



Безопасность транспортных средств

СКИФ



Кафедра «Эксплуатация транспортных
систем и логистика»

Лекционный курс

Автор

Павленко А. Н.

Ростов-на-Дону,
2018

Аннотация

Лекционный курс предназначен для студентов очной, заочной форм обучения направления 23.04.03 Эксплуатация и ремонт автотранспортных средств.

Автор

Павленко Александр Николаевич –

к.т.н., доцент

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|---|-----------|
| Лекция 1. ОСНОВЫ БЕЗОПАСНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ И БДД | 4 |
| 1.1. Эксплуатационные свойства и безопасность..... | 4 |
| 1.2. Механизм и причины возникновения ДТП | 9 |
| 1.3. Качественный метод анализа | 12 |
| Лекция 2. АКТИВНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ АВТОМОБИЛЯ | 14 |
| 2.1. Автомобиль – основной элемент транспортного потока | 14 |
| 2.2. Влияние параметров автомобиля на безопасность движения..... | 19 |
| 2.3. Скорость и аварийность. Тормозные свойства транспортных средств | 20 |
| 2.4. Управляемость и устойчивость автомобиля | 28 |
| Лекция 3. ПАССИВНАЯ, ПОСЛЕАВАРИЙНАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТИ АВТОМОБИЛЯ | 36 |
| 3.1.1. Пассивная безопасность автомобиля и послеаварийная и экологическая безопасность | 36 |
| 3.1.2. Послеаварийная безопасность | 41 |

Лекция 1. ОСНОВЫ БЕЗОПАСНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ И БДД

1.1. Эксплуатационные свойства и безопасность

Конструкций ТС и их место в решении проблем обеспечения БДД Безопасность транспортного средства включает в себя комплекс конструктивных и эксплуатационных свойств, снижающих вероятность возникновения дорожно-транспортных происшествий, тяжесть их последствий и отрицательное влияние на окружающую среду. Различают активную, пассивную, послеаварийную и экологическую безопасность транспортного средства (рис. 1.1).

Нормативные документы и законодательные акты в отношении различных элементов безопасности транспортных средств разрабатываются практически всеми странами, выпускающими автомобили. Учитывая международный характер требований безопасности, ряд стран (Германия, Франция, Италия, Англия и др.) в рамках Комитета по внутреннему транспорту Европейской Экономической Комиссии Организации Объединенных Наций (ЕЭК ООН) подписали в 1958 г.

«Соглашение о принятии единообразных условий официального утверждения и о взаимном признании официального утверждения предметов, оборудования и частей моторных перевозочных средств». В соответствии с этим документом страны-участницы обязаны:

- разрабатывать и принимать единые рекомендации по требованиям к параметрам транспортных средств и отдельным его узлам, а также методикам испытаний;
- проводить испытания и проверки соответствия узлов или параметров автомобиля нормативным требованиям по разработанным методикам испытаний;
- присваивать знак официального утверждения транспортного средства по результатам испытаний;
- признавать на территории всех стран – участниц Соглашения международный знак официального утверждения, присвоенный страной, проводившей испытание. Знак официального утверждения наносится на отдельные изделия, узлы автомобиля (фары, фонари и др.). Знак содержит сведения о том, в какой стране проводилось испытание данного узла, номер официального документа, в котором зарегистрированы результаты испытаний, номер Правил ЕЭК ООН, требованиям которых удовлетворяет данный узел. В Правилах ЕЭК ООН перечислены требования к автомобильным осветительным приборам, светосигнальным приборам, к шуму транспортных средств, к тормозным системам и т.д.

Безопасность транспортных средств



Рис. 1.1. Структура безопасности автомобилей

Под активной безопасностью транспортного средства понимаются его свойства, снижающие вероятность возникновения дорожно-транспортного происшествия. Активная безопасность обеспечивается несколькими эксплуатационными свойствами, позволяющими водителю уверенно управлять автомобилем, разгоняться и тормозить с необходимой интенсивностью, совершать маневры, которые требует дорожная обстановка, без значительных затрат физических сил. Основные из этих свойств: тяговые, тормозные, устойчивость, управляемость, проходимость, информативность, обитаемость. Совокупность тяговых и тормозных свойств называют динамическими свойствами, или динамичностью. Перечисленные свойства подробно рассмотрены в следующих разделах. Под пассивной безопасностью транспортного средства понимаются его свойства, снижающие тяжесть последствий дорожно-транспортного происшествия. Различают внешнюю и внутреннюю пассивную безопасность автомобиля. Основным требованием внешней пассивной безопасности является обеспечение такого конструктивного выполнения наружных поверхностей и элементов автомобиля, при котором вероятность повреждений человека этими элементами в случае дорожно-транспортного происшествия была бы минимальной. Как известно, значительное количество происшествий связано со столкновениями и наездами на неподвижное препятствие. В связи с этим одним из требований к внешней пассивной безопасности автомобилей является предохранение водителей и пассажиров от ранений, а также самого автомобиля от повреждений с помощью внешних элементов конструкции. Примером элемента пассивной безопасности может быть травмобезопасный бампер, назначение которого – смягчать удары автомобиля о препятствия при малых скоростях движения (например при маневрировании в зоне стоянки). Конструкция бампера должна обеспечивать необходимое соотношение жесткости и прочности, чтобы при столкновении на небольших скоростях бампер смягчал удар и защищал от повреждения кузов автомобиля и пассажиров, а при столкновении на значительных скоростях бампер и передняя часть автомобиля деформировались бы совместно, поглощая значительную часть энергии удара и защищая водителя и

Безопасность транспортных средств

пассажиров от серьезных травм. Известны конструкции бамперов, которые соединены с кузовом посредством упругих резиносодержащих элементов или телескопических амортизаторов. Как известно, пределом выносливости перегрузок для человека является 50–60 g (g – ускорение свободного падения). Пределом выносливости для незащищенного тела является величина энергии, воспринимаемая непосредственно телом, соответствующая скорости движения около 15 км/ч. При скорости 50 км/ч энергия превышает допустимую примерно в 10 раз. Следовательно, задача состоит в снижении ускорения тела человека при столкновении за счет продольных деформаций передней части кузова автомобиля, при которых поглощалось бы как можно больше энергии. Перегрузки, возникающие при столкновении автомобиля с препятствием, могут быть определены по формуле

$$J = \frac{V_a^2}{2\Delta S},$$

где V_a – скорость движения перед столкновением;
 ΔS – величина деформации.

Следовательно, чем больше деформация автомобиля и чем дольше она происходит, тем меньшие перегрузки испытывает водитель при столкновении с препятствием (рис. 1.2).

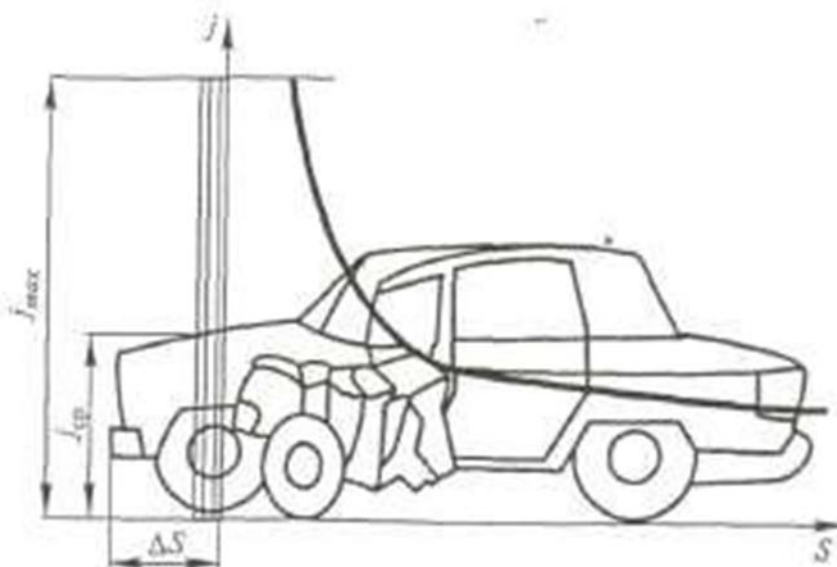


Рис. 1.2. Деформация и замедление автомобиля при столкновении

К внешней пассивной безопасности имеют отношение декоративные элементы кузова, дверные ручки, зеркала и другие детали, закрепленные на кузове автомобиля. На современных автомобилях все шире применяются утопленные ручки дверей, не наносящие травм пешеходам в случае дорожно- транспортного происшествия. Бамперы некоторых автомобилей имеют пластмассовые боковые части, что также способствует снижению тяжести травм пешеходов и повреждений других транспортных средств при дорожно-транспортном происшествии.

К внутренней пассивной безопасности автомобиля предъявляются два основных требования:

- создание условий, при которых человек мог бы безопасно выдержать значительные перегрузки;

Безопасность транспортных средств

– исключение травмоопасных элементов внутри кузова (кабины). Водитель и пассажиры при столкновении после мгновенной остановки автомобиля еще продолжают двигаться, сохраняя скорость движения, которую автомобиль имел перед столкновением. Именно в это время происходит большая часть травм в результате удара головой о ветровое стекло, грудью о рулевое колесо и рулевую колонку, коленями о нижнюю кромку щитка приборов.

Анализ дорожно-транспортных происшествий показывает, что подавляющее большинство погибших находилось на переднем сиденье, поэтому при разработке мероприятий по пассивной безопасности в первую очередь уделяется внимание обеспечению безопасности водителя и пассажира, находящегося на переднем сиденье. Конструкция и жесткость кузова автомобиля выполняются такими, чтобы при столкновениях деформировались передняя и задняя части кузова, а деформация салона (кабины) была по возможности минимальной для сохранения зоны жизнеобеспечения, т.е. минимально необходимого пространства, в пределах которого исключено сдавливание тела человека, находящегося внутри кузова (рис. 1.3).



Рис. 1.3. Зона жизнеобеспечения автомобиля

Кроме того, должны быть предусмотрены следующие меры, снижающие тяжесть последствий при столкновении:

- необходимость перемещения руля и рулевой колонки и поглощения ими энергии удара, а также равномерного распределения удара по поверхности груди водителя;
- исключение возможности выброса или выпадения пассажиров и водителя (надежность дверных замков);
- наличие индивидуальных защитных и удерживающих средств для всех пассажиров и водителя (ремни безопасности, подголовники, пневмоподушки);
- отсутствие травмоопасных элементов перед пассажирами и водителем; оборудование кузова травмобезопасными стеклами. Эффективность применения ремней безопасности в сочетании с другими мероприятиями подтверждена статистическими данными. Так, использование ремней уменьшает количество травм на 60–75% и снижает их тяжесть.

Одним из эффективных способов решения проблемы ограничения перемещения водителя и пассажиров при столкновении является применение пневматических подушек, которые при столкновении автомобиля

Безопасность транспортных средств

с препятствием наполняются сжатым газом за 0,03–0,04с, принимают на себя удар водителя и пассажиров и тем самым снижают тяжесть травмы. Подушки встроены в центральную часть рулевого колеса, в приборный щиток и в заднюю часть спинок переднего сиденья. В нерабочем состоянии подушки незаметны. В момент удара специальный датчик дает сигнал устройству, которое наполняет подушки сжатым газом.

После падения пассажира (водителя) на подушку происходит выпуск газа из нее через специальное калиброванное отверстие. Это необходимо для исключения отбрасывания пассажира (водителя) назад и нанесения травм от сиденья или повреждения позвоночника при запрокидывании головы.

Несмотря на высокую эффективность, до недавнего времени подушки не находили широкого применения в связи с тем, что наполнение их газом сопровождается мощным звуковым ударом, который при закрытых окнах автомобиля может привести к полной потере слуха у людей, находящихся в автомобиле. В настоящее время эта проблема практически решена, и они получают все большее распространение наряду с традиционными эффективными средствами защиты – ремнями безопасности.

Существует ошибочное мнение, что если перед столкновением упереться руками и ногами, то можно значительно снизить тяжесть травм, не прибегая к ремням безопасности. Простейший расчет показывает, что это не так. При наезде автомобиля на препятствие со скоростью 30 км/ч водитель испытывает перегрузки, эквивалентные падению с высоты 3,5 м. При скорости 60 км/ч перегрузки эквивалентны падению с высоты 14 м. Исход в данном случае, безусловно, зависит от того, на какую часть тела придется энергия удара. Сила, действующая на человека при столкновении, измеряется тоннами, а при высоких скоростях – десятками тонн. Противодействовать таким силам мышцами рук и ног – бесполезное занятие, поэтому правила дорожного движения обязывают водителя не начинать движение, не пристегнув ремни безопасности.

