

МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНТАКТНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В ПОДВИЖНОЙ УПРУГОЙ ОПОРЕ КУЗОВА НА ТЕЛЕЖКУ

С. А. ХРОМОВ, Д. Ш. АРАБОВ

Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта, Узбекистан

Ранее была предложена конструкция упругого подвижного пятникового соединения кузова вагона с тележкой [1], показанная на рисунке 1.

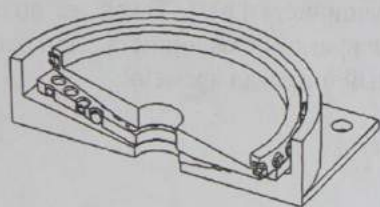


Рисунок 1 – Конструкция упруго-подвижного пятникового узла

При расчете такой конструкции первостепенное значение имеет обеспечение контактной прочности тел качения (шариков). Для проверки контактной прочности при максимально возможных эксплуатационных нагрузках применим метод конечных элементов.

При постановке задачи для трехмерного напряженного состояния примем, что в расчетной схеме присутствует весь спектр значимых усилий: контактная задача с переменной границей контакта, предварительное усилие в восстанавливающих пружинах, максимально допустимые боковой отход и боковая качка кузова. На первом этапе откинем сепаратор, так как он не воспринимает никаких нагрузок и предназначен лишь для удержания тел качения на равном расстоянии. Считаем, что нагрузка между телами качения распределена равномерна. Коэффициент, учитывающий динамичность приложения нагрузки, для грузовых вагонов принимают $k_g = 1,3 \dots 1,4$.

В качестве граничного условия примем скольжение – равенство нулю нормального перемещения.

Расчет будет производиться в предположении линейной упругости материала. Это важно потому, что концентрация напряжений в шариках и на поверхностях опор циклична и знакопеременна.

Если материал тел качения и опор один и тот же, то результат (распределение напряжений) зависит исключительно от коэффициента Пуассона. Поэтому, приняв такое допущение, примем в расчете характеристики любой низколегированной стали.

Так как конструкция симметрична, то для снижения числа конечных элементов для расчета примем сектор от целого объема, имеющего периметром полную окружность, с угловым размером, равным диаметру одного шарика, находящегося ближе к геометрическому центру опоры.

В качестве нагрузки примем усилие к верхней опоре подпятника, приложенное нормально к поверхности и равное половине максимально действующей на вагон нагрузке с учетом сил перераспределения нагрузки от боковой качки, отброса, центробежной и ветровой сил, поделенное на число тел качения в опоре.

Таким образом, численное значение прикладываемой силы

$$F = \left(\frac{m_{бр} - 2(m_t - m_{нб})}{2n} g(1 + k_d) + \frac{m_{бр} v^2}{R} + \omega F \right) k_g, \quad (1)$$

где $m_{бр}$ – масса тары вагона с грузом, кг; m_t – масса тележки, кг; $m_{нб}$ – масса наддрессорной балки, кг; n – число тел качения в опоре; k_d – коэффициент вертикальной динамики; v – скорость движения вагона, м/с; R – радиус кривой, м; ω – давление ветра, перпендикулярное боковой стене вагона, м; F – площадь боковой проекции кузова, м².

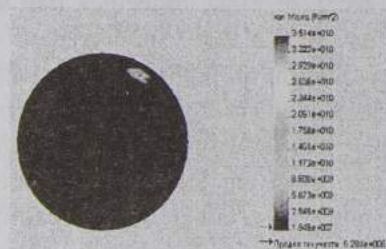
В этой формуле первое слагаемое учитывает вес кузова вагона, приходящийся на опору без веса тележек, второе слагаемое – центробежная сила, третье – ветровая нагрузка. Динамическая добавка учитывается коэффициентом вертикальной динамики.

Расчеты проводились в программе твердотельного моделирования Solidworks с использованием расчетной программы Cosmosworks 2006.

По результатам численных расчетов можно сделать следующие выводы: напряжения, возникающие в телах качения, значительно меньше допускаемых, и, следовательно, конструкция обладает достаточной прочностью и долговечностью; сравнительный анализ результатов, полученных методом конечных элементов, с результатами, полученными по формулам Герца [2], расходятся не более чем на 3 %. При этом напряжения, рассчитанные методом конечных элементов, больше, чем рассчитанные по формулам Герца.

Для примера на рисунке 2 приведен фрагмент расчета для случая с учетом коэффициента трения в опоре вагона с $m_{бр} = 60$ т.

Рисунок 2 – Пример результата расчета тела качения пятниковой опоры



Список литературы

- 1 Хромов, С. А. Разработка модернизированной конструкции упруго-подвижного пятникового узла вагона / С. А. Хромов, С. А. Умурзакова // Ресурсосберегающие технологии на железнодорожном транспорте : сб. науч. тр. респ. науч.-техн. конф., 5–6 дек. 2012 г. – Ташкент:ТашИИЖТ, 2012. – С. 64–68.
- 2 Приборные шариковые подшипники : справ. / под ред. К. Н. Явленского [и др.] – М. : Машиностроение, 1981. – 351 с.

УДК 629.4

НОВЫЕ СБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ И РЕМОНТЕ КОЛЁСНЫХ ПАР ВАГОНОВ

*И. Л. ЧЕРНИН, А. В. ПИГУНОВ, Р. И. ЧЕРНИН, Н. В. БЕЛОГУБ
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Вопросы повышения надёжности железнодорожного подвижного состава и возможные пути их решения имеют решающее значение в обеспечении безопасности движения. В комплексе мероприятий, направленных на повышения надёжности грузовых и пассажирских вагонов, одними из приоритетных являются: 1) улучшение технологии механосборочных работ при формировании и расформировании соединений с гарантированным натягом колёсных пар; 2) проведение работ по созданию новых технических средств эффективного контроля напряженного состояния деталей pressовых соединений для оценки качества сборки деталей.

Контроль сборки соединений с гарантированным натягом (по прочности сопряжения деталей) является составной частью процесса содержания колёсных пар вагонов. Неточности в определении величины натяга (контактного) давления в напрессовках колёсных пар сказываются на величинах аксиального относительного сдвига и крутящих моментов на проворачивание напрессовок.

Важная технологическая операция при изготовлении и ремонте роликовых колёсных пар вагонов – напрессовка элементов соединений с натягом на оси – требует улучшения, так как недостаточная прочность напрессовок на аксиальный сдвиг и проворачивание приводит к опасным бракам в эксплуатационной работе. Применяемые в узлах роликовых колёсных пар цилиндрические соединения с гарантированным натягом, обладая способностью передавать большие по величине и различные по направлению усилия при продолжительной работе в различных условиях нагружения, не допускают перегрузки. Используемые в настоящее время методы контроля напрессовок колёсных пар вагонов не дают вполне достоверной оценки. Существует ряд трудно учитываемых факторов, влияющих на качество напрессовок, но не учитываемых на практике. Это касается, прежде всего, тех случаев, когда прошедшие выходной контроль при изготовлении или ремонте колёсные пары вагонов вызывают отказы в эксплуатации по причине ослабления посадки с гарантированным натя-