

Безопасность транспортных средств



Кафедра «Сервис и техническая эксплуатация
автотранспортных средств»

Конспект лекций

**Автор
Рункевич Ю.П.**

Аннотация

Лекционный курс предназначен для студентов очной формы обучения по специальности 190702 «Организация и безопасность движения».

Целью преподавания дисциплины является формирование у студентов системы научных и профессиональных знаний и навыков в области основных понятий о безопасности транспортных средств, нормативного регулирования и стандартизации требований к безопасности транспортных средств, безопасности человеко-машинных систем и их влияния на окружающую среду.

Содержание курса:

основные понятия о безопасности транспортного средства:
конструктивной, активной, послеаварийной, экологической;

нормативное регулирование и стандартизация требований к безопасности транспортных средств: отраслевое, внутреннее и международное;

конструктивная безопасность транспортных средств: компоновочные решения, устойчивость и управляемость;

активная безопасность транспортных средств: устройство и эксплуатация тормозных систем;

информативность транспортных средств;

послеаварийная безопасность: техническое и информационное обеспечение, методы испытаний, стандарты, конструктивное обеспечение;

основные факторы неблагоприятного влияния на окружающую среду: методы регистрации, мониторинга, снижения техническими и организационно-управленческими методами;

безопасность человеко-машинных систем.

Автор

Рункевич Юрий Павлович

Кандидат технических наук, доцент

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1 ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ О БЕЗОПАСНОСТИ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА ...	6
1.1 БЕЗОПАСНОСТЬ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА КАК КОМПЛЕКС КОНСТРУКТИВНЫХ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ	6
1.1 БЕЗОПАСНОСТЬ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА КАК КОМПЛЕКС	6
1.2 КЛАССИФИКАЦИЯ АВТОТРАНСПОРТНЫХ	10
1.2 КЛАССИФИКАЦИЯ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ	10
1.3 НАЦИОНАЛЬНЫЕ, ВНУТРЕННИЕ И МЕЖДУНАРОДНЫЕ ДОКУМЕНТЫ, РЕГЛАМЕНТИРУЮЩИЕ БЕЗОПАСНОСТЬ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ	19
2 КОНСТРУКТИВНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ	22
2.1 АКТИВНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ АВТОМОБИЛЯ	22
2.1.1 Активная безопасность автомобиля как комплексное	22
2.1.1 Активная безопасность автомобиля как комплексное эксплуатационное свойство	22
2.1.2 Компоновочные решения, масса и тяговая динамичность	22
2.1.3 Тормозное управление	31
2.1.4 Устойчивость и управляемость автомобиля	41
2.1.5 Информативность транспортных средств	52
2.2 ПАССИВНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ АВТОМОБИЛЯ	66
2.2.1 Цели и задачи пассивной безопасности	66
2.2.2 Требования к элементам системы обеспечения пассивной безопасности	71
2.2.3 Методы повышения пассивной безопасности автомобиля	72
2.3 ПОСЛЕАВАРИЙНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ АВТОМОБИЛЯ	87
2.4 ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ АВТОМОБИЛЯ	92
2.4.1 Вредные выбросы АТС	92
2.4.2 Шумовое загрязнение	95
2.4.3 Транспортная вибрация	98

Безопасность транспортных средств

2.4.4 Электромагнитное излучение	104
3 БЕЗОПАСНОСТЬ ЧЕЛОВЕКО-МАШИННЫХ СИСТЕМ.....	108
3.1 ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО МЕСТА ВОДИТЕЛЯ.....	108
3.2 ПСИХОФИЗИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ АТС И ТРЕБОВАНИЯ К ВОДИТЕЛЯМ.....	113
3.3 РОЛЬ ВОДИТЕЛЯ В ОБЕСПЕЧЕНИИ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ	114
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	116

Введение

Все большее использование транспорта в обеспечении социально-экономического функционирования современного общества обуславливает высокие требования к безопасности транспортных средств. Особенно актуальны эти требования по отношению к автомобильным грузопассажирским перевозкам.

За последние годы в соответствии с программами, принятыми по инициативе государства, в стране осуществляется комплекс мероприятий по предупреждению дорожно-транспортных происшествий (ДТП), снижению негативных воздействий на окружающую среду, совершенствованию подготовки водителей, улучшению дорожных условий, внедряются современные технические средства регулирования движения. Одним из направлений решения проблемы аварийности и вредных воздействий автотранспорта является использование транспортных средств, отвечающих требованиям безопасности.

Широчайшее использование и распространение транспортных средств оказывает воздействие на окружающую среду. На окружающую среду воздействуют такие факторы как: потребление ресурсов, загрязнение атмосферного воздуха, воды и почвы, шум и вибрации, электромагнитные излучения, сокращение мест обитания, гибель живых организмов. За последние годы в нашей стране осуществляется комплекс мер, направленных на снижение негативного воздействия транспортных средств. Разрабатываются и реализуются нормативно-технические, правовые документы в области безопасности дорожного движения и система контроля их выполнения. Принимаются меры по повышению ответственности за техническое состояние транспортных средств в эксплуатации, совершенствованию подготовки водителей, улучшению дорожных условий; внедряются современные технические средства диагностики транспортных средств и регулирования движения.

Одним из направлений решения проблемы аварийности, вредных выбросов и экономических потерь, с ними связанных, является совершенствование конструкции в целях снижения тяжести травм участников ДТП, повышение активной, пассивной, послеаварийной и экологической безопасности автомобилей. Вместе с тем, каким бы совершенным не был автомобиль элементы его конструкции, определяющие названные выше свойства, проявляются только во взаимодействии: человек - автомобиль - дорога - среда. Обеспечение безопасности систем «человек - машины» достигается управлением технической эксплуатацией транспортных средств, которая включает в себя регулярные государственные технические осмотры, выполнение установленного изготовителем регламента технического обслуживания, качественных ремонтов, подготовку водителей и лиц, ответственных за безопасную эксплуатацию транспортных средств.

1 ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ О БЕЗОПАСНОСТИ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

1.1 Безопасность транспортного средства как комплекс конструктивных и эксплуатационных свойств

В действующем с 2002 г. Федеральном законе «О техническом регулировании» № 184-ФЗ введено законодательно понятие безопасности продукции, процессов производства, перевозок и т. д., как *состояние, при котором отсутствует недопустимый риск, связанный с причинением вреда, в частности, жизни и здоровью граждан, имуществу, окружающей среде.*

В течение жизненного цикла автомобиль может находиться в различных состояниях, при которых вероятно возникновение факторов риска причинения вреда. К таким факторам риска можно отнести несовершенство конструкции и отказ автомобиля, ошибку водителя и неосторожность пешехода, дорожно-транспортное происшествие, загрязнение окружающей среды отработавшими газами и мелкодисперсными частицами, шумовое излучение и вибрацию, вторичные отходы.

Возможность эффективного использования автомобиля по назначению определяют по его эксплуатационным свойствам. Согласно классификации, предложенной академиком Е. А. Чудаковым, к эксплуатационным свойствам автомобиля относятся динамичность, топливная экономичность, устойчивость, управляемость, проходимость, плавность, надежность, вместимость и т. д.

Последствия количественного роста подвижного состава, увеличение скорости и плотности движения ТС создали объективную потребность системного изучения факторов, влияющих на безопасность автомобилей, и объединения эксплуатационных свойств автомобиля в составе двух комплексов - конструктивной и эксплуатационной безопасности ТС (рисунок 1.1).

Конструктивная безопасность автомобиля

Конструктивная безопасность (безопасность конструкции АТС) обеспечивается как при проектировании и создании новых моделей АТС, так и при производстве АТС. Перед началом проектирования изучаются имеющиеся законодательные акты (законы, ведомственные постановления, ПДД, требования к дорогам, топливам, системы сертификации и т. д.). Затем определяется объем нормативов, которым должна соответствовать разработанная модель.

