

УДК 624.8

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

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТ В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ БЫСТРОВЗВОДИМЫХ МОСТОВ

Рассматриваются предложения по организации работ по изготовлению элементов конструкций быстровозводимых мостов в полевых условиях, а именно изготовлению металлических пролетных строений.

Введение. 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. В Республике Беларусь уже возведены и эксплуатируются объекты с применением данных конструкций.

В перспективе дальнейшего расширения применения быстровозводимых мостов рассматривается возможность изготовления элементов конструкций на месте их возведения, в тех случаях, когда доставка готовых элементов невозможна или затруднена.

Как правило, работы по возведению мостового пролета включают 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 пролета.

В ходе выполнения научно-исследовательских работ шифры «Строение», «Строение-2» были спроектированы сборно-разборные металлические мостовые пролеты СРММП-1 в трех вариантах и СРММП-2, с их использованием были спроектированы и возведены мостовые переходы под различную нагрузку, однако все основные элементы мостовых конструкций изготавливались в условиях производства.

В ряде случаев доставка готовых элементов конструкций с использованием транспортных средств не-

возможна или затруднена местными условиями. Однако еще на стадии проектирования мостовых конструкций была заложена возможность их изготовления в полевых условиях непосредственно на месте строительства мостового перехода.

Предложения по организации работ по изготовлению сборно-разборного металлического мостового пролета СРММП-1 в полевых условиях.

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

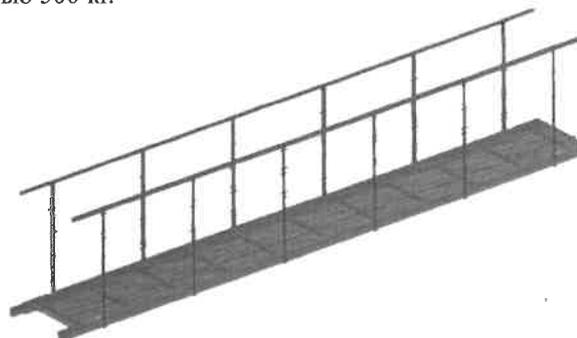


Рисунок 1 – 3D-модель сборно-разборного металлического мостового пролета СРММП-1

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

Сборно-разборный металлический мостовой пролет состоит из двух главных балок, изготовленных 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 и 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.

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

- грузоподъёмность до 500 кг;
- ширина – 1 м;
- длина – 6,0 м (8,4, 9,2 м);
- масса пролетного строения – 300 кг (340, 410 кг);

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 [2].

Для изготовления данного пролета в полевых условиях необходима доставка к месту работ ряда оборудования и инструмента, а также материалов. При этом подготовительные работы должны быть сведены к минимуму.

При выборе площадки для производства работ нет особых требований, она должна лишь позволять разместить пролетное строение длиной 6 м (8,4, 9,2 м, в зависимости от варианта пролетного строения), необходимое оборудование и материалы.

Последовательность работ включает в себя:

- доставку материалов и оборудования к месту производства работ;
- подготовку материалов (обрезка в проектный размер всех элементов, при необходимости очистка);
- установку главных балок пролетного строения из профильной трубы с соблюдением необходимого пространственного положения (параллельность, ширина между осями, перпендикулярность их торцов);
- установку и приваривание к главным балкам поперечных связей пешеходного настила;
- установку и приваривание продольных связей пешеходного настила;
- установку и приваривание просечно-вытяжного листа пешеходного настила;
- приваривание креплений для перильного ограждения к главным балкам пролетного строения;
- сборку перильного ограждения;
- установку и закрепление перильного ограждения на пролетное строение;
- покрасочные работы.

Для выполнения данных работ необходимо следующее оборудование и инструмент:

- 1) сварочный аппарат ручной дуговой сварки (ММА-сварка) или сварочный полуавтомат для сварки в среде активного или инертного газа (MAG или MIG сварка);
- 2) бензиновый или дизельный генератор переменного тока напряжением 220 В мощностью не менее 4 кВт для надежного обеспечения работы сварочного оборудования;
- 3) инструмент для резки и зачистки металла – углошлифовальная машина под круг диаметром 180 или 230 мм, углошлифовальная машина под круг диаметром 125 мм;
- 4) инструмент для сверления отверстий в металле – электродрель или аккумуляторная дрель-шуруповерт;
- 5) оснастка и расходные материалы – сверла, абразивные отрезные и зачистные круги, сварочные электроды, а при использовании сварочного полуавтомата – сварочная проволока и баллон с углекислым газом или сварочной смесью газов, резьбовой крепеж;

- 6) слесарный инструмент для сборки конструкций;
- 7) измерительный инструмент – рулетка, штангенциркуль, лазерный нивелир либо гидроуровень, пузырьковый уровень;

- 8) оборудование для лакокрасочных работ – компрессор и краскораспылитель, кисти.

