

УДК 624.012.45:725.3

Е. А. ДМИТРЕНКО, Н. В. ПОЧТАР

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ДЕФЕКТОВ И ПОВРЕЖДЕНИЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ, ПРИЧИНЫ ИХ ВОЗНИКНОВЕНИЯ

Значительная часть мостов, находящихся в эксплуатации на текущий момент, имеют повреждения строительных конструкций различной степени опасности. Данная статья посвящена актуальной на сегодняшний день проблеме поддержания и восстановления эксплуатационной пригодности строительных конструкций мостовых сооружений. Авторами рассматриваются основные виды дефектов и повреждений конструкций мостов, приведена их классификация. Обосновывается необходимость совершенствования методов расчета и конструирования новых и усиления существующих, а также повышения периодичности и эффективности обследований и мониторинга технического состояния строительных конструкций мостовых сооружений.

строительные конструкции, мосты, эксплуатационная пригодность, дефекты, повреждения, техническое состояние, железобетон

К настоящему времени железобетонные мосты составляют значительную часть от всего мостового парка. Возраст большинства сооружений исчисляется многими десятилетиями. В связи с этим неудивительно, что возрастает количество сообщений и сведений об обнаружении различного рода повреждений на элементах конструкций мостов, которые в перспективе могут или уже спровоцировали аварийные ситуации и нарушение безопасной эксплуатации сооружений. И при этом за редким исключением почти не подвергаются периодическим обследованиям и мониторингу, хотя проведение данных мероприятий свело бы к минимуму расходы на возможные последующие ремонты и реконструкции сооружения. Ведь надежность и долговечность мостов определяется не только условиями их эксплуатации, но и своевременным и качественным проведением работ по диагностике и ремонту [1, 2, 3].

Выполнение диагностики необходимо для определения реальных геометрических параметров конструкции, фактических свойств её материалов и их распределение по сечению. Диагностика железобетонных мостов позволяет не только выявить степень их износа, но и определить причины этого явления.

При диагностике также осматриваются конструкции, не имеющие повреждений, но требующие усиления в связи с увеличивающимися в результате реконструкции сооружений расчетными эксплуатационными нагрузками или из-за изменения схем работы конструктивных элементов зданий и сооружений [3, 17].

Оценка прочности бетона в железобетонных конструкциях моста при обследованиях чаще всего осуществляется механическими методами контроля, к которым относятся: метод местных разрушений, метод пластических деформаций и метод упругого отскока. Наряду с механическими испытаниями значительное распространение получил акустический метод неразрушающего контроля, основанный на определении параметров упругих колебаний с помощью ультразвуковой нагрузки с регистрацией эффектов акустоэмиссии.

Особенность оценки надежности элементов железобетонных пролетных строений заключается в том, что необходимо учитывать большое количество разнообразных факторов. Исследования показывают, что решающими для железобетонных плит (с точки зрения обеспечения их надежности)

являются нестационарные динамические воздействия непосредственно колес автомобилей. Длительные, как правило, повышенные в сравнении с проектными динамические ударные нагрузки ведут к снижению прочностных и деформационных свойств бетона, расстройству стыковых соединений. В сочетании с перегрузками от дополнительных слоев дорожной одежды в условиях физического и морального износа происходит рост деформаций виброползучести, уменьшение величины момента трещинообразования (до 20 % и более) и, как следствие, к снижению долговечности и надежности плиты [2, 5].

В статьях [8, 9, 10] проведен обзор современных технологий освидетельствования, проектирования и усиления существующих железобетонных конструкций в сфере транспортного строительства; рассмотрены вопросы безопасной эксплуатации железобетонных конструкций транспортных сооружений в условиях воздействия агрессивных сред; предпринята попытка учета влияния агрессивной среды на напряженно-деформированное состояние транспортного сооружения на примере расчета изгибаемого железобетонного элемента, подверженного хлоридной агрессии, с целью прогнозирования поведения конструкций сооружения, а также возможности появления и развития на них повреждений.

В данной работе авторами проводится анализ и классифицирование причин и факторов, влияющих на появления дефектов и повреждений на отдельных элементах железобетонных конструкций транспортных сооружений.

