising material for the manufacture of bridge structures. At present, the issue of predicting the service life of reinforced concrete bridge structures is considered relevant. This is mainly due to the state that does not meet the requirements of many bridge structures, the physical wear of which reaches a critical degree after 30–40 years of operation. The formation of corrosion in reinforced concrete structures contributes to a reduction in the service life of bridge structures.

This paper describes the processes of corrosion occurring in reinforced concrete and concrete structures of bridge structures, as well as methods for primary and secondary protection of structures.

The main sources of corrosion impact on bridge structures are identified, as well as the main problems that arise during the construction and operation of reinforced concrete structures of bridge structures.

The process of reinforcement corrosion in reinforced concrete structures is considered and described. These corrosion changes, in turn, contribute to a decrease in the strength of the reinforced concrete structure of the bridge structure.

Many factors directly affect the rate of development of the corrosion process, so the correct choice of protection for reinforced concrete bridge structures should be based on the actual operating conditions of the facility.

The paper presents options for primary and secondary protection of reinforced concrete elements. Several companies most used in the construction and reconstruction of bridge structures that produce paints and varnishes are described in more detail.

The existing options for the use of anti-corrosion protection (primary and secondary) in construction are considered on the example of bridges across the Pur River on Yamal, and studies of the use of modern anti-corrosion paints and varnishes are considered on the example of bridge structures in Kazan, Adler, Saratov, Volgograd and St. Petersburg.

Keywords: corrosion protection; reinforced concrete bridge structure; durability; painting; corrosion; destruction; paints and varnishes; primary protection; secondary protection