

СОЗДАНИЕ И РАЗВИТИЕ КОНСТРУКЦИЙ ОДНОБАЛОЧНЫХ КРАНОВ МОСТОВОГО ТИПА С МОНОРЕЛЬСОВЫМИ ТЕЛЕЖКАМИ

Исаак Иосифович АБРАМОВИЧ, канд. техн. наук

Леонид Леонидович БОГОЛЮБОВ, главный

конструктор проекта

ОАО «НПО «ВНИИПТМАШ», Москва

Рассмотрено развитие конструкций однобалочных подвесных и опорных мостовых кранов с электрическими талями и козловых кранов с трубчатым пролетным строением. Приведены сведения о их разработках и производстве.

Ключевые слова: краны мостовые и козловые подвесные и опорные, развитие конструкций, исследования, производство.

К однобалочным кранам мостового типа относят мостовые опорные и подвесные краны, а также козловые краны с однобалочным пролетным строением. Наибольшее распространение получили краны грузоподъемностью до 10,0 - 12,5 т с электрическими талями. В России их серийно изготавливают ряд краностроительных заводов, и, кроме того, многие непрофильные предприятия для собственных нужд.

Краны с талями зачастую могут эксплуатироваться без крановщика. По существующим нормам при грузоподъемности до 10 т включительно и отсутствии кабины они не требуют регистрации в органах технического надзора. Благодаря простоте и надежности конструкции эти краны сравнительно дешевы в изготовлении и эксплуатации. Но, несмотря на определённые преимущества, однобалочные краны стали широко распространяться позже появления более сложных по конструкции двухбалочных кранов, примерно сто лет назад лишь после освоения промышленного производства электрических талей.

Первоначально с монорельсовыми грузовыми тележками строили только подвесные, так называемые «потолочные», дороги, имеющие неподвижно закрепленную ездовую балку. Тележки часто выполняли с ходовыми колесами, перемещающимися по верхнему поясу ездовой балки (рис. 1). Впервые монорельсовая дорога появились в России в 1820 г., в селе Мячково под Москвой. Зона обслуживания такой дороги является узкая полоса непосредственно под монорельсом.

Необходимость обслуживать определённую площадь рабочей территории требовала, чтобы эта ездовая балка сама перемещалась в поперечном направлении. Так она превратилась в мост опорных и подвесных кранов с талями

– так называемых «кран-балок». В первых конструкциях опорных электрических кранов мост выполнялся из прокатной двутавровой балки, жестко скрепленной с концевыми балками. Привод механизма передвижения состоял из электродвигателя и червячного редуктора и располагался в середине ездовой балки. Двусторонний выходной вал редуктора через жесткие муфты соединялся с двумя промежуточными валами, на концах которых установлены шестерни, взаимодействующие с зубчатыми венцами ходовых колес. Часто краны имели ручной привод механизма передвижения моста. Все валы вращались в подшипниках скольжения.

При малых пролетах горизонтальная ферма отсутствовала, а привод передвижения устанавливали непосредственно на балке (рис. 2). При пролетах более 6-7 м применяли ездовую балку, усиленную вертикальным листом и подкрепленную горизонтальной фермой, на которой размещался привод центрального вала передвижения крана (рис. 3). При пролетах 12-15 м ездовая балка поддерживалась вертикальной решетчатой фермой. Указанные принципы конструирования опорных кранов сохранились, в основном, до настоящего времени.

Подвесные краны перемещаются по путям, которые крепят к конструкциям перекрытий. При грузоподъемности

