

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

УДК 625.712.36.012.35-027.45

О. И. ТРУФАНОВА^{1*}, Л. В. ФЕСЬКОВА^{2*}

^{1*} Кафедра «Строительство геотехники и геомеханики», ГБУЗ «Национальный горный университет», пр. Карла Маркса, 19, Днепропетровск, Украина, 49000, тел.+38 (066) 87 19 081, эл. почта olga.trufanova.90@mail.ru, ORCID 0000-0001-8281-0354.

^{2*} Кафедра «Строительство геотехники и геомеханики», ГБУЗ «Национальный горный университет», пр. Карла Маркса, 19, Днепропетровск, Украина, 49000, тел.+38 (063) 59 56 828, эл. почта 380635956828@ua.ru, ORCID 0000-0002-6179-0136.

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА НАДЕЖНОСТЬ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПУТЕПРОВОДОВ

Цель. Целью данной работы является исследование причин неудовлетворительной несущей способности существующих железобетонных конструкций, анализ и структурирование факторов и воздействий окружающей среды влияющих на эксплуатируемые сооружения автодорожных мостов и путепроводов.

Методика. Заключается в анализе нынешнего эксплуатационного состояния железобетонных мостов. В изучении и обобщении техногенных и природно-климатических факторов, воздействующих на их работоспособность в условиях городской застройки. **Результаты.** На основании полученных результатов была приведена характеристика эксплуатационного состояния железобетонных мостов четырех областей Украины с различными типами климата. На основании данных о техническом состоянии железобетонных мостовых сооружений выделены основные особенности и специфика эксплуатации железобетонных конструкций в г. Днепропетровске. **Научная новизна.** Выполнена градация железобетонных мостовых конструкций в зависимости от длительности их эксплуатации. Сравнительный анализ элементов мостовых конструкций по эксплуатационному состоянию показывает, что около 80 % мостов находятся в состояниях 3 и 4. **Практическая значимость.** При управлении техническим состоянием железобетонных мостовых сооружений в г. Днепропетровске необходим учет совместного влияния всех групп факторов и воздействий среды эксплуатации на бетонные конструкции. Для такого учета требуются дальнейшие научные исследования в области методологии оценки работоспособности и надежности подобных сооружений с учетом специфики г. Днепропетровска.

Ключевые слова: надежность в эксплуатации; бетон; прочность; мостовые конструкции; эксплуатационное состояние; коррозия металла

Введение

Дорожная инфраструктура является движущей силой экономического развития государства. Экономическая деятельность страны напрямую зависит от транспортной системы, которая в свою очередь формирует основу местной, региональной, национальной и международной торговли [1].

Автодорожные мосты являются важнейшими составляющими транспортной инфраструктуры Украины и требуют постоянного внимания со стороны государственных органов и направления соответствующих бюджетных ассигнований. В процессе эксплуатации мостовых сооружений происходит ухудшение их

технического состояния, а также снижение функциональных потребительских свойств, к которым относят: грузоподъемность, пропускную способность, безопасность движения, долговечность, а также архитектурную выразительность. Закрытие моста вследствие аварии или необходимости срочного ремонта приводит к значительным экономическим и социальным убыткам.

В наши дни к несущим конструкциям моста предъявляются все более высокие требования вследствие постоянно растущих нагрузок и воздействий:

- повышение временной нагрузки;

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

- воздействия химических веществ (реактивы и прочие активные вещества);
- механические нагрузки;
- динамические нагрузки (более высокая интенсивность движения, усталостная надежность).

Цель

Целью данной работы является исследование причин неудовлетворительной несущей способности существующих железобетонных конструкций, анализ и структурирование влияющих факторов и воздействий окружающей среды на эксплуатируемые сооружения автодорожных мостов и путепроводов.

