электронный журнал
МОЛОДЕЖНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК
Издатель ФГБОУ ВПО "МГТУ им. Н.Э. Баумана". Эл No. ФС77-51038.

УДК 621.86/87

Анализ конструкций монтажных агрегатов для строительства мостов

Г.С. Боровнёв

Студент, кафедра «Подъемно-транспортные системы»
МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва, Россия

Научный руководитель: Ромашко А.М. к.т.н., доцент кафедры «Подъемно-транспортные системы» МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва, Россия

МГТУ им. Н.Э. Баумана
borgosh@gmail.com

Введение

Развитие транспортной инфраструктуры в Российской Федерации является одной из приоритетных задач. Одним из важных звеньев этой задачи является строительство мостов. Для строительства мостов применяются как краны общего назначения (стреловые, гусеничные, козловые), так и специальные грузоподъемные устройства. В отличие от кранов общего назначения к грузоподъемным устройствам, применяемым для строительства мостов, предъявляются особые требования: высокая точность позиционирования груза, необходимость удерживать груз длительное время (для оформления болтовых стыков, сварки и т.д.), работа на податливом, колеблющемся основании и др.

Одним из наиболее распространенных в настоящее время конструктивных типов, строящихся в РФ пролетных строений мостов, являются железобетонные балочные разрезные (или температурно-неразрезные) пролетные строения, армированные предварительно напряженной (или ненапрягаемой) рабочей арматурой, перекрывающие пролеты до 33м. Для пролетов 20..65 м находят широкое применение сталежелезобетонные пролетные строения со сборной или монолитной плитой проезжей части. Коробчатые стальные пролетные строения с ортотропной плитой используют для больших пролетов 150.200 м.

В зависимости от типа возводимого моста, пролетного строения и внешних условий могут применяться различные технологии строительства (рис.1).

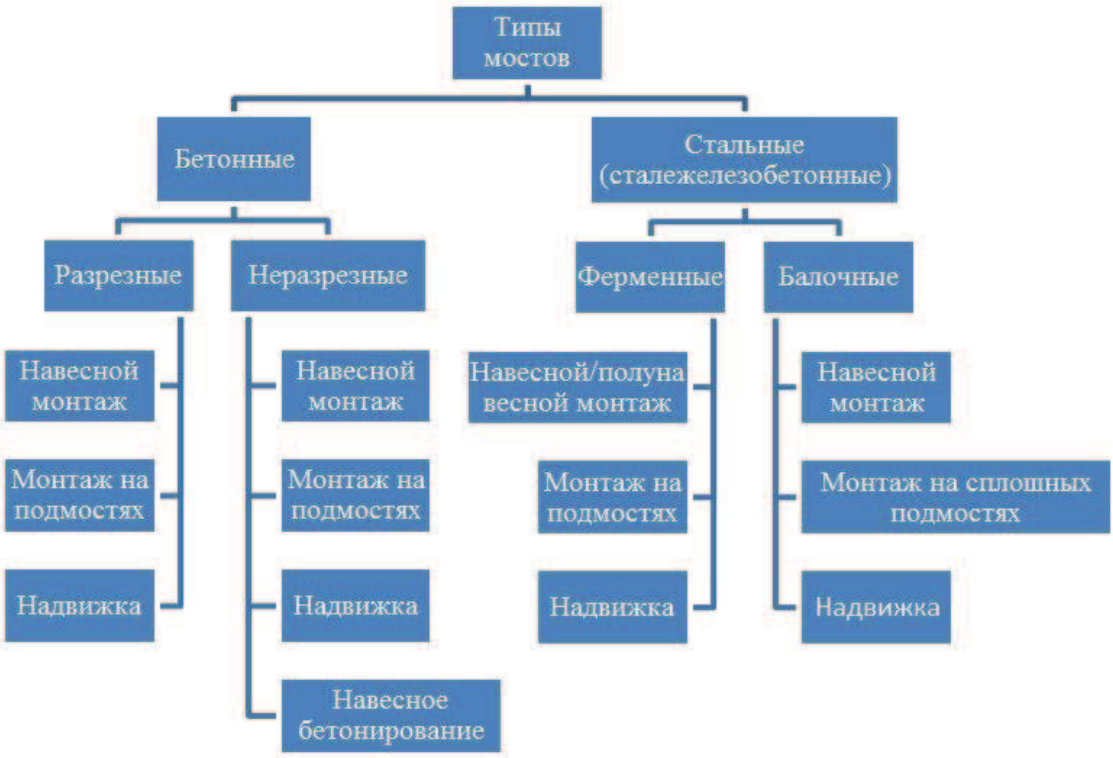

Рис. 1. Основные технологии строительства мостов

Некоторые технологии строительства мостов выгодней реализовывать только специальными грузоподъемными устройствами (рис.2).

