

ОПТИМИЗАЦИЯ УСЛОВИЙ РАБОТЫ ШИН ПНЕВМОКОЛЕСНОГО ТРАНСПОРТА НА КОМБИНИРОВАННОМ ХОДУ

ГНЦ РФ ФГУП "НАМИ"

Алексей Валерьевич Екимов, аспирант

Сергей Николаевич Семикин, к.т.н., руководитель направления "Системы, узлы и агрегаты"

Актуальность аналитического подхода к вопросам износостойкости шин колесного движителя локомотивов связана с увеличением объёмов выпускаемых транспортных средств, повышением скоростных характеристик и времени эксплуатации в рельсовом режиме. The relevance of the analytical approach to the issues of wear resistance of tires of wheel drive cars is associated with an increase in the volume of vehicles produced, increasing the speed characteristics and operating time in rail mode.

Ключевые слова: локомотив, дорожно-рельсовый, на комбинированном ходу, износ шин. Keywords: road-rail vehicle, hi-rail, hy-rail, tire wear.

Оснащение базового шасси осями с направляющими катками представляет способ перевода на комбинированный ход, по которому выполнено около 90% мирового парка дорожно-рельсовых машин. Статистика показывает, что большинство эксплуатационных отказов дорожно-рельсовой техники приходится на ходовую часть [2]. Основными причинами выхода из строя шин локомотивов является износ протектора ввиду больших удельных давлений в контакте с опорной поверхностью и разрушение каркаса. Величина фрикционного и усталостного видов износа зависит от удельного давления, величины проскальзывания, температуры и материала шины.

$$G = \sum_{j=1}^x G_j \quad (1)$$

где G - вес транспортного средства;
 G_j - осевая нагрузка j -той оси.

От схемы размещения осей зависят: перераспределение веса по колесам и устойчивость движения, сложность рулевого управления, целесообразные типы подвесок и схемы трансмиссии, возможность использования серийно выпускаемых запасных частей [1].

На рис.1 представлено распределение нагрузок, применяемое на грузовых локомотивах с ведущими и неуправляемыми осями за исключением передней.

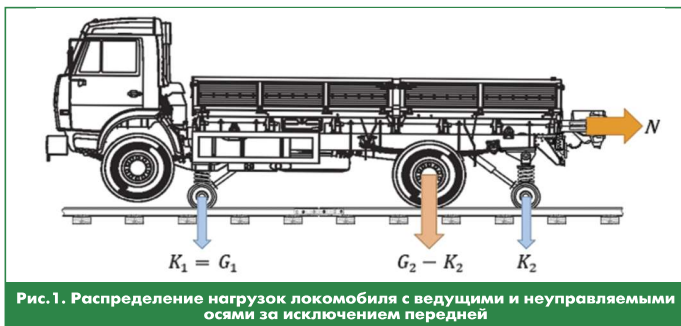


Рис.1. Распределение нагрузок локомотива с ведущими и неуправляемыми осями за исключением передней

В рельсовом режиме нагрузку, приходящуюся на переднюю ось G_1 , принимает ось передних катков K_1 . Величина нагрузки на ось задних катков K_2 с достаточной для практики точностью определяется неравенством (2) по условиям предотвращения схода реборды катка на рельс под действием боковых сил и необходимости в избыточной силе тяги на ведущих колесах.

$$G_2 - \frac{[m](1,2 a + g (i + 0,02)) + N (i + 0,006)}{\varphi} \geq K_2 \geq 0,1 G_2 \quad (2)$$

где G_2 - нагрузка, приходящаяся на заднюю ось или балансир задней тележки в дорожном режиме, Н;

$[m]$ - максимальная допустимая масса транспортного средства в рельсовом режиме, кг;

a - эксплуатационное значение ускорения, м/с²;

g - ускорение свободного падения, $g = 9,81$ м/с²;

i - наибольшая величина продольного уклона;

φ - коэффициент сцепления пары "шина-рельс",

N - вес прицепной нагрузки, Н.

Следовательно, выражение нагрузки на ведущее колесо в

рельсовом режиме принимает вид (3).

$$[G_{кр}] k_{зан} \geq \frac{G_2 - K_2}{n} \quad (3)$$

где $[G_{кр}]$ - допустимая колесная нагрузка, кг;

$k_{зан}$ - коэффициент запаса (5);

n - число пневматических колес, взаимодействующих с рельсовым полотном.

Для грузовых локомотивов, выполненных по схеме (см. рис.1), $[G_{кр}]$ определяется по выражению (4).

$$[G_{кр}] = p_w A b k_{кр} \quad (4)$$

где p_w - номинальное давление воздуха в шине, Па;

A - длина пятна контакта, м;

b - ширина головки рельса, м;

$k_{кр}$ - коэффициент насыщенности рисунка.

