



УДК 69.057.47:624.21

Н. В. РОЗАНЦЕВА, канд. техн. наук, доц. кафедры организации строительства

МОБИЛЬНАЯ БЕСКРАНОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОДЪЕМА ВРЕМЕННЫХ ПРОЛЕТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет».

Россия, 190005, г. Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., д. 4.

Тел.: (812) 317-80-41; эл. почта: nrozanceva@lan.spbgasu.ru

Ключевые слова: мостостроение, бескрановый монтаж, пролетные конструкции, гидравлика, рельсовая система, грузоподъемность.

Разработано оригинальное решение бескранового монтажа больших пролетных конструкций для труднодоступных районов и аварийно-восстановительных работ. Предложенный метод основан на рельсовом гидравлическом подъемнике, который обеспечивает плавный, надежный и эффективный подъем конструкций без использования тяжелой техники. Основные преимущества включают универсальность, легкость монтажа и транспортировки.

Введение. Мостостроение – одна из древнейших специализаций строительства, вполне вероятно, что наводить мосты человечество научилось значительно раньше, чем строить себе жилище. За последние годы возведены уникальные мостовые конструкции, включая знаменитый Крымский мост [1, 2]. Россия неоднократно демонстрировала всему миру свои способности работать и в чрезвычайных ситуациях как техногенного, так и природного характера, и умения практически мгновенно наводить переправы и в экстремальных условиях, впервые в мире на учениях «Запад -81» в 1981 году в Восточной Европе, так и уже в последнее время в 2015 году на реке Оке, и на последних учениях в июле 2025 года, когда понтонная переправа была развернута всего в течение получаса¹. Иногда имеющихся технических возможностей недостаточно, особенно при необходимости создания временных переправ в труднодоступных регионах.

Цель работы – разработка мобильной бескрановой технологии подъема временных пролетных конструкций, обеспечивающей быстрое развертывание и повышение эффективности строительных работ, до уровня, позволяющего ее дальнейшее возможное внедрение.

Основные поставленные задачи: анализ существующих традиционных конструкций; отбор технологий монтажа без использования кранов, разработка соответствующего технологического решения; обоснование принятых решений и подготовка рекомендаций для внедрения.

Материалы. Мосты классифицируют по конструкции: балки, фермы, арки, висячие (рис. 1а), консольные, вантовые, разводные и понтонные. Выбор формы зависит от условий местности, нагрузок, бюджета и сроков.

¹ Переправа под обстрелом: военная инженерия в экстремальных условиях:

<https://ren.tv/longread/1343400-pereprava-pod-obstreloom-voennaia-inzheneriia-v-ekstremalnykh-usloviakh>



1. *Понтонный мост* (рис. 1а) – временное сооружение, быстро разворачиваемое в экстренных ситуациях для срочной переправы. Отличается мобильностью и скоростью установки, но уступает постоянным мостам по устойчивости, грузоподъемности и сроку службы.

Наиболее быстрыми в монтаже пролетных строений являются мосты следующих форм:

2. *Балочные мосты* [3–5]. Балочная форма моста проста и удобна для быстрого строительства малых и средних мостов (рис. 1б). Железобетонные или металлические балки поставляются готовыми и монтируются стандартными методами, включая надвижку, поперечное перемещение и подъем с помощью плавсредств или гидравлических насосов. Такой подход сокращает сроки строительства и не требует тяжелой техники.

3. *Ферменные мостовые конструкции* (рис. 1в) отличаются небольшим весом и просты в монтаже, что облегчает транспортировку и установку. Они подходят для быстрого восстановления поврежденных мостов, например, с использованием металлической фермы типа «Пратт». Методы монтажа схожи с предыдущими конструкциями и могут включать самоподъемные системы.

4. *Консольные мосты*. Консольный метод строительства предполагает последовательную установку секций моста от центра к краям. Каждая следующая секция опирается на предыдущую, что уменьшает потребность в сложной поддержке и облегчает процесс монтажа.