Методика

Анализ причин аварий мостов в развитых странах ведется на протяжении около 180 лет. Накопленная за этот период информация свидетельствует о том, что разрушение искусственных сооружений, по причинам их вызвавшим, можно объединить в три основные группы. К первой группе, наиболее многочисленной, которая составляет до 60 % от произошедших случаев разрушения мостов, относятся разрушения, которые происходили вследствие катастрофических природных воздействий: землетрясений, оползней, карстовых провалов, статических и пульсационных воздушных потоков и других. Ко второй группе аварий, которая составляет около 30 %, отнесены сооружения, которые получили повреждение или разрушились вследствие ошибок в их проектировании и дефектов, допущенных при строительстве. Около 10 % аварий и повреждений мостов происходит в результате нарушения условий текущей эксплуатации [2].

Большинство существующих железобетонных автодорожных мостов и путепроводов имеют неудовлетворительную несущую способность, по следующим причинам:

- сильная коррозия арматуры;
- изменение временных нагрузок;
- ошибки проектирования;
- изменение строительных норм и правил;
- интенсивное образование дефектов;
- неудовлетворительная сейсмостойкость [3].

Эксплуатационная надежность мостов и путепроводов, как известно, в большой степени определяется статической и динамической гру-

зоподъемностью пролетных строений, их эксплуатационной работоспособностью и долговечностью. Обычно под надежностью понимают отсутствие отказов в работе на протяжении эксплуатационного ресурса, обусловленных любыми причинами конструктивного, строительного или эксплуатационного характера [4, 11].

Применительно к мостовым сооружениям можно говорить о надежности лишь при соблюдении всех технических требований проектирования, строительства и эксплуатации. Кроме того, большое значение имеют гарантированная долговечность пролетного строения, теоретически равная расчетной, и ширина поля рассеяния долговечности, которые характеризуют стабильность качества материалов (составляющих бетона, арматуры), поставляемых предприятиями стройиндустрии. Необходимо иметь в виду, что расчетную долговечность бетона и арматуры определяют по совокупности факторов, как производственных, так и окружающей среды.

На рис. 1 приведена характеристика нынешнего эксплуатационного состояния железобетонных мостов четырех областей Украины с различными типами климата: Черниговская область (северный тип климата), Ивано-Франковская область (горный тип климата), Луганская область (западный тип климата) и Херсонская область (южный тип климата). Данные получены благодаря обследованиям, которые проводились областными службами автомобильных дорог Украины.



Рис. 1. Области с различными типами климата

В статистику включены только те мосты, для которых определены возраст и эксплуатационное состояние.

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

Результаты

Градация железобетонных мостовых конструкций по возрасту дает возможность сделать вывод, что более чем 80 % мостов находятся в возрастном интервале от 21 до 60 лет (рис. 2).

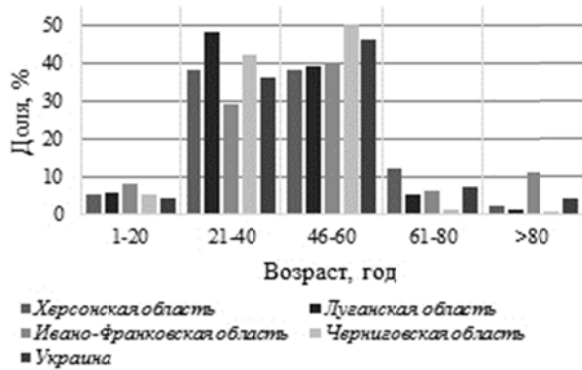


Рис. 2. Сравнительная характеристика железобетонных мостов Украины по возрасту в процентном соотношении

Элементы моста на протяжении жизненного цикла последовательно находятся в одном из пяти эксплуатационных состояний (табл. 1) [5].

Сравнительный анализ элементов мостовых конструкций по эксплуатационному состоянию

показывает, что около 80 % мостов находятся в состояниях 3 и 4 (рис. 3).