Под послеаварийной безопасностью транспортного средства понимаются его свойства, снижающие тяжесть последствий ДТП (своевременная эвакуация людей, травмобезопасность при эвакуации и после нее). Основными мерами послеаварийной безопасности являются противопожарные мероприятия, мероприятия по эвакуации людей, аварийная сигнализация. Наиболее тяжелым последствием дорожно-транспортного происшествия является возгорание автомобиля. Чаще всего возгорание происходит при тяжелых происшествиях, таких как столкновение автомобилей, наезды на неподвижные препятствия, а также опрокидывание. Несмотря на небольшую вероятность возгорания (0,03–1,2% от общего количества происшествий), их последствия тяжелейшие. Они вызывают почти полное разрушение автомобиля и при невозможности эвакуации – гибель людей. В таких происшествиях топливо выливается из поврежденного бака или из заливной горловины. Возгорание происходит от горячих деталей системы выпуска отработавших газов, от искры при неисправной системе зажигания или возникшей от трения деталей кузова о дорогу или о кузов другого автомобиля. Могут быть и другие причины возгорания. В настоящее время отсутствует единое мнение по оптимальному месту расположения топливного бака. При конструировании автомобиля руководствуются следующими соображениями:

Безопасность транспортных средств

- бак располагают дальше от двигателя;
- стараются устанавливать бак сзади, так как чаще происходят встречные столкновения;
- устанавливают систему автоматического отключения источника электроэнергии при ДТП;
- обеспечивают пожаробезопасность топливных баков, заливных горловин и топливопроводов;
- обеспечивают дверные замки системой блокировки, предотвращающей открывание дверей при движении и не препятствующей быстрой эвакуации людей после происшествия;
- предусматривают устройства для аварийной эвакуации людей при невозможности открыть двери (люки в крышах, съемные стекла и т.п.);
- обеспечивают салон и кабину необходимым количеством огнетушителей на легкосъёмных кронштейнах.

Под экологической безопасностью транспортного средства понимается его свойство снижать степень отрицательного влияния на окружающую среду. Экологическая безопасность охватывает все стороны использования автомобиля. В третьем разделе рассматриваются основные аспекты экологии, связанные с эксплуатацией автомобиля.

1.2. Механизм и причины возникновения ДТП

Детальный анализ всех видов дорожно-транспортных происшествий невозможен без выявления причин и сопутствующих факторов. Все многообразие происшествий, которые случаются и могут случиться на дорогах, можно описать схемой (рис. 1.4). К данной схеме необходимо сделать следующие комментарии.

Безопасная дорожно-транспортная ситуация – это такое положение и скорость транспортных средств на дороге, при которых не возникает угрозы ни одному из участников движения. Опасная дорожно-транспортная ситуация – это такое положение и скорость транспортных средств на дороге, при которых в результате неправильных действий одного из участников движения возникла реальная угроза ДТП, но при этом существует возможность его предотвращения. Аварийная ситуация – это опасная ситуация, при которой избежать происшествия невозможно.

Сопутствующие факторы – обстоятельства, влияющие на развитие дорожно-транспортной ситуации, которые либо облегчают (+), либо отягчают (-) последствия дорожно-транспортного происшествия.

Безопасность транспортных средств



Рис. 1.4. Схема зарождения и развития ДТП

Рассмотрим в качестве примера механизм возникновения одного дорожно-транспортного происшествия. Во время обгона с выездом на полосу встречного движения водитель совершил столкновение со встречным транспортным средством. Безопасная ситуация перешла в опасную в тот момент, когда водитель, неправильно оценив расстояние до встречного транспортного средства, приступил к обгону (неправильные действия), вместо того чтобы отказаться от обгона (правильные действия) и сохранить безопасную ситуацию. Сопутствующим фактором в данном случае было движение встречного транспортного средства с превышением скорости. Водитель не ожидал, что оно быстро приблизится, и принял неправильное решение приступить к обгону. Так возникла опасная ситуация. В какой-то момент времени водитель осознал возможность столкновения со встречным транспортным средством, но вместо того, чтобы снизить скорость и занять свою полосу движения (правильные действия), водитель увеличил скорость (неправильные действия), чтобы успеть завершить обгон, тем самым вновь создав безопасную ситуацию. А следовавший за ним водитель приблизился к обгоняемому автомобилю и ограничил возможность безопасного возвращения на свою полосу движения (сопутствующий фактор). Так возникла аварийная ситуация.

Из создавшейся аварийной ситуации существует несколько выходов с относительно легкими последствиями. Например, водитель мог дать сигнал фарами встречному водителю и приступить к экстренному торможению, чтобы снизить до минимума скорость к моменту столкновения, или предпринять попытку оттеснить следовавшего за ним водителя и хотя бы частично занять свою полосу движения, или выйти влево за пределы дороги и избежать столкновения, получив при этом явно меньший ущерб.

Возможны и другие рациональные решения (правильные действия). Однако водитель, не успевая завершить обгон, принял неверное решение: прижаться как можно ближе к обгоняемому транспортному средству и таким образом разъехаться со встречным (неправильные действия). Но принятых мер оказалось недостаточно. Встречный водитель не снижал скорости, так как полагал, что обгоняющий либо закончит обгон, либо вернется на свою полосу. Произошло встречное столкновение двух транспортных средств на высокой скорости с тяжелыми последствиями. Сопутствующим фактором в данном случае было и то, что обгоняемое транспортное средство двигалось не по краю проезжей части, а несколько сместившись к середине,

Безопасность транспортных средств

так как его водитель не видел обгоняющего. Следует заметить, что действия водителя, которые в данном происшествии были неправильными, в другом случае могли оказаться правильными. Например, могло оказаться так, что водитель, увеличив при обгоне скорость движения, успел его завершить и опасная ситуация перешла в безопасную. Могло также оказаться, что при попытке снизить скорость и занять свою полосу движения водитель не справился с управлением (сопутствующий фактор – скользкая дорога), автомобиль занесло и произошло столкновение сразу нескольких транспортных средств. Следовательно, нельзя считать, что увеличение скорости или, наоборот, торможение, или какие-то другие действия во всех случаях являются правильными или неправильными.

Каждая дорожно-транспортная ситуация индивидуальна, и если она перешла в опасную или аварийную, то выход из нее в каждом случае также индивидуален. Подобно факторам, сопутствующим дорожно-транспортному происшествию, могут существовать факторы, сопутствующие безопасной дорожно-транспортной ситуации. Так, в приведенном примере, когда водитель принял решение приступить к обгону, сопутствующим фактором мог быть совет сидящего рядом пассажира отказаться от обгона. Когда при появлении угрозы столкновения водитель принял решение сойти с дороги влево, сопутствующим фактором могло быть отсутствие ограждений и препятствий на полосе отвода. В этом случае происшествие могло закончиться деформацией некоторых деталей подвески. Только ясное представление механизма дорожно-транспортного происшествия, выявление его причин и всех сопутствующих факторов позволят сделать правильное заключение о виновности участников происшествия, наметить рациональные пути предупреждения происшествий, воздействуя в первую очередь на их причины и во вторую – на сопутствующие факторы. В большинстве стран общественное мнение и официальная статистика чаще всего усматривают основную причину дорожно-транспортных происшествий в небрежности и ошибках водителей. Наиболее частыми причинами происшествий по вине водителей являются: превышение скорости, несоблюдение дистанции и очередности проезда, невнимательность, а также состояние алкогольного опьянения. Следует заметить, что если превышение скорости или несоблюдение дистанции далеко не всегда заканчиваются происшествием, то в состоянии алкогольного опьянения водитель имеет очень небольшие шансы не стать участником происшествия. При анализе происшествия наиболее просто отнести его причину к человеку, который, как считают иногда, обязан мгновенно реагировать на изменение других элементов дорожно-транспортной ситуации. В отличие от систем автоматического регулирования человек не имеет запрограммированной системы ответов на вопросы, которые ставит изменяющаяся дорожно-транспортная ситуация.

Рассматривая возможные варианты решения возникшей задачи в ограниченный промежуток времени, он может допускать ошибки, количество которых увеличивается при утомлении. По этой причине в Правила дорожного движения был включен основополагающий принцип дорожного движения: каждый участник движения, соблюдающий Правила, имеет основания рассчитывать на то, что и другие лица выполняют их требования. Если водитель совершил наезд на пешехода, который неожиданно вышел на дорогу из-за стоящего транспортного средства, то виновным в данном происшествии является не водитель, который в принципе не мог избежать наезда, а пешеход, который вышел на проезжую часть, не убедившись в безопасности.

Безопасность транспортных средств

Анализ конкретных дорожно-транспортных происшествий показывает, что их причины весьма разнообразны. На каждые 100 происшествий приходится около 250 причин и сопутствующих факторов.

1.3. Качественный метод анализа

Качественный метод анализа направлен на установление причин ДТП. Как правило, каждое ДТП обусловлено воздействием нескольких причин. Выявляя основную причину ДТП, не следует игнорировать влияние сопутствующих факторов. Например, основной причине ДТП – «несоблюдение дистанции» могут также сопутствовать следующие побочные факторы: недостаточные навыки управления транспортным средством, пониженные зрительные способности, неудовлетворительное техническое состояние транспортного средства. В связи с этим для объективного выявления причин ДТП необходимо производить анализ с учетом взаимодействия компонентов системы «водитель – автомобиль – дорога – среда» (ВАДС). К настоящему времени использование положений системного подхода является необходимым условием при анализе уровня аварийности. Структурная схема системы ВАДС приведена на рис. 1.5.

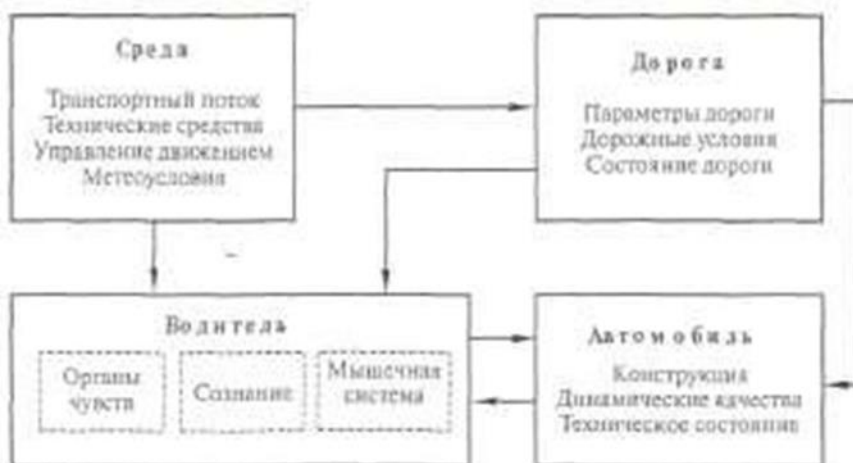


Рис. 1.5. Структурная схема ВАДС

Водитель в этой системе выполняет основные функции по обеспечению безопасности движения: прием и оценка информации, выработка плана действия, исполнение принятого решения. Основными причинами ДТП на стадии приема и оценки информации являются: увеличение времени реакции водителя, пониженные зрительные способности, невнимательность, вызывающая неадекватное восприятие дорожной обстановки. При выработке плана действий, обеспечивающего безопасное движение, особое значение имеют опыт водителя, способность прогнозировать развитие ситуации, осознанное выполнение Правил дорожного движения. В процессе исполнения принятого решения причинами ДТП могут быть недостаточная практика вождения, отсутствие умения корректировать управляющие воздействия. Автомобиль выполняет функции объекта управления. Возможные причины ДТП связаны с неудовлетворительным техническим состоянием узлов и агрегатов, влияющих на безопасность движения, конструктивными недостатками.