Безопасность транспортных средств

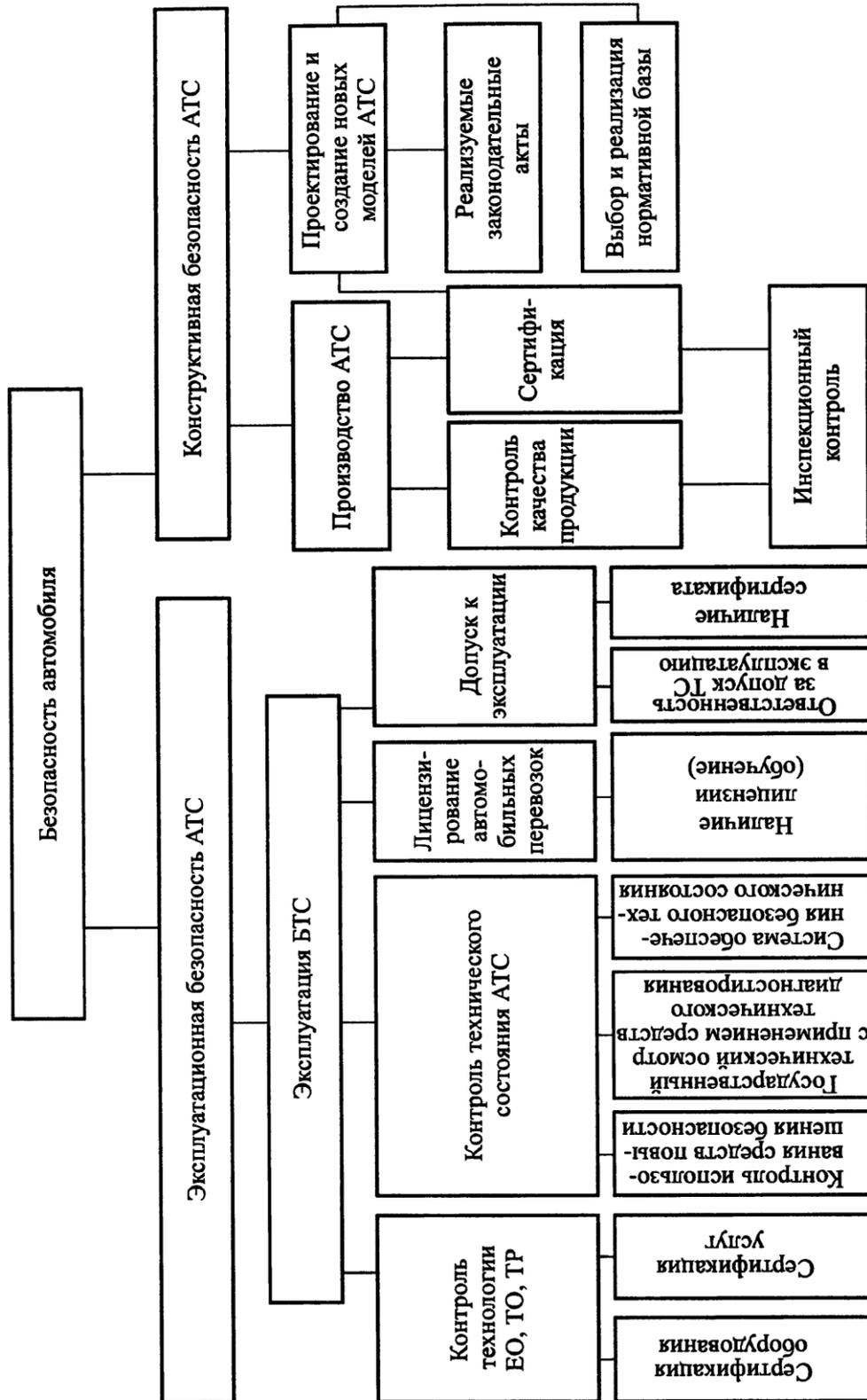


Рисунок 1.1 - Методы обеспечения безопасности АТС

Минимальным объемом нормативов является перечень требований, которым должна соответствовать конструкция при сертификации автомобиля. *Сертификация* - комплекс мероприятий по подтверждению соответствия

Безопасность транспортных средств

конструкции автомобиля установленным в РФ нормативным предписанием в соответствии с «Системой сертификации механических транспортных средств и прицепов» (ГОСТ Р), который регулярно пересматривается (раз в несколько лет). Перед началом производства АТС предприятие-изготовитель должно получить сертификат, который является одним из основных документов при регистрации каждого автомобиля в органах ГИБДД.

Конструктивная безопасность автомобиля является сложным свойством. Учитывая разнообразие источников возникновения факторов риска причинения вреда, конструктивную безопасность принято в принципе разделять на *активную*, *пассивную*, *послеаварийную* и *экологическую* (рисунок 1.2).

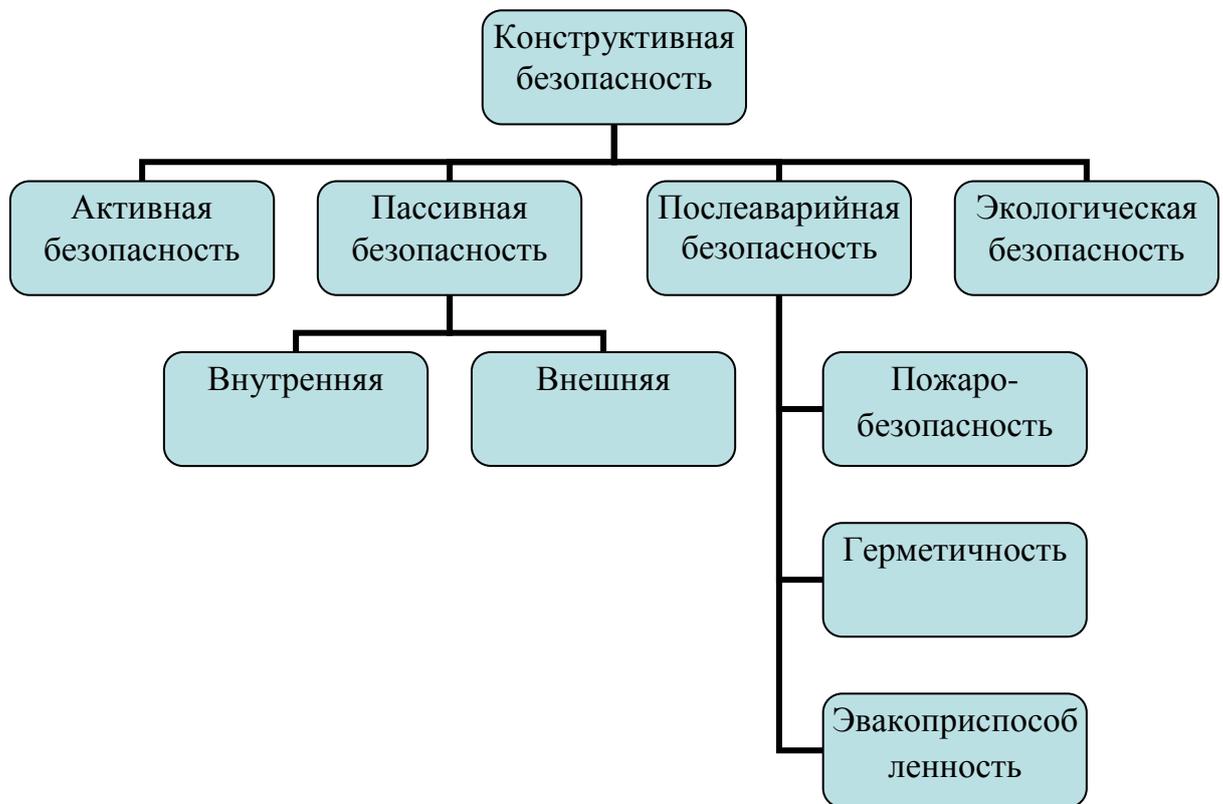


Рисунок 1.2 – Структура конструктивной безопасности АТС

Активная безопасность автомобиля - свойство автомобиля, позволяющее водителю предотвращать дорожно-транспортное происшествие (снижать вероятность риска возникновения ДТП). Уровень активной безопасности (АБ) автомобиля проявляется в нештатной ситуации, когда водитель в состоянии изменить характер движения.

Пассивная безопасность автомобиля - свойство автомобиля предотвращать или снижать тяжесть причинения вреда жизни и здоровью участникам движения (уменьшать вероятность риска травмирования, гибели, потери имущества) при дорожно-транспортном происшествии.

Безопасность транспортных средств

Различают *внутреннюю пассивную безопасность*, снижающую травматизм пассажиров и водителя, обеспечивающую сохранность груза, и *внешнюю пассивную безопасность*, которая уменьшает вероятность нанесения вреда другим участникам движения. Уровень пассивной безопасности (ПБ) автомобиля можно характеризовать ударно-прочностными свойствами и возгораемостью (внутренняя ПБ), а безопасность элементов обустройства дорог (внешняя ПБ) - ударно-прочностными свойствами.

Эффективность ПБ во многом зависит от наличия удерживающих средств: специальных и квазизащитных.

Специальные - средства, установленные для повышения эффективности связи водителя, пассажира или груза с автомобилем (ремни безопасности, пневматические защитные устройства, экраны или спецкрепления для защиты от перемещений при ударе груза).

Квазизащитные - это средства, основное функциональное назначение которых не связано с обеспечением ПБ. Они размещены в зоне возможного удара человека (элементы управления и интерьера) и в зонах возможного перемещения грузов (задняя стенка кабины, элементы крепления сиденья).

Послеаварийная безопасность автомобиля - свойство автомобиля снижать тяжесть последствий ДТП в конечной фазе и после ДТП.

К послеаварийной безопасности (ПАБ) относятся:

пожаробезопасность - показатель, характеризующий величину, обратную вероятности риска причинения вреда при возгорании автомобиля. Показатель определяется как конструкцией автомобиля, так и наличием средств пожаротушения;

герметичность - показатель, характеризующий величину, обратную вероятности риска проникновения воды в салон, кабину, фургон при погружении автомобиля в воду или затоплении;

эвакуационная приспособленность - показатель, характеризующий возможность быстрой эвакуации пострадавших и оказания первичной медицинской помощи. Показатель определяется как конструкцией замков, дверей, так и наличием запасных выходов, аварийной сигнализации, медицинской аптечки.

В большинстве случаев провести четкую границу между требованиями ПБ и ПАБ не всегда возможно. Так, например, замки автомобильных дверей должны выдерживать большие перегрузки, не открываясь, чтобы предотвратить выпадение пассажиров при ДТП (ПБ). Вместе с тем, они не должны заклиниваться и препятствовать эвакуации пострадавших из автомобиля (ПАБ). В этом случае послеаварийную безопасность следует рассматривать в составе пассивной безопасности ТС.

Экологическая безопасность автомобиля - это свойство автомобиля, позволяющее уменьшить риск причинения вреда участникам движения и окружающей среде в условиях эксплуатации. Под экологической безопасностью (ЭБ) автомобиля мы будем понимать комплекс конструктивных свойств, минимизирующих объемы выбросов вредных веществ с отработавшими газами и мелкодисперсными частицами, уменьшающих уровни шума и вибрации, снижающих отходы при ТО и Р в процессе эксплуатации автомобиля.

Эксплуатационная безопасность автомобиля

Проблема содержания автомобилей в исправном состоянии, с точки зрения обеспечения безопасности дорожного движения и окружающей среды, поставлена в развитых странах в ряд важных государственных задач. Снижение количества участвующих в движении неисправных автомобилей - это постоянное требование и для настоящего дня.