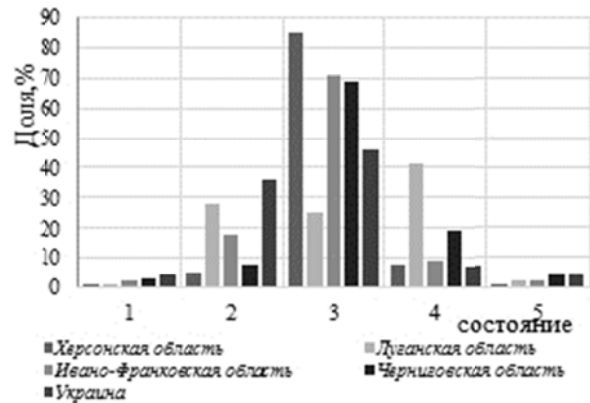


Рис. 3. Сравнительная характеристика железобетонных мостов Украины по эксплуатационному состоянию

В ходе исследования были изучены дефекты и повреждения конструктивных элементов железобетонных мостов и путепроводов, перечень наиболее характерных из них приведен в табл. 2 [6].

Таблица 1

Классификация эксплуатационных состояний мостовых элементов

Эксплуатационное состояние	Наименование эксплуатационного состояния	Обобщенная характеристика состояния
Состояние 1	Исправное	Элемент соответствует всем требованиям проекта и действующих норм эксплуатации
Состояние 2	Ограниченно исправное	Элемент частично не соответствует требованиям проекта, при этом не нарушаются требования ни первой, ни второй групп предельных состояний
Состояние 3	Работоспособное	Элемент частично не соответствует требованиям проекта, при этом не нарушаются требования первой группы предельных состояний. Возможно частичное нарушение требований второй группы предельных состояний, если это не ограничивает нормального функционирования сооружения
Состояние 4	Ограниченно работоспособное	Возможно частичное нарушение требований первой группы предельных состояний. Нарушаются требования второй группы предельных состояний. Сооружение эксплуатируется в ограниченном режиме и требует специального контроля за состоянием его элементов
Состояние 5	Неработоспособное	Элемент не удовлетворяет требованиям первой группы предельных состояний, что указывает на необходимость прекращения эксплуатации сооружения

Таблица 2

Дефекты элементов железобетонных мостовых сооружений

Элемент моста	Дефекты и повреждения
Мостовое полотно	<ul style="list-style-type: none"> - выбоины и неровности покрытия; - трещины в покрытии над деформационными швами закрытого типа; - неудовлетворительное сопряжение покрытия с деформационными швами открытого типа; - нарушение работы гидроизоляции и системы водоотвода; - отсутствие или недостаточная длина водоотводных труб; - несоответствие современным нормам габарита проезда и высоты ограждения
Пролётные строения	<ul style="list-style-type: none"> - сколы и вывалы бетона, разрушение защитного слоя; - поперечные трещины в плите; - продольные трещины вдоль рабочей арматуры; - наклонные трещины в ребре балок; - протечки воды, выщелачивание; - обнажение и коррозия арматуры
Опоры	<ul style="list-style-type: none"> - вертикальные трещины; - разрушение бетона; - протечки воды, выщелачивание; - разрушение расшивки швов облицовки; - обнажение и коррозия арматуры

С учетом всего изложенного, особую обеспокоенность вызывает техническое состояние автодорожных мостов. К тому же неудовлетворительная организация их эксплуатации угрожает безаварийному функционированию сооружений и дорожной сети.

Проведенные исследования свидетельствуют о том, что сочетание высокой влажности воздуха с большими амплитудами температуры оказывает решающее влияние на трещиностойкость, а значит, и на долговечность железобетона [5].

На основании проведенных аналитических исследований работ [5, 7], а также основываясь на данных о техническом состоянии железобетонных мостовых сооружений можно отметить основные особенности и специфику содержания подобных сооружений в нашем городе:

– г. Днепропетровск обладает уникальными географическими, климатическими особенностями и условиями эксплуатации инженерных конструкций, которые должны быть учтены в процессе управления их техническим состоянием;

– в г. Днепропетровске существует значительное число железобетонных мостов и путепроводов, срок службы которых составляет от 60 до 100 лет и значительная часть, из которых, эксплуатируется без капитального ремонта в течение многих лет.

