

А. А. ВАСИЛЬЕВ, Л. Н. ГОРИН, Д. Н. ИГОШИН, М. М. ИЛЬИН

## **ЗАВИСИМОСТЬ КОЭФФИЦИЕНТА СЦЕПЛЕНИЯ ОТ ШЕРОХОВАТОСТИ ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ**

***Ключевые слова:** дорожное покрытие, климатические условия, колесо автомобиля, коэффициент сцепления, шероховатость.*

***Аннотация.** Проведен анализ воздействия климатических условий на взаимодействие колеса автомобиля с дорожным покрытием. Получена зависимость коэффициента сцепления от шероховатости поверхности, которая представляет собой совокупность неровностей, не вызывающих колебаний подвески автомобиля и не влияющих на работу двигателя.*

Одной из особенностей транспорта является высокая степень зависимости его функционирования от природных факторов. Большое влияние на характер движения транспортных средств оказывают метеорологические условия. Неблагоприятные метеорологические условия могут значительно осложнить и даже приостановить работу автомобильного транспорта.

Метеорологические условия характеризуются состоянием атмосферы и атмосферными процессами. К таким условиям относятся температура, давление, влажность воздуха, ветер, облачность и осадки, туманы, грозы, а также продолжительность солнечного сияния, температура и состояние почвы, высота снежного покрова и др. Метеоусловия могут быть длительно влияющими, такими как, например, отрицательная температура и снеговой покров в зимнее время, и кратковременно проявляющимися – осадки, туман, гололед.

В процессе эксплуатации автотранспортных средств необходимо учитывать климатические условия, которые играют немаловажную роль в безопасности дорожного движения. Наиболее опасным условием, при котором чаще всего происходят дорожно-транспортные происшествия (ДТП), является наличие на дорожной поверхности различных осадков. В таблице 1 приведены данные, наглядно показывающие сводку ДТП от состояния дорожного покрытия [1, с. 16].

Таблица 1 – Влияние состояния дорожных покрытий на ДТП по регионам России

Федеральный округ	Доля ДТП (%), произошедших при состоянии дорожного покрытия			
	сухое	мокрое, грязное, скользкое	снежное, накатанное	обледенелое
Южный	80,4	16,5	1,2	1,9
Приволжский	71,9	13,8	11,3	3,0
Центральный	65,4	20,7	7,8	6,1
Северо-Западный	41,0	10,0	33,0	16,0

Основным фактором взаимодействия колеса с дорожным покрытием является коэффициент сцепления  $\varphi$ , зависящий от силы, действующей на колесо автомобиля, и нагрузки, передаваемой колесом на покрытие:

$$\varphi = T : Q , \quad (1)$$

где  $T$  – сила трения колеса с покрытием;  $Q$  – нагрузка на колесо транспортного средства.

На коэффициент сцепления колеса с дорогой действует также шероховатость поверхности, которая представляет собой совокупность неровностей, не вызывающих колебаний подвески автомобиля и не влияющих на работу двигателя.

Шероховатость обеспечивает сцепные качества автомобильного колеса в результате внедрения неровностей в шину и воздействия на их каркас. Чем выше неровности, тем лучше сцепление с дорожным покрытием, однако превышение допустимых норм шероховатости может сказаться на скоростных режимах автомобиля.

Шероховатость условно подразделяют на два вида:

- макрошероховатость;
- микрошероховатость.

Макрошероховатость формируется на поверхности покрытия выступающими частицами каменного материала. Между выступами частиц образуется сеть каналов, по которым при движении автомобиля по мокрой дороге вода может выходить из зоны контакта шины с поверхностью покрытия. При отсутствии макрошероховатости отжатие воды из зоны контакта резко затрудняется, что может приводить к образованию так называемого «водного клина», обуславливающего резкое снижение коэффициента сцепления при увлажнении покрытия.

Микрошероховатость – это шероховатость поверхности самих каменных частиц. Она предопределяется характером поверхности материалов и их природой. Микрошероховатость облегчает разрыв пленочной воды, которая находится между выступом шероховатости покрытия и протектором шины. Однако из-за технических трудностей измерения микрошероховатости ее обычно не оценивают, а ограничиваются только определением показателя макрошероховатости.

