

МОСТОВЫЕ КРАНЫ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ, НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ, ВЫБОР

И.И. Абрамович, канд. техн. наук

Производство мостовых кранов освоено во всех промышленно развитых странах и ряде развивающихся государств. Основными их производителями и экспортерами следует считать ФРГ, Японию, Финляндию, Великобританию, Италию. США эти краны изготавливают, в основном, для собственных нужд. Крупнейшим производителем мостовых кранов был СССР, в котором годовой выпуск кранов всех типов грузоподъемностью от 1 до 630 т достигал 55 - 60 тыс. единиц.

Ежегодный объем производства мостовых кранов в мире ориентировочно можно оценить в 0,8 - 1,2 млрд. долларов США. При этом, суммарная стоимость наиболее распространенных однобалочных кранов с электроталями грузоподъемностью не более 8 - 16 т составляет 65 - 75% указанной суммы. Общее число выпускаемых в год кранов оценивается в 60 - 90 тыс. (с учетом резко уменьшившегося выпуска в России и Украине).

Конструкции двухбалочных кранов не претерпели существенных изменений с пятидесятых - шестидесятых годов прошлого века. За рубежом во второй половине двадцатого столетия эти краны во многих отраслях стали вытесняться более эффективным оборудованием, в том числе устройствами непрерывного и напольного транспорта.

Применение мостовых кранов обуславливает существенное увеличение объема здания, иногда на 35 - 45%; повышенные нагрузки на их каркас. Вместе с тем, эти краны оставляют свободным пол помещения и обеспечивают беспрепятствен-

ное перемещение грузов в пространстве по координатной системе. В результате их все чаще используют в автоматизированных производственных системах, чему способствует интенсивное развитие электронной техники.

Для устранения раскачивания груза, возникающего при пуске - торможении механизмов передвижения, успешно применяют электронные системы управления приводами, обеспечивающие быстрое подавление колебаний подвески. Обязательным элементом таких устройств является датчик положения груза. Наиболее целесообразны монтируемые на грузовой тележке лазерные излучатели и приемники, воспринимающие сигнал, отраженный от грузовой подвески.

Для замера пройденного краном и тележкой пути вдоль рельсов размещают полосы с магнитной или оптической маркировкой. Однако в последнее время стали применять и лазерные дальномеры.

Автоматизированные краны часто используют при круглосуточной интенсивной работе. Их снабжают тиристорными приводами с глубоким (до 1:30 - 1:50) регулированием скоростей.

Для ограничения вибраций мостов увеличивают их изгибную жесткость, уменьшая значение расчетного прогиба от подвижной нагрузки до 1/1800 - 1/3000 пролета.

В результате точность позиционирования груза доходит до 2 - 3 мм. Кроме того, краны оборудуют устройствами технического зрения, опознающими размеры груза и считающими его маркировку.

Для мостовых кранов всех видов грузоподъемностью свыше 20 т характерно использование традицион-

ных компоновочных схем с двухбалочными коробчатыми мостами и опорными грузовыми тележками, в том числе и поворотными. Металлоконструкции кранов изготавливают из стали с пределом текучести до 300 - 400 МПа.

Механизмы подъема груза выполняют как на базе электроталей, так и по развернутой схеме. Механизмы передвижения - блочного типа с мотор-редукторами и с установкой валов колес во фланцевых подшипниках (угловые буксы применяют только в кранах особо интенсивного использования). Разработаны и другие усовершенствованные узлы: тормоза с датчиками износа фрикционных накладок, буферы с высокой поглощающей способностью и т.д.

Наряду с известными производителями ограниченными партиями краны выпускают многочисленные сравнительно мелкие предприятия. Например, в 2003 году из 29 фирм ФРГ, выпускающих мостовые краны, к последним можно отнести 18 фирм.

В кранах общего назначения с ограниченной интенсивностью использования значительное внимание уделяют максимальному снижению габаритов и массы, обеспечивающему уменьшение стоимости возведения и эксплуатации зданий. Для этого используют специальные компактные грузовые тележки. В ряде конструкций за счет этого обеспечивается уменьшение в полтора-два раза строительной высоты крана. Его масса снижается при этом на 15 - 30% по сравнению с традиционными конструкциями. Выполнение ходовой части крана с более узкими буксами позволяет ограничить вылеты несущих кронштейнов колонн

крановых путей, что дает возможность снизить нагружающие колонны изгибающие моменты.