Одной из важнейших задач при изготовлении пролетного строения является соблюдение геометрических параметров конструкции с заданной точностью. Для этого необходимо по уровню установить две монтажные поперечины. Они могут быть выполнены как из металла, так и из дерева. В грунт забиваются два бруска, на которые укладывается и закрепляется поперечина. Для контроля их положения наиболее удобно использовать лазерный нивелир, но можно обойтись и более простыми средствами – пузырьковым и гидроуровнем. Этому необходимо уделить особое внимание, так как от точности установки монтажных поперечин будет критически зависеть точность изготовления всего пролетного строения.

Далее на монтажные поперечины укладываются профильные трубы (рисунок 2), образующие главные балки, с помощью рулетки выставляется расстояние между ними, после чего необходимо проконтролировать диагонали (расстояние между противоположными углами должно быть одинаково) и при необходимости сдвигать одну из труб в продольном направлении для выравнивания длин диагоналей. Это обеспечит соблюдение прямых углов и правильное положение торцов главных балок.



Рисунок 2 – Схема укладки главных балок на монтажные поперечины

После выставления главных балок между ними устанавливаются и привариваются поперечные связи пешеходного настила, выполненные из уголка. При этом целесообразно сначала установить крайние поперечные связи (рисунок 3), что обеспечит начальную жесткость конструкции, и после этого еще раз проконтролировать все геометрические размеры и, если корректировка не нужна, установить и приварить промежуточные поперечные связи.

Следующим этапом устанавливаются и привариваются продольные связи и просечно-вытяжные листы пешеходного настила. После выполнения данных операций будет обеспечена окончательная жесткость пролетного строения и его при необходимости можно снять с монтажных поперечин и переместить в сторону на подкладки, что позволит начать сборку следующего пролетного строения.



Рисунок 3 – Установленные и приваренные крайние поперечные связи пешеходного настила

Далее к главным балкам привариваются проушины для установки перильного ограждения, а в торцы главных балок с одной стороны ввариваются соединители, выполненные из профильной трубы меньшего сечения. Перильное ограждение может быть собрано отдельно и затем установлено и закреплено болтами в проушины пролетного строения.

Заключительным этапом изготовления пролетного строения СРММП-1 будет его окрашивание с помощью краскораспылителя и компрессора, который может быть как с собственным двигателем внутреннего сгорания, так и электрическим, подключаемым к генератору.

Предложения по организации работ по изготовлению сборно-разборного металлического мостового пролета СРММП-2 в полевых условиях.

Для возведения мостовых переходов через водные преграды грузоподъемностью до 1 т спроектировано сборно-разборное металлическое мостовое пролетное строение СРММП-2. Составными частями СРММП-2 являются главные балки, металлический настил, колесоотбой и перильное ограждение (рисунок 4).

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

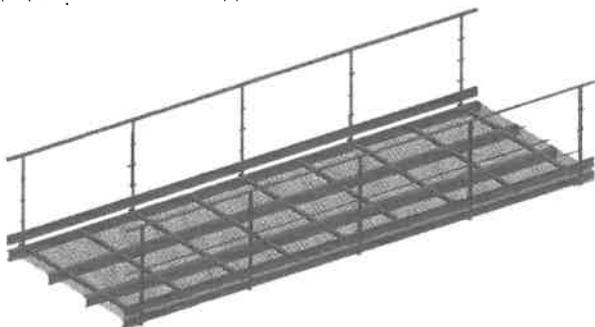


Рисунок 4 – 3D-модель сборно-разборного металлического мостового пролета СРММП-2

В качестве несущих элементов СРММП-2 принимаются главные балки, которые выполнены из профильных труб по ГОСТ 8645–82 сечением $120 \times 80 \times 5$ мм длиной 6 м и сечением $100 \times 60 \times 4$ 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

$40 \times 40 \times 4$ мм, марка стали не ниже Ст3 по ГОСТ 535–88, а также просечно-вытяжного листа ПВЛ $406 \times 2000 \times 6000$ по ГОСТ 8706–78. Марка стали не ниже Ст3 по ГОСТ 380–2005.