Выбор типа агрегата зависит от внешних факторов, таких как максимальное монтажное усилие на пролет (недостроенную часть пролета), геометрия пролетного строения, положение опор и др.

Анализ конструкций монтажных агрегатов

Деррик-краны (краны мачтовые вантовые или жестконогие [1, пр.2]) используются для навесного строительства балочных, вантовых и подвесных мостов в качестве передвижных с перемещением по смонтированной части конструкции. При строительстве мостов краны используют для подъема, позиционирования и удержания в необходимом для монтажа положении пролетной секции моста. При строительстве бетонных мостов также могут удерживать скользящую опалубку для навесного бетонирования.

Основные характеристики деррик-кранов [2]:

- Грузоподъемность: до 500т
- Пролет: 300-1000м (и более)
- Вылет: до 25м
- Длина секции: 8-12 м (до 24м)

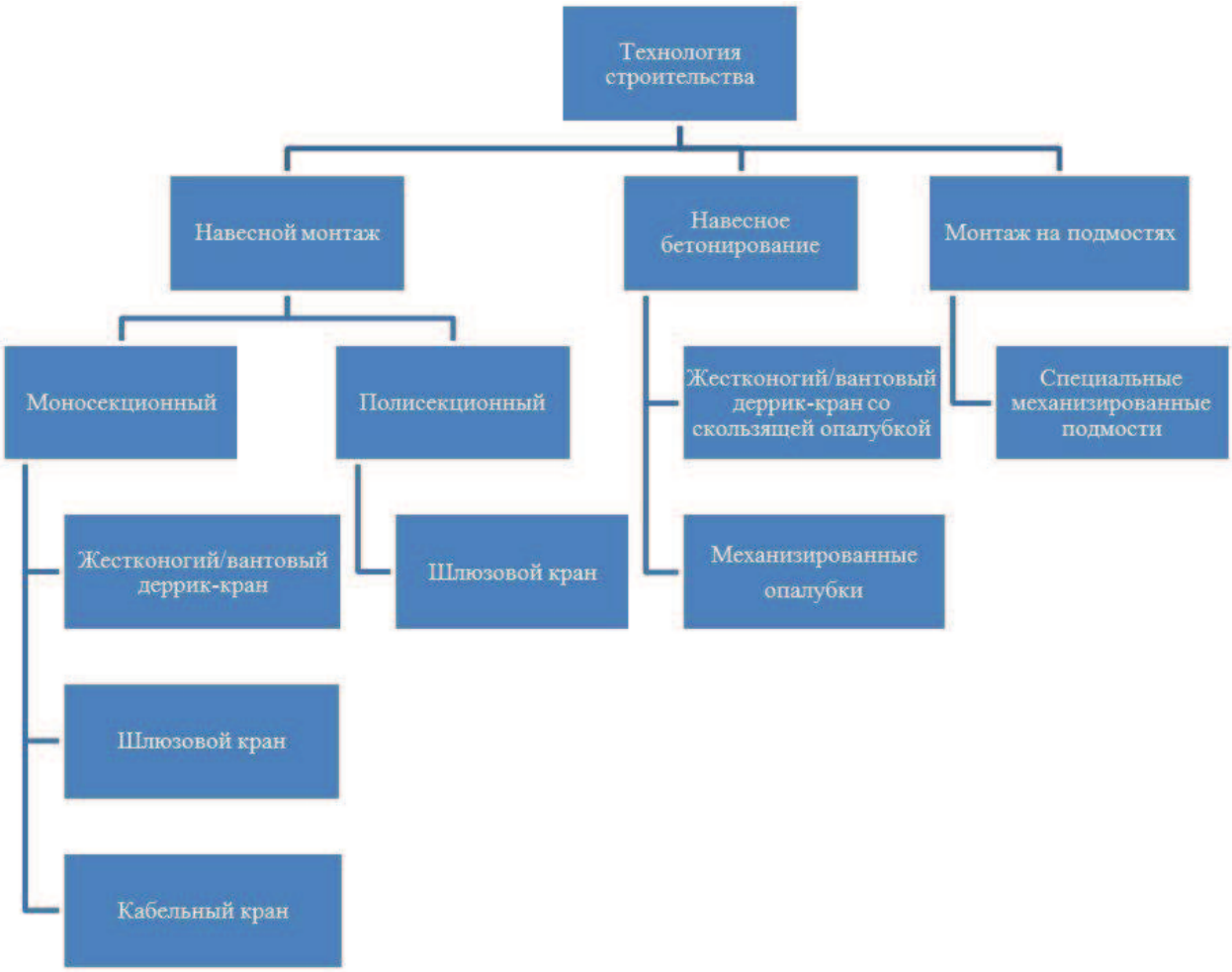

Рис. 2. Использование специальных агрегатов при различных технология строительства мостов

