

Принимая во внимание вышеизложенное, а также целесообразность взаимной обработки пары «шестерня – зубчатое колесо» на различных этапах эксплуатации тягового привода, можно, по мнению авторов, увеличить их износостойкость в 5 и более раз, что значительно повысит ресурс и надежность тягового привода, а также снизит эксплуатационные затраты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Лазерное и электроэрозионное упрочнение материалов / В. С. Коваленко [и др.]. – М. : Наука, 1986. – 276 с.
- 2 Бураков, В. А. Локальная цементация железа в условиях импульсного лазерного нагрева и скоростной закалки / В. А. Бураков, Е. А. Барышевская, Н. Н. Буранова // Известия вузов. Машиностроение. – 1981. – № 11. – С. 28–31.
- 3 Рыкалин, Н. Н. Лазерная обработка материалов / Н. Н. Рыкалин, А. А. Углов, А. Н. Кокора. – М. : Машиностроение, 1975. – 296 с.
- 4 Григорьянц, А. Г. Влияние некоторых технологических факторов на особенности формирования валиков при лазерной газопорошковой наплавке / А. Г. Григорьянц, А. Н. Сафонов, В. В. Шibaев // Порошковая металлургия. – 1984. – № 9. – С. 39–42.

УДК 629.3.027.523.1

НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ АРМИРОВАННОЙ ШИНЫ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ НАГРУЖЕНИЯ

А. О. ШИМАНОВСКИЙ, В. А. ЛОДНЯ, Г. М. КУЗЁМКИНА
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Несмотря на широкое применение на транспорте пневматических шин, их напряженно-деформированное состояние изучено недостаточно, что обусловлено сложностью математических моделей армированных конструкций, работающих в условиях контактного взаимодействия. Дополнительные трудности обусловлены нелинейно-упругими свойствами материалов матрицы и армирующей фазы.

Цель представленной работы заключается в создании методов конечноэлементного анализа напряженно-деформированного состояния автомобильных шин с учетом нелинейно-упругих свойств материалов.

Автомобильная шина имеет форму, подобную тороидальной, и, поэтому, как известно, для улучшения ее сцепления с дорогой протектор делают рифленным. Было выполнено трехмерное геометрическое моделирование радиальной автомобильной шины в соответствии с ее геометрическими размерами.

При решении контактной задачи о взаимодействии шины с дорогой необходимо использование весьма мелких конечных элементов в области контакта. Выполненное разбиение шины показало, что при этом для получения достоверных результатов модель должна иметь не менее 1.000.000 конечных элементов, даже с учетом возможности расчета половины колеса ввиду его симметрии. Однократный расчет напряженно-деформированного состояния конструкции с помощью названной модели на имеющейся вычислительной технике мог бы занять несколько месяцев.

В связи с этим была построена вторая геометрическая модель, упрощенно учитывающая наличие рифления. Однако такая модель также оказалась неработоспособной из-за большого числа элементов, моделирующих корд. Это привело нас к необходимости расчетов по следующей схеме. В начале шина рассматривается как твердое тело с распределенным армированием, что позволяет найти значение напряжений и деформаций вблизи области контакта шины с дорогой, а затем рассматривается подмодель, в которой подробно изучается контактное взаимодействие корда с шиной и протектора с дорогой.

Для точного определения параметров сопряжения борта с ободом необходимо решение контактной задачи, что сопряжено с дополнительными затратами времени. Выполненный анализ влияния граничных условий на результаты расчета напряженно-деформированного состояния шины, показал, что они мало зависят от типа граничных условий в точке обода. В связи с этим в дальнейшем при расчетах легковых радиальных шин сечение, содержащее точку обода, полагалось жестко заделанным. Данный вариант граничных условий с высокой степенью точности характеризует силовые и кинематические характеристики шины в зоне борта.

Описанные методики легли в основу компьютерного моделирования напряженно-деформированного состояния автомобильной шины. Конструкция ее включает один слой каркаса, изготовленного из текстильного корда, и два перекрестным образом расположенных слоя брекера из металлокорда.

Расчеты для случая нагружения эксплуатационным давлением $p = 0,2$ МПа показали, что поперечные касательные напряжения в шине носят существенно неравномерный характер. Максимум касательных напряжений смещен в сторону внутреннего слоя брекера. Этот результат совпадает с накопленными статистическими данными о разрушении шин.

Для определения деформированного состояния радиальной шины, нагруженной центробежной нагрузкой, в узлах расчетной сетки добавлялись инерционные силы, обусловленные вращением шины. Анализ изменения меридионального перемещения каркаса показал, что при возрастании скорости качения колеса выше 90 км/ч начинается резкое увеличение меридионального перемещения.

Установлено, что в радиальных шинах с металлокордным брекером в зоне окончания брекера и на боковине меридиональные перемещения отличаются друг от друга более чем в 2,5 раза. Закон распределения поперечных касательных напряжений существенно отличается от параболического, который постулируется в подавляющем большинстве уточненных теорий многослойных оболочек. Максимум напряжений смещен к внутренней поверхности и приходится на центр резиновой прослойки, что согласуется с накопленной в литературе статистикой о типовых разрушениях борта. Эффект неоднородности поперечных касательных напряжений должен приниматься во внимание при проектировании радиальных шин с металлокордным брекером. Распределение тангенциальных деформаций по толщине шины в зоне окончания брекера показывает, что гипотеза прямой линии для всего пакета в целом приводит к серьезным погрешностям при определении меридиональных деформаций в зоне окончания брекера и бортовой части металлокордной радиальной шины.

Также были выполнены расчеты различных параметров, характеризующих напряженно-деформированное состояние шин, с учетом их контактного взаимодействия с дорогой. Они показали, что изменения весьма незначительны по сравнению с результатами, полученными в случае работы шины под действием лишь центробежной нагрузки.

Анализ взаимодействия шины с дорогой при разных углах наклона нитей корда показал, что этот угол практически не влияет на характеристики шины.

Полученные результаты могут быть использованы при создании новых автомобильных шин.

УДК 629.463.32-192:532.559.8

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕГОРОДОК, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ ДЕМПФИРОВАНИЯ КОЛЕБАНИЙ ЖИДКОСТИ В РЕЗЕРВУАРАХ ЦИСТЕРН

А. О. ШИМАНОВСКИЙ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Одним из способов улучшения динамических качеств цистерн является установка демпфирующих перегородок. Ранее сотрудниками университета Конкордия (Канада) исследовано влияние расположения сплошной поперечной перегородки на тормозной путь автомобиля. В диссертации А. В. Макеева выполнен анализ связанных колебаний подвижных перфорированных перегородок и жидкости внутри резервуара пожарной цистерны. Однако в названных работах отсутствуют методики, позволяющие осуществить комплексную оценку эффективности того или иного вида перегородок, а также оптимизировать их конструкцию.

В представленной работе предлагается метод, позволяющий оценить эффективность демпфирования колебаний жидкости в резервуаре цистерн, основанный на энергетическом подходе.

Реализация стандартной $k-\varepsilon$ -модели турбулентности предполагает вычисление кинетической энергии каждого конечного элемента жидкости на каждом шаге по времени. Суммированием этих энергий можно получить кинетическую энергию системы в целом. Наличие диссипации приводит к уменьшению кинетической энергии. Для режимов движения цистерн, при которых влияние жидко-