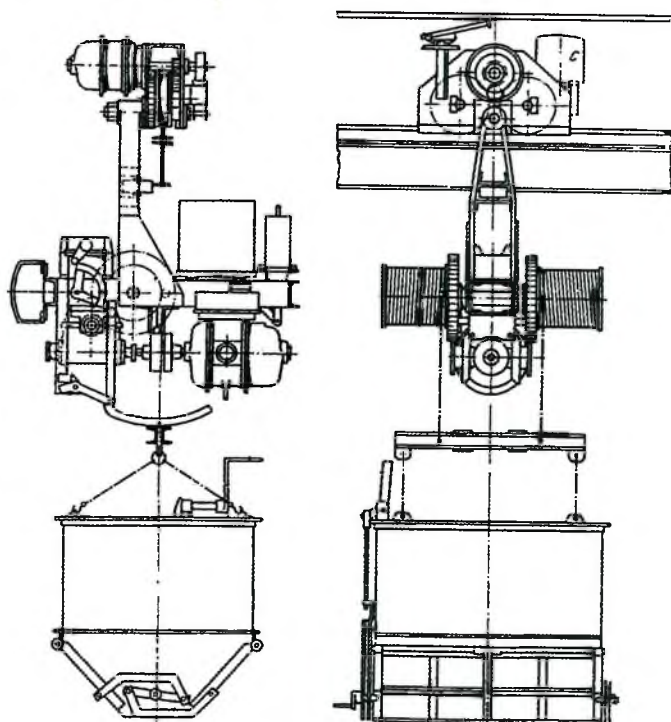


Рис. 1. Тележка подвесной дороги германского производства начала XX века

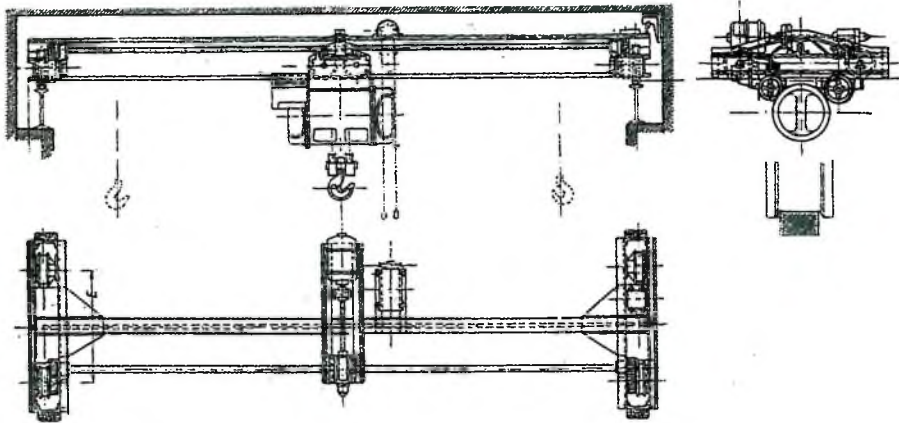


Рис. 2. Опорная электрическая кран-балка

свыше 5-10 т обычно требуются усиление перекрытий, и следовательно, дополнительные затраты. Поскольку мост (ездовая балка) расположен ниже крановых путей, имеется возможность состыковать консоли кранов, перемещающихся по параллельным путям – непосредственно или через стационарные переходные мостики. Стыковка обеспечивается с помощью замков, которые «ловят» и взаимно фиксируют кран и мостик, открывают упоры, препятствующие съезду тали с несостыкованного крана, выдают сигналы о ходе стыковки и блокирующие сигналы. Под ездовой балкой может быть также установлена нижняя балка, которая, перемещаясь по ездовой, выдвигается как консоль в любую сторону за пределы верхней балки на величину, равную 30-40% пролёта крана. Таким образом, таль с грузом может выехать по нижней балке в соседний пролёт цеха. У подвесных кранов имеется возможность создания двухпролетных кон-

струкций. Благодаря рассмотренным преимуществам краны позволяют обслуживать объекты значительной площади.

Применяют «полуподвесные» краны, несущая балка которых с одной стороны имеет опору с вертикальной осью, а с другой стороны – приводную тележку, катящуюся по монорельсу в виде части круга с центром на неподвижной опоре. В разновидности этого крана приводная тележка перемещается по прямолинейному монорельсу; в ходе поворота балки за счет смещения тележки появляется консоль переменной длины. Зона обслуживания таких кранов является круг или сектор круга.

В 1946 г. были разработаны опорные краны серии НК с пролетами до 17 м. В них пролетная балка разгружена размещенным над ней сжатым шпренгелем. Вес привода воспринимается дополнительной решетчатой фермой. В 60-х годах прошлого века во

ВНИИПТМаше – головной организации по краностроению – были разработаны новые серии опорных и подвесных кранов и соответствующие государственные стандарты, новая серия электроталей типа ТЭ грузоподъемностью до 5 т. Metallургия освоили прокат двутавров серии «М» с усиленными полками. Электропромышленность разработала и внедрила малогабаритные кнопочные посты для управления тальями и кранами с пола с числом кнопок от двух до восьми и ключ-маркой. Краны и тали были серийно освоены на ряде заводов страны (в том числе, на трех заводах оборонной промышленности) и выпускались в большом количестве.

