

УДК 621.874

ДОРОХОВ Н.Ю., к.т.н., доцент. (ДГМА)
ШВАЧУНОВ А.С., аспірант (ДГМА)

Повышение эксплуатационной надежности полиспастной системы крана путеукладчика (УК) при подъеме груза во время работы и обрыва каната

Вступление

Почти все строительные и сервисные работы, производимые в сфере железных дорог требуют использования специальной техники. Это обусловлено как протяженностью железных дорог, так и самой спецификой таких работ. Машины для строительства железных дорог Краны путеукладочные (УК) — предназначены для механизированного выполнения операций по укладке звеньев с рельсами, а так же разборки пути звеньями, освобожденных от балластной призмы с погрузкой их на платформу крана. На протяжении ряда лет, происходят аварии по причине выхода из строя (разрушения) элементов 1-й группы, к которым относятся стальные подъемные канаты [1]. Аварии кранов из-за отказов подъемных канатов приводят к значительным социальным ущербам. В связи с этим возникает необходимость усовершенствование механизмов безопасности подъемных кранов.

В таком случае эффективным является оснащение крана уравнильным барабаном, уравнильное устройство которое должно обеспечить снижение расчётных динамических нагрузок, возникающих после обрыва каната, до величин, гарантирующих надёжное удержание груза. Точность определения величины динамических нагрузок влияет не только на надёжность работы уравнильного барабана, но и на габаритные размеры и металлоёмкость узла уравнильного барабана, что, в конечном счёте, сказывается на металлоёмкости грузовой тележки и крана в целом.

Основной материал

Рассмотрим режим динамического нагружения крана путеукладчика — подъем груза с основания с подхватом, когда наиболее часто на кран действуют максимальные динамические нагрузки, что увеличивает вероятность обрыва каната.

Динамическая модель подъема груза краном путеукладчиком при обрыве каната с уравнильным барабаном соответствует послеотрывной стадии движения груза, когда при нормальной работе крана значение указанных нагрузок максимальное (см. рис. 1).

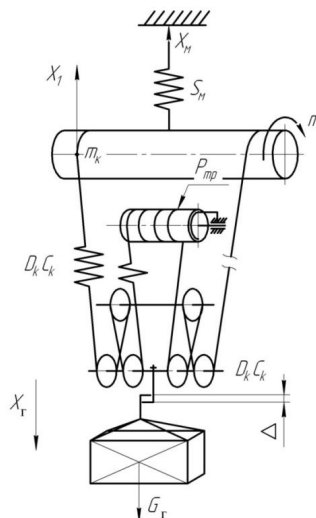


Рис. 1. Динамическая модель подъема груза краном путеукладчиком после обрыва каната

Движение масс в процессе подъема груза целесообразно разделить на четыре этапа) [3]. Процессы, происходящие на первых двух этапах, соответственно, в доотрывной и послеотрывной стадиях, до

обрыва каната описаны математической моделью [2].

Системы полученных дифференциальных уравнений, описывающих движение масс динамической модели, решены численным методом для крана путеукладчика, в котором участок свободного хода уравнительного барабана $\varphi=45^\circ$. При этом для определения степени влияния упругой связи груза с металлоконструкцией, определены по известной и рассмотренной динамическим моделям максимальных динамических нагрузок, действующих на металлоконструкцию и полиспадную систему после обрыва каната [4].

Этот процесс описывается следующими дифференциальными уравнениями:

$$\begin{cases} m_n \cdot \ddot{x}_n - P_d + C_k(x_n - x_m - x_z) + D_k(\dot{x}_n - \dot{x}_m - \dot{x}_z) = 0 \\ m_m \cdot \ddot{x}_m + C_m \cdot \dot{x}_m + D_m \cdot x_m - C_k(x_n - x_m - x_z) - D_k(\dot{x}_n - \dot{x}_m - \dot{x}_z) = 0 \\ m_z \cdot \ddot{x}_z - C_k(x_n - x_m - x_z) - D_k(\dot{x}_n - \dot{x}_m - \dot{x}_z) + m_z \cdot g = 0 \\ m_n \cdot \ddot{x}_n - P_{TP} - C_k(x_n - x_m - x_z) - D_k(\dot{x}_n - \dot{x}_m - \dot{x}_z) + m_n \cdot g = 0 \end{cases}$$

где m_n – приведенная к канатам масса вращающихся частей механизма подъема груза; m_m – приведенная к середине пролета масса средних частей моста и порожней тележки; m_z – масса поднимающего груза; индексы соответственно п, м, г, к – подъема, металлоконструкция моста, груз, канат; x – перемещение, \dot{x} –

аналог скорости, \ddot{x} – аналог ускорения; C_m – коэффициент жесткости металлоконструкции крана; D_m – коэффициент затухания колебаний (демпфирования) металлоконструкции; C_k – коэффициент жесткости грузовых канатов; D_k – коэффициент затухания колебаний (демпфирования) канатов; x_n, x_m, x_z – пути, проходимые соответственно массами m_n, m_m, m_z от начала координат; P_d – приведенная к канатам сила двигателя, определяемая в зависимости от режима работы электропривода (двигательный, динамическое торможение, торможение колодочным тормозом) по соответствующим формулам.

Сравнительный анализ полученных результатов свидетельствует о большем влиянии упругой связи груза с металлоконструкцией на динамические нагрузки после обрыва каната, чем при нормальной работе. Это обусловлено снижением приведенной жесткости полиспадного подвеса вследствие уменьшения после обрыва каната количества ветвей, воспринимающих нагрузку от груза.

