



## ВОПРОСЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПУТЕЙ МОСТОВЫХ КРАНОВ

Исаак Иосифович АБРАМОВИЧ, канд. техн. наук, veryoldmaster@yandex.ru

ОАО НПО «ВНИИПТМАШ», г. Москва

Николай Валентинович МОДИН, канд. техн. наук

ООО «Северсталь-Проект», г. Череповец

**Описаны методики оценки общей прочности балок крановых путей и элементов их крепления к несущим конструкциям, представленные в существующих нормативных документах, проведено их сравнение. Рассмотрены некоторые конструктивные мероприятия, способствующие повышению надежности путей.**

Обеспечение надежности путей мостовых кранов, в особенности в условиях интенсивного их использования, остается одной из основных задач, стоящих перед специалистами, занятыми проектированием подкрановых сооружений. Полное ее решение требует комплексного подхода к изменению проектирования всего подкранового строения [1], но одновременно целесообразна также разработка и использование отдельных инженерных решений, направленных на повышение работоспособности путей.

Расчетные нагрузки на пути, в настоящее время регламентированные СНИП 2.01.07-85\* [2], учитывают коэффициент надежности, принимаемый обычно для всех крановых нагрузок и равный 1,1. В выпущенных в 2008 г. стандартах ведущих строительных организаций - ФГУП «НИЦ» Строительство» (бывший ЦНИИСК) [3] и ЦНИИПСК им. Мельникова эти расчетные нагрузки подверглись коррекции.

Для оценки общей прочности балок путей и элементов их крепления к несущим конструкциям, в соответствии с действующими нормативами вертикальные нагрузки на ходовые колеса опорных кранов режимов А7 - А8 следует увеличивать на 10- 20% по сравнению со значениями, содержащимися в паспортах кранов с гибким

подвесом груза, в зависимости от пролета балки. Для местных напряжений в стенке балки, при работе кранов режима А8, это увеличение может достигать до 40 - 60% [2, 3], что объясняется как действием толчков при движении относительно быстроходных кранов, так и неравномерным распределением нагрузок на ходовые колеса вследствие отклонений положения опорных поверхностей колес и головок рельсов от единой плоскости, в которой они должны находиться. Указанная величина корректировки может быть снижена примерно на 25-30% за счет установки рельсов на упругие подкладки, например, производства фирмы «Gantry» (ФРГ). Такое решение рекомендуется и нормами США для путей кранов металлургических предприятий [4].

По СНИП 2.01.07-85\* учитываются равномерно распределенные между колесами одной из сторон крана горизонтальные поперечные нагрузки от пуска-торможения грузовых тележек, равные 5% от суммарного их веса вместе с грузом. Для 4-х и 8-колесных кранов это составит ориентировочно 1 - 2% от нормативной нагрузки на каждое колесо.

Горизонтальные нагрузки от перекосов кранов и непараллельности подкрановых путей учитывают отдельно только для кранов режимных групп А7 - А8, принимая их равными

10% от паспортной (нормативной) вертикальной нагрузки на колесо.

Фактически все эти нагрузки, как правило, оказываются более высокими, чем указано выше, что подтверждается данными многочисленных экспериментальных исследований и учитывается рядом современных нормативов. Так, в стандарте [3] для мостовых кранов групп режима А7 и А8 значения коэффициента надежности увеличены до 1,2. Горизонтальные нагрузки от перекосов кранов здесь принимают равными 20% паспортной (нормативной) вертикальной нагрузки на колесо, коэффициент динамичности для горизонтальных нагрузок от кранов увеличен: для режима А8 - с 1,1 до 1,2; для А7 - с 1 до 1,1. ЦНИИПСК им. Мельникова [1] предложено принимать горизонтальные нагрузки от перекосов мостовых кранов в размере 14% от нормативной вертикальной нагрузки на колесо.

В стандартах [2, 3] считается, что нагрузки от перекоса кранов действуют на балку подкранового пути в одном направлении от всех колёс, расположенных с одной стороны крана (внутри пролёта здания или в наружную сторону). В соответствии с международным стандартом Eurocode 1 [5] следует отдельно учитывать три вида горизонтальных поперечных нагрузок: статическую от перекоса крана, динамическую от торможения механизмов передвижения крана, динамическую от пуска-торможения механизма передвижения тележки.

При определении статической нагрузки принимают, что кран поворачивается на путях в пределах зазора между ребрами колес и головками рельсов. Возникающие при этом силы трения между колесами и рельсом не являются нагрузками от перекоса.

В качестве динамических нагрузок от торможения механизмов передвижения крана принимают осевые реакции, действующие на ходовые колеса от крутящего момента относительно центра тяжести крана с грузом, вызванного силами трения при их торможении до проскальзывания. При этом дополнительно вводят коэффициент динамичности, достигающий 3,0 для приводов с большими зазорами.

