

стоянии 2000 мм с двух сторон от оси пути, угловое отклонение стоек от вертикали - не более 0,0005 рад. В состав комплекса входят бесконтактные датчики и система сбора данных. Датчики должны быть внесены в Государственный реестр средств измерений, подвергаться периодической поверке и иметь первичную поверку завода-изготовителя, обеспечивая погрешность измерения не более 3 мм, в зависимости от величины измеряемого расстояния. Испытания проводят в целях определения горизонтальных расстояний от оси пути и вертикальных от уровня верха головок рельсов до критических точек кузова, а также верхнего надкрышевого и нижнего подвагонного оборудования подвижного состава измерением относительно реперного контура.

Критические точки выбраны во всех характерных поперечных сечениях подвижного состава с учетом наличия в них выступающих частей конструкции, которые наиболее полно используют предельные очертания габарита подвижного состава. При этом в нижней области подлежат учету части, наиболее приближенные к уровню головок рельс. Критические точки отражают области наиболее полного использования габарита подвижного состава и характеризуются положением вагона относительно не только рельсов, но и направляющего сечения объекта.

Сформулированные технические требования легли в основу разработки измерительного комплекса контроля габарита подвижного состава на соответствие требованиям ТР ТС и поддерживающих стандартов.

УДК 25.282:625.032.07

КРИТЕРИИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОХОЖДЕНИЯ ЛОКОМОТИВОМ СТРЕЛОЧНОГО ПЕРЕВОДА

В. П. ТКАЧЕНКО, С. Ю. САПРОНОВА

Государственный экономико-технологический университет транспорта, г. Киев, Украина

Стрелочный перевод является неотъемлемой и наиболее сложной частью рельсовой колеи, участком повышенной опасности движения поездов. Чаще всего сход колесных пар с рельсов в стрелочных переводах происходит вследствие вкатывания колес с гребнем, который имеет опасную форму, на остриек стрелочного перевода при противошерстном движении.

Опасная форма гребня связана с верхней границей значения угла наклона гребня, который, в соответствии с «Инструкцией по формированию, ремонту и содержанию колесных пар тягового подвижного состава железных дорог Украины 1520 мм» [1, 2], определяется предельным значением параметра крутизны гребня [qR]. На рисунке 1 показана схема наезда колеса на остриек стрелочного перевода в противошерстном движении, а на рисунке 2 – схема гребневых реакций в контактах с рамной рейкой (K_2) и острием (K_3).

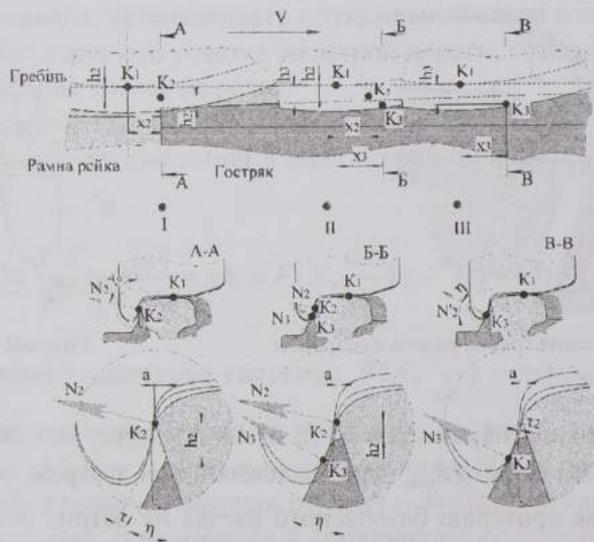


Рисунок 1 – Схема наезда гребня максимально изношенного профиля бандажа ГОСТ 11018 на остриек стрелочного перевода

