

УДК 624.8

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

## ПРИМЕНЕНИЕ ГИБКИХ СТЕРЖНЕВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ НАПЛАВНЫХ БЫСТРОВОВОЗВОДИМЫХ МОСТОВ НА УЧАСТКЕ ИХ ВОЗВЕДЕНИЯ

Рассматриваются варианты применения гибких стержневых элементов для плавучих опор быстровозводимых мостовых конструкций в линию моста.

**Введение.** С учетом современных условий возможного возникновения чрезвычайных ситуаций для организации сообщения через водные преграды требуется использование быстровозводимых мостов. В ходе выполнения научно-исследовательских работ по шифрам «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. Данные конструкции предназначены для быстрой установки низководных мостов в труднодоступных местах, при чрезвычайных ситуациях и при ликвидации последствий 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.

### Варианты плавучих опор для быстровозводимых мостов.

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 [1].

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, например, круглого или трапециевидного сечения (рисунки 1, 2).

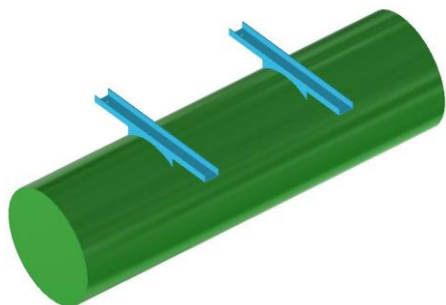


Рисунок 1 – Общий вид наплавной опоры круглого сечения

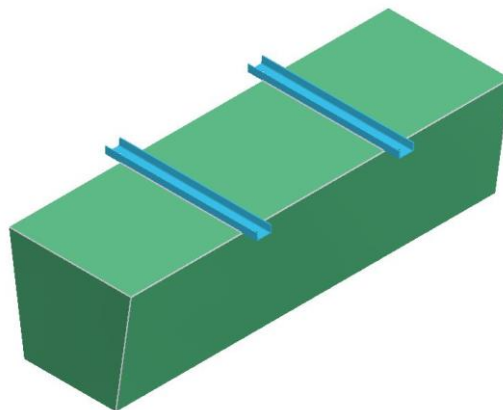


Рисунок 2 – Общий вид наплавной опоры трапециевидного сечения

Конструкция наплавного моста и сроки его наводки практически не зависят от глубины воды или характера грунта дна водной преграды, тогда как эти факторы почти целиком определяют способы, сроки и сложность возведения моста на жестких опорах.

Кроме того, наплавной вариант моста обладает и другими преимуществами, такими как высокая мобильность. К примеру, после завершения эксплуатации возведенного мостового перехода на плавучих опорах он в кратчайшие сроки может быть разобран и перевезен в зависимости от необходимости либо на хранение, либо на новое место возведения. Более того, при сложности доставки материалов к месту возведения мостового перехода, мост практически полностью может быть собран в более подходящем месте на этом же водном объекте, а затем транспортирован к месту строительства по воде. Аналогичным способом после окончания эксплуатации мост практически без разборки может быть перевезен к другому месту на этом же водотоке, где в нем есть необходимость.

### Особенности применения наплавного варианта моста.

Особенностью применения плавучих опор является отсутствие жесткой связи с грунтом и, как следствие, их относительная горизонтальная и вертикальная подвижность. Вертикальные перемещения возникают вследствие изменения уровня воды, а также осадки опоры под нагрузкой.

Горизонтальные перемещения возникают от внешних факторов, таких, как течение воды, ветровая нагрузка, динамическая нагрузка при движении по мосту людей или транспортных средств. При относи-

тельно небольших длинах моста конструкция способна противостоять таким воздействиям, однако при значительной длине моста необходимо введение в конструкцию дополнительных элементов, придающих поперечную жесткость наплавному мосту.

#### **Анализ существующих схем закрепления наплавных мостов.**

Продольные и поперечные крепления к берегам и дну водной преграды предназначены для удержания моста в горизонтальной плоскости. Поперечные крепления устанавливаются с верхней и нижней стороны. Они служат для удержания наплавного моста от сноса его течением и ветром. Продольные крепления удерживают мост от смещений, вызванных динамическими усилиями, возникающими в линии моста.

Классическим и отработанным вариантом закрепления наплавных мостов является использование якорей, фиксирующих плавучие опоры от горизонтальных поперечных перемещений (рисунок 3). Однако этот способ достаточно трудо- и материалоемкий, так как для его реализации, помимо самих якорей и тросов (цепей), требуется наличие на каждой плавучей опоре якорных лебедок (шпилей), а также устройство клюзов и цепных ящиков.

