

Давлетов А.Т.

**ОБОСНОВАНИЯ НОРМАТИВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ  
ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ АВТОТРАНСПОРТНЫХ  
СРЕДСТВ В ГОРНЫХ УСЛОВИЯХ**

*A. T. Davletov*

**JUSTIFICATION OF STANDARD INDICATORS OF VEHICLE MAINTENANCE  
IN MOUNTAIN CONDITIONS**

УДК 656.071.8; 629.027

*В данной статье рассмотрено нормативные показатели технического обслуживания и ремонта автомобилей, особенности эксплуатации АТС в горных условиях.*

*In this article considered standard indicators of technical service and car repairs, feature of exploitation ATS in mountain conditions.*

Особенности эксплуатации автомобильного транспорта в высокогорных условиях подразделены на две группы: в первую группу отнесены особенности эксплуатации связанные с устройством горных дорог. Высокогорные дороги состоят преимущественно из подъемов и спусков, протяженность которых достигает 20...30 км. Кроме того, на высокогорных дорогах имеются многочисленные повороты весьма малыми радиусами, величина которых составляет всего 8...10 м.

Известно, что из-за наличия частных поворотов, затяжных подъемов и крутых спусков скорость движения автомобиля резко снижается и нередко на многих участках дорог, она составляет всего 5...10 км/ч.

Тепловой режим двигателя резко меняется, так как на затяжных подъемах он работает на режимах перегрузки, вследствие чего двигатель перегревается. Перегреву двигателя способствует и малая скорость движения автомобиля.

Наличие на горной дороге многочисленных подъемов, спусков и поворотов приводит к повышению частоты и длительности процесса торможения и вызывает интенсивный износ тормозных накладок и шин.

Установлено, что срок службы тормозных накладок при этом сокращается примерно в 7...12 раз по сравнению со сроком службы в равнинных условиях. Износ шин в этих условиях многократно превышает норму, кроме того наблюдается отрыв частиц протектора при длительном торможении на спусках перевалов.

Автомобили с пневматическим тормозным приводом испытывают нехватку сжатого воздуха при частом и интенсивном торможении, в результате чего снижается безопасность движения.

Вышеуказанные особенности горных дорог приводит к перегрузке деталей двигателя и шасси автомобиля и преждевременному выходу их из строя. Анализируя данные, опубликованные как в отечественной, так и в зарубежной литературе, о длительности работы автомобиля на передачах,

можно заключить, что работа на промежуточных передачах в обычных условиях эксплуатации составляет 10...12%, а в горных условиях 50...75% от общего пробега автомобиля. Использование промежуточных передач сопровождается соответствующим снижением скорости движения, повышением расхода топлива, увеличением суммарного числа оборотов коленчатого вала на 1 км пробега. Отметим, что чрезмерное снижение скорости движения автомобилей уменьшается и без того низкую пропускную способность горных дорог.

Кроме того следует отметить, что интенсивное изнашивание шин обусловлено передачей больших крутящих моментов ведущими колесами при движении на подъемы частыми и длительными торможениями на спусках, а так же большим количеством поворотов с малыми радиусами.

На крутых поворотах из-за явления бокового увода в плоскости контакта шин резко возрастает проскальзывание по поверхности дороги и как следствие, увеличение сопротивления качению, а значит величин износа шин.

Установлено, что увеличение сопротивления качению может достигать 30...50% по сравнению с сопротивлением на прямолинейных участках дороги в зависимости от типа автомобилей.

Опыт эксплуатации показывает, что срок службы шин у автомобилей постоянно работающих на горных дорогах, значительно меньше, чем в равнинных условиях, и разработанные и применяемые гарантийные нормативы совершенно не учитывают особенности высокогорной местности, высотные и дорожные факторы горных условий не дифференцированы, а только усреднены.

На горных дорогах динамические изменения в элементах рулевого привода, вызванные подотливностью деталей его шарниров создают условия для поворота колесных механизмов вокруг криволинейное движение автомобиля происходит с измененными углами установки передних колес. Несоответствие плоскости качения шин направлению движения увеличивают работу трения в контакте с дорогой, что сказывается на интенсивности износа протектора.

На поворотах горных дорог в следствии возникновения боковой силы вектор скорости не совпадает с плоскостью вращения, а составляет некоторый угол увода  $S_y$ , т.к. происходит перемещение колеса в боковом направлении.