Значения средней глубины впадин шероховатости [4]:

- гладкие – 0,02...0,25 мм;
- мелкошероховатые – 0,25...1,5 мм;
- среднешероховатые – 1,0...3,0 мм;
- крупношероховатые – 2,0...4,5 мм.

Покрытие может находиться в различном состоянии в зависимости от влажности воздуха, осадков и других метеорологических факторов, а также интенсивности движения, уровня содержания и вида покрытия [2].

Сухим считают покрытие, микроповерхность материала которого не имеет сплошной пленки воды, что наблюдается при относительной влажности воздуха до 90 %.

К влажным относят покрытие, микроповерхность которых покрыта сплошной пленкой связанной воды. Такое состояние покрытия наблюдается при относительной влажности воздуха 90–100 % и положительной температуре. При отрицательной температуре в этих условиях образуется микрогололед.

Мокрым считается покрытие, на микроповерхности материала которого имеется слой свободной воды.

К заснеженному относят покрытие с наличием рыхлого снега на поверхности; снежный накат – наличие слоя снега, уплотненного колесами автомобилей; гололедица – все виды зимней скользкости на поверхности дороги.

Под воздействием климатических условий дорожное покрытие может находиться в различном состоянии [3], что оказывает влияние на коэффициент сцепления самой дороги (табл. 2).

Из таблицы 2 следует, что на влажной и мокрой поверхности сила сцепления резко снижается, поскольку на дорожном покрытии образуется слой смазки в виде пленки водной эмульсии. К этому слою также примешиваются пыль, грязь, различные отходы и несгоревшие продукты топливо-смазочных материалов, которые скапливаются в неровностях дороги (рис. 1). В период выпадения первых капель дождя наблюдается наибольшая опасность для создания заноса автомобиля.

Таблица 2 – Зависимость коэффициента сцепления от типа и состояния дороги

Покрытие дороги	Коэффициента сцепления	
	на сухой поверхности	на мокрой поверхности
Асфальтобетонное	0,7–0,8	0,3–0,4
Щебеночное (бетон)	0,6–0,7	0,3–0,4
Булыжное	0,5–0,6	0,3–0,35
Грунтовые дороги	0,5–0,6	0,3–0,4
Глина	0,5–0,6	0,2–0,4
Укатанный снег	0,2–0,3	-
Обледенелая дорога	0,08–0,1	0,08 и менее

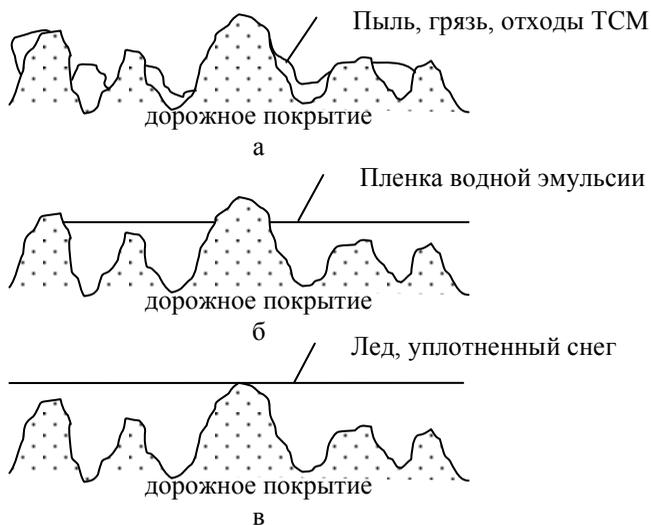


Рисунок 1 – Неровности шероховатости в различных климатических условиях: а – сухое дорожное покрытие с включениями пыли, грязи, различных отходов и несгоревших продуктов топливо-смазочных материалов (ТСМ); б – мокрое дорожное покрытие с образованием пленки воды; в – обледенелое и заснеженное дорожное покрытие

В это время капли воды смешиваются с пылью на дороге, и эта грязевая смесь действует как смазка, из-за чего сцепление колес с дорогой резко уменьшается, а тормозной путь резко увеличивается.