Эти усовершенствования не находят применения в кранах, предназначенных для использования в особо тяжелых условиях, в особенности в металлургии, где чрезвычайно высоки требования как к надежности кранов, так и к удобству их эксплуатации. Краны снабжают электронными защитными и информационными устройствами, срабатывающими при рассогласовании частот вращения валов механизмов и возникновении других неисправностей.

Переход России к рыночным условиям привел к резкому снижению выпуска кранов. Так, на наиболее крупном краностроительном предприятии ОАО «Кран-УМЗ» годовой выпуск мостовых кранов упал с 1600-1800 до 40 – 60 штук, а на некоторых в прошлом ведущих заводах их производство полностью прекратилось. Вместе с тем, изготовление мостовых кранов продолжается не только на ряде специализированных заводов, но и заново освоено другими предприятиями, к сожалению не всегда располагающими квалифицированным персоналом и не имеющими оборудования, необходимого для выпуска качественной продукции.

Как уже отмечалось, конструкции выпускаемых кранов в последние несколько десятилетий существенных изменений не претерпели – проводится их модернизация на основе проектов, разработанных 20 – 35 лет тому назад. При этом начинают применять более совершенные современные узлы зарубежного производства – колесные блоки, устройства токоподвода и т.д.

В реально сложившихся в Российской Федерации условиях необходимость применения и освоения производства автоматизированных

мостовых кранов в ближайшие годы представляется спорной. В зданиях старой постройки установка кранов с уменьшенными размерами практического смысла не имеет. В строящихся новых промышленных зданиях их применение может дать значительный экономический эффект. Поэтому целесообразно возобновить производство подобных кранов, конструкции которых были в свое время разработаны ВНИИПТ-МАШ совместно с краностроительными заводами и в начале 90-х годов изготовлены в виде опытных партий.

Для кранов с пролетами до 16,5 м и грузоподъемностью до 20 – 32 т весьма эффективными могут оказаться находящие применение за рубежом краны с пролетными и концевыми балками из прокатных двутавров. Здесь некоторое увеличение металлоемкости по сравнению с традиционными коробчатыми конструкциями вполне окупается существенным снижением трудоемкости и, следовательно, стоимости изготовления.

В приводах зарубежных кранов применяют преимущественно короткозамкнутые двигатели. В зависимости от их мощности, режима работы и требований к плавности движения и точности позиционирования используют двигатели с переключением числа пар полюсов или применяют тиристорные системы частотного регулирования. У нас преимущественно применяют более дорогие приводы с фазными двигателями, имеющие к тому же меньшую надежность.

В объективно сложившихся условиях краностроительные предприятия зачастую используют случайные проекты, что ранее исключалось действенной системой контроля, осуществлявшегося головными организациями. В особенности это относится к небольшим заводам,

недавно приступившим к изготовлению мостовых кранов. В результате конструкции кранов иногда соответствуют техническому уровню 30-40-х годов прошлого столетия. Резко снизилось и качество изготовления кранов, что в значительной мере является следствием потери квалифицированных кадров и ослабления служб технического контроля.

Некоторые предприятия за бесценку приобретают выпущенные ранее, но не эксплуатировавшиеся краны, которые после косметического ремонта, замены паспортов и маркировки выдают за новые. В наибольшей мере это относится к однопалочным и другим кранам, не подконтрольным органам Госгортехнадзора.

Потребитель, желающий заплатить за кран минимальную цену, заказывает его непосредственно у изготовителя или прибегает к услугам посредника, который зачастую пытается любым путем сбыть продукцию, не всегда соответствующую реальным условиям ее применения. Приходится сталкиваться также и с влиянием заинтересованности распределителя кредитов в приобретении оборудования у определенного поставщика. В конечном счете страдает потребитель: кран часто выходит из строя и его срок службы оказывается значительно меньше предусмотренного паспортом. Иногда же для объекта с ограниченной интенсивностью эксплуатации приобретают краны, рассчитанные на тяжелый режим работы.