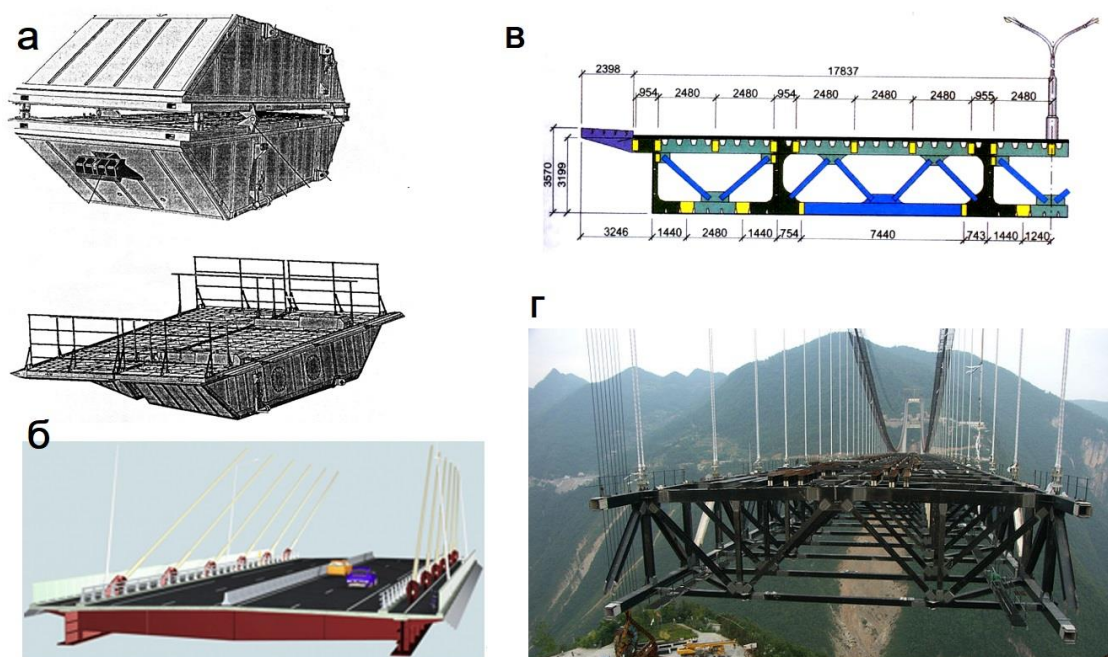


Рис. 1. Типы пролетных конструкций: а – понтонный мост; б – балочный мост; в – ферменные мостовые конструкции; г – висячий мост

Ключевые методы монтажа [6–8]:

Продольная надвижка пролетных строений. Сооружают временный путь (рельсы или платформы) [9], по которому секции моста двигают к конечной точке. Начинают с одной половины, затем строят вторую, соединяя обе



посередине. Подходит для узких территорий и сложного рельефа, не требует мощных подъемных механизмов, надежен и предсказуем. Используется специальное оборудование: домкраты, тросы, гидроприводы и временные рельсы.

Передвижка с применением плавающих средств. Метод применяют при строительстве мостов через водоемы. Сборка пролетов проводится на плавсредствах вблизи места установки, затем их осторожно подводят и закрепляют на постоянных опорах. Важно точно рассчитывать устойчивость конструкции, избегать неблагоприятных погодных условий.

Самоподъемные и самонесущие системы: начальная секция служит основой; новые части крепятся сверху, постепенно удлиняя конструкцию; процесс повторяется до полного формирования моста. **Требования:** качественные материалы для долговечности; контроль качества на каждом этапе сборки.

Сегментирование и натяжение арматурных канатов (навесной монтаж). Навесной монтаж с натяжением арматурных канатов: **последовательность:** строительство начального сегмента на промежуточных опорах; наращивание длины моста новыми модулями и соединение их арматурой; натяжение и контроль целостности конструкции; **требования:** четкое соблюдение проекта; постоянный контроль деформаций и напряжений.

Метод поэтапной сборки моста с поддержкой временными конструкциями: **принцип:** сначала возводят боковые опоры и башни, поддерживая первые этапы сборки, затем последовательно наращивают длину моста сегмент за сегментом; **особенности:** проверяют устойчивость временной поддержки, мониторят изменение нагрузок; **преимущества:** стандартные и заранее изготовленные компоненты, модульность упрощает логистику и ускоряет строительство; не нужны дорогие подъемные устройства.

В качестве дополнения можно упомянуть новый железнодорожный мост-эстакаду ИМЖ-500. [10, 11] Новая технология подъема пролета основана на самоподъемных системах. Исследование сосредоточено исключительно на подъеме, подходы условно не учитываются. За основу взят эстакадный мост с простым монтажом сборных металлических конструкций. Его достоинства: прочность, быстромонтируемость, устойчивость к внешним воздействиям и экологичность. Проектируемый пролет представляет собой компактную ферменную конструкцию типа Тайпан [12] или подобную *Sidu River Bridge*, удобную для транспортировки и создающую надежную пространственную коробку при сборке.

Выбранная ферма изготовлена из алюминиево-композитного материала, представлена в виде двухрешетчатой [13] конструкции с продольными поясами, усиливаемыми типовыми решетчатыми вставками. Ферма дополняется поперечинами и диагональными связями, обеспечивающими прочность и регулировку натяжения. Конструкция доборных элементов и вставок должна быть симметричной для облегчения сборки. Исследования показывают, что использование сдвоенных ферм и ортотропного покрытия позволяет снизить высоту фермы на 10–20 % [14]. Размеры пролета составляют 36х9х2,1-3 м, возможны вариации кратно шагу сборных элементов. Верхние балки объединены ортотропным покрытием. Надежность конструкции обеспечивается опорными столбами с каждой стороны пролета, установленными симметрично.