Обеспечение безопасности при эксплуатации АТС (эксплуатационная безопасность) на первом этапе осуществляется при допуске к эксплуатации (регистрации АТС в органах ГИБДД), когда проверяется наличие сертификата, а также может ограничиваться допуск к эксплуатации автомобилей с большим сроком эксплуатации (5 или 10 лет), автомобилей, не предназначенных для правостороннего движения и т. д. Система поддержания безопасного технического состояния АТС осуществляется эксплуатирующей организацией (или собственником), а результаты ее функционирования контролируются при проведении государственных технических осмотров.

Для обеспечения возможности проведения эксплуатации автомобиля с учетом требований безопасности проводится обучение персонала при лицензировании автомобильных перевозок. Организации, которые выполняют ЕО, ТО и ТР, должны иметь соответствующие сертификаты для обеспечения качественного выполнения работ. Органы ГИБДД должны контролировать использование водителями и пассажирами ремней безопасности, шлемов и других средств повышения безопасности.

1.2 Классификация автотранспортных средств

Классификация — это разделение автомобилей на группы, классы или категории в зависимости от конструкции, назначения или технических особенностей.

По назначению автомобили подразделяются на

- пассажирские
- грузовые
- специальные.

Пассажирские автомобили предназначены для перевозки пассажиров, грузовые — для перевозки грузов. Специальные автомобили не выполняют транспортную работу, т.е. не перевозят пассажиров или грузы. Они перевозят только специальное оборудование, установленное на них. К специальным автомобилям относятся пожарные, уборочные автомобили, автомастерские, автолавки, автокраны, автовышки и т.п.

- Пассажирские автомобили вместимостью до 8 человек, не считая водителя, относятся к легковым. Свыше 8 человек — к автобусам.

Безопасность транспортных средств

Грузовые автомобили могут быть:

- общего назначения
- специализированными.

Грузовые автомобили общего назначения имеют неопрокидывающийся бортовой кузов, который может быть оборудован дугами и тентом. Специализированные грузовые автомобили предназначены для перевозки определённого вида груза. Например, панелевоз — предназначен для перевозки плит и панелей, самосвал — предназначен для перевозки сыпучих грузов, бензовоз — предназначен для перевозки светлых нефтепродуктов и т.п. Специализированные грузовые автомобили оборудуются специальными кузовами и оборудованием для перевозки того вида груза, для которого они предназначены.

Автомобили могут эксплуатироваться с прицепом, полуприцепом или прицепом-ропуском.

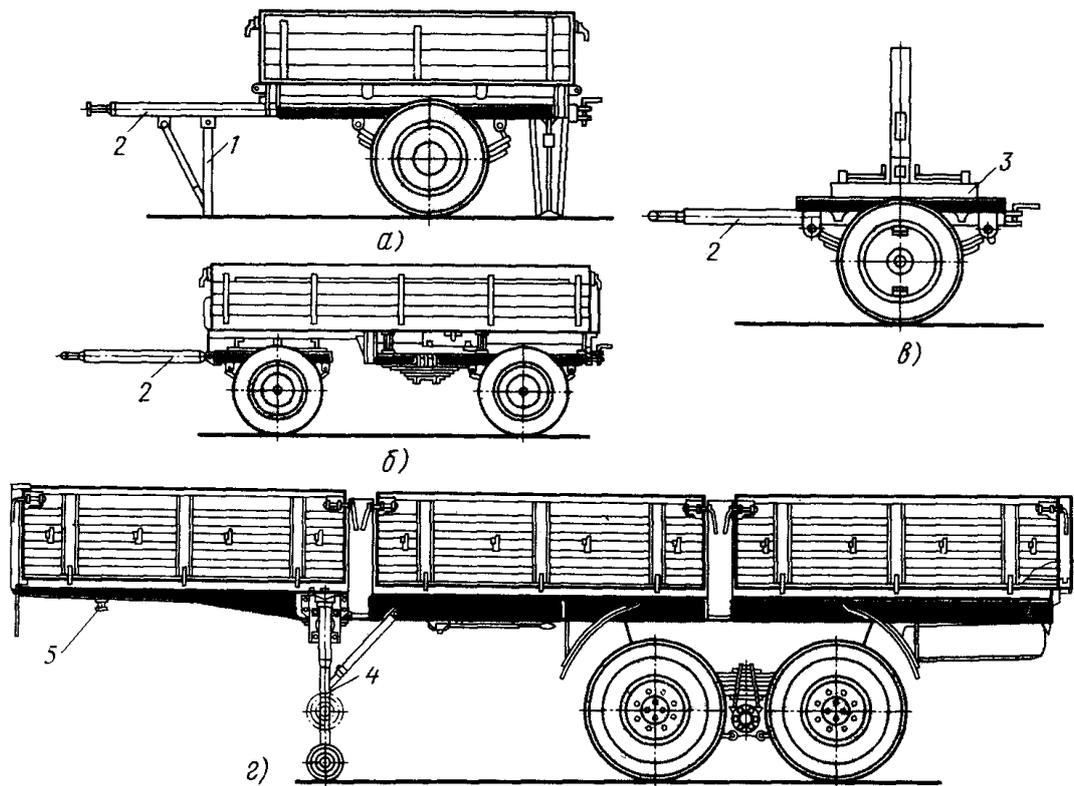
Прицеп — это буксируемое транспортное средство без водителя, в котором лишь незначительная часть его полной массы передается на буксирующий автомобиль.

Полуприцеп — это буксируемое транспортное средство без водителя, значительная часть полной массы которого передается на буксирующий автомобиль.

Прицеп-ропуск — это прицеп, предназначенный для перевозки длинномерных грузов, часто имеющий дышло изменяющейся длины.

Автомобиль, буксирующий прицеп, полуприцеп или прицеп-ропуск, называется тягачом. Тягач, предназначенный для буксировки полуприцепа, оборудуется опорно-сцепным устройством (другое название седельно-сцепное устройство или просто седло) и называется седельным тягачом.

Состав транспортных средств, состоящий из тягача и буксируемого им одного, двух или нескольких прицепов (полуприцепов, прицепов-ропусков), называется автопоездом (автомобильным поездом).



а – одноосный прицеп; б – двухосный прицеп;
в – прицеп-ропуск; г – двухосный полуприцеп

Рисунок 1.3 - Прицепной состав

Для соединения с автомобилем – тягачом прицепы имеют дышло 2 (рис. 1.3). Полуприцепы оборудуются опорной площадкой, в центре которой располагается шкворень 5, который входит в пазы захватов опорно-сцепного устройства тягача. Отцепленный от седельного тягача полуприцеп опирается на поддерживающую стойку (суппорт) 4.

Прицеп-ропуск применяют для перевозки длинномерных грузов. Грузы, уложенные в кузов автомобиля-тягача, поддерживаются прицепом-ропуском. Он имеет поворотный конник 3 — опорную поворачивающуюся балку, обеспечивающую правильное размещение груза. Дышло 2 прицепа-ропуска выполняется иногда телескопическим (раздвижным).

Для обеспечения устойчивого положения в отцепленном состоянии одноосные прицепы могут иметь переднюю 1 и (или) заднюю подставки.

ИНДЕКСАЦИЯ (ОБОЗНАЧЕНИЕ) АВТОМОБИЛЕЙ

В 1966 г. в СССР была принята отраслевая норма ОН 025270-66 «Классификация и система обозначения автомобильного подвижного состава, а также его агрегатов и узлов, выпускаемых специализированными

Безопасность транспортных средств

предприятиями». На основании ОН 025270-66 была принята система обозначения автомобилей, прицепов и полуприцепов.

В соответствии с этой системой каждый новый автомобиль обозначался аббревиатурой завода-изготовителя и имел цифровой индекс, состоящий из четырёх, пяти или шести цифр, за которыми через тире могут использоваться ещё две цифры - это говорит о том, что модель или модификация имеет дополнительные комплектации или является переходной:

- первая цифра обозначает класс автомобиля;
- вторая цифра указывает на тип (вид) автомобиля;
- третья и четвертая цифры указывают на порядковый номер модели;
- пятая цифра показывает, что это модификация, а не базовая модель;
- шестая цифра показывает вариант исполнения.

Цифровой индекс автомобиля (прицепа, полуприцепа) следует начинать расшифровывать со второй цифры.

Вторая цифра (указывает на тип (вид) автомобиля):

- 1 - легковой автомобиль;
- 2 - автобус;
- 3 - грузовой автомобиль (общего назначения);
- 4 - седельный тягач;
- 5 - самосвал;
- 6 - цистерна;
- 7 - фургон;
- 8 - резерв;
- 9 - специальный автомобиль.

Для прицепов и полуприцепов вторая цифра является показателем типа прицепа (полуприцепа), как правило, соответствующего типу тягача.

- 1 - прицеп (полуприцеп) для легкового автомобиля;
- 2 - прицеп (полуприцеп) для автобуса;
- 3 - прицеп (полуприцеп) грузовой (общего назначения);
- 4 - не применяется;
- 5 - прицеп (полуприцеп) самосвал;
- 6 - прицеп (полуприцеп) цистерна;
- 7 - прицеп (полуприцеп) фургон;
- 8 - резерв;
- 9 - специальный прицеп (полуприцеп).

Первая цифра (обозначает класс автомобиля).

Легковые автомобили классифицируют по рабочему объему двигателя. Грузовые автомобили — по полной массе. Автобусы — по габаритной длине.

В соответствии с отраслевой нормалью ОН 025270-66 легковые автомобили подразделяются на 5 классов в зависимости от рабочего объема двигателя.

