

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Н. И. Дудко, В. Р. Петровец

ПРАВИЛА И БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА МЕХАНИЧЕСКИХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ И ОСНОВЫ ИХ УПРАВЛЕНИЯ

*Рекомендовано учебно-методическим объединением
по образованию в области сельского хозяйства в качестве
учебно-методического пособия
для студентов учреждений высшего образования,
обучающихся по специальностям 1-74 04 01 Сельское строительство
и обустройство территорий, 1-74 05 01 Мелиорация и водное
хозяйство, 1-56 01 01 Землеустройство,
1-56 01 02 Земельный кадастр*

Горки
БГСХА
2019

УДК 629.067(075.8)

ББК 39.808я73

Д81

*Рекомендовано методическими комиссиями
землеустроительного факультета 26.01.2018 (протокол № 6),
мелиоративно-строительного факультета 29.01.2018 (протокол № 5)
и Научно-методическим советом БГСХА 31.01.2018 (протокол № 5)*

Авторы:

кандидат технических наук, доцент *Н. И. Дудко*;
доктор технических наук, профессор *В. Р. Петровец*

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор *Е. И. Берестов*;
доктор технических наук, профессор *В. П. Чеботарев*

Дудко, Н. И.

Д81

Правила и безопасность дорожного движения. Эксплуатационные свойства механических транспортных средств и основы их управления : учебно-методическое пособие / Н. И. Дудко, В. Р. Петровец. – Горки : БГСХА, 2019. – 232 с.
ISBN 978-985-467-897-9.

Приведены важнейшие эксплуатационные и конструктивные свойства механических транспортных средств, влияющие на безопасность дорожного движения. Рассмотрены силы, действующие на транспортное средство, его тормозная динамика, устойчивость, управляемость, проходимость, маневренность, плавность хода, а также информативность транспортного средства. Изложены вопросы активной, пассивной и послеаварийной безопасности транспортных средств. Описаны функциональные характеристики органов управления транспортных средств и методические основы их управления.

Для студентов учреждений высшего образования, обучающихся по специальностям 1-74 04 01 Сельское строительство и обустройство территорий, 1-74 05 01 Мелиорация и водное хозяйство, 1-56 01 01 Землеустройство, 1-56 01 02 Земельный кадастр, по программам подготовки водителей механических транспортных средств категории В.

**УДК 629.067(075.8)
ББК 39.808я73**

ISBN 978-985-467-897-9

© УО «Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия», 2019

ВВЕДЕНИЕ

Современный этап развития Республики Беларусь требует дальнейшего укрепления правопорядка, обеспечения общественной безопасности, в том числе и безопасности дорожного движения.

Правила дорожного движения являются важным средством правового регулирования в сфере дорожного движения, воспитания его участников в духе дисциплины, ответственности, взаимной предупредительности. Неукоснительное выполнение всех требований Правил создает предпосылки четкого, бесперебойного и безопасного движения транспортных средств и пешеходов по улицам и дорогам. Особая роль в обеспечении порядка и безопасности дорожного движения принадлежит руководителям автотранспортных и других предприятий и организаций, в ведении которых находятся транспортные средства. В пределах своей компетенции они должны организовать воспитательную работу с водителями и осуществлять эффективный контроль за техническим состоянием транспортных средств. Такая же работа должна проводиться обществами автомотолюбителей, объединяющими водителей индивидуального автомототранспорта. Во всех трудовых коллективах должна проводиться необходимая работа по созданию обстановки нетерпимости к нарушителям Правил дорожного движения.

Положительное значение автомобилизации, которая является важной составной частью технического прогресса, бесспорно и очевидно. Но по мере расширения использования транспортных средств возрастает угроза увеличения человеческих и материальных потерь, связанных с дорожно-транспортными происшествиями. Предупреждение, ограничение тяжести последствий этой негативной стороны автомобилизации все усложняется, так как современные транспортные средства по технической возможности обладают большой кинетической энергией, т. е. они – источник повышенной опасности. Их столкновения, наезды на людей или неподвижные препятствия вызывают, как правило, тяжелые последствия.

Поэтому большое значение имеет проблема обеспечения безопасности дорожного движения. И не только потому, что дорожно-транспортные происшествия на автомобильном транспорте приносят огромные экономические потери, но и из-за специфических особенностей проблемы. Решение ее выходит за рамки ведомственной задачи,

так как находится в прямой зависимости от подготовленности к участию в дорожном движении всех его участников, их дисциплинированности и желания соблюдать установленный порядок.

Данные статистики говорят о том, что из-за неправильных действий и ошибок водителей, а также нарушений ими Правил дорожного движения ежегодно совершается 70–80 % дорожно-транспортных происшествий. Водители не всегда ориентируются в возникающей опасной обстановке, не все из них имеют навыки выполнения приемов безопасного управления транспортными средствами в ограниченном пространстве, на перекрестках и пешеходных переходах, в транспортном потоке, в темное время суток, в условиях недостаточной видимости и других случаях.

Водитель любого транспортного средства обязан знать эксплуатационные возможности автомобиля, должен правильно оценивать дорожную обстановку и, в случае необходимости, уметь оказать первую помощь пострадавшим при дорожно-транспортном происшествии.

От водителей требуются знания основ безопасности дорожного движения – закономерностей движения, психофизиологических возможностей человека в критических дорожных ситуациях, технических возможностей транспортного средства, его взаимодействия с дорогой в зависимости от дорожных и климатических условий.

Дорожное движение – движение пешеходов и (или) транспортных средств по дороге, в том числе стоянка и остановка в пределах дороги, и связанные с ним общественные отношения.

В процессе дорожного движения образуется система «водитель – автомобиль – дорога». В механическом соотношении между этими элементами действует прямая связь: водитель управляет, автомобиль движется по дороге. В инженерно-психологическом отношении имеет место обратная связь: дорога передает информацию, водитель воспринимает ее и использует для управления автомобилем. Таким образом, можно говорить о сложившейся системе «водитель – автомобиль – дорога».

Точное выполнение Правил дорожного движения – одно из условий обеспечения безопасности дорожного движения.

Каким образом и с учетом каких факторов наиболее правильно и безопасно можно выполнить требования Правил дорожного движения излагается в данном пособии.

1. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА АВТОМОБИЛЯ

1.1. Общие положения

Автомобиль – сложное транспортное средство. Возможность эффективного использования транспортных средств в определенных условиях и в соответствии с конструкцией определяется его эксплуатационными свойствами, определяемыми на основе измерителей и показателей.

Измеритель – это параметр, характеризующий эксплуатационные свойства автомобиля. Например, измерителем динамичности автомобиля служат скорость и ускорение. Измеритель характеризует эксплуатационное свойство с качественной стороны. Иногда для полной оценки какого-либо свойства требуется несколько измерителей.

Показатель – число, характеризующее величину измерителя, его количественное значение. Показатель позволяет оценить эксплуатационные свойства транспортного средства при определенных условиях. Обычно к показателям прибегают для установления граничных возможностей механического транспортного средства в конкретных условиях эксплуатации. Одним из показателей динамичности автомобиля является максимальная скорость, развиваемая им на горизонтальном участке дороги с хорошим покрытием за определенное время.

Качества транспортного средства – это совокупность свойств, обуславливающих его пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с его назначением. Свойство характеризует какое-либо качество, выявленное в сравнении с аналогичным качеством другого транспортного средства.

Важнейшими эксплуатационными качествами автомобиля являются производительность, экономичность, проходимость и др.

Конструктивная безопасность – это свойство автомобиля, которое подразделяют на активную, пассивную, послеаварийную и экологическую.

Все факторы, влияющие на дорожное движение и его безопасность, условно можно разделить на взаимосвязанные части: водитель – автомобиль – дорога.

Дорожные условия включают: дорогу с ее обустройством (дорожное полотно, обочины, мосты и т. п.); окружающую обстановку (средства регулирования, другие транспортные средства, пешеходов, зеле-

ные насаждения, близлежащие строения); погодноклиматические условия (температуру, влажность, ветер, осадки, освещенность и т. д.).

Объединение этих составляющих в единую систему позволяет и обеспечивать взаимное соответствие отдельных ее элементов.

Неудовлетворительное функционирование хотя бы одного из элементов системы, отсутствие четкой связи между ними, их несоответствие приводят к нарушению безопасной перевозки пассажиров и грузов.

Термин «дорожно-транспортное происшествие» применим к транспортному средству только в процессе дорожного движения. Не следует заменять дорожно-транспортное происшествие (ДТП) другими названиями (авария, автопроисшествие и т. д.). Этот термин получил официальное признание во всех документах и полностью соответствует своей сущности, так как указывает на связь с любым транспортным средством и дорогой, охватывает события, нарушающие процесс дорожного движения.

Термин «дорожно-транспортное происшествие» в ПДД принят как происшествие, совершенное с участием хотя бы одного находившегося в движении механического транспортного средства, в результате которого причинен вред жизни или здоровью физического лица, его имуществу либо имуществу юридического лица.

Воздействие на водителя дополнительных нагрузок, вызванных недостатками конструкции транспортного средства (ТС) или его неудовлетворительным техническим состоянием, может ухудшить качество управления и привести к ДТП. В то же время удачная конструкция ТС компенсирует физиологические недостатки водителя, повышает безопасность движения.

В каждом дорожно-транспортном происшествии выделяют три фазы:

- начальную;
- кульминационную;
- конечную.

Они неразрывно связаны между собой, каждая фаза является логическим продолжением предыдущей и, в свою очередь, предопределяет развитие последующей.

Начальная фаза ДТП характеризуется условиями движения ТС и других участников движения (других факторов, автомобилей, мотоциклов, трамваев, пешеходов и т. п.) перед возникновением опасной ситуации.

Под *опасной ситуацией* понимают такую дорожную ситуацию, при которой участники движения должны принять все имеющиеся в их распоряжении меры для предотвращения происшествия и снижения тяжести его последствий. Если эти меры не приняты или они оказались недостаточно эффективными, то опасная обстановка может перерасти в аварийную, т. е. в такую дорожную ситуацию, при которой участники дорожного движения уже не располагают технической возможностью предотвратить ДТП, и оно становится неизбежным.

Кульминационная фаза ДТП характеризуется событиями, вызывающими наиболее тяжелые последствия (разрушение транспортного средства, травмирование пешеходов и т. п.). Если в ДТП участвует небольшое количество транспортных средств и пешеходов, то кульминационная фаза продолжается недолго (обычно несколько секунд) и развивается на участке дороги небольшой протяженности. В особо неблагоприятных случаях, когда в происшествие вовлечено много транспортных средств (так называемые цепные ДТП), продолжительность кульминационной фазы значительно увеличивается, возрастают и размеры зоны дорожно-транспортного происшествия.

Конечная фаза часто заканчивается прекращением движения транспортного средства. В отдельных случаях, например при возникновении пожара на опрокинувшемся автомобиле, конечная фаза ДТП продолжается и после его остановки.

1.2. Активная безопасность транспортных средств

Активная безопасность – это свойство транспортного средства предотвращать дорожно-транспортное происшествие (снижать вероятность его возникновения). Активная безопасность проявляется в период, соответствующий начальной фазе дорожно-транспортного происшествия, когда водитель еще в состоянии изменить характер движения транспортного средства.

Активная безопасность транспортного средства зависит от его конструкции: габаритных и весовых параметров, тяговой и тормозной динамичности, устойчивости и управляемости.

Конструктивная безопасность является одним из обобщенных свойств ТС. Для количественной характеристики применяют эксплуатационные показатели (минимальный тормозной путь, максимальное замедление, критические скорости по условиям заноса и опрокидывания и т. п.) и другие свойства.

Для активной безопасности большое значение имеет информативность ТС, под которой понимается свойство ТС обеспечивать водителя и других участников дорожного движения необходимой информацией. Водитель в зависимости от конструкции ТС получает информацию об окружающей обстановке, характере его движения, режиме работы его агрегатов и систем. Благодаря информативности ТС другие участники движения имеют возможность определить его тип, скорость и направление движения и прогнозировать на ближайшее время расположение его на дороге и расстояние от других транспортных средств.

От оборудования рабочего места водителя, его соответствия требованиям эргономики зависит возможность реализации эксплуатационных свойств, заложенных в конструкции транспортного средства. Необходимость сохранения всех показателей на допустимом уровне в течение всего срока службы является отличительной чертой конструктивной безопасности транспортного средства.

1.2.1. Габаритные и весовые параметры транспортных средств

С целью обеспечения безопасности дорожного движения все транспортные средства, допускаемые к участию в дорожном движении, должны удовлетворять требованиям, ограничивающим их размеры и массу. Во всех странах такие требования устанавливаются в законодательном порядке.

Габаритные параметры (габаритные длина L_a и ширина B_a , база L) автомобиля имеют большое значение для формирования транспортного потока по его ширине и длине, а также для безопасности дорожного движения.

Согласно Правилам дорожного движения, максимальная допустимая габаритная высота транспортного средства составляет 4 м. Если транспортное средство выше 4 м, то требуется специальное разрешение.

При движении механического транспортного средства оно подвергается воздействию различных случайных возмущений, стремящихся изменить характер движения. К таким возмущениям относятся удары колес о неровности покрытия, изменение поперечного уклона дороги, боковой ветер, случайные повороты передних колес и т. д. В результате этих возмущений транспортное средство отклоняется от прямого направления движения и водитель вынужден поворачивать рулевое колесо, возвращая автомобиль в исходное положение. Вследствие это-

го даже на строго прямолинейных участках дороги автомобиль движется не прямолинейно, а по кривым больших радиусов.

При этом значительную часть времени он находится под углом к оси дороги, и размер полосы, потребной для его движения, – динамический коридор, превышает его габаритную ширину.

Ширина динамического коридора зависит от размеров автомобиля и его скорости движения.

На основании наблюдений за большим числом автомобилей установлена примерная ширина полосы движения для транспортных средств различных видов: легковые автомобили – 2,8–3,1 м, грузовые автомобили и автобусы – 3,5–4,3 м, крупногабаритные грузовые автомобили и троллейбусы – 3,7–4,5 м.

Минимальные значения характеризуют ширину полосы, по которой транспортные средства движутся со скоростью 11 м/с, максимальные значения – со скоростью 33 м/с.

В технической литературе опубликованы также эмпирические зависимости между габаритной шириной автомобиля B_a , скоростью его движения v и шириной динамического коридора B_k . Одна из этих зависимостей имеет следующий вид:

$$B_k = 0,054v + B_a + 0,3,$$

где v – скорость движения автомобиля, м/с;

B_a – габаритная ширина автомобиля, м.

Ширина динамического коридора, необходимая для безопасного движения автомобилей с высокими скоростями, иногда значительно превышает ширину полосы движения, установленную Строительными нормами и правилами (СНиП).

На узких дорогах водители вынуждены вести автомобиль с меньшей скоростью, чем позволяют его технические возможности. Водители, не соразмерившие скорость движения с габаритными размерами управляемого автомобиля и дорожными условиями, могут стать участниками дорожно-транспортного происшествия.

Для автопоездов ширина динамического коридора с увеличением скорости возрастает быстрее, чем для одиночного автомобиля, вследствие угловых колебаний прицепов или полуприцепов в горизонтальной плоскости (виляния). При определенной скорости угловые колебания прицепов становятся настолько большими, что водитель не может устранить их поворотом рулевого колеса и вынужден уменьшать скорость.

Еще более заметно влияние геометрических параметров автомобиля на безопасность при криволинейном движении.

Хотя при крутых поворотах скорости автомобиля обычно невелики и случайные возмущения незначительны, ширина динамического коридора (рис. 1.1) может быть достаточно большой.

Ширину динамического коридора можно определить по формуле

$$B_k = R_n - R_b = R_n - \sqrt{R_n^2 - (L')^2} + B_a,$$

где R_n , R_b – соответственно наружный и внутренний габаритные радиусы поворота автомобиля, м;

$L' = L + C$ – расстояние от заднего моста до передней части автомобиля (L – база автомобиля; C – передний свес).

Согласно данному выражению при малых значениях L' ширина динамического коридора незначительно отличается от габаритной ширины автомобиля ($B_k \approx B_a$).

При $L' \approx R_n$ может значительно превышать B_a , что вынуждает строителей расширять полосы движения на криволинейных участках дорог.

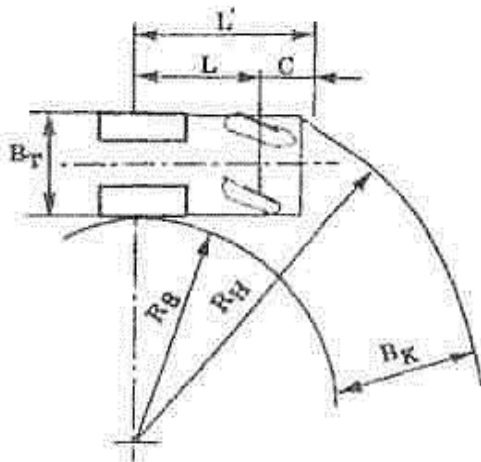


Рис. 1.1. Динамический коридор одиночного ТС при криволинейном движении

На криволинейных участках дороги с большим радиусом требуемое уширение полосы движения невелико, но на криволинейных

участках с малым радиусом она должна быть расширена почти в 1,5 раза.

Учитывая большое влияние геометрических параметров транспортных средств на безопасность дорожного движения, рекомендуют следующие их максимально допустимые значения.

По длине: для автомобиля, троллейбуса, прицепа – 12 м; для автобуса с двумя осями – 13,5 м; для автобуса более чем с двумя осями – 15 м; для сочлененного автобуса и сочлененного троллейбуса – 18,75 м; для автопоезда – 20 м.

По ширине: для транспортных средств с изотермическим кузовом – 2,6 м; для автомобилей КраЗ, МАЗ-509А, МАЗ-543, МАЗ-5316, МАЗ-6317, МАЗ-6425, МЗКТ-6906 и их модификаций – 2,75 м; для других транспортных средств – 2,55 м.

Габаритная высота H_a имеет значение при проезде автомобилей под путепроводами и проводами контактной сети. Чрезмерно высокие транспортные средства (например, двухэтажные троллейбусы или автобусы, полуприцепы-панелевозы или автомобили-фургоны) с высоко расположенным центром тяжести испытывают значительные угловые колебания в поперечной плоскости. При движении по неровной дороге они могут верхним углом задеть за столб или мачту.

Максимально допустимая габаритная высота транспортных средств составляет 4 м.

Полоса движения автопоезда на повороте имеет сложную конфигурацию (рис. 1.2).

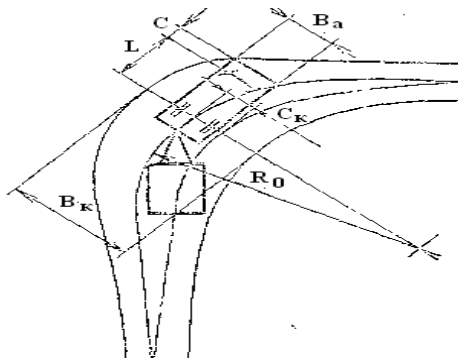


Рис. 1.2. Динамический коридор автомобиля с прицепом при криволинейном движении

С внешней по отношению к центру поворота стороны она ограничена траекторией края переднего крыла или бампера тягача, а с внутренней стороны – задним углом прицепа. Ширина динамического коридора при входе в поворот и при выходе из него примерно равна габаритной ширине автопоезда и достигает максимального значения $B_{\text{к max}}$ приблизительно в середине поворота:

$$B_{\text{к max}} \approx \sqrt{\left(R_a + \frac{B_a}{2}\right)^2 + (L + C)^2} + \frac{B_a}{2} + C_k - R_0,$$

где R_a – радиус кривизны траектории, по которой движется переднее крыло или бампер тягача;

B_a, L, C – габаритные соответственно ширина, база и передний свес тягача;

C_k – сдвиг заднего моста прицепа относительно моста тягача, м.

R_0 – радиус кривизны круговой траектории, по которой движется середина заднего моста тягача.

При движении автопоезда по дуге минимального радиуса величина сдвига для прицепа составляет 0,7–1,0 м. Ширина динамического коридора автопоезда значительно больше, чем у одиночного автомобиля с той же габаритной шириной. Так, например, для грузового автомобиля с прицепом при $R_0 = 6$ м и $C_k = 1$ м максимальная ширина коридора может достигать 6 м, т. е. больше чем вдвое превосходит габаритную ширину тягача. Большая ширина полосы движения, занимаемой автопоездами, наряду с их неудовлетворительной динамичностью является одной из причин снижения скорости транспортного потока при наличии в нем автопоездов.

Для улучшения маневренности автопоезда и уменьшения ширины динамического коридора применяют прицепы с управляемыми передними колесами, что позволяет прицепу с большой точностью следовать по колее тягача, почти не увеличивая ширины динамического коридора.

Масса транспортного средства для безопасности движения имеет косвенное значение. Ее влияние в основном сказывается на сроках службы дорожного покрытия. Покрытие длительное время выдерживает движение автомобилей, не разрушаясь, только в том случае, если оно рассчитано с учетом величины возможных нагрузок и частоты их приложения. Срок службы покрытия значительно увеличивается, если при организации автомобильных перевозок учитывать прочность дорожной одежды.

Многократное динамическое воздействие транспортных средств на дорогу приводит к накоплению пластических деформаций в дорожной одежде, нарушению внутренних связей между ее слоями и, как следствие, к разрушению дорожной одежды.

Покрытие, имеющее достаточный запас прочности, при расчете на однократное воздействие нагрузки разрушается при ее многократном приложении.

Чем больше масса транспортного средства, тем больше динамические нагрузки на дорогу, тем меньше срок службы покрытия. Поэтому, несмотря на очевидные преимущества применения подвижного состава большой массы, во всех странах строго соблюдают ограничение осевых нагрузок транспортных средств.

1.3. Силы, действующие на транспортное средство

При движении транспортное средство испытывает действие различных сил. Так, на поворотах возникает центробежная сила, которая способствует заносу автомобиля или его опрокидыванию. Резкое торможение транспортного средства, как правило, приводит к блокировке колес, транспортное средство начинает двигаться по дороге юзом, в результате чего теряет управление. На дороге могут создаваться опасные ситуации из-за нарушения сцепления при движении в условиях гололедицы, снега или дождя.

На движущийся автомобиль действуют следующие силы:

- 1) сила тяжести G_a ;
- 2) сила тяги на ведущих колесах P_{τ} ;
- 3) силы сопротивления качению $P_{к1}, P_{к2}$;
- 4) сила сопротивления подъему $P_{п}$;
- 5) сила сопротивления воздуха $P_{в}$;
- 6) сила инерции $P_{и}$.

Силы, приложенные на определенном плече, образуют моменты.

Силы и моменты, действующие на транспортное средство, которое разгоняется на подъеме, показаны на рис. 1.3.

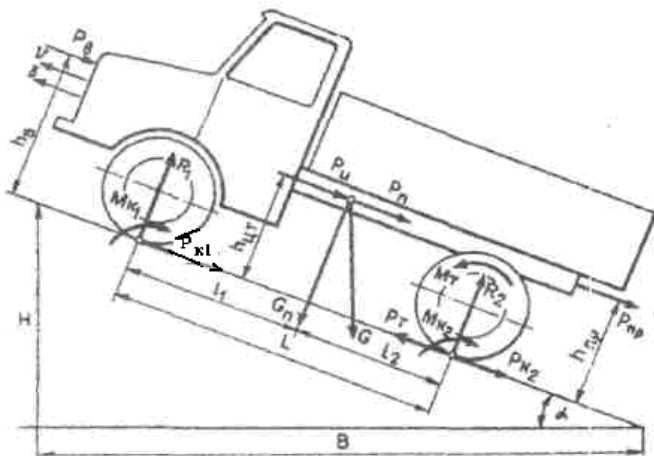


Рис. 1.3. Силы и моменты, действующие на транспортное средство:

l_1 – расстояние от передней оси до центра тяжести автомобиля; l_2 – расстояние от задней оси до центра тяжести автомобиля; L – база автомобиля (расстояние от передней до задней оси); $h_{цт}$ – расстояние от центра тяжести автомобиля до полотна дороги; h_b – высота приложения силы сопротивления воздуха; $h_{пр}$ – высота приложения силы сопротивления движению прицепа; P_t – полная тяговая сила на ведущих колесах; G – сила тяжести; P_n – сила сопротивления подъему; G_n – составляющая силы тяжести, направленная перпендикулярно к плоскости дороги; R_1 и R_2 – нормальные реакции дороги на передние и задние колеса; $P_{к1}$ и $P_{к2}$ – силы сопротивления качению передних и задних колес; P_b – сила сопротивления воздуха; $P_{пр}$ – сила сопротивления движению прицепа; P_n – сила инерции; $M_{к1}$ и $M_{к2}$ – моменты сопротивления качению передних и задних колес; M_t – крутящий (тяговый) момент; v – скорость движения автомобиля; j – ускорение автомобиля; a – угол подъема дороги; H – высота подъема; B – горизонтальная проекция длины подъема

1.3.1. Сила тяжести и центр тяжести

Сила тяжести при любых условиях движения транспортного средства остается постоянной по величине и направлению. Она направлена сверху вниз и прижимает колеса транспортного средства к поверхности дороги, создавая сцепление между шинами и дорогой.

Следует помнить, что вес (масса) транспортного средства и сила тяжести – различные силы. Вес транспортного средства – это сила, с которой он действует на горизонтальную опору. Сила тяжести – одна из составляющих сил тяготения. Она вызывает падение на землю неза-

крепленного тела. Вес транспортного средства приложен к колесам в месте соприкосновения с дорогой, сила тяжести – к центру тяжести транспортного средства.

На неподвижное транспортное средство действуют сила тяжести и силы реакции опорной поверхности (рис. 1.4).

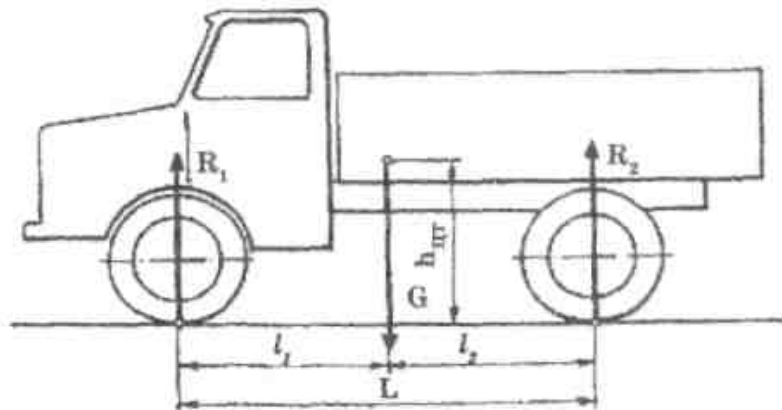


Рис. 1.4. Силы, действующие на неподвижное транспортное средство

Вес и сила тяжести транспортного средства равны по направлению, но приложены к разным точкам. Сила тяжести направлена вертикально вниз и распределяется по осям. Часть ее, приходящаяся на ведущие колеса, называется *сцепным весом*.

Центр тяжести – это воображаемая точка, в которой как бы сосредоточена вся масса автомобиля. Важным фактором обеспечения безопасности дорожного движения является расположение центра тяжести по высоте транспортных средств, а также распределение веса по его осям. Это связано с тем, что расположение центра тяжести по высоте существенно влияет на перераспределение нормальных реакций на колеса при разгоне, торможении, наклонах. Центр тяжести у транспортного средства расположен между передней и задней осями.

Распределение массы транспортного средства по осям характеризуется нагрузками, приходящимися на переднюю и заднюю оси автомобиля, или разными реакциями дороги на колеса этих осей (рис. 1.5).



Рис. 1.5. Распределение массы транспортного средства по осям

Передние и задние колеса прижимаются к дороге с разной силой. Масса легкового автомобиля распределяется по осям приблизительно поровну (рис. 1.5, б). На переднюю ось порожнего грузового автомобиля приходится примерно 40 % его собственной массы (рис. 1.5, а), груженого – только 30 % общей массы автомобиля с грузом (рис. 1.5, в).

Распределение массы транспортного средства по осям зависит от положения центра тяжести. Чем ближе к оси расположен центр тяжести, тем больше нагрузка на эту ось.

Положение центра тяжести оказывает значительное влияние на устойчивость и управляемость транспортного средства. У легковых автомобилей центр тяжести находится на высоте около 0,6 м, у грузовых – 0,7–1,0 м, у автобусов – 0,7–1,2 м. Если груз уложен неравномерно, то центр тяжести смещается в сторону расположения груза, при этом нарушается устойчивость и управляемость груженого транспортного средства.

Чем выше расположен центр тяжести, тем хуже устойчивость транспортного средства. Это особенно характерно для автобусов при наличии стоящих пассажиров (рис. 1.6, а), автомобилей, перевозящих крупногабаритные грузы (рис. 1.6, б), автомобилей-фургонов и специальных транспортных средств (автокраны).

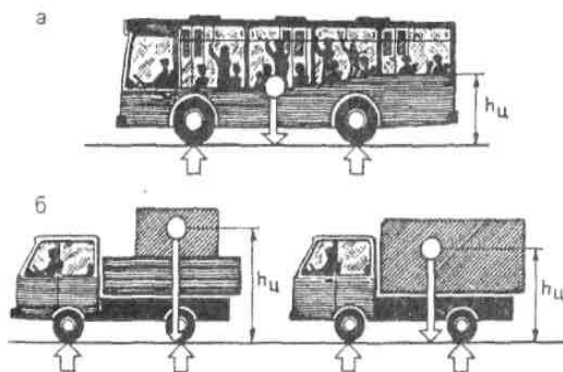


Рис. 1.6. Центр тяжести транспортного средства

У транспортных средств, перевозящих жидкости в цистернах, при неполном их заполнении центр тяжести на поворотах смещается в сторону от центра поворота (рис. 1.7), поэтому устойчивость против опрокидывания у транспортных средств, цистерна которых заполнена не полностью, хуже, чем у транспортных средств с цистерной, полностью заполненной жидкостью.

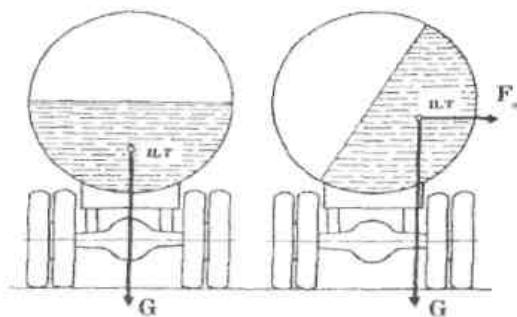


Рис. 1.7. Центр тяжести транспортного средства, перевозящего жидкость

Продольная и поперечная устойчивость транспортного средства при его прямолинейном движении обеспечивается в том случае, если направление действия силы тяжести не выходит за пределы периметра точек опоры транспортного средства. В противном случае оно опрокинется.

Сила тяги на ведущих колесах.

Сила, движущая транспортное средство, возникает в результате взаимодействия ведущих колес с дорогой, обусловленного крутящим моментом, передаваемым от двигателя к ведущим колесам.

Полная окружная сила P_T на ведущих колесах в точках соприкосновения шин с дорогой определяется по формуле

$$P_T = M_T / r_k$$

где M_T – тяговый момент, Н · м;

r_k – радиус колеса, м.

Ведущее колесо действует на почву и отталкивает ее с некоторой силой (стремится переместить назад верхний слой дорожного покрытия). Со стороны дороги на ведущие колеса в зоне контакта действует противоположно направленная сила – касательная реакция дороги. В месте контакта ведущих колес с дорогой возникает тяговая сила, которая действует на автомобиль в направлении его движения.

Сила сопротивления качению.

Часть мощности двигателя расходуется на преодоление сил сопротивления качению. Эти силы представляют собой сумму сил, затрачиваемых на преодоление деформации дороги, трения поверхности шин о дорогу, внутреннего трения материала шин при их деформации.

Рассмотрим три состояния колеса транспортного средства, снабженного пневматическими шинами, при движении по твердой и ровной дороге (рис. 1.8).

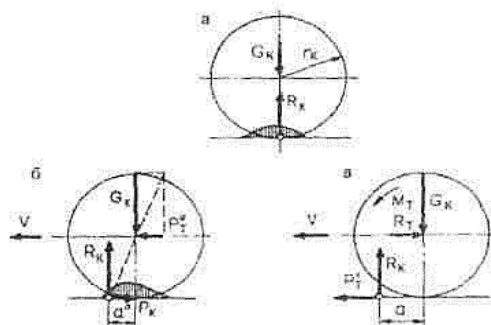


Рис. 1.8. Силы, действующие на колесо при различном его состоянии

У неподвижного колеса, нагруженного только вертикальной силой G_k , распределение давления в зоне контакта симметрично отно-

сительно вертикальной оси (рис. 1.8, а). Нормальная реакция R_k располагается на оси симметрии.

У ведомого колеса при качении под действием горизонтальной толкающей силы P_t^0 , приложенной к его оси, участки шины, входящие в зону контакта, сжимаются, а выходящие из нее – расширяются.

Равнодействующая R_k нормальной реакции смещена относительно вертикального диаметра колес вперед на расстояние a° , называемое плечом сопротивления качению, в результате чего возникает момент $M_k = R_k \cdot a^\circ$. Уравновешивает названный момент толкающая сила P_t° , приложенная к оси ведомого колеса, которая вместе с касательной реакцией дороги P_k образует пару сил.

Касательная сила P_k ведомого колеса представляет собой силу трения, которая направлена против движения. Вследствие наличия этой силы колесо будет катиться, а не скользить по поверхности дороги.

Составим уравнение равновесия моментов сил относительно оси вращения колеса:

$$P_k r_k = R_k a^\circ = M_k,$$

откуда

$$P_k = a^\circ / r_k R_k;$$

$$P_k = a^\circ / r_k G_k = f G_k,$$

где r – радиус (расстояние от поверхности дороги до оси катящегося колеса).

Отношение a° / r называется коэффициентом сопротивления качению ведомого колеса:

$$f = a^\circ / r_k = P_k / R_k = P_t^\circ / R_k.$$

Следовательно, коэффициент сопротивления качению численно равен отношению силы, вызывающей равномерное качение колеса, к нормальной реакции дороги.

При качении ведущего колеса добавляется тяговый момент M_t , подведенный к колесу полуосью, в результате возникает реакция кузова или рамы на оси колеса R_t , а в месте контакта колеса с дорогой – тяговая сила P_t' . Нормальная реакция дороги R_k смещается на некоторую величину a больше, чем a° , и зависит от крутящего момента на колесе.

Условие равновесия ведущего колеса относительно оси его вращения выглядит следующим образом:

$$M_T = P_T' r_K + R_K a,$$

или

$$M_T / r_K = P_T' + R_K \cdot a / r_K,$$

где P_T – полная окружная сила на колесе;

$a / r_K = f$ – коэффициент сопротивления качению ведущего колеса

$$R_K = G_K, \text{ тогда } P_T = P_T' + G_K \cdot f, \text{ откуда } P_T = P_T' - G_K \cdot f.$$

Следовательно, от ведущего колеса автомобилю передается сила $P_T' = P_T - P_K$.

На твердых и ровных покрытиях сопротивление качению возникает за счет затрат энергии на деформирование шины и ее трения о дорогу. Поэтому повышение давления воздуха в шинах снижает потери на качение.

На щебеночной, гравийной дороге и булыжной мостовой сопротивление качению в результате ударов колес о неровности покрытия возрастает. Во время движения по грунтовым дорогам или по неуплотненному снегу происходит деформирование грунта или снега с образованием колеи, за счет чего сила сопротивления качению увеличивается. При качении колеса по рыхлому грунту снижение давления воздуха в шине способствует уменьшению деформации дороги и снижению коэффициента f . Часть энергии затрачивается на проскальзывание шины и удары о неровности, но потери на деформацию шины имеют несущественное значение.

В процессе движения автомобиля по дороге с твердым покрытием сопротивление качению увеличивается с уменьшением давления воздуха в шине.

С увеличением размера шин сопротивление качению уменьшается, а с увеличением нагрузки на колесо на фоне неизменного внутреннего давления в шине – возрастает.

Увеличение нагрузки на 20 % сверх максимально допустимой повышает коэффициент f примерно на 4 %.

При передаче крутящего момента сопротивление качению возрастает, так как шина деформируется не только в вертикальном направлении, но и по окружности. Если крутящий момент очень большой, элементы протектора проскальзывают по дороге и на трение в области контакта затрачивается дополнительная энергия. Коэффициент сопротивления качению, если скорость движения составляет 10–15 м/с, практически не меняется (табл. 1.1). С увеличением скорости движения коэффициент сопротивления качению возрастает в широких пре-

делах, так как шина в области контакта не успевает полностью распрямиться, и затраченная на деформацию шины энергия возвращается неполностью. Кроме того, с повышением скорости движения скорость деформации шины увеличивается, что приводит к возрастанию внутреннего трения в покрышке, а это, в свою очередь, вызывает увеличение коэффициента f .

Кроме того, при высоких скоростях значение возрастает из-за увеличения потерь на удары шин о неровности дороги и возникновения колебаний протектора шин. Эти колебания продолжаются на большей части длины окружности шины, что вызывает большие потери на внутреннее трение в материале. Оба эти явления приводят к дополнительным потерям энергии, что существенно увеличивает сопротивление качению колеса.

Таблица 1.1. Значение коэффициентов сопротивления качению

Виды дорог	Средние значения
Асфальтобетонное или цементно-бетонное шоссе: в отличном состоянии удовлетворительном состоянии	0,012–0,018 0,018–0,020
Щебеночное или гравийное шоссе: обработанное вяжущими органическими материалами без обработки	0,020–0,025 0,03–0,04
Брусчатка	0,020–0,025
Булыжная мостовая: в хорошем состоянии с выбоинами	0,023–0,030 0,035–0,050
Хорошие нескользкие гравийные и грунтовые дороги	0,020–0,025
Гравийные дороги с незначительной колеиностью, сухие	0,03
Плохие нескользкие грунтовые и гравийные дороги с колеиностью	0,06
Грунтовые дороги после дождя	0,05–0,15
Грунтовые размокшие дороги с глубоко прорезанной колеи и в период распутицы	0,1–0,25
Суглинистая или глинистая целина: сухая в пластическом состоянии в текущем состоянии	0,10–0,20 0,20–0,30
Песок влажный	0,08–0,15
Песок сыпучий (сухой)	0,15–0,30
Снежные укатанные дороги расчищенные	0,03–0,05
Снежные дороги нерасчищенные	До 0,10
Лед или обледенелая дорога	0,018–0,03
Укатанный снег	0,07–0,10

Сила сопротивления подъему.

Крутизну подъема можно характеризовать углом α в градусах или уклоном i , который представляет собой отношение повышения (высота) H к заложению (длине участка подъема) B (см. рис. 1.3), т. е. $i = H / B = \operatorname{tg} \alpha$.

Предельные уклоны на автомобильных дорогах имеют незначительную величину (на дорогах первой технической категории предельный уклон не должен превышать 3 %, второй – 4, третьей – 5, четвертой – 6 и пятой – 7 %). Сложные участки пересеченной местности не должны иметь уклон более 9 %.

Силу тяжести G автомобиля, находящегося на подъеме, можно разложить на две составляющие: $P_{\parallel}$ – параллельную дороге и $G_{\perp}$ – перпендикулярную к ней. Сила $P_{\parallel}$, параллельная дороге, называется силой сопротивления подъему, т. е. при движении на подъем транспортное средство испытывает дополнительные сопротивления, зависящие от угла наклона дороги к горизонту. Сопротивление тем больше, чем больше масса транспортного средства и угол наклона дороги. На спуске сила P направлена в сторону движения и, следовательно, является движущей силой.

Сила сопротивления воздуха.

При движении транспортного средства часть мощности расходуется на преодоление сопротивления воздуха. Сила сопротивления воздуха в основном определяется силой давления встречного воздуха и силой, создаваемой разрежением за автомобилем. Сила сопротивления воздуха увеличивается с увеличением плотности воздуха, поперечных размеров и скорости движения автомобиля, а также с ухудшением обтекаемости транспортного средства. С увеличением скорости сила сопротивления воздуха увеличивается в квадратной зависимости от скорости. Поэтому

$$P_{\text{в}} = K_{\text{в}} \cdot F_{\text{в}} \cdot V^2,$$

где $K_{\text{в}}$ – коэффициент сопротивления воздуха (коэффициент обтекаемости), зависящий от формы и качества отделки поверхности транспортного средства;

$F_{\text{в}}$ – лобовая площадь транспортного средства, м^2 ;

V – скорость движения транспортного средства, м/с .

Коэффициент обтекаемости $K_{\text{в}}$ равен силе сопротивления воздуха, создаваемой 1 м^2 лобовой площади транспортного средства при его движении со скоростью 1 м/с (табл. 1.2).

Таблица 1.2. Средние значения коэффициентов обтекаемости K_v для автомобилей различных типов

Типы автомобилей	K_v ($\text{Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^4$)
Автобусы	0,40–0,60
Гоночные и спортивные автомобили с обтекаемой формой кузова	0,15–0,20
Грузовые автомобили	0,60–0,80
Легковые автомобили с необтекаемой формой кузова	0,35–0,60
Современные легковые автомобили с закрытым кузовом	0,20–0,30

Лобовой площадью автомобиля F_v называют площадь его проекции на плоскость, перпендикулярную продольной оси автомобиля (табл. 1.3).

Таблица 1.3. Примерные значения лобовой площади для автомобилей различных типов

Типы автомобилей	F_v , м^2
Легковые автомобили: малого класса	1,5–2,0
среднего и большого класса	2,0–2,8
Грузовые автомобили	3,0–6,0
Автобусы	3,0–7,5

При движении транспортного средства возникает и вертикальная сила. У серийных транспортных средств она направлена вверх и называется подъемной силой.

У скоростных транспортных средств (гоночных, спортивных) она направлена вниз (так как кузов имеет специальную форму) и увеличивает силу сцепления шин с дорогой.

С увеличением расстояния между тягачом и прицепом сопротивление K_v увеличивается.

Если прицеп максимально приближен к тягачу, K_v увеличивается на 9 % по сравнению с одиночным автомобилем-тягачом; при расстоянии 30–50 см – на 16 %; при 50–80 см – на 32 %.

Прицеп увеличивает коэффициент обтекаемости транспортного средства (автопоезда) на 20–25 %, а контейнеры, установленные поперек кузова, – на 25–30 %.

Багажники, устанавливаемые на транспортных средствах, ухудшают K_v . Для грузовых автомобилей уменьшение силы P_v может быть достигнуто затягиванием грузовой платформы брезентом наклонно от крыши кабины к заднему борту. P_v снижается в этом случае на 20–25 %.

Значительно уменьшается сила сопротивления воздуха у грузовых автомобилей, у которых кабина расширена до ширины кузова с применением специальных обтекателей и щитков.

Сила сцепления колес с дорогой.

Сцепление колес с дорогой является необходимым условием, без которого движение автомобиля невозможно. При недостаточной силе сцепления колес с дорогой колеса проскальзывают по поверхности дороги, не создавая необходимой движущей силы.

Сила сцепления, возникающая между колесом и дорогой, зависит от массы, приходящейся на данное колесо, и от состояния поверхности дороги. Качество сцепления колес с дорогой принято характеризовать коэффициентом сцепления φ . Коэффициент сцепления – это отношение силы сцепления $P_{\text{сц}}$ всех колес автомобиля к весу автомобиля G_a :

$$\varphi = \frac{P_{\text{сц}}}{G_a}.$$

Величина коэффициента сцепления имеет большое значение для эксплуатации транспортного средства и безопасности дорожного движения, так как от нее зависят проходимость и тормозные качества автомобиля, возможность пробуксовки и заноса ведущих колес.

При движении автомобиля по дороге между его колесами и поверхностью дороги возникает сила, направленная вдоль движения. Она может быть направлена как в сторону движения автомобиля, так и в противоположную. Например, при разгоне автомобиля продольная сила на ведущих колесах стремится отбросить дорогу назад, а при торможении – увлечь ее с автомобилем вперед.

Когда продольная сила достигает величины силы сцепления (при разгоне), колеса начинают буксовать. При торможении появляется юз (движение с невращающимися колесами).

Реализация большой силы тяги ограничена сцеплением шин с поверхностью дороги, т. е. часто тяговая сила P_T используется не полностью по причине буксования колес.

Если тяговая сила P_T достигает значения силы сцепления с дорогой, а сопротивление в это время превышает значение тяговой силы, то начнется буксование.

Величина силы сцепления зависит от величины вертикальной нагрузки, приходящейся на колесо, и коэффициента сцепления колеса с дорогой:

$$P_{\text{сц}} = \varphi R_2,$$

где φ – коэффициент сцепления;

R_2 – нормальная реакция дороги на задние ведущие колеса.

Величина коэффициента сцепления зависит от большого числа различных факторов, и в первую очередь – от вида покрытия и его состояния, конструкции и материала шин, давления в них воздуха, нагрузок на колесо, скорости движения, температурных условий, величины скольжения, буксования колес и т. д. (табл. 1.4).

Таблица 1.4. **Факторы, влияющие на коэффициент сцепления при движении транспортного средства**

Факторы, изменяющие коэффициент сцепления	Изменения коэффициента сцепления	Причины изменения
1	2	3
1. Увеличение шероховатости покрытия дороги до 4–5 мм	Коэффициент сцепления возрастает	Чем больше шероховатость, тем больше площадь контакта дороги с шиной, в результате чего происходит сцепление. При нормальной шероховатости покрытия (до 4–5 мм) шина хорошо сохраняет контакт с дорогой и даже при дожде не образуется сплошного слоя воды
2. Неровности дороги (шероховатость более 4–5 мм)	Коэффициент сцепления снижается	Неровности дороги увеличивают частоту изменения вертикальной нагрузки. Из-за подпрыгивания колес изменяются условия контакта шин с дорогой
3. Пропитка вяжущими материалами поверхности дороги	Коэффициент сцепления снижается	Избыток вяжущих материалов делает поверхность дороги скользкой, так как в жаркую погоду вяжущий материал размягчается и выступает на поверхность дороги
4. Замасливание поверхности дороги нефтепродуктами	Коэффициент сцепления снижается. На сухих и мокрых дорогах в середине полосы движения коэффициент сцепления на 30 % меньше, чем у края дороги	

Продолжение табл. 1.4

1	2	3
5. Обледенение поверхности дорог	Коэффициент сцепления очень мал. При понижении температуры воздуха от 0 до -15°C коэффициент сцепления несколько возрастает. Изменение скорости движения в этих условиях на величину коэффициента сцепления существенно не влияет	
6. Увлажнение покрытия	Во время дождя коэффициент сцепления уменьшается почти вдвое по сравнению с сухим покрытием. На мокрых, на чистых покрытиях коэффициент сцепления меньше, чем на сухих, но больше, чем на увлажненных или покрытых жидкой грязью	В результате наличия влаги, дорожной пыли, частиц резины нефтепродуктов и т. п. образуется жидкая грязь, по которой, как по смазке, скользят колеса. Известно, что сила трения между резиной шины и поверхностью дороги на сухом покрытии увеличивает сопротивление скольжения, а на мокрых – уменьшает из-за наличия тонкой пленки воды между шиной и покрытием. При движении она частично рассеивается, однако в зоне контакта пленка толщиной 0,025 мм весьма устойчива. По этой причине гладкие поверхности дороги даже при незначительном увлажнении становятся скользкими. На этих участках повышение скорости движения сокращает продолжительность времени, необходимого для рассеивания пленки в зоне контакта шины с дорогой. Кроме того, при высокой скорости происходит образование водяного клина между колесом и поверхностью дороги
7. Продолжительность эксплуатации дорожного покрытия	С увеличением срока эксплуатации покрытия коэффициент сцепления уменьшается	При эксплуатации дороги происходит ее износ и уменьшается ее шероховатость. При износе покрытия на 50–60 % коэффициент сцепления уменьшается на 30–40 %. Срок службы цементобетонных покрытий – 10–12 лет, асфальтобетонных – 5–8 лет. Брусчатка полируется шинами автомобилей

Продолжение табл. 1.4

1	2	3
8. Характер сцепления колеса с дорогой: а) при блокировке колес (юз); б) при продольном качении без бокового скольжения, при продольном проскальзывании 10–15 %	Коэффициент сцепления снижается Наибольший коэффициент сцепления	
9. Увеличение нагрузки на колесо на твердых поверхностях	Коэффициент сцепления увеличивается	
10. Скорость движения	С увеличением скорости движения коэффициент сцепления снижается, однако на сухом ледяном покрытии этого не наблюдается	
11. Повышение давления воздуха в шинах	Коэффициент сцепления вначале увеличивается, а затем уменьшается	
12. Тип рисунка протектора шин	Шины с рисунком протектора повышенной проходимости на мягком снегу или неуплотненном грунте имеют больший коэффициент сцепления, чем шины с дорожным рисунком	
13. Износ протектора шин	Коэффициент сцепления уменьшается	При полном износе рисунка протектора шины коэффициент сцепления снижается на 30–35 %. При движении на мокрых и грязных дорогах коэффициент сцепления изношенных шин дополнительно уменьшается на 20–25 %

2	3	4
14. Увеличение тягового или тормозного момента	Коэффициент сцепления сначала возрастает и, достигнув максимума, уменьшается	Увеличение тягового момента вызывает буксирование. Увеличение тормозного момента вызывает проскальзывание. При полном буксировании ведущих колес или при юзе тормозящих колес коэффициент сцепления может быть на 10–25 % меньше максимального

На дорогах с твердым покрытием коэффициент сцепления зависит в основном от трения между шинами и покрытием (табл. 1.5, 1.6).

Таблица 1.5. Снижение коэффициента сцепления при увеличении скорости движения, % от начальной величины (по Э. Г. Подлиху)

Дорожные покрытия	Скорость, км/ч									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Цементобетонные	100	93	90	83	77	70	68	67	63	60
Асфальтобетонные	100	92	83	76	69	64	57	52	52	50

Таблица 1.6. Коэффициенты сцепления для различных дорожных покрытий (по данным ВНИИСЭ)

Виды и состояние дорожных покрытий	Коэффициенты сцепления
Асфальтобетонные, цементобетонные: сухие мокрые	0,7–0,8 0,3–0,4
Щебенчатые: сухие мокрые	0,6–0,7 0,3–0,5
Грунтовые: сухие мокрые	0,5–0,6 0,2–0,4
Покрытая укатанным снегом дорога	0,2–0,3
Обледенелая дорога	0,1–0,2

Сила инерции.

Инерция – естественное свойство всех физических тел сохранять равномерное прямолинейное движение или состояние покоя. Всякое изменение скорости движения автомобиля вызывает проявление силы инерции, препятствующей движению. При разгоне транспортного средства сила инерции является силой сопротивления, и на преодоление ее расходуется часть тяговой силы.

Поэтому по труднопроходимым участкам дороги следует двигаться с равномерной скоростью.

В момент торможения сила инерции выполняет роль движущей силы, и поэтому короткие труднопроходимые участки необходимо преодолевать с предварительным разгоном.

В начале движения сила инерции направлена назад и стремится повернуть транспортное средство вокруг задней оси с одновременной разгрузкой передней оси (рис. 1.9, *а*). Это вызывает при резком начале движения смещение груза назад и приседание транспортного средства на задние колеса.

Резкое торможение транспортного средства вызывает смещение груза вперед и пробуксовку передних колес из-за создания момента силы, стремящегося повернуть транспортное средство вокруг передней оси (рис. 1.9, *б*). Нагрузка на переднюю ось значительно увеличивается.

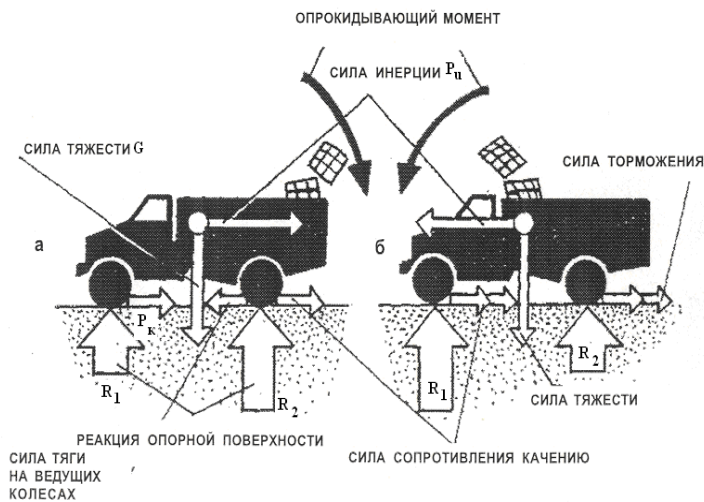


Рис. 1.9. Силы, действующие на транспортное средство:
а – при начале движения с места; *б* – при торможении

Сила сопротивления разгону.

При движении транспортного средства с увеличивающейся скоростью появляется сила сопротивления разгону, которая высчитывается по формуле

$$P_{\text{и}} = P_{\text{и}}' + P_{\text{и}}'',$$

где $P_{\text{и}}'$ – сила, необходимая для ускорения массы транспортного средства при его поступательном движении, равная

$$P_{\text{и}}' = mj = \frac{G_{\text{а}}}{g} j,$$

где m – масса автомобиля, кг;

j – ускорение транспортного средства, м/с²;

$G_{\text{а}}$ – вес автомобиля, Н;

g – ускорение силы тяжести, $g = 9,81$ м/с²;

$P_{\text{и}}''$ – сила, необходимая для углового ускорения вращающихся масс транспортного средства, учитываемая коэффициентом δ , который приближенно можно определить по эмпирической формуле:

$$\delta = 1 + \sigma \cdot i_{\text{к}}^2,$$

где $\sigma = 0,04\text{--}0,09$ зависит от конструкции и прямопропорционален моментам инерции вращающихся частей транспортного средства;

$i_{\text{к}}$ – передаточное отношение коробки передач.

Окончательное выражение для определения силы инерции (силы сопротивления разгону) принимает следующий вид:

$$P_{\text{и}} = mj = \frac{G_{\text{а}}}{g} j\delta.$$

Скорость движения транспортных средств.

Одним из важнейших факторов, определяющих производительность и безопасность движения транспортного средства, является скорость движения, которая зависит от частоты вращения ведущих колес. Если известна частота вращения ведущих колес автомобиля, то автомобиль за одну секунду пройдет путь, равный длине окружности колеса, умноженной на частоту вращения:

$$S = 2\pi r_{\text{к}} n,$$

где $r_{\text{к}}$ – радиус колеса, м;

n – частота вращения ведущих колес, об/с.

Частота вращения колеса равна частоте вращения коленчатого вала двигателя, деленной на общее передаточное число трансмиссии. Тогда скорость движения транспортного средства, м/с, равна:

$$v = \frac{2\pi n_{\text{д}} r_{\text{к}}}{i_{\text{тр}}},$$

где n_d – частота вращения коленчатого вала двигателя, об/с;

$i_{тр}$ – передаточное число трансмиссии.

Наибольшую скорость движения транспортное средство может развить на прямой или ускоряющей передаче на прямых горизонтальных участках дороги при надежном сцеплении колес с дорогой. Скорость движения транспортного средства зависит от его конструктивных параметров, динамических характеристик, тормозных качеств, плавности хода на неровных дорогах, устойчивости, управляемости, маневренности и прочих технических параметров.

На скорость движения оказывают влияние внешние факторы: особенности устройства дороги, ее ровность и другие показатели состояния дорожного покрытия, ширина проезжей части, интенсивность движения на дороге, время суток, освещение дороги, метеорологические условия.

Водитель в процессе работы обязан правильно выбирать скорость движения в создавшихся внешних условиях с учетом технических возможностей транспортного средства, производительности и безопасности движения.

Рабочую скорость движения, м/с, можно определить по формуле

$$v_p = 0,105 \frac{n_d r_k}{i_{тр}} \left(1 - \frac{\delta_k}{100}\right),$$

а теоретическую –

$$v_p = 0,105 \frac{n_d r_k}{i_{тр}},$$

где δ_k – буксование колес, %.

1.4. Тормозная динамика транспортного средства

Важнейшим динамическим качеством транспортного средства, влияющим на его эксплуатационные показатели и на безопасность движения, является способность к принудительному снижению скорости и быстрой остановке.

Потребность в торможении транспортного средства может возникнуть при необходимости снизить скорость движения, предотвратить

повышение скорости на спуске, при остановке для того, чтобы удерживать транспортное средство в неподвижном состоянии на стоянке.

Накопленная при движении кинетическая энергия препятствует снижению скорости. Погасить эту энергию можно, превратив ее в работу путем создания дополнительных искусственных сопротивлений движению. Такими дополнительными сопротивлениями движению являются тормозные системы, препятствующие вращению колес.

При торможении энергия транспортного средства расходуется на работу трения в тормозных механизмах, установленных в колесах.

Если торможение осуществляется с блокировкой колес и движение происходит юзом, то энергия расходуется на трение между шинами и опорной поверхностью (дорогой). Трение превращается в тепло, которое рассеивается в окружающей атмосфере.

Торможение можно осуществлять и с помощью двигателя. Торможение двигателем может осуществляться самостоятельно или совместно с тормозной системой автомобиля.

