

СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ДОРОГ

УДК 624.21

Л. Н. Морозова, канд. техн. наук, В. В. Пархоменко, М. В. Барбашова

**Автомобильно-дорожный институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Донецкий национальный технический университет»
в г. Горловка**

ОЦЕНКА ГРУЗОПОДЪЕМНОСТИ АВТОДОРОЖНЫХ МОСТОВ ДОНБАССА

Выполнен анализ методик определения грузоподъемности автодорожных мостов Донбасса, с учетом в них дефектов и повреждений, и возможность их использования при определении фактического эксплуатационного состояния.

***Ключевые слова:** автодорожный мост: дефект, повреждение, грузоподъемность, несущая способность, эксплуатационное состояние*

Введение

Увеличение интенсивности, изменение структуры и скоростных режимов транспортных потоков предъявляет все более жесткие требования к качеству автомобильных дорог и искусственных сооружений. Искусственные сооружения должны обладать высокой эксплуатационной надежностью. Мосты составляют значительную долю национального достижения страны. Это одна из важнейших составляющих дорожной инфраструктуры, которая требует постоянного внимания со стороны государственных органов и достаточных бюджетных вложений. Общеизвестно, что сохранение мостового хозяйства, содержание его в состоянии, пригодном для безопасного и комфортного пропуска транспортных средств, является одной из важнейших проблем в настоящее время.

Постановка проблемы

Мосты являются наиболее сложным элементом дороги и, обладая полным набором ее потребительских свойств, одновременно активно взаимодействуют с окружающей средой, являя собой, таким образом, геотехнические функциональные системы. Их потребительские свойства охватывают широкий спектр технических и социально-экономических требований. Одним из важнейших функциональных потребительских свойств мостов является их грузоподъемность, которая, как правило, определяется грузоподъемностью пролетных строений. В связи с этим оценка фактической грузоподъемности пролетных строений является одним из основных приоритетов исследований мостов.

Интересным представляется выполнить анализ существующих методов определения грузоподъемности существующих автодорожных мостов и оценить возможности учета в них дефектов и повреждений, а также использования их для определения эксплуатационного состояния мостов.

Анализ публикаций

Многие отечественные и зарубежные ученые в своих работах сходятся во мнении, что большинство пролетных строений существующих мостов обладают резервами грузоподъемности, которые возможно вскрыть, если расчетную модель максимально приблизить к реальным условиям работы. Таким образом, для более точной оценки грузоподъемности мостов, и в первую очередь пролетных строений, необходимо оценить влияние тех или иных дефектов на грузоподъемность и распределительную способность несущих элементов конструкции: влияние дефектов и повреждений, ослабляющих расчетное сечение балки или прочность материалов (трещины, выщелачивания, раковины, сколы и т. д.), и влияние разрушения поперечного объе-

нения балок на распределение нагрузки и грузоподъемность пролетных строений.

В настоящее время разработаны методики определения грузоподъемности мостов в России и в Украине, которые позволяют в той или иной степени учесть имеющиеся дефекты и повреждения [1, 2].

На наш взгляд, представляет интерес выполнить сравнительный анализ этих методик и оценить возможность использования каждой из них при определении фактического эксплуатационного состояния автодорожных мостов Донбасса.

Цель исследования

Анализ методик определения грузоподъемности автодорожных мостов с учетом в них дефектов и повреждений и возможности использования их при определении фактического эксплуатационного состояния автодорожных мостов Донбасса.

Основной материал

Согласно норм [1, 2, 3] грузоподъемность – это численное значение веса движущейся нагрузки, которая может быть пропущена по мосту при условии, что ни в одной из основных несущих конструкций сооружения не наступает предельное состояние первой группы.

Грузоподъемность можно представлять в разных формах. Это и как предельно допустимые усилия или напряжения в основных несущих элементах от воздействия транспортных средств, и как предельно допустимые классы нормативной нагрузки, определяемые по схемам действующих нормативных нагрузок.

Следует отметить, что грузоподъемность, определенная в классах нормативной нагрузки, дает возможность оценивать состояние мостового хозяйства в целом, разрабатывать планы строительства, содержания, ремонта и реконструкции мостов [4].

