

УДК 624.8

*А. А. ПОДДУБНЫЙ, кандидат физико-математических наук; И. С. ДЕМИДОВИЧ, Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

## ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СБОРНО-РАЗБОРНЫХ БЫСТРОВЗВОДИМЫХ МОСТОВ

Рассматриваются разработка, изготовление и испытания быстровозводимых мостов, предназначенных для быстрой установки в труднодоступных местах, при чрезвычайных ситуациях и при ликвидации стихийных бедствий.

**В**ведение. Создание быстровозводимых мостов сегодня является очень актуальной задачей. В Республике Беларусь и в других странах мира немало мест, где необходимо комфортное перемещение населения, а инженерно-геологические условия не позволяют этого сделать без огромных материальных затрат. В процессе выполнения государственной задачи и проведения научно-исследовательских работ шифры «Строение», «Строение-2», был разработан и изготовлен ряд мостовых конструкций, предназначенных для быстрой установки низководных мостов под различную нагрузку в труднодоступных местах, при чрезвычайных ситуациях и при ликвидации стихийных бедствий. При разработке основной задачей являлось снижение трудоемкости монтажа мостового пролета, упрощение конструкции для уменьшения массы и количества деталей, снижение стоимости при изготовлении, сборке и эксплуатации. Были проведены необходимые испытания изготовленных мостовых конструкций, в ходе которых подтверждено соответствие заданным характеристикам.

Система работы по возведению мостового перехода включает в себя:

- 1) проведение геодезических и гидрогеологических изысканий (проведение технической разведки, оценка характеристик грунтов, проведение геодезических изысканий) нескольких створов мостовых переходов;
- 2) проектирование новых конструкций мостовых переходов;
- 3) моделирование воздействия нагрузок на конструкции моста с использованием программного обеспечения Autodesk Inventor;
- 4) разработка конструкторской документации для изготовления пролетов;
- 5) производство пролетного строения;
- 6) натурные испытания изготовленного пролетного строения на соответствие расчетным характеристикам;
- 7) производство и монтаж всех конструкций моста;
- 8) испытание мостового перехода.

В ходе данной работы были спроектированы сборно-разборные металлические мостовые пролеты СРММП-1 в трех вариантах и СРММП-2, с их использованием были спроектированы мостовые переходы под различную нагрузку. Также была произведена адаптация типовых металлических конструкций (блоков ригелей) проекта 5254 для строительства вантового моста в условиях, полученных по итогам проведения технической разведки.

**Конструктивные особенности сборно-разборного металлического мостового пролета СРММП-1.**

Сборно-разборный металлический мостовой пролет СРММП-1 (рисунок 1) предназначен для возведения низководных пешеходных мостов грузоподъемностью 500 кг.

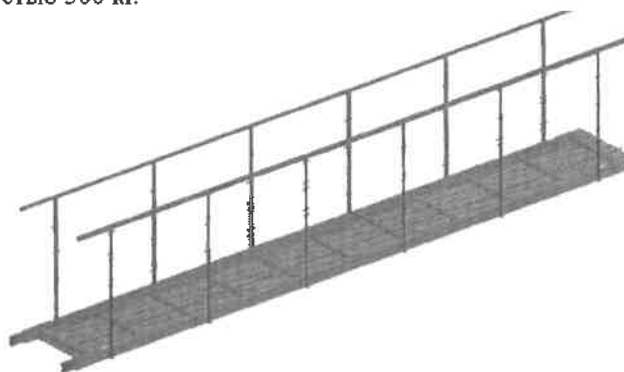


Рисунок 1 – 3D-модель сборно-разборного металлического мостового пролета СРММП-1

Составными частями СРММП-1 являются главные балки, пешеходный настил, перильное ограждение.

Сборно-разборный металлический мостовой пролет состоит из двух главных балок, изготовленные из профильной трубы по ГОСТ 30245–2003 сечением 120×80×5 мм длиной 6 м, марка стали не ниже Ст45 по ГОСТ 27772–1988.

Пешеходный настил состоит из поперечных и продольных связей, выполненных из уголков по ГОСТ 8509–1993 сечением 40×40×4 мм и просечно-вытяжного листа ПВЛ 506 по ГОСТ 8706–1978, сечением 1,0×1,0 м, марки стали не ниже Ст3 по ГОСТ 380–2005.

Перильное ограждение выполнено из уголка по ГОСТ 8509–1993 сечением 30×30×3 мм, состоит:

- из стойки перил высотой 1,25 м;
- перил длиной 6 м;
- продольного усиления, выполненного из полосы стали по ГОСТ 103–2006 сечением 30×4 мм, длиной 6 м, марка стали не ниже Ст3 по ГОСТ 380–2005.