До начала перестройки ведущим предприятием в СССР по выпуску опорных кранов был Перевальский механический завод (учреждение УЛ-314-15 МВД Украинской ССР), производивший в год до 5000 кран-балок различных конструкций и 500 трубчатых козловых кранов грузоподъемностью 5 т. Подвесные краны изготавливали на Забайкальском заводе ПТО Минтяжмаша СССР в количестве более 25 тыс. шт. в год. Суммарное количество электроталей, ежегодно выпускаемых в стране, достигало 90 тыс. шт. Примерно столько же ввозилось из Болгарии, и все они находили применение.

Подвесные краны первоначально были спроектированы с ходовыми тележками от новых талей, которые устанавливались на концевых балках с помощью поворотных консолей, что позволяло частично компенсировать перекосы крана во время движения и дефекты монтажа крановых путей.

Опорные кран-балки были конструктивно аналогичны традиционной компоновке мостовых кранов: имели двухребордные ходовые колёса на угловых буксах и привод ведущих колёс от специально разработанных навесных мотор-редукторов. При больших пролётах краны выполняли с

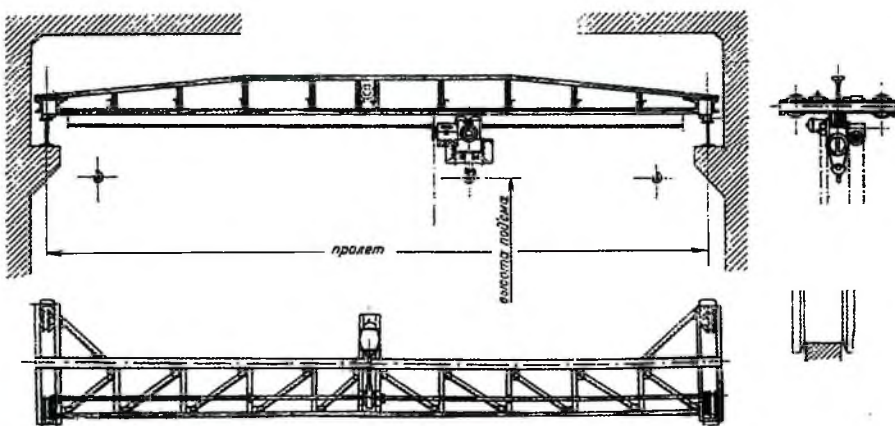


Рис. 3. Опорная кран-балка с большим пролётом

решетчатыми П-образными мостами, причем монорельс был приварен к середине поперечин, опирающихся на боковые фермы.

Пролетные балки для опорных и подвесных кранов выполняются на базе двутавров серии «М». При необходимости увеличить несущую способность моста двутавр подвергают перфорации – за счет продольной фигурной резки его вертикальной стенки и последующей сварки по выступам высота балки № 45М увеличивается до 600 мм. При пролетах свыше 8-9 м несущую способность лимитирует устойчивость двутавра. Его усиливают листом, швеллером или коробкой из швеллеров.

При модернизации подвесных кранов конструкции ВНИИПТМАШ для компенсации неровностей путей и устранения заклинивания крана от перекосов при его движении предусмотрели подвижное соединение одной из концевых балок с пролетной, предложенное инж. Дзехцером А.Ш. Это, вероятно, является самым кардинальным нововведением в конструкции подвесных кранов. Пролетная балка жестко крепится к одной концевой балке и поддерживается двумя консольными роликами, закреплёнными на другой концевой балке. Благодаря этому шарниру исключается заклинивание кранов на путях. Одновременно была уменьшена база ходовых безребордных колёс, что облегчает концевые балки, увеличена база горизонтальных направляющих роликов и снижены нагрузки на них. Ролики стали взаимодействовать со стенкой двутавра пути.