Метод определения нагрузки от пуска-торможения механизма передвижения тележки аналогичен используемому в СНиП. Однако величина нагрузки повышена вдвое. Расчетные значения нагрузок по Eurocode 1 существенно, в 1,3 – 1,5 раза, превосходят регламентированные СНиП.

По стандарту Украины [6] максимальную поперечную нагрузку от перекоса крана  $H$  принимают с учетом отношения пролета  $L$  к базе  $B$  крана. При этом используют зависимость, известную из ранее выполненных работ [7]:

$$H = 0,1F_{\max} + 0,01(F_{\max} - F_{\min})L/B \quad (1)$$

где:  $F_{\max}$ ;  $F_{\min}$  – соответственно максимальная и минимальная нагрузки на колеса крана.

Нагрузка  $H$  прикладывается к двум колёсам, расположенным либо с одной стороны крана, либо с разных сторон по диагонали, эти силы должны быть направлены в противоположные стороны. На остальные колёса действуют силы, равные 10% от  $F_{\max}$  или  $F_{\min}$  (принимается невыгодный вариант), все направленные или внутрь пролета, или в наружную сторону от него.

Рассчитанные таким образом нагрузки  $H$  в 1,15 - 1,6 раз выше предусмотренных СНиП. Они примерно соответствуют рассчитанным по Eurocode 1 и могут быть рекомендованы для практического использования при проектировании несущих конструкций.

Следует одновременно отметить, что краны с многоколесной ходовой частью более устойчивы против перекоса; для них стандартом [6] рекомендуется определять горизонтальную нагрузку на каждое из колес по формуле:

$$H_1 = 0,1(Q + G)/2n \quad (2)$$

где:  $Q + G$  – суммарный вес крана с грузом;  
 $2n$  – общее число ходовых колес крана.

Принимается, что силы  $H_1$  действуют на все колёса с одной стороны кранового пути и могут быть направлены внутрь пролёта здания или в наружную сторону. На все колёса другой стороны крана действуют силы, равные 50% от  $H_1$  и направленные противоположно.

При определении нагрузок по формулам (1) и (2) следует учитывать коэффициент надежности, равный 1,1; эти формулы предусматривают отсутствие отклонений в точности расположении колес и рельсов, превышающих установленные нормы.

В целом схема приложения нагрузок от перекоса в стандарте [6] более адекватно отражает действительное взаимодействие в системе «кран - подкрановый путь», чем стандарты [2, 3]. В то же время она усложняет сбор нагрузок при расчёте сооружений.

Одним из видов часто встречающихся дефектов крановых путей являются повреждения концевых частей балок путей и элементов крепления их к несущим конструкциям. При жёстком соединении подкрановых балок с колоннами часто возникают трещины в вертикальных диафрагмах крепления подкрановых балок к колоннам и в горизонтальных косынках сопряжения тормозных конструкций с колоннами [8]. Повреждения возникают вследствие вертикальных и горизонтальных смещений концов балок относительно мест подсоединения к колоннам. В отечественной практике для компенсации этого используют крепление балок к несущим конструкциям с помощью приварных податливых элементов [9].

Фирмой «Gantry» разработано более совершенное шарнирное крепление, образованное планками, в концевых гнездах которых встроены сферические втулки, изготовленные из легированной стали и термообработанные (рис. 1). Планки присоединяются к балке и несущей конструкции с помощью промежуточных кронштейнов, чем обеспечивается их удерживание и беспрепятственная компенсация пространственных смещений.

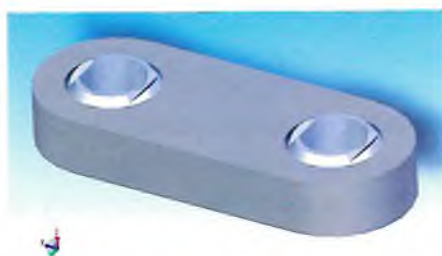
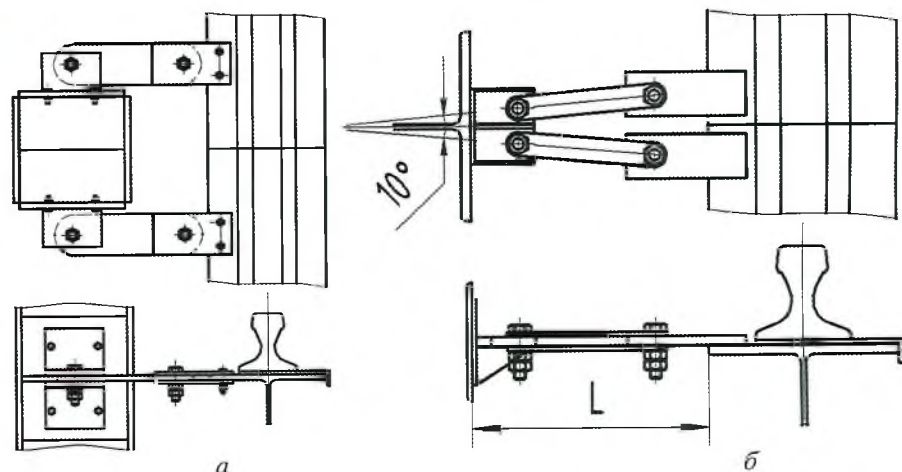