Безопасность транспортных средств

Классификация легковых автомобилей в соответствии с ОН 025270-66

Первая цифра индекса легкового автомобиля	Класс легкового автомобиля	Рабочий объем двигателя, л (дм3)
1	Особо малый	до 1,2
2	Малый	от 1,3 до 1,8
3	Средний	от 1,9 до 3,5
4	Большой	свыше 3,5
5	Высший	рабочий объем не регламентируется

В соответствии с отраслевой нормалью ОН 025270-66 грузовые автомобили подразделяются на 7 классов в зависимости от их полной массы.

Классификация грузовых автомобилей в соответствии с ОН 025270-66

Первая цифра индекса грузового автомобиля (класс грузового автомобиля)	Полная масса, т (тонны)
1	до 1,2
2	от 1,3 до 2,0
3	от 2,1 до 8,0
4	от 9 до 14
5	от 15 до 20
6	от 21 до 40
7	свыше 40

Полной массой (разрешённой максимальной массой) автомобиля называется масса транспортного средства с грузом, водителем и пассажирами, установленная предприятием-изготовителем в качестве максимально допустимой.

В соответствии с отраслевой нормалью ОН 025270-66 автобусы подразделяются на 5 классов в зависимости от их габаритной длины.

Классификация автобусов в соответствии с ОН 025270-66

Первая цифра индекса автобуса	Класс автобуса	Длина автобуса, м (метры)
2	Особо малый	до 5,0
3	Малый	от 6,0 до 7,5
4	Средний	от 8,0 до 9,5
5	Большой	от 10,5 до 12,0
6	Особо большой	16,5 и более

Примечание. Класса 1 (первая цифра индекса) для автобусов не существует.

Безопасность транспортных средств

Для прицепов на первой позиции цифрового индекса (класс) указывается цифра 8. Для полуприцепов на первой позиции цифрового индекса указывается цифра 9.

Третья и четвертая цифры (указывают на порядковый номер модели).

Порядковый номер присваивается модели заводом-изготовителем.

Пятая цифра показывает, что это модификация, а не базовая модель.

Шестая цифра показывает вариант исполнения, например:

- для холодного климата - 1;
- экспортное исполнение для умеренного климата - 6;
- экспортное исполнение для тропического климата - 7.

Некоторые автомобили имеют в своем обозначении цифры 01, 03, 04 через тире после основного индекса. Это говорит о том, что модель или модификация имеет дополнительные комплектации или является переходной.

Например:

ВАЗ-21703. Автомобиль ВАЗ – произведён Волжским автомобильным заводом (г. Тольятти). Цифра 1 на второй позиции индекса означает, что это автомобиль легковой, следовательно, он классифицируется по рабочему объёму двигателя. Цифра 2 на первой позиции индекса означает класс автомобиля — рабочий объём двигателя от 1,3 л до 1,8 л. Номер модели 70. Модификация 3 (двигатель ВАЗ-21126, рабочий объём 1,6 л).

КамАЗ-5410. Автомобиль КамАЗ – произведён Камским автомобильным заводом (г. Набережные Челны). Цифра 4 на второй позиции индекса означает, что это автомобиль - седельный тягач, следовательно, он классифицируется по полной массе. Цифра 5 на первой позиции индекса означает класс автомобиля — полная масса (с учётом нагрузки на седло) от 15 т до 20 т. Номер модели 10.

ЛиАЗ-5256. Автомобиль ЛиАЗ – произведён Ликинским автобусным заводом (г. Ликино-Дулёво, Московская область). Цифра 2 на второй позиции индекса означает, что это автобус, следовательно, он классифицируется по габаритной длине. Цифра 5 на первой позиции индекса означает класс автобуса — габаритная длина от 10,5 м до 12,0 м. Номер модели 56. (Действительная габаритная длина автобуса ЛиАЗ-5256 составляет 11,4 м).

ЧМЗАП-8386. Транспортное средство ЧМЗАП – произведено Челябинским машиностроительным заводом автомобильных прицепов. Цифра 3 на второй позиции индекса означает, что это транспортное средство грузовое общего назначения, то есть имеет опрокидываемую бортовую платформу, которая может быть оборудована дугами и тентом. Цифра 8 на первой позиции индекса означает, что это прицеп. Номер модели 86.

- В настоящее время отраслевая нормаль ОН 025270-66 не носит обязательного характера, однако отечественные автозаводы в основном продолжают придерживаться её при цифровой индексации моделей вновь выпускаемых автомобилей.

Безопасность транспортных средств

С развитием в Российской Федерации системы сертификации автомобильной техники и появлением «Правил по проведению работ в системе сертификации механических транспортных средств и прицепов» на каждый новый тип транспортного средства, выпускаемый в обращение на территории Российской Федерации, стали оформлять документ, называемый «Одобрение типа транспортного средства».

В соответствии с этим документом каждый тип транспортного средства может иметь марку.

Это зарегистрированная специальным образом торговая марка, например LADA, FORD, MAZDA, TOYOTA и т.п. Если у предприятия нет зарегистрированной торговой марки, то в графе «Марка транспортного средства» Одобрения типа транспортного средства ставится прочерк. В графе «Тип транспортного средства» записывается обозначение типа, выбранное изготовителем. Для отечественных изготовителей тип, как правило, состоит из индекса модели, сформированного в соответствии с ОН 025270-66. Также тип может содержать торговое название модели, например PRIORA, KALINA (BA3-21703 LADA PRIORA)

Иностранные производители формируют свой индекс по внутренним правилам фирмы-изготовителя или ограничиваются торговым названием модели, например FORD FOCUS, VOLKSWAGEN TOUAREG, TOYOTA RAV4, MAZDA 3, PEUGEOT 308.

МЕЖДУНАРОДНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ АВТОМОБИЛЕЙ НА ОСНОВЕ РЕКОМЕНДАЦИЙ ЕЭК ООН

Для целей сертификации автотехники в Российской Федерации в настоящее время используется международная классификация, основанная на рекомендациях Европейской экономической комиссии Организации объединённых наций (ЕЭК ООН).

В соответствии с классификацией, основанной на рекомендациях ЕЭК ООН, все автомобили, мотоциклы и прицепы предлагается разделить на следующие основные группы: L, M, N, O. Подобный принцип классификации закреплён в российском ГОСТ Р 52051-2003 «Механические транспортные средства и прицепы. Классификация и определения».

Категория L — механические транспортные средства, имеющие менее четырех колес, и квадроциклы.

Категория M — механические транспортные средства, имеющие не менее четырех колес и используемые для перевозки пассажиров.

Категория M1. Транспортные средства, используемые для перевозки пассажиров и имеющие, помимо места водителя, не более восьми мест для сидения.

Категория M2. Транспортные средства, используемые для перевозки пассажиров, имеющие, помимо места водителя, более восьми мест для сидения, максимальная масса которых не превышает 5 т.

Безопасность транспортных средств

Категория М3. Транспортные средства, используемые для перевозки пассажиров, имеющие, помимо места водителя, более восьми мест для сидения, максимальная масса которых превышает 5 т.

Категория N — механические транспортные средства, имеющие не менее четырех колес и предназначенные для перевозки грузов.

Категория N1. Транспортные средства, предназначенные для перевозки грузов, имеющие максимальную массу (полную массу) не более 3,5 т.

Категория N2. Транспортные средства, предназначенные для перевозки грузов, имеющие максимальную массу (полную массу) свыше 3,5 т, но не более 12 т.

Категория N3. Транспортные средства, предназначенные для перевозки грузов, имеющие максимальную массу (полную массу) более 12 т.

Категория O — прицепы (включая полуприцепы).

Дополнительные категории:

Категория G — транспортные средства повышенной проходимости.

К транспортным средствам повышенной проходимости относят транспортные средства категорий М и N, удовлетворяющие определенным в ГОСТ Р 52051-2003 требованиям. К таким требованиям относятся, например, требования к приводам колёс, дорожному просвету (клиренсу), максимальному преодолеваемому подъёму, углам въезда и съезда, наличию механизмов блокировки дифференциалов и некоторые другие.

При обозначении категории транспортного средства буквы М и N могут сочетаться с буквой G. Например, транспортное средство категории N1, которое отвечает требованиям к транспортным средствам повышенной проходимости, может обозначаться как N1G.

Категория T — сельскохозяйственные и лесохозяйственные тракторы.

НЕОФИЦИАЛЬНАЯ ОБЩЕПРИНЯТАЯ ЕВРОПЕЙСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Кроме официально признанных классификаций, существует неофициальная, но широко используемая так называемая Общепринятая европейская классификация, согласно которой выделяются классы: А, В, С, D, Е, F, куда автомобили входят в зависимости от размеров, мощности двигателя, комплектации, стоимости. Эта классификация часто используется автомобильными журналистами для сравнительной оценки автомобилей разных марок.

К классу А относятся маленькие автомобили с двигателями небольшого литража и невысокой стоимости. К классу F — дорогие, престижные, как правило, большие автомобили с мощными двигателями. В промежуточные классы без четких классифицирующих критериев вписывается все многообразие выпускаемых в мире легковых автомобилей.

Безопасность транспортных средств

Некоторые автомобильные журналы определяют примерные границы классов легковых автомобилей, основываясь в основном на их длине. Также часто учитывают основное назначение автомобиля или его внешний типаж.