Безопасность транспортных средств

Неудовлетворительное состояние дороги, отклонения от проектных значений параметров дороги, низкий коэффициент сцепления, недостаточное информационное обеспечение об условиях движения являются причинами ДТП по дорожному фактору. Существуют различные данные о распределении причин ДТП по звеньям системы ВАДС, однако во всех вариантах наибольшая доля причин аварийности связывается с ошибочными действиями водителя. Удельный вес влияния различных компонентов системы и их взаимодействий на возникновение дорожно-транспортных происшествий, полученный по результатам системных исследований причин аварийности в США, приведен в табл. 1.2.

Таблица 1.2

Влияние различных факторов на возникновение ДТП

| Фактор | Удельный вес, % |
|--------------------------------|-----------------|
| Водитель | 51,9 |
| Автомобиль | 2,3 |
| Дорога | 4,2 |
| Водитель – автомобиль | 6,4 |
| Водитель – дорога | 30,1 |
| Дорога – автомобиль | 0,4 |
| Водитель – автомобиль – дорога | 4,7 |

На практике анализ ДТП не выполняется в таком комплексном виде с установлением межсистемных взаимодействий, поэтому причины ДТП в официальной статистике формулируются иным образом. Перечень основных причин аварийности включает: управление транспортом в нетрезвом состоянии, превышение скорости, нарушение правил маневрирования, нарушение правил проезда пешеходных переходов, нарушение правил обгона, выезд на полосу встречного движения, нарушение правил проезда перекрестков, очередности, ДТП по дорожным условиям, неподчинение сигналам регулирования, требованиям дорожных знаков и разметки, нарушение правил перевозки людей, нарушение правил остановки и стоянки, несоблюдение дистанции, управление транспортными средствами с техническими неисправностями и др.

При качественном анализе необходимо также устанавливать распределение ДТП по вине участников движения. Распределение показателей аварийности по вине участников движения (Россия) в 2000 г. имеет следующий вид (табл. 1.3).

Таблица 1.3

Виновность участников движения

| Виновник | Число ДТП | Погибло, чел. | Ранено, чел. |
|------------------------------|-----------|---------------|--------------|
| Пешеход | 43 120 | 5 873 | 38 512 |
| в т.ч. в нетрезвом состоянии | 10 144 | – | – |
| Водитель | 120 697 | 24 082 | 142 748 |
| в т.ч. в нетрезвом состоянии | 27 841 | 5 646 | 34 918 |
| Неустановленный | 13 880 | 2 230 | 12 418 |

Безопасность транспортных средств

Одной из наиболее характерных особенностей проявления аварийности является концентрация ДТП на определенных участках улично-дорожной сети. По результатам анализа распределения ДТП на улично-дорожной сети во многих странах 40–45% ДТП сконцентрировано на участках дорог, составляющих не более 10% протяженности всей сети (рис. 1.6). Так, например, в г. Кемерово в течение многих лет на 10–12 основных магистральных улицах, протяженность которых составляет около 3% от общей дорожной сети города, совершается 40–45% от общего числа ДТП в городе.

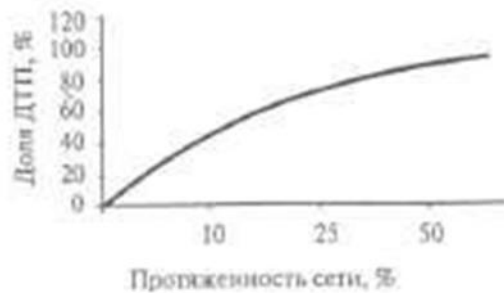


Рис. 1.6. Характер распределения ДТП на улично-дорожной сети

Лекция 2. АКТИВНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ АВТОМОБИЛЯ

2.1. Автомобиль – основной элемент транспортного потока

2.1.1. Активная безопасность комплекса ВАДС

Активная безопасность комплекса человек – автомобиль – дорога – среда движения в настоящее время занимает приоритетное место в решении проблем повышения безопасности дорожного движения. Зарубежные и отечественные исследования по увеличению эффективности системы обеспечения АБ находятся в настоящее время на подъеме, а активно разрабатываемый в странах с развитой автомобильной промышленностью комплексный подход к этой проблеме позволит найти новые направления ее решения. Система обеспечения активной безопасности комплекса ВАДС включает в себя активную безопасность человека – участника движения, транспортных средств, дорожных условий и среды движения. Рассмотрим влияние активной безопасности автомобиля на процесс возникновения ДТП. Как правило, ДТП происходит в результате возникновения конфликтной ситуации из-за неожиданного появления внешних и внутренних возмущающих воздействий и невозможности предотвратить переход конфликтной ситуации в аварийную вследствие неправильной оценки человеком – участником движения уровня риска в конфликтной ситуации и его неправильных действий для предотвращения ДТП. Полная автоматизация процесса управления автомобилем позволила бы предотвратить возникновение конфликтных ситуаций, но в настоящее время и в ближайшем будущем практически невероятно полностью исключить человека из процесса управления. Поэтому основной проблемой по предотвращению возникновения ДТП является решение второй задачи, а именно

Безопасность транспортных средств

снижение вероятности неправильной оценки человеком – участником движения уровня риска в конфликтной ситуации и его неправильных действий при ДТП. Причинами неправильной оценки риска в конфликтной ситуации могут быть: отсутствие или недостаток информации, недостаточно полное использование человеком (водителем, пешеходом) информации или неправильное ее использование. Улучшение информационного обеспечения водителя автомобиля уменьшает вероятность неправильной оценки риска в конфликтной ситуации и является важнейшим мероприятием по повышению активной безопасности автомобиля. Неправильные действия водителя в условиях конфликтной ситуации могут быть связаны либо со слишком слабым управляющим воздействием (например недостаточный поворот рулевого колеса, недостаточный уровень торможения, небольшое ускорение и др.), либо со слишком сильным управляющим воздействием (например превышение необходимого поворота рулевого колеса, силы торможения, ускорения) или вообще отсутствие какого-либо управляющего воздействия. Поэтому следует разрабатывать и применять системы для управления автомобилем, позволяющие либо нейтрализовать избыточное управляющее воздействие, либо осуществить коррекцию недостаточного управляющего воздействия водителя, т.е. так называемые интеллектуальные транспортные системы (ИТС). В истории развития таких систем антиблокировочная система тормозов (АБС) была первой. Она ограничивала тормозное усилие, задаваемое управляющим воздействием водителя таким образом, чтобы обеспечить максимальную силу сцепления, при которой торможение наиболее эффективно. Аналогично система автоматического контроля буксования ограничивает чрезмерный входной сигнал от водителя в момент нажатия на педаль газа. В системе активной кинематики задней подвески предусмотрен режим управления задними колесами таким образом, чтобы обеспечить боковую устойчивость при движении автомобиля даже при экстремальных входных управляющих воздействиях. Этого можно достичь перераспределением боковых усилий, воздействующих на переднюю и заднюю оси. И, наконец, система контроля динамической устойчивости служит основой для контроля параметров всех эксплуатационных режимов и почти всех видов предельных маневров.

Важно отметить, что функционирование данных систем не вступает в прямой конфликт с управленческой ролью человека как субъекта управления, так как они фактически приводят к оптимальным параметрам управляющего воздействия, а именно это является целью водителя для обеспечения безопасности движения, т.е. для предотвращения ДТП. Таким образом, свойства автомобиля, определяющие его активную безопасность, должны обеспечить максимальные возможности для водителя в его стремлении к безопасному вождению в существующих дорожных условиях.

Активную безопасность ТС определяют следующие свойства:

- тягово-скоростные характеристики;
- тормозные свойства;
- управляемость и устойчивость;
- информационное обеспечение.

Безопасность транспортных средств

Кроме того, по ряду свойств транспортных средств учитываются требования по обеспечению активной безопасности, а именно:

– эргономичность (эргономическая биомеханика), т.е. создание условий для водителя, обеспечивающих эффективность его действий и снижение утомляемости;

– надежность транспортных средств, их комплектующих и элементов оборудования, влияющих на вероятность возникновения ДТП (речь идет о комплектующих и элементах оборудования рулевого управления, например комплектующие рулевого механизма, тормозных систем – тормозные накладки и т.п.).

2.1.2. Основные виды ДТП, их учет и анализ

Дорожно-транспортным является происшествие, возникшее с участием хотя бы одного находящегося в дорожном движении механического транспортного средства, повлекшее за собой гибель или ранение людей, повреждение транспортных средств, сооружений, грузов или иной материальный ущерб. Несмотря на то, что обстоятельства, при которых возникают ДТП, весьма разнообразны, их анализ позволяет выявить некоторые сходные черты. Это дало возможность разработать классификацию происшествий, что имеет важное значение для всестороннего изучения причин их возникновения и разработки мероприятий по их предупреждению. Кроме того, классификация ДТП приводит к единообразию учета и возможности проведения анализа на его основе.

Различают следующие виды дорожно-транспортных происшествий:

– столкновение – движущиеся механические транспортные средства столкнулись между собой или с подвижным составом железных дорог;

– опрокидывание – механическое транспортное средство потеряло устойчивость и опрокинулось. К этому виду происшествий не относятся опрокидывания вызванные столкновением механических транспортных средств или наездом на неподвижные предметы;

– наезд на препятствие – механическое транспортное средство наехало или ударилось о неподвижный предмет (опора моста, столб, дерево, ограждение и т.п.);

– наезд на пешехода – механическое транспортное средство наехало на человека или он сам натолкнулся на движущееся механическое транспортное средство, получив травму;

– наезд на велосипедиста – механическое транспортное средство наехало на человека, передвигающегося на велосипеде (без подвесного двигателя), или он сам натолкнулся на движущееся механическое транспортное средство, получив травму;

– наезд на стоящее транспортное средство – механическое транспортное средство наехало или ударилось о стоящее механическое транспортное средство;

– наезд на гужевой транспорт – механическое транспортное средство наехало на упряжных, вьючных, верховых животных либо на повозки, транспортируемые этими животными;

– наезд на животных – механическое транспортное средство наехало на диких или домашних животных (исключая упряжных, вьючных, верховых);

Безопасность транспортных средств

– прочие происшествия – происшествия, не относящиеся к перечисленным выше видам. К ним относятся сходы трамваев с рельсов (не вызвавшие столкновения или опрокидывания), падение перевозимого груза на людей и др.

Внутри каждого из названных видов дорожно-транспортных происшествий могут быть выделены несколько групп. Например, столкновения могут быть встречными и попутными. В свою очередь попутное столкновение может быть столкновением двух транспортных средств или цепным столкновением, в котором принимает участие более двух (иногда несколько десятков) транспортных средств. Несмотря на то, что цепные столкновения происходят при меньших относительных скоростях, чем встречные, ущерб от них достигает большей величины за счет участия нескольких транспортных средств. Вот как развиваются события, когда водитель на скорости 80 км/ч совершает наезд на какое-либо неподвижное препятствие. Через 0,026 с после удара на водителя и пассажиров действует сила, в 30 раз превышающая силу тяжести автомобиля. Далее события развиваются следующим образом:

– 0,039 с – водитель вместе с сиденьем стремительно движется вперед на 15 см;

– 0,044 с – он грудной клеткой ломает руль;

– 0,050 с – скорость падает настолько, что на автомобиль и на всех пассажиров начинает действовать сила, в 80 раз превышающая их собственный вес;

– 0,068 с – водитель с силой в 9 т ударяется о приборный щиток;

– 0,092 с – водитель и сидящий с ним рядом пассажир одновременно врезаются головами в переднее ветровое стекло автомобиля и получают смертельные повреждения черепа;

– 0,10 с – водитель отбрасывается назад, но он уже мертв;

– 0,110 с – автомобиль начинает откатываться назад;

– 0,113 с – сидящий за водителем пассажир, если он также не пристегнут ремнем безопасности, оказывается с ним на одной линии и наносит ему новый удар и одновременно сам получает смертельные повреждения;

– 0,150 с – наступает полная тишина; осколки стекла и обломки железа падают на землю. Место столкновения окутывает облако пыли. Все окончено менее чем за две десятых доли секунды.

Жестокость события, которое в полной мере может быть зафиксировано только методом скоростной съемки, выходит за все рамки. Следует сказать, что при этом выделяется колоссальная энергия: при столкновении на скорости 80 км/ч выделяется энергия, достаточная для того, чтобы подбросить легковой автомобиль, который в среднем имеет массу 1 т, на высоту почти 30 м, т.е. выше семиэтажного дома! Неудивительно, что в подобных условиях брэнное человеческое тело не имеет никаких шансов выжить, если не будут предприняты необходимые меры предосторожности. Анализ ДТП заключается в определении причин и условий их возникновения, выявлении опасных участков дороги. Различают количественный, качественный и топографический методы анализа.