Рис. 1. Шарнирная планка крепления

Рис. 2. Варианты выполнения шарнирных креплений: а - с параллельным расположением планок; б - с расположением планок под углом



Таблица

Диаметр болта, мм	Допустимая нагрузка на шарнирное крепление для групп режима крана по ИСО 4301/1, кН			
	A1 - A2	A3 - A5	A6	A7 - A8
20	80	70	55	45
30	280	240	200	155
42	340	290	240	190
56	600	515	430	335

Планки устанавливаются одиночно или попарно, параллельно (рис. 2, а) или с относительным наклоном друг к другу (рис. 2, б). В последнем случае создается определенное препятствие смещению балки относительно каркаса здания; одновременно следует учитывать возможность появления продольных усилий, передающихся на балку.

Размеры крепления составляют примерно 150 - 300 мм; диаметры болтов шарниров, в зависимости от действующих нагрузок, от 20 до 80 мм. Величины допускаемых нагрузок на крепление определяются с учетом классификационной группы режима работы крана; ориентировочные значения некоторых из них приведены в

таблице.

Результаты длительной эксплуатации шарнирных креплений в различных условиях подтверждают их надежность [10].

### Литература

1. Калашников Г.В. Настоящее и будущее подкрановых балок. Монтажные и специальные работы в строительстве, 2007 г, № 7.
2. СНиП 2.01.07-85\* Нагрузки и воздействия.
3. СТО 36554502-015-2009. Стандарт ФГУП «НИЦ «Строительство» Нагрузки и воздействия.
4. AISE Technical Report №. 13,

2003 . Guide for the Design and Construction of Mill Building.

5. EN 1991-3 Eurocode 1:Actions on structures-Part3:Actions included by cranes and machinery

6. ДБН В.1.2-2-2006. Стандарт Украины «Нагрузки и воздействия».

7. Горохов В.Н. и др. Нагрузки и воздействия на здания и сооружения, М, ИАСВ, 2009 г..

8. Повышение долговечности металлических конструкций промышленных зданий/ А.И. Кикин, А.А. Васильев, Б.Н. Коштун и др.; Под ред. А.И. Кикина.- М.: Стройиздат, 1984.

9. Металлические конструкции. Под ред. Кудишина Ю.И. М. Academia, 2006

10. Rowswell J., Packer J. Crane girder tie-back connections. В сб. AISE Reference Handbook for EOT Cranes, Volume 1-Mechanical, 2000.

**Ключевые слова:** кран мостовой, путь, надежность, прочность, расчет, нормативы, крепление.

## ТЕЛЕЖКИ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ РЕЛЬСОВ И ИХ ПЛЕТЕЙ ПО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ ПУТЯМ МЕТРОПОЛИТЕНОВ

**Олег Николаевич ПАНЧЕВ**, канд. техн. наук, начальник отдела  
ГУП «Московский метрополитен»

**Игорь Александрович ПАНИН**, канд. техн. наук, директор  
Филиал ОАО ЦНИИС «НИЦ «Стройтехкомплексы», г. Москва

**Рассмотрены конструкции и эксплуатационные характеристики модернизированных тележек для перевозки рельсовых плетей и отдельных рельсов по путям метрополитенов. Показаны их преимущества по сравнению с ранее применявшимися тележками.**

Содержание железнодорожных путей Московского и других метрополитенов на должном техническом уровне требует периодической замены изношенных рельсов на новые. Новые рельсы стандартной длины 25 м предварительно стыкуют между собой контактной сваркой в плети длиной от 50

до 200 метров. Для транспортирования по железнодорожным путям рельсовых плетей и отдельных рельсов применяют специальные поезда, составленные из рельсовозных тележек, оснащенных грузозахватными приспособлениями, и двух мотовозов, размещенных спереди и сзади поезда. Та-



Рис. 1. Сцеп для перевозки длинномерных рельсовых плетей, оснащенный тележками ТР-4М и двумя мотовозами

кие поезда получили наименование «сцепов» или «сплотов» (рис. 1).

Долгое время для перевозки рельсовых плетей на Московском метрополитене использовали два типа рельсовозных тележек, изготавливаемых по