

## **ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ СТРОИТЕЛЬСТВА МОСТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ «HEAVY LIFTING»**

*Пешков Илья Сергеевич, магистрант 1-го курса*

*базовой кафедры АО «Мостострой-11»*

*Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень*

*(Научный руководитель – Овчинников И.Г., докт. техн. наук, проф.)*

С развитием мировой инфраструктуры строительства, уникальные возводимые объекты становятся масштабнее с каждым годом, небоскребы возвышаются на несколько сотен метров вверх («Бурдж-Халифа» — небоскрёб высотой 828 метров в Дубае). Стадионы перекрываются пролетами в два раза длиннее футбольного поля (Пролет большого диаметра эллиптического стадиона «Тексас» в Ирвинге, шт. Техас США, составляет 240 метров). Такие протяженные конструкции как мосты, абсолютные рекордсмены, максимальный пролет которых на сегодняшний день, достиг отметки в 1991м. (Мост Акаси-Кайкё, Япония). Как же воплотить такие проекты в жизнь? С небоскребами все более прозрачно и понятно, чем выше здание, тем глубже и массивнее его фундамент, все необходимое для строительства доставляет башенный кран, который в свою очередь надежно закреплен к стержню самого небоскреба. По мере наращивания этажей кран перемещается вверх до нужной высоты. Что касается стадионов, тоже не сложно догадаться, ведь все грузоподъемные механизмы находятся на твердом основании. Как же быть с пролетами мостов, которые простилаются над водными преградами.

Для этого у инженеров-мостовиков существует несколько методов, каждый из которых рационален в своей области, в зависимости от проекта. Поговорим о такой современной технологии монтажа пролетных строений как «Heavy Lifting», что в переводе с английского означает тяжелый подъем. В мостостроении данный метод позволяет в кратчайшие сроки устанавливать готовые пролетные строения, ограничивая судоходство всего лишь на несколько суток. Тяжелый подъем применяется, в том случае, если условия строительства не позволяют использовать иные методы возведения пролетных строений. Чаще всего, в качестве грузоподъемных механизмов, в таком случае, может быть плавучий кран или же гидравлические домкраты.

Сроки строительства существенно сокращаются при использовании цельноперевозимых или крупноблочных конструкций и установке их кранами.

Монтаж пролетных строений может производиться стреловыми, козловыми, консольными кранами, а также крановыми агрегатами. Так же данный способ считается наиболее выгоднее, в том случае если требуется установить несколько пролетов данным методом.

При строительстве моста Ханчжоу в Китае, суровые климатические условия, увеличивали сроки строительства и снижали качество. Для решения этой проблемы весь процесс изготовления пролетных строений перенесли на сушу в заводские условия, что позволило значительно увеличить качество и условия труда рабочих. Готовые железобетонные коробчатые пролетные строения были перевезены и смонтированы при помощи плавучего крана «Tian Yihaо» грузоподъемность 3000 тонн. В итоге мост длиной в 36 километров, содержащий более 1000 таких пролетных строений, каждое из которых длиной 70 метров и массой в 2200 тонн, был успешно завершен за пять лет строительства.

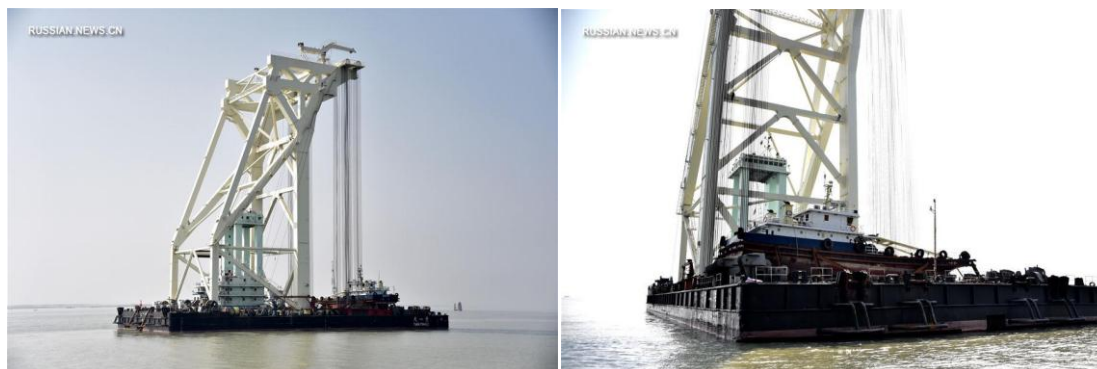


Рисунок 1 – Плавучий кран «Tian Yihaо»

Когда масса пролета во много раз превышает грузоподъемность плавучего крана или же нет возможности его использования, в связи с условиями строительства, на помощь приходят гидравлические домкраты.

Метод с применением гидродомкратов рационален тогда, когда требуется поднять пролет моста в исключительном случае, так как многократная переустановка домкратов на опорах требует времени и усилий. Такой метод был использован при строительстве Крымского моста в России. Арочные пролеты судоходного фарватера поочередно транспортировали на понтонах и поднимали в проектное положение при помощи гидродомкратов, а пролетные строения основной части моста, возводили при помощи продольной надвижки.