Количественный анализ ДТП дает оценку аварийности по месту (АТП, город, регион, страна, дорога, перекресток) и времени их совершения (день, месяц, год). Различают абсолютные показатели (общее число ДТП, число убитых

Безопасность транспортных средств

или раненых, суммарный ущерб от ДТП, как правило, за год) и относительные (число ДТП, приходящихся на 1 тыс. жителей; на 1 тыс. транспортных средств; на 1 тыс. водителей, на 1 км протяженности дороги; на 1 млн км пробега и пр.). Абсолютные показатели дают общее представление о масштабах аварийности, показывают тенденции изменения уровня аварийности по времени. Однако более объемными являются относительные показатели, позволяющие проводить сравнительный анализ уровня аварийности различных стран, регионов, городов, магистралей, АТП и пр. Из перечисленных показателей наиболее распространенным и объективным является показатель K_a относительной аварийности, определяемый как отношение числа ДТП ($n_{ДТП}$) за рассматриваемый период к суммарному пробегу транспортных средств (L , км) за тот же период:

$$K_a = \frac{\sum n_{ДТП}}{\sum L}$$

В связи с различной степенью тяжести последствий ДТП для сравнительной оценки и анализа различных ДТП применяют коэффициент тяжести ДТП (K_t), определяемый как отношение числа погибших n_p к числу раненых n_r за определенный период времени:

$$K_t = \frac{\sum n_p}{\sum n_r}$$

По данным официальной статистики, показатель тяжести ДТП колеблется в различных странах от 1/5 до 1/40. Следует учитывать, что на K_t оказывает большое влияние полнота охвата ДТП с легкими телесными повреждениями, что, в свою очередь, в значительной степени зависит от правовых положений по страхованию. Тяжесть последствия от ДТП может быть охарактеризована, кроме того, отношением числа погибших n_p или раненых n_r к общему числу ДТП.

$$K_t^* = \frac{\sum n_p}{\sum n_{ДТП}}$$

$$K_t^{**} = \frac{\sum n_r}{\sum n_{ДТП}}$$

$$K_t^{***} = \frac{(\sum n_p + \sum n_r)}{\sum n_{ДТП}}$$

Качественный анализ ДТП служит для установления причинно-следственных факторов и степени их влияния на возникновение ДТП. Этот анализ позволяет выявить причины и факторы возникновения ДТП по каждому из составляющих системы «Дорожное движение». В большинстве стран общественное мнение и официальная статистика органов организации дорожного движения чаще всего усматривают основную причину ДТП в небрежности, ошибках участников движения (водителей, пешеходов). Так, Всемирная организация здравоохранения

Безопасность транспортных средств

считает, что 9 из 10 дорожно-транспортных происшествий происходят по вине человека, остальная часть также зависит от него в какой-то степени.

По материалам мировой статистики распределение причин ДТП примерно следующее:

- из-за неправильных действий водителя 60...70%;
- из-за неудовлетворительного состояния дороги или несоответствия дорожных условий характеру движения 20...30%;
- из-за технических неисправностей автомобиля 10...20%.

2.2. Влияние параметров автомобиля на безопасность движения

2.2.1. Параметры транспортных средств

Автомобильный подвижной состав разделяется на грузовой, пассажирский и специальный. Мотоциклы составляют отдельную группу транспортных средств. К грузовому подвижному составу относятся грузовые автомобили, автомобили-тягачи, прицепы и полуприцепы; к пассажирскому – автобусы, легковые автомобили, пассажирские прицепы и полуприцепы (применяются в аэропортах). К специальному – автомобили, прицепы и полуприцепы, предназначенные для выполнения различных, преимущественно нетранспортных, работ (буровая установка на автомобильном шасси, пожарный автомобиль и др.).

Грузовые автомобили подразделяются на автомобили общего назначения и специализированные. Автомобили общего назначения имеют неопрокидывающийся кузов и используются для перевозки грузов всех видов, за исключением жидких, без тары. Специализированные автомобили приспособлены для перевозки определенных видов грузов (автоцистерны, цементовозы и др.). Пассажирские автомобили в зависимости от конструкции и вместимости подразделяются на легковые автомобили и автобусы. Автомобильный подвижной состав подразделяется на дорожный, предназначенный для дорог общей сети, и внедорожный – для использования вне дорог (карьерные самосвалы, вездеходы).

Все автомобили характеризуются колесной формулой, состоящей из двух чисел, первое из которых – общее число колес, второе – число ведущих колес. Например, автомобиль ВАЗ-2108 имеет колесную формулу 4x2, а ГАЗ-66 – 4x4. Все автомобили характеризуются следующими основными параметрами. Габаритные параметры. К ним относятся длина, ширина, высота транспортного средства, база (расстояние между осями), колея (расстояние между колесами одной оси), дорожный просвет (расстояние между дорогой и нижней точкой транспортного средства), наименьший радиус поворота. Параметры массы.

Полная масса – масса снаряженного транспортного средства с грузом, водителем и пассажирами, установленная предприятием-изготовителем в качестве максимально допустимой. За полную массу состава транспортных средств, т.е. сцепленных транспортных средств, движущихся как одно целое, принимается сумма полных масс транспортных средств, входящих в состав.

Грузоподъемность – наибольшая масса перевозимого груза, указанная в технической характеристике транспортного средства.

Безопасность транспортных средств

Сухая масса – масса не заправленного и неснаряженного транспортного средства.

Собственная масса – масса транспортного средства в снаряженном состоянии без нагрузки. Слагается из сухой массы, массы топлива, масла, охлаждающей жидкости, инструмента, принадлежностей и обязательного оборудования. Коэффициент использования массы – отношение грузоподъемности транспортного средства к его собственной массе. Тяговые свойства характеризуют способность транспортного средства двигаться с высокой скоростью или преодолевать участки дорог с повышенным сопротивлением движению. Зависят от величины силы тяги на ведущих колесах при разных скоростях движения транспортного средства. Показатели тяговых свойств: максимальная скорость движения, время разгона до определенной скорости, время прохождения заданного участка с места, наибольший преодолеваемый уклон и др.

Тормозные свойства. К ним относятся тормозной путь, остановочный путь, замедление.

Устойчивость – свойство транспортного средства противостоять заносу, скольжению и опрокидыванию.

Управляемость – свойство транспортного средства обеспечивать движение в направлении, заданном водителем.

Проходимость – свойство транспортного средства двигаться по неровной труднопроходимой местности, не задевая за неровности нижним контуром кузова.

Топливная экономичность характеризуется количеством топлива, израсходованного на участке пути (обычно л/100 км), и количеством топлива, израсходованного на единицу транспортной работы (обычно г/т-км). Топливная экономичность транспортного средства определяется мощностью, развиваемой двигателем, его техническим состоянием, техническим состоянием трансмиссии, потерями на трение в ней, загрузкой транспортного средства, режимом движения (равномерный или неравномерный), квалификацией водителя, дорожными условиями и некоторыми другими факторами.

2.3. Скорость и аварийность. Тормозные свойства транспортных средств

2.3.1. Скорость и аварийность транспортных средств

Дорожное движение обладает качествами, которые возникают в результате совокупных действий элементов, системы ВАДС.

Качества – это такие свойства, характеристики того или иного явления, без которого это явление не может быть самим собой. Каковы же эти качества?

Процесс дорожного движения возник, существует и развивается в связи с тем, что у человека появились потребность и возможность передвигаться, перевозить пассажиров и грузы при помощи транспортных средств. Характерной чертой развития этого процесса является стремление осуществлять передвижение с возможно более высокой скоростью. Скорость – главная характеристика механического движения. Следовательно, скорость перемещения необходимо признать важнейшим качеством дорожного движения. Чем выше

Безопасность транспортных средств

скорость, тем выше производительность автомобиля, эффективность его использования, выше качество ДД. Максимальная скорость, с которой может двигаться транспортное средство, ее предел, определяется мощностью двигателя, динамическими свойствами автомобиля. Но реальная скорость движения значительно ниже этого предела и ограничивается опасностью совершения ДТП. Если водитель не сумеет (или не пожелает) двигаться с такой скоростью, которая позволяла бы ему располагать достаточным временем для оценки сложившихся обстоятельств, то возникает обстановка, при которой он фактически лишается возможности контролировать движение автомобиля. Итак, водитель руководствуется естественным стремлением двигаться с возможно более высокой скоростью. Этому стремлению противостоят опасность совершения дорожно-транспортного происшествия и необходимость ограничения скорости во избежание создания аварийной обстановки. Присмотримся к различным видам ДТП и определим, каким образом их возникновение связано со скоростью. Почему совершаются наезды или столкновения? – Потому что водитель своевременно не снизил скорость автомобиля до предела, при котором он бы мог безопасно проехать препятствие или остановиться. Почему автомобиль заносит или он опрокидывается? – Потому что возникают центробежные силы (опять же непосредственно связанные с превышением скорости), которые нарушают нормальное сцепление колес с дорогой. Для каждой конкретной ситуации, определяемой дорожными условиями, совершенством транспортного средства, подготовленностью водителя, существует определенный уровень скорости, превышение которого обязательно приводит к дорожно-транспортному происшествию.

ДТП всегда связаны с превышением такого предела скорости, который является безопасным для конкретной сложившейся в данный момент ситуации. Только скорость порождает опасность. Нет скорости, нет движения – не может возникнуть опасность возникновения ДТП. Безопасность дорожного движения в любых условиях может быть обеспечена за счет снижения скорости. Ограничение скорости обязательно приводит к сокращению количества дорожно-транспортных происшествий, но при этом наносит прямой ущерб тому качеству, ради которого, собственно, и существуют транспортные средства, – времени доставки грузов и пассажиров, а следовательно, неэкономическим показателям работы транспорта. Определение оптимальных скоростных режимов является весьма сложной проблемой, которая требует ответственного очень квалифицированного решения.

Если обеспечение абсолютной безопасности ДД в современных условиях является задачей нереальной, то возникает вопрос, какой уровень безопасности следует рассматривать в качестве цели воздействия на процесс дорожного движения?

Количество транспортных средств и численность населения из года в год непрерывно возрастают. Это обстоятельство, естественно, увеличивает вероятность возникновения ДТП. Для общества в целом и для конкретного человека в частности в конечном итоге главным является уменьшение вероятности оказаться в числе пострадавших при ДТП независимо от того, какими темпами развивается автомобилизация.

Безопасность транспортных средств

Во всех странах превышение скорости – одна из причин ДТП. Анализ причин ДТП убедительно свидетельствует о влиянии скорости на показатели аварийности. Показатель аварийности равный 1 соответствует аварийности при скорости движения 60 км/ч (рис. 2.11).

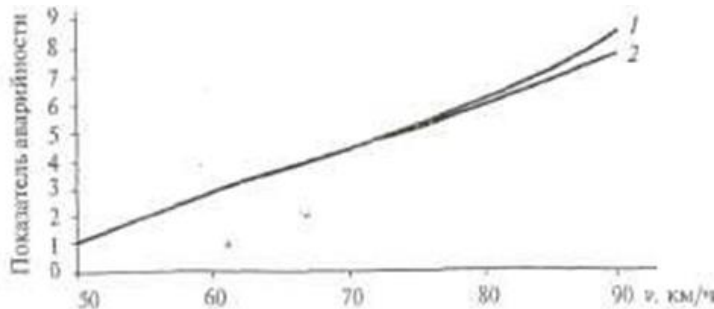


Рис. 2.11. Влияние скорости на показатели аварийности:
1 – относительные потери от ДТП; 2 – относительное число ДТП

Большое значение имеет правильное определение уровня ограничения скорости на опасных участках дороги. Для решения этой задачи необходимо провести определение скорости движения 150–200 автомобилей и провести статистическую обработку результатов наблюдений.

В таблице 2.1 приведены результаты измерения скорости 187 автомобилей на опасном участке дороги. Из таблицы видно, что скорость движения автомобилей изменяется в диапазоне от 35 до 70 км/ч, при средней скорости транспортного потока в 50 км/ч.