Дефекты конструкций являются следствием ошибок или отступлений от правил производства работ при проектировании, изготовлении и монтаже конструкций. Повреждения конструкций, появляющиеся и развивающиеся во время их эксплуатации, являются, как правило, следствием нарушения правил эксплуатации или просчетов при проектировании; их очагами часто являются дефекты изготовления, транспортно-такелажных операций. При длительных сроках эксплуатации (более 30–40 лет) возникает необходимость в проведении обследования зданий и сооружений. Обследование конструкций проводится также в следующих случаях:

- при обнаружении в процессе текущих или периодических осмотров существенных дефектов, повреждений, оценки опасности которых не может дать служба технической эксплуатации предприятия;
- при необходимости реконструкции или технического перевооружения, связанных с изменением объемно-планировочного решения сооружения, нагрузок или условий эксплуатации;
- при возникновении аварий на аналогичных сооружениях [11, 13, 16].

Все эксплуатационные показатели при эксплуатации сооружений являются функцией времени. Время определяет и основные показатели долговечности, а именно: срок службы, ресурсы конструктивных элементов и сооружения в целом до ремонтов и списания.

Наиболее распространенными дефектами и повреждениями железобетонных мостов являются

- нарушение гидроизоляции плиты проезжей части;
- недостаточная толщина защитного слоя арматуры плиты проезжей части;
- коррозия арматуры, сколы и раковины бетона;
- усадочные трещины в плите;
- наличие пор и трещин в местах объединения плиты с балками;
- дефекты изготовления стальных конструкций, механические повреждения при монтаже и эксплуатации;
- коррозия опорных частей и их неправильная установка.

Перечисленные выше факторы ведут к разрушению элементов конструкции вследствие нарушения водонепроницаемости и развития коррозии, возможному появлению дополнительных усилий от температурных воздействий, к появлению усталостных, коррозионно-усталостных и хрупких трещин в соединениях элементов и к старению материалов.

Классификация повреждений железобетонных конструкций.

Все повреждения железобетонных конструкций транспортных сооружений можно условно классифицировать по следующим признакам:

1) по виду повреждений:

- повреждения, приводящие к изменению расчетной схемы (превращение неразрезного пролетного строения в разрезное, распорной конструкции – в безраспорную и т. д.);
- усталостные повреждения в виде трещин в элементах;
- коррозионные повреждения;
- потеря местной или общей устойчивости отдельных элементов или их частей; трещины;

- механические повреждения;
- 2) по скорости развития до опасной стадии:
- развивающиеся мгновенно (хрупкое разрушение, потеря устойчивости);
 - развивающиеся быстро (усталостные трещины);
 - развивающиеся постепенно (коррозия элементов, расстройство болтовых и заклепочных соединений);
- 3) по степени опасности:
- весьма опасные (трещины в элементах, потеря устойчивости отдельных элементов, изменение расчетной схемы);
 - опасные (расстройство болтовых и заклепочных соединений, сильная коррозия);
 - малоопасные (дефекты окраски).

Причины возникновения и развития дефектов железобетонных конструкций

Причинами появления дефектов и повреждений является совокупность многих факторов [11, 12]. Одна из основных причин возникновения большого количества повреждений связана с *содержанием и эксплуатацией сооружения*:

- отсутствие периодических мониторингов, освидетельствований и ухода за мостами;
- несвоевременное и некачественное выполнение ремонтов в связи с дефицитом квалифицированных кадров;
- изменением величин и продолжительности действия нагрузок;
- недоучет воздействия окружающей среды и агрессивных веществ.

Одними из причин возникновения и развития дефектов и повреждений являются *конструктивно-технологические ошибки*, связанные с технологией изготовления и монтажа:

- несоблюдение технологии, некачественное выполнение работ, дефекты изготовления конструкций в целом, их соединений посредством сварных швов, высокопрочных болтов;
- появление чрезмерных просадок, прогибов деформаций и потеря элементами конструкции устойчивости;
- ненадежность временных приспособлений, лесов и подмостей, их перегрузка;
- отсутствие качественного авторского надзора в период возведения сооружения.

Значительная часть дефектов связана с *проектно-конструкторскими ошибками*, к числу которых следует отнести:

- некорректные допущения;
- неточности принятых моделей, расчетных схем и расчетов сечений конструкций и отдельных элементов;
- наличие неоднородностей, отклонений в расчетных характеристиках материалов и не учет их изменений во времени;
- необеспеченность общей и местной устойчивости элементов конструкции пролетного строения;
- не учет проектировщиками особенностей строительных операций, размыв и осадка опор и т. д.