Неофициальная европейская классификация легковых автомобилей

Обозначение класса	Принятое название класса	Примерная длина автомобиля, мм
A	Особо малый	до 3500
B	Малый	от 3500 до 3900
C	Первый средний	от 3900 до 4300
D	Второй средний	от 4300 до 4600
E	Большой	от 4600 до 4900
F	Высший	более 4900
Кроме этого, в зависимости от внешнего типажа автомобиля принято выделять следующие основные классы:		
Обозначение класса	Принятое название класса	Внешний типаж
G	Первый спортивный	Недорогие спортивные купе
H	Второй спортивный	Дорогие спортивные купе
SUV1	Sport Utility Vehicle 1 – автомобиль спортивного сервиса 1	Небольшие внедорожники
SUV2	Sport Utility Vehicle 2 – автомобиль спортивного сервиса 2	Большие внедорожники
MPV	Multi-Purpose Vehicle – многоцелевой автомобиль	Универсалы повышенной вместимости, минивэны

Появление на рынке квадроциклов, способных двигаться по бездорожью, привело к созданию нового класса транспортных средств, получившего обозначение ATV - All Terrain Vehicle.

1.3 Национальные, внутренние и международные документы, регламентирующие безопасность транспортных средств

Сертификация АТС

В развитых странах требования к безопасности АТС установлены законодательными актами. В Российской Федерации такими документами являются: федеральный закон № 196-ФЗ «О безопасности дорожного движения» и федеральный закон № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды».

С целью разрешения реализации в России АТС, соответствующих установленным требованиям безопасности для жизни, здоровья или имущества граждан и охраны окружающей среды, проводятся их испытания и проверки производства в рамках обязательной сертификации. Правила и порядок обязательной сертификации по требованиям безопасности регламентируются федеральным законом № 184-ФЗ «О техническом регулировании».

Для сертификации автомобилей, составных частей и оборудования, запасных частей и принадлежностей создана Система механических транспортных средств и прицепов. В Системе учтены положения международных стандартов, Система учитывает обязательства и требования, вытекающие из присоединения Российской Федерации к Женевскому Соглашению 1958 г., к Глобальному соглашению 1998 г., Соглашению о периодических технических осмотрах 1997 г., а также к Венской конвенции о дорожном движении 1968 года.

Основополагающим документом Системы являются Правила по проведению работ в Системе сертификации механических транспортных средств и прицепов, утвержденные Госстандартом России. Правила содержат:

- порядок сертификации транспортных средств, составных частей и предметов оборудования;
- порядок сертификации запасных частей и принадлежностей к механическим транспортным средствам и прицепах.

В Системе соответствие автомобилей установленным требованиям нормативных документов подтверждается посредством выдачи «Одобрения типа транспортного средства». По отдельным свойствам, а также на составные части и предметы оборудования, запчасти и принадлежности оформляется «Сертификат соответствия».

Проверка соответствия конкретного типа автомобиля требованиям безопасности в общем случае предусматривает следующие работы:

- определение путем проведения испытаний соответствия образца требованиям безопасности, установленным нормативными документами;

Безопасность транспортных средств

- проверку производства автомобилей на наличие условий, обеспечивающих стабильный уровень характеристик и показателей безопасности, подтверждаемых испытаниями;
- выдачу «Одобрения типа транспортного средства»;
- инспекционный контроль соответствия выпускаемых автомобилей требованиям безопасности.

При выдаче «Одобрения типа транспортного средства» признаются результаты проверок соответствия автомобилей требованиям безопасности в других региональных или национальных системах, действующих в рамках Женевского Соглашения 1958 г., о присоединении к которому заявлено Российской Федерацией. «Одобрение типа транспортного средства», выдается изготовителю (импортеру) Административным органом Системы по установленной форме на срок не более 3 лет.

В «Одобрении типа транспортного средства» приводятся описания типа транспортного средства, типа двигателя, основных систем, обеспечивающих требования безопасности, масса и габаритные размеры. В приложении дается перечень официальных сообщений о проведенных испытаниях и проверках транспортного средства. Номер «Одобрения типа транспортного средства» приводится в паспорте транспортного средства и информационной табличке на кузове автомобиля.

Контроль соответствия АТС требованиям эксплуатационной безопасности проводится при технических осмотрах автомобилей. Нормативным документом, на соответствие которому проводится проверка технического состояния АТС является ГОСТ Р 51709-2001.

Ответственность за нарушение требований безопасности АТС

За нарушение требований безопасности автотранспорта предусмотрена гражданская, административная и уголовная ответственность.

Уголовному наказанию подлежат:

- нарушение лицом, управляющим автомобилем, трамваем другим транспортным средством, правил дорожного движения или эксплуатации, повлекшее по неосторожности смерть человека, причинение тяжкого или средней тяжести вреда здоровью;
- недоброкачественный ремонт транспортных средств, путей сообщения, средств сигнализации, связи или иного транспортного оборудованTM, а равно выпуск в эксплуатацию технически неисправных транспортных средств лицом, ответственным за техническое состояние транспортных средств, если эти деяния повлекли по неосторожности смерть человека, или причинение тяжкого или средней тяжести вреда здоровью человека, или причинение крупного ущерба.

Согласно Кодексу Российской Федерации об административных правонарушениях (КоАП РФ) административный штраф накладывается:

- за нарушение Правил дорожного движения;

Безопасность транспортных средств

- выпуск в эксплуатацию и эксплуатация механических ТС с превышением нормативов содержания загрязняющих веществ в выбросах или нормативов уровня шума;
- нарушение правил перевозки автомобильным транспортом крупногабаритных, тяжеловесных и опасных грузов.

Юридические лица и граждане, деятельность которых связана с повышенной опасностью для окружающих (использование транспортных средств, механизмов и т. д.), согласно Гражданскому кодексу РФ обязаны возместить вред, причиненный источником повышенной опасности. Если в результате ДТП пострадали третьи лица, вред, причиненный им, также подлежит возмещению владельцами АТС.

2 Конструктивная безопасность транспортных средств

2.1 Активная безопасность автомобиля

2.1.1 Активная безопасность автомобиля как комплексное эксплуатационное свойство

Активная безопасность, составляющая конструктивной безопасности автомобиля, является комплексным эксплуатационным свойством, непосредственно связанным с эффективным использованием ТС по назначению - перевозке грузов и пассажиров.

Активную безопасность АТС определяют:

- информационная обеспеченность;
- тормозные свойства;
- тягово-скоростные свойства;
- управляемость;
- устойчивость.

Косвенное влияние на активную безопасность оказывают: надежность и эргономичность автомобиля, параметры дороги, с которыми должны согласовываться компоновочные, весовые и другие параметры автомобиля.

2.1.2 Компоновочные решения, масса и тяговая динамичность автомобиля

Габариты автомобиля - наибольшие размеры внешних очертаний ТС. Это - длина Z_a , ширина B_a , высота H_a . Габариты автомобиля, а также база L и масса автомобилей определяют физические характеристики транспортного потока и имеют большое значение для безопасности движения. Требования, ограничивающие размеры и массу ТС, во всех странах устанавливаются в законодательном порядке.

При движении автомобиль подвергается воздействию случайных возмущений, стремящихся изменить характер движения. К таким возмущениям относятся удары колес о неровности покрытия, изменение поперечного уклона дороги, боковой ветер, случайный поворот передних колес и т. п. Вследствие этого даже на строго прямолинейных участках дороги автомобиль находится под углом к оси дороги, и размер полосы, потребной для его движения - динамический коридор, превышает его габаритную ширину.

Безопасность транспортных средств

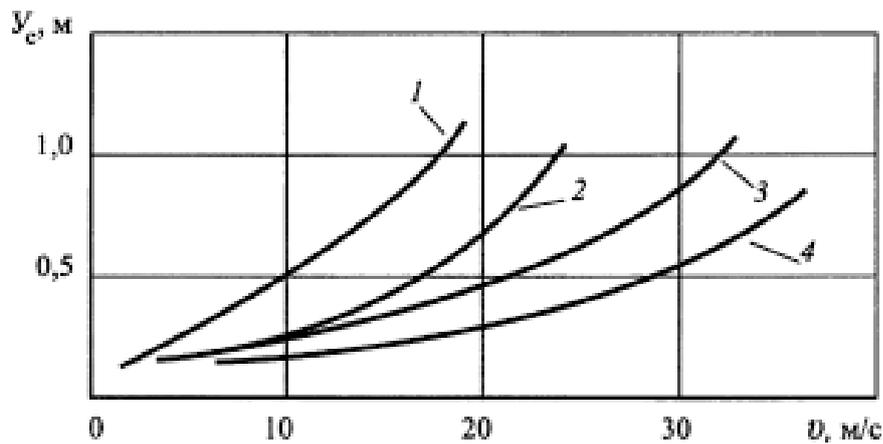
Ширина динамического коридора зависит от габаритных размеров автомобиля и его скорости.

На рисунке 2.1 приведены экспериментальные зависимости поперечного смещения центра тяжести автомобилей Y_c от их скорости v . Из графиков следует, что, чем меньше ширина полосы движения на дороге и чем больше габаритные размеры ТС, тем ниже должна быть скорость движения.

Для автопоездов ширина динамического коридора с увеличением скорости возрастает быстрее, чем для одиночного автомобиля, вследствие угловых колебаний («виляния») прицепов или полуприцепов в горизонтальной плоскости.

В расчетах ширины динамического коридора ТС рекомендуется принимать:

- легковые автомобили 2,8-3,1 м;
- среднетонажные грузовые автомобили, автобусы и троллейбусы 3,5-4,3 м;
- крупногабаритные грузовые автомобили, автобусы большой вместимости и автопоезда 3,7-4,5 м.



1 - ЗИЛ 43141; 2 - ГАЗ 3309; 3 - ГАЗ 3110; 4 - ВАЗ 2110

Рис. 2.1. Поперечное смещение центра тяжести автомобилей в зависимости от скорости

Более весомо влияние геометрических параметров АТС при криволинейном движении. Хотя при крутых поворотах скорости автомобиля обычно невелики и случайные возмущения незначительны, ширина динамического коридора может быть достаточно большой, рисунок 2.2.