Результаты измерений

| № разряда | Интервал скоростей, x_1, x_2 | Число наблюдений в разряде f_s | Частота P_s , % | Суммарная частота, % |
|-----------|--------------------------------|----------------------------------|-------------------|----------------------|
| 1 | 35,1 – 40 | 13 | 6,95 | 6,95 |
| 2 | 40,1 – 45 | 25 | 13,37 | 20,32 |
| 3 | 45,1 – 50 | 53 | 28,34 | 48,66 |
| 4 | 50,1 – 55 | 51 | 27,27 | 75,93 |
| 5 | 55,1 – 60 | 28 | 14,97 | 90,9 |
| 6 | 60,1 – 65 | 14 | 7,49 | 98,39 |
| 7 | 65,1 – 70 | 3 | 1,61 | 100 |

Для принятия решения об уровне ограничения скорости необходимо по данным колонки 5 табл. 2.1 построить кумулятивную кривую. На этом графике можно определить уровень скорости 85% обеспеченности, который рекомендуется принимать при введении ограничения скорости (рис. 2.12). В данном случае на опасном участке дороги рекомендуется установить ограничение скорости 60 км/ч.

Безопасность транспортных средств

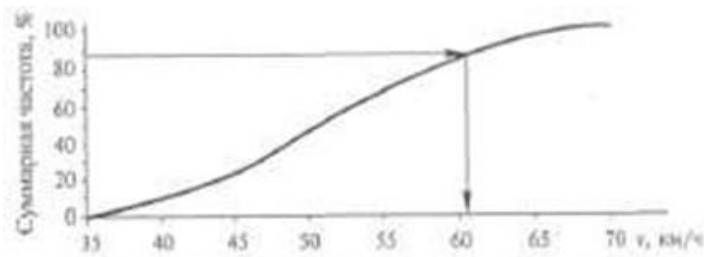


Рис. 2.12. Выбор уровня ограничения скорости

Опасна не только высокая скорость, но и резкие изменения скорости движения на участках дороги. Классическим методом выявления опасных участков на дороге является применение коэффициентов безопасности. Коэффициент безопасности характеризует отношение скоростей движения на смежных участках дорог, поэтому потенциально опасными местами являются участки дорог, на которых происходит резкое падение скорости движения. Это возможно по следующим причинам: недостаточная видимость, скользкое покрытие и уменьшение коэффициента сцепления, сужение дороги и уменьшение пропускной способности, движение по кривой малого радиуса, наличие пересечений в одном уровне.

2.3.2. Тормозные свойства транспортных средств

Средняя скорость автомобиля, отражающая совокупность его динамических свойств, зависит от возможности быстрой остановки автомобиля. Надежные и эффективные тормоза обеспечивают уверенное движение автомобиля с большой скоростью и в месте с тем необходимую БДД. Эффективность торможения зависит от конструкции и состояния тормозных устройств, конструкции и состояния шин, типа и состояния дорожного покрытия, величины уклона дороги и других параметров.

Взаимодействие колёс с опорной поверхностью есть результат действия нормальных сил PZ (прижимающих колесо к дороге) и касательных сил PX ; PY (сил трения между колесом и дорогой). Тормозная эффективность во многом зависит от трения в зоне контакта шины с опорной поверхностью. Взаимодействие колеса с опорной поверхностью определяется трением покоя и трением скольжения отдельных элементов колеса и опорной поверхности относительно друг друга и называется сцеплением колеса с дорогой. Различают коэффициент продольного сцепления $\phi_x = R_x/R_z$ и коэффициент поперечного сечения $\phi_y = R_y/R_z$ (где R_x , R_y , R_z – соответственно продольная, поперечная и нормальная реакции опорной поверхности). Значения ϕ меняются в зависимости от состояния покрытия, начальной скорости торможения и степени проскальзывания колеса относительно дороги (рис. 2.13).

Безопасность транспортных средств

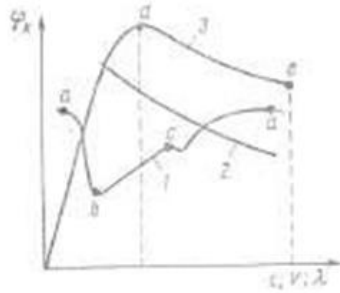


Рис. 2.13. Изменение коэффициента сцепления (φ):
 1 – состояние покрытия (a – сухое покрытие, b – начало дождя, c – конец дождя); 2 – скорость автомобиля
 3 – коэффициент скольжения (точка d при $\lambda=0,2-0,25$; точка e при $\lambda=1,0$)

В процессе торможения на автомобиль (рис. 2.14) действуют следующие основные силы:

Безопасность транспортных средств

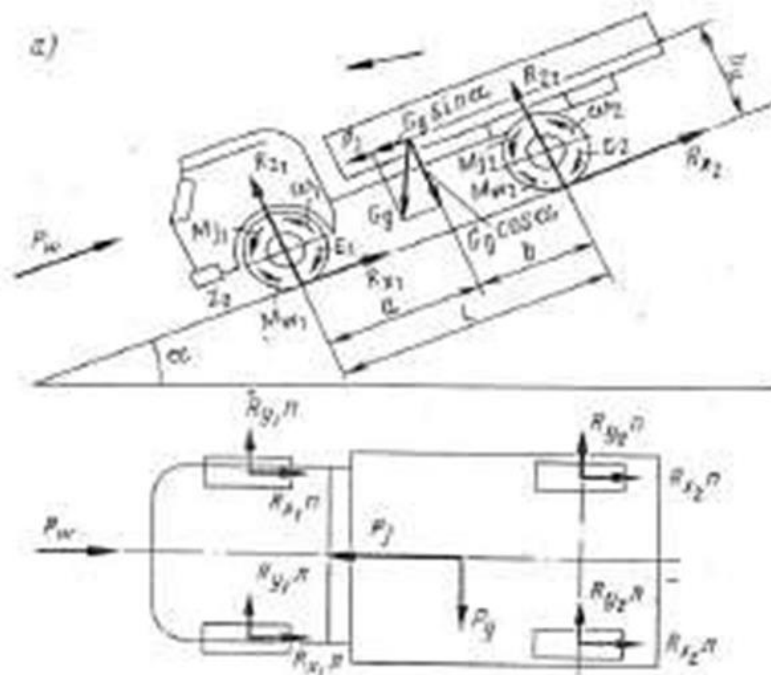


Рис. 2.14 Схема сил, действующих на транспортные средства при торможении:

G_g – сила тяжести автомобиля; P_{w1} – сила сопротивления воздуха;
 P_j – сила инерции автомобиля, приложенная к центру массы;
 $M_{j1,2}$ – моменты инерции колес, действующие в направлении угловых скоростей CO_1 и CO_2 противоположно угловым замедлениям колес E_1 и E_2 . В моменте M_{j2} учтены влияния вращающихся масс трансмиссии и двигателя; $M_{w1,2}$ – моменты сопротивления воздуха вращению колес; P_y – боковая сила, перпендикулярная продольной плоскости автомобиля (если боковой ветер, то точка возникшей силы P_y приложена в боковом центре парусности); R_{z1}, R_{z2} – нормальные реакции опорной поверхности; R_{x1}, R_{x2} – продольные реакции опорной поверхности; $P_{y1,2}$ – поперечные реакции опорной поверхности

Схема действия сил, представленная на рис. 2.14, носит упрощенный характер. Это объясняется сложностью учета всего многообразия действующих факторов. В зависимости от сложившихся дорожных условий различают служебное и экстренное торможение.

К служебному относят торможение для снижения скорости или остановки автомобиля в заранее выбранном водителем месте. Как правило, снижение скорости в этом случае осуществляется плавно.

Экстренное торможение используют с целью максимально быстрого уменьшения скорости ТС, например для предотвращения наезда. С точки зрения безопасности движения нас больше интересует экстренное торможение. Это торможение характеризуется остановочным путем и путем торможения.

Путь торможения – это расстояние, которое проходит автомобиль

Безопасность транспортных средств

с начала торможения до остановки. При торможении кинетическая энергия вращающихся и поступательно движущихся масс транспортного средства преобразовывается в работу торможения, переходящую в тепловую энергию:

$$E = A_m, \text{ где } E \text{ – кинетическая энергия ТС; } A_m \text{ – работа торможения.}$$

Заменив E и A_m их эквивалентами, получим:

$$\frac{G_a \cdot V_a^2}{2g} = P_m \cdot S_m, \text{ где } G_a \text{ – сила тяжести автомобиля, кг; } V_a \text{ – скорость автомобиля, м/с;}$$

P_m – тормозная сила, кг; S_m – путь торможения, м.

Максимально возможная тормозная сила ограничивается сцеплением шин с дорогой, т.е.

$$P_{m \max} = G_a \cdot \phi, \text{ где } \phi \text{ – коэффициент сцепления шин с дорогой, значение коэффициента для различных условий представлены в табл. 2.2.}$$

Подставив значение P_{m max} в формулу (2.7) получим:

$$\frac{G_a \cdot V_a^2}{2g} = G_a \cdot \phi \cdot S_m.$$

Отсюда для горизонтального участка дороги:

$$S_m = \frac{V_a^2}{2g \cdot \phi}.$$

Таблица 2.2

Коэффициент φ для различных условий

| Покрывные дороги | φ для поверхности | |
|------------------------------------|-------------------|---------|
| | сухой | мокрой |
| Асфальтобетонное | 0,6-0,7 | 0,4-0,5 |
| Булыжное, щебеночное | 0,5-0,6 | 0,3-0,4 |
| Грунтовая дорога | 0,4-0,6 | 0,2-0,4 |
| Дорога, покрытая снегом, укатанная | 0,2-0,3 | – |
| Дорога в гололед | 0,05-0,2 | – |

Однако из практики известно, что чем больше масса транспортного средства, тем больше величина пути торможения. Поэтому для практических расчетов вводят коэффициент эффективности торможения k_э, величина которого зависит от конструкции тормозов и массы ТС. Значения коэффициента k_э представлены в табл. 2.3.

Таблица 2.3

Коэффициент эффективности торможения

| Автомобили | Без нагрузки | С нагрузкой |
|--|--------------|-------------|
| Легковые | 1-1,12 | 1,1-1,15 |
| Грузовые разрешенной максимальной массы до 10 т и автобусы длиной до 7 м | 1,1-1,3 | 1,2-1,5 |
| Грузовые разрешенной максимальной массы более 10 т и автобусы длиной более 7 м | 1,2-1,4 | 1,4-1,6 |

Уточненная формула расчета пути торможения

$$S_T = \frac{V_a^2 \cdot k_s}{2g \cdot \varphi}$$

При торможении на уклоне

$$S_T = \frac{V_a^2 \cdot k_s}{2g \cdot (\varphi \pm i)}, \quad \text{где } i \text{ – уклон дороги.}$$

Для практической оценки возможности остановки автомобиля, например с целью предотвращения ДТП, кроме пути торможения используют понятие остановочный путь – расстояние, которое проходит автомобиль с момента обнаружения водителем препятствия до остановки транспортного средства.

Остановочный путь (рис. 2.15), кроме пути торможения, включает расстояние, пройденное транспортным средством за время реакции водителя t_r время срабатывания тормозного привода $t_{сп}$ и нарастания давления в тормозной системе t_n . Величина остановочного пути определяется по формуле:

$$S_0 = (t_r + t_{сп} + 0,5 \cdot t_n) V_a + \frac{V_a^2 \cdot k_s}{2 \cdot g \cdot \varphi}$$

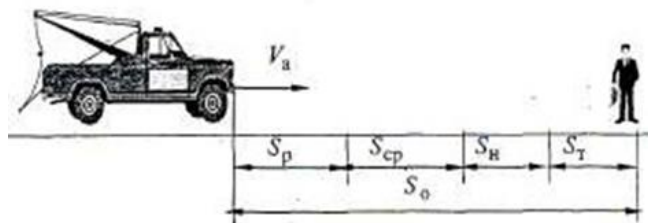


Рис. 2.15. Схема для определения остановочного пути

Время реакции водителя t_r отсчитывается от обнаружения препятствия до начала нажатия на тормозную педаль, зависит от его физиологических качеств, меняется в широких пределах от 0,3 до 1,5 с и в расчетах обычно принимается 0,7–0,8 с. Время срабатывания тормозов $t_{сп}$ отсчитывается с начала нажатия на тормозную педаль до возникновения тормозного момента на колесах, зависит от

Безопасность транспортных средств

технического состояния тормозной системы, типа привода и колеблется от 0,05 до 0,15 с для гидравлического привода и от 0,2 до 0,4 с для пневматического.

