

ОЦЕНКА ПОГРЕШНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАССЫ НА ВЕСАХ ПРИ ДВИЖЕНИИ АВТОМОБИЛЯ

Подригало М.А., Клец Д.М., Байцур М.В., Абдулгизиз А.У.

*Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет
г. Харьков, Украина*

Ограничение нагрузки на оси грузовых автомобилей и автопоездов является важной задачей государственного значения, поскольку проезд тяжеловесных транспортных средств оказывает разрушительное воздействие на дорожную конструкцию.

Решение указанной задачи позволяет повысить долговечность покрытий автомобильных дорог и снизить затраты на их эксплуатацию и ремонт. С этой целью выполняется установка комплексов габаритно-весового контроля на дорогах Украины.

Автомобильные весы предназначены для измерения веса автомобиля и нормальной нагрузки на его оси в состоянии покоя, т.е. при остановке. В этом случае погрешность измерения веса (массы) определяется точностью весов. С повышением последней увеличивается точность измерения массы автомобиля (автопоезда) и нормальной нагрузки на оси.

Попытки измерения массы автомобиля при его движении производились и ранее. В частности, это интересовало Государственную таможенную службу Украины. Однако отмечалось появление значительной ошибки измерения.

Появление разности между измерениями массы неподвижного и движущегося автомобиля обусловлена следующими причинами:

- изменением деформации шины (его динамического радиуса) под действием центробежного ускорения, вызванного смещением вверх центра масс колеса от оси вращения колеса;
- наличие вертикальной (подъемной) аэродинамической силы, возникающей при движении автомобиля.

При движении автомобиля в тяговом режиме на ведущих колесах возникают касательные реакции, направленные в сторону движения, а на ведомых колесах – в противоположную сторону. На ведущих колесах касательная реакция определяется разностью между тяговой силой и силой сопротивления качению. Указанная касательная реакция равна сумме сил сопротивления воздушной среды $R_{\text{вх}}$ и сопротивления качению ведомых колес (равных касательным реакциям на ведомых колесах) [1]. Если имеется запас по сцеплению на ведущих колесах, то возникает возможность создания избыточной тяговой силы, идущей на разгон автомобиля. На рис. 1 показаны силы, действующие на полноприводный автомобиль при движении в тяговом режиме.

На рис. 1 приняты следующие обозначения: L – продольная колесная база автомобиля; a, b – координаты проекции центра масс с автомобиля на горизонтальной плоскости; $R_{\delta 1}, R_{\delta 2}$ – боковые реакции дороги на колесах передней и задней осей; R_{z1}, R_{z2} – вертикальные реакции на колесах передней и задней осей; φ – коэффициент сцепления колес с дорогой; m_a – общая масса автомобиля; g – ускорение свободного падения, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$; V – линейная скорость автомобиля; dV/dt – линейное ускорение автомобиля; h – высота центра масс автомобиля; h_w – высота центра аэродинамического давления, $h_w \approx h$; P_{wx} и P_{wz} – соответственно сила лобового сопротивления воздуха и подъемная сила, действующая на автомобиль; a_w – расстояние от проекции центра масс на горизонтальную плоскость до точки приложения подъемной силы

Прижимающая сила улучшает сцепление колес с дорогой, приемистость и торможение автомобиля, а также повышает его предельную скорость на поворотах. В то же время она снижает максимальную скорость, что на дорогах общего пользования не так существенно. Форма автомобиля должна обеспечивать рациональный компромисс между лобовым сопротивлением и прижимающей силой.

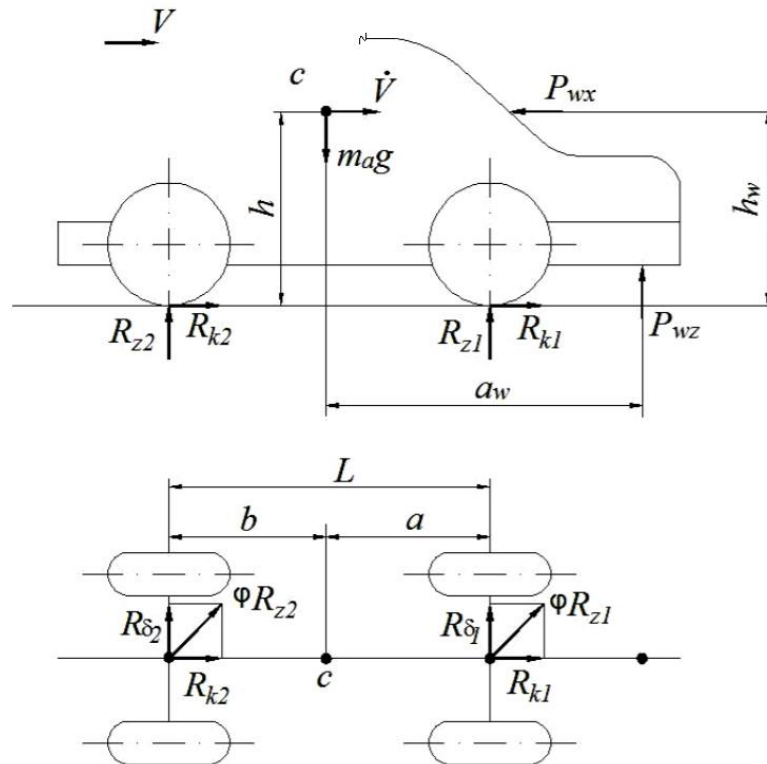


Рисунок 1 – Схема сил, действующих на полноприводный автомобиль при движении в тяговом режиме

Нами определено снижение нормальной реакции дороги на колесо автомобиля в зависимости от угловой скорости его вращения:

$$\Delta R_z = \frac{P_z}{1 + \frac{C_z}{m_k \cdot \omega_k^2 \cdot F}}, \quad (1)$$

где P_z - нормальная нагрузка на колесо;

C_z - радиальная жесткость шины;

m_k, ω_k^2 - масса и угловая скорость колеса;

F - коэффициент пропорциональности между смещением центра масс колес и радиальной деформацией шины ($F = 0,4-0,6$).

Проведенные авторами доклада исследования показали, что снижение нагрузки на колесо при скорости движения 100 км/ч может достигать 10 %, и с ростом скорости погрешность увеличивается.

В результате проведенного исследования сделаны следующие выводы:

- определение массы при движении автомобиля целесообразно с помощью высокоточных весовых комплексов, которые работают при небольших скоростях движения (например, low-speed Weigh-in-Motion комплексы – не более 15 км/ч);

- использование весов для определения нагрузки на дороги, создаваемой осью автомобиля, позволяет более точно производить оценку нагруженности полотна дороги.

Список литературы

1. Клец Д.М. Влияние аэродинамических характеристик автомобиля на его устойчивость против заноса. *Автомобіле- та тракторобудування, Вісник НТУ"ХПІ"* 58, 2008, с. 104-108.