

ний можно утверждать, что в сепараторе преобладают сжимающие напряжения. В стеклополиамидном сепараторе наибольшие напряжения выше, чем в латунном при статическом расчете, на 8,21, а при динамическом – на 6,8%. При этом уровень наибольших напряжений не превышает предела прочности. За счет меньшей жесткости перемещения в стеклополиамидном сепараторе выше, чем в латунном. При статическом нагружении наибольшие перемещения составляют 1,74 мм (в латунном 0,12 мм), при динамическом – 13,78 мм (в латунном 0,5 мм), что свидетельствует о большей деформативности. Благодаря этому контактные площадки в зоне трения под действием нагрузки увеличиваются, что приводит к изменению расчетной схемы.

Таким образом, несмотря на более высокие напряжения и перемещения, стеклополиамидный сепаратор работает лучше. Как показывает опыт эксплуатации [1-3], благодаря его применению снижается уровень повреждаемости подшипников, что обеспечивает надежность и “живучесть” буксового узла вагонов.

Результаты настоящего расчета можно применить как для анализа напряженного состояния существующих подшипников, так и при проектировании новых конструкций сепараторов.

1.Цюренко В.Н., Жданов И.П., Иванов С.Г. Полиамидный сепаратор для буксовых узлов вагона // Железнодорож. транспорт. – 1995. – №3. – С.34-37.

2.Андриевский В.Г. Сепараторы из стеклонаполненного полиамида для вагонных буксовых роликоподшипников / Тр. ХарГАЖТ. Вып.27. – Харьков, 1996. – С.137-142.

3.Андриевский В.Г. Причины повышения нагрева буксовых узлов // Залізничний транспорт України. – 1999. – №2. – С.20-22.

4.Новиков В.Ф. Исследование распределения осевой нагрузки между телами качения цилиндрического подшипника // Тр. РИИЖТа. Вып. 140. – Ростов на Дону, 1977. – 114 с.

*Получено 28.01.2000*

© Егорова И.М., 2000

УДК 629.11.012.5

В.А.ИЩЕНКО, канд. техн. наук  
*ООО “Укрошина”, г.Днепропетровск*

## **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РЕЗИН ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ШИН**

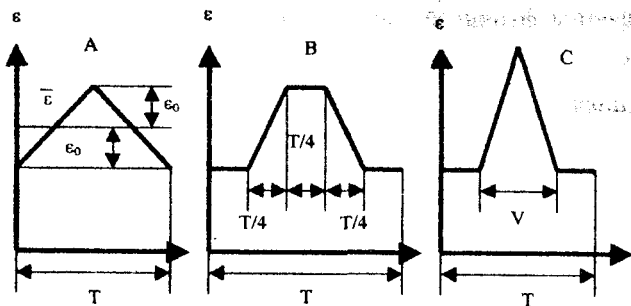
Приведены экспериментальные данные динамических характеристик резин пневматических шин. Эксперименты проводили на универсальной машине “Инстрон 8032” в сложных негармонических режимах нагружения в диапазоне температур до 120 °С.

Потери на качение – один из наиболее важных показателей пневматических шин, которые характеризуют конструкцию шины и материалы, из которых она изготовлена. Известно [1], что потери на каче-

ние являются функцией амплитуды деформации шины и величины механических потерь в шинных материалах  $W = \pi E'' \varepsilon_0^2$ , где  $W$  – потери за цикл деформации;  $E''$  – модуль потерь материала;  $\varepsilon_0$  – амплитуда деформирования. Величина  $\varepsilon_0$  определяется напряженно-деформированным состоянием шины под воздействием внутреннего давления и внешних нагрузок.

Из [2, 3] следует, что  $E''$  существенно зависит от характера нагружения, так как резина является типичным вязкоупругим материалом. А поскольку для расчета напряженно-деформированного состояния, температурных полей шин и потерь на качение необходимы абсолютные значения динамического модуля  $E''$  и модуля потерь, то возникает задача их определения в условиях нагружения, соответствующих эксплуатационным. Имеются две возможности решения этой задачи: первая – воспроизведение “шинных” режимов нагружения в лабораторных условиях и вторая – разработка метода расчета динамических свойств резины по данным лабораторных измерений для гармонического режима нагружения. Каждый из этих путей имеет свои достоинства и недостатки. Так, первый требует специального оборудования, позволяющего проводить измерения динамических свойств при любом заданном негармоническом режиме. Кроме того, он связан с необходимостью воспроизведения всех возможных шинных режимов, что оказывается довольно трудоемким ввиду их многообразия. Несомненным достоинством его является то, что в этом случае нужные данные получают в результате прямых измерений. Второй путь прост в реализации, если к исследуемому материалу применима линейная теория вязкоупругости. К сожалению, для реальных наполненных резин это не подходит, поэтому необходимы дальнейшие методические разработки. Очевидно, что второй путь является более перспективным, так как в каждом сечении шины характер нагружения различный, да и определение потерь в шинном режиме требует специального оборудования. В работах [4, 5] предложены некоторые пути решения этой задачи.