Оценка эксплуатационной надежности таких мостовых сооружений должна быть выполнена особенно ответственно, с учетом всех благоприятных и неблагоприятных факторов городской среды г. Днепропетровска. А также выполнен анализ факторов и воздействий, оказывающих существенное влияние на техническое состояние мостовых сооружений г. Днепропетровска. Факторы, прежде всего влияющие на эксплуатационную надежность железобетонных мостов, приведены на рис. 4 [8].

Выделим группу природно-климатических факторов, как следствие географического расположения г. Днепропетровска на берегу р. Днепр, и техногенных, которые являются результатом жизнедеятельности человека.

Стоит отметить, что здесь приведены далеко не все отрицательно влияющие воздействия, а

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

только наиболее значимые для г. Днепропетровска. Рассмотрим первую группу факторов более подробно.



Рис. 4. Факторы, воздействующие на сооружения

Природно-климатические факторы. В связи с расположением г. Днепропетровска на берегу реки Днепр город обладает ярко выраженным климатом со всеми присущими ему характерными чертами: высокая влажность воздуха, содержание солей в атмосфере, попеременные циклы замораживания и оттаивания бетона. Данные три фактора, как оказывающие наибольшее влияние на состояние городских мостов, рассмотрим далее.

Влажностные воздействия. В Днепропетровске в течение большего периода времени, относительная влажность воздуха составляет от 61 до 89 %. Это означает, что содержание водяных паров в воздухе в эти периоды времени практически максимально относительно возможного уровня.

Отрицательное воздействие повышенной влажности можно охарактеризовать так:

- высокий уровень влажности воздуха замедляет процесс испарения воды (в том числе и с поверхности мостовых сооружений);
- обилие влаги резко увеличивает электрическую проводимость материалов (в частности, это приводит к увеличению скорости протекающей электро-химической коррозии железобетонных конструкций).

Атмосферные осадки в регионе представлены по большей части дождями или снегом. Воздействия избыточной влаги разделим на прямые и косвенные. Прямое воздействие влаги на ухудшение технического состояния железобетонных сооружений можно объяснить двумя причинами.

Во-первых, избыточная влага, в конечном счете, приводит к снижению прочности бетона. Во-вторых, избыточное количество влаги приводит к коррозии арматуры, которая обычно происходит путем окисления ее поверхностных слоев. Вода, проникая сквозь неплотности (поры и т. д.) в бетоне, попадает к арматуре, где и вызывает ее коррозию. При этом продукты коррозии занимают объем, по разным оценкам в 2,5...3,5 раза больший, чем окислившейся металл.

Давление продуктов коррозии на окружающий его бетон приводит к образованию трещин вдоль стержней, способствующих еще большему притоку воды к зоне коррозии. Помимо этого, нарушается сцепление арматуры с бетоном. Опасность этого состоит в том, что тем самым вызывается еще более интенсивный процесс трещинообразования в бетоне. Существуют исследования, которые показывают, что даже незначительное уменьшение диаметра арматуры (на 0,05...0,1 d) достаточно, чтобы в защитном слое толщиной 2...3 см образовалась сквозная трещина [9].

Повышенное содержание солей в атмосфере. На территории Днепропетровской области расположено 465 предприятий, отчитываются перед органами Госкомстата Украины по форме № 2-ТП (воздух), выбросы вредных веществ в атмосферу от них в 2012 году составили 961,947 тыс. т, что на 11,6 тыс. т (1,2 %) больше, чем в 2011 году.

В составе выброшенных загрязняющих веществ оксиды углерода составляют 358,069 тыс. т, диоксиды и другие соединения серы – 258,547 тыс. т, вещества в виде взвешенных твердых частиц – 126,512 тыс. т, метан – 131,162 тыс. т; соединения азота – 59,71 тыс. т, металлы и их соединения – 16,658 тыс. т и т.д.

