

Отправлять вагон в ремонт по предупреждению, относящемуся к одному или двум его компонентам, экономически невыгодно. Накопление результатов измерений параметров технического состояния вагона позволит применить многоуровневую оценку перед принятием решения о выводе его из эксплуатации. По результатам обработки данных могут формироваться различные отчеты, например по износу колесных пар в конкретном парке вагонов. Такие возможности создают благоприятные условия для организации технического обслуживания подвижного состава в соответствии с его фактическим состоянием.

УДК 629.44

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА УСТОЙЧИВОСТИ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО СОСТАВА ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ РЕЛЬСОВ

С. М. ВАСИЛЬЕВ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В настоящее время на дорогах стран СНГ для погрузки в рельсосварочных предприятиях, перевозки и выгрузки на железнодорожных путях длиномерных рельсовых 800-метровых плетей бесстыкового пути в местах их укладки используются специализированные рельсовозные составы (в дальнейшем – спецсостав) различной модификации, самой распространенной из которых является спецсостав, состоящий из 59 платформ с размещенным на них специальным оборудованием. На Белорусской железной дороге используются два таких состава, которые уже практически исчерпали ресурс, поэтому руководством Белорусской железной дороги принято решение об их замене с использованием отечественной машиностроительной отрасли и науки.

При разработке конструкции проектируемого спецсостава возникла необходимость расчета на устойчивость колеса против схода с рельс, которая оценивается коэффициентом, учитывающим соотношение вертикальных и горизонтальных составляющих сил, возникающих при движении вагона. При неблагоприятном сочетании вертикальных и горизонтальных сил, а также при отклонении в состоянии вагона могут возникнуть случаи вползания гребня колеса на головку рельса, что приводит к сходу вагона с рельсов. Для предупреждения схода вагона производится проверка устойчивости движения колеса по рельсу.

Критическое сочетание действующих на колесную пару поперечных и вертикальных сил может возникнуть в двух случаях:

– при ударном входе вагона в кривую, проходе стрелки на боковой путь, движении с максимальной скоростью по прямому участку пути, интенсивных боковых колебаниях кузова и сопутствующих обстоятельствах взаимодействия колесной пары и пути;

– экстренном торможении тяжеловесного поезда на малой скорости при прохождении составом кривого участка пути, когда возникающие значительные квазистатические усилия сжатия состава могут привести к перекосу (сдвигу) вагона в колее и появлению больших поперечных сил взаимодействия колес с рельсами, а в экстремальных условиях – и к «выжиманию» легковесного вагона;

– проходе с малой скоростью вагоном переходной кривой, когда происходит силовое заклинивание скользунов, расположенных по диагонали вагона, и, как следствие, возникновение кососимметричных сил и обезгрузка колес.

Оценка устойчивости колеса против схода с рельса производится по условию:

$$K_{yc} = \frac{\operatorname{tg} \beta - \mu P_b}{1 + \mu \operatorname{tg} \beta P_6} \geq [K_{yc}],$$

где K_{yc} [K_{yc}] – расчетный и нормативный коэффициенты запаса устойчивости; β – угол наклона образующей гребня колеса горизонтальной оси; μ – коэффициент трения; P_b – вертикальная нагрузка от набегающего колеса на рельс; P_6 – боковое усилие взаимодействия гребня набегающего колеса и головки рельса.

Особенностью данного спецсостава является размещенный на нем груз (12 рельсовых плетей), обладающий значительной вертикальной и горизонтальной подвижностью, а также способ их закрепления. При эксплуатации спецсостава в кривых участках пути данная особенность может приводить к возникновению дополнительных боковых и вертикальных сил, способных повлиять на устойчивость вагонов спецсостава. Оценка влияния может быть проверена методом математического моделирования, а также экспериментально с использованием тензометрических колесных пар.

УДК 629.4.015

АНАЛИЗ ПРОДОЛЬНЫХ СИЛ В МЕЖВАГОННЫХ СОЕДИНЕНИЯХ ПОЕЗДА ПРИ ЭКСТРЕННЫХ ТОРМОЖЕНИЯХ

И. А. ВОРОЖУН

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В. ПЕТРЕНКО

Вильнюсский технический университет им. Гедиминаса, Литва

В настоящее время на Белорусской железной дороге внедряется новое поколение электровозов, в которых производителями заложена возможность электродинамического торможения. Однако опыт эксплуатации новых тормозов показал, что при движении по участкам с переменным уклоном в межвагонных соединениях могут возникать значительные силы. При этом коэффициент устойчивости против схода с рельсов оказывается меньшим единицы, что может стать причиной аварии. Целью представленной работы является разработка методик динамического анализа торможения поезда с целью определения безопасных режимов применения электродинамического тормоза.

Рассмотрен процесс торможения состава, состоящего из четырехосных вагонов, на пути с переменным профилем. При создании математической модели движения поезда по участку пути с переменным уклоном использованы следующие допущения: вагоны считаются абсолютно твердыми телами и соединены между собой упругими связями; движение групп вагонов рассматривается на участках с различными уклонами пути; зазоры в межвагонных связях отсутствуют; массы вагонов сосредоточены в их центрах масс.

С учетом принятых предположений динамическое уравнение движения i -го вагона записывается в виде

$$m_i \ddot{x}_i + c u_i (1 + \mu \operatorname{sgn}(u_i \dot{u}_i)) - c u_{i+1} (1 + \mu \operatorname{sgn}(u_{i+1} \dot{u}_{i+1})) + S_i - m_i g \alpha_i = 0,$$

где m_i – масса вагона; x_i – абсолютная координата i -го вагона; c – коэффициент жесткости упругих элементов в межвагонных соединениях; u_i – относительное перемещение вагона с номером i по отношению к вагону $i-1$; S_i – сила сопротивления движению i -го вагона в зависимости от скорости; μ – коэффициент трения между элементами межвагонных соединений; α_i – угол наклона пути в месте расположения i -го вагона. Точками обозначено дифференцирование по времени t .

При проведении расчетов использовались инженерный пакет MathCAD и специализированное программное обеспечение для анализа динамики систем тел «Универсальный механизм». В ходе моделирования движения конкретного железнодорожного состава определялись кинематические параметры движения вагонов (координаты, скорости и ускорения), тормозная сила электровоза, силы взаимодействия между вагонами.

В качестве исходных данных приняты зависимости скорости и пройденного пути от времени, которые получены путем аппроксимации показаний скоростемера электровоза, следующего по рассматриваемому участку. Также с использованием ленты скоростемера были определены моменты включения и отключения тормозов (локомотивного электродинамического и пневматического).

Выполненные расчеты показали, что деформации автосцепок на всем пути рассматриваемого движения не превышают 100 мм. Таким образом, использованная модель описания работы автосцепки адекватно отражает ее работу. Установлено, что при включении электродинамического