Изготовление малогабаритного сборно-разборного мостового пролета можно организовать как на предприятиях, так и в полевых условиях. При этом все его элементы рассчитаны таким образом, что не составляет трудностей их перевозить любым видом транспорта, производить погрузочно-разгрузочные работы без использования специальной техники.

Технические характеристики сборно-разборного металлического мостового пролета СРММП-1-1 (СРММП-1-2, СРММП-1-3):

- грузоподъемность до 500 кг;

- ширина – 1 м;
- длина – 6,0 м (8,4, 9,2 м);
- масса пролетного строения – 300 кг (340, 410 кг).

С использованием сборно-разборного металлического мостового пролета СРММП-1 на территории Республики Беларусь построено несколько пешеходных мостов (рисунок 2).



Рисунок 2 – Пример реализации пешеходного моста с использованием сборно-разборного металлического мостового пролета (СРММП-1) на болотистой местности

Мостовые переходы под пешеходную нагрузку с использованием пролета СРММП-1 были построены в различных условиях и на различных основаниях: на болотистой труднопроходимой местности, на структурно-неустойчивых грунтах.

**Конструктивные особенности сборно-разборного металлического мостового пролета СРММП-2.**

В целях внедрения альтернативных конструкторских решений мостовых конструкций, технологий сборки, использование однотипных марок, оптимизации технологических операций упрощающих монтаж пролетных строений, для возведения мостовых переходов через водные преграды спроектировано сборно-разборное металлическое мостовое пролетное строение грузоподъемностью до 1 т. Составными частями СРММП-2 являются главные балки, металлический настил, колесоотбой и перильное ограждение (рисунок 3).

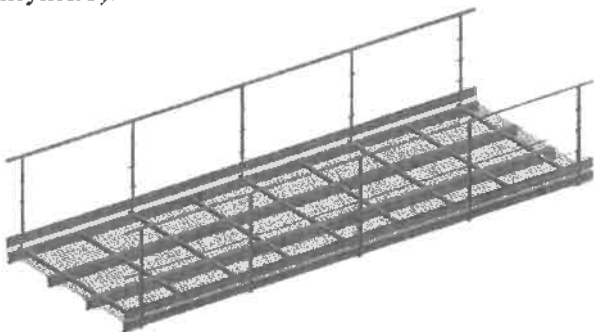


Рисунок 3 – 3D-модель сборно-разборного металлического мостового пролета СРММП-2

СРММП-2 предназначен для быстрой установки низководных мостов под нагрузку до 1 т через водные преграды, при чрезвычайных ситуациях и при ликвидации стихийных бедствий.

В качестве несущих элементов СРММП-2 принимаются главные балки, которые выполнены из профильных труб по ГОСТ 8645–82 сечением 120×80×5 мм

длиной 6 м и сечением 100×60×4 мм длиной 6 м. Марка стали – не ниже Ст3 по ГОСТ 535–88.

Пешеходный настил состоит из поперечных связей, выполненных из уголков по ГОСТ 8509–1993 сечением 40×40×4 мм, марка стали – не ниже Ст3 по ГОСТ 535–88, а также просечно-вытяжного листа ПВЛ 406×2000×6000 по ГОСТ 8706–78. Марка стали не ниже Ст3 по ГОСТ 380–2005.

Для обеспечения надежного соединения секций пролетных строений между собой предусмотрено сваривание с одной стороны труб 100×60×4 мм длиной 350 мм и 80×40×2 мм длиной 300 мм по ГОСТ 8645 выполнен из уголков по ГОСТ 8509–1993, а также листов металла 50×70 мм, 50×100 мм, 50×50 мм и 50×80 мм по ГОСТ 19903–74. С целью усиления главной балки из профильной трубы сечением 100×60×4 мм на стыке пролетных строений снизу конструкции сваривается лист металла 60×250 по ГОСТ 19903–74. Марка стали – не ниже Ст3 по ГОСТ 16523–97.

Колесоотбой (отбойник) состоит из полотна 120×6000 мм (листовой прокат по ГОСТ 19903–74), марка стали Ст3 по ГОСТ 16523–97, уголка 32×32×4 мм по ГОСТ 8509–93. Марка стали – не ниже Ст3 по ГОСТ 535–88.

Перильное ограждение выполнено из уголка по ГОСТ 8509–1993 сечением 30×30×3 мм, состоящее из стойки перил высотой 1,25 м, поручня перил длиной 6 м и из продольного усиления (полосовой стали по ГОСТ 103–2006 сечением 30×4 мм, длиной 6 м. Марка стали – не ниже Ст3 по ГОСТ 380–2005.