В суммарном количестве загрязняющих веществ, попавших в атмосферу, выбросы метана и оксида азота, которые принадлежат к парниковым газам, составили 131,2 тыс. т (13,6 %) и 6,1 тыс. т (0,6 %) соответственно. Кроме того, по отчетный период в атмосферу поступило 34600000 т диоксида углерода.

В среднем одним предприятием области за 2012 год выброшено в атмосферу 2068,7 т загрязняющих веществ, что на 116,1 т меньше против 2011 года [7].

Таким образом, анализ состояния атмосферного воздуха Днепропетровской области свиде-

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

тельствует о значительном его загрязнении неорганическими и органическими веществами, концентрация которых в ряде случаев превышает предельно допустимую. Сложившиеся условия вызывают существенные отрицательные влияния на техническое состояние железобетонных искусственных сооружений в силу того, что соли и кислоты в результате их испарения и разбрызгивания, конденсируются на все возможные поверхности, в том числе и на конструкции мостовых сооружений. Там эти соли аккумулируются в значительных количествах. При увлажнении, в железобетонных элементах протекают различные химические реакции, в результате чего приходится наблюдать коррозию бетона и арматуры. Кроме вышесказанных коррозионных повреждений бетона при наличии микроорганизмов возможно протекание биологической коррозии, при которой грибки, бактерии и некоторые водоросли попадая в бетонный камень разрушают структуру материала [8, 10].

Совместное влияние факторов и воздействий среды. В реальных условиях эксплуатации мостовые сооружения Днепропетровской области оказываются под влиянием сразу нескольких факторов. Например, бетон конструкций может находиться в контакте с растворами солей разной концентрации и вида. При этом понижение точки замерзания соленой воды создает температурный перепад по высоте сечения плиты, и в поверхностном слое бетона возникают значительные растягивающие напряжения. Замерзание соленой воды в порах более глубоких слоев бетона вызывает отслаивание верхнего слоя, что способствует более интенсивному ржавлению арматуры [12].

Если же говорить и об учете техногенных факторов, среди которых – постоянно возрастающая по величине и интенсивности обращающаяся нагрузка; сложившаяся радиально-кольцевая структура городских магистралей; прохождение по региону транспортных коридоров; применение в качестве антиобледенителей смеси песка и соли; ошибки проектировщиков; некачественное строительство; то получается колоссальный набор факторов и воздействий на техническое состояние эксплуатируемых мостовых сооружений (рис. 5).



Рис. 5. Совместное влияние факторов и воздействий среды на эксплуатируемые сооружения

Выводы

В связи с возрастанием интенсивности транспортного потока, как в г. Днепропетровске, так и в других больших городах Украины, наблюдается большая «усталость» существующих дорог и мостов, что ведет к их разрушению. Также, прогнозирование долговечности элементов железобетонных конструкций не учитывает влияние температурно-влажностных климатических воздействий в совокупности с силовыми.

При управлении техническим состоянием железобетонных мостовых сооружений в городе Днепропетровск необходим учет совместного влияния всех групп факторов и воздействий среды эксплуатации на конкретное сооружение. Для такого учета требуются дальнейшие научные исследования в области методологии оценки и разработки систем управления подобных сооружений с учетом специфики г. Днепропетровска.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Zavadskas E. Multi-attribute decision-making methods for assessment of quality in bridges and road construction: state-of-the-art surveys. The baltic journal of road and bridge engineering, 2008, no 5, 152 p. Available at: URL: www.researchgate.net/profile/Emnas_Zavadskas/publication/238190173_Multi-attribute_decision-making_metods_for_assesment_of_quaity_in_brid

