

О КРАНОВЫХ КОЛЕСАХ И РЕЛЬСАХ

А. В. Терехов, академик ПТАН Украины, г. Никополь

Действующий в Украине стандарт ГОСТ 28648 [1] регламентирующий основные размеры всех крановых колес, которые устанавливаются на всех типах кранов, передвигающихся по наземным или надземным рельсовым подкрановым путям. Далее будем рассматривать диаметр дорожки качения двухребордного колеса и ширину этой дорожки качения, как основные параметры необходимые для выбора колес и рельсов.

Как определяется, какое колесо необходимо в том или ином случае в том числе с точечным контактом? На примере ОСТ 24.090.44 [2] рассмотрим последовательность действий:

- определяется максимальная статическая нагрузка на колесо;

- по полученному значению статической нагрузки предварительно выбираем диаметр дорожки качения колеса и тип рельса используя апробированные рекомендации [2, 3, 5]. Предварительный выбор означает, что для одного значения статической нагрузки можно выбрать колеса с разным значением диаметра катания, а также различные типы рельсов. Например, выбор можно произвести с учетом режима работы механизма передвижения, а также с учетом скорости качения [4, 14];

- далее производится расчет колеса [3], а именно определение напряжения в контакте обода колеса и рельса и сравнение значения этого напряжения с допуском нормативным. Расчет производится с учетом всех необходимых сопутствующих параметров, в том числе марки материала и вида термообработки колеса.

Для устройства подкрановых путей применяются рельсы крановые [8], рельсы обычные для железных дорог широкой колеи [7], рельсы железнодорожные узкой колеи [9], рельсы железнодорожные типа Р43 [10].

Требования по устройству подкрановых путей оговариваются Правилами [13], согласно которым устанавливаются допуски на колею подкрановых путей. Для мостовых, башенных и козловых кранов устанавливаются следующие значения допусков (отклонений величины колеи в плане) подкрановых путей ± 15 , ± 10 и ± 15 мм соответственно. Нормативные допуски на размер колеи мостового крана ± 5 мм для пролета менее 22,5 м и ± 8 мм для пролета более 22,5 м. Допуск на

колею подтележечного пути мостового крана составляет ± 5 мм, и на колею тележки ± 3 мм.

Для подкрановых путей башенных кранов вводится дополнительное требование на прямолинейность рельсового пути на длине 10 м. Для кранов с жесткими ходовыми рамами не более 20 мм, а для кранов с балансирными тележками не более 25 мм. Отдельный интересный вопрос, касающийся колеи подкранового пути и разницы между шириной головки подкранового рельса и шириной дорожки катания колеса, возникает при необходимости перемещения башенного крана по криволинейным подкрановым путям [6].

Если проанализировать размеры дорожек катания крановых колес и ширину дорожек катания [1], а также ширину головок соответствующих этим колесам типов рельсов [7, 8, 9, 10] мы увидим, что суммарные зазоры находятся в пределах 9–30 мм. Причем разделить колеса на ходовые передвижения крана и передвижения грузовых тележек будет не совсем правильным. По каким критериям их делить? Колеса диаметрами 250, 320, 400 мм используются на грузовых тележках и в тоже время эти размеры используются для передвижения легких кранов, кран-балок и пр. А скажем, ходовые колеса диаметром от 500 до 800 мм используются так же на грузовых тележках тяжелых мостовых кранов. Это в европейских нормах присутствуют легкие серии крановых колес, предназначенные в основном для грузовых тележек.



Рис.1. Балансирная тележка крана КБ-674А на рельсах Р50

Можно привести еще такой пример. Никопольский краностроительный завод комплектовал свои краны унифицированными ходовыми тележками У2260.28Б (Рис. 1) и обеспечивал краностроительные предприятия отрасли и другие заинтересованные организации этими тележками. Диаметр дорожек катания колес 500 мм, ширина дорожек катания 90 мм, применяемый рельс Р50. Ширина головки рельса Р50–72 мм. Суммарный зазор между шириной дорожки катания колеса и шириной головки рельса составляет 18 мм. Эти тележки устанавливались практически на все советские башенные строительные краны, и не только.