Практически всегда грузоподъемность моста определяется грузоподъемностью пролетных строений. Грузоподъемность пролетных строений принимается по наиболее слабому элементу (главной балке, плите проезжей части). Грузоподъемность определяется относительно нормативных временных подвижных нагрузок:

а) колонн нагрузок Н-30, устанавливаемых на линии влияния усилий в поперечном сечении согласно нормам СН 200-62;

б) автомобильной нагрузки по схеме АК в соответствии с действующими нормами: для России это А-14, для Украины А-15;

в) единичного колесного транспортного средства для России и Украины НК-100.

Расчет грузоподъемности пролетных строений выполняется на основе реальных размеров элементов сооружения, механических характеристик материалов и описания имеющихся дефектов, зафиксированных в результате обследования.

Основные положения определения классов нагрузки для России и Украины практически одинаковы.

Предельнодопустимое усилие в расчетном сечении определяется согласно указаниям действующих норм проектирования. При этом следует учитывать результаты натурного обследования, испытания, а именно: фактические размеры конструктивных элементов, фактические характеристики материалов, наличие коррозионных или других повреждений, состояние объединения элементов, составляющих сечение (сталежелезобетон, прочность болтовых и заклепочных соединений и т. д.). Предельные усилия в расчетных сечениях несущих элементов, по условиям достижения предельных состояний I и II групп, определяются с учетом дефектов, которые снижают несущую способность.

В России, в соответствии с ОДМ 218.4.025-2016 [3], учет обнаруженных дефектов и повреждений для железобетонных конструкций ведется с помощью понижающих коэффициентов, для определения которых приведены соответствующие формулы: коэффициента, учитывающего глубину коррозии арматуры, коэффициента, учитывающего погнутость арматуры,

коэффициента, учитывающего обрыв стержней, и коэффициента, учитывающего повреждение сжатой зоны бетона.

В Украине, в соответствии с ДСТУ-Н Б В.2.3-23:2009 [2], указывается, что необходимо учитывать фактические размеры конструктивных элементов, фактические характеристики материалов, наличие коррозионных или иных повреждений, состояние объединения элементов, составляющих сечение.

На кафедре «Автомобильные дороги и искусственные сооружения» АДИ ДонНТУ, которая ведет работы по обследованию и паспортизации автодорожных мостов на протяжении более 50 лет, а также в учебном процессе применяют коэффициенты, учитывающие дефекты и повреждения, влияющие на несущую способность: коэффициент, учитывающий изменение прочности арматуры, коэффициент, учитывающий изменение площади рабочей арматуры (коррозии арматуры), коэффициент, учитывающий изменение рабочей высоты балки [5].

Расчетное усилие от постоянной нагрузки определяется с учетом всех возможных действующих постоянных нагрузок, а именно: собственный вес конструкций, давление грунта или воды, температурная нагрузка, усилия от неравномерной осадки опор и т. д. В расчеты нормативные значения постоянных нагрузок вводятся с учетом коэффициентов надежности, в соответствии с указаниями действующих норм на проектирование мостов.

В России, в соответствии с ОДМ 218.4.025-2016 [3], коэффициенты надежности к учитываемым постоянным нагрузкам принимаются по таблице в зависимости от числа замеров.

В Украине, в соответствии с ДСТУ-Н Б В.2.3-23:2009 [2], нормативная постоянная нагрузка от веса конструкций принимается по результатам их натуральных обмеров путем определения веса конструктивных элементов по их объему и удельному весу. Если обмеры конструкций выполняются с точностью, что обеспечивает достоверность $\pm 2,5\%$, а определение веса (массы) конструкций подтверждено результатами динамических испытаний, то коэффициент надежности для всех элементов разрешается принимать 1,05 или 0,95 для случаев, которые увеличивают или уменьшают общее усилие соответственно.

Усилия в несущих элементах пролетного строения от транспортных средств, пешеходов определяются путем расчета пространственной конструкции методами строительной механики или с использованием таблицы «ВСН 32-89 [6]. Допускается определять с помощью коэффициентов поперечной установки, которые вычисляются по результатам натуральных испытаний.

Одним из распространенных дефектов является разрушение поперечного объединения балок, который влияет на распределение нагрузки и грузоподъемность пролетных строений. Согласно норм при наличии такого дефекта необходимо использовать результаты натуральных испытаний или программы расчетов методами, которые позволяют учесть этот дефект.

На кафедре «Автомобильные дороги и искусственные сооружения» разработана программа для определения ординат линий влияния давлений на балки пролетных строений с учетом разрушения поперечного объединения и снижения поперечной жесткости [7]. В основу программы положен метод М. Е. Гибшмана.