Метод монтажа. Технология предназначена для монтажа пролетных конструкций без использования кранов, с применением рельсовых подъемников



на домкратном ходу и лебедочной системы. Используются сборно-разборные элементы [13], позволяющие многократно применять оборудование. Система оснащена ведущими и направляющими вертикальными рельсами и подвижным гидравлическим механизмом для вертикального подъема каркаса подъемной конструкции с фундаментной площадкой для установки пролетной конструкции. Максимальный подъем ограничен длиной рельсовой системы, стандартная длина секции – 3–6 метров. Перед началом монтажа выполняется укрупнительная сборка пролетной конструкций на специализированных стапелях, затем они транспортируются к месту монтажа с использованием тяговых устройств и блоков Аванбека. В данной технологии предполагается два варианта установки пролета: на ранее существующие опоры и с применением опорно-стоечных сборно-разборных систем, для обеспечения надежности проведены расчеты на опрокидывание опорных стоек согласно СП 35.13330.2011². Конструктивно наиболее распространены рамно-свайные опоры, однако для временного использования предпочтительны сборно-разборные стойки типа ПЕРИ или МИК-С³, особенно подходящие для прибрежных зон. Опорные столбы (см. рис. 2) собираются из рамных элементов (рис. 2, п. 19) с диагональными распорками, повышающими устойчивость. Фиксация осуществляется специальными крепежами (рис. 2, п. 25), основание усилено дополнительными поперечными балками (рис. 2, п. 22) с перфорацией для тележки гидравлического упора (рис. 2, п. 24), позволяя плавно отодвигать систему для монтажа и настройки. Установка опор возможна без крана, используя вантовые краны, гидромеханику или механические приспособления (шевры, монтажные мачты), которые применяются для подъема тяжелых конструкций там, где обычные краны неэффективны.

Основные способы подъема стоек: *гидравлика*: стойки приподнимают с помощью гидравлических домкратов, надежно зафиксированных на площадке; *наклонные пандусы*: постепенное перемещение стоек по деревянным или металлическим пандусам; *рычаги и блоки*: древняя техника, использующая систему рычагов и блоков для уменьшения усилий; *винтовые механизмы*: регулируемые винты позволяют медленно поднять стойку на необходимую высоту. Оптимально сочетать разные методы, соблюдая точные инженерные расчеты для безопасной работы.

В случае наличия ранее существующей опоры, отвечающий требованиям этот элемент работ опускается, но с определенным шагом в основании высверливаются отверстия, в которые устанавливаются дюбель бабочки (см. рис. 3, п. 3). Вторым действием производится установка лебедочных устройств, содержащих преобразующие лебедочные устройства (рис. 3, п. 6), гибкие канаты (рис. 3, п. 8), барабаны (рис. 3, п. 7) и блоковое устройство, располагаемые симметрично с двух сторон от оси направляющих рельсов.

На лебедочные устройства закрепляется вертикально перемещаемая платформа для нахождения на ней монтажников в процессе производства работ. Сначала монтируют опорные части подъемного устройства, на которые крепятся рельсы с запорными элементами. Опорные части удерживаются за несущие элементы. Первые ведущие и направляющие рельсы устанавливаются с уровня

² СП 35.13330.2011 Мосты и трубы: https://nostroy.ru/nostroy_archive/nostroy/443423296-SP%2035.13330.pdf

³ Мостовые инвентарные конструкции стоечные МИК-С: <https://vzcons.ru/miks/>

земли, затем поднимается вертикально перемещаемая платформа. Проект самоподъемной бескрановой технологии основан на мощной домкратной системе с тросами и механизмом стабилизации. Самоподъемные механизмы с домкратами и гидроприводом перемещаются по направляющим рельсам, фиксируясь на упорных элементах.

