**Предмет: ОП -11** Теория автомобиля

**Дата проведения**:24-27.01.2022 год. **Преподаватель:** Акаев И.И.

**Группа №** 2-12 ackaev.iljas@yandex.ru

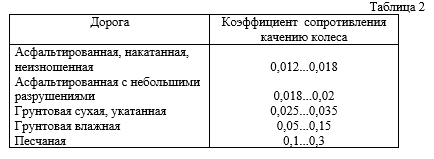
# Тема урока: Сопротивление качению колеса. Сцепление колеса с опорной поверхностью

# Цели: Ознакомить учащихся сопротивлением и сцеплением колеса с опорной поверхностью

**1.**2. Сопротивление качению колеса

Сопротивление качению автомобильного колеса зависит от свойств материалов и конструкции шины, шероховатости дороги, глубины образуемой колесом колеи и др. Если качение колеса происходит под действием силы, приложенной к его оси, оно называется в е д о м ы м. Колесо, которое катится под действием подведенного к нему крутящего момента, называется в е д у щ и м.  На рис. 22 показаны силы, действующие на ведомое колесо, катящееся по твердой дороге. Деформацией дороги можно пренебречь. Толкающая сила, заставляющая колесо катиться, обозначена Р и приложена к оси колеса. Нормальная реакция со стороны дороги N = Gк (Gк – нагрузка, приходящаяся на колесо) смещена относительно оси колеса перед на величину «с» и образует момент сопротивления качению колеса с⋅N. Этот момент уравнивается моментом от силы Р на плече Rd: N ⋅ с = P ⋅ Rd . Откуда необходимая для качения колеса сила P = N ⋅с/Rd . Отношение с/Rd называемое коэффициентом трения качения, в теории автомобиля его принято называть коэффициентом сопротивления качению колеса. На рис. 23 показаны силы и момент, действующие на ведущее колесо автомобиля, равновесие которого можно описать следующим уравнением Mк = N⋅с + E⋅Rd Рис. 22. Силы, действующие на Тяговая сила Е из этого уравнения может ведомое колесо автомобиля быть выражена: E = Me /Rd– N\* c/ Rd = Me/ Rd – N⋅ƒ, (3) где Me/ Rd – окружная сила, действующая на колесо в зоне его контакта с дорогой; ƒ – коэффициент сопротивления качению колеса. Величина коэффициента сопротивле ния зависит от скорости автомобиля, типа протектора, числа слоев нитей корда, ради- Рис. 23. Силы и момент, действую- уса колеса, температуры шины, давления щие на ведущее колесо автомобиля водуха в шине и др. Снижение давления воздуха при движении по сухому асфальту ведет к увеличению коэффициента сопротивления.

На мягком грунте, сухом песке, заснеженной поверхности, где при качении колеса образуется колея, снижение давления воздуха ведет к уменьшению сопротивления качения, т.к. при снижении давления площадь контакта колеса с опорной поверхностью увеличивается, глубина образуемой колеи уменьшается, затраты мощности на образование колеи снижаются. Летом в жару шина сильно нагревается и становится мягче, затраты мощности на её деформацию в зоне контакта с дорогой снижаются, что ведет к уменьшению коэффициента сопротивления качению. Так при увеличении температуры шины с 30 до 700С коэффициент сопротивления качению колеса уменьшается на 25-30%. Сопротивление качению колеса с бóльшим радиусом меньше, чем колеса с меньшим радиусом. Это объясняется тем, что имеющиеся на дороге неровности оказывают меньшее влияние на колесо, диаметр которого больше. Поэтому на автомобили высокой проходимости ставят колеса большого диаметра не только с целью увеличения дорожного просвета. Шины для бездорожья, протектор которых состоит из редких крупных грунтозацепов, на твердых ровных дорогах создают более высокое сопротивление качению, чем дорожные шины с плотно расположенными шашками на беговой части. По этой же причине сопротивление качению изношенных шин, протектор на которых отсутствует, примерно на 15% меньше, чем новых. Сопротивление качению колеса зависит также от числа слоев нитей корда в шине. При скорости 50 км/ч шины с шестью слоями нитей корда имеют сопротивление на 7% больше, чем шины с четырьмя слоями нитей корда. При 100 км/ч эта разница составляет только 4%. Сопротивление качению ведущего колеса несколько больше, чем ведомого, т.к. ведущее колесо деформируется ещё в окружном направлении. Однако из-за малой разности для практических расчетов сопротивления качению ведомого и ведущего колес принимаются одинаковыми. Численные значения коэффициентов сопротивления качению f для различных типов дорог при скорости движения 10 - 15 км/ч приведены в табл. 2.

