

УДК 624.21

**Д. И. БОРОДАЙ, И. В. КАНДАЕВА, С. С. АЛЮК, Д. С. НАУМЕНКО, А. С. ЧМЫРЬ**  
Донбасская национальная академия строительства и архитектуры**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТИПА ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ  
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ АВТОДОРОЖНЫХ МОСТОВ НА ИХ  
ДОЛГОВЕЧНОСТЬ**

Выполнен анализ технического состояния и долговечности железобетонных автодорожных мостов Украины по критерию технологии строительства на основании данных Аналитической экспертной системы управления мостами Укравтодора. Показано влияние типа пролетного строения мостов по технологии строительства на их долговечность. Установлена недостаточная фактическая долговечность пролетных строений. Проанализированы результаты исследования.

**автодорожный мост, пролетное строение, монолитный железобетон, сборный железобетон, долговечность, срок службы**

**ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ**

Анализ технического состояния автодорожных мостов Украины детально рассмотрен в ряде работ [1–3], в которых указывается, что фактический срок службы железобетонных конструкций мостов составляет 25–30 лет и не соответствует потенциальным возможностям железобетона как материала. Основными причинами недостаточного срока службы является коррозия арматуры (40 % случаев) и бетона (65 % случаев). В России на дорогах общей сети 22 % мостов находятся в неудовлетворительном и в аварийном состоянии [4]. При этом средний срок службы российских мостов до ремонта составляет 30–40 лет [5]. Из 6,5 тысяч мостов Республики Беларусь 40 % не соответствуют современным нормативным требованиям по причине быстрого разрушения мостовых конструкций вследствие активной солевой коррозии бетона и металла [6]. Долговечность железобетонных мостов находится в пределах 35–40 лет.

Данные о техническом состоянии железобетонных мостов некоторых Европейских стран (табл. 1) свидетельствуют о существенных проблемах в обеспечении требуемого ресурса мостов даже в случае функционирования специализированных систем управления мостами.

Таким образом, проблема недостаточной долговечности железобетонных мостов является актуальной как для стран с развивающейся экономикой, где наблюдается недостаточный объем финансирования ремонтно-эксплуатационных мероприятий, так и для развитых стран с большими объемами финансирования.

Существует большое количество факторов, определяющих интенсивность процесса износа мостов. Идентификация этих факторов и количественная оценка их влияния на ресурс сооружений позволит уточнять параметры моделей прогноза долговечности автодорожных мостов, необходимых для эффективного функционирования систем управления мостами.

Рассматривая сборную и монолитную технологии возведения мостов из железобетона и учитывая наличие как достоинств, так и недостатков у каждой из них, логично было бы предположить, что данный параметр оказывает влияние на долговечность сооружений и должен быть оценен количественно на основании имеющихся сведений о техническом состоянии эксплуатируемых мостов с целью использования полученных результатов исследования при оценке ресурса.

**Таблица 1** – Техническое состояние мостов в некоторых Европейских странах [7]

Страна	Количество мостов на государственных дорогах, шт.	Доля железобетонных мостов, %	Доля железобетонных мостов в неудовлетворительном состоянии, %
Великобритания	9 515	71	30
Франция	21 549	62	14
Германия	34 824	92	37
Норвегия	9 163	75	46
Словения	1 761	87	15

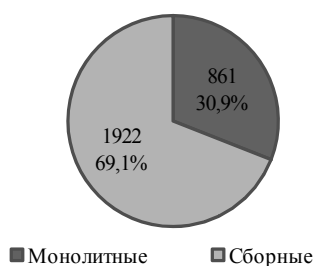
**Целью работы** является анализ влияния типа пролетного строения по технологии строительства на долговечность автодорожных мостов, что позволит учитывать при прогнозе ресурса мостов этот параметр.

### ОЦЕНКА ДОЛГОВЕЧНОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ АВТОДОРОЖНЫХ МОСТОВ УКРАИНЫ ПО ДАННЫМ АЭСУМ

Выполненный в работе анализ технического состояния железобетонных автодорожных мостов Украины основывается на данных, полученных из Аналитической экспертной системы управления мостами (АЭСУМ) Укравтодора.

Оценка технического состояния пролетных строений мостов в АЭСУМ осуществляется согласно требованиям нормативного документа ДСТУ-Н Б В.2.3-23:2009 «Настанова з оцінювання і прогнозування технічного стану автодорожніх мостів» [8]. База данных АЭСУМ содержит информацию о 16 201 автодорожном мосте на дорогах государственного и местного значения. Из них 3 966 имеют полную техническую характеристику и данные по эксплуатационному состоянию и истории содержания.