При торможении кинетическая энергия расходуется на преодоление сопротивления качению P_k , сопротивления подъему P_n , сопротивления воздуха P_v , а также трения в трансмиссии автомобиля, если торможение осуществляется и двигателем.

При торможении на уклоне к кинетической энергии движущегося автомобиля добавляется работа составляющей веса заторможенного автомобиля, направленная параллельно полотну дороги. Движущей силой при торможении автомобиля является сила инерции.

Если торможение осуществляется с отсоединенным двигателем от трансмиссии, то сила тяги P_t отсутствует, поэтому можно считать, что

$$P_n = P_k \pm P_n + P_v \pm P_{\text{тор}}.$$

Сила сопротивления подъему P_n при движении на подъеме способствует торможению автомобиля и входит в уравнение со знаком плюс, на спуске она противодействует торможению и учитывается со знаком минус.

Процесс торможения автомобиля в большей степени зависит от соотношения между тормозной силой и силой сцепления. Если сила сцепления больше тормозной силы, т. е.

$$P_{\phi} = \phi R > P_{\text{тор}},$$

где $R = R_1 + R_2$ – реакции на колесах автомобиля (R_1 – передние, R_2 – задние), то колеса будут вращаться.

Если сила сцепления меньше тормозной силы, то при торможении колеса автомобиля перестают вращаться и скользят по дороге (почве), вследствие чего кинетическая энергия автомобиля превращается в тепло в результате трения шин о дорогу.

В зависимости от условий движения автомобиля для подсчета величин реакций, приходящихся на колеса, необходимо применять коэффициенты перераспределения веса автомобиля для передней оси – γ_1 и для задней – γ_2 , которые соответственно равны:

$$\gamma_1 = \frac{R_1}{G_{a1}}; \quad \gamma_2 = \frac{R_2}{G_{a2}},$$

где G_{a1} , G_{a2} – вес автомобиля, приходящийся на передние и задние колеса автомобиля на горизонтальной плоскости.

Коэффициенты перераспределения веса показывают, как отличается нагрузка, приходящаяся на передние и задние колеса при различных условиях движения, от нагрузки при неподвижном автомобиле, находящемся на горизонтальной поверхности, когда $G_{a1} = R_1$ и $G_{a2} = R_2$, т. е. $\gamma_2 = \gamma_1 = 1$.

В любых других дорожных условиях $R_1 \neq G_{a1}$ и $R_2 \neq G_{a2}$, поэтому коэффициенты γ_1 и γ_2 будут отличаться между собой. Перераспределение нагрузки при работе автомобиля следует учитывать при определении силы сцепления с дорогой.

Максимальную тормозную силу можно получить при условии, когда тормозные моменты на колесах будут пропорциональны нагрузкам, приходящимся на них, т. е.

$$\frac{R_1}{P_{\text{тор1}}} = \frac{R_2}{P_{\text{тор2}}}.$$

Процесс торможения автомобиля на горизонтальной дороге при $a = 0$ и при $P_{\text{в}} = 0$, пренебрегая силами сопротивления качению $P_{\text{к}}$ из-за их небольшой величины на хорошей дороге по отношению к тормозным силам, вычисляют по формуле

$$P_{\text{и}} = P_{\text{тор1}} = G_{\text{т}} \varphi = \frac{G_{\text{т}}}{g} j.$$

Принимая, что моменты сопротивления качению также равны нулю, отношение тормозных усилий на колесах для получения максимального торможения при $P_{\text{сц}} > P_{\text{тор}}$ будет иметь следующий вид:

$$\frac{P_{\text{тор1}}}{P_{\text{тор2}}} = \frac{R_1}{R_2},$$

где $P_{\text{тор1}}$, $P_{\text{тор2}}$ – тормозная сила соответственно передних и задних колес.

По этой причине наилучшие отношения тормозных сил передних и задних колес определяются расположением центра тяжести по высоте и длине транспортного средства.

Тормозной путь.

Для принудительной остановки транспортного средства необходимо использовать тормозную систему. В этом случае запас кинетической энергии автомобиля будет расходоваться на преодоление им сопротивления движению.

$$E_k = FS_{\text{т}},$$

где F – сила сопротивления движению, Н;

$S_{\text{т}}$ – тормозной путь, м.

Запас кинетической энергии транспортного средства

$$E_k = \frac{mv^2}{2},$$

где m – масса транспортного средства, кг;

v – скорость движения транспортного средства, м/с.

Сила сопротивления движению транспортного средства равна:

$$F_c = G_a \phi,$$

где G_a – сила тяжести, Н;

ϕ – коэффициент сцепления.

Тогда

$$E_k = G_a \phi S_{\text{т}}; \quad \frac{mv^2}{2} = mg\phi S_{\text{т}},$$

откуда тормозной путь $S_{\text{т}}$ равен:

$$S_{\text{т}} = \frac{v^2}{2g\phi},$$

где g – ускорение свободного падения, $g = 9,80665 \text{ м/с}^2$.

Так как при движении транспортного средства не удастся получить оптимальную тормозную силу на колесах, в эту формулу вводят коэффициент эксплуатационного состояния тормозов $K_{\text{э}}$. Он учитывает

несоответствие тормозных усилий на колесах приходящемуся на них сцепному весу, а также конструктивные параметры тормозов, их состояние и величину нагрузки на транспортное средство:

$$S_{\tau} = \frac{v^2 K_{\varphi}}{2g\varphi}.$$

Если торможение транспортного средства осуществляется на дороге с уклоном или подъемом, формула имеет следующий вид:

$$S_{\tau} = \frac{v^2 K_{\varphi}}{2g(\varphi \cos \alpha \pm \operatorname{tg} \alpha)}.$$

Приведенные формулы верны для транспортных средств, у которых тормозные механизмы установлены на всех колесах.

С учетом веса транспортного средства тормозной путь равен:

$$S_{\tau} = \frac{G_{\tau} v^2}{2g[P_{\text{тр}} \lambda + G_{\tau} \varphi(1 - \lambda)]},$$

где $P_{\text{тр}}$ – кинетическая энергия, поглощаемая за счет трения колодок о тормозные барабаны, Н · м;

λ – коэффициент пропорциональности, изменяющийся от 0 до 1.

В данной формуле учитывается вес транспортного средства при торможении, но только до тех пор, пока колеса не заблокированы. При экстренном торможении (давление на тормозные колодки максимальное) в большинстве случаев происходит блокировка колес. В этом случае вес транспортного средства исключается, т. е. формула имеет приведенный ранее вид.

Замедление при торможении.

При оценке эффективности торможения замедление j_a транспортного средства является важнейшим показателем: его величина не зависит от скорости.

Величину замедления определяют, используя уравнение баланса сил при торможении:

$$j_a = \frac{G_a}{g} = f G_a \cos \alpha \pm G_a \sin \alpha \pm K_b F_b v^2 + P_{\text{тор}}.$$

При максимальном использовании тормозной силы ($P_{\text{тор}} = G_a \varphi$) на горизонтальной дороге с ровным профилем силами сопротивления качению P_k и сопротивления воздуха P_b можно пренебречь, тогда

$$j_a = \frac{G_a}{g} = G_a \varphi,$$

откуда

$$j_a = \varphi g.$$

Из данного выражения следует, что величина замедления транспортного средства зависит лишь от коэффициента сцепления шин с опорной поверхностью. Замедление измеряют деселерометром.

Торможение может быть экстренным или служебным. Из общего числа торможений 97–98 % составляют служебные. При экстренном торможении замедление достигает своего максимума – 8–9 м/с², а при служебном – 3–4 м/с².

Время торможения.

Тормозные качества транспортного средства можно оценивать и по времени торможения. Замедление оценивается изменением скорости за определенный промежуток времени. При полной остановке скорость изменится от начальной до нуля.

Известно, что $j_a = \varphi g$, тогда $\varphi g = v / t$, откуда $t = v / \varphi g$.

Тормозная диаграмма.

Для наглядности процесса торможения можно рассмотреть диаграмму торможения (рис. 1.10), на которой точка *O* обозначает момент, когда водитель увидел препятствие на пути движения, и это потребовало торможения с максимальной интенсивностью. Но торможение начинается не сразу, а после определенного промежутка времени, которое называется временем реакции (T_p) водителя.

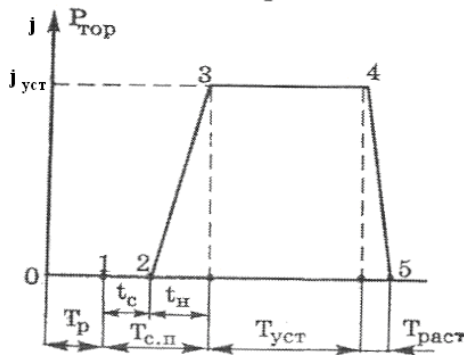


Рис. 1.10. Тормозная диаграмма

В точке 1 водитель нажимает на тормозную педаль, однако торможения не наступает, так как время (t_c) тратится на выбор зазоров в деталях привода тормозов до точки 2.

После этого в тормозной системе происходит нарастание давления в тормозном приводе до точки 3, на что уходит промежуток времени $t_{\text{п}}$.

Время, в течение которого выбирается зазор в деталях привода и нарастает давление в приводе, называется временем срабатывания тормозного привода $T_{\text{с. п}}$. В точке 3 начинается эффективное торможение автомобиля при установившемся замедлении $j_{\text{т. уст}}$, что соответствует времени $T_{\text{уст}}$.

Процесс растормаживания транспортного средства начинается с момента, обозначенного на диаграмме точкой 4, когда водитель снимает ногу с тормозной педали, и заканчивается в точке 5.

Этот процесс происходит в период времени $T_{\text{раст}}$. Указанное время учитывается, если торможение ведется не до полной остановки, например пневматические тормозные системы не позволяют мгновенно снизить давление в трубопроводе. Экспериментально установлено, что при пневматическом приводе это время равно 1,5–2 с, а при гидравлическом – 0,2–0,3 с.

Остановочный путь автомобиля (рис. 1.11) равен:

$$S = S_1 + S_2 + S_{\text{тор}},$$

где S_1 – путь, пройденный автомобилем за время реакции водителя;

S_2 – путь, пройденный автомобилем за время срабатывания тормозного привода;

$S_{\text{тор}}$ – путь, пройденный автомобилем с заторможенными колесами. Тогда

$$S = vT_p + vT_{\text{с. т}} + v^2K_3 / 2g\varphi,$$

где T_p – время реакции водителя;

$T_{\text{с. т}}$ – время срабатывания тормозов; включает в себя время нарастания тормозного усилия и время запаздывания действия тормозного привода (для тормозов с гидравлическим приводом $T_{\text{с. т}} = 0,15\text{--}0,25$ с; для тормозов с пневмоприводом $T_{\text{с. т}} = 0,4\text{--}0,8$ с);

K_3 – коэффициент эксплуатационного состояния тормозов (на сухих покрытиях $K_3 = 1,1\text{--}1,2$).

Если $\varphi < 0,3$, то K_3 принимается равным 1,1–1,2 и учитывает лишь неодновременность торможения отдельных колес.

Остановочный путь всегда больше тормозного. Таким образом, безопасность движения зависит не только от технического состояния тормозной системы и дорожного покрытия, но и от психофизиологического состояния водителя.

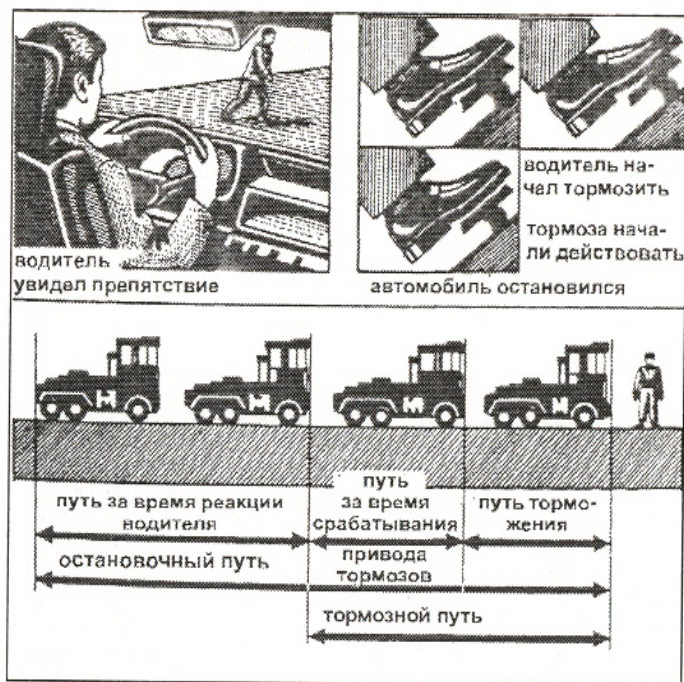


Рис. 1.11. Процесс торможения

Способы торможения.

Торможение осуществляется с целью уменьшения скорости движения или быстрой остановки автомобиля.

Эффективность торможения зависит от конструкции тормозной системы и ее исправности, типа и состояния дорожного покрытия (коэффициента сцепления), силы и быстроты нажатия на педаль тормоза.

ДТП, происходящие из-за неисправности тормозной системы, составляют более половины всех аварий по техническим причинам. Особенно тяжелые последствия вызывает неправильная регулировка или выход из строя одного из тормозных механизмов.

Торможение в этом случае приводит к заносу или потере устойчивости транспортного средства. Поэтому надежные и эффективные тормоза – основа безопасной работы автомобиля. Чем надежнее тормозная система, тем с большей скоростью может двигаться автомобиль, тем выше его средняя скорость, а следовательно, и производительность.

Торможение накатом осуществляется силами сопротивления качению, сопротивления подъему, сопротивления воздуха и силами трения в главной передаче и ходовой части.

При *торможении автомобиля двигателем*, кроме сил, действующих при движении накатом, используется тормозной момент двигателя. В этом случае двигатель работает в режиме принудительного холостого хода или с выключенным зажиганием. Колеса через трансмиссию вращают коленчатый вал, преодолевая сопротивление трения поршней о стенки цилиндров и насосное действие поршней.

На практике применяют несколько способов торможения:

- 1) без использования тормозной системы (движение накатом) или торможение двигателем;
- 2) только тормозной системой;
- 3) совместно тормозной системой и двигателем;
- 4) периодическим включением тормозной системы;
- 5) комбинированное торможение.

Тормозная сила возникает за счет сил трения в зоне контакта колес автомобиля с дорожным покрытием. Тормозная сила на колесе зависит от силы прижатия колодок к тормозному барабану. По мере увеличения нажима на тормозную педаль возрастает также тормозная сила на колесе. Эта зависимость сохраняется до момента, когда тормозная сила станет равной силе сцепления колеса с дорогой.

Дальнейшее увеличение нажима на тормозную педаль не приводит к возрастанию тормозной силы, а влечет за собой блокирование (прекращение вращения) затормаживаемого колеса. Начиная с этого момента происходит торможение юзом.

Важным условием, существенно влияющим на безопасность дорожного движения, является отсутствие блокировки колес транспортного средства при интенсивном торможении.

При торможении *без блокировки колес* не нарушается контакт колеса с покрытием дороги. Кинетическая энергия транспортного средства в этом случае поглощается колесными тормозными механизмами, в

которых происходит переход кинетической энергии в работу сил трения фрикционных накладок в тормозном барабане.

В результате *торможения на заблокированных колесах* отслаиваются частицы протектора, которые, свертываясь, принимают роликовидную форму.

Появление вращающихся роликовидных частиц в месте контакта колеса с дорогой уменьшает коэффициент сцепления.

Кроме того, вследствие интенсивного износа нагревается и размягчается резина, что также способствует снижению коэффициента сцепления.

Скользящее по дороге транспортное средство с заблокированными колесами уподобляется саням, снабженным резиновыми полозьями. Коэффициент трения скольжения по величине становится меньшим, чем коэффициент трения покоя. Тормозной путь транспортного средства, движущегося юзом, увеличивается по сравнению с тем, который преодолевается заторможенными, но вращающимися колесами, так как вращающаяся шина поглощает больше кинетической энергии, которая расходуется на деформацию шины.

При торможении на спуске возможность блокирования колес может наступить раньше, чем на ровной дороге.

Это зависит от силы воздействия на тормозную педаль и величины уклона дороги. Возникновение юза наиболее вероятно на транспортных средствах, имеющих наименьшую силу сцепления колес с дорогой, т. е. движущихся по наибольшему уклону. На уклоне уменьшается сцепной вес и сила сцепления колес с дорогой.

На спуске во избежание блокировки колес следует уменьшить воздействие на тормозную педаль. Необходимо заблаговременно снизить скорость и увеличить дистанцию, чтобы не допустить наезда на идущий впереди автомобиль. Важное значение в условиях эксплуатации имеет торможение двигателем (без выключения сцепления). Тормозной момент двигателя следует использовать для плавного снижения скорости автомобиля: на скользких дорогах при возникновении опасности заноса; на горных дорогах с большими затяжными уклонами.

Торможение двигателем обеспечивает большую плавность торможения и равномерность распределения тормозных усилий по колесам.

Длительное торможение автомобиля на затяжных спусках приводит к интенсивному износу тормозных накладок и тормозных барабанов. Для предохранения тормозов от перегрева и большого износа в этом случае крайне необходимо использовать торможение двигателем.

На автомобилях большой грузоподъемности устанавливают специальные тормоза (замедлители), позволяющие плавно снижать скорость и поддерживать ее в нужных пределах. Такой способ торможения, особенно на дорогах с малым коэффициентом сцепления, повышает поперечную устойчивость транспортного средства по условиям заноса.

Торможение автомобиля с периодическим прекращением действия тормозной системы эффективно потому, что заторможенное скользящее колесо воспринимает большую нагрузку, чем при движении юзом.

Этот способ обеспечивает наибольшую интенсивность, особенно на грани юза. Торможение таким способом требует определенного опыта, чтобы удержать колеса на грани юза, не допуская их скольжения.

На практике торможение может быть комбинированным, когда одновременно применяется несколько описанных выше способов.

На некоторых автомобилях устанавливаются антиблокировочные системы (ABS), которые при торможении автомобиля, вне зависимости от действий водителя, предотвращают блокировку колес. На сухой дороге ABS может уменьшить тормозной путь автомобиля примерно на 20 % по сравнению с тормозным путем машин с заблокированными колесами. На снегу, льду, мокром асфальте разница, естественно, будет намного больше. Применение ABS способствует увеличению срока службы шин и повышает курсовую устойчивость автомобиля.

Следует помнить о том, что торможение автомобиля с ABS не должно быть многократным и прерывистым. Тормозную педаль необходимо удерживать нажатой со значительным усилием во время процесса торможения – система сама обеспечит наименьший тормозной путь. Установка ABS не усложняет техническое обслуживание автомобиля и не требует от водителя каких-то особых навыков управления.

Торможение автопоезда.

При торможении автопоезда необходимо согласовать действие тормозов тягача и прицепа (полуприцепа) таким образом, чтобы предотвратить набегание прицепов на тягач и одного прицепа на другой. Поэтому нужно, чтобы прицепы начали тормозить несколько раньше и растормаживались позже, чем тягач. При этом у задних прицепов эта разница должна быть больше, чем у прицепа, расположенного ближе к тягачу. Очень важно так распределить тормозные силы между тягачом и прицепами, чтобы поезд при торможении находился в несколько растянутом состоянии.

Благодаря этому поезд становится менее чувствительным к действию боковых сил и более устойчиво сохраняет направление движения.

При отклонении тягача и прицепа под действием сжимающих сил от траектории движения может произойти складывание прицепов. С целью снижения сжимающих усилий в сцепке необходимо снижать максимальное замедление, что приводит к увеличению минимального тормозного пути.

Наличие в сцепке зазоров и упругих элементов при определенных условиях может вызвать раскачку поезда, что также приводит к дополнительному увеличению тормозного пути.

Особую осторожность следует соблюдать при торможении автопоездов на спуске.

Для уменьшения сжимающих усилий прицепов в сцепке необходимо довести замедление тягача до минимума. С этой целью торможение обычно осуществляется двигателем, что обеспечивает поддержание безопасной скорости.

На затяжных спусках во избежание чрезмерного нагрева тормозов предельные уклоны, на которых может быть допущена эксплуатация поездов, строго ограничены. Чем больше отношение веса прицепа к весу тягача, тем меньше допустимые уклоны. У многосвязных поездов большой грузоподъемности, имеющих пневматический привод тормозов, критерием отсутствия «складывания» является условие:

$$Q < 0,16G,$$

где Q – среднее усилие сжатия в сцепке, Н;

G – вес тягача, кг · м/с².

При регулировке тормозной системы поезда необходимо следить, чтобы тормоза прицепа срабатывали несколько раньше, чем тягача.

1.5. Устойчивость транспортного средства

Устойчивость – свойство транспортного средства, характеризующее его способность сохранять заданное направление движения при воздействии внешних сил, стремящихся отклонить его от этого направления. В экспериментальных условиях недостаточная устойчивость транспортного средства может привести к его заносу или опрокидыванию. Опрокидывание транспортного средства возможно в продольном и поперечном направлениях. В первом случае оно может

опрокинуться вокруг передней или задней оси, а во втором – через колеса правой или левой стороны.

От устойчивости транспортного средства непосредственно зависит безопасность дорожного движения. Управляя неустойчивым транспортным средством, водитель вынужден не только внимательно следить за дорожной обстановкой, но и постоянно корректировать движение. Длительное управление таким транспортным средством приводит к быстрому утомлению, перенапряжению водителя и повышает возможность ДТП.

Различают продольную, поперечную и курсовую устойчивость транспортного средства. Чаще всего опасность возникает из-за недостаточной поперечной устойчивости.

Траектория движения транспортного средства всегда является криволинейной, причем кривизна непрерывно меняется. Прямолинейное движение – понятие условное, подразумевающее то, что при неизменном направлении движения смещения оси не происходит.

Курсовая устойчивость.

Свойство транспортного средства двигаться без корректирующих воздействий со стороны водителя, т. е. при неизменном положении рулевого колеса, называется *курсовой устойчивостью*.

Нарушение курсовой устойчивости при прямолинейном движении транспортного средства происходит под действием следующих сил: поперечной составляющей веса, бокового ветра, ударов колес о неровности дороги, а также различных по величине продольных сил (тяговой или тормозной). При криволинейном движении добавляется и центробежная сила.

Потеря устойчивости может произойти: при неправильных приемах управления вследствие интенсивного торможения или разгона, резкого поворота рулевого колеса; из-за технических неисправностей – заклинивание рулевого управления, прокол или разрыв шины и т. п.; из-за несоответствия дорожным условиям скорости автомобиля.

Нарушение продольной устойчивости может наступить при крутом спуске или крутом подъеме (рис. 1.12).

Опрокидывание транспортного средства относительно задней оси (рис. 1.12, а) начнется, когда момент $P_{\pi}h_{\pi}$ станет равным или больше момента $G_{\pi}l_2$, т. е. если

$$G \sin \alpha h_{\pi} > G \cos \alpha l_2,$$

откуда

$$\operatorname{tg} \alpha_{\max} > l_2 / h_{\pi}.$$

Из последнего выражения следует, что избежать опрокидывания на подъеме можно, если высота центра тяжести $h_{ц}$ автомобиля не будет превышать расстояние от центра тяжести до оси задних колес, т. е. $h_{ц} < l_2$. Опрокидыванию транспортного средства через заднюю ось обычно предшествует скольжение (пробуксовывание), которое имеет место при условии

$$\varphi < l_2 / h_{ц}.$$

Опрокидывание через переднюю ось обычно случается только при резком торможении на крутом спуске, в основном в результате действия силы инерции (рис. 1.12, б).

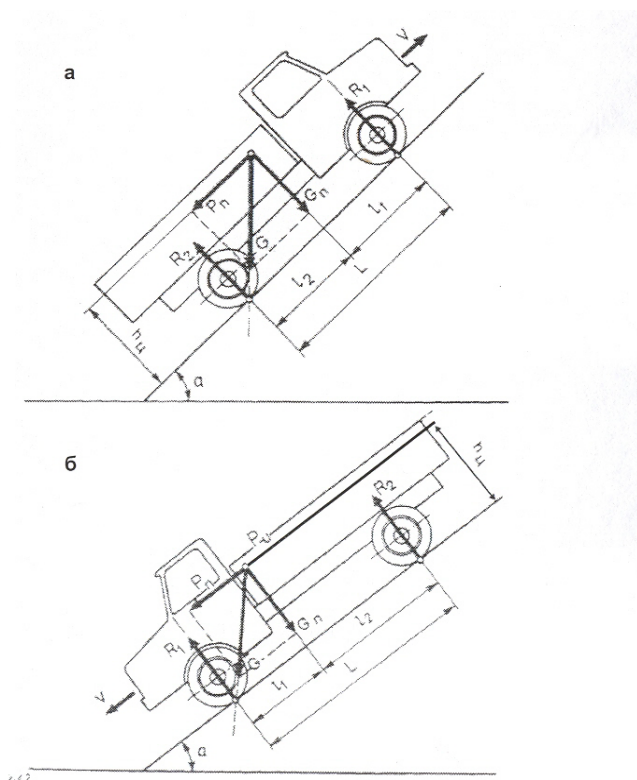


Рис. 1.12. Схема для расчета показателей продольной устойчивости автомобиля:
а – на подъеме; б – на спуске

Потеря поперечной устойчивости в эксплуатационных условиях чаще всего происходит в результате действия поперечных сил: поперечной составляющей силы тяжести транспортного средства; центробежной силы; силы бокового ветра и силы, которая появляется в результате боковых ударов о неровности дороги.

На дороге с поперечным уклоном (рис. 1.13) составляющая сила тяжести автомобиля стремится опрокинуть его или вызвать боковое скольжение. Опрокидывающему действию этой силы противодействует вторая составляющая силы тяжести $G_{\text{п}}$.

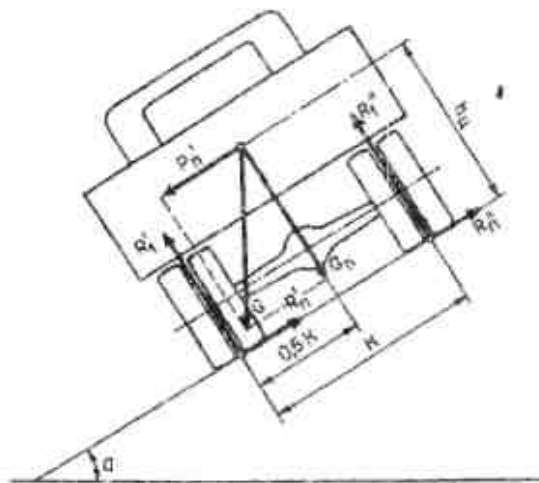


Рис. 1.13. Схема для расчета показателей поперечной устойчивости транспортного средства

Из условия равновесия сил относительно оси, проходящей через опоры левых колес, имеем

$$R''_1 K + P_{\text{п}} h_{\text{ц}} - G_{\text{п}} K / 2 = 0,$$

где R''_1 — сумма нормальных реакций на правых колесах;

K — ширина колеи;

$G_{\text{п}}$ — вертикальная составляющая полной массы.

В начальный момент опрокидывания реакции $R''_1 = 0$. Опрокидывающий момент в этом случае равен $Ph_{\text{ц}}$. Ему проти-

водействует момент, равный $G_n 0,5K$. Величина поперечной силы, при которой начинается опрокидывание, равна:

$$P_n = G_n 0,5K / h_{ц};$$

$$P_n / G_n = \operatorname{tg} \alpha = 0,5K / h_{ц},$$

т. е. устойчивость автомобиля зависит от отношения половины колеи транспортного средства $0,5K$ к высоте его центра тяжести $h_{ц}$. Эта величина характеризует устойчивость транспортного средства и называется коэффициентом поперечной устойчивости.

Равновесие транспортного средства, движущегося по косоугору, станет неустойчивым, когда вследствие его наклона направление силы тяжести пройдет через линию соприкосновения колес одной стороны автомобиля с поверхностью дороги. На коэффициент поперечной устойчивости автомобиля влияет высота его центра тяжести. Чем выше расположен центр тяжести, тем меньше коэффициент устойчивости.

При определенных условиях поперечная сила P_n стремится не только опрокинуть автомобиль, но и сдвинуть его по поверхности дороги. Этому противодействует сила сцепления шин с дорогой. Для того чтобы автомобиль под действием поперечной силы начал скользить вбок, необходимо, чтобы эта сила была больше или равна силе сцепления:

$$P_n > G_n \varphi, \text{ или } G 0,5 K / h_{ц} > G_n \varphi,$$

откуда

$$0,5 K / h_{ц} > \varphi.$$

Опрокидывание наступает только при таком состоянии поверхности дороги, при котором коэффициент сцепления окажется больше коэффициента поперечной устойчивости автомобиля:

$$\varphi > 0,5 K / h_{ц}.$$

В эксплуатации автомобиля возможны случаи, когда боковое перемещение колес ограничено не силой сцепления, а каким-либо препятствием – бортом тротуара, неровностями дороги и т. д. На мокрой, грязной, покрытой льдом или снегом дороге занос автомобиля начинается значительно раньше опрокидывания.

Скольжение и опрокидывание может произойти и на горизонтальной дороге, если транспортное средство движется по кривой (рис. 1.14). При криволинейном движении центробежная сила направ-

лена по линии, соединяющей центр поворота и центр тяжести автомобиля.

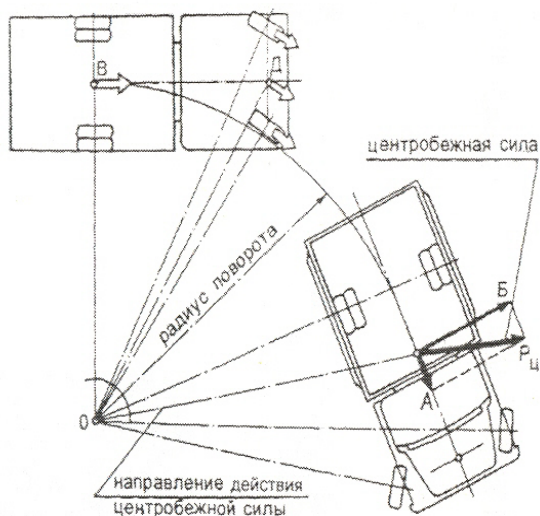


Рис. 1.14. Движение транспортного средства на повороте

Разложим центробежную силу $P_{\text{ц}}$ на две составляющие А и Б. Сила А действует вдоль автомобиля, а сила Б – в поперечном направлении. Сила Б стремится вызвать занос или опрокидывание транспортного средства.

Для определения центра поворота транспортного средства нужно к направлениям движения передней и задней осей автомобиля провести перпендикуляры ДО и ВО. Точка О их пересечения и есть центр поворота автомобиля. Задняя ось перемещается в направлении продольной осевой линии ВД, соединяющей середины задней и передней осей. Перпендикуляр ВО к продольной осевой линии совпадает с задней осью автомобиля, т. е. центр поворота автомобиля находится на продолжении задней оси. На повороте вправо правое колесо поворачивается на больший угол, чем левое, в связи с этим передняя ось движется в каком-то среднем направлении. Положение центра поворота на продолжении задней оси зависит от угла поворота управляемых колес, т. е. чем круче повернуты колеса, тем ближе к транспортному средству

центр его поворота и наоборот. Поэтому каждому определенному положению рулевого колеса соответствуют свое положение центра поворота O и величина радиуса поворота.

При непрерывном повороте управляемых колес мгновенный центр поворота непрерывно изменяет свое положение в пространстве, перемещаясь по некоторой кривой, а движение автомобиля является сложным и состоит из вращения вокруг мгновенного центра и перемещения в пространстве самого центра поворота.

Поэтому в этом случае на автомобиль действует не только центробежная сила, но еще и поперечная, возникновение которой обусловлено перемещением самого центра поворота. Величина этой дополнительной поперечной силы зависит от быстроты поворота рулевого колеса, скорости движения и положения центра тяжести.

Существенное влияние на поперечную устойчивость транспортного средства оказывает расположение груза. Оно является оптимальным при совпадении центра тяжести груза с центром тяжести автомобиля.

Неправильное расположение груза часто приводит к опрокидыванию, хотя с тем же грузом, но при правильном его расположении автомобиль может сохранить устойчивость.

Чем выше расположен центр тяжести транспортного средства, тем ниже допустимая скорость движения на повороте по условиям опрокидывания. Жидкие грузы в цистернах при неполной заправке, растворы бетона или извести, перевозимые в кузовах автомобилей-самосвалов, сыпучие грузы (зерно, щебень и др.), которые свободно перемещаются по кузову, могут нарушить поперечную устойчивость транспортного средства. Под действием центробежной силы на повороте они смещаются от оси транспортного средства к наружному краю. Подобное явление может произойти и с автобусом, в котором стоящие пассажиры под воздействием центробежной силы передвигаются к наружной стороне салона.

Учитывая это, на криволинейных участках дороги следует двигаться с особой осторожностью и заранее, до входа в поворот, снижать скорость движения.

Потеряв устойчивость при боковом (поперечном) скольжении, транспортное средство может выехать на полосу встречного движения или за пределы дороги. Если в этот момент автомобиль наедет на бордюрный камень, возможно опрокидывание. Скольжение на высокой

скорости очень опасно, так как предотвратить занос трудно, а иногда просто невозможно.

Занос транспортного средства.

Нарушение поперечной устойчивости может произойти и на участке прямолинейного движения в момент разгона или торможения, если появляется поперечная сила.

Появление этой силы обусловлено толчками и ударами колес о неровности дороги, наличием бокового ветра, а также вследствие того, что дорога почти всегда имеет поперечный уклон.

При торможении автомобиля между заторможенным колесом и дорогой возникает продольная сила, которой противодействует сила сцепления.

Когда на транспортное средство помимо продольной силы действуют и поперечная, сумма этих сил может превысить силу сцепления, что приведет к возникновению заноса. У ведущих колес при движении постоянно действует продольная сила, меняя величину и направление в зависимости от разгона или торможения.

Если в процессе торможения транспортного средства или при резком разгоне продольная сила, действующая на колеса, достигнет величины силы сцепления, то появление даже незначительной поперечной силы вызовет занос транспортного средства. Поэтому при прямолинейном движении транспортного средства, особенно по мокрой или скользкой дороге, следует избегать резкого торможения или разгона, так как даже небольшое случайное боковое воздействие на транспортное средство может привести его к заносу.

Если поперечная сила, приходящаяся на ось транспортного средства, по своей величине близка к силе сцепления колес этой оси с дорогой, то достаточно прибавить к ней даже небольшую продольную силу, чтобы их сумма превысила силу сцепления и автомобиль начало заносить. Поэтому на повороте, особенно на мокрой и скользкой дороге, рекомендуется избегать торможения или резкого разгона.

Чем больше скорость транспортного средства и резче поворот рулевого колеса, тем больше дополнительная поперечная сила. Дополнительная поперечная сила будет тем меньше, чем ближе к задней оси транспортного средства расположен его центр тяжести. При очень резком повороте и высокой скорости движения дополнительная поперечная сила может значительно превысить даже центробежную и в сумме с ней привести к потере устойчивости транспортного средства.

Поэтому необходимо избегать резких поворотов рулевого колеса, особенно на скользкой дороге.

Уменьшить действие центробежной силы можно путем уменьшения массы транспортного средства, скорости движения, увеличения радиуса поворота. В условиях эксплуатации водитель чаще всего может оперировать только скоростью.

Скорость на повороте, при которой начинается скольжение или опрокидывание, называется *предельной скоростью*. Скольжению транспортного средства противодействует сила бокового сцепления колес с дорогой, опрокидыванию – момент, зависящий от массы автомобиля. Боковому скольжению препятствует сила сцепления.

Предельная скорость будет тем выше, чем шире колея транспортного средства, больше радиус поворота и ниже центр тяжести.

Если при боковом скольжении на пути колес окажется препятствие (бордюр), то опрокидывание произойдет раньше, чем транспортное средство достигнет предельной скорости.

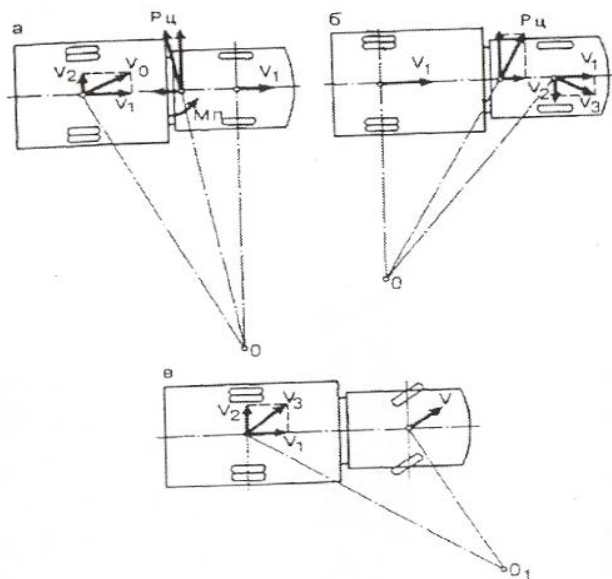


Рис. 1.15. Занос транспортного средства при прямолинейном движении:
а – заднего моста; б – переднего моста; в – гашение заноса

У транспортного средства, у которого передние колеса движутся поступательно со скоростью v_1 (рис. 1.15), а задние колеса, двигаясь со скоростью v_2 , скользят в поперечном направлении, результирующая скорость перемещения заднего моста равна v_3 . Несмотря на то, что передние колеса находятся в нейтральном положении, автомобиль поворачивается вокруг центра O . Поперечная составляющая возникающей при этом центробежной силы $P_{\text{ц}}$ действует в направлении скольжения заднего моста, повышая скорость, и занос увеличивается.

Если происходит занос переднего моста (рис. 1.15, б), то поперечная составляющая силы $P_{\text{ц}}$ направлена в противоположную сторону скорости бокового скольжения и скольжение передних колес прекращается.

Для устранения заноса заднего моста необходимо уменьшить касательную реакцию на ведущих колесах, прекратить торможение и повернуть передние колеса в сторону начавшегося заноса, тем самым центр поворота сместится в точку O_1 (рис. 1.15, в), радиус поворота увеличится, центробежная сила уменьшится. Однако сразу после прекращения заноса передние колеса нужно установить в нейтральное положение, иначе начнется скольжение задних колес в обратную сторону.

При движении автомобиля на повороте всегда действует поперечная составляющая сила $P_{\text{ц}}$, которая распределяется по осям в виде двух поперечных сил $P_{\text{ц}}''$ и $P_{\text{ц}}'$ (рис. 1.16, а) на заднюю ось, кроме того, действует сила тяги $P_{\text{т}}$. Если равнодействующая сила $P_{\text{т}} + R''_1$ окажется больше силы сцепления колес с дорогой, то заднюю ось начнет заносить (рис. 1.16, б). В связи с изменением направления движения автомобиля изменится и положение центра поворота, который переместится с точки O_1 в точку O_2 , т. е. в точку пересечения перпендикуляров AO_2 и BO_2 . С изменением центра поворота изменяется и радиус поворота – он станет меньше, что приводит к увеличению центробежной силы, а последняя способствует заносу. Начавшийся занос задней оси будет беспрерывно нарастать, если в начале его появления не принять необходимых мер предосторожности. Чем выше скорость, тем быстрее нарастает занос, поэтому по мокрой или обледенелой дороге, особенно на поворотах, нельзя двигаться с большой скоростью.

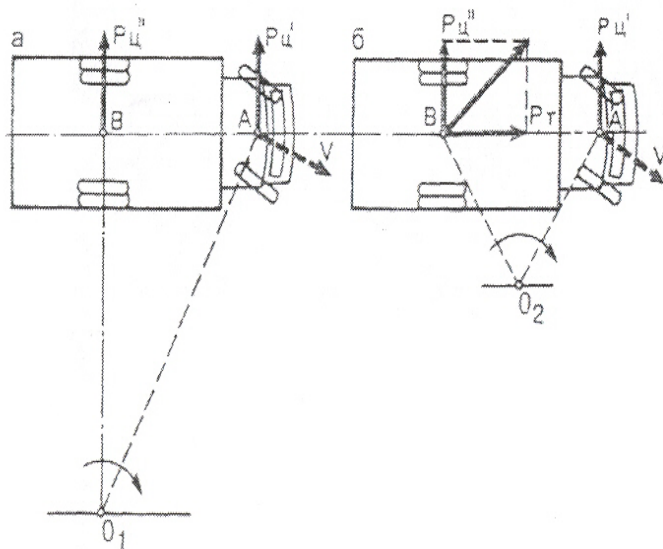


Рис. 1.16. Схема заноса транспортного средства на повороте

Особенности ликвидации заноса на переднеприводном автомобиле.

Тяговое усилие на переднеприводном автомобиле приходится на передние колеса; этим обуславливается специфика управления, особенно на скользкой дороге. В отличие от заднеприводного переднеприводной автомобиль значительно меньше подвержен заносу, в особенности при движении по прямолинейной траектории. Обычно потеря сцепления колес с дорогой происходит на поворотах.

Водитель переднеприводного автомобиля должен помнить, что при заносе нельзя уменьшать подачу топлива, а наоборот, – увеличивать.

Правила прохождения поворота на переднеприводном автомобиле:

- снижать скорость нужно до поворота;
- на повороте нужно двигаться с постоянной скоростью или с небольшим ускорением.

Если поворот будет осуществляться на большой скорости или на самом повороте слишком будет увеличена скорость движения, колеса могут потерять сцепление с дорогой и начнется снос. Автомобиль будет двигаться по касательной к траектории поворота дороги. При сносе

вернуться к прежней траектории движения путем поворота колес невозможно.

При заносе заднего моста перемещается центр поворота автомобиля. Радиус поворота уменьшается, а центробежная сила возрастает, усиливая занос. Поэтому эффективность мер по предотвращению опасных последствий заноса во многом предопределяется своевременностью действий водителя. Нажатие на педаль сцепления во время начавшегося заноса нарушает жесткую кинематическую связь ведущих колес с двигателем, что ухудшает устойчивость и может привести к усилению заноса.

Боковой занос транспортного средства возникает в условиях недостаточного сцепления шин с дорогой. Причиной заноса может быть торможение (особенно резкое) на мокрых скользких дорогах, а также резкое торможение на сухой дороге при большой скорости движения транспортных средств. Занос может возникнуть также при ускорении движения автомобиля, особенно при резком нажатии на педаль подачи топлива.

Занос на ровной сухой дороге – верный признак того, что водитель допустил ошибку.

Либо у транспортного средства плохо отрегулированы тормоза (одно, а то и оба колеса одной стороны тормозят больше, чем другой), либо водитель затормозил слишком резко, или ехал на повороте со скоростью, превышающей допустимую.

Отчего происходит занос транспортного средства при резком торможении, когда колеса заблокированы?

Поскольку ни одни тормоза не действуют абсолютно одинаково, при резком торможении одно колесо всегда будет блокироваться чуть раньше других. Неблокированное колесо тормозит сильнее заблокированного, поэтому автомобиль идет боком по дороге.

Когда тормоза отрегулированы правильно, причиной заноса может быть поверхность дороги. Поверхность дороги различна: левыми колесами автомобиль едет ближе к центру, правыми – по краю, где больше пыли, песка. Различное сцепление шин с поверхностью дороги способствует блокировке колес, а естественный профиль дороги (ее поперечный выпуклый изгиб) усиливает занос. Опасно неодинаковое давление воздуха в шинах задних колес легкового автомобиля, поскольку шина с повышенным давлением может быть заблокирована раньше, чем шина, имеющая нормальное или пониженное давление воздуха. Неопытный водитель почти всегда беспомощен при заносе, и его бессознательное

действие – торможение. Но замедления не происходит, так как при юзе нарушается сцепление шин с дорогой. Блокировка колес, т. е. движение их юзом, наоборот, удлиняет их тормозной путь.

Поэтому в случае блокировки колес надо немедленно ослабить нажим на педаль тормоза. Это – главное правило для прекращения заноса. Если водитель быстро не отпустит педаль тормоза, задняя часть автомобиля начнет, как говорят, обгонять переднюю, автомобиль может повернуться вокруг своей оси и съехать с дороги.

Если транспортное средство уже занесло вбок, занос нужно прекратить, управляя передними колесами.

Как известно, транспортное средство выводят из заноса, поворачивая руль в ту сторону, в какую происходит скольжение задних колес. При этом передние колеса должны быть повернуты в направлении, в котором автомобиль двигался до заноса. Однако очень трудно угадать, на сколько нужно повернуть передние колеса и когда следует возвращать их в обратное положение.

Неопытные водители поворачивают колеса в направлении заноса, но обычно делают это слишком сильно, так как стремятся противодействовать заносу и не умеют точно управлять рулем. Обычно такие водители забывают, что руль нужно вернуть в положение «прямо» еще до того, как выровняется транспортное средство.

Возвращение задней части транспортного средства является заносом в противоположную сторону, и если его вовремя не прекратить поворотом руля, снова возникает занос, но в другую сторону.

Транспортное средство повернется в противоположную сторону, т. е. влево. Поэтому опытные водители опережают занос поворотом рулевого колеса в сторону заноса. Но они тотчас же поворачивают руль обратно, потому что задняя часть автомобиля уже возвращается в прежнее положение.

Водитель должен твердо помнить: при заносе транспортного средства необходимо повернуть руль в направлении, куда повернута задняя часть транспортного средства, но для прекращения заноса очень важно не перестараться и своевременно повернуть передние колеса в положение, в котором они были до заноса.

И последнее: в момент, когда транспортное средство занимает положение, которое водитель стремится ему придать, рулевое колесо нужно резко повернуть влево и тотчас вернуть в прямую позицию. Такое движение останавливает занос транспортного средства влево.

Занос на повороте очень похож на занос при торможении, но причина его иная. Из-за неправильно выбранной скорости на повороте возникает значительная центробежная сила, которая нарушает сцепление с дорогой. Вывод транспортного средства из заноса в таких случаях производится следующим образом. Тормозить нельзя, наоборот, рекомендуется немного прибавить газ. Необходимо повернуть колеса в противоположную сторону, но не слишком круто и вовремя вывернуть руль в обратную сторону. Знать приемы вывода транспортного средства из заноса необходимо каждому водителю.

Однако нужно помнить, что из заноса далеко не всегда возможно благополучно выйти. Лучше его избежать.

1.6. Управляемость транспортного средства

Управляемость – это свойство транспортного средства легко изменять направление движения, следуя повороту рулевого колеса. Управляемость, устойчивость и тормозные свойства автомобиля тесно связаны и взаимно обуславливают друг друга. Они являются слагаемыми маневренности автомобиля, а значит, и безопасности дорожного движения.

Управляемость зависит от технического состояния автомобиля и, в частности, органов управления, ходовой части, стабилизации управляемых колес, давления воздуха в шинах, нагрузки на колеса и углов увода.

На управляемость автомобиля влияют также состояние проезжей части и поперечный уклон дороги, величина коэффициента сцепления шин с дорогой, направление и сила ветра.

Боковой увод транспортного средства.

На движущееся транспортное средство почти всегда действует поперечная сила, которая проявляется в результате поперечного уклона дороги, бокового ветра или поворота автомобиля.

При отсутствии боковой силы (рис. 1.17, *а*) линия AO проходит по середине протектора. Точки B и C , находящиеся на этой линии, при качении колеса касаются дороги соответственно в точках B_1 и C_1 . Траектория качения располагается в плоскости симметрии колеса. Если к колесу приложена поперечная сила $P_{бок}$, то шины колес деформируются, средняя плоскость колеса смещается относительно центра контакта, а линия AO будет изогнутой (рис. 1.17, *б*). Тогда при повороте колеса на некоторый угол точка B войдет в контакт с дорогой в точке B_2 ,

а точка C – в точке C_2 . При дальнейшем качении колеса все точки, лежащие на середине протектора, будут располагаться на линии OD . Траектория колеса (линия OD) отклоняется от плоскости колеса на угол δ , называемый углом увода.

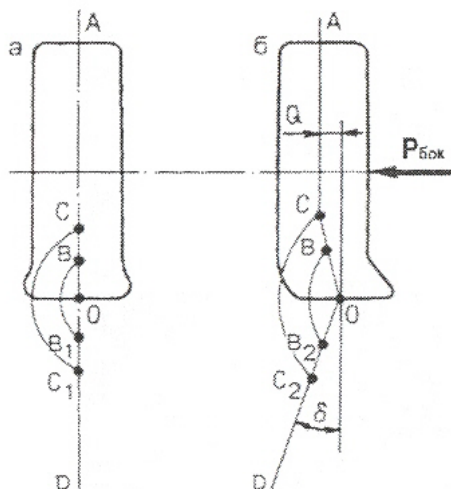


Рис. 1.17. Схема качения эластичного колеса с уводом

Схождение и развал колес может вызвать увод колес. Если силы $P_{бок}$ относительно малые, то изменение направления движения осуществляется главным образом за счет упругих деформаций шин. Увеличивающийся под действием силы $P_{бок}$ увод шины сопровождается одновременным ее проскальзыванием относительно дороги. Увеличение вертикальной нагрузки и давления воздуха в шине повышает сопротивление уводу. При уводе колеса сила, необходимая для его качения, резко увеличивается. Так как шина деформируется не только в радиальном направлении, но и в поперечном, внутреннее трение в шине возрастает, срок службы ее уменьшается. При больших углах увода наблюдается большое проскальзывание шины.

Устойчивость транспортного средства на повороте.

Чтобы на повороте колеса катились без буксования и проскальзывания, необходимо совпадение мгновенных центров поворота всех колес. Это возможно, если поворот наружного и внутреннего управле-

мых колес осуществляется на разные углы с помощью рулевой трапеции. Мгновенный центр поворота находится в точке пересечения перпендикуляров, проведенных к векторам скорости каждого колеса.

В действительности движение транспортного средства на повороте всегда сопровождается боковым уводом. Вследствие бокового увода направление движения задней оси не совпадает с продольным направлением, а отклоняется от него в сторону действия поперечной силы на угол увода δ_2 (рис. 1.18). Движение передней оси также не совпадает с направлением управляемых колес, отклоняясь от этого направления на угол увода δ_1 . Если провести к направлениям движения передней и задней осей перпендикуляры AO_1 и BO_2 , то точка их пересечения O_1 и будет действительным центром поворота автомобиля. Действительный радиус поворота не равен теоретическому радиусу и зависит от угла поворота управляемых колес и от соотношения между углами увода задней δ_2 и передней осей δ_1 .

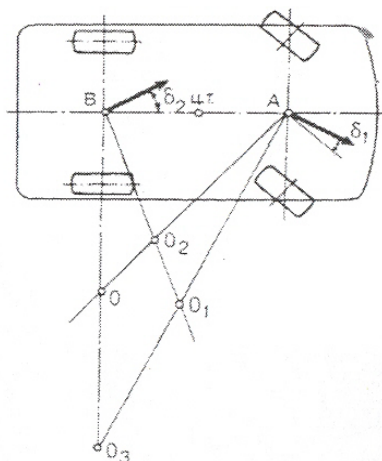


Рис. 1.18. Схема движения транспортного средства на повороте с боковым уводом

Допустим, что колеса передней оси транспортного средства обладают абсолютной жесткостью в боковом направлении и будут двигаться на повороте без бокового увода, а задняя ось – с уводом δ_2 . Тогда центр поворота будет расположен в точке O_2 и действительный радиус будет меньше теоретического.

Если абсолютной жесткостью в боковом направлении обладают задние колеса, а передняя ось движется с уводом δ_1 , то центр поворота расположен в точке O_3 и действительный радиус больше теоретического.

Автомобиль, у которого $\delta_2 < \delta_1$, называется автомобилем с излишней поворачиваемостью, а автомобиль, у которого $\delta_2 > \delta_1$, – с недостаточной поворачиваемостью.

При прямолинейном движении по горизонтальной дороге в случае внезапного действия боковой силы $P_{\text{бок}}$ автомобиль изменит свое направление. Если автомобиль имеет нормальную поворачиваемость $\delta_2 = \delta_1$ (рис. 1.19, а), то он движется прямолинейно под углом к своей продольной оси. Для движения транспортного средства без увода необходимо управляемые колеса повернуть направо и, когда транспортное средство вернется на свое место, вернуть колеса в нейтральное положение.

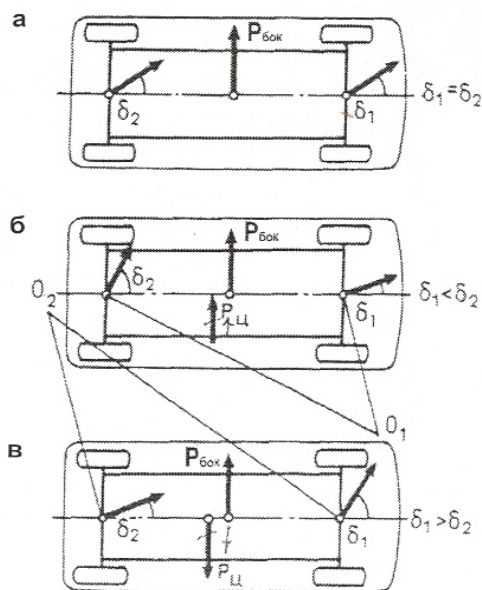


Рис. 1.19. Схема движения транспортного средства с различной поворачиваемостью:
а – нормальная; б – излишняя; в – недостаточная

Если на транспортное средство с излишней поворачиваемостью, движущееся прямолинейно, действует случайная поперечная сила (например, порыв бокового ветра), то по причине бокового увода движение автомобиля значительно изменится. Вследствие различных углов увода $\delta_2 > \delta_1$ задняя ось будет стремиться отклониться вбок больше, чем передняя (рис. 1.19, б). Транспортное средство будет двигаться по кругу около мгновенного центра поворота O_1 . Но как только прямолинейное движение автомобиля перейдет в криволинейное, возникнет центробежная сила, а следовательно, и поперечная составляющая силы $P_{ц}$, которая в этом случае будет направлена в ту же сторону, в которую направлена действующая на автомобиль случайная поперечная сила $P_{бок}$. При этом углы увода осей увеличатся, а радиус поворота уменьшится, что приведет на той же скорости движения к увеличению центробежной силы, углов увода осей и т. д.

Транспортное средство будет двигаться по траектории все уменьшающегося радиуса, пока не начнется занос. Так как величина центробежной силы зависит не только от радиуса поворота, но и от скорости движения транспортного средства, то при высоких скоростях движения достаточно приложить к автомобилю небольшую случайную поперечную силу, чтобы нарушить прямолинейное движение. Если своевременно не выровнять транспортное средство поворотом рулевого колеса, то стремительно нарастающая центробежная сила может очень легко привести к потере автомобилем поперечной устойчивости. По этой причине при управлении автомобилем, обладающим излишней поворачиваемостью, от водителя требуется повышенная внимательность и осторожность.

Сопротивление уводу тем больше, чем выше давление воздуха в шине, шире обод колеса и больше число слоев каркаса шины.

При внезапном приложении случайной силы к транспортному средству с недостаточной поворачиваемостью вследствие бокового увода (рис. 1.19, в) первоначальное прямолинейное движение также нарушается. При недостаточной поворачиваемости ($\delta_1 > \delta_2$) автомобиль поворачивается около мгновенного центра поворота O_2 и уже не в сторону действия случайной поперечной силы $P_{бок}$. Возникающая при этом дополнительная поперечная сила направлена в сторону, противоположную $P_{бок}$. И будет не увеличивать, а уменьшать углы увода осей. Возникшая поперечная составляющая силы $P_{ц}$ препятствует появлению заноса, и автомобиль сохраняет управляемость. Чем выше скорость движения автомобиля, тем больше поперечная сила, возникаю-

щая вследствие увода, и тем эффективнее ее противодействие внезапно приложенной поперечной силе. Таким образом, автомобиль, обладающий недостаточной поворачиваемостью, автоматически сохраняет прямолинейное движение, что облегчает управление. Однако если точки приложения первоначальной боковой силы $P_{бок}$ и возникшей центробежной силы $P_{ц}$ не совпадают, то возможно появление разворачивающего момента. Соотношение между углами увода δ_2 и δ_1 оказывает существенное влияние на его устойчивость и управляемость.

С точки зрения устойчивости транспортного средства необходимо придавать свойства недостаточной поворачиваемости. Этого можно достичь смещением центра тяжести автомобиля ближе к передней оси, чтобы большая доля центробежной силы, действующая на автомобиль, приходилась на переднюю ось, уменьшением давления в шинах передних колес. Величина увода шин при постоянной боковой силе обратно пропорциональна давлению воздуха в шине.

У грузовых автомобилей, имеющих спаренные колеса, углы увода передних колес получаются больше задних. Неисправности в подвеске передних и задних мостов, рессор, амортизаторов, рулевого управления способствуют увеличению увода колес. Максимальные углы увода шин – $12\text{--}18^\circ$. Средний угол увода автомобиля находится в пределах $5\text{--}7^\circ$.

С увеличением нагрузки на задние ведущие колеса необходимо повышать в них давление. Однако чрезмерное повышение давления в задних колесах может привести к снижению сцепления колеса с дорогой, что ухудшит устойчивость транспортного средства.

Каждая модель транспортного средства испытывается на явление бокового увода при подборе шин. Поэтому нельзя изменять размер шин на транспортном средстве в процессе его эксплуатации.

