

ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ «КРАН - КРАНОВЫЙ ПУТЬ»

Кулешов И.В., Строева А.И.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

При передвижении крана по наземному рельсовому пути возникает ряд динамических процессов, существенно влияющих на работоспособность, как крана, так и рельсового пути. Такие процессы зависят от геометрических характеристик и условий нагружения конструктивных элементов крана; от устройства привода и системы стабилизации движения; от планово-высотных параметров крановых путей, которые в свою очередь зависят от состояния как верхнего, так и нижнего строения пути. Корректное назначение допусков планово-высотных характеристик повышает эффективность и надёжность кранового пути.

Нагрузки, действующие на элементы системы «кран-крановый путь» можно подразделить на детерминированные и имеющие случайный характер.

К детерминированным нагрузкам относятся воздействия, вызываемые весом крана и поднимаемого груза, торможением крана (нагрузки, действующие вдоль направляющей) и торможением грузовой тележки или стрелы башенного крана (нагрузки, действующие поперек направляющей).

К случайным нагрузкам относятся воздействия, связанные с:

- вертикальными и горизонтальными боковыми давлениями колес крана на направляющие, вызываемые забегами пары колес (перекос крана) в режиме пуска или торможения крана;

- ветровые и прочие внешние факторы;

- внецентренным давлением колеса на направляющую (эксцентриситетом) определяемым смещением направляющей с продольной оси балки кранового пути и смещением пятна опирания колеса от оси симметрии направляющей;

- нагрузкой, обусловленной неровностями (микропрофиль) поверхностей контакта подошвы направляющей с верхним поясом балки кранового пути;

- ударными нагрузками, возникающими в результате качения крана, резкой остановки крана и грузовой тележки при наезде на упоры, износа стыков направляющих;

- распором или стягиванием ребордами колес крана направляющих имеющих отклонение от планового положения и несоответствия расстояния по осям симметрии направляющих кранового пути и ходовых колес крана.

Вертикальное давление колеса крана на направляющую кранового пути при отрыве колес одной из опор крана от направляющей, из-за депланизации опирания крана и направляющих, определяется в соответствии с расчетной схемой башенного крана на рельсовом ходу (рисунок 1).

Дефекты и повреждения, которые появляются в элементах системы «кран-крановый путь», свидетельствуют, что условия эксплуатации не соответствуют требованиям проектно-конструкторской и нормативной

документации на устройство и эксплуатацию крана и кранового пути. В результате изучения нормативной базы, работ различных авторов [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8] и сложившейся ситуации в краностроительной индустрии можно сделать вывод об актуальности инициации исследования норм допусков планово-высотных параметров крановых путей в зависимости от конкретных технических и геометрических характеристик крана. Недостаточная глубина проведенных исследований, результаты натурных обследований путей и кранов подтверждают необходимость дополнительных исследований взаимодействия элементов «кран-путь».

Составляя уравнения равновесия для различных положений системы «кран-крановый путь» получим формулы для определения вертикального давления колеса на направляющую P_B .

