

## **КОРРЕКТИРОВАНИЕ РЕГЛАМЕНТА ОБСЛУЖИВАНИЯ ШИН КАРЬЕРНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ**

**Заострожных И.И.**

**Научный руководитель – к.т.н., профессор Грушевский А.И.**

*Сибирский федеральный университет*

На территории Российской Федерации используются карьерные самосвалы различного производства, но примерно 70 % составляют самосвалы произведённые «Белорусский автомобильный завод». БЕЛАЗ видит свое преимущество в сравнении с конкурентами, такими как Caterpillar, Hitachi, Komatsu и Liebherr в более низких затратах на перевозку тонны груза (на 10-20%). По данным компании ЗАО ГРК «Сухой Лог», первоначальные затраты на приобретение техники меньше, надежность техники в эксплуатации с использованием автоматизированной системы централизованной смазки на уровне международных производителей. Стоимость запасных частей ниже. Благодаря модификациям двигателя и системы управления трансмиссией расход топлива, а, следовательно, и затраты на него, аналогичен другим производителям.

Данная работа выполняется для Закрытого Акционерного Общества горнорудная компания «Сухой Лог». Подвижной состав данного предприятия составляют карьерные самосвалы БелАЗ 7540 В, в количестве 15 единиц. На данные автомобили устанавливаются диагональные шины размером 18.00 – 25, производства «Белорусского Шинного Завода». Рекомендуемое давление заводом изготовителем  $5 \text{ кгс/см}^2$ , средняя стоимость данной шины на территории Р.Ф составляет 25000 рублей. Эксплуатационный ресурс (пробег) данной шины составляет 45 тыс.км, но данных результатов можно достичь при соблюдении требований по техническому обслуживанию и эксплуатации шин автомобилей. Данные требования изложены в специальных технических регламентах.

С принятием закона «О техническом регулировании» в Р.Ф началась разработка специальных технических регламентов. На автомобильном транспорте в первую очередь касающихся безопасности транспортных средств при дорожном движении, экологической безопасности, а так же ведётся разработка технических регламентов относительно модернизации транспортных средств, технического обслуживания и ремонта.

Способствовать решению задачи участия Российской Федерации мировой торговле на общепринятых и равных условиях (при вступлении РФ во всемирную торговую организацию - ВТО) должна реализация положений Федерального закона «О техническом регулировании» от 27 декабря 2002 года № 184 – ФЗ на основе разработки технических регламентов, соответствующих международному уровню.

Применительно к эксплуатации шин карьерных автомобилей представляют интерес два специальных технических регламента, а именно: «О требованиях к эксплуатационной безопасности автотранспортных средств» и «О требованиях безопасности при техническом обслуживании и ремонте автотранспортных средств».

В статье 11 технического регламента «О требованиях к эксплуатационной безопасности автотранспортных средств» приведены требования к техническому состоянию шин и колёс автотранспортных средств:

1. Автотранспортное средство должно быть укомплектовано шинами, соответствующими требованиям производителя автотранспортного средства в эксплуатационной документации по характеристикам назначения и конструкции шин, их размерам, несущей способности, скорости, типу рисунка протектора.

2. Высота рисунка протектора шин должна быть не менее установленной величины, соответственно:

- 1) для легковых автомобилей - 1,6 мм;
- 2) для грузовых автомобилей - 1 мм;
- 3) для автобусов - 2 мм.

3. Шина не пригодна к эксплуатации при:

- 1) наличии участка беговой дорожки с равномерным износом протектора шин, ограниченном прямоугольником, ширина которого не более половины ширины беговой дорожки протектора, а длина равна 1/6 длины окружности шины, расположенным по середине беговой дорожки протектора, а при неравномерном износе - на нескольких участках той же площади, высота рисунка протектора на котором(ых) меньше указанных нормативных;
- 2) появлении одного индикатора износа (выступа по дну канавки беговой дорожки, высота которого соответствует минимально допустимой высоте рисунка протектора шин) при равномерном износе или двух индикаторов в каждом из двух сечений - при неравномерном износе беговой дорожки.