При необходимости поставить шину меньшего размера следует уменьшить приходящуюся на нее нагрузку или повысить в ней давление воздуха. Радиус поворота зависит не только от угла поворота управляемых колес, но и от величины углов увода колес.

1.7. Стабилизация управляемых колес

При движении автомобиля на управляемые колеса всегда действуют силы, стремящиеся отклонить их от заданного положения. В силу наличия зазоров и упругости деталей колеса отклоняются даже при фиксированном положении рулевого механизма. Это может явиться

одной из причин неустойчивого движения автомобиля. Устойчивость движения автомобиля обеспечивается стабилизацией управляемых колес, т. е. способностью управляемых колес автоматически возвращаться в нейтральное положение (положение, соответствующее прямолинейному движению автомобиля) без помощи водителя.

Стабилизация управляемых колес достигается за счет установки шкворней с наклоном в поперечной и продольной плоскостях и обеспечения стабилизирующего момента эластичными шинами при их качении с боковым уведом.

Оси шкворней управляемых колес устанавливают в поперечной плоскости под некоторым углом α к вертикали, вследствие чего при повороте управляемых колес происходит подъем передней части автомобиля. Если бы была возможность повернуть колесо на угол β (рис. 1.20), то точка контакта колеса с дорогой должна была бы переместиться по дуге AA' радиуса C и опуститься на h ниже опорной поверхности. Но в действительности это не может произойти, поэтому поворот колеса вызывает подъем автомобиля на величину

$$\begin{aligned} h &= x \cdot \sin \alpha; \\ x &= C - C \cdot \cos \beta; \\ h &= C(1 - \cos \beta) \sin \alpha. \end{aligned}$$

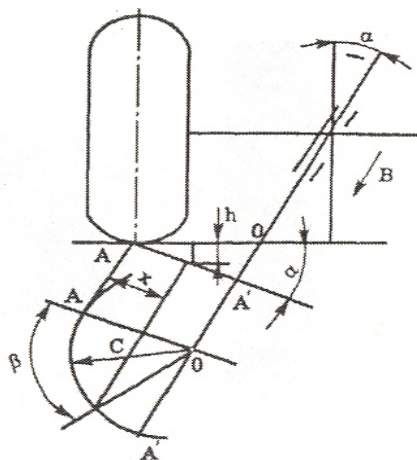


Рис. 1.20. Схема стабилизации управляемых колес в поперечной плоскости

Стабилизирующий момент значителен при движении автомобиля с малым радиусом поворота, что случается при малых скоростях движения. В некоторых случаях по конструктивным соображениям шкворень в поперечной плоскости устанавливают без наклона.

Шкворни управляемых колес устанавливают в продольной плоскости под углом γ к вертикали (наклон назад).

При повороте автомобиля возникающие боковые реакции дороги приложены у жесткого в поперечном направлении колеса на вертикальной оси, проходящей через его центр (рис. 1.21).

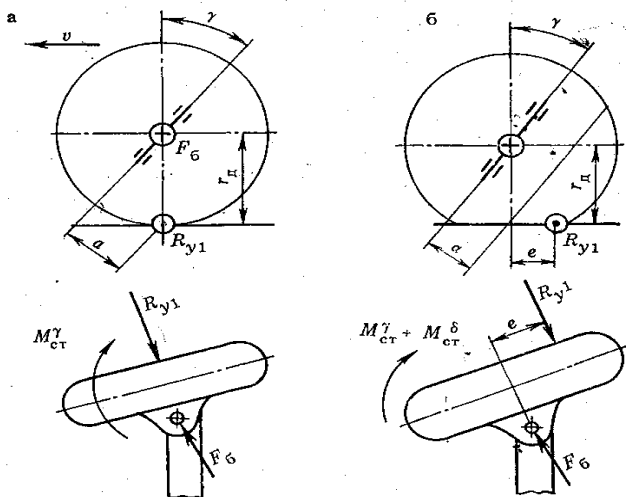


Рис. 1.21. Стабилизация управляемых колес автомобиля:
 а – за счет наклона шкворня в продольной плоскости;
 б – за счет наклона шкворня в продольной плоскости
 и за счет стабилизирующего момента эластичных шин

Вследствие наклона шкворня боковая реакция R_{y1} , приложенная в точке контакта колеса с дорогой, и боковая сила F_{δ} , приложенная к центру колеса, создают момент, стремящийся повернуть колесо в направлении, указанном стрелкой (т. е. вернуть колесо в нейтральное положение). Стабилизирующий момент равен:

$$M_{ст}^{\gamma} = R_{y1}a = R_{y1} r_{д} \sin \gamma.$$

При малой скорости движения стабилизирующей момент незначителен и сильно возрастает при увеличении скорости. Поэтому его называют скоростным стабилизирующим моментом.

При действии боковой силы на эластичное колесо точка приложения равнодействующей боковых реакций смещается назад на расстояние e . Суммарный стабилизирующий момент равен:

$$M_{\text{ст}}^{\gamma} + M_{\text{ст}}^{\delta} = R(r_{\text{д}} \sin \gamma + e \cos \gamma).$$

Смещение e , а следовательно, и момент $M_{\text{ст}}^{\delta}$ зависят от угла увода колес. Значение стабилизирующего момента возрастает при увеличении размеров шин, нагрузки на шину и уменьшении давления воздуха в ней. Понятно, что при прямолинейном движении автомобиля стабилизирующий момент равен нулю.

Так как угол увода зависит от поперечной силы, действующей на колесо, эта сила, в свою очередь, зависит от радиуса поворота и квадрата скорости движения автомобиля. Большой стабилизирующий момент может затруднять управление автомобилем, поэтому с учетом эластичности шины он выбирается в оптимальных пределах.

На рулевую трапецию автомобиля кроме стабилизирующего момента действует момент, обусловленный трением в рулевом управлении. В нейтральном положении колеса удерживаются в основном в результате трения.

Управляемые колеса автомобиля (рис. 1.22) устанавливаются под углом и к вертикали (угол развала колес). Это связано с тем, что: при качении управляемого колеса на него действует сила сопротивления качению, которая с плечом C создает момент сопротивления повороту, но при наличии развала плечо C уменьшается и управление автомобилем облегчается;

- повышается безопасность движения: колесо прижимается к внутреннему подшипнику, в случае появления зазоров в подшипниках ступицы не наблюдается виляния колеса;

- при износе поворотных цапф обратный развал отсутствует. Так как плоскость колеса отклонена от вертикали, то оно катится с боковым уводом. Для устранения этого явления управляемые колеса в горизонтальной плоскости имеют схождение. Схождение как разность расстояний B и A (рис. 1.22, б) измеряется в миллиметрах.

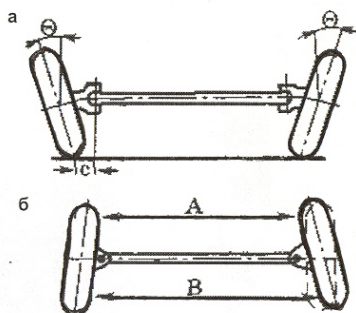


Рис. 1.22. Развал (а) и сходжение (б) управляемых колес

При наличии зазоров в рулевой трапеции касательные и боковые реакции дороги, а также удары, действующие на колеса, стремятся вызвать их отрицательное сходжение.

Во избежание этого управляемым колесам часто придается сходжение несколько большее, чем необходимо для компенсации развала.

Оценка стабилизирующих свойств управляемых колес производится по усилию, прикладываемому к рулевому управлению при движении автомобиля по кругу с постоянной скоростью. Стабилизация считается нормальной, если для удержания автомобиля на круговой траектории при боковом ускорении $a = 4 \text{ м/с}^2$ и скорости движения 40 и 80 км/ч к рулевому колесу необходимо прилагать усилие в 60–120 Н. С увеличением скорости усилие не должно уменьшаться.

Угловые колебания управляемых колес.

При движении транспортного средства могут возникнуть угловые колебания управляемых колес вокруг шкворней. Причинами, вызывающими эти колебания, являются гироскопическая связь управляемых колес, их неуравновешенность (дисбаланс) и двойная связь колес с несущей системой (рама, кузов) через рулевой привод и подвеску.

Это нарушает устойчивость и управляемость автомобиля, снижает безопасность движения, приводит к повышенному износу шин и деталей рулевого управления, увеличивает сопротивление движению.

Если колесо не уравновешено, то у такого колеса есть участок, масса которого больше массы диаметрально противоположно расположенного участка. При движении транспортного средства может возникнуть положение, когда неуравновешенная часть одного колеса (рис. 1.23, а) окажется направленной вперед, а неуравновешенная часть другого колеса – назад. Тогда и центробежные силы, вызывае-

мые этими неуравновешенными частями, окажутся направленными в разные стороны и будут стремиться повернуть управляемые колеса вокруг шкворней в сторону, указанную стрелками.

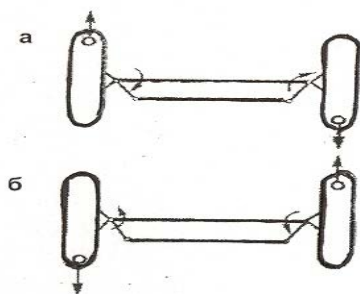


Рис. 1.23. Схема сил, действующих на неуравновешенные колеса

Когда колеса сделают пол-оборота (рис. 1.23, б), неуравновешенные части изменят свое положение и центробежные силы будут стремиться вызвать поворот вокруг шкворней в противоположном направлении.

При малых скоростях центробежные силы неуравновешенных частей колес малы и не могут преодолеть трения шин о дорогу, трения в рулевом управлении и возбудить угловое колебание колес. Гирроскопические моменты у автомобилей незначительны.

При скорости движения 60–70 км/ч начинается влияние управляемых колес. Управление автомобилем сильно затрудняется, и возникает реальная угроза потери устойчивости, когда колеса делают вокруг шкворня более 6–8 колебаний в секунду. Поэтому следует обращать особое внимание на балансировку управляемых колес.

Если во время движения будет обнаружено влияние управляемых колес или рулевого колеса, необходимо снизить скорость до предела, при котором эти явления прекратятся. Нужно тщательно осмотреть передние колеса, подвеску и рулевое управление и устранить неисправность, вызвавшую колебания управляемых колес.

Колебания «шимми» обуславливаются упругими связями между колесами в результате бокового увода шин и возникающих при этом их деформаций в плоскости контакта с дорогой. В связи с этим вокруг осей вращения поворотных цапф колес возникают переменные по величине и направлению моменты, вызывающие колебательный процесс.

Одним из способов борьбы с «шимми» является устранение люфтов в системе управления.

Боковые наклоны колес могут возникнуть при езде по неровной дороге, если у автомобиля передняя ось неразрезного типа. При такой конструкции передней оси наезд колеса на какое-либо препятствие всегда сопровождается наклоном колес. В связи с этим на автомобилях применяют независимую подвеску управляемых колес, а также стабилизаторы поперечной устойчивости.

Стабилизатор представляет собой металлический стержень, жестко связанный с обоими управляемыми колесами и с кузовом. В момент наклона кузова стержень скручивается, препятствуя раскачиванию кузова и наклону управляемых колес.

Чтобы обеспечить достаточную устойчивость и управляемость автомобиля, *водитель должен знать следующее*:

1. Нельзя превышать скорость при движении автомобиля по скользкой дороге или на повороте, чтобы не нарушить устойчивость и управляемость.

2. Следует избегать резких торможения, разгона и поворота управляемых колес при движении по скользкой дороге.

3. Необходимо учитывать высоту груза, находящегося в кузове грузового автомобиля, расположение груза на багажнике, установленного на крыше легкового автомобиля.

4. Для гашения заноса задней оси нужно прекратить торможение или разгон автомобиля и повернуть управляемые колеса в сторону заноса.

5. Необходимо своевременно и в соответствии с инструкцией смазывать узлы рулевого управления, регулировать зазоры в сочленениях, увеличивающихся в результате износа, поддерживать в шинах требуемое давление, следить за уравнированностью передних колес и тщательно их балансировать.

1.8. Проходимость транспортного средства

Проходимость – это способность транспортного средства передвигаться по плохим дорогам, бездорожью, дорогам, покрытым снегом или льдом, а также возможность преодолевать естественные и искусственные препятствия на пути движения без вспомогательных средств.

Важнейшими факторами, влияющими на проходимость, являются:

- 1) геометрические параметры автомобиля;

2) конструкция отдельных агрегатов трансмиссии (подвески, коробки передач, дифференциала и др.);

3) опорно-тяговые свойства (давление колес на почву, коэффициент сцепления, колесная формула).

На проходимость транспортного средства в значительной степени влияют квалификация водителя, стиль вождения и скорость движения.

Проходимость транспортного средства часто ограничивается недостаточной силой сцепления ведущих колес с дорогой. На проходимость автомобиля влияют давление шин на дорогу, рисунок протектора, степень его износа, совпадение следов передних и задних колес. По мере уменьшения давления воздуха в шинах площадь контакта с дорогой увеличивается, а опорное давление снижается.

Для движения транспортного средства по мягким, влажным грунтам нужно использовать шины, имеющие протектор с большими выступами (грунтозацепами). В момент погружения выступов в грунт из-за малой их площади контакта давление в месте контакта большое, поэтому влага хорошо выдавливается. Потом, по мере погружения колеса в грунт, увеличивается площадь срезаемого грунта.

Для движения по пахоте, сильно размокшей дороге, песку или снегу применяют шины с особо широким профилем и низким давлением воздуха.

У обычной шины в контакте с дорогой находится около 8 % ее длины окружности, а у шины с регулируемым давлением – до 16 %.

Шины с регулируемым давлением применяют на автомобилях высокой проходимости. В связи с тем, что они работают в более тяжелых условиях и при пониженных давлениях воздуха, срок службы их в 2–2,5 раза меньше, чем у обычных шин. Пробег этих шин не превышает 20–25 тыс. км. Кроме того, эти шины имеют пониженную грузоподъемность по сравнению с обычными шинами того же размера.

При увеличении диаметра колеса проходимость автомобиля увеличивается. На транспортных средствах высокой проходимости устанавливаются колеса диаметром 1,5–2,0 м, а иногда до 3 м.

Чтобы транспортное средство могло двигаться по рыхлому грунту, необходимо, чтобы сила тяги на ведущих колесах была больше, чем сила сопротивления качению всех колес, но не превышала силу сцепления шин с дорогой.

Расстояния между низшими точками автомобиля и опорной поверхностью колес при полностью нагруженном транспортном средстве определяют дорожный просвет h (рис. 1.24). Это расстояние характе-

ризует возможность движения транспортных средств без задевания неровностей дороги или сосредоточенных препятствий (камней, пней). Минимальные просветы для легковых автомобилей – 150–220 мм, грузовых – 250–350 мм, автобусов – 220–300 мм.

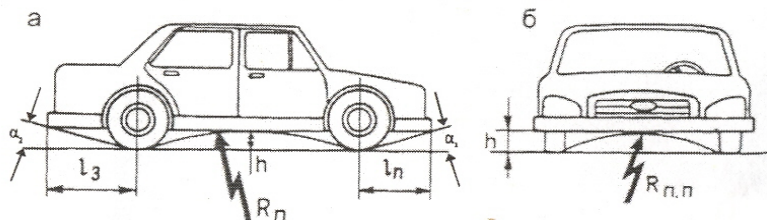


Рис. 1.24. Геометрические показатели проходимости транспортного средства

Возможность движения транспортного средства без задевания за неровности дороги зависит также от величины радиуса продольной проходимости R_n . Он представляет собой наибольший радиус окружности, проведенный через одну из низко расположенных точек касательно к внутренним окружностям передних и задних колес. Чем меньше величина R_n , тем лучше проходимость автомобиля.

Радиусы продольной проходимости для легковых автомобилей с колесной формулой 4×2 – 3,2–8,3 м, грузовых – 4×2 – 2,7–5,5 м, грузовых – 4×4,8×4,6×6 – 1,9–3,6 м, автобусов – 4–9 м.

Окружность, проведенная касательно к правому и левому передним и задним колесам через нижнюю точку переднего и заднего мостов, определяет радиус поперечной проходимости $R_{п.п.}$. Проходимость автомобиля зависит от углов въезда α_1 и съезда α_2 . Углы проходимости представляют собой углы, образованные плоскостью дороги касательными, проведенными из низших, наиболее удаленных точек передней и задней частей кузова к внешним окружностям шин соответственно переднего или заднего колес.

Углы α_1 и α_2 , передний свес l_n и задний свес автомобиля l_3 характеризуют проходимость автомобиля по неровным дорогам, буграм, выбоинам, канавам, при въезде на препятствие или при съезде с него (переезде через канаву). Для легковых автомобилей $\alpha_1 = 20\text{--}30^\circ$, $\alpha_2 = 15\text{--}20^\circ$; грузовых – $\alpha_1 = 40\text{--}60^\circ$, $\alpha_2 = 25\text{--}45^\circ$; для автобусов $\alpha_1 = 10\text{--}40^\circ$, $\alpha_2 = 6\text{--}20^\circ$.

Передний $l_н$ и задний $l_з$ свесы транспортного средства определяются расстоянием от крайней точки контура передней (задней) выступающей части автомобиля по длине до плоскости, перпендикулярной опорной поверхности и проходящей через центры (передних) задних колес транспортного средства.

1.9. Маневренность транспортного средства

Свойство транспортного средства поворачиваться на минимальной площади называется *маневренностью*. Она характеризует проходимость транспортного средства в горизонтальной плоскости. На маневренность транспортного средства оказывают влияние длина и ширина автомобиля, длина базы автомобиля (расстояние между передней и задней осями), наибольший угол поворота управляемых колес. Транспортное средство обладает лучшей маневренностью, если оно короче, уже, имеет короткую базу и управляемые колеса его поворачиваются на больший угол.

Маневренность оценивается минимальным радиусом поворота наружного переднего колеса $R_н$ (рис. 1.25, а), шириной полосы движения A , которую занимает транспортное средство при повороте, максимальным выходом отдельных частей транспортного средства за пределы траектории движения наружного переднего (а) и внутреннего заднего (б) колес автомобиля.

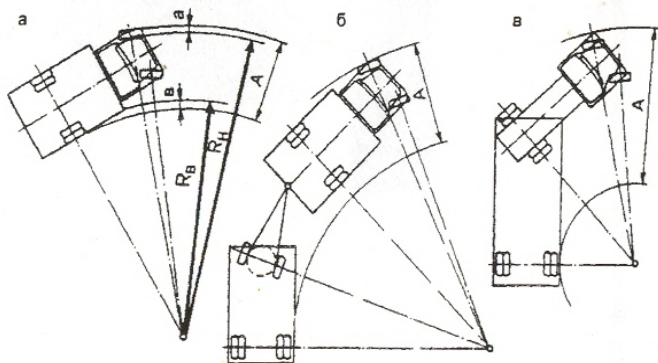


Рис. 1.25. Показатели маневренности:
а – одиночный автомобиль; б – тягач с прицепом;
в – тягач с полуприцепом

Максимальная ширина полосы движения $A = R_n - R_b + a + b$, наружный радиус поворота R_n определяет дугу, описываемую крайней передней точкой транспортного средства с центром поворота в точке O , внутренний радиус поворота R_b – дугу, описываемую боковой поверхностью транспортного средства у задней его оси.

Разность между наружным R_n и внутренним R_b радиусами поворота определяет ширину полосы A , необходимую для проезда транспортного средства, без задевания за препятствия или другие транспортные средства. Величина радиусов поворота и ширина полосы проезда зависят от максимального угла поворота передних колес, расстояния между осями и габаритной длины транспортного средства.

При криволинейном движении ширина динамического коридора может быть довольно большой. Ширина динамического коридора автопоезда значительно больше, чем у одиночного автомобиля с той же габаритной шириной, так как прицеп и полуприцеп смещаются к центру поворота (рис. 1.25, б, в), с увеличением числа буксируемых прицепов, базы прицепа и длины дышла ширина полосы движения автопоезда растет. Поэтому для улучшения маневренности и уменьшения динамического коридора применяют прицепы с управляемыми передними колесами. Одиночные транспортные средства со всеми управляемыми колесами наиболее маневренны.

1.10. Плавность хода транспортного средства

Под *плавностью хода* понимают совокупность свойств транспортного средства поглощать различные толчки, удары и вибрации, возникающие при движении.

Плавность хода – весьма важное эксплуатационное качество, которое влияет на самочувствие водителя, производительность и экономичность работы, на тяговые качества, на долговечность автомобиля и безопасность его движения.

Основными источниками возникновения вынужденных колебаний являются взаимодействие колес с неровностями дороги, геометрическая и силовая неоднородность шин, неравномерность вращения колес. Кроме того, плавность хода зависит от общей компоновки транспортного средства и отдельных его конструктивных особенностей, подвески, а также от мастерства вождения.

Неровности дороги бывают единичные и повторяющиеся. Неровности на дороге с твердым покрытием имеют, как правило, волны или

выбоины. Профиль грунтовых и гравийных дорог подвержен частым изменениям, особенно весной и осенью. Полевые дороги имеют неровности, определяемые возделыванием тех или иных сельскохозяйственных культур.

Подвески транспортных средств бывают жесткие, полужесткие и упругие. В настоящее время для мобильных машин жесткие подвески не применяются.

В зависимости от схемы соединения звеньев различают зависимые и независимые подвески.

В независимой подвеске каждое опорное колесо соединено с остовом через самостоятельные кинематические звенья и упругие элементы, а при зависимой – перемещение одного колеса относительно остова вызывает перемещение другого.

Колебательный процесс транспортного средства характеризуется частотой, амплитудой, скоростью колебаний, ускорением и скоростью изменения ускорений.

1.11. Информативность транспортного средства

При управлении транспортным средством водитель принимает конкретное решение на основании переработанной информации, которую он получает с помощью анализаторов (зрительного, слухового и др.) от внешних раздражителей.

Свойство транспортного средства обеспечивать участников движения информацией, необходимой для динамичного функционирования системы «водитель – транспортное средство – дорога», называется *информативностью*. Оно является одним из эксплуатационных свойств автомобиля, которые определяют его безопасность.

Информация к водителю поступает с помощью сигналов (движущиеся объекты, физические процессы, звуковые источники и т. д.), возникающих как при нормальном процессе – естественные сигналы, так и специально предназначенных для сообщения – искусственные.

При выполнении конкретной работы сигналы, необходимые водителю, поступают к нему через органы чувств, которые реагируют на физические и химические изменения, происходящие в окружающей среде и в его организме (воздействие звука, света, запаха, изменение температуры и т. д.).

Они вызывают в нервной системе человека сложные физиологические процессы, которые отражаются в его сознании в форме ощу-

ний (зрительных, слуховых, осязательных и т. д.). Наиболее важны для водителя зрительные ощущения, так как зрительный анализатор составляет ему более 90 % всей необходимой информации.

В процессе движения водитель должен реагировать на информацию, исходящую как от управляемого им автомобиля или трактора (внутренняя информативность), так и от других транспортных средств (внешняя информативность).

Информативность транспортного средства бывает визуальной, звуковой и тактильной. *Визуальная информативность* транспортного средства – форма, размеры, цвет, светосигнальное оборудование, элементы щитка приборов, параметры обзора.

Звуковая информативность – звуковые сигнализаторы, шум двигателя и трансмиссии.

Тактильная информативность – реакция органов управления на действия водителя.

Визуальная информативность играет большую роль для обеспечения безопасности движения, так как это свойство выдает визуальную информацию о месторасположении на дороге, режиме движения. Визуальная информативность подразделяется на внешнюю и внутреннюю.

Внешнюю визуальную информативность определяют габаритные размеры транспортного средства, системы внешней световой сигнализации, световозвращатели. Транспортные средства информируют других участников движения о своем присутствии и маневрах своими габаритами, формой и окраской. Окраска транспортного средства должна обеспечивать световой и цветовой контраст с дорожным покрытием. Транспортные средства, окрашенные в яркие и светлые тона, имеют лучшую информативность, чем транспортные средства черного, серого или коричневого цвета.

Вероятность столкновения с ними в тумане, сумерках или во время дождя особенно велика. Оптимальными с точки зрения безопасности цветами транспортного средства являются оранжевый, желтый и красный.

В темное время суток особенно хорошо видны поверхности, на которые нанесены краски с включением шаровой катоптрической оптики или металлических световозвращающих частиц. В свете фар (до 100 м) при наличии на транспортном средстве световозвращающих участков дальность обнаружения транспортного средства значительно увеличивается.

На фоне дополнительного цвета всякий цвет воспринимается более насыщенным и ярким. По этой причине транспортные средства оперативных служб окрашивают в два цвета, при этом один из них относится к группе цветов, отличающихся наибольшей дальностью видимости.

Световозвращатели.

Экономичным и эффективным средством улучшения информативности автомобиля в темное время суток на дороге является оснащение их специальными *световозвращающими знаками*.

Самый простой световозвращатель (рис. 1.26, а) представляет собой гибкую эластичную пленку толщиной 0,2 мм с микроскопическими стеклянными шаровыми линзами диаметром 20–25 мкм, размещенными в слое порошкообразного алюминия.

Более качественный световозвращатель (рис. 1.26, б) изготавливается из материала с гладкой пленкой (для предохранения поверхности от воздействия внешней среды), связующего слоя, металлической фольги, клеевого слоя и плотного бумажного основания.

Диапазон углов падения света на отражающую поверхность находится в пределах 5–175°. Преломленный сферическими поверхностями микрошаров световой пучок отражается под углом 180° и направляется к источнику излучения. Отраженный свет не ослепляет водителя.

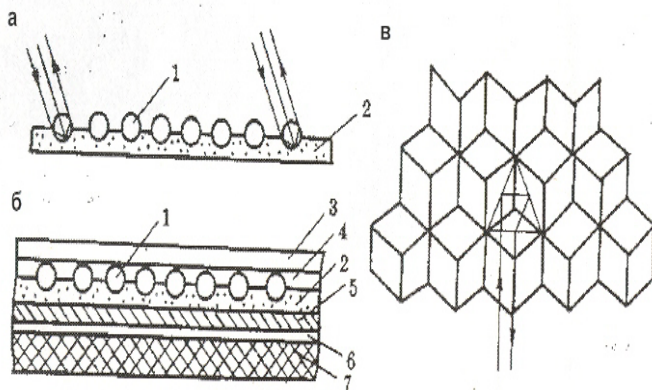


Рис. 1.26. Конструкция световозвращателей:

а – простейший; б – пленочный закрытый; в – плоскопризмный; 1 – шаровая линза; 2 – слой порошкообразного алюминия; 3 – защитная пленка; 4 – связывающий слой; 5 – фольга; 6 – слой клея; 7 – бумажное основание

Большое распространение нашли плоскопризмные световозвращатели, изготавливаемые из полимеров (рис. 1.26, в). Они имеют выгодное расположение трех взаимно перпендикулярных отражающих граней. Световозвращатели эффективны при углах падения света $\pm 35^\circ$, дальность видимости их в свете фар – до 600 м.

Для транспортных средств обязательно наличие двух задних красных светоотражающих приспособлений нетреугольной формы, для прицепов – треугольной. У прицепов и полуприцепов на боковых поверхностях устанавливаются дополнительно световозвращатели оранжевого цвета. Кроме того, на прицепах и полуприцепах спереди должны быть установлены световозвращатели белого цвета.

Согласно требованиям ЕЭК ООН, на механических транспортных средствах устанавливаются плоскопризмные светоотражатели.

В настоящее время ГОСТ 8769-75 регламентируется *комплект обязательных для каждого транспортного средства сигнальных приборов*: указатели поворотов, сигналы торможения, габаритные огни, фонарь освещения регистрационного знака, а также количество, расположение, цвет и видимость сигналов.

При необходимости на транспортных средствах устанавливаются дополнительные световые сигналы и фонари. Например, сигнал, обозначающий увеличение габарита автомобиля при открывании дверей; световой сигнал, указывающий на внезапно возникшее аварийное состояние автомобиля (одновременное мигание всех указателей поворотов); стационарные световые сигналы; фонари заднего хода; фонари, обозначающие автопоезд; противотуманные задние фонари.

К внутренней визуальной информативности относятся панель приборов и устройства, улучшающие обзорность.

Показания контрольно-измерительных приборов и сигнализаторов приборной доски транспортного средства дают следующую информацию:

- текущее состояние систем автомобиля, непосредственно обеспечивающих безопасность движения (тормозная система, соединение с прицепом, светосигнальное оборудование, система пассивной безопасности);
- характеристики движения тракторного средства в пространстве (скорость, уменьшение критической дистанции при движении в потоке);
- эксплуатационное состояние систем и агрегатов (двигателя, ходовой части, трансмиссии, электрооборудования и др.).

Важнейшей эксплуатационной характеристикой транспортного средства в отношении безопасности движения является обзорность с рабочего места.

Обзорность транспортного средства – это конструктивное свойство, определяющее объективную возможность для водителя беспрепятственно видеть путь движения и объекты, которые могут помешать безопасному движению.

Обзорность определяется размерами окон, шириной и расположением стоек салона, местом расположения водителя относительно окон, размерами зон, очищаемых стеклоочистителями, конструкцией омывателей, системой обогрева и обдува стекол, а также расположением, числом и размером зеркал заднего вида.

Звуковая информативность.

Во время движения транспортного средства на органы слуха водителя воздействуют разнообразные звуки, которые можно подразделить на случайные (шумы, отвлекающие водителя от управления) и звуки, несущие информацию об окружающей обстановке, состоянии агрегатов и механизмов транспортного средства.

Основными источниками звуковой информации являются двигатель, трансмиссия, ходовая часть, шины. Под влиянием этого шума снижается устойчивость ясного видения, ослабляется сумрачное зрение, нарушается деятельность вестибулярного аппарата, наступает преждевременная усталость водителя. Шум уменьшает информативность звуковых сигналов, несущих полезную информацию. Поэтому необходимо уделять внимание снижению звукового фона.

Звуковые сигналы можно использовать для передачи водителю простейшей информации, а также предупредительных сигналов, если нужно привлечь его внимание. В особо опасных случаях может быть предусмотрено дублирование аварийного светового сигнала прерывистым звуком (например, сигналы о недостаточном давлении воздуха в шинах). Использование звуковых сигнализаторов позволяет разгрузить зрительный анализатор водителя, что имеет особое значение по мере увеличения числа приборов внутренней визуальной информативности водителя.

1.12. Пассивная и послеаварийная безопасность транспортных средств

Пассивная безопасность – это свойство транспортного средства уменьшать тяжесть последствий ДТП. Она проявляется в период, ко-

гда водитель, несмотря на принятые меры безопасности, не может изменить характер движения транспортного средства и предотвратить дорожно-транспортное происшествие.

Эта фаза ДТП характеризуется событиями, вызывающими наиболее тяжелые последствия (повреждение транспортного средства, травмирование водителя) внутри кабины (салона).

Пассивную безопасность подразделяют на внутреннюю и внешнюю. *Внутренняя пассивная безопасность* снижает тяжесть последствий ДТП, т. е. уменьшает возможное травмирование водителя.

Внешняя безопасность уменьшает возможность нанесения повреждений другим участникам движения.

Иногда применяют термин, обратный внешней пассивной безопасности, – «*агрессивность транспортного средства*».

При тяжелых дорожно-транспортных происшествиях (столкновение, наезды на неподвижные препятствия, опрокидывания) сначала деформируются детали машины, т. е. происходит первичный удар. Кинетическая энергия, которой обладает движущееся транспортное средство, тратится на поломку или деформацию деталей. Человек, находящийся в салоне транспортного средства, продолжает движение по инерции с прежней скоростью, так как силы, удерживающие тело (мышечное усилие конечностей, трение о поверхность сиденья), не могут препятствовать его перемещению. Это приводит ко вторичному удару о рулевое колесо, панель приборов, ветровое стекло и т. п. Величина вторичного удара зависит от скорости и замедления транспортного средства, формы и механических свойств деталей, о которые ударяется человек.

При высоких скоростях движения возможен и третичный удар – внутренних органов человека (мозга, сердца, печени) о кости скелета. Это может привести к серьезным повреждениям внутренних органов, разрушению кровеносных сосудов и нервных волокон.

Большую часть травм водители транспортных средств получают во время вторичного удара.

При этом тяжесть и характер травмы зависят от многих факторов и, в частности, от вида дорожно-транспортного происшествия, конструкции автомобиля, скорости движения, наличия защитных приспособлений, снижающих тяжесть ДТП, и т. д.

Человек может выдержать кратковременно (в течение 0,01–0,2 с) перегрузку до 40–50 g (400–500 м/с²).

Совершенствование транспортных средств в части повышения их пассивной безопасности осуществляется по нескольким направлениям. Конструктивные мероприятия, улучшающие внутреннюю пассивную безопасность, предусматривают уменьшение инерционных перегрузок при ударе, ограничение перемещения водителя в салоне, устранение опасных, с точки зрения травматизма деталей.

В третьем периоде транспортные средства, как правило, не контактируют. Их энергия расходуется на преодоление внешнего сопротивления.

Основной причиной разрушения транспортных средств и травмирования людей при ДТП являются ударные нагрузки, которые носят импульсный характер, и хотя действие их весьма кратковременно, они достигают больших величин вследствие резкого изменения скорости.

Для снижения инерционных нагрузок увеличивают продолжительность деформации деталей. Для этого на рабочем месте водителя создают защитную зону путем устройства жесткого каркаса в сочетании с легко сминающимися при ударах передней и задней частями кузова.

Часто во время удара водитель может получить травму уже при первичном ударе. Во время вторичного удара тело водителя деформирует рулевое колесо и входит в контакт со ступицей и рулевым валом. В результате водитель транспортного средства получает тяжелые переломы лица, груди, брюшной полости.

Чтобы защитить водителя транспортного средства, рулевое колесо делают большого диаметра и спицы составляют с плоскостью обода угол не менее 20° .

С помощью исследований доказано, что наиболее простым и эффективным средством, ограничивающим перемещение водителя при аварии, являются ремни безопасности. В ремнях безопасности применяют инерционные катушки, на которые намотана свободная часть ремня. При плавных перемещениях тела человека ремень разматывается, не мешая движению. При больших ускорениях (обычно около $0,4\text{--}0,5\text{ g}$) катушка блокирует ремень.

Крепление безопасных сидений должно выдерживать нагрузку, равную 20-кратному весу сиденья, приложенную параллельно продольной оси автомобиля.

Спинка сиденья должна выдерживать приложенную в верхней ее части нагрузку, действующую горизонтально по направлению от передней части автомобиля к задней и равную моменту силы $54\text{ кН} \cdot \text{м}$. Система перемещения и регулировки сиденья должна иметь автоматическую блокировку, выдерживающую продольную перегрузку до 20 g .

Кабина транспортного средства должна быть оборудована только безопасными деталями, без острых углов и граней.

Выступающие ручки, выключатели, кнопки, расположенные на панели приборов в зоне возможного удара о них тела водителя и выступающие над поверхностью панели на 3–9,5 мм, должны иметь головку площадью не менее 200 мм² с радиусом закругления не менее 2,5 мм.

Послеаварийная безопасность – свойство транспортного средства уменьшить опасные последствия ДТП.

За кульминационной фазой ДТП следует конечная. Конец этой фазы часто совпадает с прекращением движения транспортного средства.

К элементам послеаварийной безопасности транспортного средства относятся конструктивные особенности, дополнительные приборы, предотвращающие возникновение опасных последствий, случающихся в результате ДТП (пожар, заклинивание дверей).

После возникновения ДТП в результате нарушения герметичности топливной аппаратуры и соприкосновения топлива с нагретыми деталями или электрической искрой может начаться пожар.

2. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОРГАНОВ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

2.1. Рулевое управление и подвеска. Установка управляемых колес

Существует много конструкций и вариантов размещения узлов подвески, но общими для них являются имеющие незначительные различия конструктивные элементы, обеспечивающие требуемые углы установки колес. Однако эти конструкции характеризуются некоторыми особенностями, определяющими положение колес во время движения транспортного средства. Повреждение, износ и установка не соответствующих данной модели транспортного средства шин, колес, деталей подвески могут привести к большой перегрузке систем рулевого управления и подвески и неблагоприятно повлиять на управляемость транспортного средства.

В конструкции механизма управляемых колес имеются три угла их установки: продольного наклона шкворня (рис. 2.1), поперечного наклона шкворня (рис. 2.2) и развала колес (рис. 2.3).

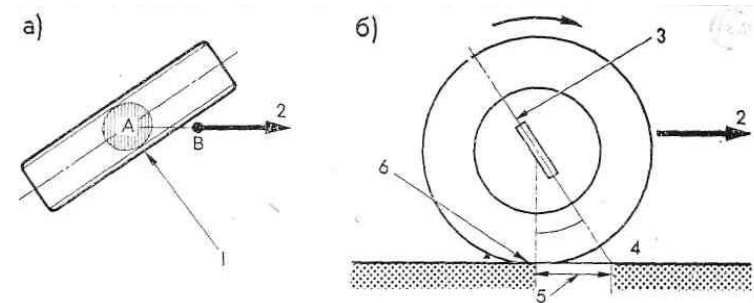


Рис. 2.1. Схема продольного наклона шкворня:

- a* – вид сверху; *б* – вид сбоку;
 1 – боковая сила; 2 – направление движения;
 3 – ось шкворня; 4 – положительный угол
 продольного наклона шкворня;
 5 – стабилизирующее плечо; 6 – зона контакта,
 через которую действует сила

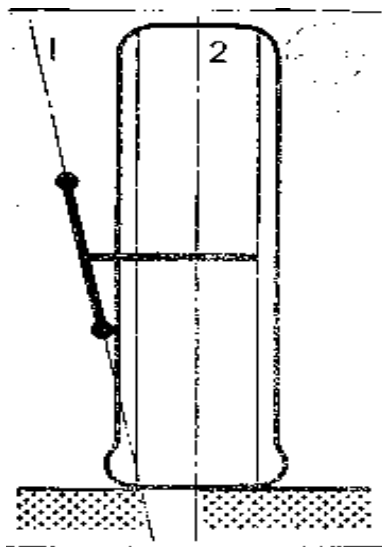


Рис. 2.2. Схема поперечного наклона шкворня:

- 1 – ось шкворня; 2 – вертикальная осевая плоскость колеса

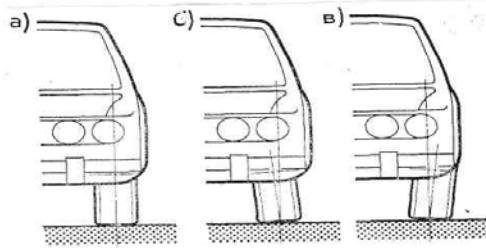


Рис. 2.3. Схема развала колеса:
а – вертикальное положение колеса; *б* – отрицательный угол развала (верхняя часть колеса наклонена к осевой плоскости автомобиля); *в* – положительный угол развала (верхняя часть колеса наклонена в сторону от осевой плоскости автомобиля)

Роль угла продольного наклона шкворня.

Из-за продольного наклона шкворня центр зоны контакта колес с дорогой всегда находится сзади точки пересечения оси шкворня с плоскостью дороги. Простейшим примером подобной конструкции является вилка переднего колеса велосипеда. При такой ориентации оси шкворня угол его продольного наклона считают положительным. При наличии угла между повернутым управляемым колесом и общим направлением движения автомобиля (см. рис. 2.1, *а*) возникает тенденция к боковому сдвигу колеса, которому препятствует реакция дороги. Так как сила приложена к точке *А*, находящейся сзади точки пересечения оси шкворня с дорогой, то возникает действующий по часовой стрелке вокруг этой оси момент, стремящийся выровнять колесо и вернуть транспортное средство на траекторию прямолинейного движения. Этот эффект самовыравнивания, стабилизации управляемых колес характерен как для переднеприводных, так и для заднеприводных транспортных средств. Он дает водителю ощущение того, что автомобиль «хорошо держит дорогу», облегчает контроль за его движением по прямой.

Не соответствующий норме продольный наклон шкворней может вызвать нестабильность управляемых колес. Поэтому необходимо обеспечить как можно более точное равенство этих углов на левой и правой сторонах транспортного средства. Особенно важен контроль за независимой подвеской колес, которая в большей степени, чем другие виды подвесок, подвержена разрегулировке с нарушением правильности указанных углов.

Комбинированные углы наклона шкворней.

Когда транспортное средство перемещается по дороге, возникает сопротивление движению колес, величина которого зависит от качества дорожного покрытия, типа шины и возрастает при затормаживании колес (рис. 2.4).

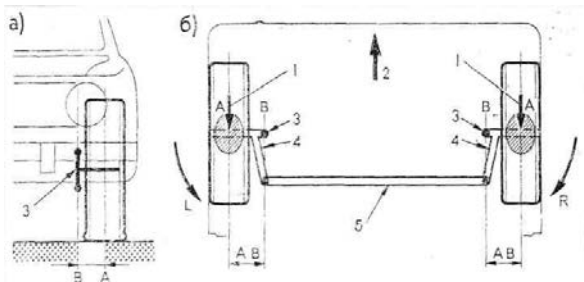


Рис. 2.4. Схема сил сопротивления движению колес:
а — вид спереди; б — вид в плане; 1 — сила сопротивления движению колес; 2 — направление движения; 3 — шкворень;
4 — поворотный рычаг; 5 — поперечная рулевая тяга

Сила сопротивления приложена к колесу в зоне его контакта с дорогой (в точке *A*) и противоположна по направлению силе, движущей колесо, приложенной в точке *B*. Наличие плеча *AB* приводит к возникновению моментов, действующих на колеса в направлениях *L* и *R*. В результате поворотные рычаги и поперечная рулевая тяга подвергаются сжатию. Если силы сжатия слева и справа одинаковы, то автомобиль не отклоняется от прямолинейной траектории.

Если же это равенство нарушается, например при наезде одного колеса на неровность дороги, то возникший дисбаланс сил должен быть для сохранения прямолинейного направления движения скомпенсирован.

Во время удара колеса о неровность возрастает момент, стремящийся повернуть его вокруг оси шкворня, особенно если расстояние *AB* достаточно велико, в результате чего при отсутствии надлежащего контроля водителя автомобиль может резко изменить курс. Чтобы свести к минимуму влияние силы, стремящейся повернуть цапфу, и, следовательно, уменьшить силу, сжимающую поперечную рулевую тягу, точку *B* приближают к точке *A* насколько это конструктивно возможно. Это достигается различными способами.

1. **Развал колеса.** Оставляя ось шкворня вертикальной, колесо можно наклонить так, чтобы точка A приблизилась к точке B (рис. 2.5, *а*). Однако угол развала приходится ограничивать, так как его превышение ведет к быстрому износу внешнего края протектора.

2. **Поперечный наклон шкворня.** Колесо может оставаться вертикальным, а ось шкворня быть наклонной по отношению к вертикали (рис. 2.5, *б*). Однако, как и в случае развала колеса, чрезмерный поперечный наклон шкворня порождает большую нагрузку на шкворневое соединение и возрастающее усилие на рулевом колесе.

3. **Сочетание развала колеса и поперечного наклона шкворня.** Умеренный наклон шкворня в сочетании с небольшим развалом колеса применяется наиболее часто, так как такая конструкция технологична в производстве и надежна в эксплуатации (рис. 2.5, *в*).

4. **Устранение вращающего момента.** Возможно конструктивное решение, при котором ось шкворня совпадает с вертикальным диаметром колеса, т. е. точки A и B находятся на одной вертикали (рис. 2.5, *г*). Оно применяется на мотоциклах, где шарнир передней вилки находится над колесом.

На автомобилях реализация этой идеи затруднена необходимостью размещения шкворневого соединения внутри ступицы колеса.

Если точка пересечения оси шкворня и центральной плоскости колеса находится ниже уровня земли, то расстояние AB между точкой пересечения оси шкворня и линией пересечения центральной плоскости с плоскостью земли считают положительным центровым расстоянием (рис. 2.5, *е*).

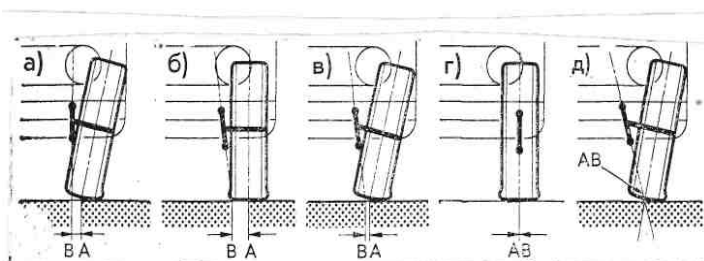


Рис. 2.5. Взаимное расположение оси шкворня и продольной осевой плоскости колеса: *а* – вертикальная ось шкворня и наклонная плоскость колеса (расстояние AB уменьшено); *б* – поперечный наклон шкворня и вертикальное колесо (расстояние AB уменьшено); *в* – поперечный наклон шкворня и колеса (расстояние AB уменьшено); *г* – вертикальные оси шкворня и фронтальной проекции колеса совпадают; *д* – рулевое управление с центральной точкой

Рулевое управление с центральной точкой.

Если точка пересечения центральной плоскости колеса находится на уровне земли (на фронтальной проекции, т. е. точки *A* и *B* совпадают), то такой вариант конструкции называют рулевым управлением с центральной точкой (см. рис. 2.5, *д*).

В практике автостроения оно применяется редко, так как характеризуется чрезмерным поперечным наклоном шкворня, что нежелательно по ряду причин и, в частности, как уже говорилось, вызывает значительную перегрузку этого шарнирного узла.

Роль поперечного наклона шкворня.

Поворачиваясь вокруг наклонного шкворня, колесо стремится опуститься вниз. Но так как этому препятствует поверхность дороги, то фактически приподнимается сам шарнирный узел подвески, а с ним и передняя часть автомобиля.

Воздействующая на автомобиль сила тяжести препятствует этому, стремясь переместить его массу в наиболее низкое и стабильное положение, которое соответствует прямой ориентации колес.

Эта особенность конструкции имеет большое значение для стабилизации управляемых колес. Тенденция их возврата в нейтральное положение становится более выраженной по мере увеличения угла поперечного наклона шкворня, так как при этом увеличивается высота подъема автомобиля при повороте колес.

Чрезмерный поперечный наклон ведет к возрастанию усилия на рулевом колесе, перегрузке узлов рулевого управления и произвольному изменению положения колес при разгоне и торможении.

Влияние установки колес и шин несоответствующей конструкции.

Замена колес на нестандартные (не соответствующие заводской технической характеристике) с отличающимся расстоянием между центральной плоскостью колеса и фланцем ступицы (рис. 2.6), если при этом не вносятся соответствующие изменения в другие узлы, приводит к изменению положения точки пересечения оси шкворня проекцией колеса на плоскость дороги.

Глубокий обод характеризуется следующими параметрами:

номинальный диаметр – на уровне опорной поверхности под борта покрышки. Он соответствует размеру, указанному на шине (например, 5,90–14);

ширина обода – между внутренними вертикальными поверхностями фланца;

высота фланца – равна половине разности между наружным и номинальным диаметрами. Обозначена кодовым шифром.

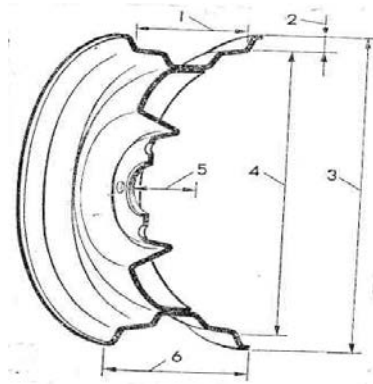


Рис. 2.6. Дискное колесо с глубоким ободом:
 1 – внутренняя ширина обода; 2 – высота фланца; 3 – наружный диаметр A ; 4 – номинальный диаметр; 5 – смещение между центральной плоскостью колеса и опорной плоскостью диска; 6 – наружная ширина обода

Центровое расстояние AB может сократиться или даже стать отрицательным, что повлечет уменьшение или исчезновение эффекта самоцентрирования колес (рис. 2.7).

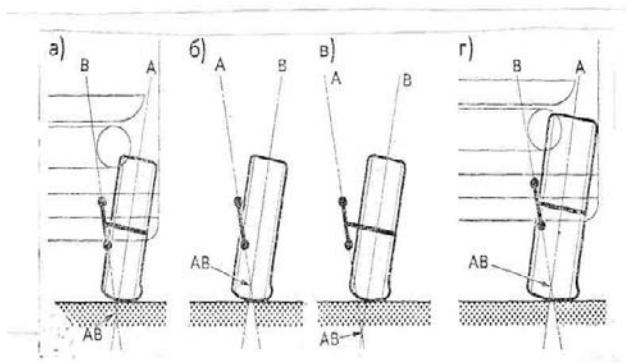


Рис. 2.7. Влияние применения колес, шин и расширяющих вставок неправильного размера: а – правильная установка (точка пересечения осей находится ниже уровня дороги); б – колесо неправильного размера (точка пересечения осей находится выше уровня дороги); в – колесо или вставка несоответствующего размера (точка пересечения осей находится намного ниже уровня дороги); г – шина слишком большого размера (точка пересечения осей находится выше уровня дороги)

В результате нарушится стабильность движения по прямой и водителю придется затрачивать больше сил для выдерживания нужного курса. Такие же последствия вызовет установка шин с увеличенной высотой профиля.

Правильная установка управляемых колес. Она обеспечивает требуемую ориентацию каждого из колес в процессе движения. Понятие «требуемая ориентация» зависит от конкретных обстоятельств, но в его основу следует положить такой принцип: колесо считается правильно ориентированным, если оно движется в направлении, совпадающем с продольной осью его проекции на горизонтальную плоскость, или, иначе говоря, если отсутствует боковое проскальзывание шины в зоне ее контакта с дорогой.

Схождение передних колес. Представим заднеприводной автомобиль, движущийся в прямом направлении. К каждому из его передних колес приложено усилие через шкворневое соединение и поворотный кулак.

Этому усилию противодействует сила сопротивления в зоне контакта шины с дорогой. Возникают моменты, которые вследствие зазора в шарнирах рулевых тяг вызывают небольшое расхождение колес и их некоторое боковое проскальзывание. Это явление устраняется первоначальной установкой колес со сходом, компенсирующим последующее расхождение, из-за чего колеса движутся точно по прямой.

Расхождение передних колес. На многих переднеприводных автомобилях ситуация иная. Здесь тяговое усилие, приложенное к передним колесам, вызывает их схождение. Для его компенсации колеса обычно устанавливают с некоторым первоначальным расхождением.

Расхождение передних колес на повороте. Исходя из принятого выше содержания понятия правильной установки колес, рассмотрим особенности соотношения углов поворота каждого из управляемых передних колес при изменении направления движения транспортного средства.

Если бы оба передних колеса были повернуты на одинаковый угол, то они стремились бы двигаться по круговым траекториям с различными центрами поворота. Понятно, что тогда их траектории должны пересечься (рис. 2.8).

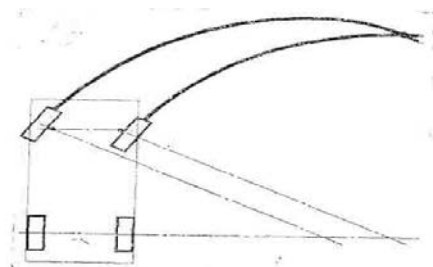


Рис. 2.8. Неправильная установка передних колес на повороте

Поскольку это невозможно, то обе шины будут проскальзывать, а их сцепление с дорогой и критическая скорость прохождения поворота уменьшатся. То же самое произойдет, если схождение или расхождение колес будет выбрано неправильно. Отсюда следует, что автомобиль и все его колеса должны двигаться на повороте вокруг одного общего центра. И так как этот центр должен лежать на продолжении оси заднего моста (рис. 2.9), то угол поворота внутреннего переднего колеса должен быть больше угла поворота внешнего колеса. Это означает, что на повороте необходимо обеспечить расхождение передних колес.

Принцип Аккермана.

Устройство отдельных шарнирных шкворневых соединений для каждого из передних колес и обеспечение их поворота на разные углы известны как принцип Аккермана, а расхождение этих колес на повороте – как расхождение передних колес по Аккерману, причем это расхождение должно быть тем больше, чем меньше радиус поворота (рис. 2.9).

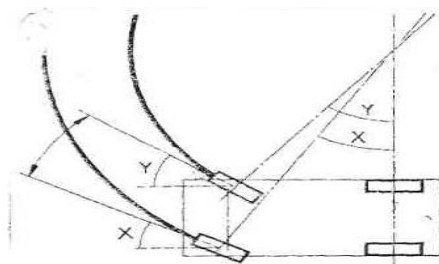


Рис. 2.9. Расхождение колес по принципу Аккермана

Для обеспечения поворота передних колес на разные углы большинство автомобилей конструируются таким образом, чтобы оси рычагов сходились в одной точке продольной оси автомобиля, обычно вблизи оси заднего моста. Точное местоположение этой точки зависит от соотношения базы и колеи автомобиля, а также ряда других факторов.

Поскольку рычаги поворотных кулаков расположены под углом друг к другу, горизонтальное перемещение их концов имеет следствием неодинаковый угол их поворота (рис. 2.10).

Однако необходимо отметить, что закон перемещения рычагов не может быть математически точно выражен для всех случаев.

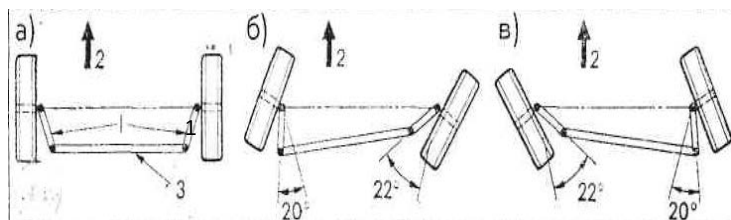


Рис. 2.10. Схемы перемещений поворотных рычагов:
а – нейтральное положение колес; *б* – поворот направо; *в* – поворот налево;
 1 – поворотный рычаг; 2 – направление движения; 3 – поперечная рулевая тяга
 (или рейка с шестерней)

Для данного положения рычагов существует лишь одно значение радиуса поворота в каждом направлении, которому соответствует угол между продольными центровыми плоскостями передних колес. На практике то положение колес данного автомобиля и звеньев механизма их управления, которому принцип Аккермана математически полностью соответствует, является лишь наилучшим усредненным результатом, но ошибка в значении радиуса поворота для других положений колес обычно настолько мала, что не имеет практического значения.

2.2. Роль тормозов в управлении транспортным средством

Тормозные силы на каждом из колес затормаживаемого транспортного средства могут быть весьма различными. Может иметь место скольжение одной пары или даже одного заблокированного колеса. При блокировании колеса направление силы его сцепления с дорогой

не зависит от геометрического ориентирования колеса и эта сила не может быть использована для управления автомобилем.

Блокировка всех колес.

Если предположить, что все колеса автомобиля, движущегося по прямой, заблокированы одновременно, то в первые мгновения он будет скользить прямолинейно, но вскоре весьма ощутимым станет действие внешних сил, таких, как составляющая силы тяжести на дороге с поперечным уклоном, поэтому автомобиль постепенно будет скользить вбок под уклон и, если не успеет остановиться, покинет пределы дороги.

Блокировка задних колес.

Если задние колеса заблокированы во время движения по прямой, то сила, связанная с высвобождением кинетической энергии транспортного средства и приложенная к его центру тяжести, будет способствовать дальнейшему его прямолинейному движению, проходящему через центр тяжести. Даже небольшой момент, связанный, например, с неодинаковыми тормозными усилиями на правой и левой сторонах или вызванный поперечным уклоном, придает транспортному средству угловую скорость вокруг мгновенного центра вращения. Если сцепление между шинами и дорогой слишком мало, чтобы скомпенсировать вращающий момент, то возникнет занос задней части транспортного средства, а при достаточно высокой скорости движения – его поворот на 180° с последующим скольжением по прямой в этом положении. Однако, когда блокирование задних колес примерно на одну секунду опережает блокирование передних колес, автомобиль движется юзом по прямой. В случае блокирования одного заднего колеса заноса не может возникнуть до блокирования второго колеса при условии, что транспортное средство не окажется подверженным воздействию какого-либо внешнего момента сил, стремящегося повернуть его вокруг вертикальной оси.

Блокировка передних колес.

При блокировании только передних колес передняя часть транспортного средства движется по прямой, так как это движение определяется положением вращающихся задних колес. Тем не менее при наличии поперечного уклона транспортное средство может сползать вбок, хотя и менее заметно, чем при блокировании всех четырех колес.

Блокировка колес на одной стороне транспортного средства.

Если колеса на одной стороне затормаживаемого транспортного средства оказываются на менее скользкой поверхности, чем другие два колеса, то транспортное средство разворачивается в сторону участка с

большим сцеплением колес. Это явление часто возникает на границе между главной полосой движения и остальной проезжей частью.

Можно представить исключительный случай, когда транспортное средство, движущееся с достаточно высокой скоростью и заторможенное на границе между обледелой дорогой и проезжей частью с приемлемым коэффициентом сцепления, будет многократно и попеременно разворачиваться то в одну, то в другую сторону так, что, то левые, то правые колеса будут оказываться на обледелой поверхности.

Неисправности тормозов.

