

ющих факторов. Так, эквивалентная нагрузка на подшипники состоит из статической и динамической нагрузок. Величина и характер приложения статической нагрузки изучены достаточно полно. Величина динамической нагрузки определяется как дополнение к статической нагрузке с помощью определенного эмпирического коэффициента.

Несовершенство существующих методов расчета привела к значительным погрешностям при определении показателей надежности буксовых подшипниковых узлов и разногласия с фактическими результатами эксплуатации.

Очевидно, что вопрос повышения надежности буксовых узлов является сложным и требует комплексного подхода для своего решения. Поэтому необходимо исследовать различные направления совершенствования существующих и создания новых конструкций буксового узла. Одной из задач для повышения показателей надежности является определение вероятностных нагрузок, действующих на элементы ходовых частей грузовых вагонов.

Для моделирования динамического процесса нагрузки буксового узла грузового вагона во время движения с различными скоростями использовался комплекс «УМ Универсальный механизм», разработанный Брянским государственным техническим университетом. Разработанная с помощью «УМ» имитационная модель «вагон – железнодорожный путь» включает в себя кузов полувагона с возможностью имитировать различную степень загруженности, тележки модели 18-100 с возможностью изменять их характеристики, а также модель упругого пути, позволяющая менять профиль и макрогеометрию пути.

Построение модели выполнялась путем объединения в модель подмодулей, которые несут в себе составные части модели: кузов, тележки, колесные пары и упругие пути. Все элементы модели связаны специальными связями и системой координат. Моделирование осуществлялось с использованием «s-образного» отрезка пути и стрелочным переводом. Для имитации макрогеометрии и неровностей пути использовался файл из библиотеки программного комплекса. При этом модель позволяет получить: коэффициенты динамических составляющих вертикальных сил, действующих на буксовый подшипниковый узел и на надрессорные балки тележки; горизонтальные (поперечные рамные) силы, действующие от колесной пары на боковые рамы тележки.

На следующем этапе работы проводилась математическая обработка полученных данных методами математической статистики. При этом определялись следующие параметры: величина математического ожидания, дисперсия, а также минимальные и максимальные значения усилий.

Результаты исследований свидетельствуют, что случайные процессы, которые характеризуют изменение коэффициентов вертикальной и горизонтальной динамики, распределены по нормальному закону.

В дальнейшем, используя полученные данные, вычислены корреляционные функции для случайных процессов, характеризующих совместное действие изменения коэффициентов вертикальной и горизонтальной динамики вагона. Построенные корреляционные функции позволяют дать оценку надежности буксового узла.

Моделирование динамических нагрузок, действующих на ходовые части грузовых вагонов, показало достаточную сходимость с результатами ходовых испытаний. Поэтому предложенная модель может быть использована для оценки возмущающих нагрузок при расчетах надежности буксовых узлов грузовых вагонов. Доказано, что этот процесс имеет стационарный эргодический характер. Полученные результаты моделирования подчиняются нормальному закону распределения. Определены основные параметры, характеризующие эти процессы в зависимости от скорости и режима движения.

УДК 629.46

СОЗДАНИЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ МОДЕЛИ ПОЛУВАГОНА В ИНЖЕНЕРНОМ ПАКЕТЕ MSC.ADAMS

Д. М. МАРЧЕНКО

Новозыбковский машиностроительный завод, Российская Федерация

Инженерный пакет MSC.ADAMS – это современная CAE-система, которая позволяет выполнять динамическое моделирование работы объектов максимально приближенно к реальным усло-

виям эксплуатации. Такое программное обеспечение имеет набор инструментов для создания тел из геометрических примитивов и поддерживает создание тел на основании эскизов. Однако процесс создания моделей деталей сложной геометрической конфигурации, таких как боковая рама тележки или надрессорная балка, для экономии времени целесообразнее выполнять в САД-программе, ориентированной на 3D-моделирование. Целью представленной работы явилось создание модели полувагона, предназначенной для анализа его динамических качеств, с помощью которой в дальнейшем возможно осуществить совершенствование конструкции.

Для подготовки трехмерных моделей деталей тележки 18-100 использовался Autodesk Inventor Professional. В нём построены 3D-модели надрессорной балки, боковой рамы, цельнокатаного колеса, оси РУ1Ш, корпуса буксы, клина и контактной планки. В модель боковой рамы добавлены планки фрикционные и скобы с планками, которыми боковая рама опирается на буксовые узлы, а в модель надрессорной балки – колпаки скользунов и прокладка под пятник. Кроме деталей тележки, смоделирован упрощенный кузов полувагона, рельс, поводок и водило для имитации тяги от локомотива.

Все подготовленные в Inventor'е модели объединены в сборку и экспортированы в STEP, из которого импортированы в MSC.ADAMS, где им присвоен материал «Stell» из стандартной библиотеки программы. На тела системы наложен ряд связей. Рельсы жестко присоединены к неподвижному основанию. Между буксой и осью колёсной пары установлен цилиндрический шарнир с учётом коэффициента трения буксовых подшипников, равным 0,002. Между поводком и кузовом полувагона добавлена взаимосвязь – сферический шарнир, а между поводком и водилом – крестовина. На водило наложена связь типа поступательная пара, которая обеспечивает движение вдоль рельсов по задаваемому закону.

Для учета контактного взаимодействия тел использован инструмент «Contact», который введен между рельсами и колёсами, боковыми рамами тележки и корпусами букс, боковыми рамами тележки и контактными планками, боковыми рамами тележки и клиньями, клиньями и контактными планками, надрессорными балками и клиньями, кузовом и надрессорными балками.

Наибольшую сложность вызвало моделирование рессорного комплекта из внутренней и наружной пружин, что связано с необходимостью учета продольной и поперечной их жесткостей. Между боковой рамой тележки и первым телом добавлена поступательная пара перпендикулярно опорной поверхности пружин, между вторым телом и надрессорной балкой – связь типа соединение по плоскости, а между первым и вторым телами – сферический шарнир с центром вращения, расположенным в опорной плоскости надрессорной балки и на оси рессорного комплекта. Далее добавлена пружина «Spring» с конкретными коэффициентом жёсткости и исходной длиной. Затем приложена сила «Force» с параметром «Two Bodies», началом и концом которой являются верхний маркер пружины «Spring» и сферический шарнир. В исходном положении модели эти маркеры находятся в одной точке, но принадлежат разным телам. В данном случае сила «Force» моделирует боковую жёсткость рессорного комплекта и изменяет свое значение в зависимости от высоты пружины в соответствии с заданным законом.

Тестовые расчеты, проведенные с помощью построенной модели, продемонстрировали ее работоспособность и адекватность получаемых результатов реальным значениям. Разработанная модель позволяет выполнять расчеты с учетом варьирования размеров и физических параметров конструкции, что дает возможность ее оптимизации.

УДК 629.4.028.1(07)

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ УПРУГОГО ПРИВОДА КОЛЕС ПЕРВОГО КЛАССА С МОТОРНО-ОСЕВЫМИ ПОДШИПНИКАМИ КАЧЕНИЯ ДЛЯ ЛОКОМОТИВОВ

В. Г. МАСЛИЕВ

Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», Украина

Специалисты пытаются решить проблему замены в приводах колес тягового подвижного состава моторно-осевых подшипников скольжения на подшипники качения, чтобы повысить надежность и упростить эксплуатацию. Моторно-осевыми подшипниками качения были оборудованы несколько опытных электровозов и тепловозов, но эксплуатационные испытания показали, что пробег