Время нарастания давления в тормозной системе t_n отсчитывается от начала его увеличения до достижения максимального значения, зависит от типа транспортного средства, типа и состояния тормозной системы, усилия на тормозную педаль и в расчетах принимается 0,1–0,3 с.

2.4. Управляемость и устойчивость автомобиля

2.4.1. Управляемость автомобиля

Управляемость – свойство транспортного средства сохранять или изменять направление движения, заданное водителем с определенной физической энергией. Из определения следует, что управляемость больше, чем другие эксплуатационные свойства транспортного средства, связана с водителем. Необходимые качества управляемости могут быть достигнуты при условии выполнения следующих требований:

- качение управляемых колес при криволинейном движении должно происходить без бокового скольжения;
- углы поворота управляемых колес должны иметь необходимое соотношение;
- стабилизация управляемых колес должна быть обеспечена; 95
- произвольные колебания управляемых колес должны быть исключены;
- углы поворота передней и задней осей должны находиться в определенном соотношении;
- в рулевом управлении должна быть обратная связь, обеспечивающая водителя информацией о значении и направлении сил, действующих на управляемые колеса.

Исходя из этих требований, критериями оценки управляемости транспортного средства являются:

- критическая скорость;
- поворачиваемость;
- соотношение углов поворота управляемых колес;
- стабилизация управляемых колес;
- автоколебания управляемых колес.

Критической скоростью, по условиям управляемости, называют максимальную скорость криволинейного движения автомобиля (рис. 2.26) без поперечного проскальзывания управляемых колес:

$$v_{\text{кр}} = \sqrt{\left(\varphi^2 - f^2 \right) / \left(\operatorname{tg} \theta - f \right) L g \cos \theta},$$

где φ – коэффициент поперечного сцепления, f – коэффициент сопротивления качению.

Безопасность транспортных средств

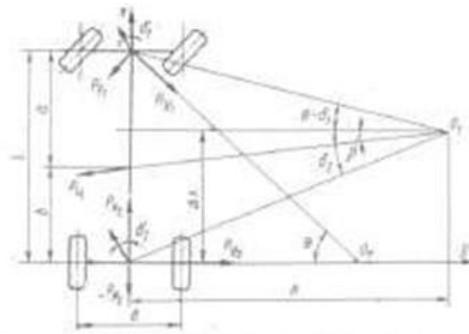


Рис. 2.26. Схема сил, действующих на автомобиль при криволинейном движении: P_{x2} – сила тяги колёс задней оси; P_{y1} и P_{y2} – сила сопротивления качению передней и задней оси соответственно; R_{y1} и R_{y2} – поперечная реакция колёс передней и задней оси соответственно; θ – угол поворота управляемых колёс; L – база автомобиля; AX – смещение центра поворота; R – радиус поворота; δ_1 и δ_2 – углы увода колёс передней и задней оси соответственно

При достижении критической скорости уупр движения на повороте управляемые колеса проскальзывают в поперечном направлении и дальнейшее увеличение угла поворота управляемых колес не меняет направления движения. При увеличении угла θ критическая скорость уупр уменьшается. При высоком коэффициенте сцепления ϕ_u автомобиль сохраняет управляемость на кривых малых радиусов. При незначительном ϕ_u (обледенелое покрытие) или высоком коэффициенте сопротивления качению (песок, неукатанный снег) значения коэффициентов ϕ_u и f сближаются, что приводит к снижению критического значения скорости.

Если $\phi_u \leq f$, то подкоренное выражение в формуле или равно нулю, или является мнимой величиной и, следовательно, автомобиль становится практически неуправляемым. В случае полного скольжения передних колес (блокировка при торможении) поперечная реакция дороги отсутствует, и автомобиль теряет управляемость.

Разворачиваемость – свойство транспортного средства с эластичными шинами двигаться по траектории, не совпадающей с траекторией, определяемой положением управляемых колёс. При криволинейном движении в результате действия поперечной силы качения, колёса автомобиля в силу своих эластичных свойств сопровождаются уводом, т.е. качением колеса под некоторым углом к плоскости вращения колеса. Угол, образуемый век- тором скорости центра колеса с плоскостью его вращения, называется углом увода δ (рис. 2.27). Увод может быть вызван также наклоном управляемых колёс к вертикальной плоскости (развалом) или углом к направлению движения (схождением). Между поперечной силой P_y и углом увода δ существует зависимость (рис. 2.28):

$$P_y = K_y \cdot \delta,$$

где K_y – коэффициент сопротивления уводу.

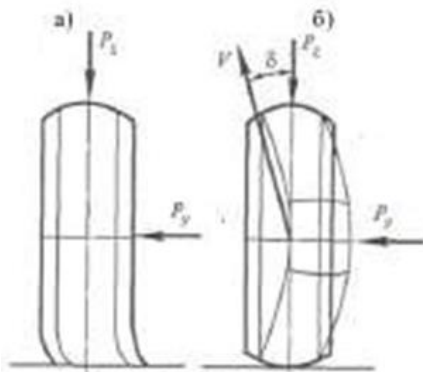


Рис. 2.27. Увод колеса:
а – вид спереди; б – вид сверху

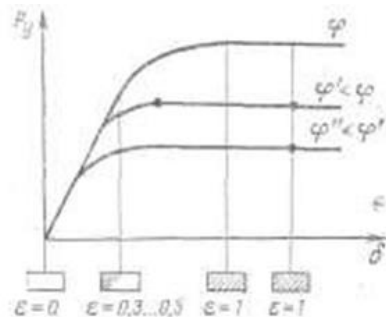


Рис. 2.28. Зависимость угла увода от поперечной силы P_y при различных φ и ϵ .

В нижней части рис. 2.28 изображены контактные отпечатки шины ϵ (зоны скольжения заштрихованы).

Коэффициент сопротивления уводу численно равен поперечной силе, вызывающей увод на 10 или 1рад. В первом случае K_u измеряется в Н/град, во втором случае – в Н/рад. При небольших углах увода ($4...6^\circ$) коэффициент K_u можно считать постоянным и равным для шин легковых автомобилей $K_u=15...40$ кН/рад; для шин грузовых автомобилей и автобусов $K_u = 30...100$ кН/рад.

В зависимости от соотношения углов увода колес передней и задней оси различают нейтральную, недостаточную и избыточную поворачиваемость.

При нейтральной поворачиваемости углы увода колес передней и задней оси равны ($\delta_1 = \delta_2$). Траектория движения такого автомобиля соответствует траектории движения автомобиля с жесткими шинами, отличаясь от последней на величину, пропорциональную углу увода колес.

При недостаточной поворачиваемости, когда $\delta_1 > \delta_2$ (рис. 2.29а), для движения по кривой радиусом R управляемые колеса необходимо повернуть на больший угол, чем при жестких шинах. При движении по прямой под действием поперечной силы P_y в результате увода автомобиль начинает двигаться под углом к своей продольной оси, поворачиваясь вокруг центра O_1 (рис. 2.29а).

В результате возникновения поперечной составляющей P_{cy} центробежной силы P_c , направленной в противоположную сторону от силы P_y , автомобиль сохраняет прямолинейное направление движения.

Безопасность транспортных средств

При избыточной поворачиваемости, когда $\delta_1 < \delta_2$ (рис. 2.29б), для движения по кривой управляемые колеса необходимо повернуть на угол меньший, чем при жестких шинах.

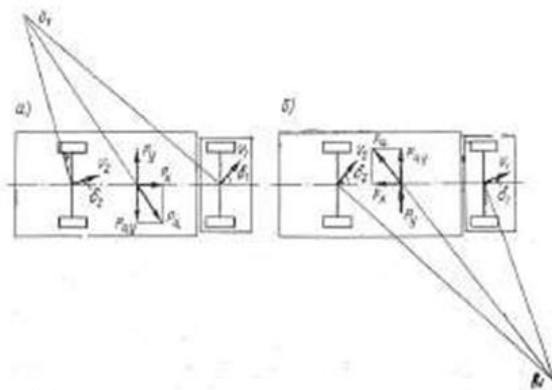


Рис. 2.29. Соотношение углов увода колёс автомобилей с разной поворачиваемостью: V_1 и V_2 – векторы передней и задней оси соответственно

При движении по прямой и возникновении поперечной силы P_y поперечная составляющая центробежной силы направлена в ту же сторону, что и P_y . В результате увод возрастает, что увеличивает кривизну траектории, а это приводит к увеличению $P_{цy}$. Этот процесс может прогрессировать вплоть до потери устойчивости, если водитель не повернет управляемые колеса в нужном направлении.

Чтобы обеспечить недостаточную поворачиваемость автомобиля, уменьшают давление воздуха в шинах передних колес и немного смещают центр масс в направлении переднего моста, что снижает коэффициент сопротивления уводу передних колес и увеличивает центробежные силы, действующие на управляемые колеса.

Необходимое соотношение углов поворота управляемых колес достигается конструкцией рулевого привода.

При криволинейном движении ввиду того, что внутренние и внешние управляемые колеса описывают кривые разного радиуса, внутренние по отношению к центру поворота колеса должны быть повернуты на больший угол $\theta_v > \theta_n$ (рис. 2.30), что достигается конструкцией рулевой трапеции. Строго говоря, с увеличением скорости движения и изменением радиуса кривизны должно автоматически меняться соотношение углов поворота управляемых колес. Однако из-за значительного усложнения конструкции рулевой привод с автоматически меняющимся соотношением углов поворота управляемых колес не применяется.

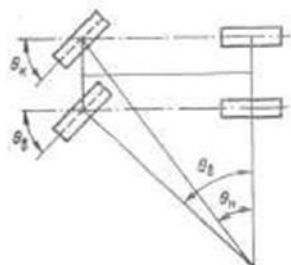


Рис. 2.30. Соотношение углов поворота управляемых колес

Безопасность транспортных средств

Стабилизацией управляемых колес называют их свойство сохранять и восстанавливать нейтральное положение, соответствующее прямолинейному движению, после прекращения действия внешних сил.

Это свойство проявляется в результате действия стабилизирующих моментов, причины возникновения которых заключаются в появлении боковых деформаций в элементах шины в области контакта с опорной поверхностью и элементарных боковых реакций, различных в разных точках контакта. Результирующая боковая реакция создает упругий стабилизирующий момент, который и возвращает управляемые колеса в нейтральное положение.

Дополнительный стабилизирующий момент возникает в результате наклона шкворней поворотных цапф в продольной и поперечной плоскостях.

Автоколебания управляемых колес (шимми) у автомобиля проявляются при движении по неровному покрытию в определенном диапазоне скоростей в случае их неуравновешенности и кинематически несогласованных конструкций подвески и рулевого привода. Частота этих колебаний 1,0...3,0 Гц, а амплитуда достигает нескольких градусов. Это явление затрудняет управление автомобилем и приводит к ускоренному износу шин и деталей рулевого управления. Одной из причин возникновения шимми является гироскопический момент. Его возникновение является результатом изменения положения управляемых колес при одновременном их вращении. Основным способом снижения автоколебаний является применение независимых подвесок управляемых колес.

2.4.2. Устойчивость движения автомобиля

Устойчивость автомобиля характеризуется несколькими показателями. Основные из них: максимальная скорость движения автомобиля по окружности, соответствующая началу его заноса; максимальная скорость движения автомобиля по окружности, соответствующая началу его опрокидывания; максимальный угол косогора, соответствующий началу поперечного скольжения колес; максимальный угол косогора, соответствующий началу опрокидывания автомобиля. Устойчивость движущегося по дороге автомобиля зависит от многих факторов: от высоты его центра тяжести, базы, колеи, размера шин, их конструкции и состояния, от радиуса кривизны дороги и состояния ее поверхности, от скорости движения.