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

- ges_and_road_construction_State-of-the-art_sureys/li7nks/02e7e53e541e217ad8000000.pdf
2. Мирошник, В. А. Проблемы аварийности мостовых конструкций [Текст] / В. А. Мирошник, С. В. Ключник, М. К. Журбенко // Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика : зб. наук. праць Дніпропетр. нац. ун-ту заліз. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпропетровськ, 2012. – Вип. 1. – С. 55-59.
 3. Munoz E., David G. Analysis of the evolution of damage in the bridges of Colombia. *Revista Ingeniería de Construcción*, 2013, Vol. 28, no 1, pp. 37-62. Available at: URL: http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-50732013000100003&script=sci_arttext&tlng=en.
 4. Nowak A. S. System reliability models for bridge structures. *Bulletin of the polish academy of sciences technical sciences*, 2004, 321 p. Available at: URL: [http://bulletin.pan.pl/\(52-4\)321.pdf](http://bulletin.pan.pl/(52-4)321.pdf)
 5. Карапетов, Э. С. Проблемы эксплуатации мостовых сооружений Украины [Текст] / Э. С. Карапетов, Д. А. Шестовицкий // Дорогами СНГ. – Москва, 2014. – С. 27-31.
 6. Карапетов, Э. С. История развития мостового хозяйства Санкт-Петербурга: проблемы эксплуатации городских мостовых сооружений [Текст]. / Э. С. Карапетов. – Санкт-Петербург : ЦТИ «Техинформ», 2010. – 32 с.
 7. Региональный доклад про состояние окружающей среды в Днепропетровской области за 2012 год. [Текст] // Днепропетровская областная государственная администрация. – 2013. – С. 2-11.
 8. Белый, А. А. Об эксплуатации железобетонных мостовых путепроводов Санкт-Петербурга [Текст] / А. А. Белый // Актуальные проблемы современного строительства : тез. 61 междунар. науч.-техн. конф. молодых ученых / Федеральное агентство по образованию, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. – Санкт-Петербург : ПГУПС, 2008 – С. 12-19.
 9. Пузанов, А. В. Методы обследования коррозионного состояния арматуры железобетонных конструкций [Текст] / А. В. Пузанов, А. В. Улыбин // Инженерно-строительный журнал. – 2011. – № 7. – С. 17-23.
 10. Соломка, В. И. Химическая и биологическая коррозия бетона и ее последствия для железобетонных конструкций мостов [Текст] / В. И. Соломка // Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика : зб. наук. праць Дніпропетр. нац. ун-ту заліз. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпропетровськ, 2013. – Вип. 4 – С. 107-112.
 11. Hale, G Bridge to reliability. 2015. 66 p. – Available at: URL: <https://www.honeywellprocess.com/library/marketing/article-reprints/bridge-to-reliability-and-remote-monitoring.pdf>.
 12. Иванова, А. П. Анализ и перспективы применения эффективных ресурсосберегающих технологий в производстве бетона [Текст] / А. П. Иванова, О. И. Труфанова // Наука та прогрес трансп. : Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту заліз. трансп. – Дніпропетровськ, 2014. – Вип. 5 – С. 150-156.

О. І. ТРУФАНОВА^{1*}, Л. В. ФЕСЬКОВА^{2*}

^{1*} Кафедра «Будівництво геотехніки і геомеханіки», ДВНЗ «Національний гірничий університет», пр. Карла Маркса, 19, Дніпропетровськ, Україна, 49000, тел. + 38 (066) 87 19 081, ел. пошта olga.trufanova.90@mail.ru, ORCID 0000-0001-8281-0354.

^{2*} Кафедра «Будівництво геотехніки і геомеханіки», ДВНЗ «Національний гірничий університет», пр. Карла Маркса, 19, Дніпропетровськ, Україна, 49000, тел. + 38 (063) 59 56 828, ел. пошта 380635956828@ua.ru, ORCID 0000-0002-6179-0136.