Целью настоящей работы является экспериментальное определение модуля потерь и динамического модуля наполненных резин для режимов нагружения, близких к шинным. Эксперименты проводили на универсальной машине “Инстрон 8032”. Осуществлялись следующие режимы: “пилообразный” – (А), “двойной трапеции” – (В) и “шинной трапеции” – (С) при  $V/T = 0,27$ , вид которых приведен на рисунке.



Виды нагружений образцов резин

Два первых режима позволяют рассчитать потери в любом негармоническом режиме, соответствующем эксплуатационному. Третий режим является грубой имитацией эксплуатационного шинного режима.

Испытания резин выполняли в условиях растяжения при амплитуде деформации  $\varepsilon_0 = 10\%$  и средней деформации  $\bar{\varepsilon} = 20\%$  на частоте 1 Гц при трех значениях температур – нормальной, эксплуатационной и максимально допустимой. Испытывали по 10 образцов каждого типа резин при трех значениях температур. В таблице приведены средние величины измеренных динамических характеристик резин.

Динамические характеристики резин  $E''$  и  $E'$ , МПа

Шифр образца	А		В		С	
	$E''$	$E'$	$E''$	$E'$	$E''$	$E'$
$T = 22\text{ }^\circ\text{C}$						
Брекер	0,37	2,69	0,46	2,56	0,62	2,54
Подканавка	0,27	2,59	0,35	2,50	0,38	2,49
Беговая	0,54	3,10	0,70	3,11	0,90	3,06
$T = 100\text{ }^\circ\text{C}$						
Брекер	0,21	2,10	0,28	2,11	0,39	2,08
Подканавка	0,14	1,96	0,24	1,98	0,28	2,05
Беговая	0,29	2,26	0,34	2,26	0,38	2,30
$T = 120\text{ }^\circ\text{C}$						
Брекер	0,21	2,13	0,26	2,11	0,36	2,16
Подканавка	0,15	1,98	0,21	1,99	0,28	2,03
Беговая	0,26	2,23	0,34	2,20	0,39	2,22

Универсальная машина “Инстрон 8032” позволяет моделировать режимы нагружения образцов. Она снабжена микропроцессором, который снимает сигналы с нижнего зажима машины (деформация образца) и верхнего зажима (напряжение на образце). Эти сигналы по-

ступают на осциллограф и графопостроитель, где отслеживается зависимость деформации или напряжения от времени, а также зависимости напряжения от деформации (гистерезисные петли). Результаты обработки данных, включая петлю гистерезиса, осуществляются компьютером. В микропроцессор встроены генераторы синусоидальных, пилообразных и прямоугольных сигналов, а также имеются программы, позволяющие конструировать любой периодический режим из произвольной комбинации описанных выше режимов. Машина "Инстрон 8032" снабжена термокриогенной камерой, позволяющей проводить измерения в интервале температур от  $-7$  до  $315$  °С.

Выбранные для испытаний типы резин соответствовали брекеру и каркасу, подканавке и беговой части шины. Рецепттура резин была построена на следующих компонентах: брекер, каркас – 100 НК + 2 ОКТОФОРН + 3 ПН6 + 1,5 САНТОКИОР МОР + 1,5 МБИ; подканавка – 100 НК + 4 ПН6 + 2 КАНИФОЛЬ + 1,5 САНТОКИОР МОР + 1 АЛЬТАКС + 1,5 МБИ; беговая – 100 НК + 7 ПН6 + 2 ОКТОФОРН + 1,5 САНТОКИОР МОР + 1 МБИ + 1 АЛЬТАКС.

Из данных таблицы видно, что величина динамического модуля не зависит от временного режима нагружения. При повышенных температурах его значение уменьшается на 20-25%. Различия в модуле потерь довольно существенны, причем в зависимости не только от вида нагружения, но и от состава резин. С повышением температуры модуль потерь падает примерно в 2 раза при практически сохраняющихся относительных различиях.

Полученные экспериментально значения динамического модуля и модуля потерь относятся к рассматриваемым резинам и являются исходными данными для расчета температурных полей, напряженно-деформированного состояния и потерь на качение шин [1, 6].

1. Ищенко В.А., Никитина Л.Б. // Каучук и резина. – 1982. – №10. – С.24-25.

2. Присс Л.С. Высокомолекулярные соединения. – 1990. – №9. – С.1309-1319.

3. Присс Л.С. Динамические свойства резин при режимах нагружения, характерных для эксплуатации шин // Международная конференция по каучуку и резине. – М., 1984 (препринты докладов, В16).

4. Присс Л.С. Упругие свойства резин в сложном напряженном состоянии. // Проблемы шин и резинокордных композитов. Дорога, шина, автомобиль. Восьмой симпозиум. Т.2. – М., 1985. – С.327.

5. Гамлицкий Ю.А., Богомолова Н.А., Швачич М.В. // Материалы Международной конференции по каучуку и резине. Т.4. – М., 1994. – С.390.

6. Индейкин Б.А., Ищенко В.А., Кваща Э.Н., Никитина Л.Б. Термоупругое состояние и потери качения крупногабаритных шин // Международная конференция по каучуку и резине. – М., 1984 (препринты докладов, В17).

Получено 21.01.2000

© Ищенко В.А., 2000