

Суюнтбеков И.Э., Джунусбаев К.Т.

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ
ОБЕСПЕЧЕНИЕМ РАЦИОНАЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЙ**

I.E. Suyuntbekov, K.T. Dzhususbaev

**INCREASE OF EFFICIENCY OF OPERATION OF CARS ENSURING
RATIONAL VALUES**

УДК: 656.071.8+656.13

В данной статье рассмотрены повышение эффективности эксплуатации автомобилей обеспечением рациональных значений.

In given article are considered Increase of efficiency of operation of cars by maintenance of rational values.

Повышение эффективности эксплуатации автомобилей путем установления и достижения рациональных значений характеристики шин. Для достижения цели поставлены и решены следующие основные задачи:

1. Установление факторов, влияющих на скорость автомобиля и выявление степени их воздействия.

2. Проведение сравнительного анализа скорости качения деформированного колеса с помощью геометрического и кинематического расчетов для выяснения степени отличия от качения абсолютно жёсткого колеса.

3. Анализ влияния эксплуатационных параметров колеса с пневматической шиной на показатели, снижающие скорость его движения.

4. Разработка математической модели для определения параметров жесткости автомобильных шин.

5. Разработка стенда и методов определения значений показателей, наиболее влияющих на уменьшение скорости колеса и расхода бензина. Получение экспериментальных данных.

6. Апробация методики и экспериментальной установки в условиях авто предприятия. Выяснение степени экономической целесообразности внедрения результатов исследования.

Объект исследования – автомобильная шина и рабочие процессы взаимодействия автомобильного колеса дорожным покрытием. Теоретическая и методологическая основа исследования. Произведено математическое моделирование скорости колеса автомобиля для различных эксплуатационных условий. Инструментами исследования послужили основные положения механики деформированного твердого тела, теории планирования экспериментов, методы графического анализа.

Теоретические положения, научно-методические подходы, методики и модели являются научной основой и одним из способов разработки мероприятий по повышению эффективности эксплуатации автомобилей и рекомендуются использовать в автотранспортных предприятиях по корректировке эксплуатационных параметров автомобиль-

ных шин, позволяющие повысить скорость автомобиля, ресурс шин, уменьшить расход бензина на перевозки. Отличие научных результатов от других работ по данному направлению заключается в разработке новых подходов, методов и оборудования для определения значений скорости автомобилей, тангенциальной и радиальной жесткостей автомобильных шин и рекомендовано использовать в качестве диагностических параметров их эксплуатационных свойств. Скорость движения, определяющая наряду с полезным грузом производительность автомобиля, зависит от величины суммарного сопротивления дороги движению ϕ и высоты местности H над уровнем моря. Поэтому, для получения производительной характеристики автомобиля, необходимо, прежде всего, установить зависимость скорости от вышеперечисленных факторов.

Аналитически искомую зависимость скорости движения от высотных и дорожных условий можно получить, решая известное уравнение динамического фактора:

$$DH = D0\phi(H), \quad (1)$$

где DH и $D0$ – динамический фактор автомобиля в высотных и нормальных условиях.

Изменение динамического фактора в зависимости от скорости движения выражается уравнением:

$$D0 = D_{max} - a1(V1 - VK)^2, \quad (2)$$

где $a1$ – коэффициент, характеризующий изменение динамического фактора в зависимости от скорости.

VK – критическая скорость автомобиля, км/час; Коэффициент $a1$ определяется уравнением:

$$a1 = nD_{max} - \sum Di / \sum (V1 - VK)^2 \quad (3)$$

В окончательном виде уравнение для определения коэффициента $a1$ можно записать:

$$a1 = a0 - dq\gamma,$$

где $a0$ – значение коэффициента $a1$, соответствующего движению автомобиля без груза;

d – величина снижения коэффициента $a1$ на каждую тонну повышения груза.*

Для автомобилей ГАЗ-53Ф и ГАЗ-53А значение $a0$ соответственно составляет 0,0000346 и 0,0000475, а значение d – 0,00000576 и 0,00000378.