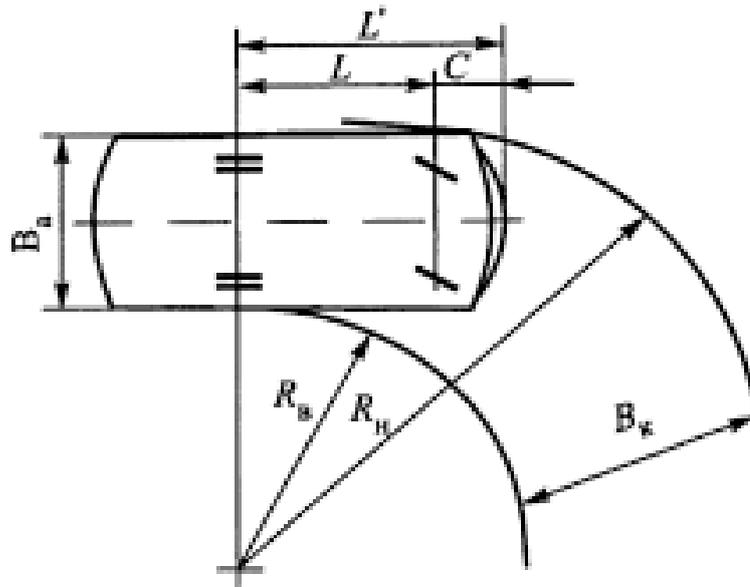


Рисунок 2.2 - Динамический коридор при повороте автомобиля

Ширину динамического коридора при повороте можно определить по формулам:

для одиночного автомобиля

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

где R_n и R_v - соответственно наружный и внутренний габаритные радиусы поворота автомобиля;

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

для автопоезда

$$B_k \approx \sqrt{\left(R_a + \frac{B_a}{2}\right)^2 + (L = C)^2} + \frac{B_a}{2} + C_k - R_0,$$

где R_0 - радиус кривизны круговой траектории, по которой движется се-редина заднего моста тягача;

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

C_k - сдвиг заднего моста прицепа относительно моста тягача.

При движении автомобиля, когда его передние колеса повернуты на максимальный угол, ширина динамического коридора примерно в 1,5 раза больше его габаритной ширины, а у городских автобусов категории М₃ примерно в 2 раза.

Безопасность транспортных средств

Для уменьшения ширины динамического коридора при повороте АТС в последнее время конструкторами применяются закругленные обводы передней и задней частей автомобилей.

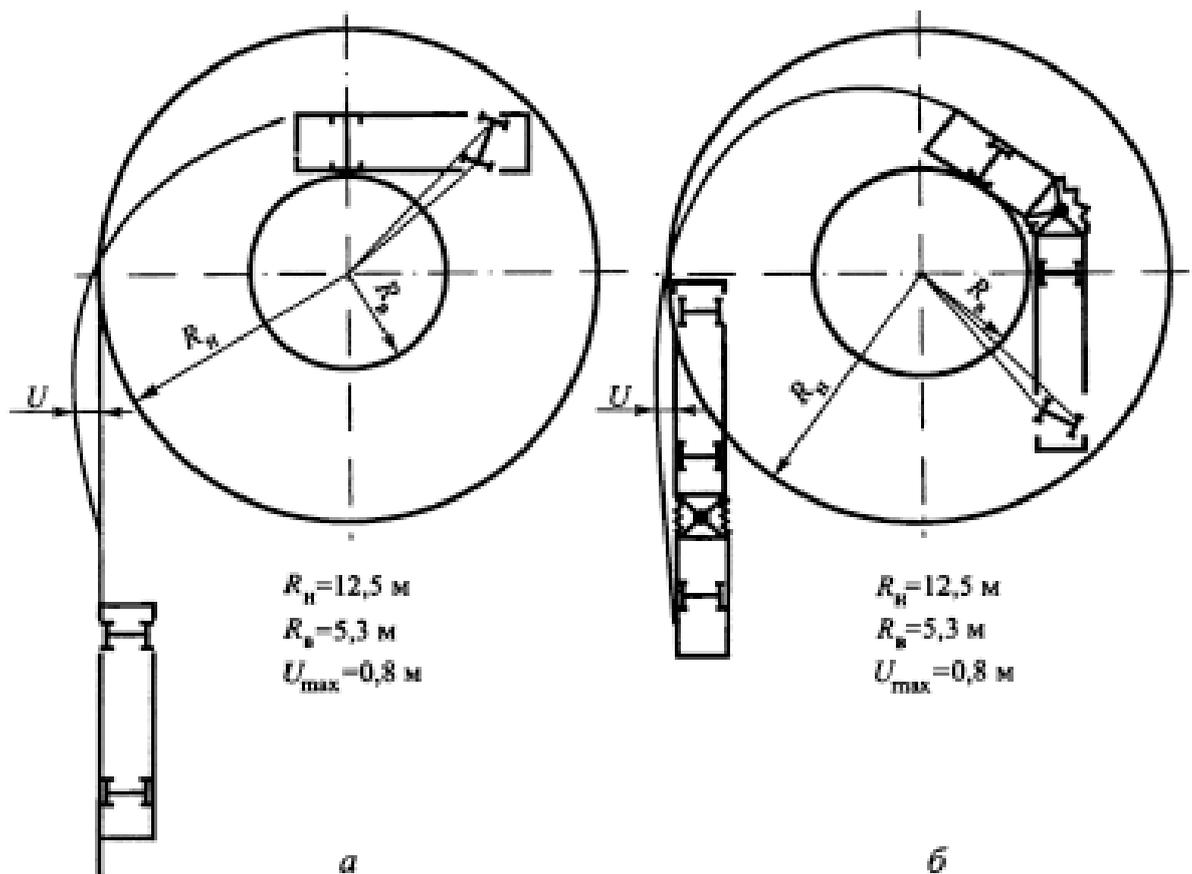
ГОСТ Р 41.36-99 регламентирует маневренность автобусов вместимостью более 22 пассажиров. При движении ТС на повороте вправо или влево оно должно полностью вписываться по наиболее выступающей точке в круг радиусом поворота 12,5 м, рисунок 2.3. Максимальный вылет крайней точки U при повороте указывается на задней части кузова автобуса.

Ширина динамического коридора автопоезда зависит от числа прицепных звеньев, их базы и длины дышла, поэтому значительно больше, чем у одиночного автомобиля с той же габаритной шириной. Большая ширина полосы движения, занимаемой автопоездами, наряду с их неудовлетворительной динамичностью является одной из причин обозначения автопоездов по требованиям безопасности специальными опознавательными знаками: спереди - «Автопоезд», сзади - «Длинномерное транспортное средство».

Для улучшения маневренности и уменьшения ширины динамического коридора в составе автопоездов применяют прицепы с управляемыми передними колесами, в ходовой части автобусов особо большой вместимости устанавливают заднюю подруливающую ось.

Габаритная высота H имеет значение при проезде автомобилей под путепроводами и проводами контактной сети. ТС с высоко расположенным центром тяжести испытывают значительные угловые колебания в поперечной плоскости. Максимально допустимая габаритная высота ТС составляет 3,8 м.

Габариты ТС (длина, ширина и высота) и минимальный радиус поворота указываются изготовителем в Руководстве по эксплуатации ТС.



а - жесткое ТС; б - сочлененное ТС
 Рисунок 2.3 - Схема маневренности автобуса

Масса автомобиля. Массовая характеристика ТС включает в себя:

- массу автомобиля в снаряженном состоянии;
- полную массу;
- сухую массу;
- максимальную массу.

Снаряженная (собственная) масса - это масса полностью заправленного автомобиля с запасным колесом, инструментом и водителем.

Полная масса включает в себя снаряженную массу и расчетную номинальную массу груза или пассажиров, установленную предприятием-изготовителем в качестве максимально допустимой.

Сухая масса - это масса незаправленного автомобиля без инструмента и запасного колеса.

Максимальная масса представляет собой сумму нагрузок на оси ТС, ограничивается предельно допустимой нагрузкой на ось и не должна превышать разрешенную нагрузку на ось для дорог определенной категории.

Масса ТС кроме непосредственного влияния на активную безопасность ТС, также косвенно воздействует на техническое состояние дорожного покрытия. Многократное динамическое воздействие ТС на дорогу приводит к накоплению

пластических деформаций, нарушению внутренних связей между ее слоями и, как следствие, к снижению сроков службы покрытия.

Тяговая динамичность - свойство автомобиля, характеризующее связь между силами, движущими автомобиль, и силами сопротивления движению. При оценке активной безопасности ТС в движении рассматривают следующие показатели тяговой динамичности:

- максимальные скорость v_{max} и ускорение j_{max} ;
- минимальные время t_p и путь разгона S_v на горизонтальной дороге с твердым покрытием хорошего качества при прямолинейном движении автомобиля.

Особенности же криволинейного движения исследуют при изучении устойчивости и управляемости автомобиля.

Силы и моменты, действующие в общем случае на автомобиль, который разгоняется на подъеме, показаны на рисунке 2.4.

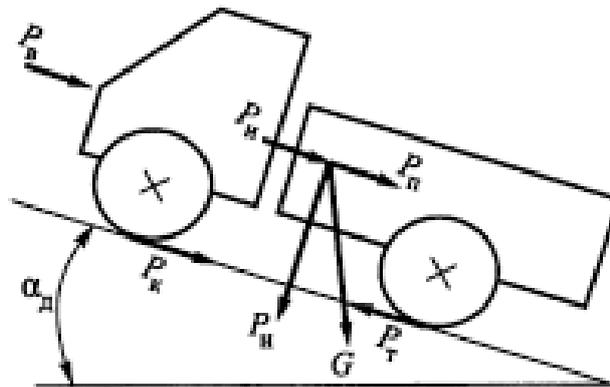


Рисунок 2.4 - Силы, действующие на автомобиль при разгоне на подъеме

Из теории автомобиля известно уравнение движения автомобиля, связывающее эти силы:

$$P_T - P_w - P_d - P_v = 0,$$

где P_T - сила тяги на ведущих колесах автомобиля;

P_w - приведенная сила инерции автомобиля;

$P_d = P_k + P_p$ - сила сопротивления дороги (P_k - сила сопротивления качению, P_p - сила сопротивления подъему);

P_v - сила сопротивления воздуха.