Основными элементами конструкции деррик-кранов являются: мачта и стрела, прикрепляемая к мачте с помощью гибких тяг (вантовый деррик-кран) или жестких тяг (жестконогий деррик-кран (рис.4). Так же различают деррик-краны по возможности поворота, по типу подачи груза и по количеству точек опирания (рис.3).

Особенностью кранов является очень жесткая грузовая характеристика и отсутствие противовеса, устанавливаемого в редких случаях для обеспечения устойчивости в транспортном положении. Данная особенность связана с наличием анкерного устройства в хвостовой части, позволяющего кранам при работе крепиться непосредственно к построенной части пролетного строения. Наличие анкерного устройства позволяет достигнуть высокого отношения массы поднимаемого груза к собственной массе 1.1..1.5. Для передвижения крана по пролетному строению необходимо чтобы колея крана совпадала с продольными ребрами жесткости пролетного строения либо совпадение точек опоры подкранового пути с поперечными ребрами жесткости пролетного строения, данное ограничение связано с допустимыми монтажными

нагрузками на пролетное строение. Из условий опирания, анкеровки и строповки поднимаемой части пролетного строения вытекает основной недостаток деррик-кранов, заключающийся в одноразовости применения крана, так как кран, рассчитанный под одно пролетное строение трудно приспособить для работ на пролетном строении с другими типоразмерами.

Рис. 3. Классификация деррик-кранов по конструкции

Рис. 4. Жестконогий деррик-кран

Кабельные краны используются при навесном строительстве подвесных и арочных мостов для подъема, перемещения и удержания в необходимом положении секций моста и рабочих площадок для обслуживания.

Основные характеристики кабельных кранов [3]:

- Грузоподъёмность: 10-50т (до 150т)
- Пролет: 300-600м (до 1000м)
- Высота подъема груза: от 150-270м (и более)
- Длина секции 8-12 м (до 24м)

Особенностью кранов является использование в качестве подкранового пути несущего каната, натянутого между двух и более мачт или непосредственно несущего каната моста. Грузовые тележки, как правило, не оснащаются собственным приводом. Краны различаются в зависимости от количества и типа опорных мачт (рис.5).

Рис. 5. Типы исполнения мачт кабельных кранов

При работе данных кранов нагрузка передается через канат напрямую на опоры (мачты), не нагружая пролетное строение моста, позволяя выполнять грузоподъемные и транспортные операции на большом по протяженности участке. Невозможность подвода грузовой тележки к мачтам, и сложность передвижения нагруженной тележки снижают рентабельность применения данного крана, позволяя применять его только при строительстве подвесных мостов.

Консольно-шлюзовые краны используются для навесного строительства балочных, мостов в качестве передвижных с перемещением по смонтированной части моста и опорам пролета. При строительстве мостов кран используют для установки, позиционирования и удержания в необходимом для монтажа положении пролетной балки моста или набора пролетных секций.

Основные характеристики консольно-шлюзовых кранов [2]:

- Грузоподъёмность: 80-450т
- Пролет: до 154м
- Длина секции (набора секций): 24-66 м (до 154м)

Консольно-шлюзовой кран состоит из несущей продольной балки (рис.6) или фермы с тремя точками опирания. Опирание производится двумя опорами крана на опору моста, через построенное пролетное строение, третьей опорой непосредственно на опору моста.