Когда водителю не удается своевременно остановить автомобиль, то он обычно ссылается на неисправность тормозов. К сожалению, не всегда возможно детально изучить цепь событий и обстоятельств, ведущих к столкновению, которое часто действительно связано с невозможностью своевременной остановки.

Полный отказ тормозной системы.

Он обычно возникает вследствие утечки тормозной жидкости или неисправности главного тормозного цилиндра, причем работоспособным остается лишь вспомогательный (стояночный) тормоз. Что касается технического состояния транспортного средства, то один из наиболее трудных моментов расследования ДТП возникает в том случае, когда неисправность не обнаруживается, но предполагается, что тормоза не сработали, либо, когда дефект налицо, но необходимо выяснить, возник ли он до, в процессе или после происшествия. В таких случаях может понадобиться проведение экспертизы.

Неравномерное торможение.

Неравномерное действие тормозов может оставаться незаметным в обычных условиях эксплуатации, когда применяется лишь служебное торможение. Однако, когда возникает потребность в экстренном торможении, автомобиль может резко отклониться от требуемого курса либо одно из колес может заблокироваться с возникновением нежелательного скольжения. Неравномерность тормозных усилий бывает обусловлена замасливанием, загрязнением или увлажнением тормозных поверхностей, отделением фрикционных накладок, заеданием поршней в колесных тормозных цилиндрах, а также ослаблением крепления таких деталей, как опорные диски тормозных колодок. Такие же последствия могут вызвать изношенные узлы подвески и даже неодинаковое давление в шинах.

Частичный или временный отказ тормозов.

Частичный или временный отказ тормозов может быть вызван и такими причинами, как перегрузка транспортного средства (т. е. тор-

моза в этом случае просто оказываются конструктивно недостаточно мощными для эффективного замедления большой массы), попадание воды в тормозные барабаны, замасливание тормозных накладок. В основном временный отказ возникает вследствие перегрева тормозов, который резко снижает их эффективность из-за потери фрикционных свойств накладками, либо нарушения геометрии тормозных устройств (при наличии тормозных барабанов). Испарение тормозной жидкости может вызвать полную потерю давления в системе гидропривода, однако это происходит довольно редко.

Потеря фрикционных свойств.

Наиболее распространенными фрикционными материалами являются формованные смеси из асбестового волокна, неметаллических, а иногда металлических включений и объединяющей их смолистой основы. Асбест является жаропрочным материалом и в сочетании со смолистой основой придает материалу его исходные функциональные качества, включая сопротивление потере фрикционных свойств.

Асбест как составная часть фрикционного материала устойчив к воздействию тепла до очень высоких температур, но основа в этом отношении имеет худшие качества. Смолы являются сложными соединениями, молекулы которых состоят в основном из атомов углерода, кислорода и водорода, комбинируемых множеством способов. Для каждого вида смолы существует предельная температура, при которой ее структура нарушается.

При разогреве тормозной накладки в рабочих условиях выше этой предельной температуры из смеси вначале выделяются газообразные вещества, а на поверхности накладки остается слой углерода. Затем в процессе интенсивных торможений выгорает и углерод. Остается лишь асбест, который в случае применения формованного материала вскоре выкрашивается. Тканые тормозные ленты в какой-то мере еще сохраняют свою форму, после того как в экстремальных условиях торможения смола почти вся выгорает.

В процессе описанных химических изменений коэффициент трения фрикционных накладок в значительной степени изменяется. Он падает с увеличением пропорции углерода в материале накладок.

Эффективность тормозов при этом снижается, но она может затем восстановиться, если повреждение поверхности накладок не слишком большое. Повреждение ликвидируется в процессе естественного износа верхнего слоя, причем темп износа будет отличаться от нормального, а эксплуатировать такие тормоза следует в щадящем режиме.

Тепловой износ тормозов не является проблемой для водителей современных легковых автомобилей типа «седан» массового производства (за исключением переоборудованных для автогонок). Обычно только высокодинамичный автомобиль, эксплуатируемый на пределе технических характеристик, может иметь признаки теплового износа тормозных накладок.

Теплораспределение.

При пользовании тормозами тепло, генерируемое на поверхности фрикционных накладок, начинает распределяться во всех направлениях. Основная часть тепла поглощается тормозным барабаном или диском, откуда почти все оно свободно рассеивается в атмосферу (лишь незначительное количество этой теплоты излучается обратно на тормозные детали). Другая, меньшая часть объема тепла проходит через толщу фрикционных накладок к колодкам и опорному диску. Асбест является плохим проводником тепла, так же как и содержащие его смеси, но когда температуры высокие, а накладки довольно изношены, то значительная часть теплового потока поступает к тормозной жидкости в гидроцилиндрах.

Дисковые тормоза в этом отношении более уязвимы, чем барабанные, так как рабочие температуры на поверхности их фрикционных накладок выше, а путь для теплотока к цилиндрам короче. Свежая рабочая жидкость в гидроприводе дисковых тормозов имеет температуру кипения свыше 250°C , но из-за абсорбции в процессе эксплуатации точка кипения снижается до значений порядка 150°C . С увеличением высоты над уровнем моря точка кипения снижается еще больше.

Если автомобиль, в гидроприводе которого находится жидкость такой кондиции, движется по затяжному спуску с частыми торможениями и на невысокой скорости, то создаются реальные условия для закипания тормозной жидкости. Если это произойдет, то сформируются одна или две паровые пробки, по объему большие, чем рабочий объем главного цилиндра.

Поэтому нажатие на педаль не повысит давления в системе и тормоза будут бездействовать до тех пор, пока пар не сконденсируется.

Если затем автомобиль удерживался под контролем с помощью ручного тормоза, то последующая проверка основной тормозной системы засвидетельствует ее исправность, поскольку тормоза к этому времени охлаждаются, а пар сконденсируется.

Воздух в тормозной системе.

Попадание воздуха в тормозную жидкость вызывает такой же эффект «мягкой педали», как и парообразование: педаль может провалиться до пола, а в гидросистеме не возникнет необходимого давления для приведения в действие тормозов. Разница заключается в том, что воздушные пробки сами не исчезают и работоспособность тормозов не восстанавливается.

Воздух может попасть в систему при ее заполнении в результате неправильного слива жидкости; к этому же нередко приводит низкий уровень жидкости в резервуаре из-за несвоевременного долива. Могут быть и другие точки проникновения воздуха в систему гидропривода. Обычно это происходит постепенно и незаметно для водителя до тех пор, пока не возникнет критическая ситуация, в которой требуемого замедления транспортного средства достичь не удастся.

Причиной происшествия, возникшего в конце длинного крутого спуска, водитель назвал неисправность тормозов его автомобиля. При техническом осмотре автомобиля никаких дефектов не было обнаружено, хотя тормозные накладки передних дисковых тормозов были изношены. Однако этот износ сам по себе не мог вызвать отказа тормозов, тем более, что свидетели не считали скорость автомобиля чрезмерной для данных условий. Проверка тормозов на дороге дала положительные результаты.

Из бачка взяли порцию тормозной жидкости для проверки ее на температуру кипения. Она оказалась равной 163 °С, что на 87 °С ниже нормы закипания. Поэтому вполне возможно, что на крутом затяжном спуске жидкость достигла точки кипения и возникшие паровые пробки воспрепятствовали эффективному применению тормозов в аварийной ситуации.

Примечание. При проведении испытаний на температуру кипения необходимо помнить, что возможно присутствующая в тормозной жидкости вода кипит при более низкой температуре, чем тормозная жидкость, в которой вода взвешена.

Расширение тормозного барабана.

Одним из хорошо известных недостатков тормозных систем с колесными барабанами является увеличение диаметра барабанов вследствие их нагрева при торможении, что приводит к возрастанию холодного хода тормозной педали.

Тормозная система рассчитывается на нормальные условия эксплуатации автомобиля и предусматривает необходимый резерв хода педали тормоза исходя из этих условий.

Однако необычные условия, такие как участие в автомобильных гонках, могут потребовать большего резерва, чем имеющийся в наличии.

Например, барабан диаметром 279 мм (один из наиболее распространенных размеров) при температуре 400 °С (температура не чрезмерно высокая для условий автогонок) увеличивается в диаметре примерно на 1,2 мм. Если тормоза не очень хорошо отрегулированы, то дополнительный необходимый ход педали для приближения колодок к барабану может оказаться больше имеющегося резерва. На колодках имеются требуемые фрикционные накладки, но поскольку физически они не могут достичь барабана, то автомобиль не может быть остановлен.

Усилитель тормоза.

Возможны две разновидности отрицательных последствий применения вакуумного усилителя тормоза. Первая заключается в том, что появившаяся неисправность в усилителе тормоза может внезапно для водителя изменить усилие на педали. Такие неисправности редки, но время от времени возникают и их трудно выявлять. Другой отрицательный момент заключается в том, что у водителя может возникнуть потребность попытаться достичь большего замедления транспортного средства, чем то максимальное, которое обеспечивает усилитель тормоза. Но поскольку для повышения этого уровня замедления требуется резкое увеличение усилия, передаваемого на тормозную педаль, то водитель, привыкший к действию усилителя, может в критической ситуации решить, что большее замедление недостижимо вследствие теплового износа накладок.

Частичный отказ тормозных систем с отдельным гидроприводом.

На многих моделях автомобилей применен отдельный, или двухконтурный, привод к тормозам каждой из двух пар колес.

При отказе тормозов одного контура, за исключением редких случаев, остаются работоспособными тормоза на двух колесах второго контура. Возможны различные варианты разделения тормозной системы на два контура.

Вариант 1. Простейшим способом расчленения единого гидравлического тормозного привода является создание отдельных гидроприводов для тормозов передних и задних колес (рис. 2.11).

Здесь два контура подсоединены к изолированным отсекам двойного главного тормозного цилиндра. Такая схема отвечает основному требованию к отдельным тормозам: при возникновении неисправно-

сти в любой точке тормозной системы тормоза двух колес остаются работоспособными. Однако максимальный тормозной эффект, достигаемый на каждом колесе, ограничивается силой его сцепления с дорогой.

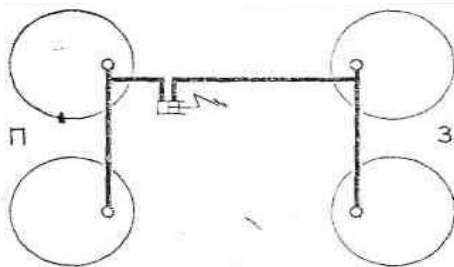


Рис. 2.11. Схема раздельного привода тормозов передних (П) и задних (З) колес

Это значит, что если пренебречь перераспределением массы по осям при торможении и принять соотношение масс, приходящихся соответственно на переднюю и заднюю ось, равным 70 и 30 %, а коэффициент сцепления считать равным 0,8, то одни задние колеса не могут обеспечить общую эффективность тормозов более 25 %.

Достижимое при этом замедление достаточно для условий нормальной езды, но оно не соответствует некоторым официальным нормативам и недостаточно для критических ситуаций, одной из них может быть являлся тот самый случай, при котором возник дефект в тормозной системе.

Разрывы трубопроводов обычно и происходят, когда водитель в целях предотвращения опасности слишком сильно нажимает на тормозную педаль. В таком случае замедление $2,4 \text{ м/с}^2$, создаваемое сохранившими свою работоспособность задними тормозами, недостаточно для предотвращения аварии.

Действие одних только передних тормозов в аналогичной ситуации могло бы обеспечить максимальную эффективность торможения около 55 %. Сумма показателей эффективности действующих отдельно передних и задних тормозов, таким образом, равна 80 %, что соответствует величине коэффициента сцепления 0,8.

Другая особенность отказа передних и сохранения функции задних тормозов заключается в том, что весьма вероятная при этом блокировка задних колес может привести к заносу и вращению автомобиля.

Блокировка передних колес лишает водителя возможности сочетать торможение с маневром, что является серьезным недостатком. Но при этом автомобиль по крайней мере движется прямолинейно, занимая полосу дороги по его габаритной ширине. Вращающийся же автомобиль перекрывает гораздо большую ширину дороги и поэтому имеет больше шансов быть вовлеченным в ДТП.

Вариант 2. Передний правый тормоз сочетается с задним левым, а другие два тормоза составляют второй контур (рис. 2.12).

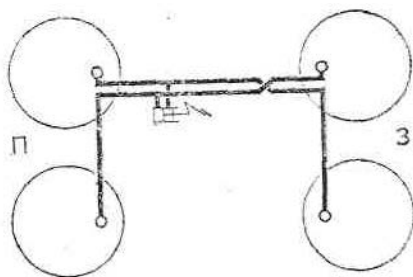


Рис. 2.12. Схема диагонального раздельного привода тормозов

Это так называемый диагональный раздельный привод. Здесь при сохранении работоспособности любого контура реализуется при торможении 50 % суммарной силы сцепления автомобиля с дорогой. Однако наличие действующего тормоза лишь на одном из передних колес потенциально опасно.

Если продолжить геометрическую ось шкворневого соединения, позволяющего управлять колесом, до ее пересечения с дорогой, то точка пересечения может совпасть с продольной осью зоны контакта шины и дорожного покрытия или оказаться смещенной от этой оси либо внутрь колеи передних колес, либо в противоположную сторону.

Величину и направление смещения выбирает конструктор, находя компромиссное решение, в наибольшей степени отвечающее противоречивым требованиям к рулевому управлению, если тормозная сила на каждом из передних колес одинаковая, то величина и знак смещения не имеют значения для работы тормозной системы.

Когда же, как в случае повреждения системы с диагональным раздельным приводом, один передний тормоз действует менее эффективно, чем второй, величина смещения становится определяющим факто-

ром. Отсутствие уравнивающей тормозной силы на одном колесе вызывает одностороннее силовое воздействие на рулевую трапецию, зависящее от величины и направления смещения. Следовательно, диагональный раздельный привод можно применять лишь на автомобилях с малым смещением. Кроме нежелательного воздействия на рулевой привод, асимметричное торможение может способствовать возникновению заноса. Однако, хотя тормозные силы на переднем и заднем колесах неравны, возникающий вследствие этого момент, действующий относительно центра тяжести транспортного средства, по величине незначителен.

Итак, при величине коэффициента сцепления 0,8 любой из двух контуров тормозной системы с диагональным раздельным приводом может обеспечить общую эффективность торможения 40 %.

Блокирование заднего колеса раньше переднего должно быть исключено. Назначение же тормозных усилий пропорционально распределению массы по осям и даже блокирование затормаживаемого переднего колеса допустимы, так как вращение одного переднего колеса предотвращает полную потерю управления.

Вариант 3. Два обычных рабочих цилиндра тормозов передних колес образуют первый контур. Второй контур объединяет рабочие цилиндры тормозов задних колес и дополнительные уменьшенные рабочие цилиндры тормозов передних колес (рис. 2.13). В тех же условиях, о которых говорилось выше, контур, обслуживающий только передние тормоза, может обеспечить эффективность торможения около 55 % при увеличенном усилии на тормозную педаль. Если работает только второй контур, то силу нажатия на педаль нельзя увеличивать далее точки, при которой начинается блокирование задних колес.

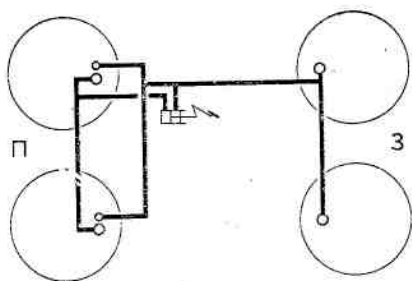


Рис. 2.13. Схема раздельного тормозного привода с двумя рабочими цилиндрами на каждом тормозе передних колес

Следовательно, сила сцепления передних колес при этом не может быть полностью использована для торможения, однако в целом действие тормозной системы будет вполне удовлетворительным.

Вариант 4. Данная схема очень похожа на предыдущую, но имеет более разветвленную систему трубопроводов (рис. 2.14). Здесь каждый контур обслуживает два передних и один задний тормоз (все цилиндры одинакового размера). Таким образом, при частичном отказе системы всегда затормаживаются три колеса и вследствие этого можно было бы ожидать повышения эффективности торможения. Но поскольку каждый из двух идентичных контуров включает в себя один задний тормоз, то при отказе одного контура нельзя увеличивать силу нажатия на педаль до величины, обеспечивающей полное использование силы сцепления передних колес. Поэтому в оговоренных выше условиях максимальная эффективность торможения при работе любого одного контура составляет только 40 %, т. е. этот вариант не имеет особых преимуществ, кроме возможности применения для передних тормозов четырех одинаковых рабочих цилиндров.

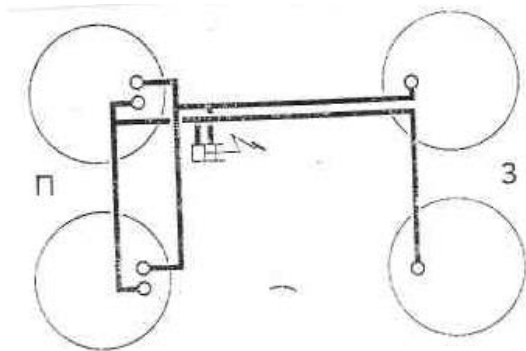


Рис. 2.14. Раздельный тормозной привод с включением в каждый контур тормозов

Вариант 5. Из изложенного следует, что необходимо обеспечить затормаживание всех колес при отказе любого из двух контуров системы. Должна также иметься возможность повышения давления в сохранившем работоспособность контуре для достижения нормальной эффективности торможения без блокирования колес. Этим требованиям отвечает только двойная тормозная система, в которой продубли-

рован привод тормозов всех четырех колес, причем все рабочие цилиндры одинаковые (рис. 2.15).

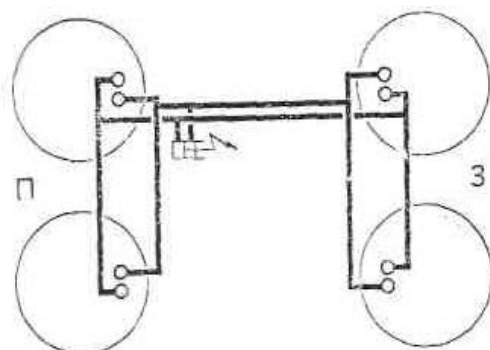


Рис. 2.15. Двойная тормозная система

Такая система обеспечивает 80%-ную эффективность торможения при коэффициенте сцепления 0,8 независимо от того, работают оба контура или какой-либо один из них.

Нетрудно понять, что внезапный, хотя бы и частичный отказ даже самой лучшей из описанных тормозных систем с отдельным приводом как минимум оказывает на водителя неприятное для него психологическое воздействие.

2.3. Шины транспортных средств

Условия видимости, состояние дорожного покрытия, поведение водителя и техническое состояние транспортного средства – все эти факторы могут быть звеньями цепи обстоятельств и событий, предшествующих дорожно-транспортному происшествию, и в той или иной мере могут способствовать его возникновению. Это, однако, не означает, что если бы одно из этих звеньев было устранено, то автоматически было бы предотвращено и происшествие. Что касается вопроса, освещаемого в настоящем разделе учебно-методического пособия, то необходимо уметь выявить, способствовали ли и в какой мере те или иные имевшиеся до происшествия особенности технического состояния транспортного средства возникновению самого ДТП. При этом следует иметь в виду, что дефектные узлы и детали транспортного средства редко являются единственной причиной происшествия и во

многих случаях даже не могут рассматриваться в качестве звена цепи обстоятельств и факторов, приведших к нему.

В других же случаях дефектный компонент конструкции транспортного средства или установленного на нем оборудования может иметь определенное влияние на управляемость транспортного средства или на способность водителя надежно управлять им, особенно в экстремальных условиях. Тогда он должен рассматриваться как возможный фактор, способствующий возникновению ДТП, и оцениваться как таковой на соответствующем этапе воспроизведения механизма происшествия.

Основными видами *технических неисправностей* являются:

1) износ в процессе длительной эксплуатации с изменением функциональных характеристик узлов. Это могут быть рулевое управление, тормозная система и др., в результате чего ухудшается управляемость транспортного средства в целом, к которой водитель в обычных, не экстремальных условиях работы постепенно привыкает;

2) возникающий в течение определенного периода времени износ узлов и деталей, не проявляющий себя в благоприятных условиях эксплуатации. Например, износ протектора шин, имеющий относительно небольшое значение при езде в сухую погоду. Однако лысая шина, не способная вытеснить воду из зоны ее контакта с дорожным покрытием, резко ухудшает управляемость автомобиля в мокрую погоду;

3) внезапно возникающий дефект, такой, как разрушение переднего стекла или лопнувшая шина, который ставит водителя в трудное положение, мгновенно лишая его возможности нормально управлять транспортным средством;

4) дефекты во вспомогательном оборудовании: не работающий стеклоочиститель, разбитое зеркало заднего вида, грязные фары и т. д., которые непосредственно не являются управляющими органами транспортного средства как таковые, но в значительной мере могут повлиять на способность водителя управлять им;

5) неисправные указатели поворота и стоп-сигнал, которые не влияют на управляемость и возможность управлять данным транспортным средством, но ставят в трудное положение других участников движения, которые не получают предупредительных сигналов о его предстоящем маневрировании;

6) дефекты внешних деталей, например выступающие углы деформированного кузова, ни в какой степени не влияющие на управляемость транспортного средства и управляющие функции водителя, но

потенциально опасные с точки зрения повышения тяжести причиняемых травм пострадавшим, в частности при наезде на велосипедистов и пешеходов.

Конструкции шин.

Назначение любой шины заключается в следующем: способствовать смягчению ударов, испытываемых пассажирами и транспортными средствами из-за неровностей дороги; нести на себе нагрузку (именно сжатый воздух несет большую часть нагрузки, а покрышка с камерой или без нее лишь поддерживают давление воздуха); передавать тяговое и тормозное усилия; обеспечивать повороты транспортного средства; гарантировать общую устойчивость транспортного средства; обладать достаточной износостойкостью, соответствующей условиям эксплуатации.

Каждая шина имеет нормированную несущую способность, или грузоподъемность, для достижения которой рекомендовано определенное давление воздуха. Оптимальное давление обеспечивает правильный контакт протектора с дорогой, соответствующую норме деформацию стенок покрышки, а поскольку шина при деформации нагревается, то и правильную ее рабочую температуру.

Нормальный температурный режим способствует повышению безопасности движения, достаточно большому пробегу протектора шины.

В настоящее время применяют три основные конструктивные разновидности шин: с диагональным кордом (диагональная), с радиальным кордом (радиальная) и смешанная (диагональная и радиальная).

Диагональные шины.

Корпус диагональной шины (рис. 2.16, *а*) состоит из нескольких провулканизированных и скрепленных вместе слоев кордной ткани, обычно из нейлона или вискозы. Нити корда ориентированы по диагонали, а в соседних слоях расположены крест-накрест. При такой конструкции шины протектор хотя и довольно жестко зафиксирован, но податлив к деформирующим воздействиям, что в определенных условиях приводит к ухудшению его контакта с дорожным покрытием, особенно при скоростном прохождении поворота и резком торможении, тем более, если это имеет место на влажной дороге. Именно указанная способность протектора такой шины деформироваться проявляется в том, что внешние края следов скольжения при резком торможении и следов проскальзывания при движении по кривой оказываются особенно четко обозначенными.

Гибкость скрепленных крест-накрест кордных слоев приводит к изменению угла между нитями работающей шины, сказывающемуся в ее нагреве и значительном снижении прочности.

Радиальные шины.

Радиальные шины (рис. 2.16, б) имеют очень гибкие стенки, так как нити кордных слоев проходят от одного края шины до другого перпендикулярно к центральной линии. Под протектором располагается жесткий изолирующий пояс-брекер, состоящий из нескольких слоев текстильного или стального корда, нити которого ориентированы по окружности шины. Брекер, поддерживающий и удерживающий протектор, обеспечивает стабильность зоны его контакта с дорогой, уменьшая тангенциальные деформации протектора и его вдавливание. В результате значительно улучшается сцепление шины с дорогой, особенно при движении по кривой со скоростью, близкой к критической. Рабочая температура такой шины ниже, а прочность выше, чем у диагональной.

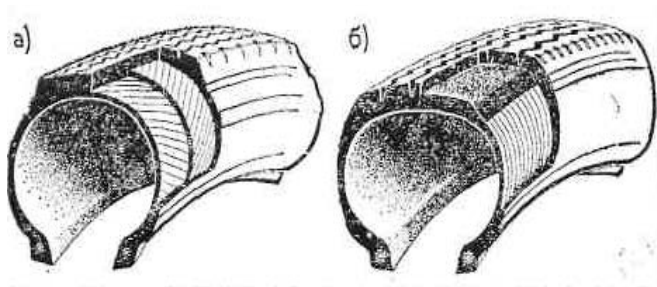


Рис. 2.16. Конструкции шин: а – диагональная; б – радиальная

При изучении следов на дороге шины с меньшей деформацией протектора идентифицируются по более подчеркнутым, плотным краям обоих следов проскальзывания на повороте и краям следов торможения передних колес.

Шины смешанной конструкции.

Шины смешанной конструкции в Европе применяются редко, но широко распространены в Соединенных Штатах Америки.

Маркировка шин.

Выраженные в единицах длины обозначения на шине не только указывают ее физические размеры, но и свидетельствуют о форме корпуса шины.

Диагональные шины. Обычно на шине проставляются два числа, разделенные тире. Первое число обозначает номинальную габаритную ширину профиля накаченной шины, второе – диаметр обода колеса, для которого шина предназначена. Оба размера даются в дюймах. Например: 6,2–12, где 6,2 – ширина профиля; 12 – диаметр обода.

Радиальные шины. Эти шины имеют размеры поперечного сечения в миллиметрах, а диаметр обода в дюймах (например, 165–13), но в некоторых случаях и второй размер дается в миллиметрах (например, 135–355). Наличие радиального корда может быть также обозначено введением между указанными числами буквы R, например 165–R–13. К этим основным элементам маркировки могут добавляться обозначения конструкции, типа протектора и грузоподъемности шины.

Существует также маркировка на шине максимально допустимой скорости легкового автомобиля. Для этого применяются буквы S, H и V, помещенные между числами, представляющими номинальную ширину профиля шины и диаметр колеса, т. е. 6,40S13.

Кордный показатель. Термин «кордный показатель» используется для обозначения на шине ее максимальной нагрузки при эксплуатации в специфических условиях. Кордный показатель служит для указания грузоподъемности или несущей способности колеса, он не обязательно представляет число кордных слоев в шине.

Показатель формы. Как уже было сказано в начале данного подраздела, лишь небольшое изменение в обозначении размеров шины может послужить для введения показателя, характеризующего ее форму. Таким показателем является отношение высоты 2 профиля шины к его ширине 1 (рис. 2.17).

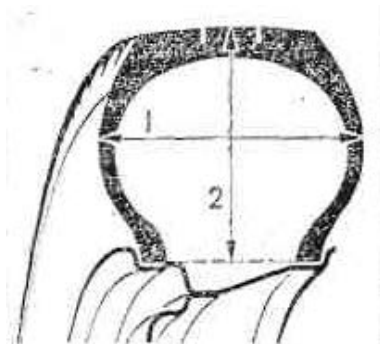


Рис. 2.17. Форма шины – соотношение высоты и ширины ее профиля

Двойная маркировка. С точки зрения интересов производства невозможно длительное время изготавливать очень небольшими партиями шины разных размеров. Следовательно, когда это возможно, новая шина начинает производиться взамен одной или двух старых моделей.

На таких шинах применяется двойная маркировка, имеющая цель исключить неудобства для лиц, покупающих шины взамен изношенных: 6,70–13 (6,40–13) XC, 6,40SR13 (7,00S13)ZX.

Мотоциклетные шины. Они маркируются так же, как шины для легковых автомобилей, – номинальная ширина поперечного сечения и диаметр колеса в дюймах. Буквы S, H и V указывают на скоростные ограничения.

2.3.1. Функциональные характеристики шин

Контакт шины с дорогой. Как видно из рис. 2.18, след в виде отпечатка шины формируется в зоне ее контакта с дорогой, причем через эту зону поочередно проходят все элементы протектора.

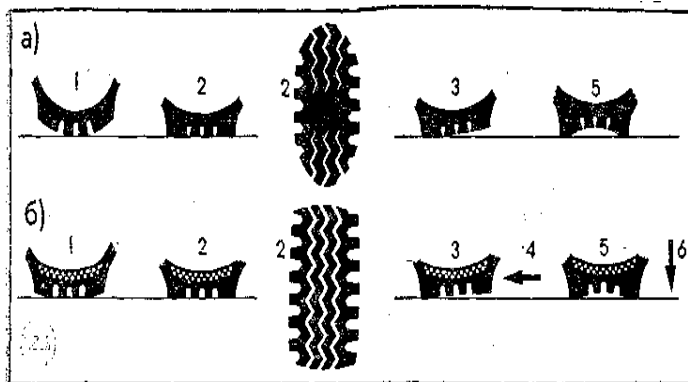


Рис. 2.18. Взаимодействие шин с дорогой: а – диагональные шины; б – радиальные шины; 1 – нижняя часть профиля шины ненагруженного колеса диагональной и радиальной; 2 – профиль в зоне контактов нагруженных шин; 3 – движение на повороте; 4 – боковая сила; 5 – торможение передних колес; 6 – перераспределение нагрузки на переднюю ось

Угол бокового увода. Когда к транспортному средству приложена боковая сила – центробежная, вызванная поперечным уклоном дороги

либо боковым ветром, то благодаря наличию силы сцепления с дорогой шины деформируются. Поэтому на повороте колеса движутся под некоторым углом к тому направлению, в котором они ориентированы.

Угол между направлениями ориентации колес и фактического движения называется углом бокового увода (рис. 2.19).

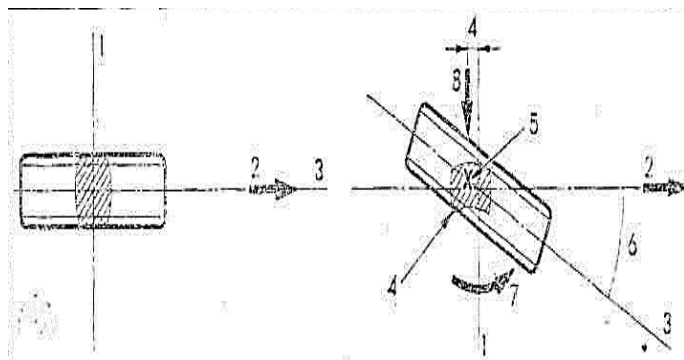


Рис. 2.19. Схема угла бокового увода: 1 – центр колеса;
2 – направление движения; 3 – центровая линия протектора;
4 – плечо стабилизации; 5 – центр приложения боковой силы;
6 – угол бокового увода; 7 – направление стабилизирующего момента;
8 – боковая реакция дороги

Спротивление боковому уводу. Увод шины движущегося колеса при приложении к ней боковой силы возникает вследствие того, что адгезия между шиной и дорогой вызывает деформацию протектора и перенос зоны контакта. Участки протектора, находящиеся около его центральной линии, вступая в контакт с дорогой, постепенно все более отодвигаются боковой силой в поперечном направлении, а затем, выходя из контакта, возвращаются к центральной линии благодаря силам упругости.

Величина боковой силы, требуемая для увода колеса на один угловой градус, может служить мерой сопротивления шины боковому уводу, или, иначе говоря, мерой ее боковой жесткости, которая во многом определяется конструкцией шины.

В последнее время термин «боковая жесткость» становится более распространенным, так как он более наглядно отражает сущность прямой взаимосвязи между сопротивлением протектора шины деформи-

рующему воздействию и величиной боковой силы, вызывающей увод на один градус.

Когда лимит силы сцепления шин с дорогой исчерпывается, элементы рисунка протектора в зоне контакта начинают легко проскальзывать по дорожному покрытию. Сцепление шин с покрытием становится недостаточным для сохранения боковой силы, уравнивающей центробежную.

Колеса транспортного средства подвергаются заносу, и оно становится неуправляемым.

Стабилизирующий момент. Поскольку боковая деформация протектора постоянно возрастает при переходе от передней к задней границе зоны контакта, боковая реакция дороги оказывается приложенной к центру деформированной части протектора, который вследствие этой деформации находится несколько сзади геометрического центра нормальной зоны контакта. Поэтому возникает вращающий момент вокруг центра, стремящийся вернуть колесо в прямое положение и уменьшить угол бокового увода. Он называется стабилизирующим моментом и дополняет самоцентрирующий эффект, обеспечиваемый геометрией системы рулевого управления. Расстояние между геометрическим центром нормальной зоны контакта и точкой приложения боковой силы зависит от величины угла бокового увода. Чем больше угол увода, тем больше указанное расстояние. Его называют плечом стабилизации.

Факторы, ограничивающие величину угла увода. Чем меньше радиус кривой или больше скорость движения по определенной кривой, тем значительнее воздействующая на транспортное средство боковая сила, а следовательно, и вызываемый ею угол увода для данной конструкции шин. И, наконец, чрезмерная боковая сила, вызывающая чрезмерную деформацию шин, приводит к заносу транспортного средства.

Стабилизирующий момент тоже вначале возрастает с увеличением действующего на транспортное средство тягового усилия, но затем постепенно уменьшается до того момента, когда дальнейшее возрастание боковой реакции дороги фактически приводит к ее уменьшению и, наконец, при потере управления стабилизирующий момент полностью исчезает.

К другим факторам, определяющим величину угла увода для данной боковой силы и конструкции шин, относятся вертикальная нагрузка на шину, давление и ширина обода колеса.

Предельная сила сцепления. Полная сила сцепления шины с дорогой, противостоящая силе A (тяговой или тормозной), ориентированной в направлении движения, или S (боковой силе) либо их комбинации, имеет некоторую предельную величину (рис. 2.20). Если результирующая сила R превышает полную силу сцепления, то начинается скольжение шины. Это значит, что когда транспортное средство разгоняется или затормаживается (возрастает сила A), то предельная возможная величина боковой силы S уменьшается.

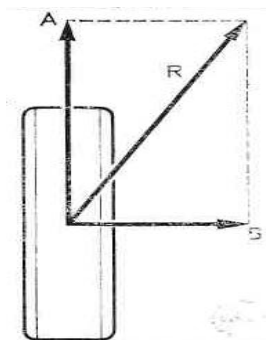


Рис. 2.20. Схема предельной силы сцепления

Характеристики движения на повороте. С того момента, когда управляемые колеса повернуты, начинается движение транспортного средства по круговой кривой. Возникает центробежная сила, которая действует по направлению от центра этой кривой, и приложена к центру массы транспортного средства. При этом одновременно на передних и задних колесах возникает боковой увод шин.

Чтобы транспортное средство оставалось на круговой траектории, сцепление шин с поверхностью дороги должно быть достаточным для возникновения силы, уравнивающей центробежную силу.

Части этой уравнивающей силы, передаваемые через передние и задние колеса, пропорциональны приходящейся на них нагрузке (рис. 2.21).

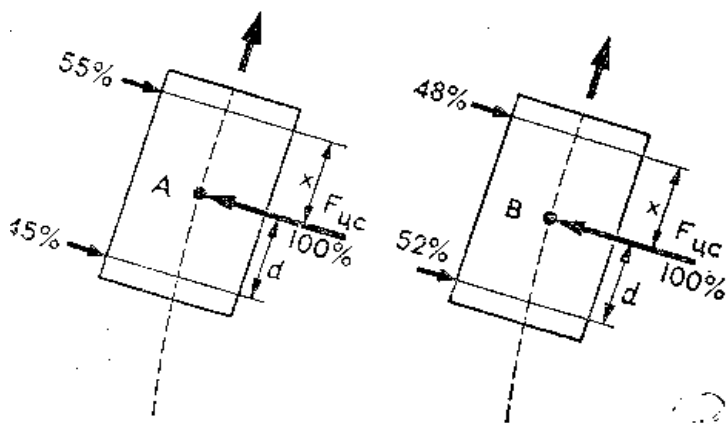


Рис. 2.21. Схемы соотношения величин боковых сил и уравнивающей их центробежной

На передние колеса транспортного средства *A* требуется большая боковая сила, чем на задние, чтобы удерживать его на постоянной траектории без скольжения по направлению от центра поворота. Для транспортного средства *B* большая боковая сила требуется на задних колесах. Отсюда следует, что угол бокового увода, тесно связанный с величиной боковой силы, оказывает существенное влияние на управляемость транспортного средства.

Отклонение за пределы траектории. Если угол бокового увода шин передних колес больше, чем задних, как у транспортного средства, показанного на рис. 2.22, *a*, то оно отклоняется наружу за пределы круговой траектории, соответствующей данному положению передних колес. Чтобы удержать транспортное средство на нужной траектории, необходимо повернуть рулевое колесо на некоторый дополнительный угол. Умеренное отклонение вполне приемлемо, так как может быть легко скомпенсировано водителем.

Отклонение внутрь траектории. Если угол бокового увода шин задних колес больше, чем передних, как у транспортного средства, показанного на рис. 2.22, *б*, то оно отклоняется внутрь по направлению к центру круговой траектории, соответствующей данному положению передних колес. Для компенсации отклонения рулевое колесо необходимо повернуть несколько назад. Опытные водители используют это

явление для скоростного прохождения поворота, однако водителю средней квалификации лучше этого избегать.

Нормальный поворот. Если углы бокового увода передних и задних колес одинаковы, то отклонение отсутствует и транспортное средство движется по траектории, соответствующей положению управляемых колес (рис. 2.22, в). Такая характеристика транспортного средства наиболее желательна, так как в данном случае водитель располагает максимальным резервом угла поворота руля в обе стороны, что может иметь большое значение при необходимости выхода из внезапно возникшей аварийной ситуации.

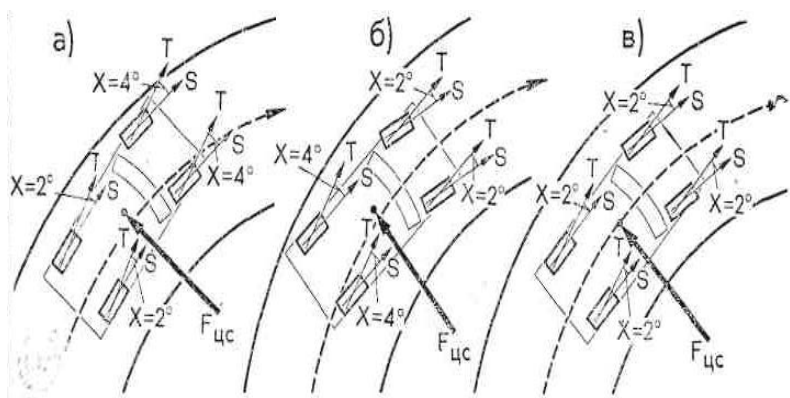


Рис. 2.22. Схемы движения на повороте: а – отклонение транспортного средства за пределы траектории; б – отклонение транспортного средства внутрь траектории; в – нормальный поворот; $F_{цс}$ – центробежная сила; S – ориентация управляемых колес; T – направление движения; X – угол бокового увода (угол между S и T)

Силы, действующие на поворачивающий автомобиль, показаны на рис. 2.23. Сумма боковых сил на передних и задних колесах уравнивает центробежную силу, приложенную к центру тяжести. Сила, приложенная к передним колесам $F_{п}$, плюс сила, приложенная к задним колесам $F_{з}$, равны центробежной силе, приложенной к центру тяжести $F_{цс}$.

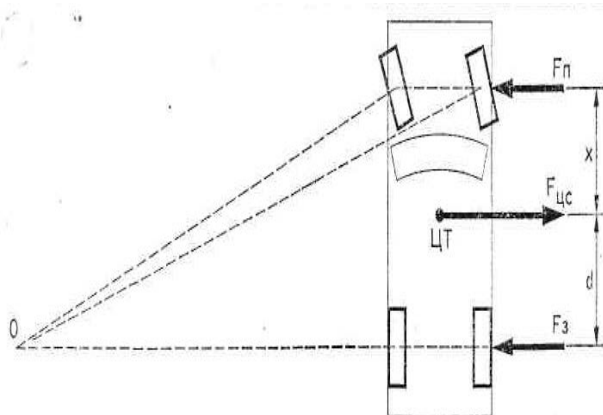


Рис. 2.23. Схема сил, действующих на автомобиль во время поворота

Взяв моменты относительно ЦТ, получим:

$$F_{\text{п}} x = F_3 d, \text{ т. е. } F_3 = F_{\text{п}} x / d.$$

Таким же образом

$$F_{\text{п}} = F_3 d / x.$$

Определим величину боковой силы на передних колесах $F_{\text{п}}$. Подставив $F_3 = F_{\text{п}} x / d$ в равенство $F_{\text{п}} + F_3 = F_{\text{цс}}$, получим:

$$F_{\text{п}} + F_{\text{п}} x / d = F_{\text{цс}}; F_{\text{п}} (1 + x / d) = F_{\text{цс}}.$$

Определим величину боковой силы на задних колесах F_3 . Подставив $F_{\text{п}} = F_3 d / x$ в равенство $F_{\text{п}} + F_3 = F_{\text{цс}}$, получим:

$$F_3 d / x + F_3 = F_{\text{цс}}; F_3 (d / x + 1) = F_{\text{цс}};$$

$$F_3 = \frac{F_{\text{цс}}}{\frac{d}{x} + 1}.$$

Тот же результат можно получить, вычтя $F_{\text{п}}$ из $F_{\text{цс}}$: $F_{\text{цс}} - F_{\text{п}} = F_3$.

Пример. На транспортное средство, имеющее базу 2,9 м и массу 900 кг, движущееся со скоростью 60 км/ч по кривой радиусом 50 м, действует центробежная сила 4960 Н. Определить величины боковых сил на передних и задних колесах транспортного средства для двух случаев:

а) на передние колеса приходится 55 % массы транспортного средства, на задние – 0,45 %;

б) на передние колеса приходится 48 % массы транспортного средства, на задние – 0,52 %.

Решение:

а) масса, приходящаяся на передние колеса, равна: $900 \cdot 0,55 = 495$ кг; масса, приходящаяся на задние колеса, равна: $900 \cdot 0,45 = 405$ кг.

$$x = 405 \cdot 2,9 / 900 = 1,305 \text{ м}; \quad d = 2,9 - 1,305 = 1,595 \text{ м};$$

$$F_{\text{п}} = F_{\text{ц}} / (1 + x / d) = 4960 / (1 + 1,305 / 1,595) = 2728 \text{ Н};$$

$$F_{\text{з}} = F_{\text{ц}} - F_{\text{п}} = 4960 - 2728 \text{ Н};$$

б) масса, приходящаяся на передние колеса, равна: $900 \cdot 0,48 = 432$ кг; масса, приходящаяся на задние колеса, равна: $900 \cdot 0,52 = 468$ кг.

$$x = (468 \cdot 2,9) / 900 = 1,508 \text{ м}; \quad d = 2,9 - 1,508 = 1,392 \text{ м};$$

$$F_{\text{п}} = F_{\text{ц}} / (1 + x / d) = 4960 / (1 + 1,508 / 1,392) = 2381 \text{ Н};$$

$$F_{\text{з}} = F_{\text{ц}} - F_{\text{п}} = 4960 - 2381 = 2579 \text{ Н}.$$

Установка шин разной конструкции.

Если на транспортном средстве используются шины разной конструкции, то они должны устанавливаться только парами так, чтобы шины на колесах одной оси были одинаковыми.

Радиальные и диагональные шины.

При одинаковых боковых силах деформация протектора, а следовательно, и угол бокового увода у радиальных шин значительно меньше, чем у диагональных. Это объясняется наличием в радиальных шинах слоев корда, опоясывающих каркас шины по окружности и ограничивающих упругие смещения протектора, особенно в случае применения стального корда.

Указанная особенность диктует следующие правила смешанной установки шин: диагональные шины на передних колесах, радиальные шины на задних колесах и наоборот. Когда впереди установлены более деформируемые шины с большим углом бокового увода, то возникает на повороте отклонение транспортного средства наружу, за пределы траектории. Хотя эта тенденция к спрямлению траектории выражена больше, чем в случае установки одинаковых шин на передние и задние

колеса, но если отклонение не чрезмерно, то водитель легко может его скомпенсировать поворотом рулевого колеса на угол, несколько больший обычного.

При обратной установке более эластичные и в большей степени подверженные боковому уводу диагональные шины задних колес могут способствовать возникновению отклонения транспортного средства внутрь траектории поворота, т. е. вместо привычного для водителя противодействия изменению направления движения автомобиль будет реагировать аномально резко на повороты рулевого колеса, что для среднего водителя затруднит процесс управления, особенно в чрезвычайных ситуациях.

Радиальные шины с текстильным и стальным опоясывающим кордом. Правило смешанной установки радиальных и диагональных шин относится также к установке шин с другими конструктивными различиями. На передние колеса должны устанавливаться шины с меньшей боковой жесткостью (с более деформируемым протектором).

Установка одной шины иной конструкции. Проведенные исследования показали, что установка одной шины иной конструкции, чем остальные три, резко ухудшает управляемость как заднеприводных, так и переднеприводных автомобилей.

Ни при каких обстоятельствах этот вариант установки шин не должен применяться для дорожных транспортных средств, хотя он часто используется водителями, участвующими в автомобильных гонках по короткому замкнутому маршруту, где явление отклонения от траектории способствует скоростному прохождению кривых.

Исследовались различные комбинации шин, но наибольшее внимание было уделено изучению поведения переднеприводных автомобилей с тремя радиальными шинами и одной диагональной на заднем колесе.

Такой автомобиль даже при небольшой скорости без всякой видимой причины, т. е. при отсутствии, например, хотя бы небольшого изменения поперечного уклона дороги или дефектов дорожного покрытия, может внезапно изменить направление движения, отклоняясь от выбранной водителем траектории движения. Причем при увеличении полезной нагрузки это явление возникает чаще.

Давление в шинах.

Боковая сила, приходящаяся на один градус бокового увода, возрастает с увеличением давления воздуха в шине, но при очень высоком

давлении возможно подпрыгивание колеса с потерей контакта между шиной и дорожным покрытием.

Если автомобиль подвержен отклонению наружу, за пределы траектории поворота, то повышение давления в шинах передних колес действует в направлении устранения этого явления или даже появления отклонения внутрь траектории. При наличии же отклонения внутрь можно уменьшить его, повысив давление в шинах задних колес (рис. 2.24). Необходимо иметь в виду, что центр массы транспортного средства с полным количеством пассажиров и полностью загруженно-го смещается назад, создавая условия для возникновения сноса внутрь, который в большинстве случаев может быть устранен небольшим увеличением давления в шинах задних колес.

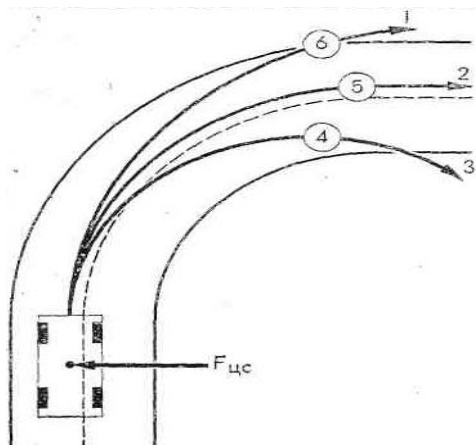


Рис. 2.24. Влияние давления воздуха в шинах на траекторию поворота:

- 1 – снос за пределы траектории; 2 – движение по заданной траектории;
- 3 – снос внутрь траектории; 4 – давление в шинах (передних – $1,69 \text{ кгс/см}^2$, задних – $1,41 \text{ кгс/см}^2$); 5 – давление в шинах передних и задних колес $1,69 \text{ кгс/см}^2$;
- 6 – давление в шинах (передних – $1,41 \text{ кгс/см}^2$, задних – $1,69 \text{ кгс/см}^2$)

Пример. Водитель автомобиля типа «универсал» погиб при столкновении с нагруженным грузовым автомобилем (рис. 2.25). Дорога была влажной. Автомобиль получил значительные повреждения правой стороны.

Повреждена также передняя часть грузового автомобиля. Его водитель сказал, что он видел приближающийся к закруглению автомо-

биль-универсал, движущийся посередине проезжей части со скоростью 72–88 км/ч. По его словам, и водитель универсала заметил грузовик, так как начал уходить ближе к краю проезжей части на свою сторону. Но в процессе выполнения этого маневра автомобиль, по-видимому, стал неуправляемым, его заднюю часть занесло вправо и он оказался прямо на пути следования грузовика, после чего и произошло столкновение.

Водитель грузовика заявил, что сам он не имел времени для того, чтобы затормозить или уйти в сторону. Коэффициент сцепления оказался равным 0,6. Универсал получил обширные повреждения, а его груз – несколько ящиков с фруктовыми консервами – был рассыпан.

Не было никаких видимых повреждений шин, камер или ободьев колес. Однако давление в задней правой шине было на 20 % ниже, чем в трех остальных.

После того как была вычислена критическая скорость движения по кривой, показание водителя грузового автомобиля стало выглядеть весьма правдоподобным. Скорость автомобиля была близка к критической из расчета использования всей ширины проезжей части и превышала критическую на имевшей меньший радиус траектории ухода от встречного столкновения. Особенности размещения тяжелого груза в совокупности с пониженным давлением в задней шине вызвали снос внутрь траектории, перешедший в занос с последующим столкновением с грузовым автомобилем.

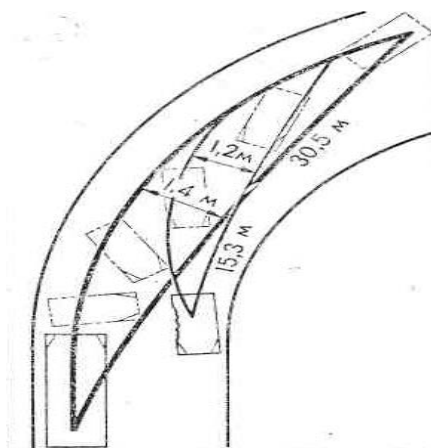


Рис. 2.25. Схема к примеру

Спущенные шины. Влияние прокола шины на управляемость транспортного средства, движущегося с постоянной скоростью по прямой, обычно незначительно. Когда скорость достаточно высока, то водитель может совершенно не подозревать о возникшей опасности, особенно если утечка воздуха медленная.

К тому же на большой скорости центробежная сила, действующая на шину, быстро вращающегося колеса в какой-то мере уравнивает приходящуюся на колесо массу транспортного средства.

Однако когда на транспортное средство начинает действовать тормозная или боковая сила на повороте, то спущенная диагональная шина может резко ухудшить управляемость транспортного средства вплоть до полной потери управления. Этот отрицательный эффект менее выражен в случае повреждения радиальной шины со стальным опоясывающим кордом.

Дальнейшее во многом зависит от времени реакции водителя и принятых им мер для выхода из критической ситуации. Испытания показали, что, как правило, транспортное средство при торможении резко отклоняется в сторону спущенной передней шины, если шина диагональная. При повреждении передней радиальной шины со стальным кордом это происходит не всегда. Влияние прокола задней шины на движение замедляемого автомобиля весьма незначительно.

На повороте автомобиль со спущенной наружной (по отношению к центру поворота) передней шиной почти неуправляем и движется по направлению к внешней стороне кривой. Влияние спущенной наружной задней шины менее определено. Преобладает тенденция потери сцепления задних колес и заноса задней части транспортного средства к обочине.

Последствия прокола шины на внутреннем (по отношению к центру поворота) переднем или заднем колесе в значительной мере зависят от скорости движения транспортного средства и радиуса кривой. В общем случае если скорость движения на крутом повороте достаточно высока, то большая часть массы транспортного средства перераспределяется на наружные колеса и спущенная внутренняя шина почти не влияет на управление. На меньших скоростях возникает боковое волочение спущенной передней шины с отклонением транспортного средства наружу за пределы траектории. Спущенная задняя шина способствует поперечному сдвигу заднего моста к внешнему краю дороги с возникновением отклонения транспортного средства внутрь.

В обоих случаях результирующий эффект заключается в появлении тенденции смещения или вращения транспортного средства по направлению к внутреннему краю дороги.

Значение внезапного разрыва шины как причины возникновения ДТП преувеличено.

Следует иметь в виду, что опытным водителям почти всегда удается при этом остановить автомобиль без потери управления. Поэтому практически во всех случаях, за редкими исключениями, сопутствующим фактором дорожно-транспортных происшествий при разрыве шины следует считать неопытность водителя.

2.4. Влияние бокового наклона кузова на устойчивость транспортного средства

Представим стоящее транспортное средство, все колеса которого симметричны при нейтральном положении рулевого управления, т. е. колеса на одной стороне транспортного средства являются как бы зеркальным отображением колес на его другой стороне. Следовательно, условия качения всех колес одинаковы и в принципе симметрия, существующая в статическом положении транспортного средства, должна сохраняться и при его движении, однако есть определенные типы подвесок, при которых способ размещения колес не обеспечивает постоянной строгой параллельности осей транспортного средства, что вызывает произвольные изменения углового положения управляемых колес. Обычно эти постоянные флуктуации незначительны и не оказывают существенного влияния на управляемость автомобиля. Поэтому не возникает серьезных оснований для постановки вопроса об изменении конструкции транспортных средств.

Тем не менее могут возникнуть условия, например вследствие естественного износа деталей и узлов, когда указанное явление может заметным образом повлиять на устойчивость движения транспортного средства.

Рассмотрим упрощенную модель транспортного средства с жесткими осями и полуэллиптическими рессорами. Транспортное средство входит в правый поворот, и возникающая центробежная сила стремится сдвинуть его к обочине на кривой. Этому препятствует приложенная к шинам поперечная реакция дороги, но под действием центробежной силы кузов наклоняется, деформируя рессоры. Левые рессоры дополнительно нагружаются, правые – разгружаются.

Конструкция крепления рессор к осям такова, что концы дополнительно нагруженных рессор отодвигаются назад от точек их неподвижного крепления, а вместе с ними и соответствующий край оси (рис. 2.26).

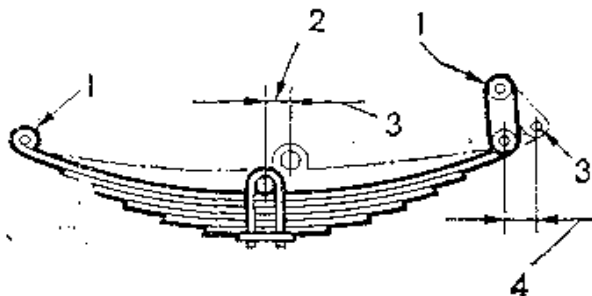


Рис. 2.26. Полуэллиптическая рессора: 1 – кронштейн; 2 – величина перемещения оси автомобиля при сжатии рессоры; 3 – подвижный шарнир серьги; 4 – величина перемещения подвижного шарнира

Нейтрализация влияния поперечного крена. Если дополнительная деформация рессор, вызванная поперечным креном транспортного средства на повороте, одинакова на передней и задней осях, то обе оси остаются почти параллельными. Поэтому крен оказывает незначительное влияние на управление этим транспортным средством (рис. 2.27, а).

Отклонение за пределы траектории, вызванное креном. Если передние рессоры прогибаются на повороте больше, чем задние, то крен оказывает существенное влияние на управляемость транспортного средства, заметно снижая эффект от поворота руля и управляемых колес. Транспортное средство сохраняет тенденцию движения по прямой, менее свободно вписываясь в преодолеваемую кривую (рис. 2.27, б).

Центробежная сила, а вместе с ней и крен кузова возрастают с увеличением скорости. Поэтому чем больше скорость на повороте, тем более выражена тенденция отклонения транспортного средства к внешнему краю дороги на кривой.

Отклонение внутрь траектории. Если задние рессоры прогибаются на повороте больше, чем передние, то соответственно больший перекося задней оси действует в направлении уменьшения радиуса поворота транспортного средства (рис. 2.27, в).

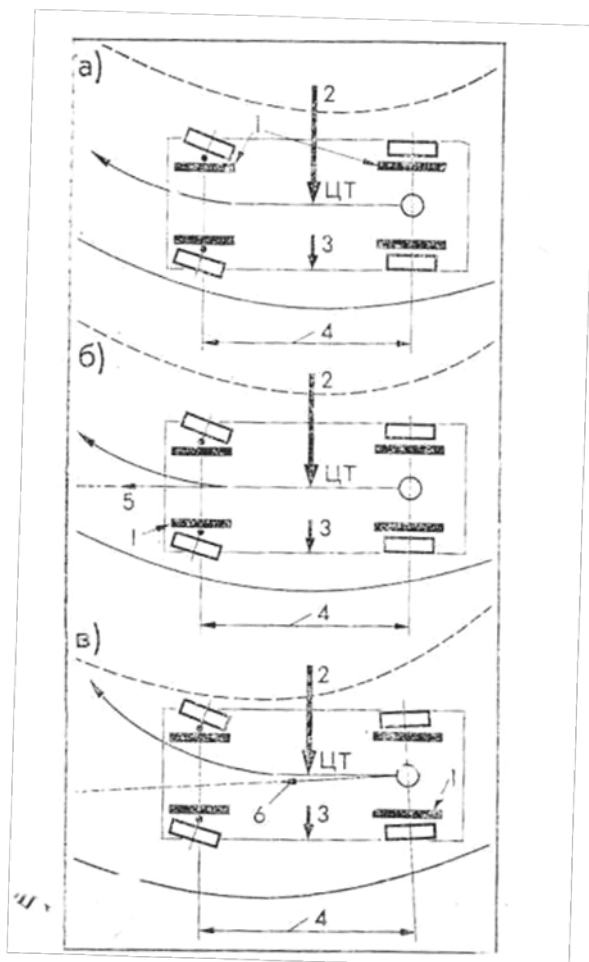


Рис. 2.27. Схемы влияния крена на управляемость автомобиля:
 1 – рессоры (а – деформация задней и передней одинаковая; б – передней больше, чем задней; в – задней больше, чем передней); 2 – направление центробежной силы; 3 – направление крена кузова; 4 – оси (а – остаются параллельными; б, в – нарушается параллельность); 5 – передняя ось стремится отклониться; 6 – задняя ось стремится двигаться в этом направлении

Указанный эффект, вызванный поперечным креном, препятствует водителю в движении по желаемой траектории, способствует отклонению транспортного средства к внутреннему краю дороги на кривой.