Появление повреждений облегчает проникание агрессивной среды вовнутрь конструкции плиты проезжей части и способствует перераспределению усилий в железобетонном пролетном строении моста. Следовательно, необходим учет не только геометрических изменений, но и процесса деградации материалов конструкции во времени под влиянием агрессивной среды [2, 4, 14].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

За последние несколько десятилетий во всем мире было построено значительное количество железобетонных транспортных сооружений, в том числе мостов. В связи с этим возникает проблема безопасной эксплуатации сооружений с учетом множества негативных факторов, учитывая возможное появление и развитие дефектов и повреждений различного вида. В данной работе приведена классификация дефектов и повреждений железобетонных конструкций транспортных сооружений. Проведен анализ причин возникновения и развития различных видов дефектов и повреждений.

Анализ повреждений, аварий и катастроф мостов позволяет прийти к выводу, что большинство из них можно предотвратить путем совершенствования расчетов, способов изготовления и монтажа, повышения периодичности и эффективности обследований и мониторинга, а также углубления уровня знаний об изменчивости свойств материалов, разработки более совершенных инженерных методов оценки рабочего ресурса мостовых конструкций на всех стадиях их работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Быстров, В. А. Эксплуатация и надежность автодорожных и городских мостов [Текст] / В. А. Быстров. – Санкт-Петербург : Изд-во С-ПБИСИ, 1993. – 129 с.
2. Быстров, В. А. Прогнозирование надежности конструкций стальных и железобетонных мостов [Текст] / В. А. Быстров, В. Л. Шайкевич. – Л. : ЛИСИ, 1989. – 96 с.
3. Кожушко, В. П. Оценка несущей способности пролетных строений эксплуатируемых автодорожных мостов [Текст] / В. П. Кожушко // Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета. – Харьков, 2006. – № 34–35. – С. 76–79.
4. Крамер, Е. Л. Эксплуатация автодорожных мостов [Текст] / Е. Л. Крамер // Итоги науки и техники. Серия: Автомобильные дороги. – М. : Транспорт, 1990. – Т. 9. – С. 64–191.
5. Новожилова, Н. И. Прогнозирование надежности конструкций стальных и железобетонных мостов [Текст] / Н. И. Новожилова, В. А. Быстров, В. Л. Шайкевич. – Л. : ЛИСИ, 1989. – 96 с.
6. Овчинников, И. Г. Обследования, ремонт и усиление оснований и фундаментов транспортных сооружений [Текст] : Учебное пособие / И. Г. Овчинников, А. А. Шеин, А. А. Пискунов. – Казань : КГАСА, 2005. – 300 с.
7. Овчинников, И. Г. Работоспособность железобетонных элементов конструкций в условиях воздействия агрессивных сред [Текст] / И. Г. Овчинников, В. В. Раткин, Р. Б. Гарибов. – Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 2002. – 156 с.
8. Диагностика транспортных сооружений [Текст] / И. Г. Овчинников, И. Г. Козлов, В. И. Кононович, Т. С. Фазизов. – Саратов : СГТУ, 1999. – 184 с.
9. Раткин, В. В. Коррозионно-механическая прочность железобетонных элементов конструкций в условиях хлоридной агрессии [Текст] : монография / В. В. Раткин, И. Г. Овчинников. – М. : ВИНТИ, 2001. – 210 с.
10. Раткин, В. В. Моделирование напряженно-деформированного состояния железобетонных конструкций транспортных сооружений, находящихся под воздействием агрессивных сред [Текст] / В. В. Раткин, А. В. Кокодеев // Техническое регулирование в транспортном строительстве. – 2014. – № 4 (8). – С. 63–68.
11. Рояк, Г. С. Обеспечение долговечности транспортных сооружений [Текст] / Г. С. Рояк // Автомобильные дороги : Информ. сб. – М., 1994. – Вып. 11. – С. 7–8.
12. Технические отчеты проектного подразделения «Волгопроектстроймост» ОАО «Волгомост» по результатам обследований железобетонных мостов за 1986–2001 гг. [Текст] / Под ред. ОАО «Волгомост». – Саратов : Изд-во ОАО «Волгомост», 2002. – 164 с.
13. Bridge Engineering Handbook: Superstructure Design [Текст] / W. F. Chen, L. Duan (Eds.). – Second Edition. – Boca Raton, FL : CRC Press, 2014. – 752 p. – ISBN-10 1439852219.
14. Horvath, A. Estimation of the environmental implications of construction materials and designs using life cycle assessment techniques [Текст] : PhD thesis / A. Horvath. – Pittsburgh, Pa. : Department of Civil and Environmental Engineering, Carnegie Mellon Univ., 1997. – 150 с.
15. Horvath, A. Steel versus steel-reinforced concrete bridges: environmental assessment [Текст] / Aprad Horvath, Chris Hendrickson // Journal of Infrastructure Systems. – 1998. – Vol. 4, No. 3. – P. 111–117.
16. Dynamic Loading and Design of Structures [Текст] / A. J. Kappos (Ed.). – London ; New York : Spon Press, 2002. – 374 p. – ISBN 0-419-22930-2.
17. Troitsky, M. S. Planning and Design of Bridges [Текст] / M. S. Troitsky. – New York : John Wiley & Sons, Inc., 1994. – 318 p.
18. Vayas, I. Design of Steel-Concrete Composite Bridges to Eurocodes / I. Vayas, A. Iliopoulos. – Boca Raton, FL, USA : CRC Press, Taylor & Francis Group, 2014. – XXIV, 549 p. – ISBN-13 978-1-4665-5745-1.