Можно констатировать, что суммарный зазор между шириной дорожки катания колеса и шириной головки рельса стандартами в Украине не регламентируется и назначается конструктивно. Обязательное требование обеспечение беспрепятственного качения колеса или группы колес по рельсу.

Конечно, с учетом допусков на колею подкранового пути.

Естественно вследствие трения реборды колеса о боковую поверхность головки рельса происходит износ этих поверхностей. Браковочным признаком возможности эксплуатации колес по [1] является износ реборд не более 50% первоначальной толщины и (или) поверхности катания не более 1,15% первоначального диаметра. Срок службы колес в общем случае зависит от режима работы механизма передвижения и от машинного времени работы колеса в часах за срок его службы. При этом большое значение на увеличение машинного времени имеет норма точности установки колеса (угол перекоса его оси в горизонтальной плоскости не более 0,0005) и состояние подкрановых путей, отвечающих требованиям Правил [13]. При этих условиях срок службы колеса по ребордам будет приблизительно равным сроку службы по ободу.

Крановые колеса, изготовленные из стали марок 75 или 65 Г должны иметь твердость дорожек катания и реборд в пределах 320...390 НВ с глубиной закаленного слоя по [1]. Также хороший результат в плане увеличения износостойкости дает смазка поверхностей реборд и рельсов, в том числе и твердой смазкой. Срок службы колес по ребордам может быть увеличен до 30%.

Какие крановые колеса и как они используются в европейских странах рассмотрим на примере Германии, которая имеет национальные стандарты на крановые колеса и рельсы.

DIN536-1[12] предусматривает линейку из семи типов рельсов с шириной головки: 45; 55; 65; 75; 100; 120 и 150 мм.

DIN 15049[11] предусматривает линейку из 13 диаметров колес. Каждый диаметр предусматривает по два размера ширины дорожки катания, узкую и широкую. Имеется таблица для выбора крановых рельсов для узкой и широкой серий колес.

Выбор диаметра колес производится по методике отличной от нашей. Она основывается на ряде коэффициентов: материала колеса, скорости и режима работы. Для расчета предлагаются предварительные усилия на колесо, называемые характерными, соответствующие материалу колеса и рельса с пределом прочности 590 Мпа, режиму работы 25...40 % и скорости вращения колеса 32 об/мин. Имеются ИНСТРУКЦИИ, по которым с учетом уже фактических параметров эксплуатации и производится выбор пары колесо-рельс, с помощью различных коэффициентов.

ISO 12488-1 [15] предусматривает требования, согласно которым устанавливаются допуски на колею подкрановых путей кранов и тележек в зависимости от класса допусков и величины пролета. Существует 4 класса допусков, каждый допуск учитывает суммарный путь, проходимый краном или тележкой за срок службы в километрах. Класс 1-50000 км; класс 2-меньше 50000 но больше 10000 км; класс 3-меньше 10000 км; класс 4-для временных путей (для выполнения строительных или монтажных работ).

Таким образом, величина допуска на колею подкранового пути S для всех типов кранов на рельсовом ходу, в зависимости от класса допуска, при величине пролета до 16 м включительно составляет при проектировании от ± 3 до $\pm 12,5$ мм. При величине пролета более 16 м от ± 10 до ± 25 мм max. В эксплуатации от ± 10 до ± 40 мм при колее менее 16 м. При колее более 16 м величина допуска вычисляется по формуле: $\pm [A_w + (S-16)]$ мм, где A_w -значение величины допуска для этого класса допуска при колее менее 16 м.

Допуски на колею грузовой тележки в зависимости от класса допуска для колеи менее 16 м конструктивные от ± 3 до $\pm 12,5$ мм, а эксплуатационные от ± 6 до ± 25 мм.

Суммарный зазор между шириной дорожки катания колес по DIN 15049 [11] и шириной головок рельсов по DIN536-1 [12] находится в пределах 10-25 мм для колес узкой серии и 10-85 мм для колес широкой серии.