Для преодоления отрицательного влияния этого эффекта рулевое колесо следует поворачивать на угол, меньший обычного. Чем больше скорость движения по кривой, тем более выражена тенденция автомобиля к отклонению внутрь траектории поворота.

Хотя здесь (в целях пояснения сущности влияния крена на управляемость) речь шла о характеристиках лишь одной конструктивной разновидности подвески колес, большинство автомобилей подвержено влиянию крена на управляемость независимо от типа подвески.

Отсюда следует, что любое небольшое повреждение или износ деталей подвески может повлиять на управляемость транспортного средства. Довольно часто распространены такие неисправности, как ослабление или поломка упругих элементов подвески, изгиб одной из поперечных рулевых тяг независимой подвески колес при исправной другой тяге. Эти и другие подобные неисправности влияют на управляемость во время поворота транспортного средства в соответствующую сторону и должны рассматриваться как значимый фактор при воспроизведении механизма ДТП и техническом осмотре.

Амортизаторы.

Роль амортизаторов заключается в том, чтобы замедлить воздействие на подпрессоренную часть транспортного средства резких толчков из-за неровностей дороги.

Во время осмотра важно убедиться в надежности верхнего и нижнего крепления амортизаторов и в отсутствии чрезмерных подтеков смазки, которые свидетельствуют об их износе (наличие тонкого поверхностного слоя смазочного материала необходимо для обеспечения нормальной работы амортизаторов). Кроме того, амортизаторы следует проверить на их работоспособность. Не прилагая чрезмерных усилий, опустить каждый из углов автомобиля вниз и проследить за его возвращением вверх до нормального уровня без толчков и колебательных движений. Если автомобиль сильно поврежден, а на основании данных, полученных при осмотре места ДТП, от свидетелей или в результате обнаружения неодинакового износа шин, можно предполагать, что амортизаторы могли повлиять на возникновение ДТП, то следует снять их с поврежденного автомобиля для осмотра.

Вертикальные колебания колес могут быть вызваны чрезмерным уменьшением сцепления шин с дорогой, это приводит к потере управления, увеличению остановочного пути и к тому, что движущийся автомобиль будет подвержен действию внешних сил, таких, как составляющая силы тяжести на дороге с поперечным уклоном или сила давления бокового ветра.

Поэтому при осмотре места происшествия необходимо обратить внимание на возможные разрывы в тормозном следе, которые, как правило, хорошо просматриваются на проезжей части.

Вертикальные колебания кузова.

Колебания кузова автомобиля, которые могут быть вызваны неровностями на проезжей части, увеличивают остановочный путь и ухудшают работу рулевого управления, особенно на влажной дороге. При реконструкции ДТП следует обращать внимание на любое препятствие в пределах полотна дороги, которое могло вызвать колебания кузова. Слегка волнистый тормозной след служит надежным свидетельством неисправности амортизатора или сильного износа подвески.

Крен и продольные колебания кузова.

На повороте большая часть массы автомобиля перераспределяется с заднего внутреннего (по отношению к центру поворота) на переднее внешнее колесо. Темп нарастания углового крена и возможность возникновения продольных колебаний определяются степенью работоспособности амортизаторов. Их неисправность серьезно ухудшает устойчивость автомобиля вплоть до полной потери управления. В зависимости от конструкции автомобиля и от расположения неисправных узлов результатом может быть чрезмерное отклонение влево или вправо и в любом случае возникают угловые колебания автомобиля относительно вертикальной оси.

3. ТЕХНИКА УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫМ СРЕДСТВОМ

3.1. Методические основы по использованию органов управления автомобилем

Эффективность и производительность транспортного средства зависят от условий, в которых работает водитель: это удобство в управлении, микроклимат, запыленность и загрязненность в кабине,

шум и вибрация, объем информации о режимах и условиях работы автомобиля, которую водитель должен воспринять и переработать, чтобы по ней принять решение по осуществлению управляющих воздействий.

Изучением процессов закономерности взаимодействия водителя и транспортного средства занимается научная дисциплина «Эргономика». Эргономическими показателями транспортного средства являются:

- удобство размещения водителя на рабочем месте, обзорность с рабочего места, удобство и эффективность пользования органами управления и средствами отображения информации;

- эффективность защиты водителя от воздействия факторов производственной среды (микроклимат, запыленность, загазованность и шум в кабине, вибрации и искусственное освещение на рабочем месте);

- удобство обслуживания (доступ водителя к местам технического обслуживания и выполнение операций по обслуживанию).

Эргономические свойства транспортного средства должны обеспечивать сохранность здоровья и высокую работоспособность водителя.

Рабочее место водителя (кабина транспортного средства) характеризуется размерами, удобством доступа к органам управления, положением сиденья, расположением по отношению к нему органов управления и эргономическими параметрами среды в кабине (шум, вибрация, микроклимат, загрязнение воздуха токсичными веществами).

Приспособленность рабочего места к психофизиологическим и антропометрическим данным водителя называется *комфортностью автомобиля*. Это одно из свойств, характеризующих безопасность транспортного средства.

3.2. Основные органы управления автомобилем и их размещение

Для управления современным автомобилем имеется рулевое колесо, рычаги, педали, рукоятки и кнопки, связанные валами, тягами, рычажками, тросами, жидкостными, пневматическими или электрическими соответствующими механизмами автомобиля и т. д. (рис. 3.1, 3.2).

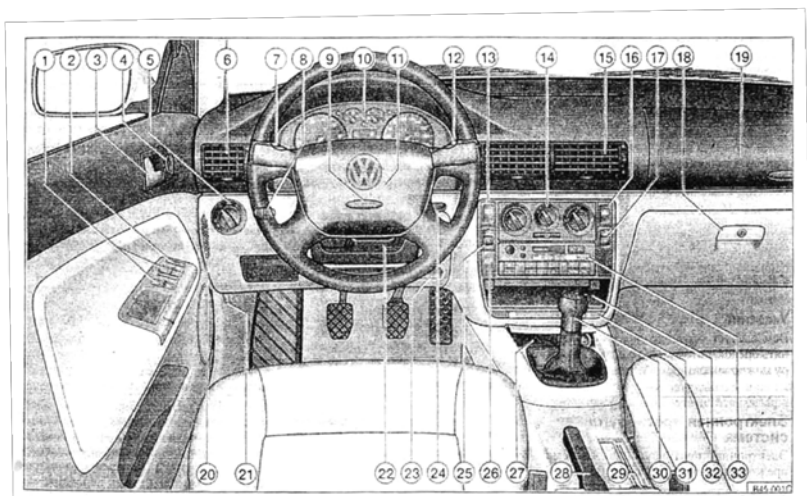


Рис. 3.1. Общий вид места водителя легкового автомобиля (Volkswagen Passat):

1 – переключатель управления; 2 – клавиши управления центральной блокировкой замков; 3 – внутренняя ручка замка двери; 4 – установка положения наружных зеркал; 5 – включатель наружного освещения; 6 – дефлекторы подачи воздуха; 7 – подрулевой переключатель указателя поворота и света фар; 8 – подсветка приборов; 9 – надувная подушка безопасности для водителя; 10 – комбинация приборов: указатели, контрольные лампы, система автоматического контроля, навигационная система; 11 – звуковой сигнал (работает только при включенном зажигании); 12 – подрулевой переключатель стеклоочистителей и стеклоомывателей; 13 – включатель обогрева заднего стекла; 14 – органы управления системой вентиляции и отопления, климатической установкой, установкой «Климатроник»; 15 – дефлекторы подачи воздуха; 16 – включатель аварийной сигнализации; 17 – включатель-регулятор обогрева правого сиденья; 18 – ящик для вещей; 19 – надувная подушка безопасности для переднего пассажира; 20 – предохранители; 21 – рукоятка отпирания капота моторного отсека; 22 – стопорная рукоятка регулировки рулевого колеса по высоте; 23 – ниша для бортового журнала; 24 – замок зажигания; 25 – включатель-регулятор обогрева левого сиденья; 26 – выключатель противобуксовочной системы с уменьшением крутящего момента двигателя; 27 – пепельница с прикуривателем-шттепсельной розеткой; 28 – рычаг стояночного тормоза; 29 – рукоятка открытия лючка топливозаливной горловины; 30 – рычаг переключения передач (механическая коробка передач) или селектор (автоматическая коробка передач); 31 – держатель для напитков; 32 – ящик для вещей; 33 – радиоприемник

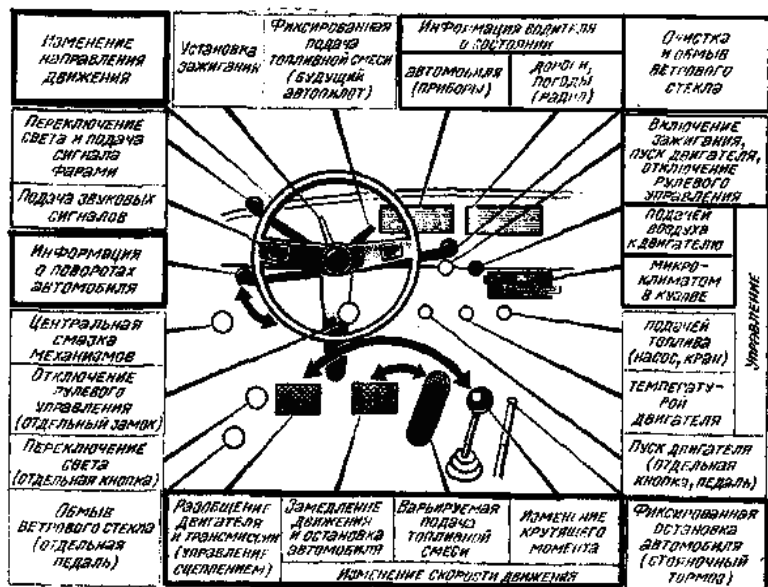


Рис. 3.2. Основные операции водителя по управлению автомобилем

Когда-нибудь перед водителем будет только два органа управления: рулевое колесо и педаль скорости. Часть прежних органов управления либо будет устранена и заменена автоматами, либо использование их будет не обязательным в обычных условиях движения, или будет упрощено приведение их в действие, сведены к минимуму усилия, которые водитель должен прилагать к рычагам и педалям. Только за последние четверть века введены облегчающие работу водителя усилители тормозов и рулевого управления. Объединено в одном рычажке под рулевым колесом управление всеми осветительными приборами, в одном ключике — включение зажигания и пуск двигателя, в одной кнопке — включение стеклоочистителя и омывателя стекла.

Почти полностью автоматизировано управление двигателем, его температурой, моментом зажигания, составом рабочей смеси.

В настоящее время водитель обычного массового автомобиля постоянно или очень часто оперирует только шестью органами управления (раньше их число доходило до 15).

На сравнительно больших легковых автомобилях, а также на автобусах и большегрузных автомобилях автоматизированы наиболее трудоемкие операции по изменению подачи топлива, разъединению двигателя и трансмиссии, перестановке шестерен в коробке передач, которые ранее выполнял водитель.

Широкой рамкой обозначены операции, выполняемые постоянно или часто; в рамке средней толщины – выполняемые редко; в тонкой – объединенные с другими или автоматизированные. Стрелки показывают дальнейшие возможности объединения и автоматизации операций управления.

Все более активно включаются в управление автомобилем электронные приборы (рис. 3.3).

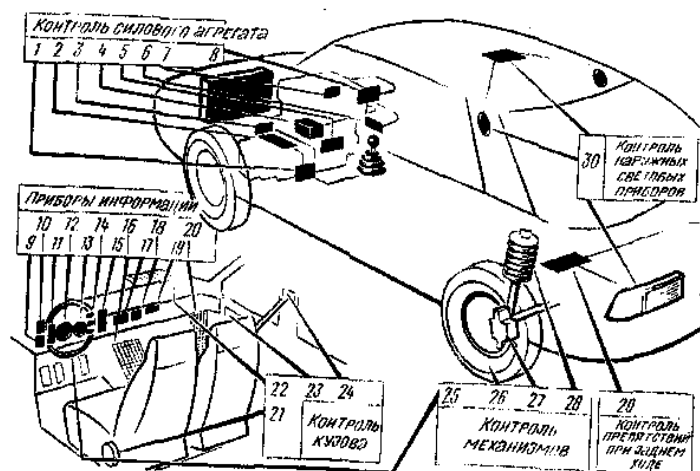


Рис. 3.3. Современные и перспективные электронные приборы контроля, информации и управления автомобилем

Электроника освобождает водителя от многих операций, отвлекающих его от собственно управления автомобилем. Необходимо отметить, что, вопреки бытующему представлению о магических возможностях электроники, механика движения автомобиля от этого почти не меняется, действия водителя лишь корректируются. Типовое устройство автомобиля остается таким, что для изменения характера движе-

ния автомобиля приходится то водителю, то автомату приводить в действие несколько органов управления.

В изменении скорости движения и подводимого к колесам усилия участвуют: педаль управления подачей топлива, педаль сцепления, рычаг переключения передач, педаль тормоза, для пуска и остановки двигателя – замок зажигания, он же включатель стартера.

Приборы контролируют: 1 – своевременное переключение передач; 2 – температуру охлаждающей двигатель жидкости; 3 – надежность крепления двигателя; 4 – количество и состав топливной смеси; 5 – работу генератора; 6 – состояние свечей зажигания; 7 – выключение двигателя на время коротких остановок автомобиля; 8 – работу топливного насоса. *Информируют водителя:* 9, 10 – об уровнях топлива в баке и других жидкостей в резервуарах; 11 – о фактическом расходе топлива; 12 – о скорости движения (спидометр); 13 – о времени (часы); 14 – о давлении и температуре масла; 15 – о невидимых препятствиях (при движении в тумане); 16 – о работе автомобиля в целом (бортовой компьютер, а также звуковой синтезатор «Голос»); 17 – о состоянии тормозов; 18 – о приближении срока очередного технического обслуживания; 19 – о гололеде на дороге; 20 – об оптимальном маршруте (навигатор); и *дополнительно контролируют:* 21 – оптимальное положение сиденья водителя; 22 – микроклимат в кузове; 23 – закрытие замков дверей; 24 – пристегивание ремней безопасности; 25 – состояние рулевого управления; 26 – давление в шинах; 27 – состояние тормозов; 28 – переменную жесткость подвески; 29 – предотвращение наезда на невидимые препятствия при заднем ходе автомобиля; 30 – включение наружных осветительных приборов.

В изменении направления движения автомобиля участвуют рулевое колесо, а для перехода от движения вперед к движению назад и наоборот – педаль сцепления и рычаг переключения передач.

Особую группу органов управления составляют приборы: контрольные, освещения и сигнализации. Они вспомогательные, не связаны непосредственно с механикой движения автомобиля.

Карбюраторный двигатель или двигатель с впрыском бензина может начать работать только после того, как включено зажигание и приведен в действие стартер. Для этого ключ в замке зажигания поворачивают по часовой стрелке. О включенном зажигании свидетельствуют положение ключа в замке и показания приборов на щите перед водителем – свет контрольной лампы, движение стрелок амперметра,

указателя уровня топлива, манометра давления масла и тахометра, которые до этого были неподвижными.

Если двигатель холодный или продолжительное время бездействовал, его прогревают.

После небольшого разгона автомобиль может двигаться по ровной дороге на высшей передаче с различными скоростями – от минимальной до максимальной. Для регулирования скорости водителю достаточно изменять подачу топлива и тем самым мощность двигателя. Это достигается большим или меньшим нажимом на педаль управления подачей топлива. Как уже отмечалось, можно представить себе автомобиль с двигателем, развивающим такие мощность и крутящий момент, что необходимость в понижающих передачах отпадает, несмотря на большую массу автомобиля.

Однако современные автомобильные двигатели рассчитаны на движение автомобиля без понижающих передач только по ровной дороге и после разгона. Для разгона, движения на крутой подъем и по плохой дороге передаваемое колесам усилие увеличивают с помощью понижающих передач, что сопровождается соответственным уменьшением частоты вращения колес, а значит, уменьшением и скорости движения.

Переключение передач и все, что с ним связано, служит главным образом для регулирования силы тяги на ведущих колесах, а не скорости движения. Регулирование скорости осуществляется в основном, кроме случаев разгона и замедления, изменением частоты вращения коленчатого вала двигателя.

Но нередко обстоятельства, когда скорость автомобиля должна быть уменьшена. Для этого водитель может использовать разные приемы: движение накатом с выключенной передачей; торможение двигателем, т. е. движение с включенной передачей без нажима на педаль управления подачей топлива, когда накопленная энергия тратится на преодоление трения в механизмах трансмиссии и особенно двигателя; торможение рабочим тормозом, который приводится в действие педалью.

Наконец, водитель может пользоваться рычагом ручного стояночного тормоза. Стояночный тормоз действует на тормоза задних (иногда передних) колес или на тормоз, расположенный в трансмиссии.

Для включения заднего хода водитель после остановки автомобиля, пользуясь рычагом переключения передач и педалью сцепления, вво-

дит между шестернями передач дополнительную шестерню и этим изменяет направление вращения выходного вала коробки передач. Тем самым изменяется и направление вращения колес.

Изменение направления движения, т. е. поворот автомобиля, водитель достигает вращением рулевого колеса. Механизмы рулевого привода преобразуют вращение рулевого вала в движение тяг и рычагов, поворачивая левое и правое передние колеса на некоторый угол.

Современное рабочее место водителя все более отличается и отделяется от соседнего, пассажирского: чашеобразное регулируемое сиденье, консоль с рычагами и приборами, отгораживающая водителя справа, приборы в глубоких нишах, когда-то находившиеся посередине автомобиля.

3.3. Физико-химические характеристики рабочего места водителя

К физико-химическим характеристикам относятся: шум, вибрации, микроклимат, наличие и состав вредных примесей в воздухе. От этих условий на рабочем месте зависит степень утомления водителя, а следовательно, и активная безопасность при выполнении работ.

Основными источниками шума являются двигатель, трансмиссия, глушитель, шины и др. Под действием шума снижается зрительное восприятие, нарушаются координация движений и функции вестибулярного аппарата, преждевременно наступает утомляемость. Поэтому любой шум ухудшает условия труда водителя, отвлекает его, снижает внимание, увеличивает время реакции, затрудняет восприятие информативных звуковых сигналов.

При движении автомобиля неизбежно возникают вибрации (колебания высокой частоты и малой амплитуды).

Наиболее опасны вибрации в диапазоне 5–6 Гц, так как они вызывают резонанс колебаний тела водителя. Кроме частоты большое значение имеет и амплитуда колебаний. Так, вибрации при амплитуде 0,01 мм не ощущаются, при амплитуде 0,02 мм действуют раздражающе, постоянно отвлекают водителя. Длительная работа при амплитуде более 0,03 мм невозможна.

Температура, влажность и подвижность воздуха в кабине определяют микроклимат. Влияние микроклимата на организм человека зависит от возраста, состояния здоровья, рабочей одежды и степени закалинности. Оптимальная температура в кабине транспортного сред-

ства – 18–24 °С. При более высокой температуре снижаются внимание и объем оперативной памяти, увеличивается время реакции, плохо улавливаются изменения обстановки и тракторист быстро устает. При температуре 30 °С умственная деятельность ухудшается, реакция замедляется, в действиях появляются ошибки.

При низкой температуре (17 °С и ниже) снижается работоспособность мышц, наблюдаются скованность и неточность движений. Теплая одежда стесняет движения водителя, а теплая обувь затрудняет управление педалями.

От влажности и подвижности воздуха в кабине зависит терморегуляция водителя. В воздухе, насыщенном водяными парами, затрудняется теплоотдача путем испарения (пот не испаряется). При высокой температуре особенно неблагоприятно сказывается высокая относительная влажность воздуха.

Нормальной относительной влажностью считается влажность 30–70 %. Воздушные потоки человеком ощущаются при скоростях их движения более 0,25 м/с. Рекомендуемая скорость движения воздуха в кабине не должна превышать 1 м/с.

Поддержание необходимой чистоты воздуха в кабине – одно из требований активной безопасности. В кабину водителя попадают отработанные газы, пары эксплуатационных материалов, минеральная пыль и другие вредные вещества.

Содержание всех систем транспортного средства в исправном состоянии, своевременное устранение неисправностей, использование вентиляции и отопления значительно улучшают условия работы водителя.

Для создания комфортных условий работы на новых моделях транспортных средств применяются системы вентиляции, отопления и кондиционирования. Система вентиляции может быть естественной и принудительной. Система отопления может работать от двигателя, может быть независимой с газовым или электрическим нагревателем или комбинированная. Для автоматического регулирования температуры и влажности подаваемого в кабину воздуха служат кондиционеры.

Параметры, определяющие комфортабельность места водителя, приведены в табл. 3.1.

Таблица 3.1. Зоны комфорта на рабочем месте водителя

Показатели	Зоны		
	комфорта	психологического дискомфорта	физиологического дискомфорта
Температура, °С	18	15–22	1–43,5
Влажность, %	50–60	30–70	20–90
Скорость движения воздуха, м/с	0,15	0,3	2,0
Содержание, мг/л:			
окси углерода	–	0,3	0,02
диокси углерода	–	0,01	0,40
паров бензина	–	0,17	0,1
окислов серной кислоты	–	–	0,001
минеральной пыли, содержащей до 7 % кристаллической модификации	–	–	0,0005
Вибрации:			
амплитуда, мм	0	0,2	1,3
частота, Гц	0	0,1	10,0

3.4. Положение водителя за рулем транспортного средства

Быстрота и точность рабочих движений водителя современного скоростного транспортного средства в значительной степени зависят от удобства рабочего места водителя.

Положение водителя за рулем имеет весьма важное значение при управлении транспортным средством, так как неправильная посадка за рулем приводит к быстрому утомлению, очень вольное положение снижает внимание, что может привести к аварии.

Рациональная посадка водителя характеризуется: устойчивым положением корпуса; освобождением в основном конечностей от удержания позы для выполнения ими функций, связанных с управлением; стандартным положением рук и ног на органах управления в процессе выполнения технических приемов манипулирования ими; минимальным тоническим напряжением скелетной мускулатуры, осуществляющей удержание позы, что в меньшей степени ухудшает обмен веществ и подачу кислорода кровеносной системой, обеспечивая хорошую работоспособность и меньшую утомляемость.

Техника управления во многом зависит от посадки водителя на рабочем месте (рис. 3.4). Она характеризуется рядом показателей: угол отклонения корпуса от вертикали ($A_1 = 15\text{--}25^\circ$), угол между корпусом и бедром ($A_2 = 80\text{--}100^\circ$), угол между бедром и голенью ($A_3 = 95\text{--}120^\circ$),

угол между голенью и стопой ($A_4 = 85-95^\circ$), угол между корпусом и плечом ($A_5 = 15-35^\circ$), угол между плечом и предплечьем ($A_6 = 100-120^\circ$), угол между предплечьем и кистью ($A_7 = 170-190^\circ$).

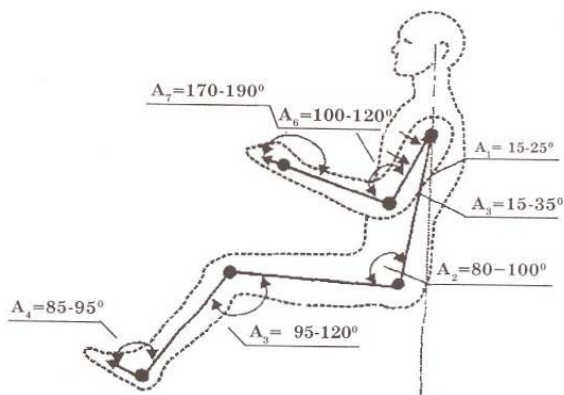


Рис. 3.4. Схема антропометрических показателей оптимальной рабочей посадки водителя

Такие положения обеспечивают максимальную точность управления автомобилем. Они являются наиболее целесообразными исходными положениями для выполнения приемов и составной частью «позы готовности» к действию в опасных ситуациях дорожного движения.

Приведенные рекомендации требуют индивидуального подхода к каждому водителю, с учетом конкретных особенностей его телосложения.

Чем ближе индивидуальные показатели посадки к рациональным, тем больше возможности у водителя принять наиболее удобное и естественное положение, позволяющее не испытывать утомления при продолжительной работе, иметь свободу движений и максимальный обзор, прилагать минимальные психические и физические усилия для управления транспортным средством.

Поэтому рабочее место водителя должно обеспечивать наилучшие условия, в которых можно свободно вращать рулевое колесо, удобно пользоваться педалями и рычагами, следить за контрольно-измерительными приборами, быстро реагировать на изменения окружающей обстановки, утомляясь как можно меньше.

При конструировании автомобиля предусматриваются удобства и легкость управления им.

Прежде всего нужно подогнать по своей фигуре сиденье и его спинку. Сидеть на рабочем месте водителя нужно так, чтобы, занимая естественное положение, было удобно следить за дорогой и пользоваться органами управления (рулевым колесом, педалями и рычагами), не испытывая утомления в период длительной поездки. Для обеспечения правильного положения водитель должен сидеть прямо, а его спина полностью прилегать к спинке сиденья; ноги должны легко доставать до педалей, а руки, находясь на рулевом колесе, должны быть слегка согнуты в локтях. При правильной посадке наибольшая нагрузка приходится на главную опору тела – позвоночник, а мышцы тела испытывают наименьшую нагрузку от воздействия органов управления (рис. 3.5, 3.6).

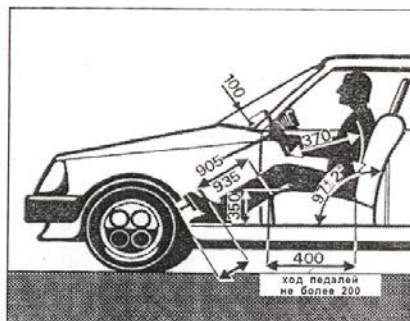


Рис. 3.5. Правильно установленное и отрегулированное сиденье водителя

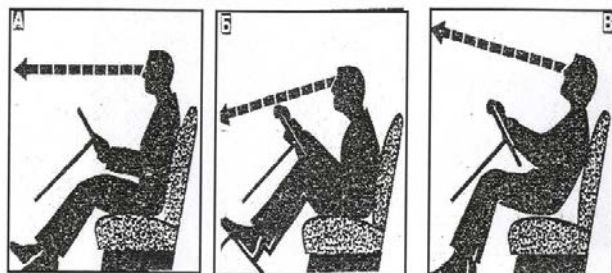


Рис. 3.6. Посадка водителя:
а – правильная; б, в – неправильная

Сиденье должно соответствовать анатомическому строению спины человека. При некотором наклоне спинки назад и наличии опоры в области поясницы обеспечивается оптимальное положение поясничного пояса. В положении сидя центральная точка опоры туловища должна приходиться на область между вторым и четвертым позвонками. При большом наклоне туловища организм человека очень восприимчив к толчкам и вибрации, так как не используется естественная амортизация ног.

На рис. 3.7 показаны сиденья, расположение и устройство которых неудобны для водителя:



Рис. 3.7. Неправильно установленные и отрегулированные сиденья

1. Сиденье далеко от рулевого колеса и педалей, поза водителя неестественна, все мышцы напряжены, так как спина не имеет опоры. Основная нагрузка в этом случае приходится на относительно слабые мышцы предплечья и кисти, амплитуда движений сокращена. Это обусловливается тем, что водитель должен подтягиваться к педалям, держась за рулевое колесо, что мешает при необходимости резко его повернуть, кроме того, в таком положении ухудшается обзорность дороги с места водителя. Неправильное распределение нагрузки на мышцы рук может быть и при очень большом или недостаточном наклоне рулевого колеса.

2. Спинка сиденья слишком пологая, позвоночник испытывает напряжение в пояснице и шее, мышцы рук и ног напряжены, поясница и ноги не имеют опоры.

3. Наклон спинки удовлетворительный, но ее форма вызывает напряжение мышц позвоночника, опоры под коленями нет.

4. Сиденье мало, не дает опоры рукам и ногам, рулевое колесо слишком близко.

5. Сиденье отрегулировано хорошо, но расположено высоко, а руль – слишком близко, т. е. сиденье выдвинуто вперед, водителю приходится сгибать ноги. В таком положении затруднена работа педалями, а рукам нет возможности свободно управлять рулевым колесом.

Если расстояние от края сиденья до подколенной впадины менее 4–6 см, то возможны нарушения функций ног из-за сдавливания сосудов и нервов бедра.

Желание принять удобное положение без помощи сиденья также ведет к преждевременному утомлению, что отражается на работоспособности и безопасности управления автомобилем.

Посадка в определенной мере формируется рациональным положением рук на органах управления транспортными средствами и в первую очередь на рулевом колесе.

В реальных условиях движения имеется большое разнообразие статических положений рук водителя. При выполнении экстренного маневра малая ширина препятствий незначительно влияет на минимальный угол поворота рулевого колеса. Величина угла поворота в основном зависит от скорости движения транспортного средства.

Эффективность управления транспортным средством во многом определяется углом наклона подушки спинки и высоты сиденья. Если сиденье установлено низко, водитель для лучшего осмотра дороги поднимает подбородок, как следствие – мышцы спины и шеи очень

напрягаются. При высокой установке сиденья водитель горбится, наклоняя голову, что вызывает быстрое утомление мышц плечевого пояса, дыхание затрудняется. От угла наклона подушки сиденья зависит степень мышечного усилия водителя при нажатии на педаль. При правильной установке угла наклона это усилие может быть снижено на 15–20 %. Расстояние от края сиденья до сгиба в колене ноги водителя должно быть не менее 15 % длины бедра. Если расстояние меньше указанной величины, возможны нарушения функции ног из-за сдавливания сосудов и нервов в области бедра. Спинка сиденья не должна быть вертикальной, а иметь некоторый наклон, поэтому масса тела наиболее выгодно распределяется на сиденье и спину, а мышцы бедра максимально расслаблены.

В грузовых автомобилях наклон спинки сиденья должен быть в пределах $97^{\circ} \pm 2^{\circ}$, а в автобусах – 95° – 107° . При большом наклоне спинки водитель сидит развалившись. Несмотря на то, что спинка имеет опору, позвоночник испытывает напряжение в пояснице и шее, мышцы рук и ног чрезмерно напряжены. При такой посадке ноги не имеют достаточной опоры, водитель быстро устает, а внимание его снижается. Наилучшим сиденьем считается анатомическое с тонким слоем губчатого материала (рис. 3.8). Это сиденье повторяет форму тела человека, снижает удельное давление и создает боковой упор, необходимый при поворотах. Основой анатомического сиденья является чашеобразная панель.

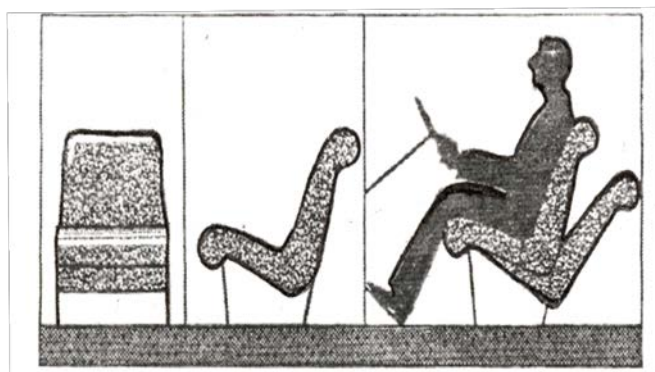


Рис. 3.8. Виды анатомических сидений

Регулировка наклона подушки и сиденья проводится одновременно.

При большой частоте колебаний кабины (грузовых автомобилей и автобусов) анатомическое сиденье устанавливают на пружинной подвеске с амортизатором (рис. 3.9).

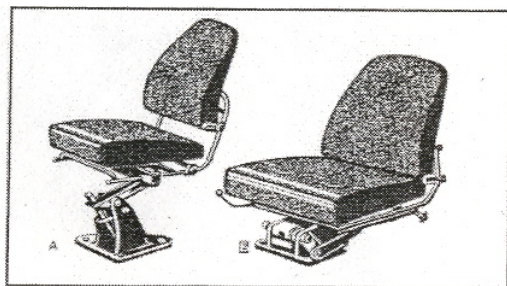


Рис. 3.9. Виды анатомических сидений

При длительном воздействии колебаний у водителя появляются изменения в системе кровообращения, в головном мозге, суставной и мышечной системах. Вредные колебания приводят к головным болям, болям в суставах, пояснице, ухудшению зрительных восприятий.

Соблюдение правильных приемов работы прививает водителю точные, уверенные, экономные движения.

Подгонку сиденья осуществляют путем перемещения вперед или назад, вниз или вверх.

Сиденье должно быть надежно закреплено и не перемещаться при резких остановках. Обивка и чехол на сиденье должны иметь высокую воздухо- и влагопроницаемость, хорошо проводить тепло, быть шероховатыми.

При гладкой обивке наблюдается скольжение водителя по сиденью, что требует дополнительного усилия для удержания его в нужном положении и излишне утомляет водителя. Плохо, если обивка или чехол имеют чрезмерно большой коэффициент сцепления (например, плюшевая). Это вызывает утомление мышц спины.

Проверить правильность посадки можно следующим образом: не допуская наклона корпуса и его отрыва от спинки сиденья, перевести правой рукой рычаг коробки передач в положение, наиболее удаленное от водителя (3-я передача), при этом левая рука должна свободно лежать в распрямленном состоянии на верхней части рулевого колеса; установить подголовник так, чтобы его верхушка совпадала с верхней частью головы водителя.

Ремни безопасности следует отрегулировать так, чтобы ладонь правой руки туго проходила под ремень на уровне груди. Ремни безопасности инерционного типа не требуют регулировки.

Зеркало заднего вида (боковое) должно быть отрегулировано так, чтобы в его нижнем правом углу был виден нижний срез задней части кузова автомобиля (рис. 3.10).

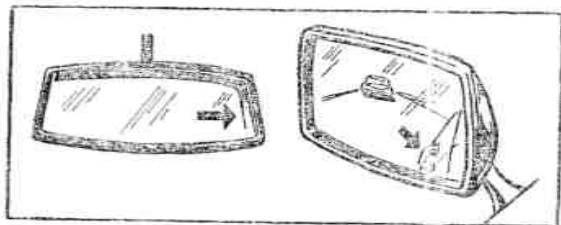


Рис. 3.10. Правильная регулировка зеркал заднего вида

Органы управления движением автомобиля подразделяются на ручные – рулевое колесо, рычаги ручного тормоза и коробки передач, и ножные – педали управления дросселем, тормозами и сцеплением.

Важно научиться управлять автомобилем каждой рукой в отдельности, но нельзя снимать одновременно обе руки с рулевого колеса для переключения передач, подачи сигналов, включения света или управлять одной рукой без надобности переключения передач или подачи сигнала.

Держать рулевое колесо нужно обеими руками. Не следует управлять автомобилем одной рукой или держать ее ниже горизонтальной оси. Держать рулевое колесо одной рукой можно только в период включения или выключения передач или приборов.

Если окружность рулевого колеса зрительно представить как часовой циферблат, то руки водителя должны располагаться следующим образом: левая – между 8 и 10 ч, правая – между 2 и 4 ч. Удобным считается положение рук на 9 и 3 ч. Если дорога свободна, положение 10 и 4 ч иногда менее утомительно, но никогда не следует использовать положение рук на 11 и 1 ч.

Стандартное положение рук на рулевом колесе дано в секторе, обозначенном координатами хвата для левой руки 9–10 и правой – 2–3 (рис. 3.11).

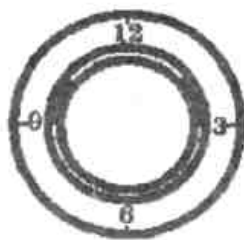


Рис. 3.11. Зоны оптимального расположения
рук водителя на рулевом колесе
(показаны черным цветом)

Место расположения хвата руки определяется с помощью циферблата обычных часов.

Такое положение рук дает возможность обеспечивать максимальный угол поворота рулевого колеса в любую сторону, а также максимальную точность управляющих воздействий как при управлении рулевым колесом двумя руками, так и одной рукой в случае манипулирования другой иными органами управления автомобилем. Рациональное положение рук на рулевом колесе является составной частью «позы готовности» к действию при опасности. При расположении рук в зонах стандартного положения не наблюдается их статического утомления, так как руки водителя постоянно находятся в движении.

3.5. Органы управления и их применение

По функциональному назначению органы управления подразделяются на те, с помощью которых можно изменить направление и скорость движения транспортного средства (рулевое колесо, рычаг переключения передач, педаль муфты сцепления, педаль управления подачей топлива, тормозные педали, рукоятка стояночного тормоза), и органы управления вспомогательными устройствами (ручной или ножной переключатели света, кнопка звукового сигнала, рычаг включения указателей поворотов, органы, управляющие вентиляцией, отоплением, стеклоочистителями, освещением и т. п.).

Для уменьшения прилагаемого усилия на рулевом колесе устанавливают электро- или гидроусилители, что существенно облегчает труд водителя. Удобство управления транспортным средством в большой степени зависит также от формы рычагов и рукояток, их размещения, усилий, прилагаемых для их перемещения.

Рулевое управление.

Различают *три вида руления при управлении транспортным средством*:

- руление, с помощью которого осуществляется коррекция небольших отклонений автомобиля от заданной траектории;
- стабилизирующее руление, с помощью которого осуществляется стабилизация транспортного средства при потере поперечной устойчивости;
- основное руление, с помощью которого изменяется траектория движения автомобиля при изменении направления движения относительно проезжей части дороги.

Коррекция траектории движения выполняется водителем путем поворота рулевого колеса на небольшой угол при однократном, прерывистом или периодическом приложении усилия к нему.

При потере транспортным средством поперечной устойчивости в зависимости от ситуации можно пользоваться двумя способами стабилизирующего руления – силовым или скоростным. Силовой способ применяется в том случае, если скорость движения небольшая и водитель еще в начальной стадии сумел разгадать занос, но если этот момент упущен, необходимо сразу же применять скоростной способ руления.

Силовой способ руления характеризуется невысокой скоростью руления. Осуществляется он одной или двумя руками одновременно без перехвата из стандартного положения под углом 140° . Он может выполняться поочередно каждой рукой с перехватами другой, при этом рулевое колесо поворачивается водителем на любой нужный угол без перекрестных движений, т. е. как бы передается из руки в руку. На рис. 3.12 приведен один из вариантов поворота рулевого колеса направо силовым способом, который выполняется поочередно двумя руками с перехватами.

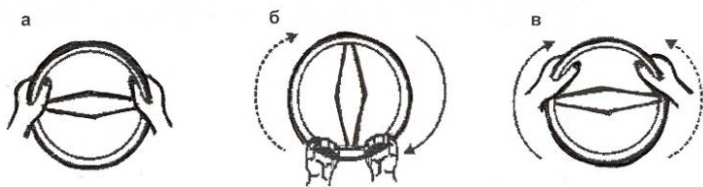


Рис. 3.12. Поворот рулевого колеса направо силовым способом:
а – положение рук до начала поворота; б – правая рука поворачивает рулевое колесо, а левая скользит вниз; в – левая рука поворачивает, правая скользит вверх

При **скоростном способе** руления скорость поворота в 3–5 раз выше, чем при силовом. Этот способ руления может совершаться одной рукой и поочередно двумя, а также сочетанием работы рук: одной-двумя или двумя-одной.

При этом во всех случаях выполнения руления одной, двумя или поочередным сочетанием работы рук поворот рулевого колеса на угол более 180° осуществляется с перехватами. На рис. 3.13 показаны варианты поворота рулевого колеса направо скоростным способом, которые можно выполнять одной (рис. 3.13, а) или поочередно двумя руками (рис. 3.13, б).

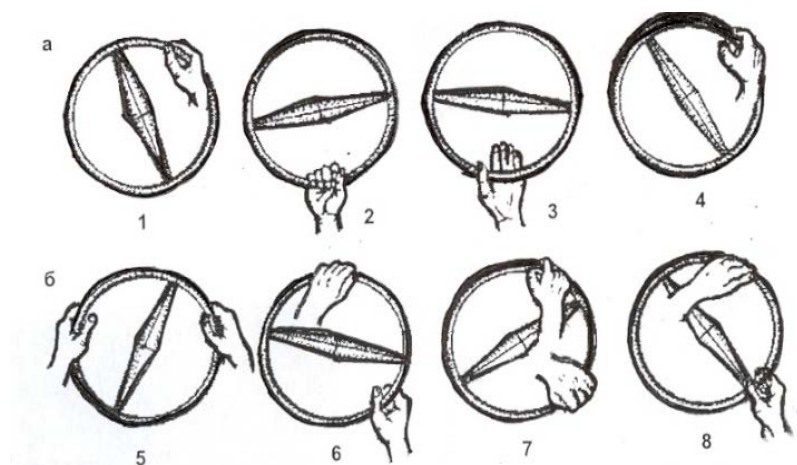


Рис. 3.13. Поворот рулевого колеса направо скоростным способом, выполняемый одной рукой (а) и поочередно двумя руками (б) с перехватами:

- 1 – положение рук до начала поворота рулевого колеса; 2 – поворот рулевого колеса направо до момента начала осуществления перехвата через тыльную сторону кисти;
- 3 – поворот рулевого колеса направо, осуществляемый одновременно с перехватом руки через тыльную сторону кисти; 4 – поворот рулевого колеса направо после перехвата руки;
- 5 – положение рук до начала поворота рулевого колеса; 6 – поворот рулевого колеса направо до момента начала осуществления перехвата правой руки и продолжение поворота левой;
- 7 – поворот рулевого колеса направо левой рукой с одновременным перехватом правой; 8 – поворот рулевого колеса направо правой рукой с одновременным перехватом левой

Основное руление (изменение траектории движения автомобиля при выполнении маневров по ходу и в плане) осуществляется силовым и скоростным способами. При выборе способа руления важно пом-

нить, что угловая скорость поворота рулевого колеса обязательно должна соизмеряться со скоростью движения автомобиля и кривизной выбранной траектории.

При экстренном изменении направления движения автомобиля необходимо использовать скоростной способ руления.

Важно не путать силовой и скоростной способы при выполнении как стабилизирующего, так и основного руления, когда рулевое колесо можно повернуть двумя или одной рукой из стандартного положения без перехвата на угол до 180° .

При силовом способе руления поворот рулевого колеса выполняется относительно медленно в условиях согласования со скоростью движения и кривизной траектории и почти без компенсации по временно-му параметру. Скоростной способ руления в опасной ситуации всегда осуществляется в условиях острого дефицита времени и способствует экстренному маневру автомобиля.

На практике часто можно наблюдать, как водитель отпускает рулевое колесо и ждет, пока оно само возвратится в нейтральное положение. Это недопустимо, так как при нарушении регулировки углов установки колес или в случае чрезмерной затяжки рулевого механизма руль может замереть на месте после снятия с него рук, и затем, даже используя скоростное руление, невозможно изменить ситуацию.

Для управления автомобилем в колее, в тяжелых сыпучих грунтах, при движении по дорогам с неровностями применяется силовое руление со значительными усилиями. Приложение усилий к рулевому колесу требуется при удержании автомобиля в пределах предназначенной ему полосы движения при наезде управляемых колес на какое-либо препятствие. Иначе передние колеса могут резко повернуться и через механизм рулевого привода быстро и сильно повернуть рулевое колесо, что может привести к травмированию водителя и даже к ДТП.

Стабилизирующее и основное руление имеют четыре основные фазы (хват, тяга, поворот, выравнивание) и три дополнительные (контрсмещение, поворот, перехват). В зависимости от сложности поворота дополнительные фазы могут присутствовать все или частично.

Хват – способ удержания рулевого колеса, при котором кисть руки (рук) обхватывает обод рулевого колеса снаружи, а большой палец – с внутренней стороны.

Контрсмещение – быстрый поворот рулевого колеса в противоположную сторону от выполняемого вслед за ним поворота.

Перехват – смена места расположения руки (хвата) на рулевом колесе при рулении.

Выравнивание – возвращение рулевого колеса, как правило, в нейтральное положение после выполнения поворота для придания транспортному средству новой траектории движения.

Рулевое колесо всегда нужно тянуть книзу и никогда не толкать вверх.

Наиболее приемлемо для любых ситуаций держать руки в положении «без десяти два», но ни в коем случае не более 5–10 мин, после чего обязательно передвигать руки сначала с положения «без десяти четыре», а затем либо в исходное положение, либо в положение «без десяти два». Это нужно для того, чтобы снизить утомляемость от неподвижного положения и избежать некоторых профессиональных заболеваний.

В случае усталости можно держать руки в положении «двенадцать», после чего перенести руки в положение «полшестого», чтобы кровь прилила к кистям.

Для повышения работоспособности водителю нужно по очереди опустить руки и, упираясь ладонью или кулаком в сиденье, постараться приподнять туловище. Делать это необходимо через 20–30 мин.

Удерживание рулевого колеса путем обхвата ладонями нижней или верхней части обода, а также размещение ладоней на спицах затрудняют управление автомобилем и могут привести к опасным последствиям.

Иногда в тех случаях, когда интенсивность движения маленькая и дорожная ситуация несложная, допускается держать рулевое колесо 3–5 мин за спицы так, чтобы кисть руки охватывала обод рулевого колеса в месте крепления спицы, а большой палец лежал на ней. Большой палец в данном случае выполняет роль чувствительного элемента, определяющего нагрузку управляемых колес в зоне контакта шины с дорогой. Поэтому даже при малейшей опасности наезда колес на какое-либо препятствие (ладонь в это время может плотно не прилегать к ободу) большой палец даст команду кисти руки, которая мгновенно охватит рулевое колесо.

Нельзя делать перекрестных смен рук (рис. 3.14). Руки нужно представлять поочередно, подавая рулевое колесо как бы толчками из руки в руку.

По окончании поворота надо вернуть рулевое колесо в первоначальное положение, сохраняя обратную связь с колесами, т. е. не фиксируя его возврат, но и не отпуская его совсем.

Нужно плавно дозировать самопроизвольное вращение рулевого колеса в прежнее положение.

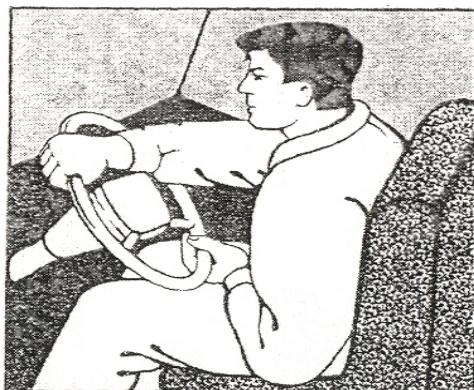


Рис. 3.14. Неправильное положение рук на рулевом колесе

Во всех случаях угловая скорость поворота рулевого колеса должна обязательно соизмеряться со скоростью движения автомобиля для плавного перемещения по проезжей части.

При плавных поворотах рулевое колесо пропускают в одной из рук, причем левая рука должна действовать в средней части левой стороны обода, а правая – в средней части правой стороны. В случае экстренных действий руки перемещаются вместе с рулевым колесом, при больших углах поворота – с перехватом, постоянно удерживая колесо одной рукой.

Во время движения по неровной дороге, колее, при преодолении обледенелых мест рулевое колесо нужно держать крепко, особенно при движении с большой скоростью. Несоблюдение этого требования приводит к получению ушибов, вывихам пальцев и кистей рук, что нередко ведет к дорожно-транспортным происшествиям.

Рулевое колесо должно быть обязательно темным, лучше всего черным, иначе его отражение в ветровом стекле ухудшит видимость. Скользкое рулевое колесо может явиться причиной дорожно-транспортного происшествия.

Педаль управления сцеплением.

Одно из назначений механизма сцепления – обеспечить кратковременное отключение двигателя от коробки передач в момент переключе-

чения передач. Для полного отключения двигателя от коробки передач следует переместить педаль до крайнего нижнего положения. Левую ногу нужно ставить на педаль сцепления за 0,1–0,5 с до нажатия. Выключать сцепление необходимо быстро, а включать – плавно.

Очень медленное нажатие на педаль, а также резкое отпускание ее приводят к нагреванию накладок диска муфты, короблению и выводит их из строя. Положение ноги на педали муфты сцепления изображено на рис. 3.15, свободный и рабочий ход педали – на рис. 3.16.

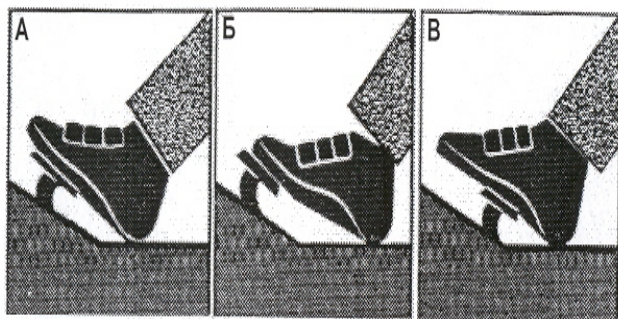


Рис. 3.15. Положение ноги на педали муфты сцепления:
а – правильное; б, в – неправильное

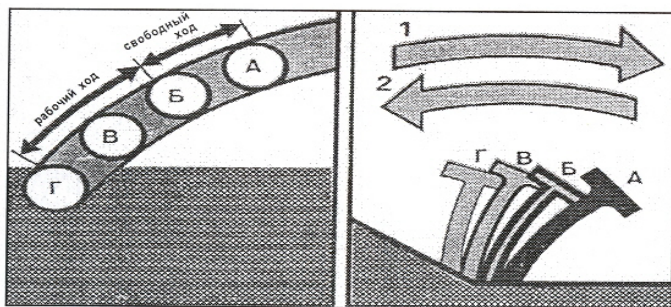


Рис. 3.16. Свободный и рабочий ход педали

Перемещение педали на участке *а – б* можно осуществлять быстро, в точке *в* – замедлять из исходного положения *а* по направлению к полу салона. Для перемещения педали на участке *а – б* требуется сравнительно небольшое усилие, затрачиваемое на растяжение возвратной

пружины, стремящейся удерживать педаль в положении a . В момент прихода педали в положение b выжимной подшипник муфты выключения сцепления входит в соприкосновение с рычагами выключения сцепления, шарнирно соединенными с нажимным диском.

Дальнейшее перемещение педали сопровождается воздействием выжимного подшипника на рычаги, которые, преодолевая сопротивление мощных пружин, отводят нажимной диск от ведомого, вследствие чего уменьшаются силы трения между фрикционными накладками ведомого диска и плоскостью маховика. Перемещение педали на участке $a - b$ называется свободным ходом. Характерный признак окончания свободного хода – резкое увеличение усилия, необходимого для перемещения педали в момент ее прихода в положение b . По мере прохождения педали по участку $b - в$ уменьшаются усилия воздействия нажимного диска на ведомый, когда педаль переместится в положение $в$, полностью прекращаются воздействия нажимного диска на ведомый. Перемещение педали из положения $в$ в крайне нижнее положение $г$ сопровождается увеличением зазоров между маховиком и ведомым диском.

Для включения сцепления водитель отпускает педаль. Для плавного трогания с места необходимо обеспечить постепенное нарастание крутящего момента, передаваемого от маховика к ведомому диску сцепления.

Плавное нарастание крутящего момента, передаваемого от маховика к ведомому диску сцепления, можно осуществлять за счет задержки педали в положении $в$ и последующего медленного отпускания педали на участке $в - б$. Таким образом, при отпускании педали сцепления (включение сцепления) для водителя наибольшее практическое значение имеют положения педали $в$ и $б$. На участке $г - в$ педаль можно отпускать быстро.

Чтобы научиться определять положение $в$, необходимо при отпускании педали прислушаться к работе двигателя. Воспринимаемый на слух момент снижения частоты вращения двигателя соответствует приходу педали в положение $в$. Для формирования навыка воздействия на педаль рекомендуется несколько раз, не трогаясь с места и не изменяя положения педали подачи топлива, перемещать педаль из положения $в$ в положение $г$, добиваясь задержки педали в положении $в$. На участке $в - б$ педаль следует перемещать медленно, при этом одновременно правой ногой водитель должен нажимать на педаль управления подачей топлива. В момент прихода педали в положение $в$ проис-

ходит полное включение сцепления, поэтому на участке $b - a$ педаль можно перемещать быстро.

Из рассмотренных особенностей работы сцепления видно, что полный ход педали $a - z$ складывается из двух частей: свободного хода $a - b$ и рабочего хода $b - z$. Влияние свободного хода педали оказывает существенное влияние на работу сцепления. Слишком большой свободный ход приводит к уменьшению длины рабочего хода. В результате этого при полном нажатии на педаль нажимной диск не полностью отходит от ведомого, который, оставаясь прижатым к маховику, продолжает передавать крутящий момент от двигателя к коробке передач.

Неполное выключение сцепления значительно затрудняет переключение передач. Сцепление не полностью выключается и при нормальной величине свободного хода, если водитель перемещает педаль не на полную величину рабочего хода (недоведение педали до крайнего нижнего положения).

Практические рекомендации: левая ступня обычно располагается левее педали сцепления или на полу перед ней (рис. 3.17). Нажимать на педаль сцепления можно как угодно быстро, обязательно доведя ее до крайнего нижнего положения. Отпускать педаль следует быстро и плавно, задерживая ногу в конце рабочего хода и медленно перемещая до момента уменьшения усилия.

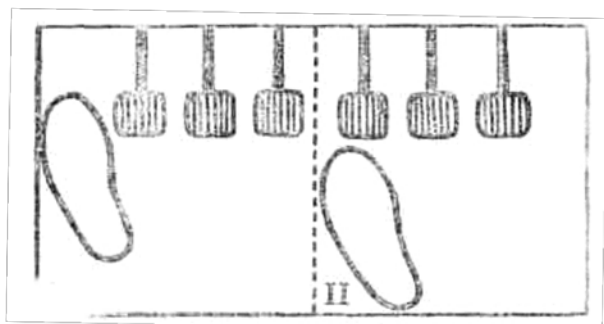


Рис. 3.17. Свободное положение левой ноги

Левую ногу нельзя постоянно держать на педали муфты сцепления, так как ускорится износ сцепления и ухудшатся динамические качества автомобиля. Это связано с тем, что вследствие постоянного воздействия на педаль сцепления вилка выключения сцепления переме-

щает муфту вдоль ведущего вала коробки и выжимной подшипник касается рычагов выключения сцепления. Так как эти рычаги вращаются вместе с кожухом, обойма выжимного подшипника также начинает вращаться, что приводит к интенсивному износу и преждевременному выходу из строя подшипника. Поворачивая рычаги, муфта выключения сцепления уменьшает усилия воздействия нажимного диска на ведомый диск сцепления. Силы трения между маховиком и ведомым диском уменьшаются, что может привести к пробуксовке ведомого диска, быстрому износу фрикционных накладок и к ухудшению приемистости автомобиля.

Педаль управления подачей топлива.

Педаль подачи топлива перемещают правой ногой, назад она возвращается под действием пружины.

Правая ступня располагается почти напротив педали тормоза с опорой на каблук и поворачивается вправо до контакта части стопы с педалью дросселей.

При торможении стопа почти без смещения за счет поворота мыска нажимает на педаль тормоза (рис. 3.18).

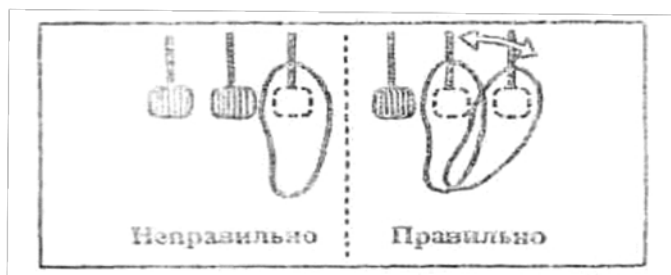


Рис. 3.18. Положение правой ноги на педали дросселей

При нажатии на педаль подача топлива увеличивается, а при отпускании – уменьшается. Это обеспечивает нужную частоту вращения коленчатого вала и мощность двигателя.

Нажимать на педаль управления подачей топлива и отпускать ее нужно плавно. Быстрое нажатие или отпускание резко изменяет частоту вращения коленчатого вала двигателя и приводит при движении по дороге (особенно скользкой) к заносу.

Увеличение и снижение скорости должно быть плавным.

Педаль ногового тормоза приводится в действие правой ногой. При нажатии на педаль автомобиль уменьшает скорость движения и

останавливается. Тормозить необходимо плавно, резкое торможение допускается только для того, чтобы предотвратить ДТП.