Шероховатость покрытия образует систему, так называемых дренарующих ходов, по которым вода отжимается из зоны контакта, что улучшает условия взаимодействия колеса автомобиля с покрытием.

Исследования показали, что на мокрых дорогах при невысоких скоростях с увеличением шероховатости коэффициент сцепления снижается, а с возрастанием скорости сначала стабилизируется, а затем даже повышается с увеличением средней высоты выступов до 5,5 мм.

Устройство шероховатых покрытий является одной из самых эффективных мер по повышению безопасности дорожного движения в период выпадения различных осадков. На влажных и заснеженных дорогах сцепные качества резко ухудшаются, поскольку впадины между выступами макрошероховатости забиваются грязью, водной эмульсией, льдом и снегом, что создает поверхность, мало отличающуюся от гладкой, и может привести к росту дорожно-транспортных происшествий, поэтому покрытие необходимо своевременно очищать от грязи.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Эксплуатация автомобильных дорог: в 2 т. Т.1: учеб. для студентов высш. учеб. заведений / А. П. Васильев. М.: Издат. центр «Академия», 2010. 320 с.

2. Взаимодействие дороги и автомобиля. URL: [http://studopedia.ru/3\\_4113\\_vzaimodeystvie-dorogi-i-avtomobilya](http://studopedia.ru/3_4113_vzaimodeystvie-dorogi-i-avtomobilya) (дата обращения: 17.09.2014).

3. Коэффициент сцепления шин с дорогой. URL: [http://rezina.biz.ua/spravka\\_inform](http://rezina.biz.ua/spravka_inform) (дата обращения: 17.09.2014).

4. Оценка шероховатости дорожных покрытий. URL: <http://ледибосс.рф/opredelenie-sherohovatosti-pokrytiya-metodom-peschanogoruatna> (дата обращения: 17.09.2014).

## DEPENDENCE OF FACTOR OF COUPLING ON THE ROUGHNESS OF THE ROAD COVERING

**Keywords:** road surface, weather conditions, wheel of the car, friction, roughness.

**Annotation.** The analysis of influence of climatic conditions on interoperability of a wheel of the car with a road covering is resulted. Dependence of factor of coupling on a roughness of a surface which represents set of the roughnesses which are not causing fluctuations of a suspension bracket of the car and not influencing work of the engine is received.

---

**ВАСИЛЬЕВ АЛЕКСЕЙ АНАТОЛЬЕВИЧ** – доцент кафедры «Техническое обслуживание, организация перевозок и управление на транспорте», Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Воротынец (alexei.21@mail.ru).

**VASILIEV ALEKSEI ANATOLIEVICH** – the associate professor of the chair «Technical service, organization of transportation and management of transport», Nizhny Novgorod state engineering-economic institute, Russia, Vorotynets (alexei.21@mail.ru).

**ГОРИН ЛЕОНИД НИКОЛАЕВИЧ** – ст. преподаватель кафедры «Техническое обслуживание, организация перевозок и управление на транспорте», Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Воротынец (vattex@mail.ru).

**GORIN LEONID NIKOLAEVICH** – the senior teacher of the chair «Technical service, organization of transportation and management of transport», Nizhny Novgorod state engineering-economic institute, Russia, Vorotynets (vattex@mail.ru).

**ИГОШИН ДЕНИС НИКОЛАЕВИЧ** – преподаватель кафедры «Техническое обслуживание, организация перевозок и управление на транспорте», Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Воротынец (igoshin.d.n@mail.ru).

**IGOSHIN DENIS NIKOLAEVICH** – the teacher of chair «Technical service, organization of transportation and management on transport», Nizhny Novgorod state engineering-economic institute, Russia, Vorotynets (igoshin.d.n@mail.ru).

**ИЛЬИН МИХАИЛ МОИСЕЕВИЧ** – преподаватель кафедры «Техническое обслуживание, организация перевозок и управление на транспорте», Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Воротынец (vattex@mail.ru).

**I'IN MIKHAIL MOISEEVICH** – the teacher of the chair «Technical service, the organization of transportations and management on transport», Nizhny Novgorod state engineering-economic Institute, Russia, Vorotynets (vattex@mail.ru).

---