Результаты численного решения систем дифференциальных уравнений движения масс для крана путеукладчика приведены на рисунке 2 в виде графиков зависимостей усилий в полиспадном подвесе $S(t)$ и металлоконструкции $F(t)$ от времени.

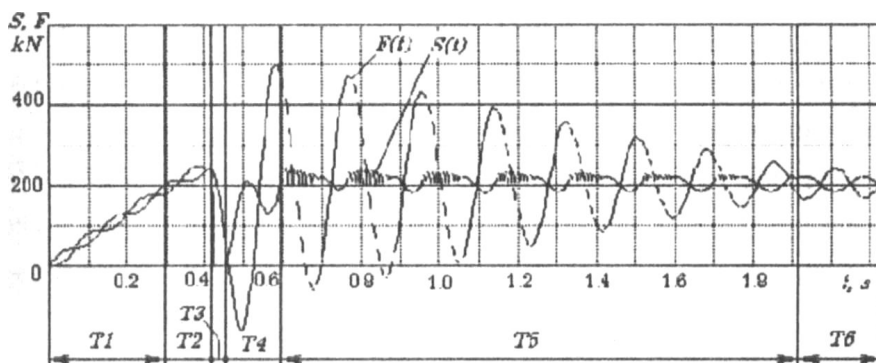


Рис. 2. График зависимости усилий в полиспадном подвесе и металлоконструкции от времени $S(t)$ и $F(t)$

Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что применение в мостовом кране уравнительный барабан позволяет при обрыве каната снизить динамические нагрузки при задаваемом ко-

эффициенте сопротивления уравнительного фрикционного устройства, равном 1,1, до величин, при которых коэффициент динамичности в полиспадном подвесе меньше существующих запасов

прочности каната, а в металлоконструкции — больше. Следовательно, для предотвращения падения груза при обрыве каната крана путеукладчика при оснащении его уравнильным барабаном необходимо предусмотреть снижение динамической нагрузки на металлоконструкцию.

Описанная математическая модель позволяет исследовать динамические процессы, происходящие при удержании груза уравнильным барабаном в грузоподъемных машинах с лебедкой, установленной на металлоконструкции, масса и жесткость которой оказывает влияние на указанные процессы.

Вывод

Таким образом, применение предложенной математической модели позволяет повысить точность определения динамических нагрузок, действующих на кран путеукладчик после обрыва каната в процессе подъема груза с основания "с подхватом", а также использовать их при проведении исследований как с целью повышения безопасности работы находящихся в эксплуатации кранов, так и с целью снижения металлоемкости вновь разрабатываемых их конструкций.

Список литературы

1. Емельянов О.А. Конструкция, нагружение, диагностика, обеспечение ресурса / О.А. Емельянов // Мосты сварные крановые. – Краматорск: ДГМА, 2002.- 334 с.
2. Слободяник В.А. Повышение долговечности крановых мостов методом преднапряжения/ В.А Слободяник // Автомобильный транспорт. – Харьков: ХГАДТУ. – 2000. – С. 54-56.
3. Слободяник В.А. Повышение грузоподъемности и надежности эксплуатации (при продлении срока службы) кранов с преднапряженной металлоконструкцией/ В.А. Слободяник // Сб. трудов научно-практической конференции «Проблемы производства и безопасной эксплуатации подъемных сооружений в Ук-

раине и России. – Одесса – 2002. – С. 248-250.

4. Ловейкин В.С., Динамическая оптимизация подъемных машин./ В.С. Ловейкин, А.П. Нестеров // – Луганск: Издательство СНУ, 2002. – С. 368.

Аннотации:

Эффективным является оснащение крана путеукладчика уравнильным барабаном, уравнильное устройство которое должно обеспечить снижение расчётных динамических нагрузок, возникающих после обрыва каната, до величин, гарантирующих надёжное удержание груза. Точность определения величины динамических нагрузок влияет не только на надёжность работы уравнильного барабана, но и на габаритные размеры и металлоёмкость узла уравнильного барабана, что в конечном счёте сказывается на металлоёмкости грузовой тележки и крана в целом.

Применение предложенной математической модели позволяет повысить точность определения динамических нагрузок, действующих на мостовой кран после обрыва каната в процессе подъема груза с основания "с подхватом".

Ефективним є оснащення крана рейкоукладача зрівняльним барабаном, зрівняльний пристрій який має забезпечити зниження розрахункових динамічних навантажень, що виникають після обриву каната, до величин, які гарантують надійне утримання вантажу. Точність визначення величини динамічних навантажень впливає не тільки на надійність роботи зрівняльного барабана, а й на габаритні розміри і металоємність вузла зрівняльного барабана, що в кінцевому рахунку позначається на металоємності вантажного візка і крана в цілому.

Застосування запропонованої математичної моделі дозволяє підвищити точність визначення динамічних навантажень, що діють на мостовий кран після обриву каната в процесі підйому вантажу з підстави "з підхопленням".

Effective is to equip the crane tracklayers surge drum, leveling device which should ensure a reduction in the calculated dynamic loads arising from failure of the rope, to values that ensure a secure hold cargo. Accuracy of magnitude dynamic loads affect not only the reliability of the surge drum, but also on the dimensions and metal circulating assembly drum that ultimately affects the metal content and the crane trolley as a whole.

Application of the proposed mathematical model to improve the accuracy of determination of dynamic loads acting on the bridge crane after breakage of the rope in the process of lifting from the base, "a pickup".