АНАЛІЗ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА НАДІЙНІСТЬ ТА ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ШЛЯХОПРОВІДІВ

Мета. Метою даної роботи є дослідження причин незадовільної несучої здатності існуючих залізобетонних конструкцій, аналіз і структурування факторів і впливів навколишнього середовища, що впливають на споруди автодорожніх мостів і шляхопроводів, які знаходяться в експлуатації. **Методика.** Полягає в аналізі нинішнього експлуатаційного стану залізобетонних мостів. У вивченні і узагальненні техногенних і природно-кліматичних факторів, що впливають на їх працездатність в умовах міської забудови. **Результати.** На підставі отриманих результатів приведена характеристика експлуатаційного стану залізобетонних мостів чотирьох областей України з різними типами клімату. На підставі даних про технічний стан залізобетонних мостових споруд виділені основні особливості і специфіка експлуатації залізобетонних конструкцій в м. Дніпропетровську. **Наукова новизна.** Виконана градація залізобетонних мостових конструкцій в залежності від тривалості їх експлуатації. Порівняльний аналіз елементів мостових конструкцій з експлуатаційно-

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

го стану показує, що близько 80 % мостів знаходяться в станах 3 і 4. **Практична значимість.** При управлінні технічним станом залізобетонних мостових споруд в м. Дніпропетровську необхідний облік спільного впливу всіх груп факторів і впливів середовища експлуатації на бетонні конструкції. Для такого обліку потрібні подальші наукові дослідження в області методології оцінки працездатності і надійності подібних споруд з урахуванням специфіки м. Дніпропетровська.

Ключові слова: надійність в експлуатації; бетон; міцність; мостові конструкції; експлуатаційний стан; корозія металу

O. I. TRUFANOVA^{1*}, L. V. FESKOVA^{2*}

^{1*} Building and Geomechanics Department, National Mining University, 19, Karl Marx Avenue, Dnipropetrovsk, Ukraine, 49000, tel. +38 (066) 87 19 081, e-mail olga.trufanova.90@mail.ru, ORCID 0000-0001-8281-0354

^{2*} Building and Geomechanics Department, National Mining University, 19, Karl Marx Avenue, Dnipropetrovsk, Ukraine, 49000, tel. +38 (063) 59 56 828, e-mail 380635956828@ya.ru, ORCID 0000-0002-6179-0136

ANALYSIS AND APPLICATION PROSPECTS EFFECTIVE RESOURCE SAVING TECHNOLOGIES IN CONCRETE

Purpose. The purpose of this work is to study of reasons of unsatisfactory bearing capacity of existing reinforced concrete structures, analysis and structuring factors and environmental influences influencing the exploited structures of highway bridges and overpasses. **Methodology.** Consists in the analysis of the present operational condition concrete bridges. In the study and synthesis of technological and climatic factors affecting their operability in urban areas **Findings.** Based on these results it was given characteristics of the operational status of reinforced concrete bridges four Ukrainian regions with different types of climate. Based on the data on the technical condition of concrete bridges highlights the main features and specific operation of reinforced concrete structures in Dnepropetrovsk. **Originality.** Performed gradation reinforced concrete bridge constructions con depending on the duration of their operation. Comparative analysis of the elements of bridge structures on the operational status shows that about 80 % of bridges are in states 3 and 4. **Practical value.** In managing the technical condition of reinforced concrete bridges in the city of Dnepropetrovsk must take into account the joint effect of all the factors and groups will repay Business Plan environment operating on concrete structures. For such integration requires further research in the field of methodologies for assessing the performance and reliability of such facilities, taking into account the specifics of Dnepropetrovsk.

Keywords: operational dependability; concrete; strength; bridge structures; operational status; reinforcement corrosion