На скользкой дороге более вероятен занос автомобиля и его скольжение, чем опрокидывание. На дороге с хорошими сцепными качествами наиболее вероятно опрокидывание. Устойчивость грузовых автомобилей хуже по сравнению с легковыми в связи с высоким расположением центра тяжести. В результате загрузки грузового автомобиля его центр тяжести поднимается еще выше и устойчивость ухудшается. Потере устойчивости грузового автомобиля может способствовать незакрепленный груз. При движении на повороте незакрепленный груз может перемещаться по грузовой платформе и, ударяя в ее борт, приводить к опрокидыванию автомобиля. Аналогичные явления происходят при движении автомобильной цистерны или самосвала с текучим грузом (например бетонным раствором). При движении автомобиля с жидким грузом по кривой происходят перемещения груза от одного борта к другому. Раскачиваясь и ударяя в борта, жидкий груз также может вызвать потерю устойчивости автомобиля. Продольная

Безопасность транспортных средств

устойчивость транспортного средства заключается в сохранении ориентации вертикальной оси в продольной плоскости в заданных пределах, т.е. без опрокидывания или скольжения при движении на продольном уклоне. Вероятность продольного опрокидывания современных автомобилей маловероятна ввиду низкого расположения центра тяжести. Чаще возникает скольжение автомобиля при буксовании ведущих колес на крутых подъемах значительной протяженности. Оценочным критерием продольной устойчивости транспортного средства является максимальный (критический) угол подъема, который он может преодолеть при равномерном движении без буксования ведущих колес. Считая, что силы сопротивления воздуха и качения ввиду малой скорости движения и твердого покрытия незначительны, максимальный (критический) угол подъема α , при котором возможно движение одиночного автомобиля без буксирования ведущих колес, равен:

$$\alpha = \arctg \frac{a \varphi_0}{(L_0 - \varphi_0 h_0)}$$

Очевидно, что критический угол подъема α в большей степени зависит от коэффициента сцепления. Для автопоездов при $\varphi x \approx 0,3\alpha$ составляет $4...6^\circ$, для одиночных автомобилей с одной ведущей осью $\alpha = 10...15^\circ$, для автомобилей со всеми ведущими колесами $\alpha = 17...19^\circ$. Поперечная устойчивость – это свойство транспортного средства сохранять ориентацию вертикальной оси в поперечной плоскости в заданных пределах. Она определяет его способность противостоять заносу и опрокидыванию при криволинейном движении по дороге или участку со значительным поперечным уклоном (косогору). Показателями поперечной устойчивости являются: критическая скорость криволинейного движения транспортного средства, соответствующая началу заноса; критическая скорость криволинейного движения транспортного средства, соответствующая началу его опрокидывания; критический угол косогора, соответствующий началу поперечного скольжения колес; критический угол косогора, соответствующий началу поперечного опрокидывания транспортного средства. При повороте автомобиля на кривой радиусом R_n (рис. 2.31) в центре масс O_c возникает центробежная сила P_c , стремящаяся сместить автомобиль в боковом направлении:

$$P_c = \frac{G_c \cdot V_c^2}{g \cdot R_n}$$

P_c раскладывается на две составляющие: продольную P_x и поперечную P_y . Для безопасного движения основное значение имеет сила P_y , вызывающая скольжение и опрокидывание автомобиля.

Величину P_c можно рассчитать по формуле:

$$P_y = \frac{G_c \cdot V_c^2}{g \cdot R_n} \cos \gamma, \text{ где } \gamma \text{ – угол между радиусом траектории центра масс автомобиля и продолжением оси задних колес (рис. 2.31).}$$

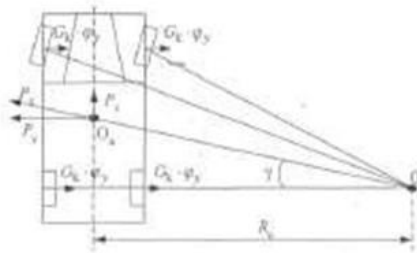


Рис. 2.31. Схема сил, действующих при криволинейном движении

При поворотах угол γ имеет небольшое значение и поэтому в расчетах на устойчивость автомобиля используют не составляющую силы $P_{\text{у}}$ от $P_{\text{ц}}$, а полное значение сил $P_{\text{ц}}$.

Противодействует смещению автомобиля сила сцепления колес с дорогой $P_{\text{сц}}$:

$$P_{\text{сц}} = \sum_{i=1}^n G_i \cdot \varphi_s = G_a \cdot \varphi_s,$$
 где G_k – сила тяжести, приходящаяся на колесо, кг; φ_u – коэффициент сцепления шин с дорогой в поперечном направлении.

Условие неустойчивого равновесия:

$$\frac{G_a \cdot V^2}{g \cdot R_k} = G_a \cdot \varphi_s,$$

Отсюда легко рассчитать скорость (критическую), с которой можно вести автомобиль без опасности заноса по горизонтальному участку, м/с:

$$V_{\text{кр.з}} \leq \sqrt{g \cdot \varphi_s \cdot R_k}.$$

Согласно этой формуле движение автомобиля будет устойчивее на дорогах с пологими поворотами, хорошим качеством и состоянием покрытия, а также при ограниченных скоростях движения.

Условие устойчивости автомобиля в случае возможного опрокидывания получаем, составляя уравнение моментов относительно центра опрокидывания – точки O (рис. 2.32), в котором опрокидывающему действию поперечной силы $P_{\text{ц}}$ на плече $h_{\text{ц}}$, возникающей при движении автомобиля на повороте, характеризующемся радиусом $R_{\text{п}}$, противодействует сила G_a на плече $B/2$.

$$P_{\text{ц}} \cdot h_{\text{ц}} = G_a \cdot \frac{B}{2} \text{ или } \frac{G_a \cdot V^2 \cdot h_{\text{ц}}}{g \cdot R_k} = \frac{B}{2}, \text{ где } h_{\text{ц}} \text{ – высота центра масс, м; } B \text{ – колея, м.}$$

Безопасность транспортных средств

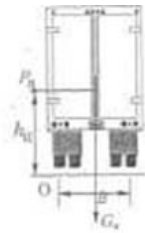


Рис. 2.32. Действие в поперечной плоскости моментов от сил P_v и G_v на повороте радиусом R_v .

Плечо действия силы G_v будет несколько меньше $B/2$ вследствие деформации упругих элементов подвески под действием центробежной силы и крена подрессоренных масс. Это учитывается введением коэффициента $\eta_{кр}$. После преобразования максимально возможная скорость (критическая), с которой можно вести автомобиль без опасности опрокидывания по горизонтальному участку, м/с:

$$V_{кр.оп.} \leq \eta_{кр} \sqrt{\frac{g \cdot B \cdot R_v}{2 \cdot h_v}}, \quad \text{где } \eta_{кр} \text{ – коэффициент, учитывающий деформацию упругих элементов подвески (рессор, шин), } \eta_{кр} = 0,85\text{–}0,95.$$

При движении транспортного средства по дороге с поперечным уклоном потеря устойчивости может произойти в результате действия поперечной составляющей силы тяжести, равной $G_v \sin \beta$. В случае, если вектор силы тяжести пересекает опорную поверхность вне колеи, опрокидывание неизбежно. Критический угол косогора по условиям заноса:

$$\beta_c = \arctg \eta,$$

Критический угол косогора по условиям опрокидывания при движении на прямолинейном участке (без учета деформации рессор и шин):

$$\beta_0 = \arctg \frac{B}{2h} = \arctg \eta, \quad \text{где } B/(2h) = \eta \text{ – коэффициент поперечной устойчивости транспортного средства.}$$

Коэффициент поперечной устойчивости – переменная величина, так как высота h расположения центра масс зависит от степени загрузки автомобиля, характера и расположения груза. Для сравнительной оценки поперечной устойчивости различных транспортных средств применяют значения h_g , соответствующие полной нагрузке при равномерном распределении наиболее характерного для данного автомобиля груза. При движении по дороге одновременный занос обоих мостов автомобиля происходит редко. Чаще начинается скольжение одного из мостов. Очевидно, что менее вероятен занос моста, колеса которого имеют большую силу сцепления с дорогой и меньшую касательную реакцию.

Безопасность транспортных средств

Большие касательные реакции имеют колеса, нагруженные силой тяги или тормозной силой. Следовательно, при движении без торможения большую вероятность попасть в занос имеют ведущие колеса. При заносе заднего моста (рис. 2.33а) поперечная составляющая P_y центробежной силы P_c действует в направлении скольжения моста, увеличивая занос. Поэтому занос заднего моста является прогрессирующим.

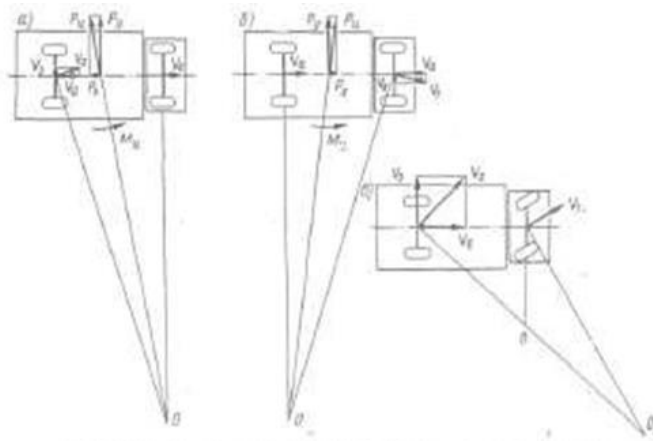


Рис. 2.33. Схемы заноса мостов автомобиля и гашения его:
 V_1 и V_2 – соответственно скорости движения передней и задней оси;
 V_3 – скорость движения автомобиля; V_3 – скорость заноса оси автомобиля

Гашения заноса в этом случае можно достичь, уменьшив касательную реакцию на задних колесах в результате прекращения торможения и, если они ведущие, выключив сцепление. Кроме того, необходимо повернуть передние колеса в сторону заноса, в результате чего центр поворота сместится из точки O в точку O_1 . При этом увеличится радиус поворота и снизится центробежная сила P_c (рис. 2.33в).

При заносе передней оси (рис. 2.33б) поперечная составляющая P_y центробежной силы P_c направлена в сторону, противоположную заносу, и происходит автоматическое гашение (рис. 2.33б).

Лекция 3. ПАССИВНАЯ, ПОСЛЕАВАРИЙНАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТИ АВТОМОБИЛЯ

3.1.1. Пассивная безопасность автомобиля и послеаварийная и экологическая безопасность

Пассивная безопасность (ПБ) как новое научное направление стала рассматриваться в 60-х гг. XX в. Первые в СССР полномасштабные испытания автомобиля на пассивную безопасность были проведены в 1969 г. на Центральном автополигоне в г. Дмитрове Московской области.

Интенсивное развитие работ по повышению пассивной безопасности во всем мире, в том числе и в нашей стране, пришлось на 1970-е гг. Система включает в себя пассивную безопасность человека (Ч) – водителя, пассажира, пешехода, транспортного средства/автомобиля (А), дороги (Д). Структурная схема системы

Безопасность транспортных средств

обеспечения пассивной безопасности (СПБ) комплекса человек – автомобиль – дорога – среда приведена на рис. 3.1.

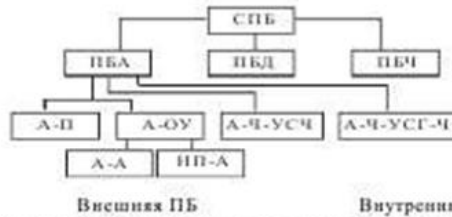


Рис. 3.1. Структурная схема системы обеспечения пассивной безопасности: СПБ – система пассивной безопасности; ПБА – пассивная безопасность автомобиля; ПБД – пассивная безопасность дороги (дорожные ограждения, трамобезопасные стойки и т.п.); ПБЧ – пассивная безопасность человека (шлемы, УС, ДУС); А-П – автомобиль-пешеход; А-ОУ – автомобиль – объект удара; А-Ч-УСЧ – автомобиль-человек-удерживающее средство человека; А-Г-УСГ-Ч – автомобиль-груз-удерживающее средство груза-человек; А-А – автомобиль-автомобиль; ИП-А – неподвижное препятствие – автомобиль.

Внешняя ПБ – это свойство транспортного средства/автомобиля (А) снижать или исключать вероятность и тяжесть травмирования пешеходов, а также водителей и пассажиров других автомобилей – участников ДТП. Внутренняя ПБ – это свойство транспортного средства/автомобиля снижать или исключать вероятность и тяжесть травмирования водителей и пассажиров при ДТП.