Стояночный тормоз нужно включать только на стоянке или остановке. Во время движения ручным тормозом следует пользоваться только в исключительных случаях – для предотвращения дорожно-транспортных происшествий, при выходе из строя основного тормоза.

Стояночный тормоз включать правой рукой, держа большой палец на кнопке (рычаге) фиксатора, другие пальцы – на рукоятке тормоза. Для включения стояночного тормоза, не нажимая на кнопку фиксатора, потянуть рычаг вверх к себе до ограничения хода (при этом слышен характерный треск фиксатора).

Для выключения стояночного тормоза потянуть дополнительно рычаг на себя. Нажать кнопку фиксатора и опустить рычаг от себя до упора (рис. 3.19).

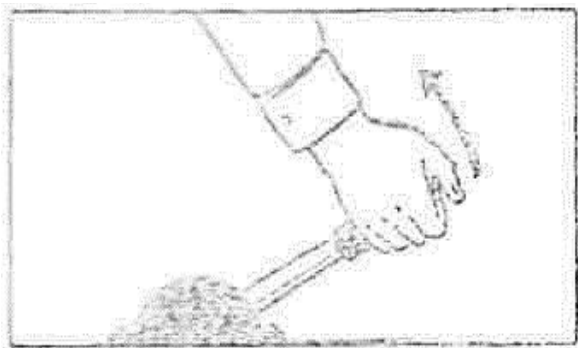


Рис. 3.19. Положение правой руки на стояночном тормозе

Горный тормоз – это устройство, которое замедляет движение автомобиля без участия рабочей тормозной системы.

Для этого в системе выпуска отработавших газов устанавливается специальная заслонка, которая препятствует их свободному отводу, в результате чего частота вращения коленчатого вала уменьшается и торможение осуществляется двигателем.

Работает этот тормоз только при включенной передаче и при режиме двигателя «холостой ход», т. е. при отпущенной педали управления подачей топлива.

Широко применяется на большегрузных автомобилях и автобусах.

Горный тормоз подразделяют на несколько типов: трансмиссионный (ретардер), гидромеханический, электрический.

Рычаг переключения передач.

Для включения передачи необходимо правую руку перенести от рулевого колеса на рукоятку рычага и с небольшим усилием перевести рычаг из одного положения в другое.

Перемещение рычага коробки передач на себя следует осуществлять, воздействуя на наконечник рычага только пальцами, от себя – ладонью.

При работе с рычагом переключения передач необходимо сохранять правильное положение кисти правой руки на рычаге, обхватив ею рукоятку рычага, и полностью вводить его в передачу, не меняя положения корпуса при переключении передач (рис. 3.20, 3.21).

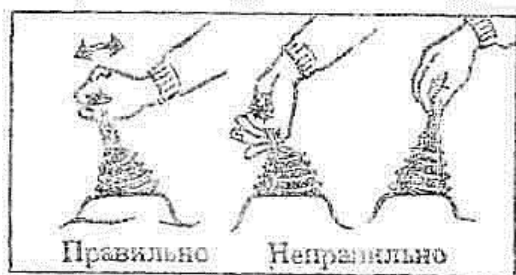


Рис. 3.20. Положение кисти при переключении передач

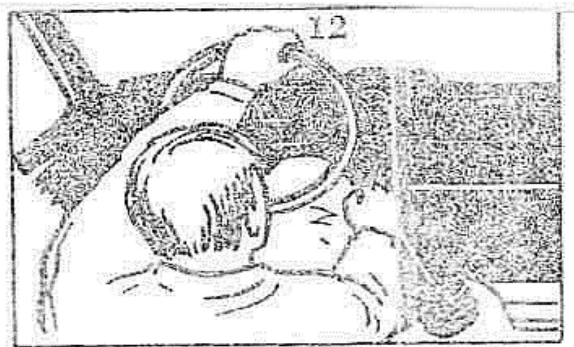


Рис. 3.21. Положение рук на рулевом колесе при переключении передач

Применение больших усилий при воздействии на рычаг переключения передач не допускается, так как это не ускоряет переключения

нужной передачи, а лишь ведет к интенсивному износу коробки передач, а в отдельных случаях может вызвать поломки в коробке передач.

Значительные усилия, необходимые для перемещения рычага коробки передач, могут быть вызваны слишком быстрым переводом рычага, непрерываемым воздействием на педаль подачи топлива, слишком большим свободным ходом педали сцепления.

При перемещении рычага коробки передач происходит зацепление зубчатых колес, вращающихся внутри коробки передач. Одна из причин затруднительного включения – несоответствие окружных скоростей зубчатых венцов зацепляемых шестерен. Выравнивание скоростей осуществляется с помощью синхронизаторов, а также за счет своевременного и строго дозированного воздействия водителя на педаль управления подачей топлива.

Уравнивание скоростей сцепляемых шестерен занимает небольшой промежуток времени – около 1 с.

Если водитель перемещает рычаг слишком быстро, без учета времени, необходимого для выравнивания скоростей, в коробке возникают усилия, препятствующие перемещению рычага. Ощувив эти усилия на рычаге, следует выдержать небольшую паузу, после чего рычаг с небольшим усилием переместить в положение, соответствующее включаемой передаче.

Нужно согласовывать действия педалью управления муфтой сцепления и педалью управления подачей топлива. Необходимо нажать на педаль сцепления, потом постепенно нажимать на педаль подачи топлива и одновременно отпускать педаль сцепления.

Согласование водителем действий органами управления транспортного средства.

Педалями сцепления и подачи топлива с рычагом переключения передач: нажать на педаль сцепления, включить первую передачу, нажать на педаль подачи топлива и одновременно плавно отпустить педаль сцепления. При остановке отпустить педаль подачи топлива, нажать на педаль сцепления, рычаг переключения передач перевести в нейтральное положение и отпустить педаль сцепления. При выполнении указанных действий нужно смотреть только вперед, не переводя взгляд на органы управления.

При движении без переключения передач левая нога должна свободно располагаться слева от педали сцепления, опираясь на пол салона автомобиля. Левая нога должна воздействовать на педаль сцепления только в момент, предшествующий переключению передач.

Опора на каблук позволяет уменьшить утомление мышц ноги и осуществлять более точное дозирование усилий и перемещений при воздействии на педали подачи топлива и тормоза. На педаль сцепления и тормоза рекомендуется воздействовать средней частью стопы, являющейся достаточно гибкой и создающей усилия, необходимые для воздействия на педали. Наиболее точные перемещения педали подачи топлива обеспечиваются при нажатии на нее передней частью стопы.

Правая нога водителя при управлении автомобилем должна быть расположена на педали подачи топлива, каблук упирается в пол салона.

3.6. Начало движения

Перед началом движения водитель должен убедиться, что это будет безопасно и не создаст препятствий для движения другим участникам движения. Начало движения автомобиля с места связано с преодолением сил инерции покоя, величина которых зависит от массы автомобиля. При отсутствии у водителя навыков в действии педалями муфты сцепления и подачи топлива двигатель перегружается и останавливается.

Начало движения с места стоянки или остановки нужно выполнять в следующей последовательности:

1. Подготовить двигатель к запуску, сесть за руль и осуществить запуск, проверить показания контрольных приборов.

2. Осмотреть дорогу спереди и сзади (используя зеркало заднего вида), убедиться, что начало движения не создает препятствий для движения другим транспортным средствам и пешеходам, подать предупредительный сигнал о начале движения, включить указатель поворота, нажать левой ногой до отказа на педаль управления сцеплением (выключить сцепление) и после незначительной задержки (2–3 с) рычага переключения передач в нейтральном положении установить рычаг переключения передач в положение, соответствующее первой передаче, снять автомобиль со стояночного тормоза, медленно отпуская педаль управления сцеплением, нажать правой ногой на педаль управления подачей топлива, начать движение, увеличивая нажим на педаль подачи топлива, разогнаться, нажать на педаль сцепления и включить следующую передачу, затем отпустить педаль сцепления.

Если при начале движения с места водителю не удастся поставить рычаг коробки переключения передач в положение первой передачи, нужно перевести рычаг в нейтральное положение, нажать на педаль

сцепления, отпустить и вновь нажать на нее, повторить попытку включить первую передачу.

Во избежание поломки зубчатых венцов перед включением заднего хода необходимо, чтобы окружная скорость вращения ведомого вала коробки передач была равна нулю, что обеспечивается после полной остановки автомобиля.

Быстрое и резкое перемещение рычага коробки переключения передач в момент переключения передач не ускоряет ее включение, а способствует износу синхронизаторов.

Если при переключении второй передачи на третью ощущается сопротивление перемещения рычага, необходимо плавно нажать на рычаг с незначительным усилием, ощутить уменьшение сопротивления, после чего включить нужную передачу.

Начинать движение с места на грузовом автомобиле по ровной дороге можно со второй передачи, а на легковом – с первой.

Плавное трогание автомобиля с места зависит от количества поданной в цилиндр двигателя горючей смеси и правильного включения муфты сцепления.

На скользких дорогах нужна такая частота вращения коленчатого вала двигателя, чтобы сила тяги не превысила силу сцепления ведущих колес автомобиля с дорогой.

При начале движения с места нажимать на педаль подачи топлива следует плавно. Развивать значительную частоту вращения коленчатого вала при начале движения с места без надобности не следует.

Педаль сцепления нужно отпускать плавно, чтобы не только предотвратить рывки автомобиля и буксование ведущих колес, но и не допускать ударных нагрузок в трансмиссии автомобиля.

Необходимость переключения передач вызывается частой сменой сопротивления движению, необходимостью соблюдения безопасности дорожного движения при возникновении различных преград или объездов и выполнения требований дорожных знаков, светофоров, разметки или указателей.

Переключать передачи необходимо без ударов в период их включения, так как это приводит к преждевременному износу коробки передач.

В период разгона автомобиля ведущие и ведомые шестерни вращаются с разными окружными скоростями, что не дает возможности их включения. Для выравнивания их окружных скоростей осуществляют двойное нажатие на педаль сцепления. После выравнивания

окружных скоростей шестерен плавно включают необходимую передачу.

Для плавного переключения передач с одноразовым включением муфты сцепления необходимо разогнать автомобиль, отпустить педаль управления подачей топлива и нажать на педаль сцепления, перевести в нейтральное положение рычаг переключения передач и выдержав 1–3 с, включить следующую передачу.

После включения передачи необходимо плавно отпустить педаль сцепления и одновременно нажать на педаль управления подачей топлива. Бесшумного включения передач достигают интенсивным разгоном автомобиля, уменьшением подачи горючей смеси, выдержкой рычага коробки передач в нейтральном положении.

Разгон автомобиля дает возможность развить инерцию движения, необходимую для плавного перехода с низшей передачи на высшую.

Переход с высшей передачи на низшую при снижении скорости движения автомобиля выполняется следующим образом:

1. Нажать на педаль сцепления, перевести рычаг переключения передач в нейтральное положение, одновременно снизив частоту вращения коленчатого вала.

2. Отпустить педаль сцепления, одновременно быстрым нажатием на педаль подачи топлива увеличить частоту вращения коленчатого вала двигателя, быстро отпустить педаль, выключить сцепление и включить передачу.

3. Отпустить педаль сцепления, одновременно прибавив частоту вращения коленчатого вала нажатием на педаль подачи топлива.

Переключение передач с высшей на низшую должно быть последовательным. Однако при определенных условиях можно пропустить одну ступень. Например, при движении на 4-й передаче после значительного снижения скорости переключают на 2-ю передачу, минуя 3-ю, с 3-й на 1-ю с обязательным выключением сцепления.

Переключение передач в нисходящей последовательности осуществляют при необходимости увеличения крутящего момента на ведущих колесах автомобиля в период преодоления участков дороги с большим сопротивлением движению, крутого подъема или спуска, а также уменьшения скорости движения на определенном участке дороги.

Переключить передачи в нисходящей последовательности можно без выключения сцепления и промежуточного нажатия на педаль подачи топлива, а также с применением ножного тормоза. Этот способ осуществляется на ровных участках дороги с твердым покрытием.

Переключать передачи с высшей на низшую с пропуском одной ступени допускается только при значительном снижении скорости движения автомобиля.

3.7. Техника управления механическим транспортным средством

Под *техникой управления* механическим транспортным средством понимается совокупность целенаправленных действий водителя, обеспечивающих устойчивое состояние комплекса «водитель – автомобиль – дорожные условия», а также оптимальное решение задач, стоящих перед водителем в процессе движения.

Техника управления определяется профессиональным мастерством водителя.

Профессиональное мастерство водителя – это совокупность профессионального интеллекта и технических навыков управления транспортным средством. Профессиональный интеллект помогает водителю верно прогнозировать и делать оценку сложившейся дорожно-транспортной ситуации, определять уровень ее потенциальной опасности, выбирать и принимать единственно правильное решение.

Технические навыки дают возможность в уже возникших критических ситуациях выбрать и реализовать действия по управлению транспортным средством таким образом, чтобы предотвратить ДТП или уменьшить тяжесть возможных последствий.

Существуют определенные, заранее предсказуемые ситуации, в которых мастерство предотвращения опасных последствий играет главную роль. К ним можно отнести, например, ситуации, возникающие при ограниченном обзоре. При проезде пешеходного перехода водитель транспортного средства должен заранее предположить вероятность появления пешеходов, а также ход развития событий.

Бывают ситуации, прогноз которых очень затруднен (внезапное изменение коэффициента сцепления шин с дорогой, закругление дороги с резко уменьшающимся радиусом поворота). На большой скорости автомобиль может потерять управление, и для стабилизации движения требуется владение навыками по оперативному управлению.

В условиях дорожного движения относительная легкость операторских действий водителя сочетается с чрезвычайной сложностью управления автомобилем. По этой причине, как бы ни были совершенны автомобили, идеально спроектированные и эксплуатируемые дороги, технические системы управления движением, трудно добиться су-

щественного снижения дорожно-транспортных происшествий. Недостаточно грамотный водитель, не обладающий культурой вождения и навыками безопасного управления транспортным средством, может создать аварийную обстановку. И только знающий свое дело, дисциплинированный, хорошо чувствующий свой автомобиль и безукоснительно соблюдающий ПДД водитель может вести себя безопасно даже в очень сложных дорожных условиях.

Существует определенная методика техники управления транспортным средством, овладеть которым обязаны все будущие водители.

У каждого водителя есть свой уровень профессиональной компетентности, нарушение которого может быть чревато тяжелыми последствиями и для него, и для окружающих. Поэтому особые требования предъявляются к качеству подготовки водителя, определяющиеся многими факторами (рис. 3.22).



Рис. 3.22. Факторы, определяющие качество подготовки водителя

3.8. Особенности управления автомобилями, имеющими автоматические трансмиссии

Преимущество автоматической трансмиссии заключается в том, что она увеличивает комфортность вождения. Отсутствие необходи-

мости выбора нужной передачи и осуществления переключения передач позволяет сосредоточиться на вождении, что в сложной дорожной ситуации не помешает даже опытному водителю. Благодаря наличию гидротрансформатора автоматическая коробка перемены передач (АКПП) создает более благоприятные условия эксплуатации как для двигателя, так и для ходовой части, что увеличивает их ресурс, а система управления работой автоматической трансмиссии предотвращает возникновение перегрузок двигателя и ходовой части автомобиля из-за ошибок водителя.

К недостаткам АКПП следует отнести более низкий КПД (из-за потерь в гидротрансформаторе), чем у механической КПП, что увеличивает расход топлива. Хотя это не всегда так. Современные автоматические трансмиссии в некоторых режимах движения позволяют добиться более высокой экономичности по сравнению с механическими КПП за счет поддержания оптимальных оборотов двигателя. Другой недостаток – несколько худшие динамические показатели разгона автомобиля с АКПП, чем с механической КПП при прочих равных условиях. Разница не столь велика и для основной массы водителей не существенна. Автомобиль с АКПП нельзя завести иначе как с помощью стартера.

В настоящее время преобладают три типа автоматических коробок перемены передач (АКПП).

Классические АКПП – это стандартные гидромеханические коробки перемены передач. Они просты и надежны. Переключения передач происходят по определенным, заложенным заводом-изготовителем алгоритмам. Как правило, их три: зимний, спортивный и экономичный. На сегодняшний день они теряют свою актуальность, уступая место более сложным КПП.

Адаптивные АКПП. Этот термин больше относится к системе управления, а не к самой АКПП. Развитие «электронных» АКПП привело к появлению адаптивных коробок передач. Бортовой компьютер следит за манерой водителя управлять автомобилем, подстраиваясь соответствующим образом под нее. Кроме того, в алгоритм работы такого компьютера заложен учет износа в АКПП фрикционных элементов управления. Все это приводит не только к повышению комфортности поездки на автомобиле, но и к повышению его ресурса и экономичности.

Autostick (Steptronic, Tiptronic). Это система управления работой АКПП, в которой наряду с автоматическим предусмотрен и полуавтоматический режим управления, при котором команду на переключение

передачи дает водитель, а качество этих переключений обеспечивает система управления. В зависимости от производителя этот режим имеет разные названия (Autostick, Steptronic, Tiptronic), реализуется он только на автомобилях, имеющих электронную систему управления АКПП, и то не на всех. В автомобилях, оборудованных такой системой, рычаг выбора диапазона (РВД) имеет специальное положение, в котором включается режим Autostick. Относительно этого положения есть два противоположных, не фиксируемых положения РВД. Эти положения имеют обозначения «Up» и «Dn» соответственно для переключения на более высокую или более низкую передачу. Режим Autostick является скорее полуавтоматическим, чем ручным, так как трансмиссионный компьютер не перестает контролировать действия водителя и не позволит ему, например, начать движение с высшей передачи или выбрать передачу таким образом, чтобы обороты двигателя превысили допустимые. По желанию водителя можно перейти и на обычный автоматический режим управления, переведя РВД в положение «D». Для управления коробкой-автоматом в салоне установлен рычаг выбора диапазона ее работы (в полу сбоку от водителя или на рулевой колонке). Помимо рычага для создания специальных режимов работы коробки имеется один или несколько переключателей.

РВД работы коробки передач имеет несколько положений, которые имеют буквенное и цифровое обозначения. Количество этих положений у разных моделей автомобилей разное, но на всех автомобилях РВД обязательно имеет положения, обозначенные буквами «P», «R» и «N».

Позиция «P». В этом положении РВД двигатель отсоединен от трансмиссии, в АКПП включена «нейтраль», а выходной вал коробки передач чисто механически заблокирован от проворачивания. Режим используется при длительной остановке автомобиля и обеспечивает надежное удержание автомобиля. На этом режиме разрешен запуск двигателя. Практически на всех моделях при разряде или отключении аккумулятора рычаг блокируется в положении «P». На одних автомобилях для устранения блокировки необходимо снять крышку центральной консоли и сдвинуть фиксатор. На других для этой цели имеется специальная кнопка (обычно красного цвета).

Позиция «R» (Реверс). В этом режиме двигатель соединен с трансмиссией, в АКПП включена передача заднего хода. Перевод рычага в положение «R» во время движения может привести к выходу из строя коробки передач и других элементов трансмиссии. В этом положении РВД запуск двигателя невозможен.

Позиция «N». В коробке передач выключены либо все элементы управления, либо включен только один. Механизм блокировки выходного вала при этом включен, т. е. автомобиль может свободно перемещаться. Нейтральный режим предназначен исключительно для буксировки на небольшие расстояния и перемещения вручную автомобилей с работающим двигателем. Чтобы не перегрелось трансмиссионное масло, скорость буксировки должна быть невысокой. На этом режиме разрешен запуск двигателя. Не рекомендуется переводить рычаг переключения передач в положение «N» во время движения накатом (по инерции). Такая практика опасна: можно потерять контроль над автомобилем.

Для автомобилей, оборудованных четырехскоростными коробками передач, РВД имеет, как правило, четыре положения движения вперед: «D», «3», «2» и «1» («L»). Следует отметить, что в случае установки РВД в одно из этих положений запуск двигателя невозможен.

Диапазон «D» – основной режим движения. Он обеспечивает автоматическое переключение с 1-й по 4-ю (для трехступенчатых КПП – по 3-ю; для пятиступенчатых – по 5-ю) передачу. В нормальных условиях движения рекомендуется использовать именно данный режим движения.

Диапазон «3» – разрешено движение на первых трех передачах. Рекомендуется использовать при движении по холмистой дороге или в условиях частых остановок.

Диапазон «2» – разрешено движение только на 1-й и 2-й передачах. Рекомендуется использовать на извилистых горных дорогах. Переключение на 3-ю и 4-ю передачи запрещено.

Диапазон «1» – разрешено движение только на 1-й передаче. Этот диапазон позволяет максимально реализовать режим торможения двигателем. Он рекомендуется при движении на крутых спусках.

Кнопка «O/D». На некоторых моделях автомобилей разрешение на использование 4-й (повышающей) передачи осуществляется с помощью специальной кнопки «O/D». Если она находится в утопленном состоянии и РВД установлен в положение «D», то переключение на повышающую передачу разрешено. В противном случае включение 4-й повышающей передачи запрещено. Состояние системы управления в этом случае отражается с помощью индикатора «O/D» или «OFF». В случае разрешения использования повышающей передачи индикатор не горит, а при запрете – загорается. Данный режим используется при движении по магистральной автомобильной дороге. По возможности не

применять его в населенном пункте, особенно зимой – это позволяет эффективнее использовать режим торможения двигателем. Нельзя включать режим «O/D» при полной загрузке автомобиля.

Если происходят частые переключения с 3-й на 4-ю передачу и обратно, чтобы предотвратить повышенный износ деталей АКПП, нужно выключать режим «O/D». Обычно кнопка «O/D» расположена на рычаге переключения передач (на некоторых моделях – на приборной панели либо возле рычага).

На большинстве автомобилей с автоматической трансмиссией в систему управления заложено несколько вариантов (программ) управления переключением передач. Таких режимов бывает как минимум два: экономичный и спортивный. Современные автомобили с АКПП имеют дополнительные режимы: управление по скользкой дороге, аварийный и др. Блок управления АКПП может обладать адаптивными свойствами, подстраивающийся под стиль езды водителя. Самонастраивающийся блок управления выберет тот режим переключения передач, который оптимален в текущий момент. Например, если стиль езды спортивный, передачи будут переключаться, способствуя быстрому разгону и торможению автомобиля. Кроме того, на некоторых АКПП блок управления может учитывать дорожные условия (движение по ровной дороге, подъем или спуск).

Экономичный режим. Программа настроена на обеспечение движения с минимальным расходом топлива. В этом случае повышающие переключения происходят приблизительно при достижении оборотов двигателя средних значений, что соответствует минимальному расходу топлива. Движение автомобиля в этом случае носит плавный, спокойный характер. Для включения этого режима служит переключатель E, ECO, ECONOMY, NORMAL, расположенный возле рычага переключения передач.

Спортивный режим. Эта программа настроена на максимальное использование мощности двигателя. Поэтому повышающие переключения происходят на его максимальных оборотах. Автомобиль в этом случае развивает большие ускорения. Для реализации спортивного режима на приборной панели расположена кнопка с разным обозначением: «ROWER», «PWR», «S», «SPORT», «AUTO», «A/T» или «MODE».

На автомобилях более поздних годов выпуска выбор экономичной или спортивной программы работы системы управления коробки передач осуществляется автоматически, в зависимости от характера воз-

действия водителя на педаль управления подачей топлива. При плавном, спокойном воздействии на нее реализуется экономичная программа, при резком – спортивная.

Зимний режим. Электронные блоки управления практически всех современных автомобилей имеют специальную программу трогания с места на скользкой дороге. Сущность заключается в том, что трогание происходит со 2-й или с 3-й передачи (и далее переключения происходят по особому алгоритму).

Обычно переключения передач происходят при низкой частоте вращения двигателя так же, как при экономичном режиме. Для включения этого режима имеется специальная кнопка или переключатель, которые могут иметь обозначения «WINTER», «W», «HOLD», «SNOW», «START».

Режим ручного управления. Программа ручного управления предоставляет возможность принудительного переключения передач. Во время работы этой программы все автоматические переключения передач запрещены. Обозначение переключателя этого режима может быть «M», «MANUAL», «MANU».

Установка рычага в положение «D» соответствует включению высшей передачи, в положение «1» – первой передачи и т. д. Включение на скользкой дороге 2-й или 3-й передачи позволяет трогаться без пробуксовки колес.

На подъеме предпочтительнее двигаться на 1-й или 2-й передаче. На скользкой дороге желательно начинать движение сразу со 2-й или 3-й передачи.

Аварийный режим. На некоторых автомобилях в случае возникновения неисправности в системе управления коробкой передач включается специальный аварийный режим. Он служит только для того, чтобы доехать до автосервиса (длительная эксплуатация автомобиля в данном режиме запрещена).

Обычно в этом режиме включается 3-я или 2-я передача и все переключения запрещены. На некоторых моделях коробка переходит в режим ручного управления и загорается индикатор неисправности «АКПП», а на некоторых моделях начинает мигать индикатор «N», «D».

Запуск двигателя. Для всех автомобилей с АКПП существует одно очень жесткое правило: двигатель можно заводить только при установке рычага переключения передач в положения «P» или «N». Во всех остальных случаях двигатель заводится не должен. Если это

происходит, то необходимо обратиться в автосервис для устранения этого дефекта, так как запуск двигателя (с автоматическим управлением оборотами при прогреве) на любом другом диапазоне приведет к движению автомобиля.

Перед началом движения необходимо прогреть масло в АКПП. Для этого необходимо переместить РВД во все положения, задерживаясь в каждом из них на несколько секунд. Затем включить один из диапазонов движения и несколько минут удерживать автомобиль тормозом (двигатель при этом должен работать на холостых оборотах). Первое время после начала движения рекомендуется избегать динамичной езды, пока масло во всех агрегатах не прогрелось до рабочей температуры.

Начало движения. Перед началом движения всегда следует нажать на педаль тормоза, затем перевести рычаг переключения передач в нужную позицию, не нажимая при этом на педаль подачи топлива. После легкого толчка можно отпустить педаль тормоза и начать движение, воздействуя для этого на педаль подачи топлива.

При случайном переключении во время движения рычага переключения передач в положение «N», прежде чем вернуть его в нужное положение, следует уменьшить обороты двигателя до оборотов холостого хода.

Буксировка автомобиля. Запуск двигателя путем буксировки практически для всех автомобилей с автоматической коробкой передач невозможен. Для некоторых автомобилей имеются очень жесткие паспортные ограничения для буксировки. Какая бы машина ни была, в случае неисправности трансмиссии предпочтительнее эвакуатор. Дело в том, что в АКПП смазка осуществляется принудительно, т. е. масло подводится к каждой паре трения под давлением. Если трансмиссия неисправна, значит, нет уверенности в наличии смазки.

При буксировке прицепа надо помнить, что чем выше нагрузка, тем больше происходит выделения тепла в гидротрансформаторе. Кроме того, в случае длительного буксирования прицепа использование повышающей передачи нежелательно. Лучше это делать на диапазонах «3» или «2».

Режим торможения двигателем. Для эффективного замедления на скользкой дороге и на спуске, так же как и на автомобилях с механической коробкой передач, последовательно переключая диапазоны

АКПП, можно тормозить двигателем. Торможение двигателем можно осуществить в несколько этапов:

- 1) перевести рычаг переключения передач в положение «3» или выключить режим «O/D»;

- 2) перевести рычаг переключения передач в положение «2»;

- 3) перевести рычаг переключения передач в положение «1». В этом случае торможение двигателем будет наиболее эффективным.

К торможению двигателем надо подходить осторожно. Так, перевод рычага в положение «1» на скорости выше 100 км/ч может привести к поломке АКПП или двигателя, а резкое торможение двигателем на скользкой дороге может привести к заносу. Однако на некоторых современных автомобилях для максимального торможения возможно переключение рычага из положения «D» в положение «L». Система управления АКПП будет постепенно переключать передачи вниз по достижении допустимых оборотов двигателя.

Если автомобиль имеет АКПП типа Autostick (Steptronic, Tiptronic), то торможение двигателем необходимо производить последовательным понижением передач (как при езде на автомобиле с МКПП).

Категорически запрещается при движении вперед переводить РВД в положения «Р» и «R». В оба эти положения рычаг можно переводить только при полной остановке автомобиля. Нарушение этого правила может привести к серьезной поломке АКПП. Кроме того, не рекомендуется во время движения переводить РВД в положение «N», поскольку в этом случае теряется связь колес с двигателем и резкое торможение может вызвать занос автомобиля. А во все остальные положения РВД можно переводить. В некоторых случаях это даже рекомендуется делать специально. Так, перевод РВД из положения «3» в положение «2» увеличит эффективность торможения двигателем и т. д.

Перевод РВД в положение «N» в режиме городского движения не рекомендуется. Это имеет смысл только при длительных остановках в уличных пробках в жаркую погоду, для снижения тепловыделения и предотвращения перегрева масла в коробке.

Для надежной фиксации автомобиля на стоянке на относительно ровных участках исправного механизма блокировки выходного вала АКПП вполне достаточно. Но если автомобиль стоит на уклоне, то включение стояночного тормоза обязательно. Причем первым необходимо затянуть стояночный тормоз и только после этого установить РВД в положение «Р». В этом случае освобождается от дополнитель-

ной нагрузки, связанной со стремлением автомобиля скатиться вниз, механизм блокировки выходного вала АКПП. Автомобиль с АКПП оборудован системой пассивной безопасности, которая не позволяет завести двигатель в положениях РВД, отличных от «Р» и «N», а также предотвращает самопроизвольное движение автомобиля при стоянке на неровной площадке.

Техника управления.

Когда водитель пытается воспользоваться рулевым управлением при блокировании всех колес, то это не дает никакого реального эффекта, особенно если скорость движения достаточно высока или коэффициент сцепления шин с дорогой имеет низкое значение. Передняя часть транспортного средства слегка отклоняется в сторону поворота передних колес, но центр его массы продолжает перемещаться практически по прямой.

Движение на повороте.

В процессе движения на повороте боковая сила, развивающаяся в зоне контакта шин с дорогой, испытывает влияние ряда факторов. Она изменяется, например, при приложении тягового или тормозного моментов. Их увеличение в общем приводит к уменьшению боковой силы.

Однако приложение небольшого ускоряющего момента может быть полезно в том случае, когда продольная составляющая боковой силы становится достаточно большой и сама создает момент, замедляющий движение транспортного средства. При наличии небольшого тягового момента величина боковой силы сохраняется или слегка возрастает. Но следует помнить, что при прохождении крутого поворота на скорости, близкой к критической, потребный тяговый момент для поддержания постоянной скорости может в некоторых случаях приблизиться по величине к максимальному моменту, обеспечиваемому двигателем, или даже превысить его. Если же мощность двигателя достаточна для увеличения тягового момента в требуемых пределах, то усилие на колесах может достигнуть значения предельной силы сцепления шин с дорогой.

Задний привод. Представим заднеприводный автомобиль, движущийся на повороте, причем боковая сила соответствует центростремительному ускорению $0,5g$, а тяговая сила – ускорению движения $0,5g$. Векторная сумма этих сил, действующих под прямым углом по отношению друг к другу, – $0,7g$ (рис. 3.23).

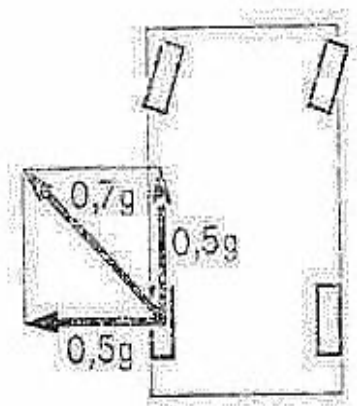


Рис. 3.23. Схема сил, действующих на автомобиль с силовым приводом на задние колеса при ускорении на повороте

При величине коэффициента сцепления шин с дорогой меньше 0,7 сцепление нарушится и задняя часть автомобиля начнет скользить по направлению к внешнему краю дороги. Если водитель немедленно не сбросит газ и одновременно не примет влево, то начнется вращение автомобиля с его перемещением, как правило, к внутреннему краю дороги.

Передний привод. К ведущим колесам переднеприводного автомобиля может быть приложен на повороте гораздо больший тяговый момент без потери сцепления шин с дорожной поверхностью. Это объясняется главным образом перераспределением массы с внутреннего заднего колеса на наружное переднее, вследствие чего улучшается сцепление переднего колеса с дорогой. Следовательно, потеря сцепления из-за чрезмерного тягового усилия может произойти в основном только при относительно малой величине коэффициента сцепления. Однако если сцепление нарушено, то передняя часть транспортного средства скользит к внешнему краю дороги, отклоняясь от прежней круговой траектории.

Пример. На пологой правой кривой в конце скоростного участка дороги с отдельными проезжими частями легковой автомобиль, съехав через внутренний край дороги за пределы полотна, ударился о подпорную стенку. Покрывтие было влажным, и ясно просматривались следы шин в месте пересечения автомобилем бордюра и боковой по-

лосы. Тщательный осмотр дороги не дал иных свидетельств относительно траектории его движения.

Водитель заявил, что скорость была не чрезмерной, но достаточно высокой, так как помехи для движения отсутствовали. При выезде на кривую водитель снял ногу с педали акселератора и, убедившись в том, что дорога свободна, прибавил газ. Он смог дать единственное объяснение произошедшему – спущенная шина. Автомобиль имел привод на задние колеса, срок его службы составлял три месяца, техническое состояние было отличным. Повреждение, свидетельствующее об ударе о стенку, находилось на левой боковой стороне сзади и захватило четверть длины автомобиля. Задняя левая шина оказалась спущенной. Обод колеса был сильно поврежден, причем характер повреждений и материал захваченных ободом частиц полностью соответствовали повреждениям и материалу бортового камня.

Хотя на проезжей части не обнаружено никаких следов, но следы на боковой полосе позволили установить последовательность положений автомобиля при его перемещении от края проезжей части до стенки (рис. 3.24).

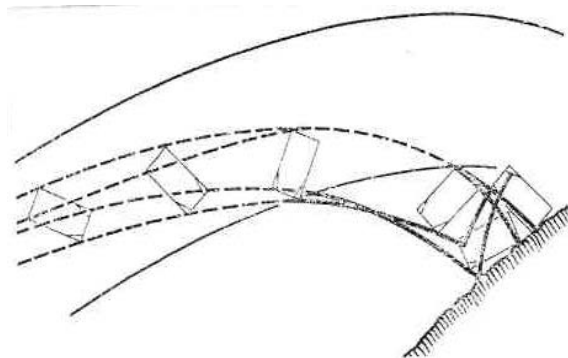


Рис. 3.24. Схема ДТП к примеру

Положение автомобиля у края дороги свидетельствовало о том, что он, еще находясь на проезжей части, подвергся заносу и в процессе заноса совершил полуоборот вокруг вертикальной оси.

Осмотр колеса и шины показал, что автомобиль не ехал по дороге на спущенной шине, так как она не повреждена.

Судя по повреждениям обода, вероятной причиной утечки воздуха был удар колеса о бордюрный камень. Это же подтверждается отсутствием следов волочения спущенной шины на проезжей части.

Как пояснил сам водитель, его метод прохождения кривой заключается в сбрасывании газа при вхождении в поворот и последующем резком увеличении тягового момента. И то и другое способствует отклонению транспортного средства внутрь траектории.

На основании изложенного сделано заключение, что водитель своими неправильными действиями вызвал явление отклонения автомобиля по направлению к внутреннему краю дороги на кривой и не сумел приостановить этот процесс. Однако оценочная траектория движения автомобиля до точки съезда показывает, что, по всей вероятности, вначале водитель вел автомобиль по своей стороне дороги.

Торможение на повороте.

Имеющийся ограниченный резерв силы сцепления шин с дорогой может быть исчерпан также при интенсивном торможении, в результате которого значительно возрастает суммарная сила на передних колесах. Если автомобиль движется, имея на повороте боковую силу колес $0,5g$, и затормаживается силой, также равной $0,5g$, то в зоне контакта шины с дорогой разовьется суммарная сила $0,7g$ (рис. 3.25).

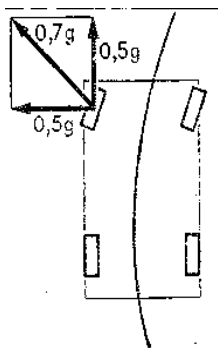


Рис. 3.25. Схема сил, действующих на автомобиль при торможении на повороте

При величине коэффициента сцепления шин с дорогой меньшей $0,7$, сцепление нарушается. Чтобы восстановить контроль над автомобилем, водитель должен немедленно прекратить торможение, на очень короткое время повернуть рулевое колесо в сторону увеличения ра-

диуса поворота, а затем в обратную сторону с выходом автомобиля на нормальную траекторию движения по кривой.

Однако это не всегда удается, и обычно при потере сцепления автомобиль скользит по касательной к предыдущей круговой траектории в направлении внешней обочины.

Пример. Легковой автомобиль, двигавшийся по пологой правой кривой, пересек внешнюю обочину и непроизвольно выехал за пределы дороги (рис. 3.26).

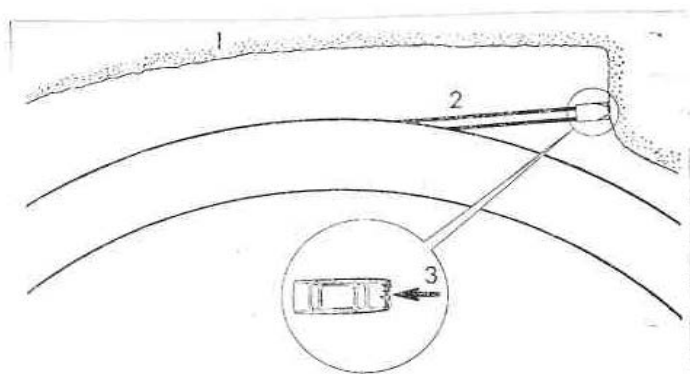


Рис. 3.26. Схема ДТП (к примеру):
1 – насыпь и зеленые насаждения; 2 – следы шин;
3 – фронтальное повреждение автомобиля

Проезжая часть во время ДТП была влажной. Следов на ней не осталось. Следы скольжения на обочине позволили установить положение автомобиля при движении по ней. Повреждение передней части автомобиля идентифицировано с повреждением насыпи, на которую совершен наезд. И следы, и характер повреждения свидетельствовали о том, что вращение автомобиля отсутствовало.

Судя по расположению линий, продолженных назад в направлении обнаруженных следов, водитель не пытался вписаться в поворот. И, поскольку не было никаких свидетельств неисправности автомобиля или болезни водителя, то сделано заключение о том, что водитель на входе в кривую резко затормозил, вызвав неуправляемое движение автомобиля по прямой.

4. УПРАВЛЕНИЕ АВТОМОБИЛЕМ В ОСОБЫХ УСЛОВИЯХ

4.1. Движение через населенные пункты

При проектировании и строительстве дорожной дороги вдоль нее на всем протяжении населенных пунктов должны устраиваться пешеходные дорожки или тротуары.

При въезде в населенный пункт необходимо убедиться в наличии пешеходных дорожек вдоль автомобильной дороги. При их отсутствии следует учитывать, что все пешеходное движение осуществляется вдоль дороги. В темное время суток при отсутствии стационарного освещения необходимо быть особенно внимательным. В малых населенных пунктах сельского типа, где обочины часто не укреплены, в сырую погоду пешеходы идут непосредственно по проезжей части.

В таких населенных пунктах ДТП с участием пешеходов – это прежде всего наезды на людей, причем не только пересекающих дорогу (65–70 %), но и идущих вдоль дороги или стоящих на обочине (30–35 %).

На участках автомобильных дорог, проходящих через большие города, а также в местах, где дорогу периодически пересекают потоки пешеходов, например около вокзалов, учебных заведений, торговых центров, предприятий, строят подземные пешеходные переходы. Иногда устраивают надземные пешеходные переходы над проезжей частью. Хотя их строительство более дешево, они неудобны для пользования, пешеходы стараются переходить дорогу рядом с ними.

Подземными переходами пешеходы пользуются с большей охотой, но при небольшой интенсивности движения недисциплинированные граждане не пользуются ими. Поэтому для организации движения пешеходов часто приходится устанавливать барьеры, отделяющие тротуары от проезжей части.

В населенном пункте необходимо быть очень внимательным и осторожным не только у пешеходных переходов, обозначенных дорожными знаками «Пешеходный переход», но и у подземных и надземных пешеходных переходов, обозначенных соответственно знаками «Подземный пешеходный переход» и «Надземный пешеходный переход».

4.2. Движение по трехполосным дорогам

Строительные нормы и правила не предусматривают автомобильных дорог с тремя полосами движения. Однако при капитальном ре-

монте исчерпавших свою пропускную способность участков дорог с двумя полосами движения часто устраивают третью полосу. В результате этого многие участки автомобильных дорог, особенно на подходах к крупным городам, имеют трехполосную проезжую часть.

Устройство третьей полосы движения увеличивает пропускную способность автомобильной дороги в 1,3–1,7 раза. Однако это способствует росту ДТП, поскольку в большинстве случаев среднюю полосу используют для обгонов водители встречных автомобилей.

Эффективность работы проезжей части с тремя полосами движения во многом определяется четкой горизонтальной дорожной разметкой. С точки зрения организации дорожного движения наиболее рациональным здесь видится выделение разметкой на средней полосе проезжей части участков, на которых поочередно разрешен обгон в разных направлениях (рис. 4.1).

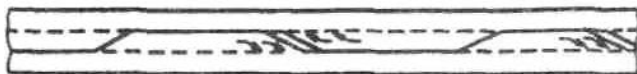


Рис. 4.1. Вариант нанесения дорожной разметки на проезжей части с тремя полосами движения

На участках трехполосных дорог, в основном обеспечивающих въезд в крупные города и выезд из них, при значительной разнице интенсивностей движения по направлениям, в различные часы суток и дни недели иногда с помощью технических средств регулирования устраивают реверсивное движение. При этом в течение определенного промежутка времени транспортные средства движутся по двум полосам из населенного пункта и по одной в населенный пункт, в течение другого промежутка времени (другая половина дня, другой день недели) – по двум полосам в населенный пункт и по одной из населенного пункта.

4.3. Движение на участках, где проводятся дорожные работы

В результате эксплуатации автомобильных дорог под воздействием динамических нагрузок от транспортных средств, а также погодных явлений (резких смен температур, дождя, снегопада, метели, гололеда) постоянно возникают различные деформации дорожного покрытия, а иногда и земляного полотна. Это приводит к просадкам, выбоинам, появлению трещин. Покрытие и дорожная одежда становятся

несплошными. Наносы грунта и различные отложения способствуют загрязнению проезжей части и снижению сцепных качеств дорожного покрытия. В результате транспортно-эксплуатационные показатели дороги резко снижаются, она становится мало пригодной для движения с расчетными скоростями.

Для обеспечения транспортно-эксплуатационных качеств автомобильных дорог необходимо своевременно и качественно выполнять определенные работы по их ремонту и содержанию. Эти работы в основном выполняются без прекращения движения транспортных средств. Сужение проезжей части дороги, причем даже временное, приводит к нарушению привычного режима движения, снижению пропускной способности и задержкам транспортных средств.

Важными факторами, определяющими режим движения транспортных средств на участках производства дорожных работ, являются: размер рабочей площадки и ее расположение на проезжей части; ширина имеющегося проезда и характер его использования; состояние дорожного покрытия; интенсивность и качественный состав движущихся транспортных средств.

При производстве дорожных работ препятствия для движения транспортных средств могут создаваться как в одном, так и в нескольких направлениях движения одновременно. Препятствия для дорожного движения в одном направлении движения создаются, как правило, когда рабочая площадка расположена с одной стороны проезжей части на правой, средней или левой полосах движения без перевода транспортных средств на полосу встречного движения.

Препятствия для дорожного движения в нескольких направлениях движения создаются, когда рабочая площадка расположена посередине проезжей части и занимает обе левые полосы или рассредоточена на правых и средних полосах каждого направления движения, а также при расположении ее с одной стороны проезжей части с переводом движения транспортных средств на полосу встречного движения. Подобная ситуация складывается и на четырехполосной автомобильной дороге или улице, где отсутствуют лишь средние полосы.

На двухполосной дороге препятствия для движения транспортных средств практически всегда создаются в обоих направлениях движения одновременно, за исключением случаев производства дорожных работ на обочинах.

Участки дорожных работ являются узкими местами, на которых пропускная способность ниже, чем на подходах к ним. При равной ин-

тенсивности движения скорость движения на этих участках всегда будет ниже, а плотность транспортного потока выше, чем на подходах и после их проезда.

С ростом интенсивности дорожного движения на подходе к участку дорожных работ увеличивается плотность потока. Когда интенсивность дорожного движения превышает пропускную способность участка, перед ним возникает очередь транспортных средств (затор). При возникновении затора образуется ударная волна, которая характеризуется быстрым изменением плотности транспортного потока и скорости движения транспортных средств. Снижение скорости и повышение плотности потока идут от участка дорожных работ навстречу движению со скоростью распространения ударной волны (20 км/ч). Ударная волна ограничивает пропускную способность автомобильной дороги на подходе к участку дорожных работ до пропускной способности этого участка. Учитывая то, что даже в условиях свободного движения скорость всех транспортных средств, приближающихся к участку дорожных работ, снижается из-за уменьшения ширины проезжей части, ударная волна всегда будет образовываться на некотором расстоянии от участка сужения, где возникает замедление движущихся транспортных средств.

Дорожные строительно-ремонтные работы неизбежно приводят к ухудшению условий движения и являются, как правило, источником повышенной опасности как для участников дорожного движения, так и для дорожных рабочих.

Дорожно-транспортные происшествия неравномерно распределяются в зоне дорожных работ, протяженность которой определяется местами начала снижения скорости движения при подходе и прекращения набора скорости при выходе из нее.

На участках проведения дорожных работ наиболее часты столкновения транспортных средств, наезды на неподвижные препятствия и происшествия, связанные с попаданием транспортных средств в разрытия на дороге. Кроме того, следует отметить довольно высокий уровень наездов на пешеходов. Многие ДТП являются результатом несвоевременного изменения режима движения. Из-за отсутствия своевременной информации в последний момент появляется необходимость быстрого торможения и выполнения соответствующего маневра на коротких участках. В результате возникают ускорения, не свойственные нормативному, удобному для движения и управления транспортным средством режиму.

Дорожные знаки часто устанавливают только непосредственно у места работ, что снижает эффективность их действия. В качестве ограждений используют неокрашенные щиты и барьеры, которые опасны для участников движения в темное время суток. Ночью такие ограждения воспринимаются силуэтно, а нередко водители просто их не замечают. Отсутствие контурного ограждения влечет за собой как заезд автомобилей на участок, так и непроизвольный выход рабочих на полосу движения. При движении по таким участкам в темное время суток следует значительно снижать скорость, а иногда и остановиться, выйти из автомобиля и обследовать лежащий впереди участок дороги. Только убедившись в безопасности проезда, можно продолжать движение.

4.4. Особенности проезда мостов, эстакад, тоннелей и транспортных развязок

Автомобильная дорога может пересекать следующие препятствия: долины больших и малых водотоков, овраги, автомобильные и железные дороги. При переходе через такие препятствия с целью сохранения непрерывности пути строят искусственные сооружения – мосты, тоннели, трубопроводы и др.

На автомобильных дорогах с большой интенсивностью движения для обеспечения безопасности и бесперебойности движения, а также для устранения препятствий для транспортных потоков на пересечениях с другими дорогами строят транспортные инженерные сооружения на разных уровнях развязки. Водители должны знать особенности таких сооружений.

Часто на мостах при недостаточной ширине проезжей части (сужение по отношению к подходам) перила, тротуары и ограждения искусственных сооружений, расположенные близко от кромок проезжей части, стесняют дорогу и вызывают у водителей «тоннельный эффект» – боязнь задеть препятствие. Поэтому водители стараются держаться ближе к оси проезжей части, а иногда выезжают на полосу встречного движения, что часто приводит к столкновению автомобилей. Поэтому при приближении к узким дорожным сооружениям необходимо снизить скорость и находиться на своей полосе движения. При встречных разъездах, особенно с автопоездом, нужно быть внимательным и не совершать обгон. Заметив приближение автопоезда к узкому участку, необходимо выбрать такую скорость, чтобы разъехаться с ним до

сужения или после него, так как даже при невысокой скорости движения при торможении автопоезда прицепы могут отклоняться от траектории движения тягача. Встречный разъезд в этом случае становится опасным.

Сужение дороги часто сопровождается ухудшением обзорности, особенно заметном при проезде под мостами и путепроводами.

Если пространство за сужением недостаточно четко просматривается, то следует заранее снизить скорость движения транспортного средства до предела, при котором возможна срочная, в случае необходимости, его остановка, без резкого торможения и возможного при этом заноса.

В период ночных заморозков надо быть внимательным и осторожным *при движении по мостовым сооружениям*. Если в это время автомобильная дорога после достаточно теплого дня не успевает полностью остыть за ночь, то мостовые сооружения быстро промерзают и на их проезжей части может образоваться тонкая корка льда. Водитель, двигаясь ночью или ранним утром с большой скоростью по сухой проезжей части автомобильной дороги, при выезде на мостовое сооружение попадает на обледеневший участок. В результате может произойти занос автомобиля и, как следствие, – тяжелое ДТП.

Проезжая под путепроводами и выезжая из тоннелей, лесных массивов, также необходимо проявлять большую осторожность и учитывать, какая местность окружает выход из таких сооружений и мест. Если местность открытая, то на таком участке возможен боковой ветер.

При выезде автомобиля с закрытого участка дороги, из тоннеля, выемки, лесного массива под действием сильного порыва ветра он может быть сброшен с дороги или, наоборот, смещен на полосу встречного движения. Избежать этого можно при условиях, если будет обеспечено хорошее сцепление колес с дорогой, а водитель сумеет скорректировать движение автомобиля быстрым поворотом рулевого колеса в сторону, противоположную направлению ветра. Все это осуществимо только при невысокой скорости движения. Поэтому, выезжая с закрытого участка, следует снижать скорость.

При скорости выше 60 км/ч действие бокового ветра ощущается и при движении по открытой местности. В этом случае водитель корректирует траекторию движения автомобиля поворотом рулевого колеса на определенный угол. После входа на закрытый от ветра участок дороги необходимость в корректировке отпадает и водитель должен

быстро повернуть рулевое колесо в такое положение, в котором оно отвечает направлению движения автомобиля без воздействия на него бокового ветра. Поэтому въезд на закрытый участок дороги или в искусственное сооружение при сильном боковом ветре также опасен. Перед входом в закрытый участок водитель чувствует действие бокового ветра и знает, что условия его движения могут резко измениться. При выходе же из такого участка порыв бокового ветра может оказаться неожиданным для водителя и он не сможет своевременно помешать боковому смещению автомобиля или мотоцикла.

На узких мостовых сооружениях возможен наезд автомобиля на начальный участок бетонного ограждения проезжей части моста.

Во время проезда транспортных развязок водителям следует пользоваться только теми съездами, которые предусмотрены для необходимого водителю поворота, а не сокращать путь, выезжая на неположенную для этого полосу.

Нельзя продолжать движение, если имеются сомнения в направлении съезда. Нужно остановиться и разобраться. Следует помнить, что возникают на съездах транспортных развязок столкновения встречных транспортных средств из-за неожиданности, возможной плохой видимости и обзорности, так как съезды имеют высокие насыпи.

4.5. Движение на узкой проезжей части, на подъемах и спусках

Транспортное средство подвержено боковым колебаниям, и эти колебания тем интенсивнее, чем больше скорость движения.

В зависимости от ширины проезжей части дороги определяют количество полос движения или делят ее пополам.

Попав с относительно узкой проезжей части на более широкую, водитель сразу же увеличивает скорость и, наоборот, снижает ее при переходе с широкой проезжей части на узкую.

Фактическое использование ширины проезжей части в значительной степени зависит от состояния обочин (грязные и неровные) и наличия на них различных препятствий. Это заставляет водителей избегать приближения к краю покрытия из-за опасности заноса и боязни столкновения. При этом используемая ширина проезжей части уменьшается.

На многих старых дорогах ограничение ширины проезжей части установлено аллейными насаждениями, расположенными непосредственно на обочинах у бровки земляного полотна. Их наличие увели-

чивает степень тяжести ДТП, вызванного съездом автомобиля с проезжей части и наездом на дерево.

Деревья ограничивают боковую обзорность, а утром и вечером при освещении лучами низко стоящего солнца отбрасывают на дорогу тени, которые чередуются с освещенными участками. Это создает опасный зрительный эффект «зебра». Мелькание ярких и затемненных мест утомляет водителей и затрудняет оценку дорожных условий.

Опасность для дорожного движения создают также установленные на обочинах дороги рекламы, арки иobelisks у границ областей и населенных пунктов, столбы освещения, мачты троллейбуса, телеграфные столбы, оставаемые в темное время суток во время ремонта дороги дорожные машины. Массивные опоры и столбы вынуждают водителей при проезде заметно отклоняться от первоначальной траектории движения, что снижает эффективность использования проезжей части.

Помимо столкновения автомобилей на узких мостовых сооружениях, типичны происшествия, связанные с наездом автомобиля на начальный участок бетонного ограждения проезжей части моста, образующего своеобразную горловину при въезде на мост. Как правило, такие наезды происходят в местах, где ограждения на подходах не сопрягаются положенным образом с ограждениями на самом мосту.

На участках подъемов и спусков на автомобильных дорогах увеличивается вероятность возникновения ДТП:

- опрокидывание в результате съезда с земляного полотна транспортного средства, движущегося по спуску, или столкновение со встречным автомобилем, вышедшим на обгон на подъеме;
- опрокидывание или столкновение транспортных средств из-за чрезмерной скорости, развиваемой на затяжных спусках;
- столкновение со встречным автомобилем при объезде остановившихся автомобилей или обгоне грузовых, снижающих скорость на подъеме.

Большая опасность движения на спуск, чем на подъем, связана с увеличением длины тормозного пути при необходимости экстренного торможения и с отказом тормозной системы. При движении на подъем происшествия происходят преимущественно в верхней части подъемов и на участках сразу за их вершинами. При расположении кривой в плане в конце затяжного спуска вероятность ДТП значительно возрастает. На таких участках необходимо быть предельно внимательным,

при движении на спуск не развивать большую скорость, при движении на подъем не обгонять впереди идущие транспортные средства. Причем при движении под уклон особо опасны участки, на которых кривая малого радиуса расположена в конце спуска или сразу за ним.

Подъемы круче $30\text{--}40^\circ$ транспортные средства большой грузоподъемности с малым запасом мощности могут преодолевать лишь с весьма низкими скоростями, вынуждая все транспортные средства следовать за ними или пытаться выехать на полосу встречного движения для обгона, что не безопасно.

Для отделения от основного потока транспортных средств, преодолевающих подъем с небольшими скоростями, проезжую часть уширяют, устраивая дополнительные полосы в направлении подъема. При наличии такой полосы тихоходные транспортные средства должны двигаться только по ней.

При больших поперечных уклонах и скользкой проезжей части возможно сползание транспортного средства с нее. Особенно ярко это проявляется при гололедице или на заснеженных участках, а также на накатанных движением профилированных грунтовых дорогах после дождей, когда поверхность дороги покрывается тонким слоем грязи.

В случае съезда в кювет необходимо сохранить устойчивость автомобиля и предотвратить его опрокидывание. Если в момент пересечения бровки колеса оторвутся от земли, не следует изменять их положение, соответствующее предшествующему направлению движения. Нельзя допускать, чтобы в момент соприкосновения с откосом после отрыва от земли колеса были повернуты в левую сторону, так как в результате этого может появиться большое боковое усилие, способное вызвать опрокидывание автомобиля.

Кюветы с пологими откосами имеют недостатки. Пользуясь тем, что они пологие, на автомобильную дорогу в непредусмотренном для этого месте выезжают транспортные средства. При этом они выносят на покрытие проезжей части грязь. При попадании колес автомобиля на грязный участок может произойти занос. Кроме того, неожиданные выезды на дорогу в непопавшем месте могут привести к столкновению транспортных средств. Следовательно, двигаясь по дороге с неглубокими, плавно спрофилированными откосами земляного полотна и кюветами, необходимо внимательно следить за полосой отвода, откуда может неожиданно появиться какое-либо транспортное средство.

4.6. Обзорность на дорогах

Одним из важнейших условий безопасности движения на автомобильных дорогах является обеспечение обзорности как в плане, так и в продольном профиле. Расчетные расстояния обзорности считают обеспеченными, если водитель легкового автомобиля, луч зрения которого расположен на высоте 1,2 м над поверхностью проезжей части, видит препятствие или встречный автомобиль на расстоянии, обеспечивающем возможность его объехать или своевременно остановить свой автомобиль во избежание ДТП.

О необходимом расстоянии обзорности при обгоне транспортного средства можно судить по безопасному пути обгона (рис. 4.2). Водитель обгоняющего транспортного средства должен увидеть встречное транспортное средство на таком расстоянии, чтобы до встречи с ним закончить обгон и вернуться на свою полосу движения.



