

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЕСУРСА ШИН КАРЬЕРНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Заострожных И.И.

Научный руководитель - к.т.н., профессор кафедры транспорта Грушевский А.И.

*Сибирский федеральный университет*

Шины, после топлива, занимают второе место в затратах на эксплуатацию автомобилей и составляют около 20 % стоимости карьерного самосвала БелАЗ 7540. Если учесть их высокую стоимость для карьерных автомобилей, то продление срока службы шин становится одной из главных задач по снижению эксплуатационных затрат. Поэтому современные технологии: накачка шин азотом, постоянный контроль за давлением в процессе эксплуатации, бортовая диагностика – являются перспективными, особенно для карьерных автомобилей. Снижение износа шин позволит также улучшить экологическую обстановку в регионе эксплуатации за счёт снижения его загрязнения неулавливаемыми и не утилизируемыми отходами.

Подвижной состав Закрытого Акционерного Общества «Горнорудная компания Сухой Лог» составляют 16 карьерных автосамосвалов БелАЗ 7540 грузоподъемностью 30 тонн, производства Белорусского автомобильного завода – это основной технологический транспорт предприятия. Автомобили БелАЗ 7540 предприятия ЗАО «ГРК Сухой Лог» оборудованы шинами производства Белорусского Шинного Комбината модели ВФ 76 БМ. В процессе исследования были собраны данные о пробеге шин на предприятии и определены значения потерь давления в шинах под действием эксплуатационных факторов (см. рис.1, рис.2).

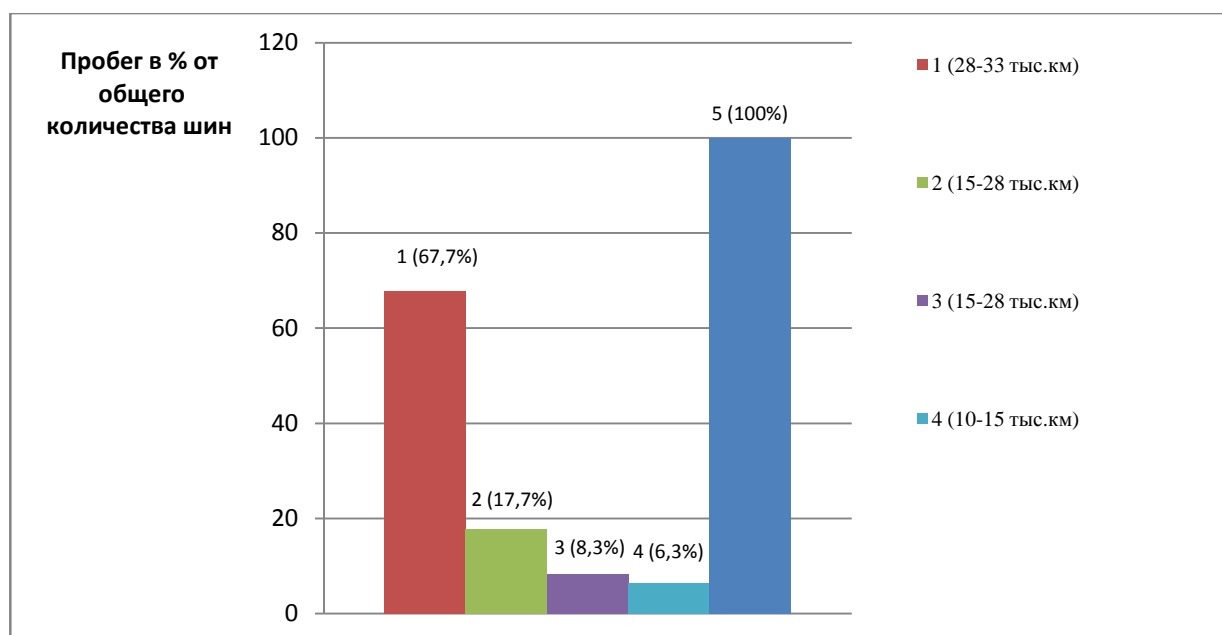


Рисунок 1 - Статистические данные по пробегу шин в ЗАО «ГРК Сухой Лог» за 2009-2010 гг.

Установлено что на шины действуют различные эксплуатационные факторы, оказывающее негативное алияние на их ресурс. В ходе исследования были определены основные параметры, оказывающие наибольшее влияние на снижение ресурса шин. Таблица 1 – основные параметры, оказывающие влияние на ресурс шин.