Сказанного можно избежать. Для этого в первую очередь необходимо правильно оценивать соответствие классификационной группы режима крана в целом ожидаемым условиям его эксплуатации. Стандартом ИСО 4301/1 предусмотрены 8 групп режима (табл. 1), каждая из которых характеризуется определенным сочетанием классов использования

Таблица 1

Режим нагружения	Коэффициент распределения нагрузок K_p	Класс использования									
		U_0	U_1	U_2	U_3	U_4	U_5	U_6	U_7	U_8	U_9
		Максимальное число рабочих циклов за срок службы крана $\times 10^4$									
		1,6	3,2	6,3	12,5	25	50	100	200	400	Более 400
Q1 - легкий	0,125			A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
Q2 - умеренный	0,250		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	
Q3 - тяжелый	0,500	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8		
Q4 - весьма тяжелый	1,000	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8			

Класс использования однозначно определяется числом циклов работы крана, а класс нагружения выражением

$$K_p = \left[\frac{C_i \left(\frac{P_i}{P_{max}} \right)^3}{C_T} \right]$$

где C_i – число рабочих циклов с массой груза P_i , C_T – суммарное число рабочих циклов, P_{max} – номинальная грузоподъемность крана.

Каждому из значений коэффициентов нагружения соответствует бесконечно большое число графиков нагружения P_i / P_{max}

($U_0 - U_9$) и нагружения ($Q_1 - Q_4$).

При определении группы режима наиболее целесообразно исходить из заданной выработки крана за срок его службы, который обычно принимают от 15 до 25 лет (за рубежом часто 10 лет). Следует учитывать и дополнительные операции, связанные с особенностями перегрузочных работ, например, введением коэффициента перевалки $K_n = 1,1 - 1,6$.

Действовавшими ранее нормативными документами для кранов с грейфером или грузоподъемным магнитом, усианавливался тяжелый режим работы, что соответствует группе режима A7 по современной классификации. Поэтому на практике подобные исполнения часто заказывают в виде двухбалочных мостовых кранов режимов A6 – A7. Между тем, нередко при перегрузке отходов металла, обслуживании отопительных котельных и т.п. объем перегрузочных работ невелик и соответствует условиям для групп режима A2 – A4. В этих случаях предпочтительнее использовать одnobалочные краны с электрическими талями, стоимость которых в 4 – 5 раз ниже двухбалочных.

Средняя за смену производительность наиболее применяемых

кранов составляет от 7 до 11 циклов в час, что обычно обеспечивает заданную выработку. В необходимых случаях производят проверку соответствия производительности крана требуемой с учетом величин рабочих скоростей, протяженности рабочих перемещений, времени строповки (освобождения) груза, и др.

Группу режима крана в целом определяет несущая способность его металлической конструкции. Потребительские свойства крана зависят также от эксплуатационных характеристик механизмов, в число которых входит классификационная группа их режима. В свою очередь эта группа в соответствии со стандартом ИСО 4301/1 определяется числом часов работы за срок службы механизма и графиком его нагружения. При этом для механизмов передвижения учитывают динамические нагрузки, возникающие в периоды их разгона и торможения. Представление о группах режима работы кранов и их механизмов можно составить по данным табл. 2. Однако для выбора крана группу режима следует определять расчетом.

Целесообразно расчетом оценивать и группы режима механизмов, назначаемые обычно изготовителем

в зависимости от группы режима крана. Несущая способность металлических конструкций и механизмов зависит от явлений усталости и износа их элементов, степень развития которых, в общем, связана с показателями групп режима. Нередки случаи, когда в пределах этих показателей кран должен работать ограниченное время весьма интенсивно, например, при разгрузке железнодорожных составов и т.п. При этом, несмотря на относительно небольшую общую наработку по числу циклов и по времени, возможен перегрев двигателей. В связи с этим при группе режима работы механизма M5 приходится иногда выбирать двигатели и другие компоненты электропривода, исходя из группы режима M6 или даже M7.

Помимо параметрических показателей необходимо обращать внимание на отдельные конструктивные особенности кранов.