Рис. 4.2. Безопасный путь обгона

Недостаточная обзорность чаще всего является причиной ДТП при обгонах на кривых в плане и в продольном профиле. При этом число происшествий зависит не только от наличия на дороге участков с ограниченной обзорностью, но и от частоты их расположения. При большом количестве мест с ограниченной обзорностью (например, на горных дорогах) опасность ДТП в какой-то степени компенсируется повышением внимания водителей, причем движение происходит со значительно меньшими скоростями, чем на равнинной местности. Наоборот, отдельные участки с ограниченной обзорностью на дорогах, движение по которым возможно с высокими скоростями, всегда являются местами, на которых повышается опасность возникновения ДТП.

Можно привести ряд примеров *ограниченной обзорности*:

- служба эксплуатации, проводя работы по озеленению дороги, часто располагает ряды декоративных аллеиных насаждений с внутренней стороны кривой параллельно бровке дороги, ограничивая тем самым обзорность (рис. 4.3, а);
- отсутствует обзорность внутри кривой в плане из-за разросшейся растительности или расположенных вдоль дороги строений и заборов, павильонов остановок маршрутных транспортных средств (рис. 4.3, б);
- на пересечениях и примыканиях дорог размещаются павильоны автобусных остановок, декоративные посадки и различные транспаранты так, что они ограничивают обзорность;
- продольный профиль дороги идет параллельно естественной поверхности земли (рис. 4.3, в).

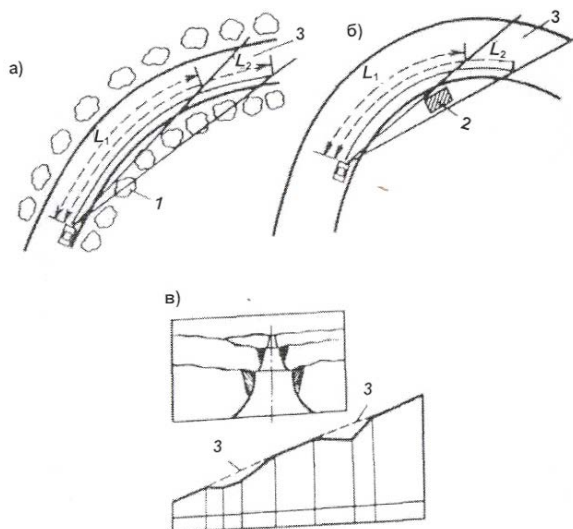


Рис. 4.3. Схемы ограничения обзорности:

а – неправильное расположение посадок;

б – неправильное расположение павильона на автобусной остановке;

в – устройство частых переломов в продольном профиле

(вид дороги в плане и профиле); 1 – посадки;

2 – павильон; 3 – зоны отсутствия обзорности;

L_1, L_2 – фактическое и необходимое расстояние

обзорности соответственно

На дорогах низших категорий обзорность часто не превышает 100 м. В результате появляется опасность столкновения легковых автомобилей со встречным транспортным средством при попытке обгона грузовых автомобилей. На протяженных прямых участках дороги допускаются местные впадины продольного профиля, зрительно сливающиеся издали с продолжением дороги. Остановившийся в них автомобиль или проводимые там дорожные работы можно увидеть лишь в последний момент.

4.7. Управление автомобилем на грунтовых дорогах

Для безопасного движения нужно знать приемы управления транспортным средством в конкретных дорожных условиях. Кроме навыков вождения, водитель должен уметь определить характер и состояние трудного участка пути.

Качество грунтовых дорог определяется видом почвы, ее способностью выдерживать движущееся транспортное средство и погодноклиматическими условиями.

В зимний период дороги покрываются слоем снега или льда. Вождение автомобиля и трактора в этот период имеет свои особенности. Снежные заносы, сугробы, ледяные корки, обледенелые спуски и подъемы являются серьезными естественными препятствиями на зимних дорогах. Ледяная корка на снегу вследствие ухудшения сцепления препятствует движению, вызывает занос и потерю устойчивости транспортного средства.

Дороги с большим слоем песка оказывают большое сопротивление движению колес автомобиля. Проходимость влажных песчаных участков улучшается.

При длительном движении *по дорогам с выбоинами* целесообразно несколько снизить давление в шинах. Это повысит плавность хода и среднюю скорость движения. На выбитых участках транспортным средством следует управлять так, чтобы колеса правой и левой сторон попадали во впадины дороги одновременно. Это снизит неприятные толчки и тряску. При неожиданном появлении на пути поперечной впадины, углубления или крутого бугра, избежать наезда на которые одновременно двумя колесами невозможно, следует заранее притормозить. При этом в момент соприкосновения с препятствием колеса должны быть обязательно расторможены. Наезд на препятствие с заторможенными колесами вызывает сильный удар.

При движении по грунтовой дороге в сухую погоду образуется большое количество пыли. Она резко ухудшает видимость пути, что особенно опасно при встречных разъездах и обгонах на узких участках дорог. Поэтому при движении по сухой пыльной дороге нужно поддерживать увеличенную дистанцию между транспортными средствами, исключая движение вслепую, т. е. в непросматриваемой зоне.

Из-за неровностей пути транспортное средство в пределах колеи часто меняет направление, самопроизвольно скатываясь то к одной, то к другой ее стороне. При этом не следует вращать рулевое колесо, так как автомобиль все равно будет идти по колее. Колеса транспортного средства должны стоять в колее прямо, чтобы избежать дополнительного сопротивления качению или самопроизвольного вывода из колеи, что может привести к заносу или дорожно-транспортному происшествию.

Для преодоления коротких ровных участков дороги с мягким грунтом более эффективно двигаться с разгона, используя инерцию автомобиля.

Для проезда лучше всего выбирать такой грунт, который в меньшей степени поддается влиянию влаги и размокает неглубоко. Мокрые глинистые участки дорог лучше объезжать, так как мокрая глина налипает на колеса, закрывает протектор, сцепление колес с дорогой уменьшается, колеса буксуют или скользят юзом, часто создавая опасность сползания транспортного средства в кювет.

Если колеса транспортного средства попали в глубокую колею и автомобиль поворотом колеса не может выйти из нее, необходимо под ведущие колеса подложить ветки, доски или другой подручный материал. Для уменьшения вероятности резкого заноса транспортного средства при выезде из колеи нужно энергично повернуть рулевое колесо в сторону, противоположную выезде, а затем повернуть его в сторону выезда.

При движении на крутом спуске грунтовой дороги педаль сцепления должна быть отпущена, в коробке передач включена пониженная передача, педаль управления подачей топлива должна быть полностью отпущена и при движении необходимо периодически нажимать на педаль тормоза. Если при движении по кособогу транспортное средство начало съезжать вбок, водитель должен продолжать движение, плавно поворачивая руль в сторону уклона.

4.8. Движение по бездорожью

Способность двигаться по неблагоустроенным, не имеющим твердого покрытия дорогам, а также по местности вне дороги определяется географическими, весовыми и тягово-сцепными параметрами автомобиля.

Рвы, придорожные канавы, насыпи, ямы рекомендуется проезжать под углом, близким к прямому, и на пониженных передачах. Через препятствие нужно вести автомобиль плавно, без резких поворотов и переключения передач. Если рвы, ямы, канавы переезжать под острым углом, может возникнуть перекос автомобиля, что приведет к поломке рессор, рамы и т. д.

При наезде на препятствие следует увеличить частоту вращения коленчатого вала и сразу после преодоления препятствия уменьшить ее, слегка притормаживая автомобиль. Ложбины следует преодолевать с разгона и наискосок под некоторым углом, а глубокие канавы проезжать на самой малой скорости, не допуская сильных толчков и ударов, опасных для силовой передачи и двигателя. Проезжать через косогор с боковым уклоном можно только по сухому грунту при малой скорости и на пониженной передаче, при этом водитель должен знать допустимый уклон и расположение центра тяжести автомобиля и быть готовым повернуть руль в сторону уклона в случае надобности во избежание опрокидывания автомобиля.

Проезд по пашне лучше всего осуществлять на низшей передаче. Вести автомобиль нужно вдоль борозды или наискосок под острым углом, прочно удерживая в руках рулевое колесо. Поперек борозды, т. е. под прямым углом, вести транспортное средство не рекомендуется.

При движении в лесу по ненаезженным дорогам, которые имеют промоины, глубокую колею, крутые повороты, рекомендуется ездить осторожно, на пониженных передачах, стараться меньше наезжать на высоко выступающие корни деревьев, хворост, пни, чтобы не повредить рулевые тяги, тормозную систему, радиатор или шины.

По сухому глинистому грунту можно двигаться с нормальной скоростью. Увлажненные глинистые участки нужно переезжать не с полной подачей топлива, не допуская крутых и резких поворотов рулевого колеса.

Мокрые, короткие, глинистые подъемы преодолевают с разгона, а если они длинные, необходимо надевать цепи противоскольжения.

Заболоченные участки переезжают на пониженных передачах с увеличением частоты вращения коленчатого вала двигателя. Если автомобиль завяз, необходимо выезжать назад по проделанному пути.

На сильно увлажненных грунтах необходимо делать настил из хвороста или жердей, которые укладывают поперек колес.

При переезде через кустарник необходимо оберегать радиатор, стекла фар и ветровое стекло от возможностей порчи их ветками и осторожно объезжать пни.

Короткие участки дорог с песчаным или мягким грунтом переезжать с разгона, длинные участки – на низшей передаче с большой частотой вращения коленчатого вала двигателя. На песчаных грунтах не допускать переключения передач.

Если автомобиль начал буксовать, необходимо остановиться, включить заднюю передачу, проехать назад, а потом по уплотненной колее с разгона преодолеть препятствие. Если это не удастся сделать, то расчистить песок из-под передних колес и продолжать движение на низшей передаче.

Преодолевая препятствие, показанное на рис. 4.4, водителю следует заблаговременно (положение 1) перейти на пониженную передачу. В положении 2 нажать на педаль управления подачей топлива и преодолевать подъем на участке Б. Когда передние колеса займут положение 3, следует уменьшить частоту вращения коленчатого вала двигателя и, притормаживая, переместить передние колеса по участку В. При прохождении задних колес через данное препятствие следует действовать аналогичным образом. При преодолении глубоких канав под острым углом наблюдаются перекося автомобиля и ударные нагрузки на детали подвески.

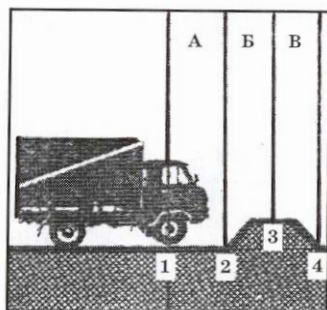


Рис. 4.4. Схема преодоления препятствия
в виде возвышения
над поверхностью дороги

Преодолевая препятствия в виде канав или ям, когда передние колеса перемещаются по участку А (рис. 4.5), необходимо перейти на низшую передачу, замедлить скорость, уменьшить подачу топлива и притормаживать, не выключая сцепления. По участку Б выключить сцепление и притормаживать. По участку В двигаться по инерции с выключенным сцеплением. По участку Г включить сцепление и резко увеличить подачу топлива. По участку Д уменьшить подачу топлива и двигаться с минимальной скоростью.

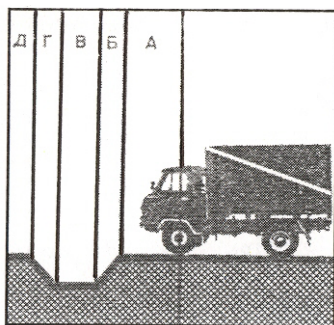


Рис. 4.5. Схема преодоления препятствия в виде канав или ям

В сложных дорожных условиях применяют металлические цепи противоскольжения и другие приспособления. Металлические цепи надевают на колеса с помощью приспособления (рис. 4.6), которое представляет собой доску 200×500 мм.

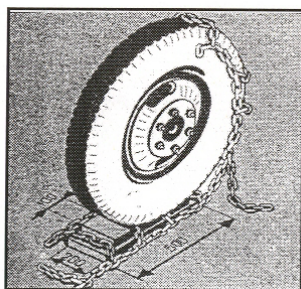


Рис. 4.6. Приспособление для одевания цепей на колеса

Цепи расстилают на приспособление, наезжают на него, а потом монтируют. Чтобы цепь не перекручивалась в период движения, ее необходимо закреплять дополнительными специальными цепями, которые пропускают через отверстие дисков колес.

Очень хорошо преодолевать преграды с цепями улучшенной конструкции (рис. 4.7).

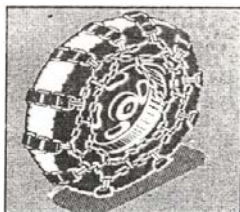


Рис. 4.7. Улучшенная цепь

К улучшенным планковым цепям относятся: цепи с траками таврового типа (рис. 4.8); цепи с ромбовидными траками (рис. 4.9); цепи с косым размещением траков (рис. 4.10); разновидности цепей против скольжения (рис. 4.11).

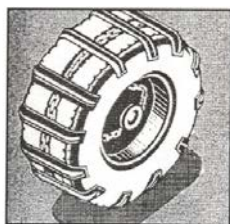


Рис. 4.8. Цепи с траками таврового типа

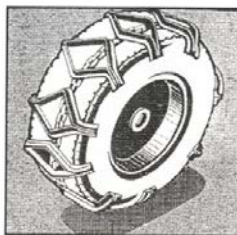


Рис. 4.9. Цепи с ромбовидными траками

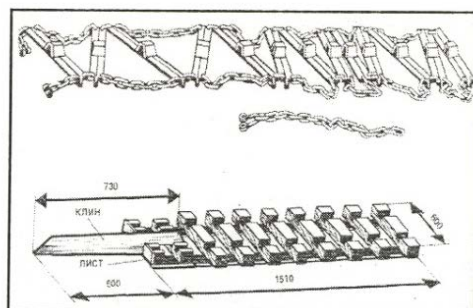
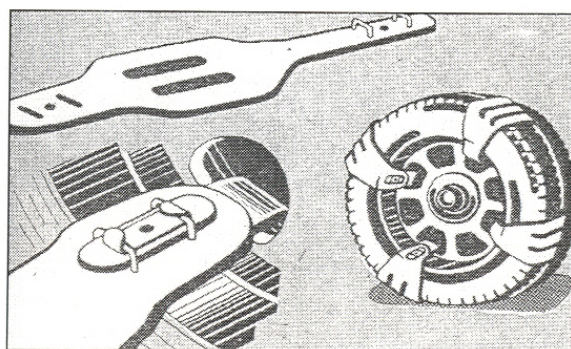
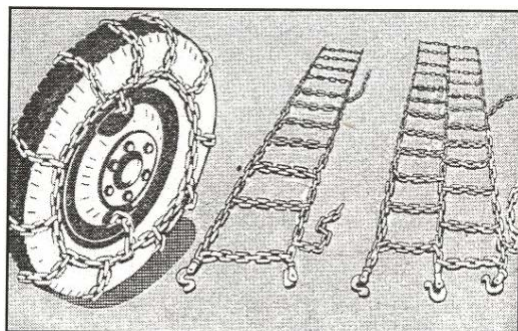


Рис. 4.10. Цепи с косым расположением траков



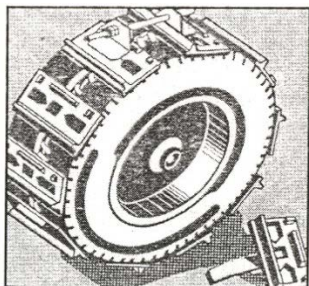


Рис. 4.11. Разновидности цепей против скольжения

Применение каких-нибудь приспособлений против скольжения увеличивает износ шин, а поэтому их следует сразу снимать с колес, если отпадает необходимость.

Против скольжения применяют также траковые дорожки (рис. 4.12), противобуксаторы и рейковые маты (рис. 4.13).

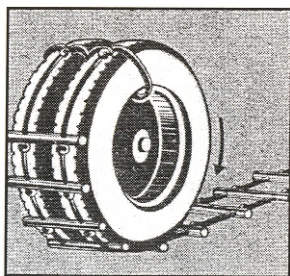


Рис. 4.12. Траковая дорожка

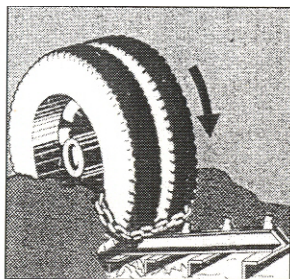


Рис. 4.13. Рейковый мат с клином

Противобуксатор изготовляют из двух продольных угольников размером $45 \times 30 \times 4$ мм с зацепами и шести поперечных угольников. Противобуксатор с колесом соединяют с помощью цепи.

Если транспортное средство неглубоко завязло в грунте, необходимо: попробовать выехать на низшей передаче; увеличить нагрузку на заднюю ось автомобиля; использовать цепи противоскольжения; подложить под колеса хворост или что-нибудь подобное; подсыпать песок и т. д.; вытянуть автомобиль другим транспортным средством или трактором.

Если колеса завязли в грунте, необходимо: раскатать автомобиль вперед и назад; подкопать и расчистить грунт из-под передних и задних колес; поднять домкратом или рычагом автомобиль и подложить под колеса твердую основу (щебень, шлак, доски, бревно и др.).

При самовытаскивании канат закладывают в зазор между сдвоенными задними колесами, пускают двигатель, включают низшую передачу и увеличивают подачу горючей смеси. Канат наматывается на колесо, как на барабан лебедки, и вытягивает автомобиль.

Для вытаскивания транспортного средства могут быть использованы деревянные или металлические упоры (рис. 4.14), неподвижный якорь или разборный якорь (рис. 4.15). Следует помнить, что длительное буксование приводит к перегреву двигателя, большому заглублению колес в грунт и к повреждению шин.

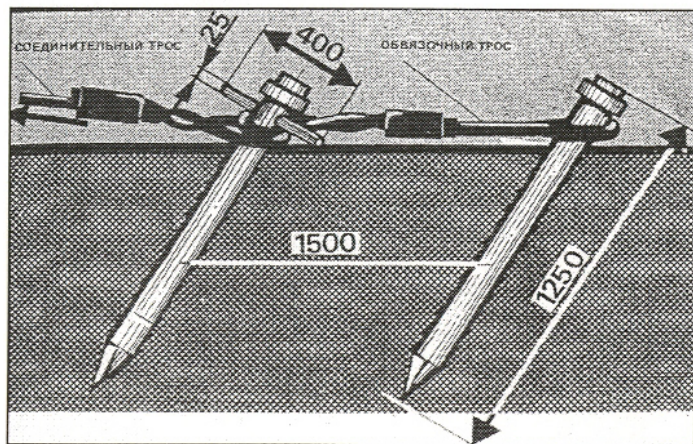


Рис. 4.14. Упоры для вытаскивания транспортного средства

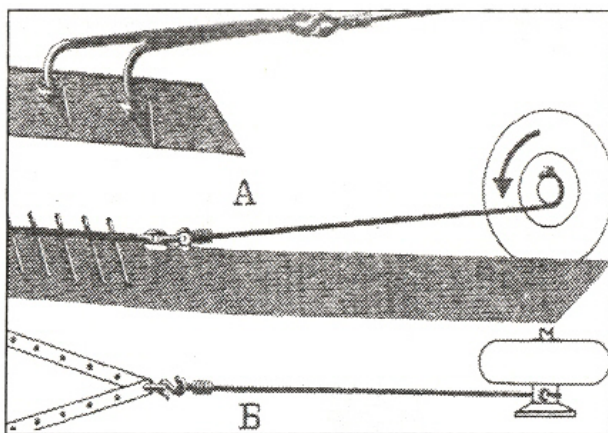


Рис. 4.15. Якоря для вытаскивания транспортного средства

4.9. Движение на дорогах с переменным профилем

Дороги с переменным профилем характеризуются ограниченной обзорностью дороги, а следовательно, основным условием безопасного движения на таких дорогах является правильный выбор скоростного режима.

Холмистая местность. Дороги, проходящие по холмистой местности, отличаются от равнинных дорог большим количеством подъемов и спусков, значительной их длиной и крутизной. Эти дороги имеют сложные условия, они труднее воспринимаются, так как зрение человека лучше и легче прослеживает прямолинейные контуры, чем изогнутые, быстрее воспринимает плавно изгибающиеся линии, чем ломанные.

Высокие деревья, здания или другие вертикальные предметы большой высоты, расположенные возле дорог, способствуют устранению дорожных иллюзий. В случае отсутствия таких предметов вблизи дорожного полотна следует внимательно присматриваться к окружающей обстановке, мобилизовать свое внимание для рассеивания иллюзорных представлений.

Их причинами чаще всего бывают:

- чрезмерная скорость, развиваемая отдельными водителями на затяжных спусках;

- выезд на левую сторону дороги при объезде остановившихся транспортных средств или обгоне грузовых, значительно снижающих скорость на подъеме.

При движении на вогнутых кривых в результате появления вертикальной силы инерции (она прижимает автомобиль к дороге) улучшается сцепление колес с дорогой и устойчивость транспортного средства повышается. В конце подъема, где начинается участок дороги с выпуклой кривой, центробежная сила стремится оторвать колеса транспортного средства от дороги, силы сцепления уменьшаются, условия управления транспортным средством изменяются, так как колеса разгружаются и для управления транспортным средством требуется прилагать меньше усилий к рулевому колесу. Плохо просматриваемая вершина подъема свидетельствует о недостаточно плавном переходе вертикального профиля от подъема к прилегающему к нему участку.

Горные дороги. Горные дороги имеют участки двух типов:

- *длинные*, трасса которых проложена по долинам горных рек;
- *перевальные*, идущие сначала с непрерывным подъемом до вершины перевала, а затем спускающиеся вниз к его подошве.

Длинные участки имеют большую извилистость, дорога часто проходит с одного берега реки на другой, эти участки соединяются между собой короткими мостами, подходы к которым проходят по кривым малого радиуса.

Перевальные участки, пересекающиеся водоразделами рек, могут иметь значительную высоту. Уклоны на дорогах второй категории достигают 7° , третьей категории – 8° , четвертой категории – 9° . На большой высоте из-за понижения атмосферного давления ухудшается наполнение цилиндров горючей смесью. Малая плотность воздуха приводит к переобогащению горючей смеси. Повышенное разрежение нарушает действие вакуумного регулятора опережения зажигания (угол опережения зажигания нужно увеличить путем ручной регулировки октан-корректора). На высоте более 2000 м заметно уменьшается атмосферное давление, температура кипения воды понижается, поэтому ухудшаются условия охлаждения двигателя. Увеличивается испарение воды из электролита аккумуляторных батарей.

Для предотвращения перегрева двигателя необходимо установить дополнительную шайбу под пружину воздушного клапана пробки радиатора и тем самым повысить давление в системе охлаждения. При движении на очень длинных подъемах для снижения температуры

охлаждающей жидкости и масла необходимо на короткое время останавливать транспортное средство, выбрав для этого безопасное место. На горных дорогах предварительный разгон при преодолении подъемов теряет свое значение, так как даже высокая скорость, достигнутая перед подъемом крутизной 5 %, сказывается не более чем на 300 м крутизны подъема.

А ведь разгон при прохождении отдельных крутых подъемов на дорогах с равнинным характером очень часто используется. Следовательно, при подъеме в гору на перевальном участке приходится полностью использовать весь запас мощности двигателя, заставляя его работать с полной нагрузкой, и, в зависимости от крутизны подъема, использовать ту или иную понижающую передачу.

Условия движения на спуске значительно сложнее, чем на подъеме, так как при спуске самопроизвольно растет кинетическая энергия и скорость транспортного средства может достичь опасных пределов. Замедление движения может оказаться невозможным. Движение на спуске связано с интенсивным использованием тормозной системы и требует умелого применения двигателя в качестве средства торможения. На горном спуске нужно двигаться с включенной передачей, так как включение передачи связано с выключением и последующим включением сцепления. На крутом спуске этот момент включения считается наиболее опасным. В результате большого крутящего момента, передаваемого от ведущих колес к двигателю, сцепление может не выдержать этой нагрузки. Фрикционные накладки диска сцепления в результате усиленного трения сильно нагреваются и выходят из строя.

Включать нужно такую передачу, на которой транспортное средство смогло бы преодолеть данный уклон, двигаясь на подъеме. В период торможения двигатель должен работать с прикрытой дроссельной заслонкой. Для поддержания устойчивой работы двигателя иногда приходится увеличивать подачу топлива на короткое время.

Рабочими тормозами надо пользоваться так, чтобы предохранить их детали от перегрева, т. е. периодически. Перегрев колесных тормозов приводит к чрезмерному нагреву тормозной жидкости, при закипании которой она разлагается, в результате чего появляются паровые пробки, тормозная система выходит из строя.

Следовательно, на длительных горных спусках для замедления движения нужно использовать торможение двигателем. Тормозить двигателем необходимо так, чтобы автомобиль на спуске с неизменной

крутизной шел с постоянной скоростью или с незначительным ускорением. Если скорость транспортного средства начнет увеличиваться, нужно замедлить рабочим тормозом, а затем производить торможение снова только с двигателем. Стояночным тормозом для замедления движения автомобиля пользоваться не рекомендуется, так как его работоспособность надо сохранить для удержания автомобиля во время стояния.

Движение в горных условиях усложняется ограниченной обзорностью дороги, недостаточной видимостью на поворотах. Правый закрытый поворот является наиболее трудным как на подъеме, так и на спуске. Водители встречных транспортных средств, совершающие левый поворот, должны быть особенно внимательными и двигаться как можно ближе в внешнему краю поворота.

Дороги в горах преимущественно узкие. Надо проявлять большую осторожность при приближении к краю дороги со стороны обрыва или пропасти; край дороги иногда может осесть или сползти. Горные дороги изобилуют крутыми поворотами, и если перед ними не снижать скорость движения, может произойти опрокидывание автомобиля.

Необходимость тщательного контроля скорости движения при проезде кривых малых радиусов, постоянная готовность к неожиданному появлению встречного автомобиля на участках с ограниченной видимостью, значительные физические затраты при управлении транспортным средством сопровождаются повышенной функциональной напряженностью, что в конечном счете приводит к интенсивному снижению работоспособности водителей. Анализ статистического материала показывает, что число ДТП на горных дорогах имеет тенденцию к резкому увеличению уже после 2–4 ч работы водителя, тогда как на дорогах в равнинной местности – только после 4–6 ч.

На горных дорогах время реакции водителя значительно уменьшается, кроме того, оно различно при движении на подъем и на спуск. В среднем время реакции при движении на спуск в 1,4 раза меньше, чем при движении на подъем. Это объясняется более сложными условиями движения на спуск, требующими от водителей повышенной внимательности. Водители вынуждены постоянно контролировать скорость движения автомобиля.

Часть водителей движется на спусках с переменным ускорением. Нередко водители в результате неправильного выбора скорости резко тормозят при въезде на кривые малых радиусов или выезжают на по-

лосу встречного движения для увеличения радиуса поворота. Анализ показывает, что число ДТП на спусках более чем в два раза превышает их число на подъеме.

Эмоциональное состояние водителей при движении по участкам дорог с увеличением продольного уклона ухудшается, что становится наиболее ощутимым, начиная с уклона 40–50°. Это надо учитывать при движении по горным дорогам. При этом очень важно останавливаться для кратковременного отдыха (15–20 мин) через каждые 1,45–2 ч поездки.

Средняя скорость движения в горных условиях по сравнению с равнинными дорогами для легковых автомобилей меньше на 40 %, для грузовых и автобусов – на 70 %.

Особая осторожность необходима при проезде непросматриваемых поворотов. Подъемы, если они хорошо просматриваются, следует преодолевать на высшей передаче, предварительно разогнав автомобиль. При уменьшении скорости на затяжном подъеме следует своевременно включать низшую передачу, стараясь сохранить скорость движения.

Скользкие подъемы в целях предупреждения буксования, заноса или скольжения автомобиля следует проезжать на пониженной передаче, позволяющей преодолевать подъем без переключения передач.

Если в горах возникла необходимость буксировать неисправный автомобиль, то использовать для этого желательно жесткую сцепку. В гололедицу запрещено буксировать на гибкой сцепке.

На автомобильных дорогах в горных районах при очень сложном и трудном рельефе местности, как правило, при необходимости развития линий для преодоления крутых подъемов и спусков на большом протяжении, где нельзя применять обычное трассирование, строят сложные дорожные сооружения типа «серпантин». Серпантин снижает эксплуатационные качества дорог: уменьшают скорость, увеличивают длину дороги, объемы работ и т. д.

На затяжных продольных уклонах через 2–3 км на дороге устраиваются специальные остановочные площадки.

При эксплуатации транспортного средства в условиях горного рельефа местности наибольшее влияние на его работу оказывают следующие дорожно-климатические факторы: высота расположения местности над уровнем моря, тип и состояние дорожного покрытия, температура окружающей атмосферы, продольные уклоны и радиусы кривых в плане дороги.

4.10. Опасные повороты

Возможность бокового заноса на повороте тем больше, чем выше скорость движения, выше центр тяжести автомобиля, меньше коэффициент сцепления шин с дорогой.

Опасный поворот – это закругление дороги с радиусом меньше нормативного для дороги данной категории или с ограниченной обзорностью, т. е. это такой поворот, для безопасного входа в который необходимо значительно снижать скорость по сравнению с допустимой на предшествующем участке дороги.

При выборе скоростного режима на любом участке дороги большое значение имеет обзорность. Хорошая обзорность позволяет водителю своевременно получать информацию об обстановке на дороге, состоянии проезжей части, т. е. позволяет водителю успеть сделать необходимые перестроения или снизить скорость до подхода к месту, требующему передвижения с особой осторожностью.

Различают обзорность поверхности дороги и видимость встречного автомобиля, которые по существующим нормам, в зависимости от категории дороги, должны находиться в пределах, указанных в табл. 4.1.

Таблица 4.1. Обзорность на криволинейных участках дороги

Показатель	Категории дорог			
	I	II	III	IV
Обзорность поверхности дороги	150	120	75	50
Видимость встречного автомобиля	300	240	150	100

Условия обзорности на прямолинейных и криволинейных участках весьма различны. На *прямолинейных участках* расстояние обзорности можно определить по оси дороги, а на криволинейных – по прямой от глаза водителя до передней габаритной точки движущегося навстречу автомобиля (рис. 4.16).

Обзорность на криволинейных участках дороги зависит от состояния полосы отвода и прилегающей к ней местности. Водитель, двигаясь по извилистой дороге, должен полагаться на свой глазомер. Поворот с обзорностью меньшей, чем указано в табл. 4.1, считается закрытым, и его надо проходить на пониженной скорости.

На дорогах высшей категории расстояние обзорности больше, так как на них допускается более высокая скорость движения, но на обычной дороге при одинаковой скорости движения минимальная обзорность должна быть больше, чем на автомагистрали. В значительной

степени условия обзорности зависят от продольного профиля дороги. Например, на горных дорогах более удаленные участки бывают иногда видны значительно лучше, чем близлежащие.

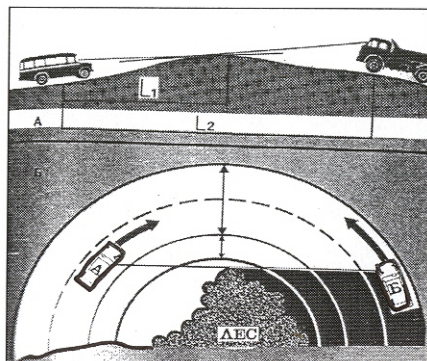


Рис. 4.16. Условия обзорности дороги:
А – на участке с переменным продольным профилем;
Б – на криволинейном участке дороги

На скорость движения влияют величина радиуса поворота и величина угла поворота между первоначальным и последующим направлением движения.

Крутой поворот значительно легче проехать, если дорога имеет поперечный уклон от наружного к внутреннему краю проезжей части (профилированный вираж улучшает устойчивость на повороте).

Прохождение извилистых участков трассы обычно выполняют в виде двух переходных кривых, между которыми вводят прямую вставку. Такой участок трассы называется *составной кривой*.

Ни водители, ни пассажиры не испытывают никаких неприятных ощущений при входе в поворот, если центробежное ускорение не превышает $0,5 \text{ м}^2/\text{с}$.

Часто при правом повороте транспортные средства выезжают на полосу встречного движения даже при наличии сплошной осевой линии, поэтому, если условия позволяют, расширяют проезжую часть. Проезжая часть уширяется за счет уменьшения ширины внутренней обочины, но ни в коем случае не внешней.

Нужно учитывать и расположение поворота: он находится на горизонтальном участке или на участке с продольным уклоном. При движении на крутом повороте автомобиль может потерять поперечную

устойчивость вследствие бокового заноса, который начинается со скольжения задних колес.

Если автомобиль движется по кривой с неизменным радиусом и равномерной скоростью, то силы, вызывающие занос, остаются постоянными. Но если движение осуществляется с ускорением, то происходит увеличение нагрузки на задние колеса, а при замедлении – уменьшение. У автомобилей коэффициент перераспределения нагрузки достигает 1,3–1,5, т. е. сила сцепления может возрасти в 1,5 раза. Увеличение усилия, вызывающего боковой занос при ускорении автомобиля, наименее опасно; снижение скорости должно быть закончено до входа автомобиля в поворот, а разгон надо начинать сразу же после входа в поворот, постепенно увеличивая ускорение.

Если водитель, войдя в поворот, чувствует, что может произойти боковой занос, нужно снизить скорость. Торможение в этом случае может привести к заносу, так как тормозной момент, приложенный к колесам, уменьшает силу их сцепления с дорогой. Поэтому лучше снизить скорость, уменьшив нажатие на педаль управления подачей топлива. И если автомобиль сохраняет хотя бы небольшое ускорение, перераспределение нагрузки противодействует заносу задних колес. При замедлении нагрузка на задние колеса уменьшается, а на передние возрастает, и опасность бокового заноса резко увеличивается. Важно выбрать и наиболее выгодную траекторию пути. Так, поворот можно пройти по дуге с постоянным радиусом или по траектории, состоящей из прямых и криволинейных участков с переменным радиусом. Движение с высокой скоростью по дуге с постоянным радиусом создает наибольшую дополнительную нагрузку на внешние колеса автомобиля, вызываемую боковой силой инерции. Происходит деформация подвески, возникает боковой крен автомобиля, резко увеличивается износ шин. Нужно, чтобы большая часть траектории поворота проходила по дуге максимального радиуса, но без выхода на встречную полосу движения.

Прохождение поворотов должно осуществляться следующим образом:

1. Торможение прекратить до начала поворота рулевого колеса.
2. Когда скорость предварительно снижена, рулевое колесо нужно повернуть на угол несколько больший, чем это требуется для прохождения данного поворота.
3. Постепенно поворачивать рулевое колесо в обратном направлении, немного увеличивая нажатие на педаль дроссельной заслонки. При увеличении радиуса поворота уменьшается центробежная сила.

4. Последнюю часть траектории поворота нужно пройти по дуге как можно большего радиуса, резко увеличивая разгон автомобиля, добываясь более раннего выхода на прямую и сокращения продолжительности действия центробежной силы.

Поворачивать рулевое колесо нужно плавно. Чем круче поворот, тем более плавно его необходимо преодолевать. Резкий поворот рулевого колеса на большой скорости может вызвать скольжение передних колес. Автомобиль вместо того, чтобы повернуться на заданный угол, будет продолжать движение вперед.

Освоить движение по извилистой дороге, которая обычно состоит из нескольких правых и левых поворотов с различными радиусами закруглений, чередующихся с короткими прямыми участками и пологими кривыми, можно, овладев приемами прохождения отдельных опасных поворотов.

Чтобы двигаться на такой дороге с высокой средней безопасной скоростью, нужно использовать все прямые участки и плавные кривые для движения с наиболее высоким скоростным режимом, а также своевременно начинать разгон еще при движении на повороте, который предшествует данному прямому участку.

Перед входом в поворот важно правильно выбрать момент начала снижения скорости, т. е. нельзя входить в поворот с заторможенными колесами или слишком рано начинать торможение – это снизит среднюю скорость движения.

Часто извилистая дорога имеет изменения продольного профиля, что приводит к большому количеству закрытых поворотов с ограниченной обзорностью дороги, поэтому условия движения усложняются.

На извилистой дороге сопротивление движению автомобиля больше, чем на прямолинейной. Для преодоления поворота увеличиваются затраты тягового усилия, как правило, на подъемах отсутствуют условия для предварительного разгона, часто приходится пользоваться пониженными передачами, поэтому перепад скоростей достигает больших значений.

Для уменьшения боковой силы инерции необходимо увеличить радиус криволинейной траектории на повороте.

Правый поворот (рис. 4.17). До кривой поворота водитель должен замедлить движение торможением или переходом на низшую передачу, еще на прямой направить автомобиль ближе к осевой линии. Находясь еще на прямолинейном участке, т. е. до начала поворота кривой, умеренно увеличить подачу топлива. Автомобиль вводить в кривую поворота рулевым колесом, а затем плавно, без рывков поворачивать рулевое колесо вправо на требуемый угол и, не уменьшая подачи топ-

лива, направлять автомобиль к внутренней стороне проезжей части, частично срезая дугу и увеличивая тем самым радиус поворота. Это необходимо для того, чтобы сохранить сцепление и частично компенсировать центробежную силу, увлекающую автомобиль к внешней части кривой полосы движения. Затем следует постепенно поворачивать рулевое колесо в обратную сторону так, чтобы автомобиль двигался к внешней части полосы движения, увеличивая подачу топлива. На последнем участке траектории поворота направление движения выпрямляют и увеличивают его разгон.

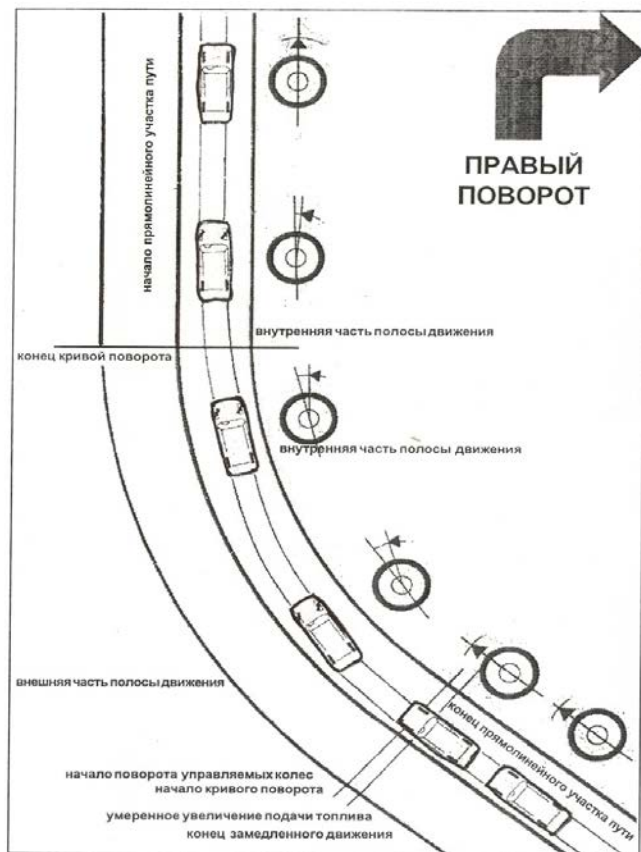


Рис. 4.17. Схема прохождения правого поворота

Левый поворот (рис. 4.18). При левом повороте до вхождения в поворот по внешней части полосы движения, находясь еще на прямолинейном участке, необходимо произвести торможение и затем плавно увеличить подачу топлива. Автомобиль вводят в кривую поворота до начала поворота рулевым колесом. Водитель должен плавно повернуть рулевое колесо вправо, не уменьшая подачу топлива, но не теряя контроля за управлением. Действие центробежной силы в этой части поворота значительно, но кратковременно. Это действие поглощается шинами, рессорами и амортизаторами. Кроме того, умеренное увеличение подачи топлива обеспечивает требуемое сцепление колес автомобиля с дорогой. Далее нужно постепенно поворачивать рулевое колесо вправо, направляя автомобиль к внешней части полосы движения и значительно увеличивая подачу топлива. Выполняя таким образом маневры, используют всю ширину полосы движения.

Часто при левом повороте водители придерживаются внутреннего края полосы движения, срезая криволинейную траекторию, и автомобиль оказывается на встречной полосе.

Вход в криволинейный участок без превышения скорости – это самый ответственный момент при правом повороте. Подобный момент при левом повороте наступает в середине криволинейного участка, в момент возможного пересечения разделительной линии.

Для прохождения *правого крутого поворота по сокращенной траектории* (рис. 4.19), используя всю ширину полосы движения, необходимо до вхождения в кривую поворота автомобиль направить так, чтобы начать поворот от осевой линии. Еще находясь на прямолинейном участке, замедляют движение, производя торможение или переходы на низшую передачу.

Не доезжая до начала кривой поворота, умеренно увеличивают подачу топлива, т. е. находясь на прямолинейном участке пути. Автомобиль входит в кривую поворота, не наезжая на разделительную линию. Не уменьшая подачу топлива, плавно поворачивают рулевое колесо вправо, прижав автомобиль к краю дороги сразу же за серединой поворота. В этой части поворота действие центробежной силы значительно, но очень кратковременно, так как водитель быстро поворачивает рулевое колесо, и малочувствительно, так как эта сила поглощается шинами, рессорами и амортизаторами. Увеличение подачи топлива в этот момент способствует сохранению сцепления колес автомобиля с дорогой.

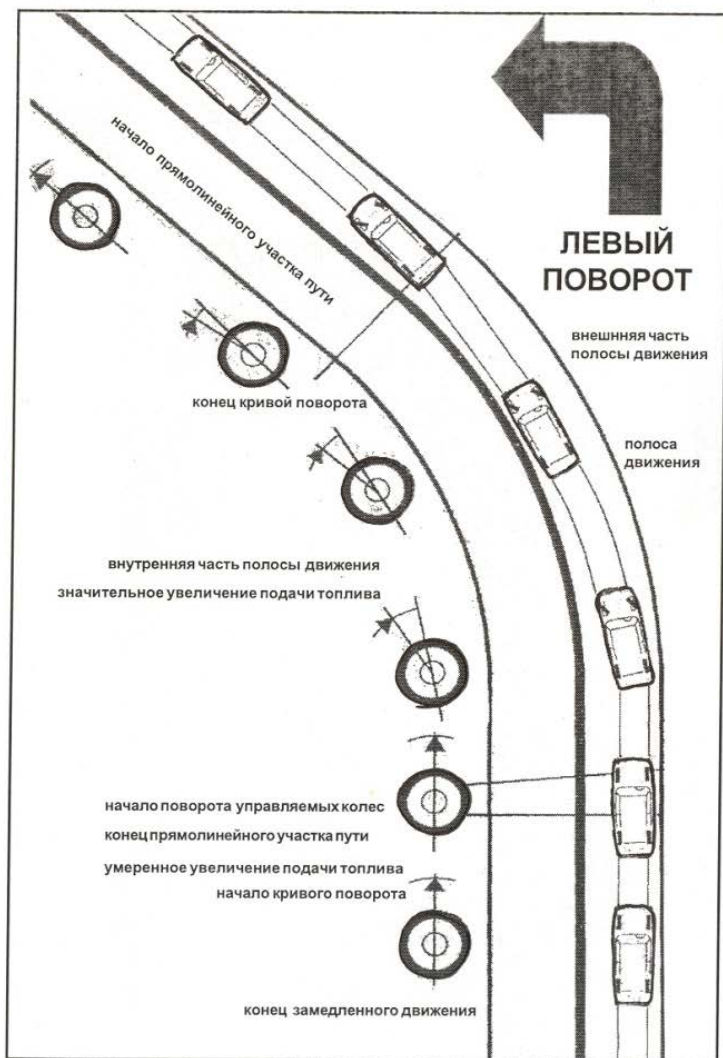


Рис. 4.18. Схема прохождения левого поворота



Рис. 4.19. Схема прохождения правого крутого поворота

Далее постепенно поворачивают рулевое колесо влево, стараясь двигаться по дуге относительно большого радиуса, выходят на прямолинейную часть пути, значительно увеличивая подачу топлива.

При *левом крутом повороте* (рис. 4.20) еще до вхождения в кривую поворота автомобиль нужно направить так, чтобы начать поворот по внешней части полосы движения. Находясь на прямолинейном участке пути, тормозят. Перед входом в кривую поворота до начала поворота рулевого колеса умеренно увеличивают подачу топлива. Войдя в кривую поворота, плавно, без рывков поворачивают рулевое колесо влево. Чтобы сохранить сцепление и частично компенсировать действие центробежной силы, подачу топлива уменьшать не следует. После этого постепенно поворачивают рулевое колесо вправо таким образом, чтобы автомобиль двигался к внешней стороне полосы движения. Значительно увеличивая подачу топлива и занимая прямолинейное положение, автомобиль выходит из поворота.

Мастерство вождения автомобиля *по извилистым дорогам* (поворот в форме «S», рис. 4.21) заключается в быстром восприятии сил, действующих на автомобиль. Когда водитель станет ощущать, что происходит с автомобилем, он почувствует, что и когда надо сделать.

До вхождения в поворот снижают скорость и направляют автомобиль к осевой линии. Затем поворачивают рулевое колесо в сторону поворота (направо), частично срезая кривую, при этом увеличив подачу топлива. К концу первой части поворота автомобиль должен подойти к правому краю полосы движения. Для выполнения второй части поворота автомобиль направляют так, чтобы начать поворот с внутренней линии в начале кривой следующей части поворота. Входить во второй поворот необходимо с небольшой скоростью. Плавно поворачивают рулевое колесо, направляя автомобиль так, чтобы к середине кривой он находился вблизи осевой линии. При этом увеличивают подачу топлива, не допуская пробуксовки ведущих колес. Затем плавно, без рывков поворачивают рулевое колесо влево, не уменьшая подачу топлива. После этого значительно увеличивают подачу топлива и, постепенно поворачивая рулевое колесо, позволяют автомобилю двигаться к внешней стороне полосы движения.

От длины первой части двойного поворота зависит скорость входа в его вторую часть. Так, если расстояние между выходом из первой кривой и входом во вторую кривую достаточно велико, то можно выйти из первой кривой с большой скоростью и плавно снизить ее при входе во вторую часть поворота.

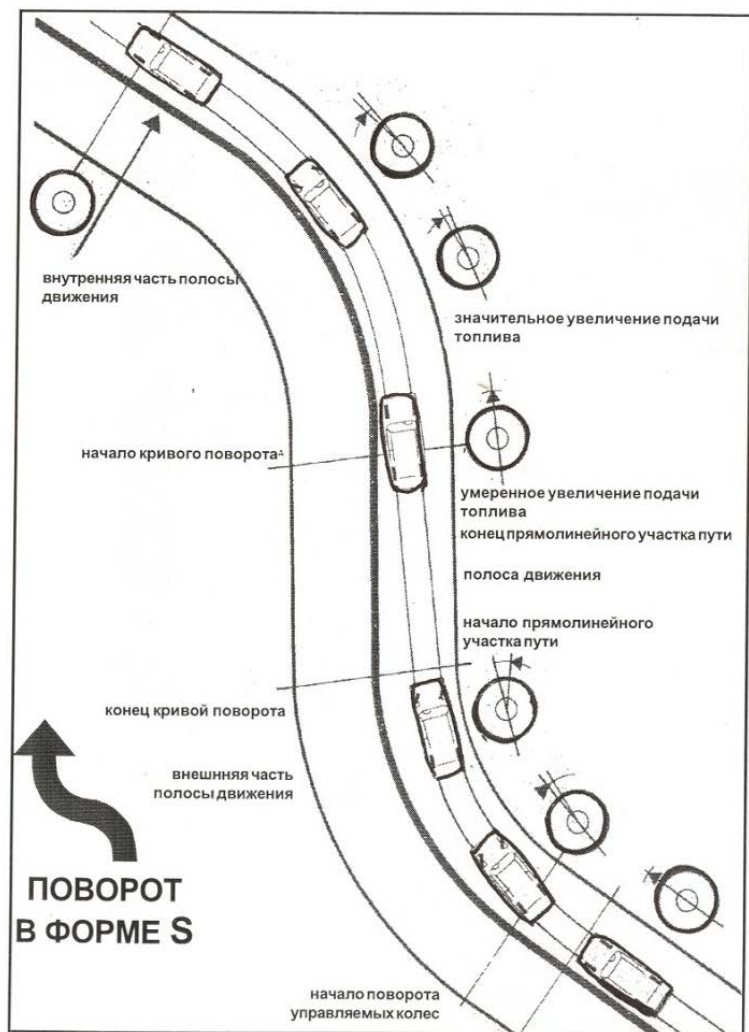


Рис. 4.21. Схема прохождения S-образного поворота

На извилистой дороге появление опасной ситуации зависит не только от направления и частоты поворотов или от крутизны, но и от условий видимости на ней. Повороты могут быть полностью закрыты-

ми и опасными для встречных разъездов. Поэтому с целью обеспечения безопасности никогда не следует выезжать на левую полосу движения. При встречном разъезде на повороте автопоездов может возникнуть опасная ситуация, так как вследствие влияния они могут выйти за осевую линию (лучше не входить в поворот до тех пор, пока автопоезд не минует его).

При преодолении сложных поворотов иногда можно пользоваться методом срезания и прерывистого торможения на дороге в моменты кратковременного выравнивания автомобиля.

Поворот рулевого колеса сразу на большой угол может вызвать занос задних колес. Для предотвращения этого явления нужно процесс поворота автомобиля разбить на ряд отдельных маневров. Для этого, поддерживая умеренную подачу топлива, рулевое колесо поворачивают на небольшой угол в направлении поворота, а затем сразу же в обратную сторону на несколько меньший угол. Повторять этот маневр нужно до выхода из поворота. Проезжать поворот таким способом следует при небольшой скорости и в случае ошибок в оценке дорожной ситуации, когда в поворот входят на большой скорости. При этом данную операцию выполняют очень быстрыми, частыми и четкими поворотами рулевого колеса. Снижать скорость нужно, не прибегая к интенсивному торможению.

При необходимости замедления на повороте не следует тормозить, когда передние колеса повернуты. В таком случае нужно тормозить во время выравнивания автомобиля, и максимальное действие тормозов должно осуществляться в тот момент, когда колеса находятся в прямом положении (это предотвратит занос), т. е. на тормозную педаль нажимают одновременно с поворотом рулевого колеса в обратную сторону по отношению к направлению поворота дороги. Если одного такого маневра недостаточно, его повторяют, расчленив замедление на ряд операций, как при выполнении метода срезания. Поворачивая колеса повторно в сторону поворота, необходимо отпускать тормозную педаль, чтобы колеса не оказались заблокированными в повернутом положении, а в момент выравнивания колес нажимать на тормозную педаль следует интенсивно.

4.11. Вождение транспортных средств зимой

Влияние погодных условий. Влияние сезонных погодноклиматических факторов заметно меняет обстановку движения, транс-

портно-эксплуатационные показатели автомобильных дорог, а также отражается на самочувствии водителей. Во многих случаях это влияние значительно снижает безопасность дорожного движения. Дождь, снег, гололедица снижают коэффициент сцепления; туманы, дожди, снежные осадки уменьшают расстояние видимости дороги. Грязь, вода на пониженных участках, лед или уплотненный снег делают проезжую часть неоднородной в связи с уменьшением ширины покрытия и различием в длине тормозного пути, риском заноса автомобиля.

Наиболее опасны переходные периоды – конец осени и начало весны, когда состояние автомобильной дороги может часто изменяться в связи с переходами температуры через 0°C , выпадением осадков и т. п.

Надо помнить, что зимнее пасмурное утро при температуре, близкой к 0°C , благоприятно для образования на дороге гололедицы. Неожиданно начавшийся дождь, попадающий на очень холодное покрытие, немедленно покрывает дорогу тонким слоем льда.

Гололедица – это коварное соединение холода и влаги, следовательно, надо остерегаться влажных мест, низин (впадин), небольших ложбин, защищенных от ветра мест. Наличие ледяной корки на дороге можно определить по цвету проезжей части, которая приобретает шелковистый отблеск, а иногда при движении слышится особое шуршание шин.

Покрытая снегом дорога менее опасна, чем покрытая льдом. Тонкий слой снега не затрудняет движение, но при резком торможении колеса немедленно блокируются и начинается скольжение.

Наиболее распространенный путь борьбы с гололедицей – повышение коэффициента сцепления шин со скользкой поверхностью дороги. Для этого рассыпают песок, перемешанный с солью. Рассыпанная на обледеневшей поверхности дороги соль притягивает влагу, и лед начинает таять. Однако от соли ржавеют металлические части автомобилей, она разрушающе действует на бетонные покрытия, вызывает отслаивание частиц бетона.

Достаточный коэффициент сцепления шины с покрытием – важнейшее условие обеспечения транспортных качеств дороги. От него зависит возможность реализации тяговой силы транспортного средства, устойчивость его против заноса на кривых в плане и возможность своевременно остановить автомобиль перед неожиданно возникшим препятствием или пешеходом.

Твердые частицы, выступающие над поверхностью, которые делают покрытие шероховатым, при наезде колеса вдавливаются в резину протектора. Промежутки между шиной и выступающими частицами служат также для дренажа избыточной дождевой воды.

По мере изнашивания шероховатость покрытия уменьшается, следовательно, уменьшается и сцепление его с колесом. Впадины на поверхности покрытия между выступами шероховатости при увлажнении или загрязнении заполняются грязью, пылью, продуктами износа шин, что уменьшает возможную глубину вдавливания выступов в резину. Пленка влаги смачивает зону контакта между шиной и покрытием и действует как смазка, разделяющая резину и покрытие. Все это снижает коэффициент сцепления.

Низкая температура атмосферного воздуха ухудшает работу двигателя и всех механизмов автомобиля. Зимой увеличивается вязкость масла и топлива, что затрудняет смазку агрегатов, снижает работоспособность аккумуляторных батарей, уменьшает эластичность шин. При низких температурах системы питания в результате образования ледяных пробок увеличивается хрупкость и опасность разрушения деталей из пластмасс и резины. Так, в автомобильных шинах и деталях, изготовленных из резины и находящихся под нагрузкой, при низких температурах возникают остаточные деформации. Потеря упругости шинами ухудшает их сцепление с поверхностью покрытия, в результате чего возможно буксование ведущих колес даже на ровных участках укатанной снежной или обледенелой дороги.

У транспортного средства с пневматическим приводом тормозов скопления и замерзание конденсата воды в приборах и магистралях тормозной системы приводят к отказу в работе. Часто отказ тормозов происходит из-за попадания воды на тормозные колодки.

Значительно ухудшается видимость дороги из-за попадания снега на ветровые стекла и видимые зеркала, образования льда на них при сильных морозах и т. д.

Водить транспортное средство зимой значительно труднее, чем летом, так как дороги покрыты снегом, льдом. Снежные полосы, снегопады, гололедица значительно снижают проходимость автомобиля, уменьшается сцепление колес с дорогой, в результате возникают скольжение, боковые заносы, буксование.

Холодная погода отрицательно влияет на работоспособность водителя. Для успешной работы водитель должен не только хорошо усвоить правила и особенности вождения автомобилей в зимних условиях,

но тщательно и своевременно подготовить свой автомобиль к зимней эксплуатации. Особое внимание следует уделять работоспособности системы охлаждения, так как одним из важнейших факторов, влияющих на долговечность и экономичность двигателя, является обеспечение его надежного запуска и поддержание оптимального теплового режима в период работы при различной температуре.

При эксплуатации в зимних условиях применение масла повышенной вязкости значительно затрудняет пуск двигателя, увеличивает его износ (табл. 4.2).

Таблица 4.2. Зависимость времени запуска двигателя и его износа от вязкости масла

Вязкость масла, Па · с	4	6	8	10
Время запуска, с	20	33	50	74
Износ двигателя, %	100	110	120	135

После запуска двигателя густое масло в течение длительного времени не поступает к трущимся поверхностям. Поэтому после пуска двигателя даже при нормальных показаниях масляного манометра нельзя нагружать или резко увеличивать частоту вращения коленчатого вала, так как можно вывести из строя подшипники коленчатого вала. Для снижения опасных негативных последствий необходимо зимой использовать масло с низкой вязкостью.

При слишком низких температурах холодный пуск двигателя приводит к повреждению вкладышей подшипников и шеек коленчатого вала, износу гильз цилиндров, причем пусковые износы этих деталей у холодного двигателя даже на зимних сортах масла примерно в 3–4 раза больше, чем у разогретого. Вследствие этого предпусковая тепловая подготовка двигателей во многих случаях просто необходима. Предпусковой прогрев нужно осуществлять с помощью различных подогревательных устройств.

Нормальное тепловое состояние двигателя важно обеспечить не только перед пуском, но и в процессе его работы. Вредны как перегрев, так и переохлаждение. При перегреве двигателя происходит разжижение и более быстрое старение картерного масла, что вызывает ускоренный износ деталей. Чрезмерный перегрев двигателя приводит к заклиниванию поршней в цилиндрах.

В зимний период двигатели работают на пониженном тепловом режиме. Это приводит к их усиленному износу, сокращению срока

службы, уменьшению мощности и увеличению расхода топлива. Между тем при достаточном предпусковом прогреве двигателей и работе их на оптимальном тепловом режиме износ деталей двигателей может быть меньше, чем летом за такой же период, так как уменьшается износ цилиндров, вызываемый пылью, находящейся во всасываемом воздухе.