Коэффициент	Описание	Значение
(A) Максимальная скорость	15 км/ч	1,0
	30 км/ч	0,8
	50 км/ч	0,6
(B) покрытие дороги	песок либо мягкий грунт без камней	1,0
	мягкий грунт с камнями	0,9
	гравиевая дорога хорошего качества	0,8
	гравиевая дорога низкого качества	0,7
	неподготовленная дорога с острыми камнями и скалами	0,6
(C) позиция шины	прицеп	1,0
	передняя ось	0,9
	ведущая ось (донная разгрузка)	0,8
	ведущая ось (разгрузка сзади)	0,7
	ведущая ось (скрепер)	0,6
(D) нагрузка на шину	стандартная	1,0
	10% перегрузка	0,9
	20% перегрузка	0,8
	40% перегрузка	0,5
(E) искривленность дороги	прямая или слабо искривленная	1,0
	искривленная	0,9
	наличие резких поворотов	0,8
(F) уклоны (для ведущей оси)	ровная	1,0
	6% максимум	0,9
	15% максимум	0,7
	другие оси	1,0
(G) торможения	редко	1,0
	средне	0,9
	часто	0,8
(H) обслуживание шин	хорошее	1,0
	среднее	0,9
	плохое	0,7

Прогнозируемый ресурс согласно теореме умножения вероятностей определяется из уравнения:

$$T = L \cdot H \cdot A \cdot B \cdot C \cdot D \cdot E \cdot F \cdot G \cdot H \quad (1)$$

L – расстояние, пройденное автосамосвалом (м);

H – глубина протектора на новой шине.

Для условий эксплуатации шин в ЗАО «ГРК Сухой Лог», выбраны соответствующие коэффициенты, на основании которых можно спрогнозировать пробег автомобильной шины карьерного автомобиля, тыс. км.

$$T = 2000 \cdot 50 \cdot 0,8 \cdot 0,9 \cdot 0,7 \cdot 0,9 \cdot 0,9 \cdot 0,9 \cdot 0,9 \cdot 0,9 = 29760$$

Завод-изготовитель заявляет пробег шин равный 40 тыс.км. Результаты прогноза с незначительной погрешностью в 0,9 % подтверждают статистические данные, которые сложились при эксплуатации крупногабаритных шин в предприятии, что указывает на значительный резерв (7-10 тыс. км) совершенствования условий эксплуатации шин, с целью увеличения пробега до заводских значений.

Основной причиной, вызывающий повышенный износ шин, в том числе и карьерных автомобилей, а также причиной зачастую приводящей к аварийному разрушению шины и повышенному расходу топлива, является ненормативное давление воздуха в шине. По поддержанию нормативного давления воздуха в шинах как в России, так и в зарубежной практике (США) не существует разработанного и

утверждённого регламента. Перерасход топлива вследствие ненормативного давления в шинах может достигать 10 – 12 % от базовой нормы. Падение давления в шине происходит вследствие диффузионной проницаемости воздуха через материалы шины.

Завод-изготовитель устанавливает величину внутреннего давления для передних шин 5,16 кг/см, для задних 5,68 кг/см. В процессе исследования собрана статистика по изменению величины внутреннего давления в шине карьерного автосамосвала.