4. Сдвоенные колеса должны быть установлены так, чтобы вентиляные отверстия в дисках были совмещены для обеспечения возможности измерения давления воздуха и подкачивания пневматических шин. Не допускается замена золотников заглушками, пробками и другими приспособлениями.

5. Местные повреждения шин (пробои, вздутия, сквозные и несквозные порезы), которые обнажают корд, а также местные отслоения протектора не допускаются.

6. На задней оси легковых автомобилей и автобусов классов I, II, III, средних и задней осях грузовых автомобилей, на любых осях прицепов и полуприцепов допускается применение шин с отремонтированными местными повреждениями и рисунком протектора, углубленным методом нарезки.

7. Отсутствие хотя бы одного болта или гайки крепления дисков и ободьев колес, а также ослабление их затяжки не допускаются.

8. Наличие трещин на дисках и ободах колес, следов их устранения сваркой не допускается.

9. Видимые нарушения формы и размеров крепежных отверстий в дисках колес не допускаются.

10. При установке на автотранспортное средство шин с шипами противоскольжения подобными шинами должны быть оборудованы все колеса автотранспортного средства. Установка на одну ось автотранспортного средства шин разных размеров, конструкций (радиальной, диагональной, камерной, бескамерной), моделей, с разными рисунками протектора, морозостойких и неморозостойких, новых и восстановленных, новых и с углубленным рисунком протектора не допускается.

11. При установке шин повышенной проходимости с направленным рисунком протектора необходимо обеспечить направление вращения колеса в соответствии с указанием стрелки, нанесенной на боковине шины.

Основными причинами неравномерного износа шин являются:

- неправильная регулировка углов схождения и развала колес;
- пониженное или повышенное давление воздуха;
- неуравновешенность (дисбаланс) колеса и шины в сборе.

В данных требованиях нет ни слова о периодичности проверки давления в шинах транспортных средств, однако негативное влияние ненормативного давления в шинах на эффективность эксплуатации автотранспортных средств является общепризнанным фактом, как в России, так и за рубежом. 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. Процесс диффузии протекает в пять стадий:

1. адсорбция газа-наполнителя на внутренней поверхности шины;
2. растворение газа в материале шины со стороны этой поверхности;
3. активизированная диффузия газа в шину и через нее;
4. выделение газа из раствора на противоположную поверхность шины;
5. десорбция газа с этой поверхности шины.

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

$$I = -D \left( \frac{\partial c}{\partial x} \right) \quad (1)$$

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).

Принимаем допущение, что диффузионный поток газа для шины является дискретно стационарным, т.е. давление в шине и её температура за рассматриваемый период не изменяется.

Для стационарного потока решение уравнения Фика приводит к выражению:

$$\theta = D \frac{\Delta c}{\Delta x} \quad (2)$$

Здесь  $\theta$  - количество вещества, прошедшего через участок шины толщиной  $\delta$  и площадью  $S$  за время  $t$  при градиенте концентрации  $\Delta c$ .

Поскольку концентрация зависит от давления газа в шине  $\Delta p$ , то:

$$\theta = K \frac{\Delta p}{\Delta x} \quad (3)$$

где величина

$$k = D \frac{\Delta p}{\Delta c} \quad (4)$$

называется коэффициентом диффузионной проницаемости. Этот коэффициент зависит от многих факторов: структуры материала шины, его толщины, строения и размеров молекул газа, температуры, давления и т.д. Он определяется экспериментально.

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

$$p_w = p_0 \left( 1 - k_{загр} \right) \left( 1 - k_{стар} \right) \left( 1 - k_{дин} \right) \quad (5)$$

$p_w$  - потери давления газа в шине;  $k_{загр}$  - коэффициент, учитывающий степень загрузки автомобиля;  $k_{стар}$  - коэффициент, учитывающий степень старения шины;  $k_{дин}$  - динамический коэффициент, т.е. учитывающий увеличение потерь газа-наполнителя при динамической деформации, по сравнению со статическими потерями;  $p_0$  - величина потерь давления в нагруженной шине в нормальных условиях;  $t$  - период эксплуатации.