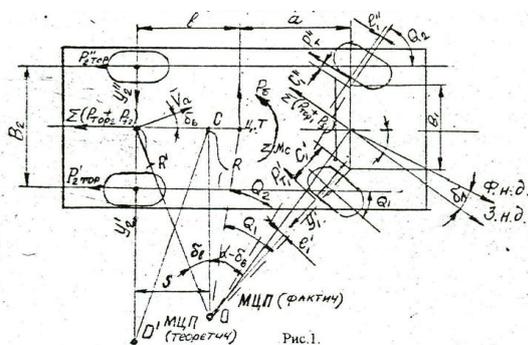
Согласно исследованиям при качении шины в ведомом режиме изменение вертикальной нагрузки

от 1000 до 2000 км (от перераспределения веса) вызывает пропорциональное уменьшение  $\chi_k$  на 2%, увеличение угла увода  $S_y$  составляет 80 сравнению с движением на прямой, таким образом общий случай качения в тормозном режиме на поворотах горных дорог сопровождается непрерывным изменением силовых и кинематических параметров. Угловая скорость колеса в зоне качения изменяется не только за счет снижения поступательной скорости автомобиля на поворотах но и за счет периодического изменения вертикальной нагрузки тормозного момента.

Теоретический анализ процесса торможения автомобильного колеса при движении их поворотах горных показывает, что для уменьшения износа шин, повышения их ходимости необходимо повышение степени реализации коэффициента сцепления шин с дорогой, при непрерывном изменении тормозного момента с различной амплитудой и частотой.

Анализ статистических данных ДТП совершенных на криволинейных участках горных и высокогорных дорог республики показывает, что значительная часть их связана с потерей управляемости и устойчивости движения автомобиля, особенно на спусках многочисленных перевалов, при этом установлено, что 70...77% аварий приходится на случай бокового скольжения из-за протектора шин.

Из теории автомобиля известно, что торможение автомобиля на повороте сопровождается действием боковой силы  $P_b$  (рис.1) величина которой в основном зависит от скорости движения  $V_a$ , кривизны траектории ( $R, R_1$ ), расположения центра тяжести ( $a, b$ ), боковой эластичности шин передней и задней осей ( $SA, SB$ ). В связи с этим при движении автомобиля на повороте горных автомобильных дорог водителю требуется совершить как минимум две операции по управлению за очень короткий промежуток времени при большой частоте их повторяемости на серпантинах перевальных участков: нажатие на педаль торможения при одновременном корректировании направления движения от возможных отклонений от заданной траектории движения вызванного особенностями продольного профиля и плана.



**Рис.1.** Схема сил и моментов действующих на автомобиль при движении на повороте в режиме торможения где:  $R_1 > R$  – излишняя поворачиваемость;

$C_1^1$  и  $C_1^2$  – расстояние центра контакта шин внутреннего и внешнего колеса до шкворней поворотных кулаков;

$e_1^1$  и  $e_1^2$  – величина смещения контактной площади шины назад соответственно внутреннего и внешнего колеса;

$Y_2^1$  и  $Y_2^{11}$  – боковые реакции задних внутренних и внешних колес;

$S$  – величина смещения мгновенного центра поворота автомобиля;

$G_1$  и  $G_2$  – составляющие веса автомобиля на передних и задних осях;

$GA$  – полный вес автомобиля;

$g$  – ускорение силы тяжести;

$a$  и  $b$  – продольные координаты центра тяжести;

$V_a$  – скорость движения автомобиля;

$R$  – радиус поворота автомобиля;

$L$  – угол поворота управляемых колес;

$LA$  – база автомобиля;

$SA$  и  $QB$  – угол увода передних и задних осей;

$\Sigma M_c$  – суммарный момент сопротивления повороту;

$P_{top1}, P_{top2}$  – тормозная сила на передних и задних осях;

$P_{f1}, P_{f2}$  – силы сопротивления движению на передних и задних осях;

$Q_1$  и  $Q_2$  – углы поворота внутренних и внешних управляемых колес;

$y_1^1$  и  $y_1^{11}$  – боковые реакции передних внутренних и внешних колес.