Подсистемы автомобиль – пешеход (А-П) и автомобиль – объект удара (А-ОУ) определяют внешнюю ПБ и их функционирование направлено на повышение ПБ автомобиля как объекта возможного соударения с пешеходом и другими автомобилями – участниками движения. Остальные подсистемы определяют внутреннюю ПБ.

Работа подсистемы автомобиль–человек–удерживающее средство человека (А-Ч-УСЧ) направлена на обеспечение удерживающей связи между автомобилем и человеком при безопасном уровне перегрузок его тела. Для этого решаются задачи по созданию и применению специальных удерживающих систем совместно с оптимизацией ударно-прочностных свойств кузова, повышением энергопоглощающих свойств и травмобезопасности.

Задачей подсистемы автомобиль – груз – удерживающее средство груза – человек (А-Г-УСГ-Ч) является снижение вероятности и тяжести травмирования человека вследствие нарушения жизненного пространства в кабине автомобиля грузом, переместившимся в результате столкновения. Характеристики подсистем функционально влияют друг на друга.

Удерживающее средство (УС) – это устройство (система устройств), обеспечивающее связь между автомобилем и человеком (или грузом) для исключения вероятности или снижения тяжести травмирования человека (или повреждения груза) при ДТП. УС по функциональным качествам подразделяются на защитные (безопасные) или травмоопасные. Защитными (безопасными) считаются те устройства, которые снижают вероятность или тяжесть травмирования. В противном случае устройство является травмоопасным.

УС по конструктивным особенностям подразделяют на квазизащитные и специальные УС.

Безопасность транспортных средств

Квазизащитные УС – это устройства, основное функциональное значение которых не связано с обеспечением ПБ человека. Они расположены как в зонах возможного удара человека (рулевое управление, панели приборов, спинки сидений для сидящих сзади пассажиров и т.д.), так и в зонах возможного перемещения груза (задняя стенка кабины, передний борт грузовой платформы и т.д.).

Специальные УС – это средства, специально устанавливаемые в автомобилях для повышения эффективности связи человека или груза с автомобилем. К ним относятся ремни безопасности, надувные подушки, подголовники, детские сиденья, специальные крепления для защиты от перемещающегося при ударе груза.

Основным требованием внешней пассивной безопасности является обеспечение такого конструктивного выполнения наружных поверхностей и элементов автомобиля, при котором вероятность повреждений человека этими элементами в случае дорожно-транспортных происшествий была бы минимальной.

Внутренняя пассивная безопасность рассматривается как совокупность свойств автомобиля, обеспечивающих сохранность жизни и здоровья водителей и пассажиров при дорожно-транспортном происшествии.

Как известно, значительное число так называемых несчастных ДТП связано с попутными столкновениями. В связи с этим одним из требований к внешней пассивной безопасности автомобилей является предохранение самого автомобиля от повреждений при помощи внешних элементов конструкции.

Конструктивно это выполняется в «последнее время в виде так называемого «безопасного» бампера, цель которого заключается в поглощении незначительной части энергии удара. Конструкция бампера и передней части автомобиля должна иметь необходимые соотношения жесткости и прочности, чтобы при столкновении на небольших скоростях (8... 12 км/ч) бампер защищал от повреждения элементы кузова автомобиля, а при столкновении на значительных скоростях бампер и передняя часть автомобиля деформировались бы совместно, поглощая значительную часть энергии удара и защищая таким образом водителей и пассажиров от серьезных травм.

Задача жизнеобеспечения водителя и пассажиров в салоне автомобиля состоит в создании условий, при которых человек мог бы безопасно выдержать быстрое изменение кинетической энергии. Это достигается деформацией кузова автомобиля при столкновении, перегрузки (замедление), возникающие в момент столкновения вычислим по формуле:

$$j = \sigma / (2\Delta S), \text{ где } \sigma \text{ – скорость в момент удара; } S \text{ – деформация кузова}$$

Время действия перегрузок (замедление) 50... 100 мс (рис. 3.2).

Безопасность транспортных средств

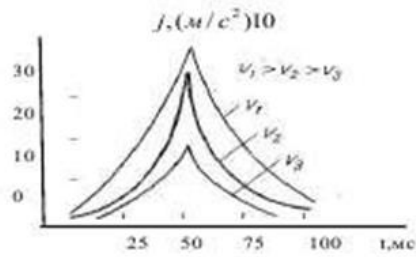


Рис. 3.2. Зависимость замедления j от времени t столкновения при различных скоростях движения

К внутренней пассивной безопасности автомобиля предъявляются два основных требования:

- создание условий, при которых человек мог бы безопасно выдержать значительные перегрузки, возникающие под действием отрицательного ускорения;

- исключение травмоопасных элементов внутри кузова (кабины). Автомобиль при наезде на неподвижное препятствие обладает высокой кинетической энергией удара. Вся эта энергия должна рассеяться в доли секунды. Как правило, эта энергия превращается в работу деформации кузова автомобиля и его узлов.

Таким образом, пассивная безопасность автомобиля определяется его способностью поглощать энергию удара при столкновении. Водитель и пассажиры при столкновении после мгновенной остановки автомобиля еще продолжают двигаться, сохраняя скорость движения, которую автомобиль имел в момент, предшествующий столкновению.

Именно в этот отрезок времени происходит большая часть травм в результате удара головой о ветровое стекло, грудью о ролевое колесо, коленями о нижнюю кромку щитка приборов. Это явление называют вторичным ударом.

Анализ ДТП показал, что подавляющее большинство погибших находилось на переднем сиденье, поэтому при разработке мероприятий по пассивной безопасности автомобиля внимание в первую очередь уделяется обеспечению безопасности водителя и пассажиров, находящихся на переднем сиденье.

Основные требования к пассивной безопасности автомобиля могут быть сформулированы следующим образом: деформации передней и задней части кузова при столкновении должны обеспечивать допустимый уровень замедления; жесткость салона должна быть такой, чтобы сохранить зону жизнеобеспечения, т.е. сохранить минимально необходимое пространство, в пределах которого исключено сдавливание тела человека, находящегося внутри кузова (рис. 3.3).

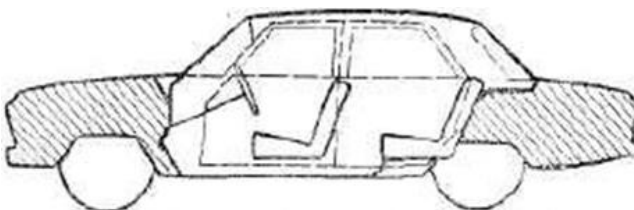


Рис. 3.3. Зона жизнеобеспечения (не заштрихована) и деформируемые части автомобиля (заштрихованы)

Кроме того, должны быть предусмотрены следующие меры, снижающие тяжесть последствий при столкновении:

Безопасность транспортных средств

– рулевое колесо и колонка должны перемещаться и поглощать энергию удара (телескопировать), а также распределять удар по груди водителя без нанесения ему травм;

– должна быть исключена возможность выброса или выпадания пассажиров или водителя (надежность дверных замков);

– должны быть предусмотрены индивидуальные защитные и удерживающие средства для всех пассажиров и водителя (ремни безопасности, подголовники, пневмоподушки);

– перед пассажирами и водителем не должно быть травмоопасных элементов;

– стекла (ветровые, боковые) не должны быть травмоопасными. Эффективность применения ремней безопасности в сочетании с другими мероприятиями пассивной безопасности подтверждена статистическими данными. Так, использование ремней уменьшает количество травм на 60...75%. Резко снижается также и тяжесть последствий ДТП.

При наличии ремней безопасности пассажир перемещается на расстояние, которое может достигать 1 м, благодаря упругим деформациям передних частей автомобиля, а также амортизирующим качествам самого ремня.

Одним из эффективных способов решения проблемы ограничения перемещения водителя и пассажиров при столкновении является применение пневматических подушек, которые наполняются газом (рис. 3.4).

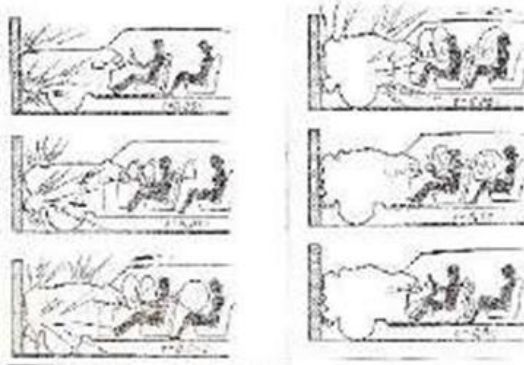


Рис. 3.4. Схема действия пневмоподушек при ДТП

Эта система не только эффективна, но и удобна, так как срабатывает автоматически при ударе и в обычном состоянии и не стесняет движений водителя и пассажиров. Подушки встроены в центральную часть рулевого колеса, в приборный щиток и заднюю часть спинок переднего сиденья и в ненаполненном состоянии вообще незаметны. В момент удара срабатывает инерционный датчик и происходит наполнение подушки сжатым воздухом в течение 30... 40 мс. Пассажир (водитель) после столкновения перемещается вперед в сторону наполненной подушки, сжимая находящийся в ней газ, который выпускается через калиброванное отверстие в атмосферу. Таким образом поглощается кинетическая энергия удара.

Основной недостаток системы в том, что она не предотвращает выбрасывания людей из автомобиля при столкновениях и не защищает при

Безопасность транспортных средств

боковых ударах. При этой системе остаются необходимыми и ремни безопасности, основная роль которых – ограничение перемещения тел водителя или пассажира при столкновениях.

Уровень ПБ автомобиля косвенно характеризуется ударно-прочностными свойствами конструкции автомобиля и пожаробезопасностью.

Измерителями ударно-прочностных свойств автомобилей является деформация (перемещение) автомобиля и отдельных его элементов, перегрузки человека (автомобиля) и вероятность выбрасывания человека из автомобиля.

Измерителем пожаробезопасности (или возгораемости) является вероятность воспламенения (горения) транспортных средств во время ДТП и после него.

Особенности средств по обеспечению пассивной безопасности в значительной степени зависят от типа ТС, для которого они предназначаются. Поэтому в дальнейшем нормативы, регламентирующие пассивную безопасность, подразделяют на три группы, в зависимости от использования в пассажирских (легковых автомобилях и автобусах) или грузовых транспортных средствах.

3.1.2. Послеаварийная безопасность

Под послеаварийной безопасностью транспортного средства понимаются его свойства, снижающие тяжесть последствия ДТП. Регистрируется значительное количество ДТП, в которых люди погибают, получают ранения, травмы не от ударов при ДТП, а вследствие возгорания автомобиля после ДТП, невозможности покинуть автомобиль после ДТП и других усугубляющих причин.

Наиболее тяжелым усугубляющим последствием ДТП для пассажиров является возгорание автомобиля, чаще всего оно происходит при тяжелых ДТП, таких как столкновения автомобилей, наезды на препятствия, опрокидывания. При этом велика вероятность вытекания топлива из системы питания и образования топливно-воздушной смеси, которая при концентрации 1,4–9% возгорается при наличии источника воспламенения (искрение в поврежденной электропроводке, искрение от трения и ударов, раскаленные детали двигателя). Важным элементом послеаварийной безопасности является возможность быстрой эвакуации людей из автомобиля, попавшего в ДТП.

К конструкции автомобиля предъявляются следующие требования послеаварийной безопасности:

- расположение топливного бака в отдалении от двигателя;
- установка бака сзади более предпочтительно, так как вероятность встречных столкновений выше и они имеют более тяжелые последствия;
- установка системы автоматического отключения источников энергии при ДТП;
- обеспечение пожаробезопасности топливных баков, заливных горловин и топливопроводов;
- обеспечение дверных замков системой блокировки в момент ДТП и возможность их беспрепятственного разблокирования после ДТП;
- обеспечение устройствами аварийной эвакуации людей (люки в крышах и на задней торцевой стенке, складывающиеся крыши);

Безопасность транспортных средств

- обеспечение огнетушителями, устройствами автоматического впрыска в бензобак веществ, снижающих возгораемость бензина;
- наличие внутри салона инструментов для разбивания или выдавливания стекол.