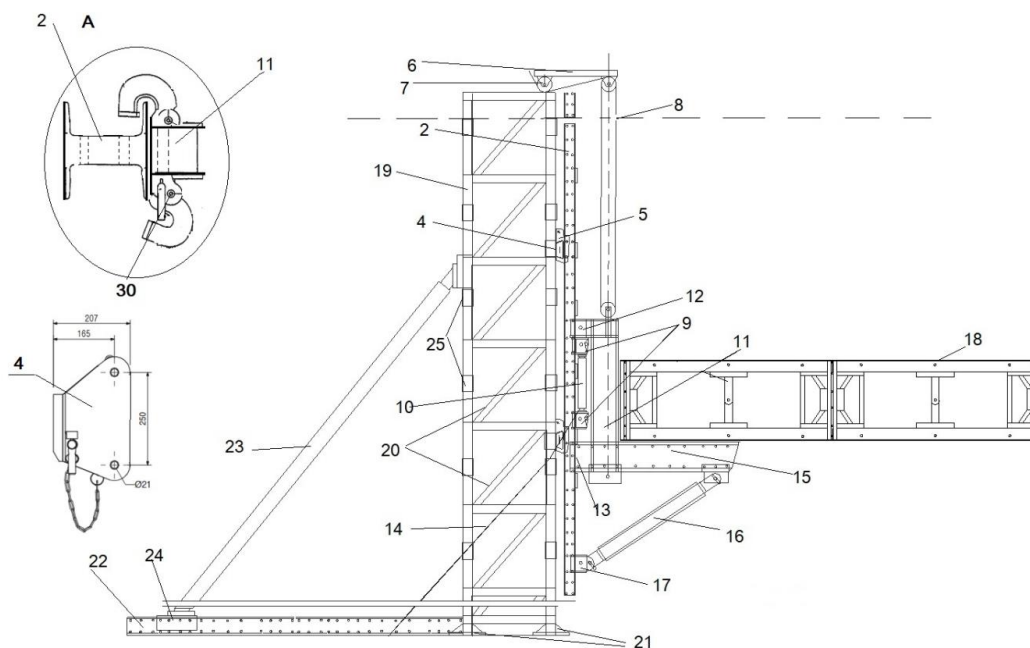


Рис. 2. Схематическое решение технологических аспектов подъема конструкции с установкой опорных столбов: 2 – ведущий рельс; 4 – фиксирующий элемент опорной части подъемного устройства; 5 – подвеска крепления рельса; 6 – лебедочная система; 7 – барабанные системы; 8 – канат; 9 – ограничитель перемещения штока домкрата (замковое устройство); 10 – группа домкратов; 11 – каркас подъемной конструкции; 12 – верхняя тележка рамы каркаса; 13 – нижняя тележка рамы; 14 – гидроприводы двигателя; 15 – фундаментная площадка; 16 – стабилизирующий подпор гидравлический; 17 – ходовая телега подпора; 18 – секция пролетная; 19 – стойки поддерживающие; 20 – диагональные распорки; 21 – основания стоек; 22 – поперечная опора; 23 – подъемный гидравлический упор; 24 – тележка опоры подпора; 25 – фиксаторы столбов; А – точка фиксации поперечной оси на ведущем рельсе (тележки); 11 – рама; 30 – поворотно-откидные упоры тележки

Подъемная рама навешивается на ведущие рельсы с помощью откидных лапок. Ее каркас оснащен специальной площадкой с захватом и стабилизирующим упором. Основной механизм подъема – гидравлический домкрат, лебедочная система вспомогательна. Маслостанция влияет на скорость работы домкратов, обеспечивая быструю и точную реакцию. При увеличении высоты грузоподъемность снижается, поэтому финальный подъем осуществляется обеими системами одновременно. Устройство оснащено ограничителями движения штоков домкратов, фиксаторами лебедочных устройств и перфорированными рельсами с упорами для повышения сцепления и устойчивости. После подъема конструкцию дополнительно закрепляют переходными элементами. Монтажная система остается на рельсах для удобства повторного использования и возможного демонтажа.

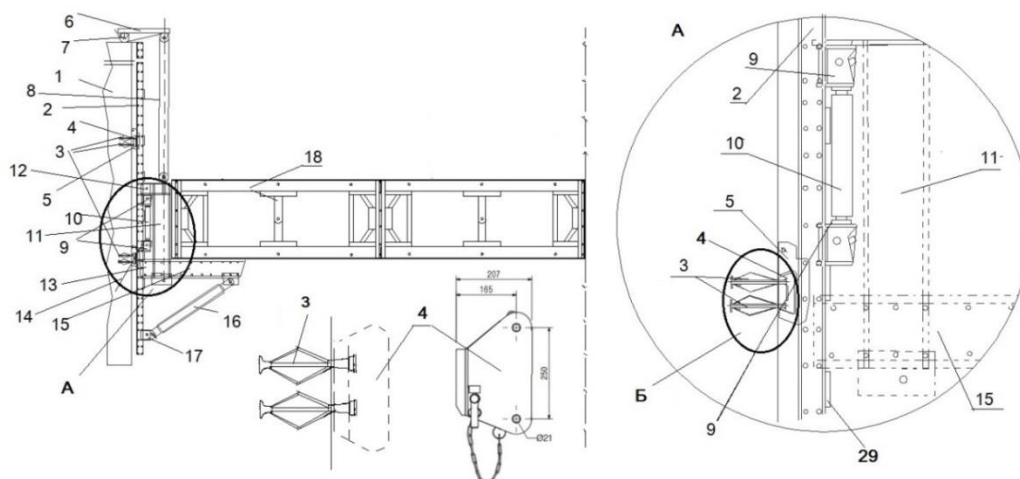


Рис. 3. Схематическое отображение технологии монтажа на ранее существующее основание: 2 – ведущий рельс; 3 – элемент крепления к основанию, включающий гильзу-бабочку; 4 – фиксирующий элемент опорной части подъемного устройства; 5 – подвеска крепления рельса; 6 – лебедочная система; 7 – барабанные системы; 8 – канат; 9 – ограничитель перемещения штока домкрата (замковое устройство); 10 – группа домкратов; 11 – каркас подъемной конструкции; 12 – верхняя тележка рамы каркаса; 13 – нижняя тележка рамы; 14 – гидроприводы двигателя; 15 – фундаментная площадка; 16 – стабилизирующий подпор гидравлический; 17 – ходовая телега подпора; 18 – секция пролетная; 29 – упор для передвижения домкрата; А – узел

Конструкция предусматривает многократный подъем и опускание с последующей легкой разборкой, сохранением всех характеристик и возможностью переноса на другое место. Все детали изготавливаются промышленно, взаимозаменяемы и обеспечивают удобство ремонта.

Решение

1. Расчеты выполнены программой SCAD++ с соблюдением ГОСТ 27751–2014⁴ для условий Республики Саха. Вес конструкции размерами 36×9×2,1 м составляет около 59 тонн, прогиб – менее 1/400 пролета (7,8 см). Возможна замена материала на углепластиковые композиты [15–19], уменьшая массу до 11,8–29,5 тонн. Для расчетной нагрузки принят показатель – 29,5 тонны. Данные предварительного характера требуют уточнения и учета воздействия тяжелых транспортных средств (А11).