В качестве параметра, обеспечивающего запас по величине для колесной нагрузки, выступает радиальная жесткость каркаса шины.

$$k_{зан} = 1 + \frac{0,85 C_z h_z}{[G_{кр}]} \quad (5)$$

где C_z - радиальная жесткость каркаса шины, Н/м;

h_z - величина нормального прогиба

на плоскости при номинальном давлении воздуха и полной массе транспортного средства, м.

Решением системы уравнений и неравенства (6), принимая в качестве граничного параметра $[G_{кр}]$ и значений $\varphi \geq 0,35$, $i \leq 0,04$, определяется значение максимальной допустимой массы транспортного средства.

$$\begin{cases} K_2 = -[G_{кр}] k_{зан} n + G_2 \\ [m] = \frac{(G_2 - K_2)\varphi - N (i + 0,006)}{1,2 a + g (i + 0,02)} \\ m \leq [m] \leq M \end{cases} \quad (6)$$

где m - снаряженная и M - полная массы транспортного средства, кг.

Наибольший возможный вес прицепной нагрузки (состава) N из

условия преодоления сопротивления движения определяется по формуле (7).

$$N = \frac{[G_{кр}] k_{зан} n \varphi - 0,001 [m] g (24 - i) - 0,0182 (K_1 + K_2)}{0,0058 + 0,001 i} \quad (7)$$

Условия эксплуатации локомотивов могут изменяться в широких пределах. Тяговые и тормозные нагрузки на колесах повышают интенсивность износа шин в степенной зависимости [3]. На рис. 2 представлены основные виды износа и повреждений беговой части протектора шины правого колеса средней оси локомотива МАРТ-3 на базовом шасси Урал-4320. Локомотив находился в круглосуточной всесезонной эксплуатации в г. Тюмень с прицепной нагрузкой весом до 5 МН в течение двух лет.

В то же время на боковине шины нити корда испытывают деформации сжатия, причем, когда рельс проходит по оси симметрии (рис.3,а), эти деформации имеют примерно одинаковую величину, как и при качении шины по плоской поверхности. При смещении рельса к краю протектора (рис.3,б), ближайшая боковина шины оказывается нагруженной значительно больше, и деформации сжатия нитей корда на этой боковине резко возрастают [2].

Повышение и научно-практическое обоснование эксплуатационных свойств и показателей, а также понимание объективной связи между ними имеет существенное значение для совершенства

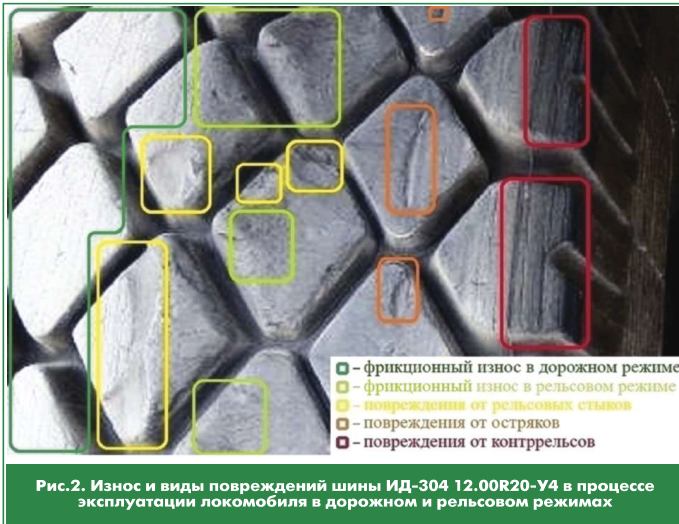


Рис.2. Износ и виды повреждений шины ИД-304 12.00R20-У4 в процессе эксплуатации локомотива в дорожном и рельсовом режимах

- - фрикционный износ в дорожном режиме
- - фрикционный износ в рельсовом режиме
- - повреждения от рельсовых стыков
- - повреждения от острижков
- - повреждения от контррельсов

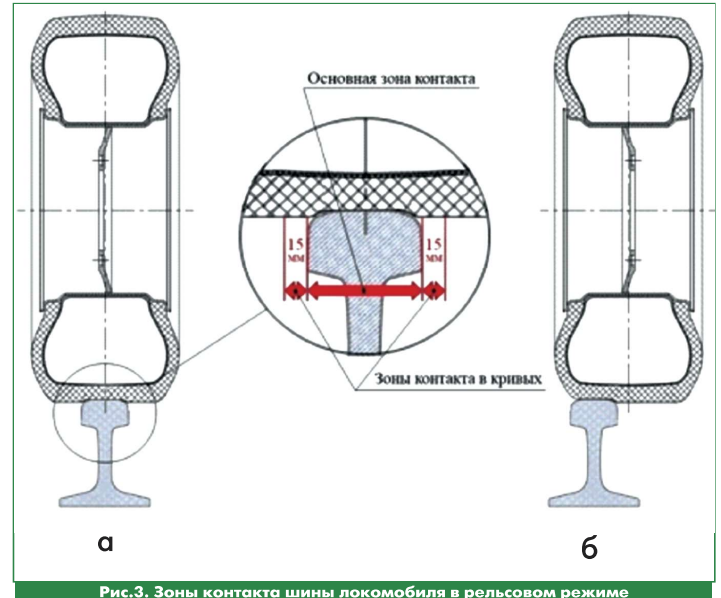


Рис.3. Зоны контакта шины локомотива в рельсовом режиме

ния конструкции колесных машин на комбинированном ходу [4]. Вариантом совершенствования управления эксплуатацией шин является использование в практике работы методики расчета нормативов, учитывающей закономерности влияния на долговечность и безотказное функционирование шин.