Учитывая изменение коэффициента сопротивления качению в зависимости от скорости коэффици-

циентом a_4 для случая движения с установившейся скоростью, можем записать:

$$f_0 + a_4 V_i^2 + i = \varphi(H) [D_{\max} - (V_1 - V_K)^2] \quad (5)$$

Вводя обозначения $a = a_4 + Va_1$, $b = Va_1 V_K$ и $c = f_0 + i - B \cdot D_{\max} + Va_1 V_K^2$ и, решая уравнение (5) относительно скорости, производительность автомобиля можно выразить формулой:

$$W_H = q\gamma \frac{b \pm \sqrt{b^2 - ac}}{a}, \text{ ткм/час;} \quad (6)$$

Принимая коэффициент сопротивления качению f постоянным и обозначив суммарное дорожное сопротивление через A , высотные условия $\varphi(H)$ через B , выражение (6) можно привести к виду:

$$W_H = q\gamma \left(V_K \pm \sqrt{\frac{D_{\max} B - A}{a_1 B}} \right), \text{ ткм/час.} \quad (7)$$

Для удобства дальнейших расчетов выражения (6) и (7) представим в виде:

$$W_H = q\gamma \left[\frac{b}{a} \pm \frac{b}{a} \left(1 - \frac{1}{2} \cdot \frac{ac}{b^2} - \frac{1}{8} \cdot \frac{a^2 c^2}{b^4} - \dots \right) \right]; \quad (6')$$

$$W_H = q\gamma \left[V_K \pm \left(\frac{\sqrt{D_{\max}}}{\sqrt{a_1}} - \frac{1}{2} \cdot \frac{A}{\sqrt{a_1} B \sqrt{D_{\max}}} - \frac{1}{8} \cdot \frac{A^2}{\sqrt{a_1} B \sqrt{D_{\max}^3}} \right) \right]; \quad (7')$$

Максимальные значения производительности были найдены исследованием полученных выражений (6') (7') на максимум.

Результаты расчетов по определению максимальной производительности автомобиля подтвердили правильность принятой в теории методики и обоснованность сделанных допущений.

Анализируя производительные характеристики автомобилей, можно заключить, что снижение максимальных значений производительности, а следовательно, и оптимального веса полезного груза, пропорциональны повышению высоты местности над уровнем моря и уклона продольного профиля дороги.

Для ведения тягового расчета для каждой группы участков горной дороги созданы профили эталонной дороги, определено математическое ожидание характерных участков. Представленные в данной статье гистограммы плотности распределения наклонов профиля участков дороги Бишкек–Ош, Бишкек–Торугарт и функции их распределения показали, что, несмотря на ограниченность числа измерений наклонов элементов профиля, кривая распределения близка к нормальному закону, плотность вероятности которого характеризуется уравнением:

$$f(i) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(i-m)^2}{2\sigma^2}} \quad (8)$$

где σ – среднее квадратическое отклонение;

m – математическое ожидание;

e – основание натурального логарифма.

Как показали исследования сети дороги Бишкек – Ош, Бишкек – Торугарт методом математической статистики, математическое ожидание наиболее характерных холмистых, частично перевальных участков может быть принято равным 3,5–4,5%.

Экспериментальные исследования проводились в два этапа. На первом этапе изучались маршруты, выявлялись наиболее характерные его участки, изучались тяговые возможности автомобиля при различных его весовых состояниях. Так как требования обеспечения движения и организации транспортного процесса на высокогорных маршрутах ограничивают многократную повторяемость заездов, то возникла необходимость во втором этапе испытаний.

Второй этап испытаний проводился на контрольных участках, выбранных по характерным продольным и поперечным уклонам, по виду в плане и состоянию проезжей части. Особая тщательность подбора контрольных участков объясняется тем, что. Показания, снятые на них, принимаются в качестве исходных данных для расчета оптимального веса груза.

В процессе второго этапа испытаний на контрольных участках проводились испытания автомобиля с различными значениями полезного груза, выявлялись точные значения скорости движения, расхода топлива, времени движения на определенной передаче. Протяженности контрольных участков испытаний были равны 6–18 км в зависимости от рельефа местности. При этом необходимая точность определения средней скорости движения для данного значения веса полезного груза достигалась выбором соответствующей длины и количеством заездов.

Количество заездов автомобиля при каждом весовом состоянии определяется, исходя из необходимой точности, а точность оценивается известным методом теории вероятностей.