2. Принимаем 12 стержней (по 6 с каждой стороны) с минимальной дистанцией между опорами 4,5 м и давлением насоса – 20 МПа. Площадь круглого поршня – это полуквадрат диаметра на математическую постоянную, равную отношению длины окружности к ее диаметру. Значение числа π приблизительно будем учитывать как 3,14.

$$S_{\text{поршня}} = \sqrt{\text{Грузоподъемность (F) / Давление (P)}} = \text{м}^2 \quad (1)$$

Сила, необходимая для подъема груза с учетом влияния силы тяжести:
 $F_{\text{общ}} = 29,5 \cdot 9,81 = 289,1 \text{ кН}$.

Усилие, которое испытывает единственный домкратный стержень:

$$F_1 = 289,1 / 12 = 24,1 \text{ кН} \quad (2)$$

⁴ ГОСТ 27751-2014 Надежность строительных конструкций и оснований.:
<https://docs.cntd.ru/document/1200115736>



Радиус гидравлического поршня домкрата:

$$R_{\text{поршня}} = \sqrt{(241000/20000000)/3,14} = 0,062 \text{ м} \quad (3)$$

Соответственно $D=0,124$ м.

Грузоподъемность домкратов должна превышать опорную реакцию пролета минимум на 30 % для надежного подъема. *Проведем проверку:*

– Площадь поршня: $S = 3,14 \cdot (0,124^2/4) = 0,0121 \text{ м}^2$.

– Усилие: $F = p \cdot S = 3,62 \cdot 10^6 \cdot 0,0121 = 43,8 \text{ кН}$,

где p – допустимое давление (принимается 3,62 МПа).

– Запас по усилию на 1 стержень: $43,8/24,1 = 1,82 > 20\text{--}30 \%$. Площадь сечения поршня соответствует требованиям, обеспечивая надежность и запас прочности конструкции.

Предложения по конструктивным параметрам: диаметр поршня: 124 мм; рабочее давление: 3,62 МПа; усилие на поршне: 24,1 кН; скорость подъема: 0,008 м/мин; время подъема на высоту более 6 метров: примерно 120 мин. Реально выпускаемые промышленные гидравлические вертикальные домкраты, рассчитанные на нагрузки от 30⁵ до 100 тонн, обладают диаметром поршней от 110 до 168 мм и высотой подъема от 139 до 291 мм. Для достижения необходимого полного хода рекомендуется выбрать домкрат грузоподъемностью до 50 тонн с ходом поршня 150 мм, диаметром 128 мм и общей высотой 260 мм.

3. Распределим нагрузку равномерно среди 12 полиспатов. Тогда нагрузка на каждый полиспат равна:

$$\text{Нагрузка на 1 элемент} = \frac{\text{Общая нагрузка}}{\text{Количество лебедок(полиспатов)}} = \frac{24\ 100 \text{ Н}}{12} \quad (4)$$

Вычислим значение: $\frac{24\ 100}{12} \approx 2\ 008,33 \text{ Н}$

Итак, усилие на каждом устройстве составит примерно 2,01 кН. Подбор марки полиспата требует учета коэффициента запаса прочности, принимаемого в диапазоне 2–3 относительно расчетной нагрузки. Минимальная необходимая грузоподъемность рассчитывается умножением расчетной нагрузки на этот коэффициент.

Минимальная грузоподъемность = $2,01 \times 3 \approx 6,03 \text{ кН}$.

Для решения задачи подойдут отечественные полиспасты серий ПКГ («канатные гибкие») и ПСД («стальные двойные»), рассчитанные на нагрузки от 6 кН и выше. Окончательную марку оборудования следует подбирать после детальных инженерных расчетов, учитывающих особенности конструкции блоков, типа троса и эксплуатационных условий. Техническое предложение является осуществимым и обеспечит высокий уровень надежности и запаса прочности.

Результаты исследования

Разработана технология бескранового монтажа крупных конструкций. Результаты расчетов подтверждают запас грузоподъемности свыше 30 %, повышенную точность установки и возможность подъема конструкций с нуля без привлечения крана. Подъем осуществляется плавно и синхронно за два часа, обеспечивая ожидаемую экономию затрат в пределах 12–25 %. Для дальнейшего развития технологии требуются доработки механизма синхронизации домкратов, улучшение смазочных устройств и защита от загрязнений. Необходимо

⁵ Домкрат грузовой: <https://kvt-pro.ru/domkraty-kvt/domkraty-gruzovye-s-fiksiruiushchei-gaikoi/84584-dg30p150g-domkrat-gruzovoi-s-fiksiruiushchei-gaikoi>



дополнительно исследовать вероятность отрыва опорной платформы от подъемной рамы и при необходимости предусмотреть установку дополнительного груза или анкерных креплений. Перспективы оптимизации заключаются в применении композитных материалов, улучшении плавности хода и проведении натурных испытаний для подтверждения реальных показателей надежности и грузоподъемности.