Формулы для определения составляющих вышеприведенного уравнения движения автомобиля приведены в специальной литературе /1, стр. 44, 45/.

Максимальная скорость автомобиля является показателем его предельных возможностей. При разгоне с максимальным ускорением возникают большие инерционные нагрузки, неприятно действующие на пассажиров и водителя.

Безопасность транспортных средств

Поэтому в обычных условиях движения ускорение не превышает $(0,5-0,8) j_{max}$, достигая предельных значений лишь в особых случаях: например, при динамическом преодолении крутого подъема, в процессе обгона или при выходе из сложной дорожной ситуации путем обгона.

Обгон представляет собой сложный и опасный маневр, связанный с выездом на соседнюю полосу движения с высокой скоростью и требующий свободного пространства перед обгоняющим автомобилем.

Чем больше скорость и выше плотность транспортного потока, тем больше вероятность ДТП при обгоне и выше степень тяжести ДТП.

Обгон может совершаться с постоянной и с возрастающей скоростью. Несмотря на то, что требования безопасности во втором случае выше, основные этапы обгона одинаковы, и могут быть рассмотрены на одном примере, рисунке 2.5.

Обгон с постоянной скоростью характерен для свободного, нестесненного движения автомобиля в загородных условиях. Тогда водитель обгоняющего автомобиля имеет впереди себя достаточное пространство для предварительного разгона до большей скорости v_1 . Эта скорость должна быть больше скорости v_2 обгоняемого автомобиля.

Путь обгона $S_{об}$ и время обгона $t_{об}$, необходимые в этом случае для безопасного обгона, определяют по формулам:

$$S_{об} = \frac{D_1 + D_2 + L_1 + L_2}{v_1 - v_2} v_1; \quad t_{об} = \frac{(D_1 + D_2 + L_1 + L_2)}{v_1 - v_2},$$

где D_1 и D_2 - дистанции безопасности между обгоняющим и обгоняемым автомобилями в начале и конце обгона, м;

L_1 и L_2 — габаритные длины автомобилей, м;

v_1 и v_2 - скорости обгоняющего и обгоняемого автомобилей, м/с.

Первая дистанция безопасности может быть представлена в виде функции скорости обгоняющего автомобиля

$$D_1 = a_{об} v_1^2 + 4,$$

и вторая - в виде функции скорости обгоняемого автомобиля

$$D_2 = b_{об} v_2^2 + 4,$$

где $a_{об}$ и $b_{об}$ - эмпирические коэффициенты, зависящие от типа обгоняемого автомобиля (табл. 2.1).

Безопасность транспортных средств

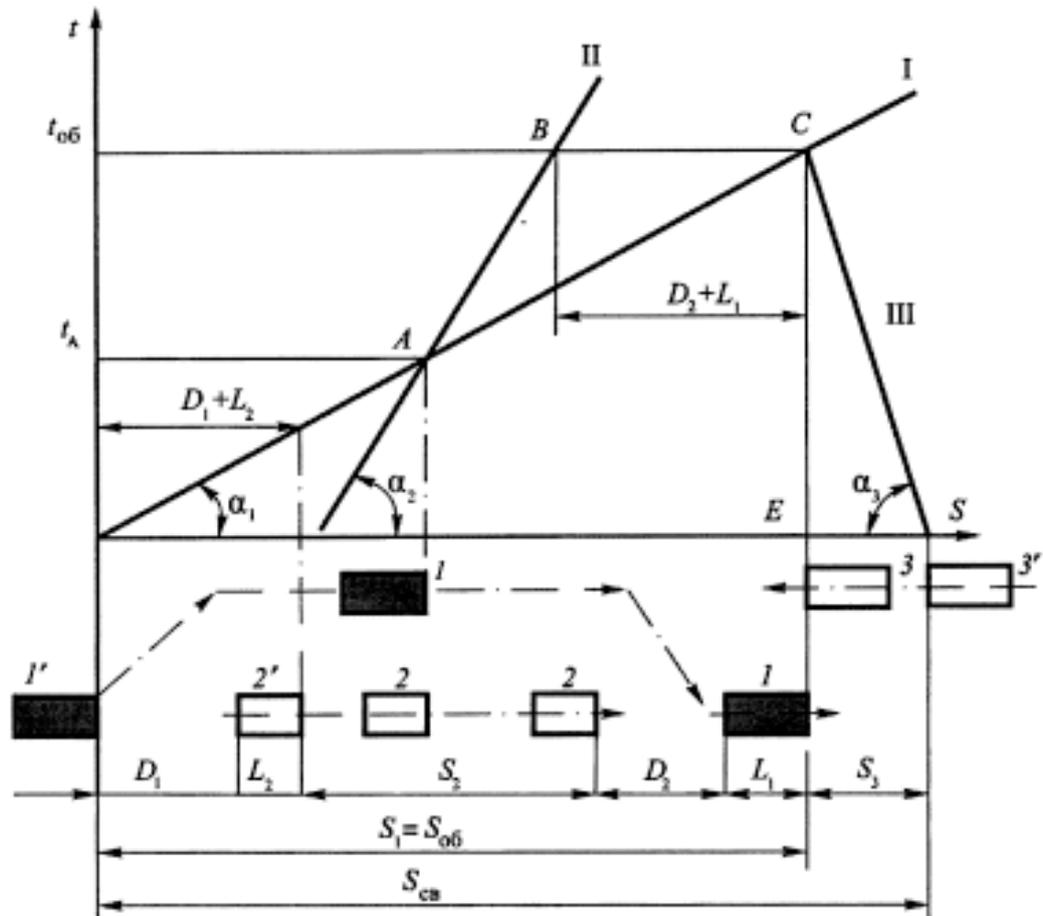


Рисунок 2.5 – Схема и график обгона

Таблица 2.1

Автомобили	$a_{об}$	$b_{об}$
Легковой	0,33	0,26
Грузовой средней грузоподъемности	0,53	0,48
Грузовой большой грузоподъемности, автобус и автопоезд	0,75	0,67

Зная путь обгона $S_{об}$ и скорость встречного автомобиля v_3 , можно определить минимальное расстояние $S_{св}$, которое должно быть свободным перед обгоняющим автомобилем в начале обгона:

$$S_{св} = S_{об} + S_3 = S_{об}(1 + v_3/v_1) = \frac{D_1 + D_2 + L_1 + L_2}{v_1 - v_2}(v_1 + v_3).$$

Положения обгоняющего, обгоняемого и встречного автомобилей в начальный момент времени отмечены в нижней части схемы соответственно

Безопасность транспортных средств

цифрами 1', 2', и 3'. Движение всех трех автомобилей считаем равномерным, и соответствующие зависимости $S = S(t)$ представляют собой прямые линии I, II и III. Котангенсы углов α_1 , α_2 , и α_3 наклона этих прямых пропорциональны скоростям v_1 , v_2 и v_3 автомобилей.

В начале обгона расстояние между передними частями обгоняющего и обгоняемого автомобилей равно $D_1 + L_2$. Точка A пересечения прямых I и II характеризует момент обгона, в который оба автомобиля поравнялись (время t_A) после чего обгоняющий автомобиль начинает выходить вперед. Находим на графике две точки C и B на линиях I и II, расстояние между которыми по горизонтали было бы равно сумме $D_2 + L_1$. Тогда абсцисса точки C определит путь обгона, а ордината - время обгона.

Путь и время, необходимые для безопасного обгона, резко возрастают при увеличении скорости обгоняемого автомобиля. При $v_1 = 30$ м/с, $v_2 = v_3 = 10$ м/с, $L_1 = L_2 = 5$ м для безопасного обгона необходимы расстояние примерно 500 м и время около 17 с. При повышении скорости v_2 до 20 м/с путь обгона возрастает до 1260 м, а время до 95 с. Таким образом, если водитель обгоняемого автомобиля повысит скорость, не желая уступить дорогу, это резко увеличит время и путь обгона, и может привести к аварии. Поэтому правила дорожного движения запрещают водителю обгоняемого автомобиля препятствовать завершению обгона.

Обгоны с постоянной скоростью возможны на дорогах с проезжей частью шириной более 7-8 м и интенсивностью движения в обоих направлениях менее 40-60 автомобилей в час, т. е. с интервалом движения около 1 мин. Значительно сложнее и опаснее обгонять при большей интенсивности движения. Так, если интенсивность превышает 150-160 автомобилей в час, то они движутся сплошным потоком. В этих условиях быстроходный автомобиль, догнав медленно движущийся автомобиль, уменьшает скорость и некоторое время движется позади него с той же скоростью. При появлении перед обгоняемым автомобилем достаточного свободного расстояния водитель начинает обгон, сочетая его с разгоном.

В случае обгона, сочетаемого с разгоном, большое значение имеет приемистость автомобиля. Чем больше максимальное ускорение автомобиля тем быстрее будет закончен обгон.

Наиболее безопасен обгон легковым автомобилем тихоходного транспортного средства, например грузового автомобиля. Напротив, обгоны легковых автомобилей, предпринимаемые водителями грузовых автомобилей и даже автопоездов, весьма опасны и нередко заканчиваются трагически. Для снижения вероятности ДТП наиболее часто вводят запрещения обгонов для грузовых автомобилей.