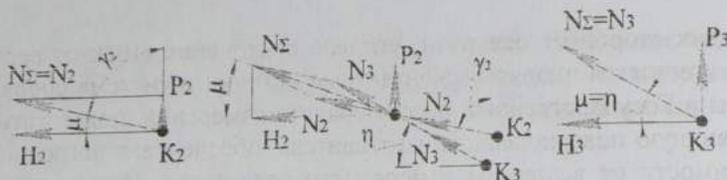


Рисунок 2 – Схема гребневых реакций в стрелочном переводе

В зависимости от картины гребневого контактирования можно определить три фазы наезда колеса на остряк. Первая фаза – наезд на рамную рейку – существует на участке от точки I до точки II (см. рисунок 1). Вертикальная и горизонтальная составляющие нормальной гребневой реакции зависят от угла контактирования μ [3]:

$$P_2 = N_2 \sin \mu; H_2 = N_2 \cos \mu, \quad (1)$$

где угол контактирования $\mu = 90 - \gamma_2$.

Вторая фаза – наезд на острие остряка на участке от точки II до точки III (см. рисунок 1). На этой фазе гребень контактирует с элементами стрелочного перевода в двух точках: K_2 – с рамной рейкой и K_3 – с остряком. Смена значений реакций N_2, N_3 на участке II–III имеет характер перекладки: в точке II – $N_3 = 0$, а в точке III – $N_2 = 0$. Суммарная реакция гребня на стрелочный перевод в точках K_2 и K_3 $\bar{N}_\Sigma = (\bar{N}_2 + \bar{N}_3)$

$$N_\Sigma = \sqrt{N_2^2 + N_3^2 + 2N_2N_3 \sin(\gamma_2 + \eta)}. \quad (2)$$

Третья фаза – после точки III – движение колеса по остряку. На этой фазе между рамной рейкой и гребнем появляется зазор τ_2 и направляющее усилие передается на гребень через точку K_3 .

$$P_3 = N_3 \sin \eta; H_3 = N_3 \cos \eta. \quad (3)$$

Положение точки контакта гребня острием остряка стрелочного перевода (K_3) для конкретного профиля гребня зависит от трех основных параметров: крутизны гребня qR ; радиуса вершины гребня r ; зазора между рамной рейкой и остряком σ ; понижения вершины остряка относительно рамной рейки h ; угла наклона остряка α .

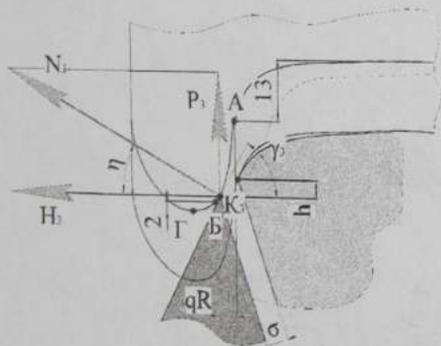


Рисунок 3 – Схема контактирования гребня колеса с остряком

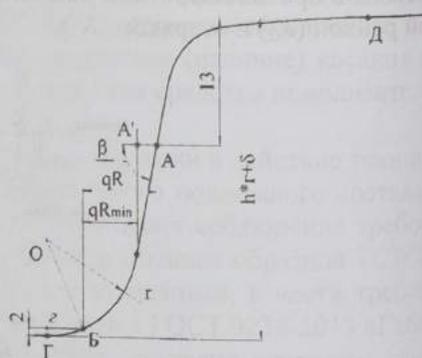


Рисунок 4 – Схема соотношений qR, qR_{\min}, β, r

При исследовании влияния параметров σ, h, α и r принято, что параметр крутизны qR имеет наименьшее возможное значение qR_{\min} при максимальном подрезе гребня, когда угол наклона гребня $\beta = 90^\circ$. В качестве критерия безопасного наезда на острие остряка стрелочного перевода может быть принято условие $\gamma_3 \geq [\gamma_3]$, где $[\gamma_3]$ – минимально-допустимый угол контактирования – угол, при котором обеспечивается безопасное прохождение стрелочного перевода.