Обсуждение и заключения

Разработка бескранового метода монтажа пролетных конструкций необходима для труднодоступных районов и спасательных операций. Способ универсален, надежен, быстр и не требует тяжелой техники. Оригинальность в специальном рельсово-гидравлическом подъемнике, обеспечивающем точность и безопасность. Применение актуально для временных мостов, ликвидации ЧС, реконструкции и лесного хозяйства. Требуется дальнейших испытаний, расчетов и оптимизации деталей. Простота перевозки, сборки и регулировки габаритов повышают эффективность в сложных условиях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Адучин, Д. А. Обзор проектных решений, применяемых при строительстве Крымского моста / Д. А. Адучин, В. И. Русняк, Е. Н. Тышкевич // Университетская наука. – 2018. – № 1 (5). – С.15–17.
2. Талашкин, Г. Н. Особенности проектирования и строительства искусственных сооружений для Маглев-дорог / Г. Н. Талашкин // Транспортные системы. – 2016. – № 4. – С. 35–59.
3. Квитко, А. В. Научно-экспериментальное обоснование оптимальных параметров балок пролетных строений военных железнодорожных мостов из композитных материалов / А. В. Квитко, А. В. Орехов, К. В. Петров // Труды Военно-космической академии имени А. Ф. Можайского. – 2019. – № 669. – С. 48–52. – EDN KQOTHL.
4. Мельников, Р. В. Перекрестно-стержневые (структурные) конструкции покрытий, методы их возведения и варианты опирания / Р. В. Мельников // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В. Г. Шухова, посвященная 170-летию со дня рождения В. Г. Шухова : сборник докладов, Белгород, 16–17 мая 2023 года. – Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова, 2023. – С. 188–194. – EDN FWULAG.
5. Потасьев, С. С. Конструкции структурных покрытий в отечественной практике проектирования и способы их монтажа / С. С. Потасьев // Вестник МГСУ. – 2024. – Том 19, № 7. – С. 1079–1090.
6. Ходяков, В. А. Высокие технологии в проектировании и строительстве мостов / В. А. Ходяков, В. Г. Пастушков // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе. – 2013. – Том 3. – С. 432–439.
7. Иванов, И. А. Дороги мира. История и современность : учебно-практическое пособие / И. А. Иванов. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2017. – 283 с. : ил. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=464431> (дата обращения: 03.06.2025). – ISBN 978-5-9729-0151-7. – Текст : электронный.
8. Smith, J. Crane-free bridge construction: methods and case studies / J. Smith. – Springer, 2019.
9. Каньшин, Е. Строительство мостов по технологии цикличной продольной надвигки (ЦПН). Опыт Германии / Каньшин, Е. // Вестник Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта. Наука и прогресс транспорта. – 2010. – № 33. – С. 106–110.
10. Юферов, С. Под Ярославлем испытали новый железнодорожный мост-эстакаду



ИМЖ-500 / С. Юферов. – URL: <https://topwar.ru/32648-pod-yaroslavlem-ispytali-novyyu-zheleznodorozhnyu-most-estakadu-imzh-500.html>. – Дата публикации: 30.09.2013. – Текст : электронный.

11. Заец, А. А. Пути развития и совершенствования конструктивного исполнения мостовых конструкций для выполнения железнодорожными войсками задач по штатному назначению / А. А. Заец // Теория и практика восстановления искусственных сооружений на железных дорогах : сборник научных трудов по материалам отраслевой научно-практической конференции, Санкт-Петербург, Петергоф, 19 апреля 2023 года. – Санкт-Петербург : Военный институт (Железнодорожных войск и военных сообщений), 2023. – С. 17–21.

12. Бокарев, С. А. О предпосылках создания новых конструкций временных мостовых сооружений / С. А. Бокарев, Д. В. Проценко // Наукоедение : интернет-журнал. – 2014. – № 5 (24). – 26КО514. – URL: <http://naukovedenie.ru>.

13. Патент № 2814086 С1 Российская Федерация. Сборно-разборное пролетное строение : № 2023114396 : заявл. 31.05.2023 : опубл. 21.02.2024 / Юдина А. Ф., Розанцева Н. В. ; заявитель Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. – 18 с.

14. Коргин, А. В. Включение ортотропных плит настила в работу несущих конструкций мостов из алюминиевых сплавов / А. В. Коргин, В. А. Ермаков, Л. З. Зейд Килани // Вестник МГСУ. – 2022. – Том 17, № 7. – С. 882–896.

15. Федосов, С. В. Долговечность и надежность пространственных стержневых полимерных конструкций с узлами из композиционных материалов при циклическом изменении тепловлажностных параметров эксплуатации / С. В. Федосов, С. А. Малбиев // Строительные материалы. – 2021. – № 6. – С. 62–66.

16. Иванов, А. Н. Проблемы применения полимерных композиционных материалов в несущих конструкциях железнодорожных мостов / А. Н. Иванов // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. – 2020. – № 3 (54). – С. 29–37.