Механизмы подъема груза некоторых кранов выполнены со стационарным расположением лебедки, имеющей многослойную навивку каната. В таких лебедках канат достаточно хорошо работает при группах режима работы до A3 - A4. При более высоких режимах работы срок службы каната снижается

Группа режима крана	Характеристика использования крана	Средние показатели использования крана		Группа режима механизма		
		Число циклов работы в смену	Масса груза, % от номинального	Подъем груза	Передвижение	
					Тележка	Кран
A1	Эпизодическая работа	0,1 – 1,0	50 – 100	M1	M1	M1
A2	Редкая работа	1,5 – 3,0	50 – 100	M1 – M2	M1-M2	M1 – M2
A3	Работа ограниченной интенсивности, с преимущественным перемещением малых грузов	5,0 – 10,0	10 – 60	M2 – M4	M2-M3	M2 – M3
A4	Работа средней интенсивности с перемещением малых и средних грузов	6,0 – 12,0	15,0 – 70,0	M4 – M5	M3 – M4	M3 – M4
A5	Регулярная работа с перемещением различных грузов	9,0 – 14,0	25,0 – 90,0	M5 – M6	M4 – M5	M5
A6	Регулярная интенсивная работа повышенной интенсивности	10,0 – 16,0	40,0 – 100,0	M6- M7	M5 – M6	M6
A7	Регулярная работа высокой интенсивности	15,0 – 20,0	70,0 – 100,0	M7	M6 – M7	M7 – M8
A8	Регулярная работа очень высокой интенсивности	22,0 – 30,0	90,0 – 100,0	M8	M7 – M8	M8

до 1 – 2 месяцев.

Разливочные краны с двумя подъемными механизмами требуют фиксации подвески главного подъема в предельном верхнем положении. На практике это не всегда выполняется. В результате происходит быстрое изнашивание каната редко используемого (только при разливке металла) главного подъема из-за постоянного раскачивания его подвески вследствие интенсивной работы крана вместе с тележкой вспомогательного подъема при выполнении многочисленных попутных погрузочно-разгрузочных операций.

Как правило, краны с балками листовой конструкциями обладают высокой долговечностью, хотя имеют большую массу. Вместе с тем, некоторые заводы изготавливают несущие металлические конструкции мостовых кранов грузоподъемностью

до 10 – 12,5 т групп режима А7 – А8 из листов толщиной 5 – 6 мм. Несущая способность таких кранов формально соответствует действующим нормам, однако практика эксплуатации показала их недостаточную надежность. Это относится и к ряду других особенностей кранов, предназначенных для интенсивного использования. В настоящее время ОАО НПО ВНИИПТМАШ разрабатывает нормы проектирования металлургических кранов, предусматривающие повышение надежности этого оборудования..

Удельная стоимость кранов, изготавливаемых различными отечественными предприятиями, в настоящее время варьируется от 2,5 до 10 долларов США за 1 кг их массы. К сожалению, реальные потребительские качества кранов далеко не всегда соответствуют их цене. Поэтому

потенциальным потребителям необходимо предельно внимательно относиться к выбору кранов. В затруднительных случаях следует обращаться к услугам компетентных организаций, в числе которых можно назвать НПП «Подъемтранссервис», ОАО НПО ВНИИПТМАШ и др. Полезно также мнение специалистов предприятий черной металлургии и других отраслей, обладающих высокой квалификацией и опытом использования грузоподъемных кранов. В будущем целесообразно создать специальную независимую экспертную организацию, способную эффективно оценивать качество грузоподъемных кранов и давать рекомендации по их выбору и использованию, как это практикуется для некоторых других промышленных товаров.

НОВЫЕ МОСТОВЫЕ И КОЗЛОВЫЕ КРАНЫ

Л.Ф. Морозов, директор
ОАО НПФ «РЕКРАН»

В 2003 году смонтированы и

вошли в эксплуатацию изготовленные по проектам научно-производственной фирмы (НПФ) «РЕКРАН», новые грузоподъем-

ные краны мостового типа.

Мостовой кран грузоподъемностью 16 т режима работы 8К для подъема и перемещения ков-