В соответствии с ДСТУ-Н Б В.2.3-23:2009 [2] по результатам расчета грузоподъемности определяется величина снижения грузоподъемности δ (в процентах), по которой классифицируется эксплуатационное состояние пролетного строения моста и разрабатываются мероприятия по дальнейшей его эксплуатации.

Следует подчеркнуть, что в российских нормах грузоподъемность моста устанавливается для двух режимов эксплуатации: контролируемого и неконтролируемого. Контролируемый режим предполагает специальный режим пропуска нестандартных транспортных средств. Неконтролируемый режим предполагает условия нормальной эксплуатации.

Для неконтролируемого режима эксплуатации определяющими параметрами показателя по грузоподъемности являются минимальные фактические классы, выраженные в классах нормативной нагрузки от автомобилей АК и эталонной нагрузки для схемы трехосных транспортных средств. Для контролируемого режима эксплуатации – минимальный фактический класс, выраженный классом нормативной нагрузки НК.

Показатель по грузоподъемности используют при вычислении обобщенного показателя технического состояния мостового сооружения, обобщенного параметра дефектности мостового сооружения, а также в качестве самостоятельной оценки мостового сооружения по грузоподъемности.

Таким образом, коэффициент грузоподъемности моста как в украинских, так и в российских методиках является одним из показателей, который учитывается при определении технического состояния всего моста.

В российских нормах, как и в украинских, техническое состояние определяется для каждого элемента по величине его износа. Показатель износа сооружения является наиболее удачной интегральной эксплуатационной характеристикой, увязанной с прогнозируемым (остаточным) ресурсом, резервом несущей способности и надежностью сооружения в целом. Знание износа элементов конструкций и сооружения в целом позволяет дать оценку сооружению по одному из основных потребительских свойств – долговечности. Появившаяся возможность оценить долговечность не только качественно, но и количественно, обеспечивает совместно с оценками по критериям «грузоподъемность» и «безопасность движения» более объективную оценку сооружения в целом. Показатели износа пролетных строений характеризуют степень повреждения конструкций и не заменяют показатели по грузоподъемности. Это вызвано тем, что возможны случаи, когда при наличии существенных повреждений элементов пролетных строений грузоподъемность их удовлетворяет современным требованиям, поскольку в конструкциях имеются запасы. По этой причине обобщенный показатель износа сооружения в целом не может быть использован при назначении режима эксплуатации, но по нему может быть установлена категория состояния сооружения в целом.

Заключение

Исходя из выше изложенного можно сделать следующие выводы.

Основные положения методик одинаковы, некоторые расхождения были отмечены выше.

На наш взгляд, расчет грузоподъемности по российской методике имеет более широкий круг вычислений и результаты его используются для более полного обоснования и определения эксплуатационного состояния мостов. Расчет грузоподъемности по украинской методике более проще, но и результатов расчета недостаточно для более полного обоснования и определения эксплуатационного состояния мостов. При определении технического состояния автодорожных мостов Донбасса, которые имеют различные повреждения, считаем, что на первом этапе для предварительной оценки их технического состояния, целесообразно выполнить расчеты по «упрощенной схеме».

Список литературы

1. ОДМ 218.3.014-2011. Методика оценки технического состояния мостовых сооружений на автомобильных дорогах. Отраслевой дорожный методический документ : Федеральное дорожное агентство (Росавтодор) : издание официальное : внесен Управлением эксплуатации и сохранности автомобильных дорог Федерального дорожного агентства : издан на основании распоряжения Федерального дорожного агентства от 17.11.2011 № 883-р : введен впервые / Разработан ФГБОУВПО «Московский государственный университет путей сообщения». – Москва, 2013. – 76 с.
2. ДСТУ-Н Б В.2.3-23:2009. Настанова з оцінювання і прогнозування технічного стану автодорожніх мостів : національний стандарт України : видання офіційне : прийнято і надано наказом Мінрегіонбуду України від 11.11.2009 р. № 484 : уведено вперше : дата введення 2009-11-11 / Розроблено Національним транспортним університетом. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. – 53 с.
3. ОДМ 218.4.025-2016. Рекомендации по определению грузоподъемности эксплуатируемых мостовых сооружений на автомобильных дорогах общего пользования. Общая часть. Отраслевой дорожный методический документ : Федеральное дорожное агентство (Росавтодор) : внесен Управлением эксплуатации автомобильных дорог Федерального дорожного агентства Министерства транспорта Российской Федерации : издан на основании распоряжения Федерального дорожного агентства Министерства транспорта Российской Федерации от 09.11.2016 № 2322-р / Разработан ФГБОУВПО «Сибирский государственный университет путей сообщения». – Москва, 2016. – 50 с.