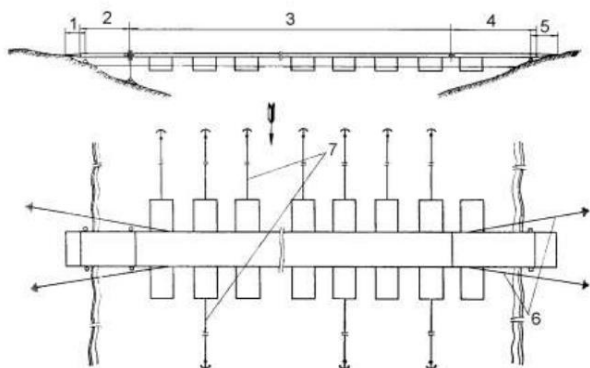


Рисунок 3 – Схема якорного закрепления наплавного моста на отдельных опорах:

1, 5 – береговая часть; 2, 4 – переходная часть; 3 – речная часть;  
6 – продольные крепления; 7 – поперечные крепления

Другим вариантом закрепления плавучих опор в линию моста является использование натянутых между берегов водной преграды канатов (гибких стержневых элементов).

#### **Предложения по закреплению наплавных быстровозводимых мостов на участке их возведения.**

Закрепление наплавного моста за натянутые между берегов продольные канаты (тросы) во многом проще, так как не требует установки многочисленных якорей с последующим выравниванием отдельных понтонов по оси, а значит, предпочтительнее в случае необходимости быстрого строительства мостового перехода. Такой способ подразумевает заблаговременную натяжку канатов до спуска на воду плавучих опор. Закрепляются канаты либо за естественные объекты на берегу (крепкие деревья, старые бетонные конструкции и т. п.), либо за искусственные анкеры (например, забивные или винтовые сваи, вкопанные бетонные блоки). При этом при значительных длинах моста канаты натягиваются не по прямой, а по дуге с изгибом в сторону

моста, что позволит снизить в них продольную растягивающую силу (рисунок 4). Крепление плавучих опор за канат можно организовать с помощью гибких строп с карабинами, что существенно ускорит процесс монтажа.

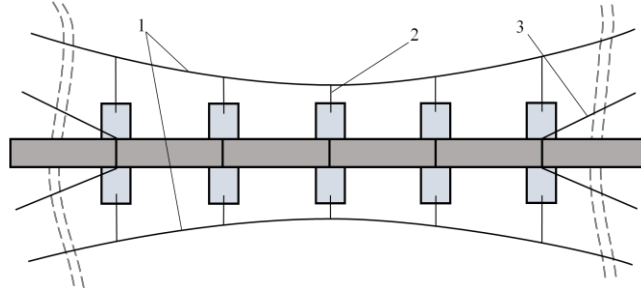


Рисунок 4 – Схема закрепления наплавного быстровозводимого моста:

1 – канаты, удерживающие мост от поперечного перемещения;  
2 – соединительные стропы; 3 – канаты, удерживающие мост от продольных перемещений

Гибкие стропы прикрепляются к проушинам на понтонах плавучих опор с помощью петли и винтовых канатных зажимов (рисунок 5). Такое решение позволяет оперативно регулировать длину стропы, выставляя таким образом плавучую опору в проектное положение в оси моста.



Рисунок 5 – Петля с винтовым зажимом для регулирования длины стропы

Во время монтажа моста на установленные плавучие опоры укладываются пролетные строения СРММП-1 или СРММП-2. При этом изготовление малогабаритного сборно-разборного мостового пролета можно организовать как на предприятиях, так и в полевых условиях. 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 данных пролетов в полевых условиях необходима доставка к месту работ оборудования и инструмента, а также материалов. При этом подготовительные работы должны быть сведены к минимуму.

К выбору 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:

- доставку материалов и оборудования к месту производства работ;
- подготовку материалов (обрезку в проектный размер всех элементов, при необходимости – очистку);
- 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.

При труднодоступности места производства работ для проезда техники плавучие опоры могут доставляться к месту строительства по воде, кроме того, они могут быть использованы в качестве паромов для доставки материалов пролетных строений.

**Вывод.** Быстровозводимые мосты и переправы имеют широкие перспективы применения. Простота

конструкции обеспечивает возможность изготовления пролетных строений при минимальном обучении технического персонала, практически в любых условиях обстановки. Применение наплавного варианта моста существенно расширяет возможности его использования, так как плавучие опоры могут эксплуатироваться на любых глубинах и характерах грунта дна водной преграды. Для решения задачи поперечного закрепления моста можно использовать любые известные способы, но наиболее целесообразно применять схему закрепления с продольно натянутыми канатами, так как снижаются материалоемкость и трудозатраты.

#### 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.** Предложения по организации работ в полевых условиях при изготовлении элементов конструкций быстровозводимых мостов / А. А. Поддубный, И. С. Демидович // Вестник БелГУТа: Наука и транспорт. – 2023. – № 2 (47). – С. 28–31.
- 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 14.02.2024

**A. A. Poddubny, I. S. Demidovich.** Application of flexible rod elements for fastening floated rapid bridges at their construction site.

Options for using flexible rod elements for floating supports of prefabricated bridge structures in the bridge line are being considered.