При недостаточном сцеплении колес с дорогой (сильный износ протектора) аварийная ситуация неизбежна из-за потери поперечной устойчивости вследствие критического перераспределения веса автомобиля по осям на режиме торможения на спусках. Влияние конкретных конструктивных факторов поворачиваемость автомобиля при торможении может быть наглядно установлено на конкретной модели автомобиля.

В качестве первоочередной задачи, необходимо установить величины удельных боковых реакций на передние и задние оси, возникающие от возмущающих боковых реакций на передние и задние оси, возникающие от возмущающих моментов центробежных, боковых сил; при этом необходимо учесть в общем виде уравнение момента сопротивления повороту имеет форму многочлена:

$$\Sigma M_c = M_{ш} + M_{\phi} + M_f + M_L + M_g + M_{торп}$$

где:  $M_{ш}$  – стабилизирующий момент, обусловленный боковой эластичностью шин;

$M_f$  – момент, обусловленный сопротивлением качению колес;

$M_{\phi}$  – момент сопротивления повороту, зависящий от трения протектора в контактной площади;

$M_g$  – момент, обусловленный трением в дифференциальной коробке;

$M_L$  – момент сопротивления повороту рулевого привода, рулевого управления;

$M_{торп}$  – момент, обусловленный разностью тормозных сил на колесах одной оси;

$z$  – общее число колес автомобиля.

$$\frac{Y_1}{G_1} = \frac{GabV_e^2 + \sum M_c}{G_{lg}LR \cos \alpha} + \frac{Ga(b^2 + p^2)}{G_{lg}L \cos \alpha} \left( \frac{1}{R} \cdot \frac{dV_e}{dt} + \frac{V_e}{2 \cos^2 \alpha} \cdot \frac{dL}{dt} \right) + \frac{1}{G_1} \cdot (P_{мор1} + P_{f1}) dgL \quad (1.1)$$

Аналогично рассуждая, для удельной боковой силы задней оси:

$$\frac{Y_2}{G_2} = \frac{GabV_e^2 + \sum M_c}{G_2 gLR} + \frac{G_a(ab^2 + p^2)}{G_{lg}L \cos \alpha} \left( \frac{1}{R} \cdot \frac{dV_e}{dt} + \frac{V_e}{2 \cos^2 \alpha} \cdot \frac{dL}{dt} \right) + \frac{1}{G_1} \cdot (P_{мор1} + P_{f1}) dgL$$

Из выражений 1 и 2 видно, что на величину удельных боковых реакций влияет момент  $\sum M_c$ ,  $P_{мор1}$ ,  $P_f$ ,  $L$ ,  $dL/dt$ ,  $dV/dt$ .

Теперь аналитическим расчетным методом можно определить величину составляющих в порядке их значимости:

$$M_{мор1} = \frac{\sum M_{мор1}}{r_k} \left[ \frac{B_2}{2} \cdot \frac{K_2 - 1}{K_2 + 1} C_{мор} + \frac{B_1}{2} \cdot \frac{K_1 - 1}{K_1 + 1} (1 - C_{мор}) \right] \quad (1.2)$$

где:  $\sum M_{тор}$  – суммарный тормозной момент автомобиля;

$K_1$ ,  $K_2$  – коэффициент перераспределения тормозных моментов по осям;

$B_1$  и  $B_2$  – колеса;

$r_k$  – радиус качения колеса

Шины автотранспортных средств (АТС) представляют собой дорогостоящие изделия с относительно небольшим ресурсом. Их стоимость, особенно при эксплуатации АТС в тяжелых дорожных и климатических условиях, работе в карьерах, где идет добыча полезных ископаемых, составляет значительную часть транспортных расходов.

#### Литература:

1. Нусупов Э.С. Повышение эксплуатационной эффективности автотранспортных средств в горных условиях. Автореф. дисс., д.т.н, Москва 1991г. - 42с.
2. Турсунов А.А. Управление работоспособностью автомобилей в горных условиях эксплуатации. Душанбе, 2003г. - 356с.
3. Нусупов Э.С. Эксплуатационная эффективность автотранспортных средств в горных условиях. Фрунзе, 1988г. - 168с.
4. Афанасьев Л.Л. Автомобильные перевозки. М.: Транспорт, 1965. - 330с.
5. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта. – М.: Транспорт, 1985. - 115с.

**Рецензент: к.т.н., доцент Абакиров С.А.**