На основе данной математической модели будут предложены мероприятия по контролю давления в шинах карьерных автомобилей.

Одним из мероприятий будет введение системы бортовой диагностики давления в шинах. Предлагается установка комплекта датчиков фирмы Philips Semiconductors по контролю температуры и давления в шинах: система TPMS (Tire Pressure Monitoring

Sistim). Внутри каждого колеса устанавливается (крепится к клапану) блок датчиков контроля состояния колеса с встроенным передатчиком и элементом питания, рассчитанным на 7 лет постоянной работы. Блоки очень легкие, так что балансировка колес после сборки не составит проблем. Внутри салона, в удобном вам месте, крепится приемное устройство с экраном. Питание панели возможно от простого прикуривателя. Больше никаких специальных настроек или подключений не требуется. Каждый из датчиков постоянно передает показатели давления и температуры внутри своего колеса на приемное устройство. Там они отображаются в виде четырех цифр, расположенных соответственно колесам. В случае, когда значение давления или температуры одного из колес выходит за установленные вами пределы, прибор оповещает вас звуковым сигналом и изменением цвета цифры, соответствующей проблемному колесу. Обнаруженное вовремя снижение давления даст вам знать о проколе и возможно позволит доехать своим ходом до мастерской, но в любом случае пустое колесо не станет для вас сюрпризом. А узнав о повышенной температуре и, как следствие, повышенном давлении в колесах, вы сможете вовремя отреагировать на это и стравить некоторое количество воздуха, избежав, таким образом опасности взрыва колеса. Для комплексной диагностики ходовой части приемник может автоматически переключаться в режим показа температуры внутри колес. В общем случае температура правого и левого колеса должна быть примерно равной. Если вы видите, что это не так – то, скорее всего причиной служит повышенное трение, вызывающее повышенный износ. Причиной этого может служить неправильный развал-схождение, зависание тормозов и т.п. Устранив проблему на начальной стадии, вы избежите более крупного ремонта, чем сэкономите свое время, деньги. В нормальной ситуации датчик определяет температуру/давление каждые 3 секунды и каждые 30 секунд отправляет это значение на основной блок.

В случае, если значения температуры или давления не нормальны - датчик посылает 10 сигналов в течении 6 секунд и основной блок начинает пищать. Это предупредит водителя, что ему следует остановиться и обратиться в шиномонтаж для проверки колеса.

С другой стороны, если давление изменится на 3 PSI (0.2 Bar) в течение 3 секунд датчик так же перейдет в режим предупреждения, описанный выше. Стоимость одного комплекта такой системы составляет 5900 рублей. Если принять что перерасход топлива вследствие ненормативного давления в шинах составит 10 %, мы получим:

$$\begin{aligned} P &= w \square \\ P &= 19 \square \end{aligned} \quad (6)$$

$P$  - ущерб вследствие ненормативного давления в шинах (руб);  $w$  - перерасход топлива (литр);  $s$  - стоимость дизельного топлива (руб);  $g$  - нормативный расход топлива (100л/100км);  $l_{c.c.}$  - среднесуточный пробег автомобиля (190 км).

Делаем вывод, что данная система может окупить себя в течение 14 дней и целесообразность её установки очевидна.

Ещё одним мероприятием по повышению эксплуатационных свойств шин карьерных автомобилей будет замена воздуха, как рабочего тела, на азот. При использовании азота снижается вероятность взрыва шины, резко снижается содержание конденсата в шине, который приводит к старению шин и коррозии колёс, повышается стабильность давления в шине.

Намеченные мероприятия будут обязательными к выполнению при эксплуатации и обслуживании шин карьерных автомобилей.