Технические характеристики сборно-разборного металлического мостового пролета СРММП-2:

- расчетная ширина пролетного строения – не менее 1,8 м;
- длина пролетного строения – 6 м;
- грузоподъемность – до 1 т;
- высота моста – не менее 0,5 м от уровня высоких вод.

Грузоподъемность моста до 1 тонны позволяет пропуск по нему как пешеходов, так и легких транспортных средств (например, квадроциклы, мини-тракторы и т. п.), что значительно расширяет возможности его применения.

По окончании натурных испытаний было произведено сопоставление результатов расчетов пролетных строений как рамных конструкций (с учетом связей между основными элементами) с использованием компьютерной программы Autodesk Inventor (рисунок 4) и результатов натурных испытаний при воздействии временных и постоянных нагрузок, передающихся через настил проезжей части.

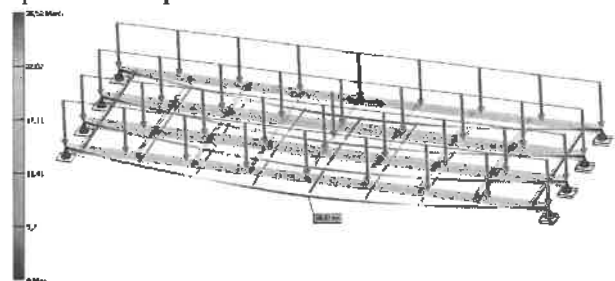


Рисунок 4 – Моделирование воздействия нагрузок на сборно-разборный металлический мостовой пролет СРММП-2

### Вантовый пешеходный мост

Для определенных условий местности, полученных в ходе технической разведки, в которых неприемлемо использование коротких пролетных строений, была произведена адаптация типовых металлических конструкций (блоков ригелей) проекта 5254 для строительства вантового моста с длиной руслового пролета 60 метров.

Особенностями адаптации имеющихся пролетных строений (блоков ригелей) проекта 5254 стало увеличение максимальной длины пролета с 44 до 60 м, для чего в конструкцию моста были включены пилоны и ванты.

Для крепления вант к конструкции пролетного строения были разработаны вантовые площадки.

Использование имеющихся пролетных строений позволило сократить время на разработку нормативно-технической документации и проектирование новых конструкций.

Результатом работы стало строительство данного моста на территории Республики Беларусь (рисунок 5).



Рисунок 5 – Пример реализации вантового пешеходного моста с использованием блоков ригелей проекта 5254

**Варианты опор для строительства мостов с использованием сборно-разборных металлических мостовых пролетов.**

В зависимости от местных условий для возведения мостов с применением сборно-разборных пролетных

строений могут быть использованы различные типы опор.

Жесткие опоры изготавливаются в виде металлических рамных конструкций и могут быть применены в условиях структурно-неустойчивых грунтов или на водных преградах ограниченной глубины.

При необходимости перекрытия крупных водных преград или в условиях, сложных для доставки и установки жестких опор для строительства моста с применением разработанных пролетных строений могут быть применены наплавные опоры различных конструкций.

**Вывод.** Перспективой развития быстровозводимых мостовых переходов являются их многочисленные преимущества. Простота конструкции обеспечивает возможность изготовления пролетных строений при минимальном обучении технического персонала практически в любых условиях обстановки. Особенности сборно-разборных быстровозводимых мостов является их мобильность, относительная дешевизна, универсальность применения. Каждый проект рассчитан под свою нагрузку и выполняет широкий спектр задач в своем грузовой диапозоне.

### Список литературы

- 1 Гордон, В. А. Собственные изгибные колебания балки, частично опертой на основание Пастернака / В. А. Гордон, Г. А. Семенова // *Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии.* – 2020. – № 1. (339). – С. 34–42.
- 2 Поддубный, А. А. Методика расчета критической силы сжатого стержня, погруженного в упругое основание / А. А. Поддубный, В. А. Гордон // *Вестник БелГУТа: Наука и транспорт.* – 2019. – № 1. (38). – С. 49–52.
- 3 Poddubny, A. A. Dynamic loading of the rod at a sudden of elastic foundation structure / A. A. Poddubny, V. A. Gordon // *IOP Conference Series: Material Science and Engineering.* – 2021. – Vol. 1079. – Paper 042076.
- 4 Поддубный, А. А. Динамика конструктивно нелинейной системы «балка – основание» при внезапном образовании трещин // *Вестник БелГУТа: Наука и транспорт.* – 2022. – № 1 (44). – С. 84–97.

Получено 04.04.2023

**A. A. Poddubny, I. S. Demidovich. Development and manufacture of a small-size collapsible bridge span.**

The development and manufacture of a small-size collapsible bridge span designed for quick installation of pedestrian low-water bridges in hard-to-reach places, in emergency situations and in the elimination of natural disasters is considered.