Арочные пролетные строения судоходного фарватера возводили на берегу, с последующей передвижкой по выкаточным пирсам на край стапеля и погрузкой на плавсредства. Масса железнодорожной арки превышает 6000 тонн, автодорожная арка более 4000 тонн. Для транспортировки арок длиной 227 метров, были использованы понтоны и более 10 буксиров, катеров и других

судов. Заранее на фермомодельниках, смонтированных и забетонированных на фарватерных опорах моста, было установлено 16 гидродомкратов, именно их и соединяют с пролетным строением при помощи «прядей» высокопрочных тросов. В каждой из «прядей» более 40 тросов, то есть в подъеме участвовало почти 700 тросов. Грузоподъемность каждого домкрата – 650 тонн, так что, несмотря на вес арки в 6000 тонн, строители обеспечили 40-процентный запас по подъемным механизмам.

Операция подъема проходила в два этапа. Вначале конструкцию пролета незначительно приподнимали, для того чтобы убедиться в работоспособности системы, вторым этапом производился подъем арки на проектную высоту в 35 метров, со средней скоростью 5 метров в час.

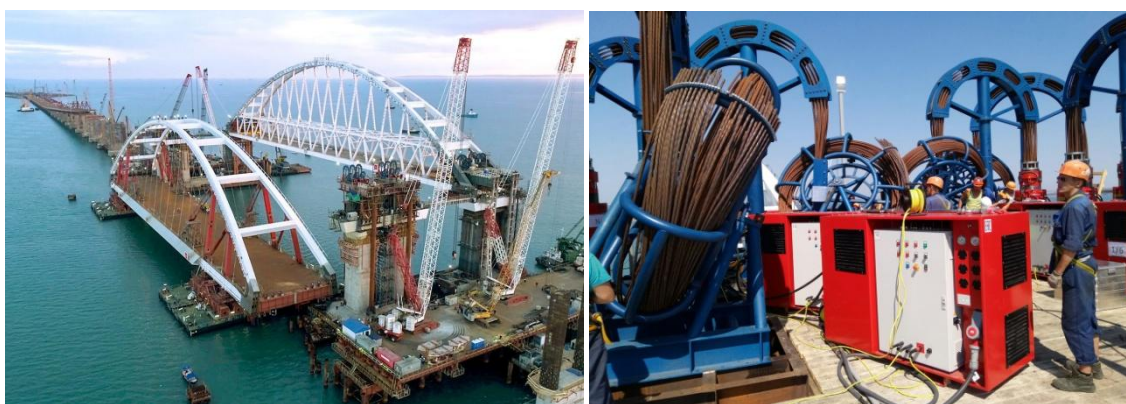


Рисунок 2 – Арочные пролетные строения «Крымский мост»

Безусловно, одним из основных и ответственных механизмов был гидродомкрат двойного действия с двумя анкерными захватами и полым поршнем. Верхний захват установлен непосредственно на поршне и перемещается вместе с ним, подтягивая стальные канаты. Нижний захват надежно закреплен в корпусе домкрата и обеспечивает фиксацию стальных канатов, при обратном ходе поршня. Таким образом, пролетное строение поднимается, с шагом на величину равную ходу поршня тягового гидродомкрата.

Для точного позиционирования конструкции иногда требуется и опускание, а так же, в зависимости от проекта, и перемещения в горизонтальной плоскости. Для этого система дополняется горизонтальными гидродомкратами, а подъемный механизм оснащают цанговыми зажимами, которые обеспечивают многократное заклинивание и расклинивание стальных канатов. Каждый из домкратов оснащен собственной электрогидравлической станцией, которой можно управлять вручную или же объединять в группы и осуществлять компьютерное управление от центрального пульта синхронно, вносить изменения и проводить контроль рабочей нагрузки и

пространственного положения, с точностью до миллиметра. Скорость перемещения пролетного строения может достигать 20 м/час, в зависимости от проекта.

Оборудование для подъема таких конструкций предоставляет компания «Freyssinet» Основанная в 1943 году Эженом Фрейсине (Eugène Freyssinet), создателем технологии предварительного напряжения, а так же Швейцарская компания VSL International (Vorspann System Losinger), основанная в 1954 году. На сегодняшний день эти компании занимают значительную долю рынка в мире. Впервые данную технологию подъема конструкций применили в 1956 году на мосту Pont des Cygnes в Ивердоне, Швейцария.

Таким образом, в связи с развитием мостостроения в мире, требуются новые методы возведения пролетных строений, позволяющие повысить качество, снизить затраты на возведение специальных вспомогательных устройств и сократить строки строительства. Метод «Heavy Lifting», получивший широкое применение в мировом мостостроении, один из немногих позволяющий решить эту проблему.

#### Литература:

1. Телов В. И., Кануков И. М., Наплавные мосты, паромные и ледяные переправы: 1978 г. - 193 с.
2. Добронравов С.С., Дронов В.Г., Строительные машины и основы автоматизации: 2001г. - 575 с.
3. Курлянд, В.Г. Строительство мостов: учеб. пособие для вузов: В.Г. Курлянд, В.В. Курлянд; МАДИ. - М., 2012г. - 176 с.
4. <https://www.most.life/o-proekte/hronika-stroitelstva/>