Записки Санкт-Петербургского горного института им.Г.В.Плеханова.
Т. 141. СПб, 1995

УДК 622.684.629.11.012.55.001.2

В.Ю.КОПТЕВ

МЕТОДИКА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РЕСУРСА ШИН КАРЬЕРНЫХ АВТОСАМОСВАЛОВ

Известно, что ресурс машин и их узлов зависит от прочности деталей и режимов нагружения. Для определения времени их отказа выполняют статистическую обработку наблюдений в конкретных условиях эксплуатации, однако получить аналитические зависимости ресурса от различных факторов в этом случае сложно. При применении новых материалов или изменении конструкции детали не удается получить оперативную информацию о влиянии вносимых конструкторами изменений на ресурс и обосновать необходимые технические решения для повышения показателей надежности. Аналогичная ситуация возникает при конструировании шин карьерных автосамосвалов.

В настоящее время применяется несколько методик определения ресурса шин по условным отказам, за которые принят отказ шины в результате истирания протектора [1], усталостного или теплового разрушения внутренних элементов шины [6]. В работе [6] предложено использовать либо критерий разрушения по величине развивающейся поврежденности от действия статических усилий, либо критерий диссипативного типа по плотности энергии разрушения. Однако, как показал анализ отказов шин автосамосвалов грузоподъемности 80–180 т [2,4,5], при соблюдении допустимых скоростей движения автосамосвала и теплового состояния шин большая их часть снимается с эксплуатации по причине разрушений внутренних элементов шины. Так разрушается до 60 % шин типоразмера 40.00-57, до 50 % – 33.00-51 и 40 % – 27.00-49. Основной причиной является превышение нормальной нагрузки допустимых величин вследствие колебаний масс автосамосвала при движении и других случайных факторов.

Современные методы проектирования деталей машин позволяют прогнозировать ресурс деталей при наличии моделей, описывающих режим нагрузки, разрушения и прочности детали [3].

В работе [4] установлены зависимости параметров, описывающих статистику изменения нормальной реакции дороги при движении карьерного автосамосвала БелАЗ-7521, от характеристик маршрута. Принято, что процесс их изменения является стационарным и эргодичным.

При использовании параметров статистик распределений нормальной нагрузки появляется возможность для конкретных условий их эксплуатации создавать новые шины за счет применения новых материалов и (или) изменения конструкции шины, определять ресурс шин, подбирать шины, обеспечивающие наибольший ресурс, из выпускаемых промышленностью.

Воспользуемся зависимостью снижения ресурса от действия нормальной нагрузки [6], описываемой выражением типа

$$R^m L = C, \qquad (I)$$

где R – нагрузка на шину, кН; L – наработка шины до разрушения, тыс.км; m и C – константы, зависящие от конструкции шины, для отечественных шин можно принять $m = 4{,}7$, $C = 1{,}82 \cdot 10^8$ кН·тыс.км.

Поскольку ресурс L и нагрузка R – непрерывные случайные величины, между которыми существует зависимость, описываемая монотонной и дифференцируемой функцией (I), то, используя формулы для законов распределения функций случайных аргументов, можно получить плотность распределения ресурса:

$$g(L) = \left(\frac{b}{mL}\right)\left(\frac{C}{L}\right)^{\frac{1}{m}}\left[\frac{\left(\frac{C}{L}\right)^{\frac{1}{m}} - h}{a}\right]^{b-1} \exp\left\{\left[\frac{\left(\frac{C}{L}\right)^{\frac{1}{m}} - h}{a}\right]^{b}\right\}, \qquad (2)$$

где $g(L)$ – плотность распределения ресурса; a, b и h – параметры распределения нагрузки.

Используя плотность распределения ресурса и параметры распределения нагрузки, можно определить средний ресурс:

$$\bar{L} = \int_{L_{min}}^{L_{max}} L\, g(L)\, dL. \qquad (3)$$

Ресурс шин типоразмера 40.00-57 определим с учетом их нагружения на различных маршрутах Нерюнгринского угольного разреза в предположении, что движение осуществляется только по одному из маршрутов (экскаватор – отвал –

Вычисленные значения среднего ресурса

Номер экскаватора	Средний ресурс шин, тыс.км	
	Переднее колесо	Заднее колесо
1	27,2	81,1
6	29,8	40,2
8	35,7	50,7
15	39,0	42,3

экскаватор), а распределение веса машины на колеса соответствует паспорту загрузки автосамосвала (см. таблицу).

Вычисленные значения ресурса шин удовлетворительно согласуются с фактическими данными: ресурс шин передних колес в 1,5–2 раза меньше, чем задних; средний ресурс достигает 35 тыс.км, максимальный находится на уровне 50–60 тыс.км.

Приведенная методика позволяет определить условный ресурс шин не только типоразмера 40.00–57, но и типоразмеров 27.00–49 и 33.00–51, отказы которых вызваны внутренними разрушениями материалов шин, однако для последних требуется определить параметры распределения нагрузки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Влияние крепости материалов дорожного покрытия на ходимость шин для автосамосвалов БелАЗ / А.Г.Нечипоренко, В.А.Мартюшевский, Е.А.Хоменя, С.С.Якушкин // Промышленный транспорт. 1988. № 10.

2. Медведев С.В. Исследование тепловой нагруженности КГШ карьерных автосамосвалов и рекомендации по повышению их ресурса: Автореф. дис....канд.техн. наук / Ленинградский горный ин-т. Л., 1991.

3. Когаев В.П., Дроздов Ю.Н. Прочность и износостойкость деталей машин. М.: Высшая школа, 1991.

4. Коптев В.Ю. Определение нагрузок на КГШ карьерных автосамосвалов при движении: Автореф. дис....канд.техн. наук / Ленинградский горный ин-т. Л., 1992.

5. Хоменя Е.А., Левченко В.В., Савченко А.А. Пути повышения работоспособности карьерных шин 33.00–51 в условиях Ковдорского ГОКа // Горный журнал, 1993. № 3.

6. Эксплуатация и ремонт крупногабаритных шин / Э.С.Скорняков, Э.Н.Кваша, А.А.Хоменя, В.П.Бойков. М.: Химия, 1991.