На тепловое состояние двигателя значительное влияние оказывают температура воздуха и нагрузка. Мощность двигателя при поддержании оптимального теплового режима и при понижении температуры воздуха возрастает, а при неизменной температуре окружающего воздуха по мере снижения теплового режима уменьшается. Тепловой режим двигателей в зимний период обуславливается не только понижением температуры, но нередко и недогрузкой двигателя. Так как мощность, экономичность, надежность и долговечность автотракторных двигателей в значительной степени зависят от теплового режима, необходимо строго соблюдать правила технической эксплуатации и обеспечить поддержание оптимального теплового режима при любой температуре окружающего воздуха и любой нагрузке. Это является одним из важнейших условий долговечной и экономичной работы двигателя внутреннего сгорания.

Для сокращения времени прогрева двигателя (особенно при отрицательной температуре окружающего воздуха) можно начинать движение на пониженной передаче после того, как температура охлаждающей жидкости в двигателе достигнет 40–50 °С.

Трогаться с места зимой следует после прогрева двигателя, когда температура охлаждающей жидкости составляет 86–90 °С, и на первой передаче. При минимальной частоте вращения коленчатого вала двигателя постепенно нужно переходить на повышенные передачи. Это необходимо для того, чтобы предупредить повышенный износ деталей или их поломку, так как смазка в механизмах силовой передачи в начальный момент еще не разогрелась и оказывает большое сопротивление вращающимся деталям.

Двигаться на больших скоростях можно только после того, как двигатель полностью прогреется. При этом указатель температуры в двигателе показывает 90–95 °С.

Для безопасности движения при тумане и пурге на специальных моделях автомобилей, изготовленных для использования в условиях Севера, устанавливают противотуманные фары и двойные ветровые стекла с воздушной прослойкой. Иногда на ветровые стекла установ-

ливают рамочные электроподогреватели или с наружной стороны прикрепляют дополнительные накладные стекла.

Во время движения по снежным дорогам следует по возможности использовать колею, ранее образованную проходившими автомобилями. При этом необходимо учитывать, что слишком глубокая колея опасна для движения, так как возможно задевание агрегатов автомобиля и затруднен выезд автомобиля из колеи. Двигаться по колее надо со скоростью не более 40 км/ч и не отклоняться в сторону, так как автомобиль может завязнуть в снегу.

Движение по хорошо накатанной снежной дороге обычно не вызывает никаких трудностей. Однако значительно уменьшается сцепление колес с дорогой. Поэтому не рекомендуется резко поворачивать рулевое колесо, резко тормозить. Перед поворотом, во избежание заноса транспортного средства, нужно заблаговременно снизить скорость движения. Если на дороге встречаются небольшие снежные заносы или сугробы, то их следует преодолевать с разгона под прямым углом, не меняя передачи, не делая поворотов и не уменьшая оборотов двигателя.

Занесенные участки дороги протяженностью более 5 м рекомендуется преодолевать на пониженной передаче.

Если автомобиль застрял в снегу, то нельзя допускать продолжительного буксования колес во избежание образования обледенелых лунок под колесами, а также износа шин. Нужно отвести автомобиль назад по колее на 5–7 м, дать ему небольшой разгон и повторить движение вперед.

Снежные заносы и сугробы высотой до 5 м рекомендуется преодолевать на грузовом автомобиле с разгона. Для обеспечения выезда транспортного средства после буксования на заснеженных участках необходимо отвести транспортное средство назад и проехать с разгона или расчистить снег и подсыпать песок, или подложить подручный материал.

При буксовании ведущих колес не следует увеличивать частоту вращения коленчатого вала. Нужно расчистить снег, подсыпать песок или подложить ветки и продолжать движение.

Как установлено на практике, транспортные средства могут преодолевать свежий рыхлый снег глубиной до 35 см на пониженной передаче и при средних оборотах коленчатого вала двигателя.

На транспортных средствах, имеющих дополнительный передний ведущий мост, при проезде снежных участков нужно включить его за-

ранее, так как при этом увеличивается сцепление колес со снежным покровом до 30 % и значительно повышается проходимость транспортного средства.

Категорически запрещается использовать шипованные шины только на передней оси. Их можно устанавливать только на задние или на все колеса. Если на шинах, предназначенных для зимних условий и имеющих специальный рисунок, нет шипов, то обычные шины при движении по гладкому льду эффективнее.

Зимой обочины находятся под толстым снежным покровом, поэтому пешеходы нередко двигаются по проезжей части. В темное время суток и в условиях недостаточной видимости пешеход может быть не замечен. Поэтому зимой нужно с особой внимательностью следить за передвижением пешеходов.

На дорогах не следует ездить близко к обочине и оси дороги, если накопилось много снега. Рыхлый снег, как и глубокий талый, обладает сильным тормозящим действием. Если колеса с одной стороны автомобиля попадут в такой снег, то неравномерное сопротивление качению колес может стать причиной того, что рулевое колесо вырвется из рук водителя и автомобиль развернется поперек дороги.

Один из распространенных способов борьбы со снежными заносами – защита дорог от переносимого метелью снега. Для этого на путь метелевого потока на некотором расстоянии от дороги ставят преграды, например из решетчатых щитов. Дойдя до преграды, поток стремится обогнуть ее, а также проникнуть через просветы в решетке. Завихрения у щитов тормозят поток и снижают его скорость, благодаря чему снег задерживается.

Кроме щитов применяют высокие заборы, изгороди из хвороста и других материалов, древесные и кустарниковые насаждения. Для создания ограждений используют и снег.

Для этого по снежному покрову вдоль дорог с помощью дорожных машин прокладывают траншеи. Такие траншеи с валами по краям, как ловушки, задерживают переносимый во время метели снег. Делают также преграды в виде стенок из кусков плотного снега.

Дороги защищают от заносов и другими способами. Для беспрепятственного перенесения снега устраивают высокие насыпи, ставят на пути ветра сплошной забор, приподняв его на некоторую высоту над землей.

4.12. Особенности движения по скользкой дороге

Коэффициент сцепления – это коэффициент трения с проскальзыванием. Контакт колеса с дорогой непостоянен: чем выше скорость движения, тем более длительное время этот контакт отсутствует. Коэффициент сцепления меняется и при колебании подвески, особенно на неровном покрытии.

При высоких скоростях движения шина не успевает полностью деформироваться, так как продолжительность ее контакта с покрытием для этого недостаточна. В результате с ростом скорости коэффициент сцепления снижается. На сухих покрытиях это снижение менее ощутимо, чем на увлажненных. При сильном изнашивании или малых глубине рисунка и расчлененности элементов протектора на мокром покрытии может возникнуть явление аквапланирования (скольжения), когда между шиной и покрытием в начальной части зоны контакта накапливается вода, не успевающая отжаться в стороны. Под шиной образуется водяной клин, создающий гидродинамическую подъемную силу, снижающую давление колеса на дорогу, и автомобиль становится неуправляемым (рис. 4.22).

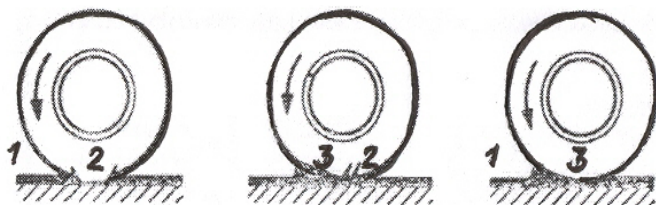


Рис. 4.22. Этапы возникновения аквапланирования:

1 – пленка воды на покрытии; 2 – зона контакта между шиной и покрытием;
3 – водяной клин

Аквапланирование может наступить и при достаточно шероховатом покрытии, с хорошим рисунком протектора, в том случае, если транспортное средство на высокой скорости попадет на участок, покрытый слоем воды. При слое воды на покрытии толщиной в несколько миллиметров нарушение контакта передних колес с покрытием и потеря управляемости транспортного средства становятся возможными при скоростях, близких к 60 км/ч.

На практике шероховатая поверхность часто выполнена с нарушением технологии. В результате щебень быстро выбивается. В жаркую

солнечную погоду оставшийся битум в этих местах, как правило, размягчается. Это резко снижает коэффициент сцепления и увеличивает опасность заноса транспортного средства.

При нежаркой погоде из-за отсутствия дренажа скольжение может наступить по пленке влаги, образовавшейся в результате небольшого дождя, выпадения росы и т. п. Определить такой участок можно по более темному (черному) цвету и блеску покрытия, колеса транспортного средства как бы прилипают к проезжей части – возникает характерный шум.

Часты случаи, когда при движении транспортных средств выбивающиеся многочисленные щебеночные частицы отбрасываются ведущими колесами автомобилей, что небезопасно для ветровых стекол и фар автомобилей, движущихся сзади и по встречной полосе. Чем больше скорость транспортного средства, тем сильнее отбрасываются частицы. Необходимо учитывать это и снижать скорость при движении по таким участкам, держать соответствующую дистанцию допереди идущего транспортного средства и не обгонять его. Определить такой участок можно по характерным ударам щебня, отлетающего в днище и крылья транспортного средства.

Такое же положение может складываться при движении транспортных средств по свежеложенному шероховатому покрытию.

Большое количество ДТП возникает в начале участков с плохим покрытием (наличие многочисленных ямок, выбоины и т. д.). Это связано с внезапным торможением впереди идущего автомобиля и наездом на него автомобиля, следующего за ним на минимальном расстоянии. Чаще всего это происходит с неопытными водителями.

Проезжие части противоположных направлений движения на дорогах I категории отделены друг от друга разделительной полосой, причем проезжей части каждого направления придают односкатный профиль с поперечным уклоном от оси дороги к бровке. Разделительную полосу, как правило, засевают травой. При этом сначала строят одну проезжую часть, а через несколько лет – другую. В период до строительства второй проезжей части транспортные средства движутся в обоих направлениях по построенной проезжей части.

На участках дорог с односкатным профилем и движением в обоих направлениях по двум полосам при возникновении заноса (на полосе движения, расположенной ближе к разделительной полосе) транспортное средство в большинстве случаев будет смещаться в направлении поперечного уклона, на полосу встречного движения (рис. 4.23), что может привести к ДТП.

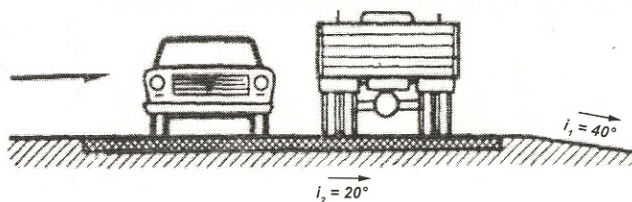


Рис. 4.23. Направление наиболее вероятного смещения транспортного средства при заносе на проезжей части с одностатным профилем:

i_1 – поперечный уклон обочины; i_2 – поперечный уклон проезжей части

Характерным признаком такого участка автомобильной дороги является, как правило, полностью отсыпанное земляное полотно с одной проезжей частью и одностатным профилем.

При малой ширине обочины съехавшее на нее с большой скоростью транспортное средство в большинстве случаев не может остановиться в пределах земляного полотна.

Транспортные средства, остановившиеся на узкой обочине, занимают также и часть проезжей части, уменьшая ее эффективную ширину. Отклоняясь от нормальной траектории при проезде мимо остановившихся на обочине автомобилей, водители попадают на полосу движения опережающих или встречных транспортных средств, что часто приводит к столкновениям.

Грунтовые неукрепленные обочины, особенно когда они бывают покрыты слоем грязи, изрезаны глубокими колеями или расположены ниже уровня покрытия, имеют поверхность, настолько отличающуюся по сопротивлению движения и коэффициенту сцепления от твердого покрытия проезжей части, что заезд на обочину может привести к заносу транспортного средства (рис. 4.24).

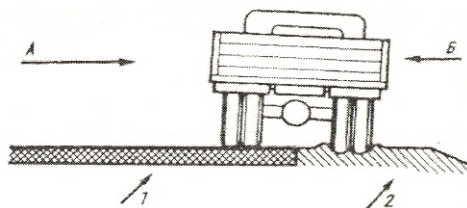


Рис. 4.24. Направление возможного заноса при резком увеличении скорости (А) и резком торможении (Б):

1 – покрытие; 2 – обочина

В случае укрепления обочин несвязными материалами попадающие на покрытие отдельные гравийные частицы отбрасываются ведущими колесами автомобилей. При ударе в ветровое стекло едущих сзади транспортных средств они могут явиться причиной тяжелых ДТП.

Для выделения разделительной полосы и проезжей части, особенно в населенных пунктах, часто устраивают бордюры. Иногда в расчете на укладку нового слоя асфальтобетона при последующих ремонтах им придают высоту.

Возвышающийся бордюр, задерживая смещающиеся вбок колеса автомобиля, вошедшего в занос, может стать причиной его опрокидывания.

Устройство на автомобильных дорогах самостоятельных проезжих частей движения в разных направлениях заметно снижает число ДТП, но все же полностью не устраняет происшествия, вызванные выездом транспортных средств при заносе на скользком покрытии на полосу встречного движения или при ослеплении их ночью светом фар встречных автомобилей. При увеличении ширины разделительной полосы число столкновений резко снижается и фактически прекращается при ширине ее, превышающей 15 м. Однако и при ширине 5 м, предусмотренной строительными нормами и правилами, число столкновений почти в два раза меньше, чем на дорогах без разделительной полосы. Эту ширину можно считать минимально допустимой с точки зрения безопасности дорожного движения.

Дождь уменьшает сцепление шин с поверхностью дороги и ухудшает видимость дороги, но с хорошими шинами, стеклоочистителями и при значительном снижении скорости он не представляет серьезной опасности.

Во время дождя из-под движущегося впереди транспортного средства поднимается грязевое облако, которое даже при включенных стеклоочистителях может доставить немало неприятностей. Грязезащитные фартуки лишь частично ослабляют это явление, поскольку мельчайшие капли воды и грязи очень сильно разбрасываются колесами в стороны. При опережении, особенно крупногабаритных грузовых автомобилей, необходимо заранее включить стеклоочистители, предварительно обильно обмыв стекло водой.

5. УПРАВЛЕНИЕ АВТОМОБИЛЕМ В ТЕМНОЕ ВРЕМЯ СУТОК И В УСЛОВИЯХ НЕДОСТАТОЧНОЙ ВИДИМОСТИ

5.1. Общие положения

Главной причиной снижения скоростей движения и повышения дорожно-транспортных происшествий при недостаточной видимости дороги является отсутствие у водителя полной информации о состоянии дороги, транспортном потоке и условиях движения. Недостаток информации не позволяет водителю правильно ориентироваться и выбирать безопасный режим движения.

Уверенное управление автомобилем при высокой скорости возможно только в том случае, если водитель хорошо видит дорогу на расстоянии, достаточном для осуществления необходимых маневров. В период снижения видимости управление на высоких скоростях становится затруднительным, а часто и невозможным.

Метеорологические условия оказывают существенное влияние на работу транспортных средств.

Метеорология – наука о физическом состоянии атмосферы и об атмосферных явлениях. Основные метеорологические элементы: атмосферное давление, температура и влажность воздуха, облачность и формы облаков, атмосферные осадки и снежный покров, ветер и видимость. К дополнительным метеорологическим элементам относятся температура почвы и воды, испарение воды, продолжительность солнечного сияния.

Чаще всего окружающую среду характеризуют атмосферным давлением, относительной влажностью и температурой воздуха, которые на определенной высоте и географической широте изменяются в зависимости от метеорологических условий. Названные параметры окружающей среды изменяются также с изменением высоты над уровнем моря и, кроме того, имеют годовые и суточные колебания.

Погода (состояние атмосферы в данном месте) – это весь сложный комплекс атмосферных явлений и процессов, наблюдаемый в данный момент или в течение небольшого отрезка времени. Погода может иметь особые явления, придающие ей специфические черты. К числу таких явлений относятся местные ветры (бризы, горно-долинные ветры, фен, бора), явления конденсации на земле и в приземном слое воздуха (особенно туманы и гололедные явления), грозы, шквалы и смерчи, суховеи, метели, бураны.

В летний период грозы часто сопровождаются молниями и громом. Прохождение мощного кучево-дождевого облака обычно сопровожда-

ется шквалом (внезапное резкое увеличение скорости ветра). При этом направление ветра большей частью меняется. Шквал всегда сопровождается понижением температуры. При грозах, развивающихся в однородной воздушной массе, понижение температуры воздуха объясняется охлаждением воздуха, обильными ливневыми осадками, особенно если при этом выпадает град. Охлаждение воздуха здесь усиливается также благодаря большим затратам тепла на испарение дождевых капель.

В зимнее время наблюдаются снег, твердые атмосферные осадки, состоящие из ледяных кристаллов разной формы, снежинок (в основном шестиугольных пластинок и шестиугольных звездочек), выпадают из облаков при температуре воздуха ниже 0 °С.

Перенос снега ветром в приземном слое воздуха вызывает метель. Различают поземку, низовую и общую метель. При поземке и низовой метели происходит перераспределение ранее выпавшего снега, при общей метели наряду с перераспределением – выпадение снега.

Буря – это метель при сильном ветре и низкой температуре.

Вьюга – перенос снега ветром у земной поверхности, синоним метели.

Пурга – сильная буря, снежная вьюга.

Ураган – ветер силой 12 баллов по шкале Бофорта, т. е. свыше 35 м/с.

Буря – ненастье с сильным разрушительным ветром.

На восприятие водителями условий движения существенное влияние оказывает видимость, которая количественно характеризуется дальностью видимости. Ее определяют на метеостанциях путем визуального определения видимости реальных объектов, имеющих определенные размеры, форму и цвет. Дальность видимости оценивается по 10-балльной международной шкале. Она снижается в облачную и ненастную погоду, во время туманов, дождей, снегопадов, метелей, бурянов. Для организации движения достаточно использовать первые шесть баллов (табл. 5.1).

Таблица 5.1. Дальность видимости по международной 10-балльной шкале

Балл	Объект виден	Объект не виден	Балл	Объект виден	Объект не виден
	Расстояние до объекта, м			Расстояние до объекта, м	
0	—	50	3	500	1000
1	50	200	4	1000	2000
2	200	500	5	2000	4000

При наличии тумана, дождя, снега или пыли видимость резко снижается.

Туман – скопления у поверхности земли взвешенных в воздухе капель или кристаллов льда. Причиной недостаточной видимости дороги при туманах является водность. При водности больше $0,8 \text{ г/м}^3$ наблюдается сильный туман с видимостью менее 50 м, $0,4\text{--}0,8 \text{ г/м}^3$ – 50–500 м, а меньше $0,4 \text{ г/м}^3$ – слабый туман. Подавляющее большинство туманов от 55 до 65 % характеризуется видимостью от 56 до 500 м, что значительно меньше допускаемых нормами по условиям безопасного движения транспортного средства.

Влияние туманов на безопасность дорожного движения необходимо учитывать при выборе трассы и проектировании ее геометрических параметров. Анализ данных метеорологических станций позволяет выявить участки местности с наибольшей повторяемостью туманов. Такие участки целесообразно обходить при трассировании дороги с высокой интенсивностью. На этих участках нельзя располагать закругления, пересечения и примыкания дорог, а также автобусные остановки. Если избежать этого нельзя, нужно устраивать канализированное движение, разделить зоны возможных столкновений транспортных средств и наездов на пешеходов.

Ухудшает видимость дороги также и сильный снегопад. Управление транспортным средством затрудняется вследствие того, что снег покрывает часть ветрового стекла, не очищенную щетками, и заднее стекло, особенно при мокром снеге. Поэтому при снегопаде не только уменьшается метеорологическая видимость, но и на 20–50 % для водителя сокращается обзорность. Причиной, ухудшающей видимость при метелях, являются снежинки, которые рассеивают и экранируют свет, уменьшая прозрачность воздуха.

Основными факторами, определяющими видимость при метелях, служат интенсивность снегопада и сила ветра: чем интенсивнее снегопад и больше сила ветра, тем меньше видимость дороги. Поэтому метель со снегопадом значительно сильнее ухудшает видимость, чем метель без снегопада. При сильном снегопаде видимость колеблется от 200 до 1000 м, при метелях с умеренным снегопадом – от 1 до 2 км, при слабом снегопаде – от 2 до 4 км и более. Ветер заметно влияет на видимость при скоростях более 10–15 м/с. Расстояние видимости при слабом ветре уменьшается до 500 м, при сильном – до 200 м.

Погодные и климатические факторы существенно влияют на системы транспортных средств, обеспечивающие безопасность дорожно-

го движения, на надежность их работы. Так, в шинах и деталях, изготовленных из резины и находящихся под нагрузкой, при низких температурах возникают остаточные деформации. Потеря упругости шинами ухудшает их сцепление с поверхностью дороги, в результате чего возможно буксование ведущих колес даже на ровных участках укатанной снежной или обледенелой дороги.

У транспортных средств с пневматическим приводом тормозов скопление и замерзание конденсата воды в приборах и магистралях тормозной системы приводит к отказу в работе.

Погодные условия оказывают существенное влияние на общее психофизиологическое состояние человека как участника движения (водителя и пешехода). От погодных условий зависит их экипировка, которая в зимнее время стесняет движения и уменьшает их точность. В закрытые кабины могут проникнуть отработавшие газы, приводящие к расслаблению организма, увеличению времени реакции водителя. На человека воздействуют и различные метеорологические факторы: температура, влажность, движение и давление воздуха, солнечная радиация; они находятся в разнообразных сочетаниях и оказывают значительное влияние на работоспособность.

Наилучшая видимость в пасмурную погоду обеспечивается при светлой шероховатой поверхности. С этих позиций наилучшим считается цементобетонное покрытие, на котором во время отделки создается требуемая шероховатость.

На безопасность движения транспортного средства оказывают влияние геометрические размеры элементов дорог, характер и состояние проезжей части. Водителю необходимо уметь правильно и точно оценить состояние дороги, по которой он движется, безошибочно распознать все дорожные дефекты на ней, так как различные неисправности дорог и мостов являются причинами многочисленных дорожно-транспортных происшествий. О неблагоприятных погодных и дорожных условиях всех водителей информируют с помощью дорожных знаков, посредством радио, телевидения и других средств.

5.2. Движение в темное время суток

Управление транспортным средством в темное время суток с точки зрения работоспособности водителя и выбора безопасного режима движения значительно сложнее, чем в светлое время суток. В это время происходит около 50 % ДТП, хотя интенсивность дорожного дви-

жения в 8–10 раз, а скорость на 5–7 км/ч ниже, чем в светлое время суток.

Особенность вождения транспортных средств в темное время суток во многом зависит от психофизиологических факторов. К ним относятся: утрата перспективы дороги; ухудшение видимости дороги и окружающих предметов; сокращение поля осмотра в горизонтальных и вертикальных плоскостях; быстрая утомляемость зрительных органов; снижение остроты зрительного восприятия; притупляемость наблюдательности.

При искусственном освещении человеческий глаз теряет способность улавливать разницу в яркостях наблюдаемого объекта и фона, на котором рассматривается объект. Силуэты предметов в темноте сливаются, их контуры расплываются и становятся малопонятными. Глаз теряет цветное зрение, т. е. при освещении дороги фарами все кажется серебристо-серым, цветовые оттенки отсутствуют. Фары высвечивают узкое пространство, а неравномерность яркости в поле зрения снижает зрительные возможности человека. Несоответствие условий движения физиологическим возможностям водителя, конструктивные недостатки приборов освещения и их техническое состояние, освещение и состояние проезжей части значительно снижают безопасность дорожного движения.

Зрительное восприятие дает любому водителю основную информацию об условиях движения. Высокая острота зрения облегчает работу водителя.

Одним из наиболее важных свойств зрения является адаптация, т. е. способность глаза приспосабливаться к изменению освещенности сужением или расширением зрачка. При уменьшении освещенности зрачки расширяются, при увеличении – сужаются. При переходе от яркого освещения к темноте первое время человек не видит, а потом через некоторое время начинает различать в темноте предметы. Процесс приспособления глаза к темноте называется *темновой адаптацией*. Обратное явление, т. е. приспособление глаза к свету после длительного пребывания в темноте, называется *световой адаптацией*. Только после адаптации глаза возобновляется способность к зрительному восприятию. В промежуточный период наступает ослепление, водитель на некоторое время «теряет» зрение (наступает ослепление). Такое ослепление может быть при выезде из темного тоннеля на хорошо освещенную дорогу. Источником ослепления может быть солнце, находящееся на горизонте, яркий свет из окон дома, вспышка молнии.

Для улучшения темновой адаптации зрения после выхода из ярко освещенной комнаты на дорогу в темное время суток водителю рекомендуется затратить 2–3 мин на очистку стекол кабины, фар, зеркал, занять рабочее место и начать движение. Включение плафона в кабине или салоне при движении в темное время суток ухудшает видимость.

Наибольшую опасность представляет временное ослепление светом фар встречного автомобиля. В этом случае способность водителя воспринимать окружающую обстановку резко снижается.

Физиологическая сущность ослепления состоит в том, что с изменением количества света, поступившего в глаз, происходит перестройка зрительного аппарата человека. Так как этот процесс осуществляется не мгновенно, а требуется определенное время, то водитель в этом промежутке теряет видимость, вследствие чего повышается уровень нервно-психического восприятия, появляется боль в глазах.

При ослеплении уменьшается дальность видимости, т. е. происходит ее частичная потеря. Водитель, приспособившись к определенному режиму движения с учетом дальности видимости, обеспечиваемой фарами своего автомобиля, при встречном разъезде попадает во внезапно изменившиеся условия, так как дальность видимости уменьшается. В результате водитель не успевает снизить скорость при разъезде, что ведет к созданию дорожно-транспортного происшествия. После того как транспортные средства разъехались, начинается более длительный период обратной темновой адаптации водителя, в течение которого он продолжает плохо различать дорогу и предметы на ней.

Состояние ночного зрения водителя (время темновой адаптации) проверяется на адаптометре. Время темновой адаптации большинства водителей (до 90 %) составляет 8–16 с. Это время принято как нормальное. Около 8–10 % водителей обладают пониженной способностью к темновой адаптации, у них время адаптации составляет 60–120 с, т. е. в 5–7 раз ниже нормального. Для таких лиц длительность ослепления при встречном разъезде будет колебаться от 12 до 40 с. За это время транспортное средство, движущееся со скоростью 60 км/ч, может пройти расстояние в 200–600 м.

После несильного ослепления для восстановления способности видеть требуется около 10 с. За это время при скорости 60 км/ч транспортное средство проезжает примерно 165 м, автомобиль движется вслепую, что может привести к наезду. В связи с этим проверка у водителей скорости темновой адаптации имеет большое значение.

На органы зрения оказывает влияние возраст человека. Для людей старше 20 лет количество света, необходимое для распознавания предмета ночью, удваивается каждые 13 лет. Поэтому человек в возрасте 60 лет видит ночью в 8 раз хуже, чем это было в 20 лет. Причем люди старшего возраста сильнее подвержены ослеплению, чем младшего и среднего. Острота зрения (способность различать мелкие детали) в светлую ночь падает до 30–70 %, а темной ночью составляет лишь 3–5 % от дневной.

Водителям с малой скоростью темновой адаптации следует ограничить управление транспортными средствами в темное время суток и немедленно обратиться к врачу. Если же этого избежать не удастся, то водителю можно рекомендовать съесть перед поездкой кусочек сахара или две горошины витамина С, употреблять пищу, содержащую витамин А. Его много в коровьем масле, яйцах, печени трески. В помидорах, моркови, шавеле, зеленом луке, абрикосах, рябине содержится провитамин А – каротин, который в организме человека легко превращается в витамин А. Хорошо помогают легкие гимнастические упражнения, обтирание лба и шеи холодной водой, усиленное дыхание, напряженное всматривание в темноту, необходимо избегать курения, так как окись углерода и в небольших количествах воздействует на зрительный нерв и приводит к понижению остроты зрения и цветоощущения. Так, три сигареты, выкуренные перед поездкой, уменьшают остроту зрения на 20 %, вместе с тем снижается и скорость реакции водителя. Табачный дым усыпляет водителя. Для оттягивания наступления усталости нужно обеспечить доступ в кабину свежего воздуха. Очень важно, чтобы водитель перед ночной работой хорошо отдохнул, так как утомленный он заснет намного быстрее и медленнее реагирует.

При поездке ночью глаза следует держать в постоянном движении: попеременно направлять взгляд то на отрезок дороги непосредственно перед автомобилем, то вдаль, насколько это возможно, а также следить за дорогой по всей ширине. Эти упражнения помогают сохранить сосредоточенность и остроту зрения, в значительной мере отодвинуть усталость.

Дополнительные неудобства для езды в ночное время создают дождь или туман. При этом необходимо ехать очень медленно. Важно, чтобы лобовое стекло, фары, указатели поворотов и сигналы торможения были чистыми.

При подготовке транспортного средства к работе в ночное время необходимо тщательно осмотреть автомобиль, проверить крепление и

действие фар, стоп-сигнала, заднего фонаря и центрального переключателя света с помощью контрольного щита или прибора направления света фар. Водитель должен хорошо знать предстоящий маршрут: его расстояние, труднопроходимые участки, подъемы и спуски, мосты, переправы, основные пункты следования.

При езде ночью очень важна хорошая освещенность дорожного покрытия светом фар. Ее можно улучшить, если внимательно следить за состоянием фар (ламп, отражателей, стекол), их правильной установкой и регулировкой. От долгого пользования лампы теряют свои качества, а так как интенсивность свечения падает медленно и равномерно, то водитель обычно этого не замечает. Необходимо внимательно следить за техническим состоянием приборов освещения (чтобы стекло фары не было треснутым, была на месте прокладка, предохраняющая отражатель от пыли и грязи).

Стекла фар нужно чистить регулярно, особенно при езде в условиях, способствующих их быстрому загрязнению. Даже незначительный слой пыли, грязи, снега или налипшие на стекла насекомые снижают силу света фар на 60–70 % от первоначальной. А это приводит к уменьшению дальности видимости дороги, ухудшению условий работы, снижению безопасности дорожного движения.

Но даже новые лампы, рефлекторы и стекла не помогут, если фары неправильно установлены и отрегулированы. Наличие таких неисправностей, как неправильное подсоединение фар, применение ламп и стекол, не соответствующих типу оптического элемента, увеличивает опасность движения как для самого водителя, так и для остальных участников дорожного движения. Участие в дорожном движении транспортного средства с разрегулируемыми фарами способствует увеличению в 2,5 раза потери видимости дороги при разъездах по сравнению с фарами, имеющими правильную регулировку. Об этом постоянно нужно помнить и своевременно принимать меры по регулировке фар автомобиля.

Так же, как и чистота стекол фар, для ночных поездок очень важна чистота ветрового стекла. Грязное стекло не только затрудняет обзорность дороги с места видимости и видимость дороги, оно еще и рассеивает встречные лучи света. В результате видимость ухудшается не только из-за грязи, но и в значительной степени из-за рассеивания встречного света в грязном стекле. Для устранения этой неисправности достаточно протереть ветровое стекло.

При вождении транспортного средства на неосвещенных улицах и автомобильных дорогах необходимо быть особенно осторожным на поворотах и закруглениях дорог, не ездить по обочинам дорог. При остановке и стоянке на неосвещенных улицах необходимо включать габаритные или стояночные огни. При отсутствии или неисправности освещения вне населенного пункта автомобиль необходимо отвести за пределы дороги, а если это невозможно, поставить на расстоянии 40 м сзади транспортного средства знак аварийной остановки или мигающий красный фонарь. Следует избегать остановок на неосвещенном участке дороги даже с включенными огнями.

Степень ослепления водителей движущихся навстречу друг другу транспортных средств зависит от высоты расположения сиденья водителя над поверхностью дороги. Ближний свет фар должен обеспечивать хорошую видимость дороги перед автомобилем на расстоянии 30–40 м, дальний – 100 м.

Ослепление водителя светом фар транспортных средств, движущихся в попутном направлении, может произойти вследствие отражения света зеркалами заднего вида. Отражение в зеркале заднего вида изображения фар с включенным дальним светом может вызвать ослепляющее действие. Чтобы избежать ослеплений водителей, движущихся в попутном направлении автомобиля должны своевременно переключать дальний свет фар на ближний. При движении в темное время суток на небольшое расстояние целесообразно воздерживаться от обгонов. Водитель, движущийся по неосвещенной дороге с дальним светом фар, если его обогнали, после обгона сразу же обязан перейти на ближний свет фар.

При встречном разъезде двух транспортных средств необходимо снижать скорость. Такой прием обеспечивает уменьшение тормозного пути, и большинство водителей делают его автоматически. Другое условие менее известно. В тот момент, когда встречное транспортное средство еще далеко, и если позволяют условия, то лучше ехать ближе к центру. Таким маневром можно избежать опасностей, поджидающих водителя на краю проезжей части и на обочинах, во время, когда зрение его уже ослаблено дальним светом фар встречного автомобиля. А когда транспортное средство будет достаточно близко, необходимо принять вправо, убедившись, что на краю дороги нет никакой опасности.

Ночная поездка требует большего напряжения, чем дневная. На дороге водителю могут встретиться люди, пренебрегающие правилами

дорожного движения и рискующие собственной безопасностью. Это велосипедисты и пешеходы, чья одежда сливается с окружающей обстановкой.

Если бы водители могли все время ехать с включенным дальним светом, все было бы проще. Но из-за того, что, встречаясь, водители вынуждены переключать свет с дальнего на ближний, чтобы не ослеплять друг друга, значительную часть пути приходится ехать с ближним светом фар, при котором дорога освещается недостаточно.

Избежать или снизить ослепление водителя встречного транспортного средства можно прежде всего своевременным переключением света фар с дальнего на ближний. Переключать свет целесообразно в тот момент, когда дальний свет уже мешает безопасному разъезду, но не менее чем за 300 м до встречного транспортного средства, как того требуют правила дорожного движения.

При разъезде рекомендуется смотреть чуть вбок, в сторону обочины, а не на фары встречного автомобиля. Следует наблюдать за правым краем дороги чуть прищуренными глазами, ориентируясь по обочине, ограждающим столбикам, зеленым насаждениям. Перед переключением фар следует заглянуть подальше вперед, постараться заметить находящиеся впереди препятствия, определить расстояние до них, время сближения.

Если водитель встречного транспортного средства не перешел на ближний свет и ослепил вас, ни в коем случае не следует отвечать ему тем же. Вполне возможно, что он не обладает достаточной квалификацией и не умеет точно определить момент переключения света фар. Заранее попросить перейти на ближний свет фар можно, периодически переключая свет фар. Если это не помогло и вы ослеплены, есть один выход — включить аварийную световую сигнализацию, снизить скорость и остановиться, не меняя полосу движения.

Водители, пользующиеся светом, не должны забывать, что от них зависит не только здоровье людей, находящихся во встречном транспортном средстве, но и собственная жизнь.

Наиболее часто встречающиеся ошибки при езде ночью, особенно по незнакомой дороге, — это потеря ориентировки и выезд на левую сторону или на правую обочину. Эффективным способом ориентировки водителя на дороге является постоянное наблюдение за выделяющимися предметами, например за линиями горизонтальной дорожной разметки, чаще всего осевой линией, яркими ограждениями по краям, ограждающими столбиками, расположенными в зоне света фар.

Ограждающие столбики, как правило, предупреждают о том, что в этом месте имеется опасность, поворот, насыпь, мост и т. п. По характеру света фар встречных автомобилей водитель может достаточно ориентироваться в направлении профиля пути. Если свет фар, который замечен на горизонте в течение всего пути, до встречного разъезда не исчез — дорога впереди прямая и ровная. Периодическое появление и исчезновение света свидетельствует о наличии пересеченного профиля дороги.

При встречных разъездах на поворотах один из водителей всегда находится в лучших условиях, транспортные средства, движущиеся по внутренней кривой с дальним светом фар, будут ослеплять водителя, следующего по внешней кривой, в то время как дальний свет последнего направлен в сторону от дороги. Эту особенность необходимо учитывать при разъездах на крутых поворотах в темное время суток и во избежание ослепления водителем, совершающим поворот по меньшему радиусу, следует заблаговременно (раньше) переходить на ближний свет фар.

Нарушение одним из водителей порядка пользования осветительными приборами не является основанием для отступления от требований правил другими водителями. Перед вершиной подъема надо снизить скорость, предвидеть возможность внезапного появления транспортного средства, движущегося из-за подъема во встречном направлении, и принять как можно правее. Вершина подъема скрывает от водителя дорогу, которая может изменить направление или скрывать препятствие. Для предупреждения встречных транспортных средств надо несколько раз переключить свет фар с дальнего на ближний и, если из-за подъема движется автомобиль, надо, не дожидаясь его появления, включить ближний свет.

Скорость ночью должна быть такой, чтобы успеть остановиться до препятствия на расстоянии, освещаемом светом фар или фонарей на улице. Ее необходимо выбирать в зависимости от дорожных условий и состояния света фар.

С учетом дополнительных требований к встречному разъезду на транспортных средствах фары должны быть включены в режиме ближнего света. Движение только с включенными габаритными сигналами в данном случае не отвечает требованиям безопасности и согласно ПДД является недопустимым.

Особую опасность для дорожного движения создает обгон в темное время суток в момент выезда на полосу встречного движения. В таких условиях трудно правильно оценить скорость его движения. Поэтому при появлении белых габаритных огней, указывающих на приближение транспортного средства, движущегося по встречной полосе, рекомендуется отказаться от намеченного обгона и возвратиться на правую полосу.

Для обеспечения безопасности при обгоне в темное время суток водителю обгоняемого транспорта после приема сигнала об обгоне рекомендуется кратковременно включить правый указатель поворота и сместиться правее в пределах занимаемой полосы.

При движении по неровной дороге для освещения пути необходимо использовать ближний свет фар. Он обеспечивает хорошую видимость дороги на расстоянии 30–40 м. Этого достаточно при оптимальной скорости движения по такой дороге.

Дорожно-транспортные происшествия, произошедшие ночью, отличаются значительной тяжестью. Это связано с невозможностью точно анализировать дорожные условия и транспортные ситуации. Возждение ночью сильно усложняется не только из-за ослепляющего действия фар встречных транспортных средств, но и по причине ухудшения видимости. Днем при нормальном освещении на прямом участке водитель видит предметы на расстоянии более 1 км. Ночью при освещении дальним светом фар можно увидеть предмет на покрытии за 100–140 м, а при ближнем – лишь за 30–40 м.

Несмотря на резкий спад интенсивности движения, количество ДТП увеличивается в начале темного времени суток, когда движение происходит в условиях ухудшающейся видимости без света фар.

Характерными видами происшествий в темное время суток являются столкновения транспортных средств и наезды на пешеходов, т. е. такие, которые в основном зависят от видимости дороги и наличия на ней препятствий.

На автомобильных дорогах, вне населенных пунктов очень часто причиной ДТП являются транспортные средства, оставленные на проезжей части или обочине без освещения и сигнализации.

Зимой видимость пешехода на фоне белоснежного покрытия несколько улучшается, но здесь опасность кроется в другом. Дело в том, что водитель, заметив в дальнем свете фар на некотором отдалении пешехода, в какой-то момент теряет его из вида. Это происходит

вследствие того, что по мере сближения освещенность пешехода и окружающего снежного фона сравнивается и пешеход, сливаясь с фоном, «пропадает». Совершив в такой ситуации наезд, водитель при расследовании происшествия утверждает, что он как будто «из-под земли вырос». Поэтому, заметив пешехода, идущего по обочине, а тем более по проезжей части, необходимо предпринять определенные меры предосторожности: снизить скорость и объехать его с достаточным боковым интервалом.

Ночью снижается способность водителя определять расстояние до предметов (глубинное зрение), так как количество видимых предметов резко уменьшается. Нередко из-за ошибок в оценке расстояний удаляющийся световой сигнал кажется приближающимся. Легко возникает иллюзия движения неподвижных предметов. Ночью, кроме усталости и сонливости, у водителя могут появиться галлюцинации, например, начинает тормозить перед несуществующим препятствием. Бороться с галлюцинацией не помогают ни оживленная беседа, ни сигареты, ни другие приемы. Помогает только отдых (иногда достаточно 10–20 мин).

Распознавание предметов на неосвещенной дороге зависит от психологических причин. Так, если водитель ожидает появления препятствия, он распознает его по силуэту с расстояния почти в два раза большего, чем неожиданное препятствие. Неожданное препятствие зрительно принимается на расстояниях более близких, чем в действительности, и тем раньше, чем больше его яркость и контрастность.

Большую опасность ночью на дороге представляют неосвещенные заграждения в местах проведения ремонтных работ. Не всегда они окрашены в яркий цвет и ограждены соответствующими дорожными знаками. Но это не снимает с водителя обязанности вовремя заметить их и усилить внимание. О приближении к такому месту могут указать кучки песка, гравия, булыжника по краям дороги, приготовленные для ремонта.

При приближении к пешеходному переходу, который плохо просматривается, нужно подготовиться к снижению скорости или остановке, одновременно переключить свет фар, предупреждая о приближении.

Вечером, остановившись у перекрестка или светофора, не нужно держать ногу на педали тормоза, так как свет стоп-сигнала может ослепить водителей задних транспортных средств. Лучше применять ручной тормоз.

5.3. Управление транспортным средством во время тумана

В условиях густого тумана нельзя полагаться на свое искусство вождения, так как результаты зависят не от умения, а от случайности. Свет включенных нормально отрегулированных фар не только не улучшает, а, наоборот, ухудшает видимость, так как лучи белого света сильно рассеиваются, поглощаются и отражаются туманом, ослепляя водителя.

В Европейской части СНГ насчитывается около 40 туманных дней в году. В Беларуси число дней с туманами иногда превышает 100. По данным мировой статистики, из всех ДТП, случившихся в тумане, около 77 % составляют столкновения с движущимся впереди автомобилем. При этом большинство водителей добросовестно старались выдерживать безопасное расстояние между автомобилями, не помня о том, что человеческому глазу все предметы в тумане представляются примерно в два раза более отдаленными, чем в действительности. Характерными являются так называемые цепные ДТП с особо тяжелыми последствиями, участниками которых становятся несколько автомобилей одновременно.

Движение в густом тумане связано с большой психофизиологической нагрузкой на водителя. Увидев в тумане красный свет, водитель обязан снизить скорость, так как красный свет кажется дальше, чем он есть на самом деле. Скорость движения в тумане нужно выбирать с учетом дальности видимости пути.

Туман не только значительно ухудшает видимость, закрывает ориентиры, но изменяет окраску лучей всех цветов (кроме красного), затрудняет восприятие расстояний, что может дезориентировать водителей. Водителю нужно знать и учитывать, что желтый цвет в тумане становится красноватым, а зеленый – желтым. Поэтому при движении по населенному пункту в тумане следует быть очень внимательным, и подъезжая к перекрестку, на котором движение регулируется светофором, пересекать его лишь тогда, когда будет полная уверенность в том, что включен сигнал, разрешающий движение.

Причинами ухудшения видимости во время тумана служат не только плохая прозрачность его самого, но и оседание конденсата на теплых стеклах транспортного средства. Поэтому при тумане необходимо периодически включать стеклоочиститель. В густом тумане рекомендуется придерживаться правой стороны, ориентируясь по линиям го-

ризонтической дорожной разметки. Если таких линий нет, можно ориентироваться по линии сопряжения дорожного покрытия с обочиной.

Скорость движения в тумане должна быть ниже скорости движения при ясной погоде. В тумане надо по возможности избегать внезапных остановок. При необходимости остановиться скорость следует снижать плавно, предварительно нажав несколько раз на педаль тормоза для предупреждения водителей, двигающихся сзади, о намерении остановиться. Перед подачей этих сигналов надо включить правый указатель поворота.

Многие водители используют в этих условиях противотуманные фары. Благодаря специальному отражению они обеспечивают большой угол рассеивания светового потока в горизонтальном направлении (до 70°) и большой угол наклона вниз. Противотуманные фары нужно устанавливать на высоте не менее 250 мм от покрытия дороги, но не выше фар ближнего света, симметрично относительно продольной оси транспортного средства и не далее 0,4 м от наружного габарита по ширине.

Противотуманные фары обеспечивают широкий пучок света с дальностью действия, не превышающей дальности ближнего света фар. Основное, что обуславливает эффективность противотуманных фар по сравнению с обычными, – это их светораспределение и регулировка.

Задние противотуманные фонари могут применяться только в условиях недостаточной видимости. Запрещается подключать задние противотуманные фонари к стоп-сигналам.

Мощность ламп противотуманных фонарей сопоставима с мощностью ламп стоп-сигналов и в четыре раза большей мощности ламп габаритных огней. Чем больше расстояние, на котором в условиях тумана, дождя или снегопада вы обнаружите свет противотуманной фары впереди идущего автомобиля, тем меньше вероятность, что не случится ДТП.

5.4. Движение транспортных средств в условиях дождя и снегопада

В сильный дождь существенно ухудшаются дорожные условия, движение транспортных средств затруднительно, так как резко снижается видимость и сужается поле зрения, поскольку стеклоочистители очищают часть стекла. Кроме этого большинство проселочных дорог с

глинистым и черноземным грунтом становятся труднопроходимыми, так как образуются глубокие колеи. Это приводит к повышению коэффициента сопротивления качению.

Во время дождя асфальтовое покрытие становится не только влажным, на нем часто появляется жидкая грязь, которая действует как слой «смазки» и значительно увеличивает тормозной путь. Такие места образуются в основном там, где к главной асфальтированной дороге примыкают второстепенные, без покрытия. Наличие мокрой грязи на дороге приводит к загрязнению стекол, приборов освещения и сигнализации. В результате резко ухудшается видимость дороги. Поэтому каждый водитель в этих условиях должен своевременно протирать стекла кабины и обязательно фары, габаритные фонари, фонарь стоп-сигнала, катафоты и регистрационные знаки. Это особенно важно в темное время суток, когда приборы освещения должны быть включены.

При движении в ненастную погоду нельзя экономить на щетках. Лучше заранее переключить стеклоочиститель на нужный режим работы, подготовиться к немедленному смыванию стекла.

Опасные условия для движения создаются в начале дождя, когда первые капли не смывают, а лишь смачивают дорожную пыль, превращая ее в тонкую, незаметную для глаз, но очень скользкую пленку, вызывающую опасность заноса. Опытный водитель ощущает это по движению транспортного средства, потому что после сильного дождя коэффициент сцепления повышается. Это является результатом смывания потоками воды скользкой грязевой пленки с дороги.

Движение по мокрой дороге опасно еще и тем, что вода, попадая на тормозные накладки, значительно снижает эффективность действия тормозов. Поэтому при проезде больших луж во время сильного дождя нужно периодически проверять действие тормозов на ходу автомобиля с тем, чтобы водитель не был захвачен врасплох их слабым действием. Если тормоза намокли, то их нужно «просушить» – при движении автомобиля периодически нажимать на педаль до тех пор, пока эффективность торможения восстановится.

Значительную опасность представляет выезд колесами одной стороны автомобиля на обочину, что нередко случается при встречном разъезде. При движении на высокой скорости грязь, оказавшаяся под одним из ведущих колес, может вызвать его пробуксовку и занос транспортного средства.

Луи, встречающиеся на пути, лучше объезжать или проезжать на пониженной скорости, так как под водой могут оказаться крупные

камни, канавы и т. п. На мокрой дороге при остановке нужно снизить скорость, не выключая муфты сцепления, плавно произвести торможение и, почти перед самой остановкой, выключить сцепление. Нужно помнить, что при торможении на мокрой дороге возникает опасность заноса. Устойчивость при торможении улучшается, если водитель нажимает на тормозную педаль при включенном сцеплении.

При торможении в случае блокировки колес явление юза – поглощение кинетической энергии движущегося автомобиля – происходит не за счет трения тормозных колодок о барабаны, а за счет сцепления шин с дорогой. Так как площадь соприкосновения маленькая, тормозной путь скользящего автомобиля увеличивается. Движение транспортного средства с заблокированными колесами подобно движению саней с резиновыми полозьями. При движении юзом очень часто возникает потеря устойчивости, занос, потеря управления. Если в результате блокировки колес начался занос, нужно немедленно прекратить торможение и повернуть колеса в сторону заноса, а затем снова повернуть их в направлении движения, потом немного нажать на педаль подачи топлива и выровнять движение рулевым колесом. При повышении частоты вращения двигателя увеличивается тяговое усилие, которое препятствует боковому скольжению транспортного средства, вызванному тормозной силой. Пользоваться ручным тормозом на мокрой, скользкой дороге не рекомендуется, так как его действие вызывает блокировку колес.

В дождливую погоду с наступлением темноты надо быть весьма осторожным. В результате преломления лучей света в дождевых каплях на ветровом стекле в сумерках значительно ухудшается видимость. Глубокой осенью таят опасность и листья, опавшие с деревьев и лежащие на дорожном покрытии. Попад на такой участок, водитель при необходимости торможения может потерять управление и оказаться в кювете, так как мокрые листья под колесами могут резко снизить коэффициент сцепления одного или нескольких колес. Чтобы этого не случилось, необходимо заранее на большем, чем на сухой дороге, расстоянии оценивать обстановку и своевременно снижать скорость движения.

Тяжелые условия движения в снегопад вызваны ухудшением видимости.

Плотно укатанный снег в морозную погоду обладает лучшими сцепными свойствами по сравнению с гололедицей и представляет меньшую опасность. В снегопад даже на регулярно расчищаемых

участках проезжей части встречаются отдельные заносы. Такие участки рекомендуется проезжать с ходу на пониженной передаче с равномерной скоростью. При движении в дождь или снегопад необходимо учитывать ухудшение обзорности из-за неполной очистки переднего стекла и отсутствия боковых щеток.

Следует также принимать во внимание особенности поведения пешеходов, которые в непогоду обычно спешат и бывают недостаточно внимательны. Снижение скорости и проявление большей осматрительности, внимательности и осторожности помогут устранить повышенную опасность движения в дождь и снегопад.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Автомобили / А. В. Богатырев [и др.]; под ред. А. В. Богатырева. – Москва: КолосС, 2008. – 592 с.: ил. – (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений).
2. Афанасьев, Л. Л. Конструктивная безопасность автомобиля: учеб. пособие / Л. Л. Афанасьев, А. Б. Дьяков, В. А. Иларионов. – Москва: Машиностроение, 1983. – 212 с.: ил.
3. Бабков, В. Ф. Дорожные условия и безопасность движения: учебник для вузов / В. Ф. Бабков. – Москва: Транспорт, 1993. – 271 с.
4. Безопасность дорожного движения / В. В. Амборцумян [и др.]. – Москва: Машиностроение, 1997. – 288 с.
5. Бершадский, В. Ф. Безопасность движения автомобиля: учеб. пособие / В. Ф. Бершадский, Н. И. Дудко. – Минск: Ураджай, 2001. – 98 с.
6. Боровский, Б. Е. Безопасность движения автомобильного транспорта / Б. Е. Боровский. – Ленинград: Лениздат, 1984. – 304 с.: ил.
7. Гришкевич, А. И. Автомобили: Теория: учебник для вузов / А. И. Гришкевич. – Минск: Выш. шк., 1986. – 208 с.: ил.
8. Дудко, Н. И. Безопасность движения тракторов и автомобилей: учеб. пособие / Н. И. Дудко, В. Ф. Бершадский, В. И. Дудко. – Минск: Дизайн ПРО, 2003. – 256 с.: ил.
9. Комментарий к Правилам дорожного движения: согласовано с Управлением ГАИ МВД Респ. Беларусь / авт. коммент.: В. В. Бируля [и др.]. – Минск: Тонпик, 2009. – 560 с.: ил.
10. Коноплянко, В. И. Организация и безопасность дорожного движения: учебник для вузов / В. И. Коноплянко. – Москва: Транспорт, 1991. – 183 с.
11. Котик, М. А. Психология и безопасность / М. А. Котик. – Таллинн: Валгус, 1981. – 252 с.
12. Литвинов, А. С. Автомобиль: Теория эксплуатационных свойств: учебник для вузов / А. С. Литвинов, Я. Е. Фаробин. – Москва: Машиностроение, 1989. – 240 с.: ил.
13. Литвинов, А. С. Управляемость и устойчивость автомобиля / А. С. Литвинов. – Москва: Машиностроение, 1987. – 176 с.
14. Мельников, А. А. Управление техническими объектами автомобилей и тракторов. Системы электроники и автоматики: учеб. пособие / А. А. Мельников. – Москва: Изд. центр «Академия», 2003. – 376 с.
15. О дорожном движении: Закон Респ. Беларусь, 5 янв. 2008 г., № 313-З // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2008. – № 14. – 2/1410.
16. Основы теории безаварийной эффективности автомобиля: монография / А. А. Лопарев [и др.]. – Киров: Вятская ГСХА, 2011. – 103 с.: ил.
17. Петровский, А. В. Психология: учебник / А. В. Петровский, М. Г. Ярошевский. – 2-е изд., стер. – Москва: Изд. центр «Академия», 2000. – 512 с.
18. Системный анализ проблем обеспечения безопасности дорожного движения / В. В. Амборцумян [и др.]. – Санкт-Петербург: Изд-во СПГАУ, 1999. – 352 с.
19. Тарасик, В. П. Теория автомобилей и двигателей: учеб. пособие / В. П. Тарасик, М. П. Бренч. – Минск: Новое знание, 2004. – 400 с.: ил.
20. Туревский, И. С. Теория автомобиля: учеб. пособие / И. С. Туревский. – Москва: Высш. шк., 2005. – 240 с.: ил.
21. Этика: учеб. пособие / Т. В. Мишаткина [и др.]; под ред. Т. В. Мишаткиной, Я. С. Яскевича. – Минск: Новое знание, 2002. – 509 с. – (Серия «Социально-гуманитарное образование»).
22. Яблонский, А. А. Курс теоретической механики: учебник: в 2 ч. / А. А. Яблонский, В. М. Никифорова. – Изд. 3-е, испр. – Москва: Высш. шк., 1966. – Ч. 1: Статика. Кинематика. – 440 с.
23. Яблонский, А. А. Курс теоретической механики: учебник: в 2 ч. / А. А. Яблонский. – Изд. 3-е, испр. и доп. – Москва: Высш. шк., 1966. – Ч. 2: Динамика. – 411 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА АВТОМОБИЛЯ.....	5
1.1. Общие положения.....	5
1.2. Активная безопасность транспортных средств.....	7
1.2.1. Габаритные и весовые параметры транспортных средств.....	8
1.3. Силы, действующие на транспортное средство.....	13
1.3.1. Сила тяжести и центр тяжести.....	14
1.4. Тормозная динамика транспортного средства.....	31
1.5. Устойчивость транспортного средства.....	42
1.6. Управляемость транспортного средства.....	55
1.7. Стабилизация управляемых колес.....	60
1.8. Проходимость транспортного средства.....	66
1.9. Маневренность транспортного средства.....	69
1.10. Плавность хода транспортного средства.....	70
1.11. Информативность транспортного средства.....	71
1.12. Пассивная и послеаварийная безопасность транспортных средств.....	75
2. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОРГАНОВ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА.....	78
2.1. Рулевое управление и подвеска. Установка управляемых колес.....	78
2.2. Роль тормозов в управлении транспортным средством.....	87
2.3. Шины транспортных средств.....	98
2.3.1. Функциональные характеристики шин.....	103
2.4. Влияние бокового наклона кузова на устойчивость транспортного средства.....	115
3. ТЕХНИКА УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫМ СРЕДСТВОМ.....	119
3.1. Методические основы по использованию органов управления автомобилем.....	119
3.2. Основные органы управления автомобилем и их размещение.....	120
3.3. Физико-химические характеристики рабочего места водителя.....	126
3.4. Положение водителя за рулем транспортного средства.....	128
3.5. Органы управления и их применение.....	136
3.6. Начало движения.....	149
3.7. Техника управления механическим транспортным средством.....	152
3.8. Особенности управления автомобилями, имеющими автоматические трансмиссии.....	153
4. УПРАВЛЕНИЕ АВТОМОБИЛЕМ В ОСОБЫХ УСЛОВИЯХ.....	166
4.1. Движение через населенные пункты.....	166
4.2. Движение по трехполосным дорогам.....	166
4.3. Движение на участках, где проводятся дорожные работы.....	167
4.4. Особенности проезда мостов, эстакад, тоннелей и транспортных развязок.....	170
4.5. Движение на узкой проезжей части, на подъемах и спусках.....	172
4.6. Обзорность на дорогах.....	175
4.7. Управление автомобилем на грунтовых дорогах.....	177
4.8. Движение по бездорожью.....	179
4.9. Движение на дорогах с переменным профилем.....	186
4.10. Опасные повороты.....	191
4.11. Вождение транспортных средств зимой.....	202
4.12. Особенности движения по скользкой дороге.....	209
5. УПРАВЛЕНИЕ АВТОМОБИЛЕМ В ТЕМНОЕ ВРЕМЯ СУТОК И В УСЛОВИЯХ НЕДОСТАТОЧНОЙ ВИДИМОСТИ.....	213
5.1. Общие положения.....	213
5.2. Движение в темное время суток.....	216
5.3. Управление транспортным средством во время тумана.....	226
5.4. Движение транспортных средств в условиях дождя и снегопада.....	227
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	231