Получено 04.03.2016

Є. А. ДМИТРЕНКО, Н. В. ПОЧТАР
**ОСНОВНІ ТИПИ ДЕФЕКТІВ І УШКОДЖЕНЬ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ
 КОНСТРУКЦІЙ ТРАНСПОРТНИХ СПОРУД, ПРИЧИНИ ЇХ ВИНИКНЕННЯ**
 Донбаська національна академія будівництва і архітектури

Значна частина мостів, що знаходяться в експлуатації на поточний момент, мають пошкодження будівельних конструкцій різного ступеня небезпеки. Дана стаття присвячена актуальній на сьогоднішній день проблемі підтримки і відновлення експлуатаційної придатності будівельних конструкцій мостових споруд. Авторами розглядаються основні види дефектів і пошкоджень конструкцій мостів, наведено їх класифікацію. Обґрунтовується необхідність вдосконалення методів розрахунку і конструювання нових і посилення існуючих, а також підвищення періодичності та ефективності обстежень і моніторингу технічного стану будівельних конструкцій мостових споруд. **будівельні конструкції, мости, експлуатаційна придатність, дефекти, пошкодження, технічний стан, залізобетон**

EVGENIY DMITRENKO, NATALIA POCHTAR
THE MAIN TYPES OF DEFECTS OR DAMAGES OF CONCRETE STRUCTURES
OF TRANSPORT FACILITIES, AND THEIR CAUSES
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

A significant part of the bridges that are in use at the moment, have the damage of building constructions of varying degrees of risk. This article is devoted to an actual problem to maintain and restore the serviceability of the building structures of bridges. The main types of defects and damages of bridges constructions and their classification, are considered by authors in this article. The necessity of improving the methods of calculation and design of new and strengthening of existing ones, as well as increasing the frequency and effectiveness of inspections and monitoring of the technical state of the structures of bridges is shown.
building structures, bridges, operational suitability, defects, damage, technical condition, reinforced concrete

Дмитренко Євген Анатолійович – кандидат технічних наук, доцент кафедри залізобетонних конструкцій Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: розвиток методик визначення характеристик напружено-деформованого стану залізобетонних елементів при складних режимах силового і температурного впливів, оцінка технічного стану і проектування залізобетонних конструкцій.

Почтар Наталія Володимирівна – магістрант Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: розвиток методик визначення характеристик напружено-деформованого стану залізобетонних елементів мостових споруд, оцінка технічного стану і проектування залізобетонних конструкцій.

Дмитренко Евгений Анатольевич – кандидат технических наук, доцент кафедры железобетонных конструкций Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: развитие методик определения характеристик напряженно-деформированного состояния железобетонных элементов при сложных режимах силового и температурного воздействий, оценка технического состояния и проектирование железобетонных конструкций.

Почтар Наталья Владимировна – магістрант Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: развитие методик определения характеристик напряженно-деформированного состояния железобетонных элементов мостовых сооружений, оценка технического состояния и проектирование железобетонных конструкций.

Dmitrenko Evgeniy – Ph.D. (Eng.), Associate Professor, Reinforced Concrete Constructions Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: development of methods of estimation of characteristics of the stress-strain state of reinforced concrete elements under complex modes of power and temperature influences, estimation of technical state and design of reinforced concrete constructions.

Pochtara Natalia – Master Degree student, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: development of methods of estimation of characteristics of the stress-strain state of reinforced concrete bridge constructions, estimation of technical state and design of reinforced concrete constructions.