Для проверки точности измерения времени и скорости, результаты дорожных испытаний были обработаны. Показатель точности обеспечивает общепринятую точность экспериментальных данных.

Условия исследования предопределили необходимость использования приборов, позволяющих длительную и непрерывную фиксацию основных параметров движения. Приборы и дополнительное оборудование, установленные на автомобиле, обеспечили фиксацию времени движения и времени простоя, пути, пройденного автомобилем.

Так как графики изменения производительности автомобиля в зависимости от H есть совокупность эквидистантных и параллельных прямых, то производительность автомобиля с учетом указанных факторов с необходимой для инженерных расчетов точностью в общем случае движения выражается уравнением:

$$W_H = W_0 - mi - nH; \text{ ткм/час}; \quad (9)$$

а формула оптимального веса может быть представлена в виде:

$$G_{opt} = \frac{Y_1}{\kappa_0 - mi} + X_1 - \frac{H}{\kappa_0 - mi}; \quad (10)$$

где W_0 – производительность автомобиля, достигаемая на горизонтальном участке в пух и при работе в нормальных условиях ($H=0$);

t – коэффициент, учитывающий изменение производительности, или оптимального веса груза в зависимости от угла подъема продольного профиля дороги;

p – коэффициент, учитывающий изменение производительности от высоты H ;

κ_0 – угловой коэффициент графика оптимального веса полезного груза, соответствующего $i = 0$ (для автомобилей ГАЗ, значения κ_0 колеблется в пределах 0,9 + 1,05). Способность нормально нагруженного колеса воспринимать или передавать касательные силы при взаимодействии с дорогой является одним из важнейших его качеств, способствующих движению автомобиля. Хорошее сцепление колеса с дорогой повышает управляемость, устойчивость, тормозные свойства, т.е. безопасность движения. Недостаточное сцепление, как показывает статистика, является причиной 5...10% дорожно-транспортных происшествий при движении по сухим дорогам и до 25...40% – по мокрым.

Различают три коэффициента сцепления: при качении колеса в плоскости вращения без буксования или юза (скольжения); при буксовании или юзе в плоскости вращения колеса; при боковом скольжении колеса.

Повышение коэффициента сцепления может быть достигнуто в ущерб другим качествам шины. Пример тому – стремление повысить сцепление с мокрой дорогой расчленением рисунка протектора, что снижает прочность элементов протектора.

С учетом климатических и дорожных условий в ряде стран установлены минимальные значения коэффициента сцепления в пределах 0,4...0,6. Коэффициент сцепления зависит от конструкции шины, внутреннего давления, нагрузки и других условий работы, но в большей степени от дорожных условий.

Литература:

1. Загородний, НА. Аналитическое определение параметров качения автомобильного колеса АН. Шутов, Н.А. Загородний, Автомобильная промышленность. - 2008. №2. -С.20-21.
2. Загородний Н.А., О коэффициенте сцепления колес с дорожным по-гфытием / А.Л. Шутов, А.Л. Котухов, Н. А. Загородний//Новые материалы и технологии в машиностроении (МНТК вып. 6, 2006): сб. науч. трудов / БГИТА - Брянск, 2006. - С. 119-122.
3. Загородний, НА. Возможности учета энергии деформации деталей автомобиля при столкновении / А.Л. Шутов, Н. А. Загородний//Образование, н-ка, производство: III междунар. спуд, форум / Белг. гос. технол.ун-т. им. В.Г. Шухова - Белгород, 2006.
4. Загородний, НА. Совершенствование методики учета энергии деформации деталей автомобиля при столкновениях / А.Л. Шутов, Н. А. Загородний // Вестник Красноярского гос. технол. ун-та : сб. науч. трудов / КГТУ. - Красноярск, 2006. - С. 201-205.
5. Загородний, НА. Элементы теории эластичного колеса и их практическое значение / А.Л. Шутов, Н.А.Загородний, Научные исследования, наносистемы и ресурсосберегающие технологии в стройиндустрии (МНПК, 2007) : сб. науч. тр. / Белг. гос. технол.ун-т. им. В.Г. Шухова - Белгород, 2007.-4.4.-С338-343.

Рецензент: д.т.н., профессор Маткеримов Т.Ы.