И в завершение необходимо сказать о европейских, а также американских производителях крановых колес то, что они не признают сорбитизацию, а выполняют поверхностную закалку на глубину 4...6 мм. Согласно их источникам метод поверхностной закалки, формирует высокие остаточные напряжения сжатия на поверхности колеса, что увеличивает его диапазон упругих деформаций под нагрузкой и уменьшает склонность к пластической деформации.

Литература

1. ГОСТ 28648-90 Колеса крановые. Технические условия. – М.: Издательство стандартов, 1991. – 7 с.
2. ОСТ 24.09.44-82 Колеса крановые. Выбор и расчет. Ротапринт ВНИИПТМАШ.
3. Справочник по кранам. В 2т. Т.2 Характеристики и конструктивные схемы кранов. Крановые механизмы, их детали и узлы. Техническая эксплуатация кранов./ Под общ. Ред. М.М. Гохберга.– М.: Машиностроение, 1988. – 559с.
4. Богинский К.С., Зотов Ф.С., Николаевский Г.М. Мостовые и металлургические краны. М.: Машиностроение, 1970. -299с.
5. Вайнсон А.А. Строительные краны.- М.:Машиностроение, 1969.-488с
6. Невзоров Л.А., Зарецкий А.А.,

- Волин Л.М. Башенные краны.- М.:Машиностроение, 1979.-295 с.
7. ДСТУ 4344:2004 Рейки звичайні для залізниць широкої колії. Загальні технічні умови. К.: Держспоживстандарт України, 2005
 8. ГОСТ 4121-96 Рельсы крановые. Технические условия.
 9. ГОСТ 6368-82 Рельсы железнодорожные узкой колеи типов Р8, Р11, Р18 и Р24. Конструкция и размеры.
 10. ГОСТ 7173-54 Рельсы железнодорожные типа Р43 для путей промышленного транспорта. Конструкция и размеры.
 11. DIN 15049. Cranes with electric hoists or similar hoist gear; track wheels with plain bearings. STANDARD by Deutsches Institut Fur Normung E.V. (German National Standard). - 52 с.
 12. DIN 536-1 DIN 536-1 - Crane Rails Hot Rolled Flat Bottom Crane Rails (Type A) Dimensions, Section Parameters and Steel Grades. – Germany, 1991. – 5 P.
 13. НПАОП 0.00-1.80-18 Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання.
 14. Справочник машиностроителя. В 6т. Т.4, книга 2. /Под ред. Н.С.Ачеркана. М.:МАНГИЗ, 1963
 15. ISO 12488-1:2012 Cranes — Tolerances for wheels and travel and traversing tracks —Part 1:General

О ВЕЛИЧИНЕ ЗАЗОРА МЕЖДУ ГОЛОВКОЙ РЕЛЬСА И РЕБОРДАМИ ХОДОВОГО КОЛЕСА ГРУЗОПОДЪЕМНОГО КРАНА

Бухарев В. Н. *, эксперт высшей квалификации в области подъемных сооружений, г. Набережные Челны

Числовая величина зазора между головкой рельса и ребордами ходового колеса грузоподъемного крана на рельсовом ходовом устройстве напрямую связана с допустимыми при эксплуатации крана отклонениями (сужение, расширение) колеи рельсовых нитей кранового пути.

Примечание. Под зазором следует понимать расстояние, измеренное между боковой поверхностью головки рельса и каждой из реборд, при условии нахождения центра поверхности (дорожки) катания ходового колеса на вертикальной оси рельса.

Действовавшие на территории бывшего СССР Правила и устройства эксплуатации грузоподъемных кранов, утвержденные 31.12.1969 г., устанавливали допуски на укладку рельсов крановых путей и максимальные допустимые отклонения при эксплуатации. В частности, отклонения в расстоянии между осями рельсов крановых путей мостовых кранов не должны были превышать 10 мм при укладке и 15 мм при эксплуатации.

Установленные «советскими» Правилами нормы, в несколько другом изложении (не

* Владимир Николаевич Бухарев, один из разработчиков «Правил безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения», ведущий разработчик ряда межгосударственных стандартов; эксперт высшей квалификации в области подъемных сооружений; автор книги "Эксплуатация подъемных сооружений". E-mail:skb-visota@mail.ru