

УДК 539.3

*А. А. ПОДДУБНЫЙ, кандидат физико-математических наук, А. В. ЯРОВАЯ, доктор физико-математических наук, Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

## МОНИТОРИНГ ПРИМЕНЕНИЯ БЫСТРОВЗВОДИМЫХ МОСТОВ И ПЕРЕПРАВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Приведена краткая характеристика быстровозводимых мостов, временных мостовых сооружений и обоснована необходимость их применения в экстремальных условиях (стихийных бедствиях, техногенных катастрофах и т. п.). Представлен анализ современных сборно-разборных конструкций мостов и переправ.

**М**остовой переход (мост) является сложным инженерным сооружением, состоящим из отдельных объектов (опор, пролетных строений, эстакад, подходов насыпей и т. д.), капитальный ремонт или новое строительство которых требует значительного времени, что определено требованиями безопасности к данному виду коммуникациям. Необходимо отметить, что «фактор времени» строительства мостового перехода может быть приоритетным, особенно при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций (наводнений, природных и техногенных катастроф и т. п.), когда происходит его разрушение и необходимо в кратчайшие сроки восстановить его или построить новое сооружение, а также оказать помощь пострадавшим районам, количество которых в результате паводков и стихийных бедствий постоянно увеличивается.

Республика Беларусь имеет значительные водные ресурсы, разнообразие рельефов местности, поэтому подвержена опасным стихийным гидрологическим явлениям: паводкам, половодьям, наводнениям, заторам во время ледохода. Наводнения наблюдаются каждый год на территории страны и занимают первое место в ряду стихийных бедствий по повторяемости и площади распространения. В многоводные годы водность рек может увеличиваться на 30 %. Половодье на юго-западе Республики Беларусь начинается в первой половине марта, на юго-востоке – в конце марта – начале апреля и продолжается от 30 до 120 дней. На крупных реках половодье может затягиваться до 2–2,5 месяцев. При этом подъем воды в белорусских реках всегда идет более быстрыми темпами, чем ее спад и продолжается в среднем 14–20 суток, а спад – около 30–40 суток. Особенно затягивается спад в центральной части Полесья – до конца мая – начала июня, постепенно переходя в летние паводки. Так, весной 2018 года на территории Беларуси зафиксированы сильные паводки во многих областях страны. При этом особенно выделяются пять районов Гомельской области (Петриковский, Мозырский, Житковичский, Ветковский и Гомельский), в Минской области отмечено более полусотни подтоплений, а в Столбцовском районе выход воды из некоторых рек превысил 15 м. Помимо этого в Гродненской области смыло мост через реку Неман и паводок разрушил большую часть 70-метровой переправы. В результате внезапного ледохода практически уничтожен деревянный мост, соединявший прибрежную д. Корытница с районным центром.

Причиной данных природных катаклизмов стало глобальное потепление на планете. При этом следует учитывать, можно сказать, «возрастные проблемы» мо-

стов, построенных в XX веке и не рассчитанных на современные условия их эксплуатации при изменившемся температурном режиме, который отличает резкий перепад, например с 16 до 31 °С. Так, максимальный вес большегрузного автомобиля в конце XX века составлял 18 т, а современный автопоезд весит 60 т, и к этому обстоятельству необходимо добавить поток легковых автомобилей, количество которых выросло в сотни раз за истекший период и, как следствие, оказало значительное влияние на долговечность конструкций мостов, многие из которых находятся в аварийном состоянии, что подтверждается последствиями Житковичской чрезвычайной ситуации, когда полотно проезжей части просело примерно на полметра по всей его ширине и на стыке образовался поперечный разлом шириной 5 см. Данный случай не единственный, таких типовых мостов, построенных в 1980-е годы, в стране пять, из них два находятся в Гомельской области, два – в Могилевской и один – в Витебской. При этом в Гомельской области они наиболее длинные и, как оказалось, наиболее проблемные (рисунок 1).