Объектом исследования является выборка железобетонных мостов в количестве 2 783 ед. Анализ представленной выборки свидетельствует о том, что в ней по типу железобетона преобладают сборные конструкции пролетного строения (69 %), получившие широкое распространение с середины 50-х годов XX века во время интенсивного формирования дорожной сети Украины (рис. 1). Было выполнено статистическое исследование вариационных рядов сроков службы, которое заключалось в распределении элементов выборки по группам (табл. 2), соответствующим определённому эксплуатационному состоянию и определении следующих статистических оценок (табл. 3): математическое ожидание; медиана; среднее квадратичное отклонение; дисперсия.

**Рисунок 1** – Распределение мостов выборки по типу железобетона.**Таблица 2** – Распределение мостов по эксплуатационным состояниям в зависимости от типа пролетного строения по технологии строительства

Тип конструкции	Эксплуатационное состояние			
	Состояние 2	Состояние 3	Состояние 4	Состояние 5
Монолитные, ед.	85	463	233	80
Сборные, ед.	308	859	557	198
Всего	393	1 322	790	278

**Таблица 3** – Статистические оценки сроков службы железобетонных автодорожных мостов в зависимости от типа пролетного строения по технологии строительства

	Медиана, лет	Математическое ожидание, $\mu$ , лет	Среднее квадратичное отклонение, $\sigma$ , лет	Дисперсия, $D$ , лет <sup>2</sup>	Объем выборки $n$ , ед.
Состояние 2					
Монолитные	46	41	18	342	85
Сборные	35	35	15	229	308
Состояние 3					
Монолитные	51	52	16	249	463
Сборные	41	41	16	252	859
Состояние 4					
Монолитные	52	52	13	166	233
Сборные	44	43	14	188	557
Состояние 5					
Монолитные	50	50	7	53	80
Сборные	46	45	12	142	198

Анализ результатов исследования свидетельствует о том, что мосты, построенные из монолитного железобетона, имеют долговечность на 6–10 лет больше, чем мосты, построенные из сборного железобетона. Однако средний срок службы как монолитных мостов (52 года), так и сборных (43 года) значительно меньше нормативного (70–10 лет).

### ВЫВОДЫ

Опыт эксплуатации свидетельствует о том, что мосты из монолитного железобетона обычно имеют достаточные резервы несущей способности и отличаются большей долговечностью. В свою очередь, типовые сборные элементы пролетных строений, изготовленные в заводских условиях, отличаются лучшим качеством исполнения. Однако наличие большого количества недолговечных стыков в сборных и сборно-монолитных конструкциях, а также недолговечная конструкция проезжей части определяют худшее техническое состояние по сравнению с мостами из монолитного железобетона. Результаты исследования подтверждают большую долговечность пролетных строений из монолитного железобетона. Сроки службы таких конструкций на 6–10 лет дольше, чем сборных.

Таким образом, анализ фактического эксплуатационного состояния выборки железобетонных автодорожных мостов подтверждает предположение о влиянии параметра типа железобетона по технологии строительства на долговечность транспортных сооружений. Полученные результаты исследования могут быть использованы при уточнении параметров моделей прогноза ресурса элементов мостов, например, путем введения соответствующих научно обоснованных коэффициентов, учитывающих влияние типа железобетона по технологии строительства на долговечность элемента.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коваль, П. М. Вдосконалення системи утримання автодорожніх мостів України [Текст] / П. М. Коваль // Дороги і мости : зб. наук. пр. / Держ. служба автомоб. доріг України (Укравтодор), Держ. дор. НДІ ім. М. П. Шульгіна. – К. : ДерждорНДІ, 2009. – Вип. 11. – С. 133–145.
2. Лантух-Лященко, А. І. До питання про створення національної системи експлуатації мостів [Текст] / А. І. Лантух-Лященко, П. М. Коваль // Діагностика, довговічність та регенерація мостів і будівельних конструкцій із застосуванням сучасних технологій та матеріалів : зб. наук. пр. – Львів : Каменярь, 1998. – Вип. 1. – С. 70–76.
3. Мости: конструкції та надійність [Текст] / [Й. Й. Лучко, П. М. Коваль, М. М. Корнієв та ін.]; за ред. В. В. Панасюка і Й. Й. Лучка. – Львів : Каменярь, 2005. – 989 с.
4. Управление состоянием мостовых сооружений на федеральной сети автомобильных дорог России [Текст] : Обзор. информ. / Федеральное государственное унитарное предприятие «Информационный центр по автомобильным дорогам». – М., 2007. – 96 с. – (Автомобильные дороги и мосты / ФГУП «ИНФОРМАВТОДОР»; Вып. 2).
5. Васильев, А. И. Вероятностная оценка остаточного ресурса физического срока службы железобетонных мостов [Текст] / А. И. Васильев // Труды ЦНИИС. Проблемы нормирования и исследования потребительских свойств мостов / Под ред. канд. техн. наук А. И. Васильева. – М. : ЦНИИС, 2002. – Вып. 208. – С. 101–120.