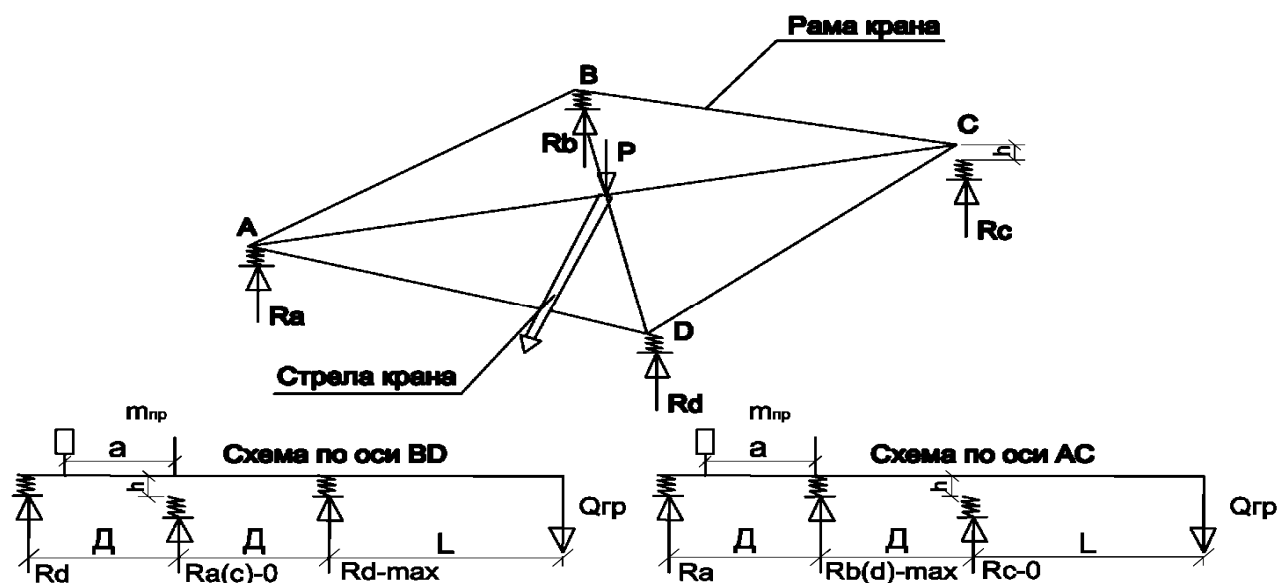


Рисунок 1 – Расчетная схема башенного крана на рельсовом ходу

Кран опирается на жесткий крановый путь всеми опорами, тогда вертикальное давление P_B определяется по формулам.

$$R_c = Q_{гр} \left(\frac{L}{D} + 1 \right) - m_{пр} \frac{a}{D} \qquad P_B = \left[Q_{гр} \left(\frac{L}{D} + 1 \right) - m_{пр} \frac{a}{D} \right] : n$$

$$R_b = R_d = 0.5 \left[m_{пр} \left(1 + \frac{a}{D} \right) - Q_{гр} \frac{L}{D} \right] \qquad P_B = 0.5 \left[m_{пр} \left(1 + \frac{a}{D} \right) - Q_{гр} \frac{L}{D} \right]$$

:n

$$R_a = 0$$

где $m_{пр}$ - приведенный вес крана

a - расстояние по горизонтали до приведенного веса крана

D - половина диагонали опор крана

L - расстояние по горизонтали до оси груза

Так как обеспечить опирание крана на все опоры практически не возможно, то нагрузка от крана будет распределяться по следующим зависимостям (ось ВД груз на опору Д):

$$\begin{aligned}
R_b &= 0.5[m_{\text{кр}}(1 + \frac{a}{d}) - Q_{\text{гр}} \frac{L}{d}] & P_{\text{в}} &= 0.5[m_{\text{кр}}(1 + \frac{a}{d}) - Q_{\text{гр}} \frac{L}{d}] : n \\
R_d &= 0.5[m_{\text{кр}}(1 - \frac{a}{d}) + Q_{\text{гр}} (2 + \frac{L}{d})] \\
P_{\text{в}} &= 0.5[m_{\text{кр}}(1 - \frac{a}{d}) + Q_{\text{гр}} (2 + \frac{L}{d})] : n \\
R_A &= R_C = 0
\end{aligned}$$

Вертикальное давление колеса на направляющую в опоре под стрелой с грузом приходится большая доля от веса крана и поднимаемого груза.

Для всех кранов работающих на крановых путях с жестким основанием давление на опору достигает значения равного половине веса крана и поднимаемого груза

$$P_{\text{в}} n \approx (Q_{\text{кр}} + Q_{\text{гр}}) 0.5$$

Снижение вертикальных нагрузок от колес крана на направляющую может быть достигнуто за счет снижения предельных вертикальных отклонений Δ крановых путей и опор крана, а также упругой податливостью кранового пути С.

Учитывая упругую податливость опор системы «кран-крановый путь» в зависимости от схемы опирания можно получить зависимость величины предельных отклонений высотного положения направляющих Δ и упругой податливости системы «кран- крановый путь» С.

При отсутствии момента относительно оси ВД схемы загрузки (рисунок 1) получим зависимость:

$$h = 0.5C(R_b + R_d) > \Delta$$

где С- упругая податливость, мм/т.

Если величина упругой деформации h будет больше предела отклонений Δ , то кран будет опираться на все опоры.

При наличии момента относительно оси ВД в сторону точки А получим зависимость:

$$h = C(R_b + R_d + R_A) > \Delta$$

Упругая податливость зависит от жесткости кранового пути и рамы крана, а предельные отклонения высотного положения кранового пути устанавливается требованием проекта или нормативными требованиями.