а)



б)

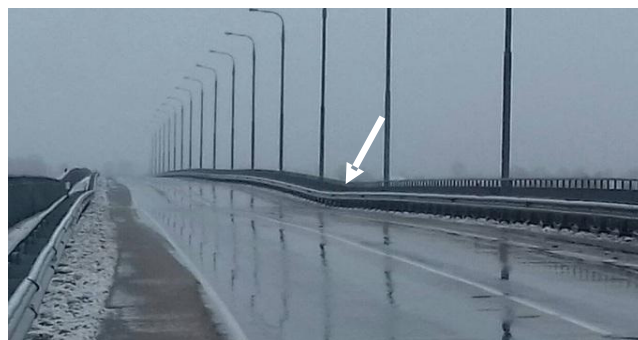


Рисунок 1 – Повреждение железобетонного коробчатого пролетного строения автодорожного моста через реку Припять между г. п. Житковичи и Туров:  
а – трещина (вид снаружи); б – трещина (внутри моста)

Как видно из рисунка 1, на мосту имеются трещины, которые являются признаками разрушения опорной поверхности под двумя крайними пролетными строениями. Отличительной особенностью конструкции мостов этого типа является армирующая функция натягивающих стальных тросов внутри бетонного основания. Однако, как выяснилось сегодня, полости, в которых находились тросы и натягивающие их элементы, не были заполнены бетоном, что привело к попаданию туда влаги и, как следствие, вызвало коррозию металла. Мониторинг показал, что в контрольных зонах повреждены от 30 до 40 % тросов. Помимо этого выявлены наиболее часто встречающиеся дефекты железобетонных мостов, проявляющиеся в виде трещин (таблица 1).

Таблица 1 – Краткая характеристика видов трещин

Виды трещин	Причина появления	Опасность проявления
Вертикальные (температурные)	Заклинивание подвижных опорных частей	Ослабление соединения опорной части и пролетного строения
Вертикальные силовые в растянутых зонах	Образование растянутых и изгибаемых элементов в обычной арматуре	Ржавление рабочей арматуры (более 0,2 мм в агрессивной среде и более 0,3 мм в неагрессивной)
Усадочные	Недостаточный уход за бетоном в процессе его твердения (образование мелкой сетки с раскрытием до 0,2 мм)	Задержание влаги и разрушение защитного слоя бетона
Наклонные (ошибка армирования на стадии расчета)	Образование в приопорных участках растягивающих, усадочных и температурных напряжений	Снижение несущей способности, недостаточная трещиностойкость конструкции
Продольные между плитой и ребром элемента	Нарушение технологии укладки и уплотнения бетонной смеси	Нарушение целостности конструкции
Продольные в торцах преднапряженных элементов	Возникновение значительных местных растягивающих напряжений в районе анкеров напрягаемой арматуры (недостаточное натяжение арматуры)	Ржавление анкеров и напрягаемой арматуры
Продольные вдоль арматурных пучков в преднапряженных элементах	Образование больших сжимающих напряжений в бетоне при натяжении арматуры (чрезмерное натяжение арматуры из-за нарушения технологии изготовления)	Интенсивная коррозия арматуры при раскрытии более 0,2 мм

Таким образом, как показала практика, визуальные обследования являются неременным условием выполнения работ по обследованию и испытанию мостов, что позволяет фиксировать видимые разрывы отдельных элементов конструкции, различные дефекты поверхностного слоя вследствие влияния коррозионных процессов или механических статических и динамических нагрузок. Натурные обследования железобетонных мостов и анализ технической литературы также показали, что уже на стадии строительства в них могут появляться трещины различного вида, через которые в полотно поступают пыль, реагенты против скольжения и обледенения, смазочные материалы и топливо от транспортных средств, способствуя тем самым разрушению конструкции. Продольные трещины образуются от непрочности дорожной конструкции из-за недостаточного уплотнения или осадки дорожного полотна. Мелкие сетки трещин образуются вследствие высокой влажности грунта и недостаточной прочности основания. Помимо этого, после 10–11 лет эксплуатации площадь сеток трещин резко увеличивается, а через 15 лет становится почти сплошным покрытием. Все это приводит к сезонным изменениям транспортных связей и сводится к замене не только транспортных средств, но и видов транспорта, а также маршрутов его следования, создавая тем самым неудобства для населения. Отличительной особенностью функционирования транспортных связей в таких условиях является неравномерность интенсивности грузоперевозок. При этом, естественно, повышается значение транспортных коммуникаций, особенно мостов, являющихся иногда единственным средством обеспечения жизнедеятельности населенных пунктов, в которых в результате наводнения и отсутствия транспортных связей появляется возможность заражения и загрязнения местности, заболачивания территории, что ведет к увеличению заболеваемости. Наводнение влияет на снабжение продовольствием и состояние жилья и тем самым отрицательно сказывается на здоровье населения. С другой стороны, неотложная помощь населению пострадавших районов способствует улучшению санитарно-гигиенических условий и снабжения продовольствием.