Литература

1.Агейкин Я.С. Специальные главы теории автомобиля. Учебное пособие. - М.: МГИУ, 2008. - 148 с.
 2.Бардышев О.А., Кудряшов А.В., Тэттер В.И. Машины на комбинированном ходу. - М.: Транспорт, 1975. - 135 с.

3.Кленников Е.В., Кнороз В.И., Петров И.П., Шелухин А.С., Юрьев Ю.М. Работа автомобильной шины. - М.: Транспорт, 1976. - 238 с.

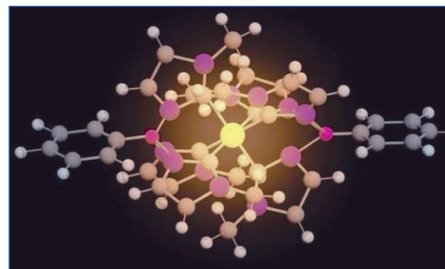
4.Маценский А.А., Скотников В.А., Солонский А.С. Основы теории и расчета трактора и автомобиля. - М.: Агропромиздат, 1986. - 383 с.

Связь с авторами: ekimovalexei@mail.ru

ИНФОРМАЦИЯ

В настоящее время практически все технологии искусственного фотосинтеза и солнечной энергетики основаны на использовании фотокатализаторов, называемых металлическими комплексными составами, эффективно поглощающими солнечный свет. В большинстве случаев в состав молекул этих катализаторов входят такие достаточно редкие и дорогие элементы, как рутений, осмий, иридий и платина. Однако группе исследователей из Лундского университета в Швеции удалось отыскать новый вид каталитической молекулы, основой которой являются атомы железа, а свойства этой молекулы позволяют использовать ее как в технологиях производства жидкого топлива, так и в технологиях получения солнечной электроэнергии.

Так как железо является одним из наиболее распространенных элементов на Земле, его использование позволит карди-



нально снизить стоимость технологий искусственного фотосинтеза, а это, в свою очередь, обеспечит быстрое их продвижение на широкий потребительский рынок.

Новая каталитическая молекула стала конечным результатом исследований, во время которых ученые искали альтернативные варианты для замены дорогих металлов. Ученые перепробовали массу вариантов и остановили свой выбор именно на железе. Дальнейшие исследования привели к появлению сложной железосодержащей

молекулы, которая уже сейчас может использоваться в солнечной энергетике. А способность этой молекулы к реакциям с другими молекулами позволяет получать при ее помощи жидкое топливо, такое, как этанол или метанол.

Проведенные эксперименты показали, что металлосодержащая молекула сохраняет свои каталитические свойства в течение достаточно долгого времени. А небольшие добавки в состав катализатора молекул другого типа позволят с высокой эффективностью получать водород путем расщепления молекул воды под воздействием солнечного света.

В настоящее время шведские ученые работают в направлении улучшения структуры разработанной ими каталитической молекулы для того, чтобы увеличить эффективность преобразования ею энергии солнечного света.

ИНФОРМАЦИЯ

В России заканчивается разработка авиационного малоразмерного турбовального двигателя (ТВД) ВК-800. Он разрабатывается для замены иностранных двигателей и в этом году должен пройти стендовые испытания. В следующем году предстоит сертифицировать летательный аппарат с этим двигателем. В ближайшее время двигатель для самолетного применения будет собран «в железе» для проведения сертификационных испытаний.

В случае успешного проведения всех испытаний ВК-800 станет основой для сило-

вых установок для легких самолетов и вертолетов грузоподъемностью до 1,5 тонн. Среди них - многоцелевые вертолеты «Ансат», Ка-226, Ка-126 (Ка-128) и Ми-54.

ВК-800 разрабатывается в «ОДК-Климов» (Санкт-Петербург) и на Уральском заводе гражданской авиации (Екатеринбург).

Уровень параметров двигателя выбран исходя из условия применения отработанной модели центробежного компрессора и одноступенчатых неохлаждаемых турбин. Эти особенности упрощают конструкцию двигателя и снижают затраты на его произ-



водство и эксплуатацию, а высокие характеристики основных узлов позволяют обеспечить этому двигателю высокий уровень экономичности.