17. Экспериментальные исследования несущей способности балок составного двутаврового сечения из пултрузионных стеклопластиковых профилей (ПСП) / М. А. Салахутдинов, Д. Н. Арипов, А. Р. Ханеков, С. С. Киселев. – Текст : электронный // Вестник МГСУ. – 2024. – № 19 (12). – С. 1883–1895. – URL: <https://doi.org/10.22227/1997-0935.2024.12.1883-1895>.

18. Должиков, В. Н. Экспериментальные исследования влияния деформаций в узловых соединениях на напряженно-деформированное состояние в натурной опоре из МИК-С / В. Н. Должиков, Е. Н. Должикова // Вестник МГСУ. – 2024. – Том 19, № 9. – С. 1484–1493.

19. Полтораднев, А. С. Вариация прочности отсеков при проектировании балок с плоской и гофрированной тонкой стенкой / А. С. Полтораднев // Вестник гражданских инженеров. – 2012. – № 4 (33). – С. 174–178.

ROZANTSEVA Nadezhda Vladimirovna, candidate of technical sciences, associate professor of the chair of construction organization

MOBILE CRANE-FREE TECHNOLOGY FOR LIFTING TEMPORARY SPANS

Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering.

4, 2nd Krasnoarmeyskaya St., Saint Petersburg, 190005, Russia.

Tel.: (812) 317-80-41; e-mail: nrozanceva@lan.spbgasu.ru

Key words: bridge construction, crane-free installation, span structures, hydraulics, rail system, load capacity.



An original solution has been developed for the crane-free installation of large superstructures, which is important for hard-to-reach areas and emergency recovery operations. The proposed method is based on a hydraulic rail lift, which provides smooth, reliable and efficient lifting of structures without the use of heavy machinery. The main advantages include versatility, ease of installation and transportation, the ability to work in cramped conditions, and significant resource savings.

REFERENCES

1. Aduchin D. A., Rusnyak V. I., Tyshkevich E. N. Obzor proektnykh resheniy, primenyayemykh pri stroitelstve Krymskogo mosta [Review of Design Solutions Used in the Construction of the Crimean Bridge]. Universitetskaya nauka [University Science]. 2018, № 1 (5), P. 15–17.
2. Talashkin G. N. Osobennosti proektirovaniya i stroitelstva iskusstvennykh sooruzheniy dlya Maglev-dorog [Features of Design and Construction of Artificial Structures for Maglev Roads]. Transportnyye sistemy [Transport Systems]. 2016, № 4, P. 35–59.
3. Kvitko A. V., Orekhov A. V., Petrov K. V. Nauchno-eksperimentalnoye obosnovaniye optimalnykh parametrov balok proletnykh stroeniy voyennykh zheleznodorozhnykh mostov iz kompozitnykh materialov [Scientific and Experimental Substantiation of Optimal Parameters for Composite Material Girders of Military Railway Bridge Superstructures]. Trudy Voenno-kosmicheskoy akademii imeni A. F. Mozhayskogo [Proceedings of the A.F. Mozhaysky Military Space Academy]. 2019, № 669, P. 48–52. EDN KQOTHL.
4. Melnikov R. V. Perekrestno-sterzhnevyye (strukturnyye) konstruksii pokrytiy, metody ikh vozvedeniya i varianty opiraniya [Cross-Bar (Structural) Roof Structures, Methods of Their Erection and Support Options]. Mezhdunarodnaya nauchno-tehnicheskaya konferentsiya molodykh uchenykh BGTU im. V. G. Shukhova: sbornik dokladov, Belgorod, 16–17 maya 2023 goda [International Scientific and Technical Conference of Young Scientists of V.G. Shukhov]. Belgorod, Belgorodskiy gosudarstvennyy tekhnologicheskii un-t im. V. G. Shukhova, 2023, P. 188–194. EDN FWULAG.
5. Potasev S. S. Konstruksii strukturnykh pokrytiy v otechestvennoy praktike proektirovaniya i sposoby ikh montazha [Structural Roof Structures in Domestic Design Practice and Methods of Their Installation]. Vestnik MGSU [Bulletin of Moscow State University of Civil Engineering]. 2024, Vol. 19, № 7, P. 1079–1090.
6. Khodyakov V. A., Pastushkov V. G. Vysokiye tekhnologii v proektirovanii i stroitelstve mostov [High Technologies in Bridge Design and Construction]. Modernizatsiya i nauchnyye issledovaniya v transportnom komplekse [Modernization and Research in the Transport Complex]. 2013, Vol. 3, P. 432–439.
7. Ivanov I. A. Dorogi mira. Istoriya i sovremennost [World Roads. History and Modernity]: uchebno-prakticheskoye posobiye. Moscow; Vologda, Infra-Inzheneriya, 2017, 283 p. URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=464431> (accessed: 03.06.2025).
8. Smith J. Crane-free bridge construction: methods and case studies. Springer, 2019.
9. Kanshin E. Stroitelstvo mostov po tekhnologii tsiklichnoy prodolnoy nadvizhki (TsPN). Opyt Germanii [Bridge Construction Using the Cyclic Incremental Launching Method (CIL). Experience of Germany]. Vestnik Dnepropetrovskogo natsionalnogo universiteta zheleznodorozhnogo transporta. Nauka i progress transporta [Science and Transport Progress. Bulletin of Dnipropetrovsk National University of Railway Transport]. 2010, № 33, P. 106–110.
10. Yuferev S. Pod Yaroslavlem ispytali novyy zheleznodorozhnyy most-estakadu IMZh-500 [A New IMZh-500 Railway Bridge-Viaduct Was Tested near Yaroslavl]. URL: <https://topwar.ru/32648-pod-yaroslavlem-ispytali-novyy-zheleznodorozhnyy-most-estakadu-imzh-500.html>. Publication date: 30.09.2013. Text : electronic.
11. Zayets A. A. Puti razvitiya i sovershenstvovaniya konstruktivnogo ispolneniya