Таким образом, мост как инженерное сооружение, независимо от конструкции, требует постоянно мониторинга и в случае необходимости его восстановления или строительства нового. Поэтому применение быстровозводимых мостов и переправ является актуальным направлением исследований. Рассмотрим варианты решений по временному восстановлению движения при разрушении мостов в Республике Беларусь (таблица 2).

Анализ показал, что при сохранении опор возможно использование как временных, так и капитальных металлических и железобетонных пролетных строений, которые являются надежным способом восстановления транспортного сообщения. Однако для монтажа практически всех без исключения существующих временных сооружений применяется тяжелая техника, что требует дополнительное время на ее доставку.

В таблице 3 приведены этапы восстановления поврежденного пролетного строения железнодорожного капитального моста в результате техногенной аварии в районе станции Прибор Гомельской области.

Таблица 2 – Краткая характеристика быстровозводимых мостов и переправ, применяемых в Республике Беларусь





Тип быстровозводимых мостов	Место расположения	Грузоподъемность, т	Время на возведение моста из полного комплекта, ч
<p>Большой автодорожный разборный мост (БАРМ)</p> 	<p>Река Ведрич, Речицкий район, Гомельская область</p>	60	24
<p>Большой автодорожный разборный мост (БАРМ)</p> 	<p>Река Днепр, Шкловский район, Могилевская область</p>	60	24
<p>Малый автодорожный разборный мост (МАРМ)</p> 	<p>Река Друйка, Браславский район, Минская область</p>	50	8
<p>Временный наплавной автодорожный мост</p> 	<p>Река Западная Двина, г. п. Бешенковичи Минская область</p>	60	4–6

Таблица 3 – Этапы восстановления поврежденного пролетного строения железнодорожного капитального моста в результате техногенной аварии в районе станции Прибор Гомельской области с учетом скорости движения поездов

Повреждение пролетного строения железнодорожного капитального моста	Этапы восстановления		
	Установка сборно-разборных металлических эстакад на ближнем обходе (20–30 м от оси разрушения)	Открытие движения со скоростью 30 км/ч	Организация движения со скоростью 58 км/ч
			

Таким образом, быстровозводимые мосты и переправы имеют, хотя и преимущественно узкоцелевое назначение и применяются в качестве инвентарных конструкций для возведения постоянных мостов или пролетных строений временных мостов, но очень важное социальное значение. Помимо этого необходимо отметить, что их отличают относительно небольшая продолжительность строительства (весь цикл составляет несколько часов), низкая себестоимость по сравнению с аналогичным железобетонным или металлическим мостом (экономия средств 20–30 %), а также минимальные эксплуатационные затраты, связанные с отсутствием металла и, как следствие, с отсутствием коррозии и необходимости в текущем ремонте.

Получено 26.04.2018

**A. A. Poddubny, A. V. Yarovaya.** Monitoring of the application of prefabricated bridges and crossings in Belarus.

A brief description of prefabricated bridges, temporary bridge structures is given and the necessity of their use in extreme conditions (natural disasters, man-made disasters, etc.) is justified. The analysis of modern prefabricated structures of bridges and crossings is presented.

#### Список литературы

- 1 **Поддубный, А. А.** Перспективы применения быстровозводимых мостов / А. А. Поддубный, А. В. Яровая // Вестник БелГУТа: Наука и транспорт. – 2017. – № 1(34). – С. 83–86.
- 2 Сборно-разборный дорожный настил : пат. ВУ 19687 / А. В. Яровая, А. А. Поддубный. – Оpubл. 30.12.2015.
- 3 Сборно-разборный автодорожный настил : полез. модель ВУ 10312 / А. В. Яровая, А. А. Поддубный. – Оpubл. 30.10.2014.
- 4 Опорная часть моста : полез. модель и 20160085 / С. И. Новиков, А. В. Яровая, А. А. Поддубный [и др.]. – Регистр. № 11366 – 01.02.2017.
- 5 **Амиров, Т. Ж.** Трещины на асфальтобетонных покрытиях: причины образования и отрицательные последствия / Т. Ж. Амиров, О. З. Зафаров, Ж. М. Юсупов // Молодой ученый. – 2016. – № 6. – С. 74–75.