4. Васильев, А. И. Грузоподъемность и долговечность мостовых сооружений / А. И. Васильев. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. – 200 с. – ISBN 978-5-9729-0642-0.
5. Морозова, Л. Н. Пропуск транспортных средств по автодорожным мостам / Л. Н. Морозова, В. В. Пархоменко // Вести Автомобильно-дорожного института = Bulletin of the Automobile and Highway Institute. – 2023. – № 1(44). – С. 30–35.
6. ВСН 32-89. Инструкция по определению грузоподъемности железобетонных балочных пролетных строений эксплуатируемых автодорожных мостов : издание официальное : утверждена Министерством автомобильных дорог РСФСР 22 июля 1988 г. : взамен ВСН 32-78 Минавтодора РСФСР : дата введения 1990-01-01 / разработана совместно с НПО Росдорнии. – Москва : Транспорт, 1991. – 202 с.
7. Морозова, Л. Н. Анализ влияния разрушения поперечного объединения железобетонных балок пролетного строения разрезных мостов на распределение нагрузок / Л. Н. Морозова, В. В. Самосват // Вести Автомобильно-дорожного института. – 2012. – № 2(15). – С. 165–174.

Л. Н. Морозова, В. В. Пархоменко, М. В. Барбашова
Автомобильно-дорожный институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
Оценка грузоподъемности автодорожных мостов Донбасса

Выполнен анализ двух методик определения грузоподъемности автодорожных мостов с учетом в них дефектов и повреждений.

Дан сравнительный анализ этих методик, оценена область применения каждой из методик. Отмечено, что основные положения у методик одинаковы, но имеются некоторые расхождения. Показаны положительные и слабые стороны методик. Расчет грузоподъемности по российской методике имеет более широкий круг вычислений и результаты его используются для более полного обоснования и определения эксплуатационного состояния мостов. Расчет грузоподъемности по украинской методике несколько проще, и результатов расчета недостаточно для полного обоснования и определения эксплуатационного состояния мостов. Оценена возможность использования каждой из методик при определении фактического эксплуатационного состояния автодорожных мостов Донбасса.

АВТОДОРОЖНЫЙ МОСТ: ДЕФЕКТ, ПОВРЕЖДЕНИЕ, ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ, НЕСУЩАЯ СПОСОБНОСТЬ, ЭКСПЛУАТАЦИОННОЕ СОСТОЯНИЕ

L. N. Morozova, V. V. Parkhomenko, M. V. Barbashova
Automobile and Road Institute (Branch) of the Federal State Budget Educational Institution
of Higher Education «Donetsk National Technical University» in Gorlovka
Assessment of the Donbass Road Bridges Load-Carrying Capacity

The analysis of two methods for determining the load-carrying capacity of road bridges, taking into account defects and damages in them, is carried out.

The comparative analysis of these methods is given, the application scope of each method is assessed. It is noted that the main provisions of the methods are the same, but there are some discrepancies. The positive and weak sides of the methods are shown. The calculation of load-bearing capacity using the Russian method has a wider range of calculations and its results are used for a more complete justification and determination of the operational condition of bridges. The calculation of the load-carrying capacity according to the Ukrainian method is somewhat simpler, and the calculation results are not sufficient for the complete justification and determination of the operational condition of the bridges. The possibility of using each of the methods in determining the actual operational condition of the Donbass road bridges is assessed.

ROAD BRIDGE: DEFECT, DAMAGE, LOAD-BEARING CAPACITY, OPERATIONAL CONDITION

Сведения об авторах:

Л. Н. Морозова

Телефон: +7 949 412-71-06

Эл. почта: most_ln@mail.ru

В. В. Пархоменко

Телефон: +7 949 301-98-56

Эл. почта: viktor-parkhomenko88@rambler.ru

М. В. Барбашова

Телефон: +7 949 333-31-00

Эл. почта: illisa_@mail.ru

Статья поступила 18.12.2024

© Л. Н. Морозова, В. В. Пархоменко, М. В. Барбашова, 2024

Рецензент: И. В. Шилин, канд. техн. наук, доц.,

Автомобильно-дорожный институт

(филиал) ДонНТУ в г. Горловка