mostovykh konstruktsiy dlya vypolneniya zheleznodorozhnymi voyskami zadach po shtatnomu prednaznacheniyu [Ways of Development and Improvement of the Structural Design of Bridge Structures for Railway Troops to Fulfill Their Stated Tasks]. Teoriya i praktika vosstanovleniya iskusstvennykh sooruzheniy na zheleznnykh dorogakh [Theory and Practice of Restoration of Artificial Structures on Railways]: sbornik nauchnykh trudov po materialam otraslevoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Petergof, 19 aprelya 2023 goda. Saint Petersburg, Voyenny institut (Zheleznodorozhnykh voysk i voyennykh soobshcheniy), 2023, P. 17–21.

12. Bokarev S. A., Protsenko D. V. O predposylkakh sozdaniya novykh konstruktsiy vremennykh mostovykh sooruzheniy [On the Prerequisites for Creating New Designs of Temporary Bridge Structures]. Naukovedeniye [Science Studies]: internet-zhurnal. 2014, № 5 (24). 26KO514. URL: <http://naukovedenie.ru>.

13. Patent No. 2814086 C1 Rossiyskaya Federatsiya. Sbornno-razbornoye proletnoye stroyeniye [Assembled-Disassembled Superstructure]: № 2023114396: zayavl. 31.05.2023; opubl. 21.02.2024 / Yudina A. F., Rozantseva N. V.; zayavitel Sankt-Peterburgskiy gos. arkh.-str. un-t. 18 p.

14. Korgin A. V., Yermakov V. A., Zeyd Kilani L. Z. Vkluycheniye ortotropnykh plit nastila v rabotu nesushchikh konstruktsiy mostov iz alyuminiyevykh splavov [Inclusion of Orthotropic Deck Plates in the Work of Bearing Structures of Bridges Made of Aluminum Alloys]. Vestnik MGSU [Bulletin of Moscow State University of Civil Engineering]. 2022, Vol. 17, № 7, P. 882–896.

15. Fedosov S. V., Malbiyev S. A. Dolgovechnost i nadezhnost prostranstvennykh sterzhnevnykh polimernykh konstruktsiy s uzlamy iz kompozitsionnykh materialov pri tsiklicheskom izmenenii teplovlazhnostnykh parametrov ekspluatatsii [Durability and Reliability of Spatial Bar Polymer Structures with Composite Material Joints Under Cyclical Changes in Temperature and Humidity Operating Parameters]. Stroitelnyye materialy [Construction Materials]. 2021, № 6, P. 62–66.

16. Ivanov A. N. Problemy primeneniya polimernykh kompozitsionnykh materialov v nesushchikh konstruktsiyakh zheleznodorozhnykh mostov [Problems of Using Polymer Composite Materials in Load-Bearing Structures of Railway Bridges]. Vestnik Sibirskogo gosudarstvennogo universiteta putey soobshcheniya [The Siberian Transport University Bulletin]. 2020, № 3 (54), P. 29–37.

17. Salakhutdinov M. A., Aripov D. N., Khanekov A. R., Kiselev S. S. Eksperimentalnyye issledovaniya nesushchey sposobnosti balok sostavnogo dvutavrovogo secheniya iz pultruzionnykh stekloplastikovykh profiley (PSP) [Experimental Studies of the Bearing Capacity of Beams of Composite I-Section Made of Pultruded Fiberglass Profiles (PFP)]. Vestnik MGSU. 2024, № 19 (12), P. 1883–1895. URL: <https://doi.org/10.22227/1997-0935.2024.12.1883-1895>.

18. Dolzhikov V. N., Dolzhikova E. N. Eksperimentalnyye issledovaniya vliyaniya deformatsiy v uzlovykh soedineniyakh na napryazhenno-deformirovannoye sostoyaniye v naturnoy opore iz MIK-S [Experimental Studies of the Influence of Deformations in Nodal Connections on the Stress-Strain State in a Full-Scale Support Made of MIC-S]. Vestnik MGSU. 2024, Vol. 19, № 9, P. 1484–1493.

19. Poltoradnev A. S. Variatsiya prochnosti otsekov pri proektirovanii balok s ploskoy i gorofirovannoy tonkoy stenкой [Variation of Panel Strength in the Design of Beams with Flat and Corrugated Thin Webs]. Vestnik grazhdanskikh inzhenerov [Bulletin of Civil Engineers]. 2012, № 4 (33), P. 174–178.

© Н. В. Розанцева, 2025

Получено: 08.10.2025 г.