REFERENCES

1. Zavadskas E. Multi-attribute decision-making methods for assessment of quality in bridges and road construction: state-of-the-art surveys. *The baltic journal of road and bridge engineering*, 2008, no 5, 152 p. Available at: URL: www.researchgate.net/profile/Emnas_Zavadskas/publication/238190173_Multi-attribute_decision-making_methods_for_assesment_of_quaity_in_bridges_and_road_construction_State-of-the-art_sureys/li7nks/02e7e53c541c217ad8000000.pdf/
2. Miroshnik V. A., Klyuchnik S. V., Zhurbenko M. K. Problemy avariynosti mostovykh konstruksiy [Problems accidents bridge structures]. *Zbirnyk naukovykh prats Dnipropetrovskoho natsionalnoho universytetu zaliznychnoho transportu imeni akademika V. Lazaryana "Mosty ta tuneli: teoriya, doslidzhennya, praktyka"* [Proc. of Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan "Bridges and tunnels: Theory, Research, Practice"]. Dnipropetrovsk, 2012, issue 1, pp. 55-59.
3. Munoz E., David G. *Analysis of the evolution of damage in the bridges of Colombia*. Revista Ingeniería de Construcción, 2013, Vol. 28, no 1, pp. 37-62. Available at: URL: http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-50732013000100003&script=sci_arttext&tlng=en.
4. Nowak A. S. System reliability models for bridge structures. *Bulletin of the polish academy of sciences technical sciences*, 2004, 321 p. Available at: URL: [http://bulletin.pan.pl/\(52-4\)321.pdf](http://bulletin.pan.pl/(52-4)321.pdf).
5. Karapetov E. S., Shestovitskiy D. A. Problemy ekspluatatsii mostovykh sooruzheniy Ukrainy [Problems of operation of bridges in Ukraine]. *Dorogami SNG – Roads of the CIS*, 2014, pp. 27-31.

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

6. Karapetov E. S. *Istoriya razvitiya mostovogo khozyaystva Sankt-Peterburga: problemy ekspluatatsii gorodskikh mostovykh sooruzheniy* [The history of the bridge economic development of St. Petersburg: the problem of exploitation-tion of urban bridges]. St. Petersburg, Tekhinform Publ., 2010. 32 p.
7. *Regionalnyy doklad pro sostoyanie okruzhayushchey sredy v Dnepropetrovskoy oblasti za 2012 god* [Regional report about the state of the environment in the Dnipropetrovsk region for the year 2012]. Dnipropetrovsk regional state administration, 2013, pp. 2-11.
8. Belyy A. A. Ob ekspluatatsii zhelezobetonnykh mostovykh puteprovodov Sankt-Peterburga [On operation reinforced concrete bridge overpasses St Petersburg]. *Tezisy 61 mezhdunaodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii molodykh uchenykh "Aktualnye problemy sovremennogo stroitelstva"*. [Proc. of the 61st Int. International Scientific and Practical Conf. "Actual problems of modern construction"]. St. Petersburg, 2008, pp. 12-19.
9. Puzanov A. V., Ulybin A. V. Metody obsledovaniya korrozionnogo sostoyaniya armatury zhelezobetonnykh konstruksiy [Methods of examination of the state of corrosion of reinforcement concrete constructions]. *Engineering and Construction Journal*, 2011, no 7, pp. 17-23.
10. *Zbirnyk naukovykh prats Dnepropetrovskoho natsionalnoho universytetu zaliznychnoho transportu imeni akademika V. Lazaryana "Mosty ta tuneli: teoriya, doslidzhennya, praktyka"* [Proc. of Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan "Bridges and tunnels: Theory, Research, Practice"], 2013, issue 4, pp. 107-112.
11. Hale, G *Bridge to reliability*. 2015. 66 p. – Available at: URL: <https://www.honeywellprocess.com/library/marketing/article-reprints/bridge-to-reliability-and-remote-monitoring.pdf>.
12. Ivanova A. P., Trufanova O. I. Analiz i perspektivy primeneniya effektivnykh resursosberegayushchikh tekhnologiy v proizvodstve betona [Analysis and application prospects of effective resources –saving technologies in concrete manufacture]. *Visnyk Dnepropetrovskoho natsionalnoho universytetu zaliznychnoho transportu imeni akademika V. Lazaryana "Nauka ta prohres transport"* [Bulletin of Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan "Science and transport progress"]. 2014, issue 5, pp. 150-156.

Статья рекомендована к публикации д.т.н., проф. О. Н. Шашенко (Украина), д.т.н., проф. В. Д. Петренко (Украина).

Поступила в редколлегию 09.09.2015.

Принята к печати 28.09.2015.