Колеса кранов (одноробордные или безребордные) перемещаются по полкам двутавровых балок, изготавливаемых из малоуглеродистых или низколегированных сталей, характеризующихся ограниченной прочностью и износостойкостью. Некоторые предложения, направленные на повышение несущей способности балок, показаны на рис. 4. Первоначально к ездовым поверхностям полок болтами крепили полосы (рис. 4, а) или фасонные направляющие (рис. 4, б). Однако такие конструкции ввиду сложности реализации распространения не получили. В отечественной практике часто выполняют подварку полосы (рис. 4, в, профиль 45М), играющей роль распорки, препятствующей отгибу полок. На рис 4, г показано деформированное их состояние в такой конструкции под действием сил F .

Среди многочисленных исследований несущей способности полок двутавра следует отметить проведенные во ВНИИПТМАШ работы Б.М. Розеншейна [1], результаты которых использованы в отечественных нормативах. Современная версия расчета полок дана в стандарте ИСО [2]; однако в ней нет расчетной оценки балок по рис. 4, в, выполненной проф. Ковальским Б.С. [3].

В начале 60-х годов прошлого века в Болгарии по предложению сотрудника ленинградской организации «Севзапэнергомонтаж» Ремеза И.И. [4] во время его коман-

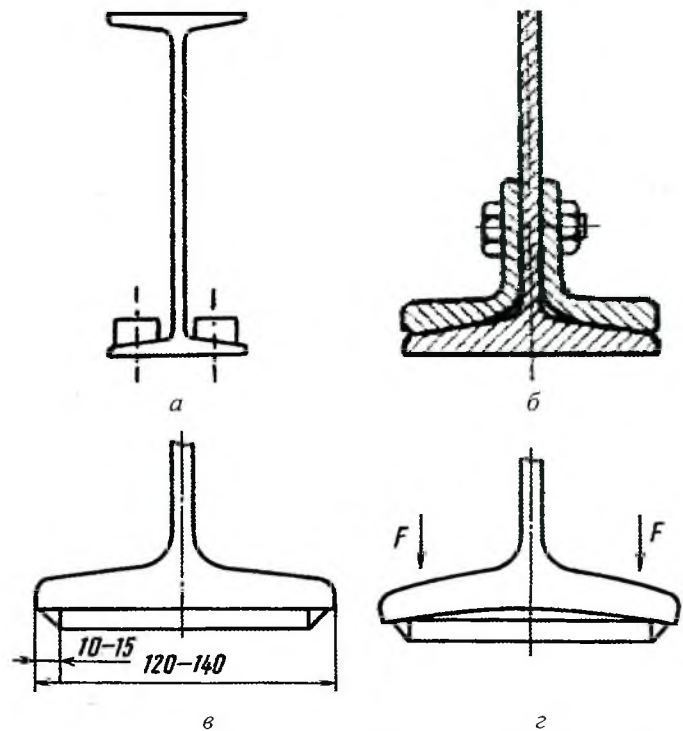


Рис. 4. Варианты усиления несущей полки путевого двутавра

дировки в эту страну было начато производство козловых кранов с трубчатыми мостами, которые затем быстро освоили и ряд предприятий в СССР. Практически одновременно аналогичные конструкции были запатентованы в Японии и Франции, где они, однако, промышленного распространения не получили.

Выпускают мостовые опорные краны с пролетными балками трубчатой конструкции грузоподъемностью до 16 т и пролетами до 28,5 м. В козловых кранах при грузоподъемности свыше 12,5 т используют канатную тягу для перемещения грузовой тележки. Трубчато-балочные краны очень просты в изготовлении и весьма надежны в эксплуатации. Для скрепления ездового двутавра с трубой разработаны различные конструктивные приемы, некоторые из них показаны на рис. 5.

В кранах болгарского производства верхнюю полку двутавра подгибали по окружности трубы и непосредственно приваривали к ней (рис. 5, а). Крепление двутавра часто может быть выполнено с помощью промежуточного швеллера (рис. 5, б), кромки полок которого привариваются к трубе. У козловых кранов грузоподъемностью 3,2 т стенку тавра (половина двутавра) приваривали к трубе и укрепляли косынками (рис. 5, в). Находит применение конструкция, в которой верхняя кромка стенки тавра имеет вертикальные надрезы, и образовавшиеся лепестки поочередно отогнуты в разные стороны и приварены к трубе (рис. 5, г). Это позволяет отказаться от косынок.