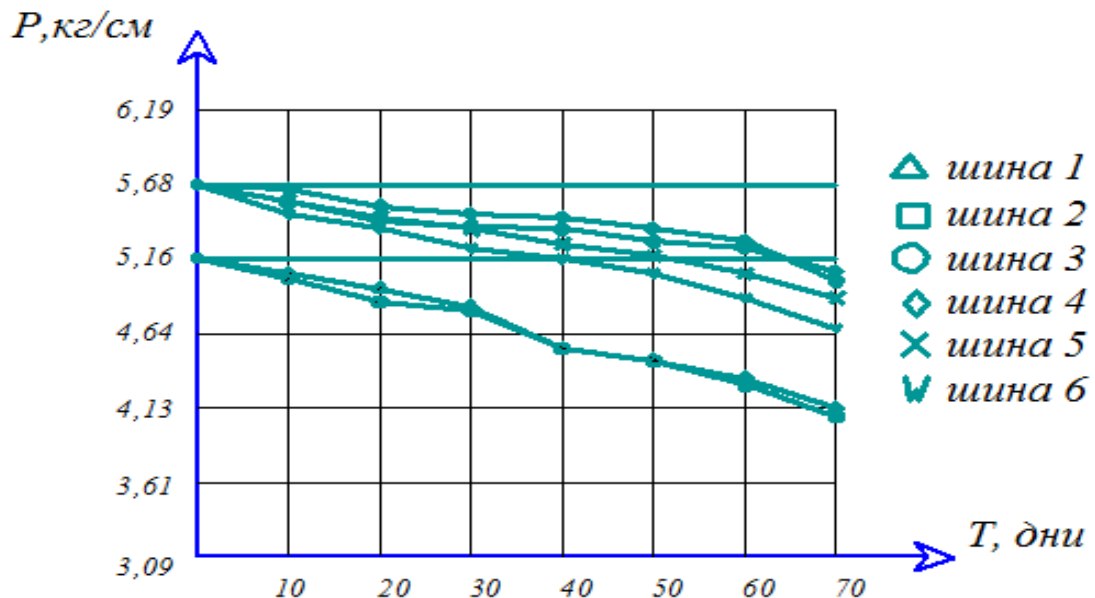


Рисунок 2 – изменение величины внутреннего давления в шине автосамосвала.

Диффузию газа через материал шины описывает второй закон Фика, который для одномерного переноса в направлении нормали к поверхности имеет вид:

$$I = -D \left( \frac{\partial c}{\partial x} \right) \quad (2)$$

где:  $I$  - количество вещества, прошедшего в единицу времени через единицу площади сечения по нормали;  $D$  - коэффициент диффузии;

$\left( \frac{\partial c}{\partial x} \right)$  -градиент концентрации. Знак минус в уравнении показывает, что диффузия идет в направлении убывания концентрации (давления).

С учётом эксплуатационных факторов, оказывающих влияние на интенсивность падения давления в шине, можно предложить следующий вид математической модели:

$$\Delta P_W^t = K_{П.МАСС} \cdot K_{СТАР} \cdot K_{ДОР} \cdot K_V^{cp} \cdot K_{под}^l \cdot K_{под}^l \cdot K_{спуск}^l \cdot K_{спуск} + (1 - K_{прям}^l) \cdot K_{прям} \cdot K_{КЛИМ} \cdot \Delta P_W^{дифф} \cdot t \quad (3)$$

$K_{под}^l$  - коэффициент, учитывающий влияние подъёма на скорость потери газа в шине транспортного средства;

$K_{спуск}^l$  - коэффициент, учитывающий влияние спусков транспортного средства;

$K_{под}^l$  - доля участков движения транспортного средства с подъёмом;

$K_{спуск}^l$  - доля участков движения транспортного средства на спуск;

$1 - K_{\text{прям}}^l$  - доля участков движения по прямой;

$K_{\text{прям}}$  - коэффициент, учитывающий влияние движения по прямой на скорость снижения давления;

$K_{\text{дор}}$  - коэффициент качества дорожного покрытия;

$K_V^{cp}$  - коэффициент учёта средней скорости движения;

$K_{\text{клим}}$  - погодный коэффициент.

$K_{\text{п.масс}}$  - коэффициент, учитывающий влияния нагружения шины вертикальной нагрузкой ( до полной массы автосамосвала );

$K_{\text{стар}}$  - коэффициент, учитывающий степень старения шины;

$\Delta P_W^{\text{дифф}}$  - величина потери давления не нагруженной вертикальной нагрузкой шины ( в результате диффузии );

$t$  - период эксплуатации.

Данная модель может быть использована для определения потерянному шиной давления исходя из конкретных условий эксплуатации. А, отнеся это значение к норме давления и сравнив с нормой отклонения (рекомендовано 5%), можно определить и спланировать оптимальную частоту контроля, как для отдельных маршрутов или даже единиц подвижного состава, так и для всего парка автомобилей (при однородных условиях эксплуатации).

За счёт поддержания перечисленных параметров в заданных пределах появилась возможность прогнозировать и управлять ресурсом шин, а так же можно будет определить оптимальную периодичность проверки норм внутреннего давления в шинах автосамосвалов. Это позволит снизить себестоимость перевозки горной массы, за счёт снижения затрат на шины.