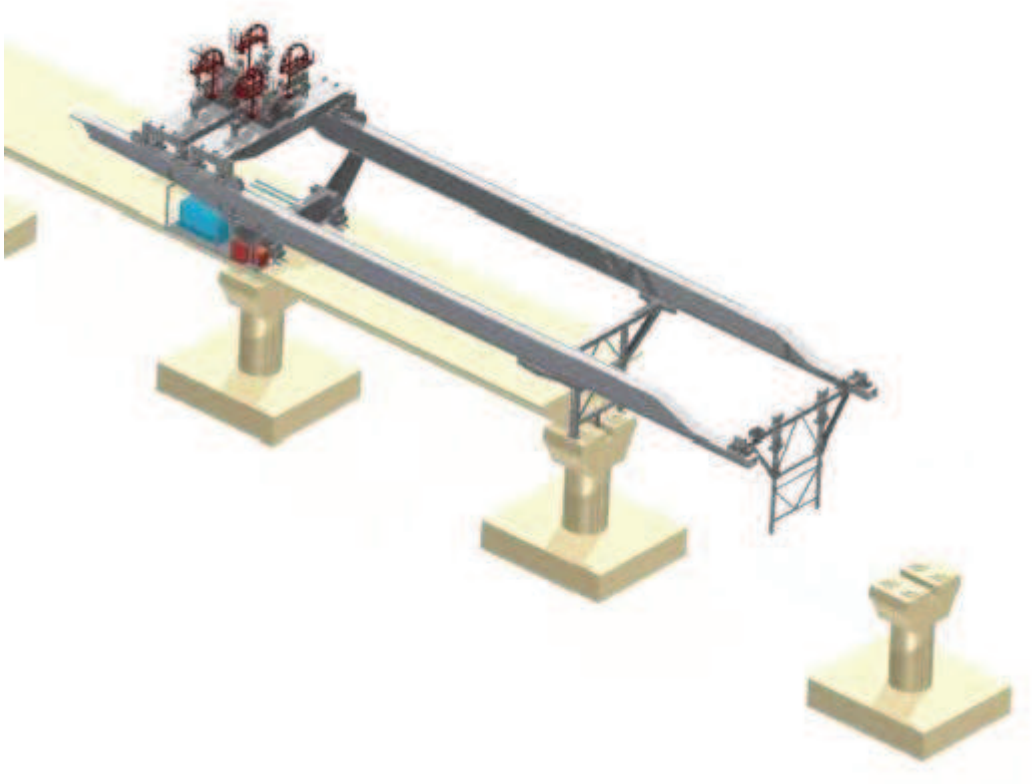

Рис. 6. Консольно-шлюзовой кран с сдвоенной несущей балкой

Краны, работающие с цельными балками, имеют 2 грузовые тележки, что позволяет использовать их для подъема и установки пролетной балки большой длины, полностью перекрывая пролет между двумя опорами моста.

Краны, работающие с секциями балки, помимо грузовой тележки имеют некоторое количество поддерживающих канатов, что позволяет использовать их для подъема и удержания набора секций пролета для последующего армирования и бетонирования.

Так как грузоподъемность крана напрямую зависит от несущей способности продольной балки, использование данных кранов на больших пролетах ограничено по технико-экономическим показателям.

Сейчас в РФ такие краны применяются исключительно редко, по причине устаревания конструкций и сложности монтажа самого крана. За рубежом имеются мобильные аналоги на пневмоколесном ходу, не требующие сложного монтажа.

Заключение и выводы

В настоящее время отсутствуют серийно выпускаемые универсальные монтажные агрегаты, как для определенной технологии строительства, так и для строительства мостов в целом. Существующие проекты специальных монтажных агрегатов устарели или узкоспециализированы под конкретный мост с конкретным пролетным строением. Возможность повторного строительства моста с идентичным пролетным строением достаточна, мала, в связи с относительно нечастым строительством мостов в целом, в результате затраченные средства на создания монтажного агрегата используются неэффективно, так как большую часть срока службы агрегат будет находиться в консервации. Зачастую после окончания строительства моста, агрегат разбирается на металлолом.

Одним из вариантов устранения данного недостатка является создание модульного агрегата. Модульный агрегат может иметь унифицированные по типоразмерам и соединительным интерфейсам модули, позволяющие изменять геометрию и технические характеристики агрегата в определенном диапазоне, что позволит использовать его при строительстве ряда мостов с различной геометрией. Для создания таких агрегатов необходимо решить две задачи. Первая – выделить и актуализировать общие для многих монтажных агрегатов элементы, даже если эти агрегаты сами по себе предназначены для строительства мостов по различным технологиям. Выбор основных типоразмеров и параметров модулей должен исходить из основных типоразмеров пролетных строений мостов. Вторая задача заключается в минимизации неизбежных потерь на соединительные интерфейсы, которыми должны соединяться модули. Создание модульного монтажного агрегата с возможностью изменения колеи, базы и других технических характеристик, а также с высоким отношением массы поднимаемого груза к собственной массе позволит значительно упростить строительство моста и сократить расходы на строительство.

Список литературы

1. ПБ 10-382-00 «Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов» Госгортехнадзор РФ от 10 января 2001;
2. Bridge Erection Machines // Marco Rosignoli, Civil Engineering, 2010;
3. Вейнблат Б. М. Краны для строительства мостов: Справочник.– 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1988. -240 с;
4. Колоколов Н. М. Строительство мостов. – М.: Транспорт, 1984. – 504 с.