В местах примыкания промежуточного элемента или самого двутавра в трубе возникают значительные попереч-

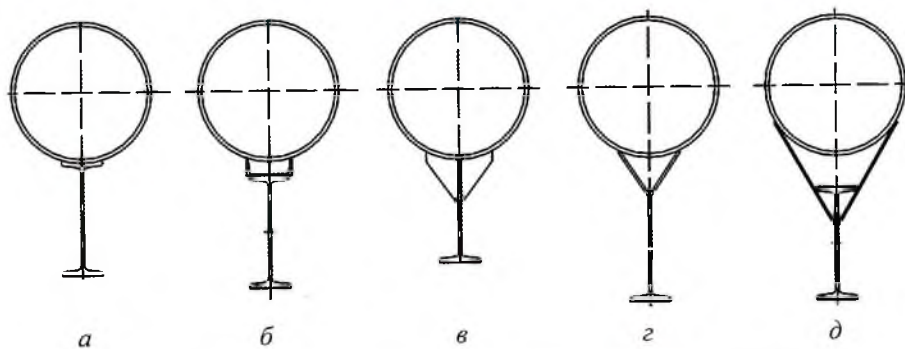


Рис. 5. Варианты соединения ездового двутавра с трубой



Рис. 6. Козловой кран грузоподъемностью 20 т Уфимского краностроительного завода

ные изгибные напряжения, но какой-либо опасности для несущей способности конструкции это не представляет, так как в этих зонах вблизи нейтральной оси сечения малы продольные напряжения.

В конструкции, реализованной Урюпинским крановым заводом, соединение ездовой балки и трубы осуществляется через боковые планки, размещенные поочередно справа и слева от трубы по касательной к её образующей (рис. 5, д). За счет этого существенно улучшаются условия работы трубы; одновременно увеличивается общая высота сечения и изгибная жесткость моста.

Днепропетровский инженерно-строительный институт

провел обширные теоретические и экспериментальные исследования трубчатых кранов и разработал методику их расчета [5].

Мосты трубчатых кранов большого пролёта выпускают в виде отдельных габаритных секций, которые на месте установки крана соединяются приварными накладками и центрируются внутренними планками, что чрезвычайно упрощает транспортировку кранов.

Одним из ведущих предприятий по производству трубчато-балочных кранов сегодня является Уфимский краностроительный завод, начавший свою деятельность в качестве совместного советско-болгарского предприятия, а в настоящее время самостоятельно проектирующий и выпускающий различные мостовые и козловые краны. На рис. 6 показан кран этого завода грузоподъемностью 20 т с пролетом 32 м; ведется подготовка к изготовлению крана грузоподъемностью 32 т пролетом 42 м, с несущей трубой размерами 1420x16 мм и ездовой балкой № 45М.

Литература

1. Розенштейн Б.М. Исследование местных напряжений в монорельсовых путях. Труды ВНИИПТМАШ, вып. 14, 1961, ОТИ.
2. Стандарт ИСО 1688-1-2005. Расчет ходовых колес кранов и поддерживающих их элементов.
3. Ковальский Б.С. Усиление полок ездовых двутавров приваркой полосы. Подъемно-транспортное оборудование. Межреспубликанский научно-технический сборник. 1990, № 21.
4. А.с. СССР № 1423391, кл. 35b, 1/20, 1965 г., Ремез И.И. Пролетное строение крана мостового типа.
5. Братусь Н.Г. и др. Краны с трубчато-балочными пролетными строениями. М.: Машиностроение, 1989.

Л.Л. Боголюбов. Тел. (phone): 8-916-424-42-76.

ПОДПИСКА на журнал проводится ПОСТОЯННО



ПРИВОДЫ И КОМПОНЕНТЫ МАШИН

Через федеральные агентства на следующее полугодие (подписные индексы в каталогах "Роспечать" 79420, "Пресса России" 13174)

В редакции на любой срок с любого момента, включая уже вышедшие ранее номера за текущий год.

Тел./факс: (495) 967-69-83. 993-10-26.

Электронный адрес: pts@npp-pts.ru, pikmash@yandex.ru.