Для обеспечения надежного соединения секций пролетных строений между собой предусмотрено вваривание с одной стороны труб $100 \times 60 \times 4$ мм длиной 350 мм и $80 \times 40 \times 2$ мм длиной 300 мм по ГОСТ 8645-82, а также листов металла 50×70 мм, 50×100 мм, 50×50 мм, 50×80 мм по ГОСТ 19903-74. С целью усиления главной балки из профильной трубы сечением $100 \times 60 \times 4$ мм на стыке пролетных строений снизу конструкции вваривается лист металла 60×250 по ГОСТ 19903–74. Марка стали не ниже Ст 3 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 $32 \times 32 \times 4$ мм по ГОСТ 8509–93. Марка стали – не ниже Ст3 по ГОСТ 535–88 [3].

Перильное ограждение выполнено из уголка по ГОСТ 8509–1993 сечением $30 \times 30 \times 3$ мм, состоит 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, квадроциклов, мини-тракторов и т. п.), что значительно расширяет возможности его применения. [4]

Последовательность сборки пролетного строения СРММП-2 в полевых условиях принципиально не отличается от последовательности сборки пролетного строения СРММП-1, перечень необходимого оборудования также остается без изменений.

Ключевым отличием пролетного строения СРММП-2 является использование четырех главных балок, причем средние балки имеют большее сечение, чем крайние. В связи с этим технология изготовления пролетного строения в полевых условиях будет иметь некоторые отличия от предложенной технологии для пролетного строения СРММП-1.

Первым этапом так же, как и для пролетного строения СРММП-1, необходимо установить по уровню две монтажные поперечины. При этом нужно учитывать, что ширина пролетного строения СРММП-2 составляет 1,8 м, следовательно, поперечины должны иметь длину минимум 2 м для удобства работы. Так как высоты главных балок не равны, в местах укладки двух крайних балок на поперечины необходимо установить подкладки толщиной 20 мм.

Далее на монтажные поперечины укладываются две крайние главные балки, причем уложить их необ-

ходимо на заранее закрепленные подкладки толщиной 20 мм, так как их высота на 20 мм меньше высоты средних балок. После этого крайние балки необходимо выставить в правильное пространственное положение, контролируя ширину между ними и длины диагоналей. Следующими на необходимой ширине укладываются две средние балки, а их торцы выравниваются по шнуру между двумя крайними балками.

После выставления главных балок между ними устанавливаются и привариваются поперечные связи пешеходного настила, выполненные из уголка. Также целесообразно сначала установить крайние поперечные связи между всеми балками, а затем еще раз проконтролировать точность геометрических размеров пролетного строения. Если корректировка не требуется, далее устанавливаются и привариваются все остальные поперечные связи и просечно-вытяжной лист настила. По выполнении этих операций будет обеспечена жесткость пролетного строения, и дальнейшую сборку можно производить после снятия его с монтажных поперечин и перемещения на подкладки.

Последующая сборка осуществляется по аналогии с пролетным строением СРММП-1.

Вывод. Быстровозводимые мосты и переправы имеют широкие перспективы применения. Простота конструкции обеспечивает возможность изготовления пролетных строений при минимальном обучении тех-

нического персонала, практически в любых условиях обстановки. При невозможности или затруднении доставки готовых пролетных строений к месту строительства их изготовление можно организовать в полевых условиях, используя внесенные в статью предложения. Всё перечисленное оборудование и инструмент, необходимые для данных работ, могут перемещаться вручную, что значительно упрощает логистику их доставки и разгрузки.

Список литературы

1 Поддубный, А. А. Особенности применения сборно-разборных быстровозводимых мостов / А. А. Поддубный, И. С. Демидович // Вестник БелГУТа: Наука и транспорт. – 2023. – № 1 (46). – С. 39–41.

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. Концепция интеллектуальной системы поддержки принятия решений по восстановлению мостовых переходов / А. А. Поддубный, Е. В. Печенев // Вестник БелГУТа: Наука и транспорт. – 2023. – № 1 (46). – С. 42–44.

Получено 02.10.2023

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.