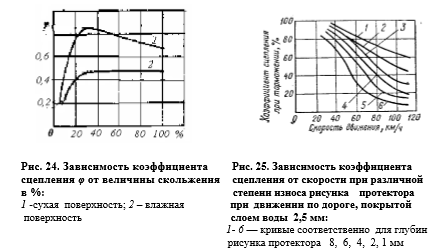


1.3 Сцепление колеса с опорной поверхностью

Другим важнейшим показателем свойств автомобильного колеса является его сцепление с опорной поверхностью, т.е. максимальная сила трения скольжения, которая может быть в контакте колеса и опорной поверхности. Чем больше эта сила, тем быстрее может разгоняться или тормозиться автомобиль, тем с большей скоростью он может двигаться, выше будет производительность и безопасность движения. Поэтому конструкторы шин всегда стремятся увеличить их сцепные свойства, оцениваемые коэффициентом сцепления шины с дорогой, который зависит от материала, используемого для изготовления шина, состояния дороги, типа протектора др. Сила сцепления Рсц автомобильного колеса и дороги может быть выражена: Рсц = Gк⋅ ϕ , где Gк – сила веса автомобиля, прихолящаяся на колесо; ϕ – коэффициент сцепления. В табл. 3 приводятся значения коэффициентов сцепления колеса и различных дорог. Коэффициент сцепления не остается постоянным при появлении скольжения шины по дороге (рис. 24). Наибольшее значение он достигает при скольжении σ = 20-30 % от пройденного пути:

C:\Users\0003665\YandexDisk\Скриншоты\2022-01-29_09-17-57.png

где Vокр – окружная скорость колеса; Vа - скорость автомобиля. На мокрых дорогах независимо от шероховатости их поверхности рост скорости движения приводит к снижению коэффициента сцепления. Величина снижения коэффициента сцепления изменяется в прямой зависимости от высоты неровностей макрошероховатости. На мелкошероховатых покрытиях при скорости движения до 10 -20 км/ч вода из зоны контакта выходит и шина вступает в непосредственное взаимодействие с дорожным покрытием. Хотя материал покрытия и насыщен водой, что препятствует возникновению адгезионных связей, коэффициент сцепления приближается к его значениям на сухом покрытии. Повышение скорости приводит к появлению гидродинамиче- ского давления в пленке воды под колесом, затрудняющего ее удаление. Прогнувшаяся в обратную сторону в зоне контакта с дорогой шина, удерживает под колесом грязь и воду, особенно, если шина изношена. Скольжение колеса по такой подушке называется аквапланированием. Чем выше скорость, тем больше гидродинамическое давление в зоне контаета колеса с дорогой. При аквапланировании коэффициент сцепления уменьшается до 0,05- 0,15. Экспериментально установлено, что сцепление не изношенной шины с мокрым покрытием остается достаточно высоким до скорости 120 км/ч при толщине слоя воды до 1 мм и до 80 км при толщине слоя до 2 мм. Так, если при скорости 64 км/ч коэффициент сцепления на влажной поверхности равен 0,4, то при скорости 120 км/ч – только 0,25. Зависимость коэффициента сцепления от скорости при различной глубине протектора показана на рис. 25.



На сухих асфальто- и цементобетонных покрытиях с мелкошероховатой поверхностью увеличение скорости водет к росту коэффициента сцепления. Так, на цементобетонном покрытии с высотой неровностей макрошероховатости 0,46 мм коэффициент сцепления возрастает на 12% при увеличении скорости движения с 30 до 70 км/ч. Влияние нагрузки на колесо, давления воздуха в шине, рисунка протектора сказывается на степени увеличения коэффициента сцепления. Например, для шины 6,45–13 с гладким протектором при нагрузке на колесо 3,8 кН и давлении воздуха в шине 205 кПа в указанном диапазоне скоростей коэффициент сцепления возрастает на 23%, а для шины с рисунком протектора при тех же условиях – всего на 2,7%. Однако качественный характер изменения коэффициента сцепления с ростом скорости остается неизменным. На сухих крупношероховатых покрытиях увеличение коэффициента сцеппления с ростом скорости не наблюдается. Наоборот, коэффициент сцепления несколько снижается. На асфальтобетонном покрытии с высотой неровностей макрошероховатости 3 – 3,5 мм при увеличении скорости от 40 до 80 км/ч снижение коэффициента сцепления составляет в среднем 2,5 %. На мягких и влажных дорогах коэффициент сцепления может быть существенно увеличен за счет высоких и редких грунтозацепов на беговой части шины. В этих условиях снижение давления воздуха в шине и увеличение опорной поверхности колеса за счет большей деформации шины ведет к росту коэффициента сцепления и снижению коэффициента сопротивления. Если на колесо действует поперечная сила, то возможная продольная сила снижается, но общая сила сцепления сохраняется. Взаимозависимость этих сил можно выразить следующим образом: C:\Users\0003665\YandexDisk\Скриншоты\2022-01-29_09-22-42.png где Gк – сила веса автомобиля, приходящаяся на колесо; ϕ – коэффициент сцепления; Pпр и Pп – продольная и поперечная силы, действующие на колесо.

Вопросы для закрепления

1. Какие колеса называются ведущими .ведомыми ?
2. Чему равно сопротивление качению колеса и от чего она зависит ?
3. Как можно выразить тяговую силу?
4. Чему равна сила сцепления колеса с опорной поверхностью ?
5. Чему равно наибольшее значение коэффициента сцепления?