В результате исследования разработана модель перераспределения контактных нагрузок между контактами гребня колеса с элементами стрелочного перевода: рамной рейкой и остряком. На основе учета отклонений от номинальных параметров стрелочного перевода и динамических процессов совершенствована модель стрелочного перевода.

Список литературы

- 1 Інструкція з формування, ремонту й утримання колісних пар тягового рухомого складу залізниць України колії 1520 мм // ВНД 32.0.07.001.2001. Міністерство транспорту України. – Донецьк : ТОВ «Лебідь», 2001. – № 305-Ц. – 152 с.
- 2 Наказ Укрзалізниці № 598-Ц від 18.12.2007 «Про внесення зміни №2 до ВНД 32.0.07.001-2001». – Київ : М-во транспорту України, 2007. – 3 с.
- 3 Сапронова, С. Ю. Оптимізація профілів бандажів коліс локомотивів : [моногр.] / С. Ю. Сапронова. – Луганськ : Вид-во СНУ ім. В. Даля, 2011. – 171 с.

УДК 629.4.023.018

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ КОНТАКТНОГО ИЗНОСА КОЛЕСНОЙ ПАРЫ ТЕПЛОВОЗА ТЭП70БС

Ш. С. ФАЙЗИБАЕВ, Г. А. ХРОМОВА, Э. А. ЖУМАБАЕВ

Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта, Узбекистан

В докладе рассматривается автоматизированное моделирование процесса контактного износа колесной пары локомотива (в виде примера был взят тепловоз ТЭП70БС) на базе разработанной нами математической модели по оптимизации взаимодействия пути и подвижного состава.

Трение играет главную роль в процессах взаимодействия колеса и рельса, особенно в процессах сцепления, торможения, изнашивания, контактно-усталостных повреждений, образования ползунов, вписывания, виляния локомотива, вползания колеса на рельс, ведущего к сходам, возникновению визга колес при движении в кривых.

Меры по обеспечению нормальных износов можно разделить на металловедческие, связанные с лубрикацией, профилями колес и рельсов, уменьшением относительного проскальзывания за счёт улучшения состояния тележек и пути. В целом эти меры сводятся к следующему [1]: применять рельсовые стали, имеющие твёрдость в диапазоне 340–388 НВ и мелкодисперсную перлитную структуру; применять колесные стали с тем же содержанием углерода, легированием и примерной твёрдостью, что и рельсовые стали; осуществлять лубрикацию боковой поверхности головки рельса; применять и поддерживать выбранные типы профилей рельса для кривых и прямых участков пути – предпочтительны конформные профили рельсов для кривых, снижающих контактное давление и интенсивность изнашивания; устанавливать оптимальный зазор в колее и допуски на зазор в зависимости от условий работы данного участка железной дороги, содержать путь в соответствии с нормами; снижать угол набегания колеса на рельс.

Предлагаемая нами математическая модель учитывает взаимосвязь фрикционно-механической подсистемы «колесо – рельс», представленной в виде сосредоточенных масс, объединенных упруго-диссипативными связями:

$$M \frac{d^2 X}{dt^2} + h \frac{dX}{dt} + cX = F(X, \frac{dX}{dt}) + F^*(t) + U(t), \quad (1)$$

где $X = \{X_1, X_2, \dots, X_n\}^T$ – вектор состояния системы; $F(X, \frac{dX}{dt})$ – вектор-функция, раскрывающая зависимость сил контактного взаимодействия от координат состояния; $F^*(t)$ – вектор воздействия внешних динамических сил; M, h, c – матрицы размерности $N \times N$ соответственно обобщенных масс, коэффициентов демпфирования и жесткости; $U(t)$ – вектор управления и внешнего воздействия, который во многих случаях формируется в координатах состояния, т.е. $U(t) = U[X(t)]$. Одна из связей $F(X, \frac{dX}{dt})$ характеризует динамическую связь, формируемую в зоне фрикционного кон-