6. Бусел, А. В. Управление зимним содержанием мостов и их защита от солевой коррозии [Текст] / А. В. Бусел, Е. В. Вольский, С. Е. Исаков // Дороги і мости : зб. наук. пр. / Держ. Служба авт. доріг України (Укравтодор), Держ. дор. НДІ ім. М. П. Шульгіна. – К. : ДерждорНДІ, 2008. – Вип. 10. – С. 51–53.
7. Daly, A. F. BRIME Deliverable D11: Modelling of deterioration in bridges. 1st draft [Текст] / A. F. Daly. – [S. l. : s. n.], 1999. – 72 p.
8. ДСТУ-Н Б В.2.3-23:2009. Настанова з оцінювання і прогнозування технічного стану автодорожніх мостів [Текст]. – На заміну ВБН В.3.1-218-174-2002 ; чинний від 2010-03-01. – К. : Мінрегіонбуд України, 2009. – 49 с. – (Національний стандарт України).

Получено 05.01.2016

Д. І. БОРОДАЙ, І. В. КАНДАЄВА, С. С. АЛЮК, Д. С. НАУМЕНКО, А. С. ЧМИР  
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТИПУ ПРОГОНОВИХ БУДОВ  
ЗАЛІЗОБЕТОННИХ АВТОДОРОЖНІХ МОСТІВ НА ЇХНЮ  
ДОВГОВІЧНІСТЬ  
Донбаська національна академія будівництва і архітектури

Виконано аналіз технічного стану та довговічності залізобетонних автодорожніх мостів України за критерієм технології будівництва на підставі даних Аналітичної експертної системи управління мостами Укравтодору. Показано вплив типу прогонової будови мостів за технологією будівництва на їхню довговічність. Встановлено недостатню фактичну довговічність прогонових будов. Проаналізовано результати дослідження.

**автодорожній міст, прогонова будова, монолітний залізобетон, збірний залізобетон, довговічність, термін служби**

DENIS BORODAY, IRYNA KANDAIEVA, SERGEY ALUK, DENIS NAUMENKO,  
ALINA CHMYR  
INVESTIGATION OF THE EFFECT THE TYPE OF SPANS OF CONCRETE  
HIGHWAY BRIDGES ON DURABILITY  
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

The analysis of the technical condition and durability of concrete highway bridges in Ukraine according to the criterion of construction technology on the basis of analytical expert bridge management system Ukravtodor has been carried out. The effect of the type of bridge spans on the building technology on durability has been shown. Insufficient actual durability superstructures has been found out. The research results have been analyzed.

**highway bridge, superstructure, reinforced concrete, precast concrete, durability, service life**

**Бородай Денис Ігорович** – кандидат технічних наук, доцент кафедри автомобільних доріг і аеродромів Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: надійність та довговічність транспортних споруд.

**Кандаєва Ірина Василівна** – магістрант, майстер виробничого навчання кафедри автомобільних доріг і аеродромів Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: інноваційні технології ремонту та реконструкції мостів.

**Алюк Сергій Сергійович** – магістрант кафедри автомобільних доріг і аеродромів Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: інноваційні технології ремонту та реконструкції мостів.

**Науменко Денис Сергійович** – магістрант кафедри автомобільних доріг і аеродромів Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: інноваційні технології ремонту та реконструкції мостів.

**Чмир Аліна Сергіївна** – магістрант кафедри автомобільних доріг і аеродромів Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: інноваційні технології ремонту та реконструкції мостів.

**Бородай Денис Ігорович** – кандидат технических наук, доцент кафедры автомобильных дорог и аэродромов Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: надежность и долговечность транспортных сооружений.

**Кандаева Ирина Васильевна** – магистрант, мастер производственного обучения кафедры автомобильных дорог и аэродромов Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: инновационные технологии ремонта и реконструкции мостов.

**Алюк Сергей Сергеевич** – магистрант кафедры автомобильных дорог и аэродромов Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: инновационные технологии ремонта и реконструкции мостов.

**Науменко Денис Сергеевич** – магистрант кафедры автомобильных дорог и аэродромов Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: инновационные технологии ремонта и реконструкции мостов.

**Чмырь Алина Сергеевна** – магистрант кафедры автомобильных дорог и аэродромов Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: инновационные технологии ремонта и реконструкции мостов.

**Boroday Denis** – Ph.D. (Eng.), Associate Professor, Highways and Air Fields Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: reliability and durability of transport constructions.

**Kandaieva Iryna** – master student, master of industrial training, Highways and Air Fields Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: innovative technology of bridge repair and reconstruction.

**Aluk Sergey** – graduate student, Highways and Air Fields Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: innovative technology of bridge repair and reconstruction.

**Naumenko Denis** – graduate student, Highways and Air Fields Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: innovative technology of bridge repair and reconstruction.

**Chmyr Alina** – graduate student, Highways and Air Fields Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: innovative technology of bridge repair and reconstruction.