Установлено, что главными факторами, влияющими на износ крановых колёс и подкрановых рельсов, является неблагоприятное сочетание перекоса всех колёс, неравенство тяговых тормозным силам и силам сопротивления движению, значение коэффициента поперечной податливости, отношение пролёта к базе, конструктивный зазор между ребрами колёс и рельсами. Представляется целесообразным назначать нормы допусков планово-высотных

характеристик наземных крановых путей, считая факторы износа крановых колёс, рельсов, элементов трансмиссии решающими.

Решение проблемы надёжной и безопасной эксплуатации системы «кран-крановый путь», продления сроков службы, уменьшения темпов износа элементов системы колесо рельс, а также увеличению области существования устойчивого прямолинейного движения крана, может быть достигнуто:

- изменение норм и требований к проектированию элементов системы;
- снижение величины предельных отклонений от проектного положения элементов кранового пути;
- разработкой и внедрением новых конструктивных решений, позволяющих снизить негативные влияния на элементы системы и повысить ремонтпригодность кранового пути;
- эксплуатацией кранов с минимальными отклонениями от проектного положения фактических расстояний по осям симметрии ходовых колес крана;
- уменьшением предельной величины угла поворота оси колеса относительно оси рельса, обеспечением минимального зазора между ребордой колеса и рельсом;
- назначая оптимальное отношение пролёта к базе крана.

Учитывая разнообразие конструкций крана, а также индивидуальность использования кранового пути, рекомендуется назначать предельные значения ширины колеи при проектировании, принимая во внимание упругую податливость всех элементов системы. Такие мероприятия уменьшают возможность наката, заклинивание, уменьшают силы сопротивления движению крана, продлевают межремонтные сроки, повышают энергоёмкость и т.д.

Список литературы

1. Дергунов, С. А. *Методологические основы разработки современных строительных материалов* / Дергунов С. А., Орехов С. А., Кулешов И. В. // *Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры : материалы Всерос. науч.-метод. конф., 29-31 янв. 2014 г., Оренбург / М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург, 2014. - . - С. 245-251.*
2. Кулешов, И. В. *Проблемы подготовки специалистов по безопасной эксплуатации башенных кранов* / Кулешов И. В. // *Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры : материалы Всерос. науч.-метод. конф., 29-31 янв. 2014 г., Оренбург / М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург, 2014. - . - С. 686-688.*
3. Кулешов, И. В. *Рациональное использование наземного кранового пути* / Кулешов И. В. // *Вестник ОГУ: материалы конференции «Дни молодёжной науки в Оренбургской области».* – 2011. -№ 4. – С. 211-212.
4. Кулешов, И. В. *Критерии оптимальной эксплуатации кранового пути* / Кулешов И. В. // *Проблемы современного строительства: сборник статей*

Международной научно-практической конференции. – Пенза: Приволжский дом знаний, 2011. – С. 123-125.

5. Кулешов, И. В. Критерии оптимизации нормативной базы наземных крановых путей / Кулешов И. В. // *Интеграция, партнёрство и инновации в строительной науке и образовании: сборник трудов Международной научной конференции (Москва, 19-21 октября 2011 г.) ; в 2 т. Т.1. / М-во образования и науки Росс. Федерации, ФГБОУ ВПО «Моск. Гос. Строит. Ун-т». М. : МГСУ, 2011. – С. 143-146.*

6. Кулешов, И. В. Оптимизация планово-высотных характеристик наземных крановых путей / Кулешов И. В. // *Сборник материалов международной научной конференции: «Наука и образование: фундаментальные основы, технологии, инновации». – Оренбург: ОГУ, 2010. – С. 152-155.*

7. Кулешов, И.В. Повышение эффективности и надёжности наземных крановых путей оптимизацией их геометрических параметров / Кулешов И.В., Миронов С.В. // *Вестник оренбургского государственного университета №4. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2011. – С. 173-178.*

8. Кулешов, И.В. Снижение сопротивления передвижению рельсоколёсного ходового оборудования грузоподъёмных кранов / Кулешов И.В., Уханов В.С. // *Проблемы современного строительства: сборник статей Международной научно-практической конференции. – Пенза: Приволжский дом знаний, 2011. – С. 218-220.*