2.1.3 Тормозное управление

При возникновении опасности движения водитель должен принять возможные меры к снижению скорости вплоть до остановки ТС. Это возможно, когда тормозной динамичности автомобиля соответствует его эффективное торможение за счет специальной тормозной системы, создающей большое дополнительное сопротивление движению, равномерно распределяющей тормозное усилие между колесами и быстро снижающей скорость.

Тормозное управление современных автомобилей включает четыре тормозные системы:

- рабочую;
- запасную;
- стояночную;
- вспомогательную.

Рабочая тормозная система является основной. Она предназначена для регулирования скорости автомобиля в любых условиях движения.

Запасная система используется в случае отказа рабочей системы, а *стояночная* - удерживает неподвижный автомобиль на месте, в том числе и на уклонах.

Вспомогательная тормозная система нужна для поддержания скорости автомобиля постоянной в течение длительного времени (снижает энергонагруженность рабочей тормозной системы, предохраняет ТС от нежелательного разгона). На автомобилях M_1 и грузовых автомобилях малой и средней грузоподъемности (N_1 и N_2) в качестве запасной системы часто используют стояночную, а во вспомогательной системе - двигатель. На грузовых автомобилях большой грузоподъемности и автобусах большой вместимости применяют четыре отдельные тормозные системы.

Рабочая и запасная тормозные системы

Наибольшее значение для безопасности автомобиля имеет рабочая тормозная система. Ее применяют для плавного снижения скорости с замедлением $2,5-3 \text{ м/с}^2$ (служебное торможение) и для резкого уменьшения скорости с максимально возможным в данных дорожных условиях замедлением до $8-9 \text{ м/с}^2$ (экстренное или аварийное торможение).

При одном назначении рабочей и запасной тормозных систем, требования эффективности торможения запасной тормозной системой, предназначенной для снижения скорости АТС при выходе из строя рабочей тормозной системы, менее жесткие.

Для обеспечения безопасности автомобиля тормозная система должна удовлетворять следующим требованиям:

1. Время срабатывания системы должно быть минимальным, а замедление - максимальным во всех условиях эксплуатации.

Безопасность транспортных средств

2. Все колеса должны затормаживаться системой одновременно и с одинаковой интенсивностью.
3. Тормозные силы на колесах должны нарастать плавно, в системе не должно быть заеданий и заклиниваний.
4. Эффективность действия системы должна быть постоянной в течение всего срока службы, а вероятность отказов минимальной.
5. Работа системы не должна вызывать потери устойчивости.
6. Усилия, необходимые для перемещения рабочих органов управления (педали, рычаги) системы, не должны превышать физических возможностей водителя.
7. Система должна иметь сигнализацию для информирования участников движения о начале, интенсивности и окончании торможения.

Эффективность торможения и устойчивость при торможении

Рассмотрим процесс торможения, рисунок 2.6, поэтапно и во времени.

1) *Время реакции водителя t_p .*

Водитель, заметив препятствие и оценив дорожную обстановку, принимает решение о торможении. Он переносит ногу с педали подачи топлива на тормозную педаль. Принято считать, что время реакции водителя находится в пределах от 0,3 до 2,5 с. При неожиданном возникновении опасности это время больше. Скорость автомобиля, практически, не меняется.

Время, необходимое для этих действий зависит от условий обзорности автомобиля, но в большей степени от квалификации водителя, его возраста, степени утомления и других факторов, поэтому при оценке эффективности торможения не нормируется. Предельное значение времени реакции водителя может быть одним из критериев надежности водителя.

2) *Время срабатывания тормозной системы t_{cp} .*

Этот период принято делить на два временных интервала:

время запаздывания тормозной системы t_c . После нажатия на педаль тормозная сила на колесах, вызывающая замедление, возникает не сразу. Необходимо время для выбора зазоров в соединениях тормозного привода. Это время от начала торможения до появления замедления колеблется в среднем от 0,1 до 0,4 с (гидравлический привод) от 0,6 до 0,8 с (пневматический привод). У автопоездов с пневматическим приводом тормозных механизмов оно может достигать 2-3 с. В течение времени t_c автомобиль продолжает двигаться равномерно с начальной скоростью v_0 ;

время нарастания замедления t_H . В этом периоде тормозные силы и замедление (отрицательное ускорение j) монотонно нарастают до определенного значения.

Увеличение тормозных сил, приложенных к колесам, вызывает рост касательных реакции R_{x1} и R_{x2} . До начала блокировки колес касательные реакции считают пропорциональными времени $R_x = f(t)$, см. рис. 2.6, а (линии 1 и 2).

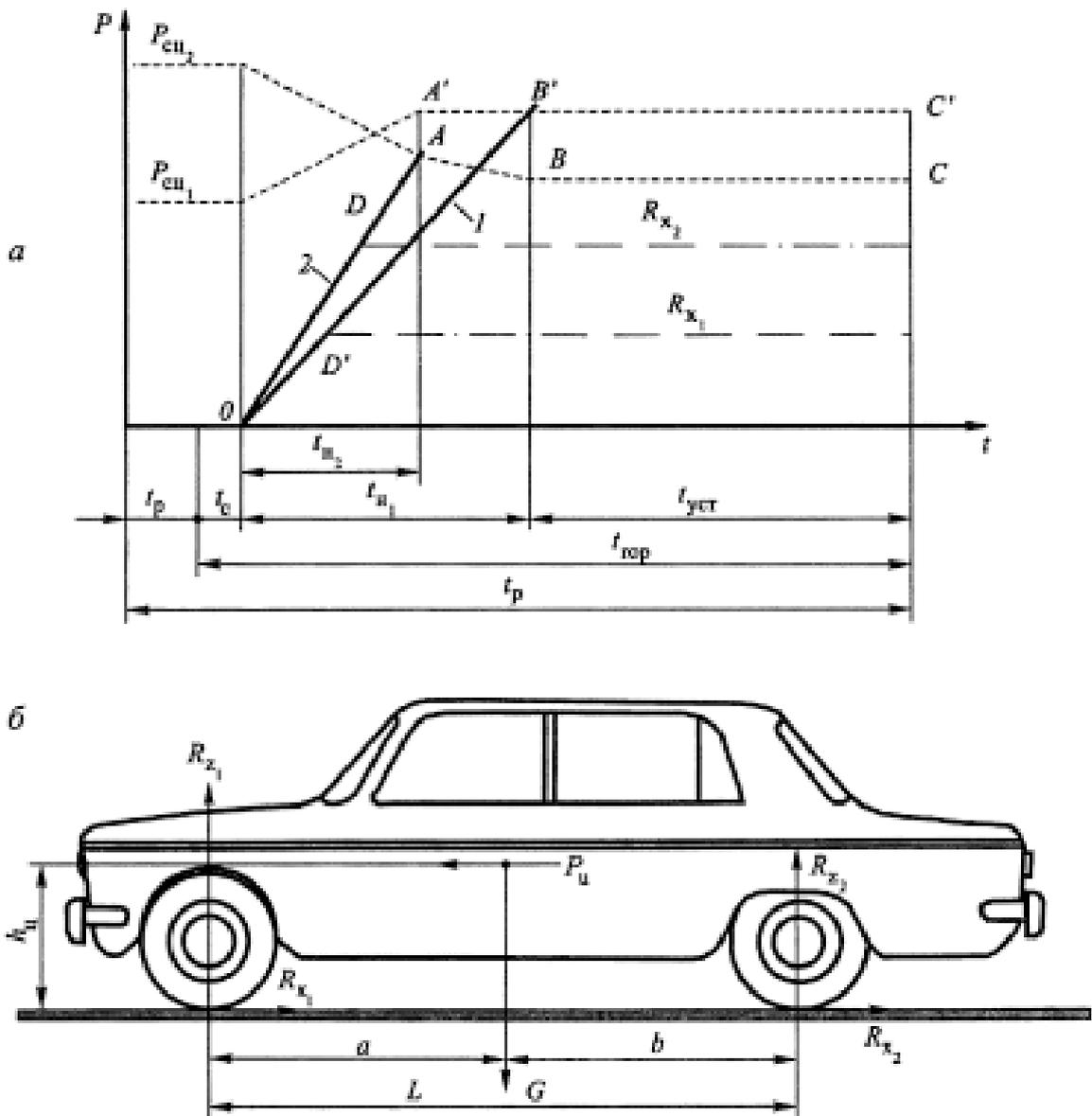
Безопасность транспортных средств

Скорость изменения тормозных сил на передней и задней осях обозначают, соответственно, K_1 и K_2 .

Блокирование колес (если максимальные значения тормозных сил ограничены только сцеплением шин с дорогой) указывает на то, что рост тормозных сил и замедления прекращен. Закон изменения касательной реакции на колесах переднего моста в процессе торможения характеризуется линией $OB'S'$, а на колесах заднего - линией $OABC$.

При снижении скорости автомобиля торможением рабочей тормозной системой тяговая сила P_T может сравняться по величине с силой сцепления $P_{сц}$ ведущих колес, вследствие чего возможно пробуксовывание колес как обоих на оси, так и одностороннее, что может привести к заносу и выходу из коридора движения.

Максимально допустимая скорость при прямолинейном движении автомобиля до буксования ведущих колес может быть определена из выражения



а - зависимость сил сцепления от времени;
б - схема сил, действующих на автомобиль

Рисунок 2.6 - Торможение автомобиля

$$v_{\text{бук}} = \sqrt{\frac{M_a g}{W_a} \left(\frac{a \varphi_x}{L - \varphi_x h_{\text{ц.т}}} - f - \sin \alpha_d - \frac{\delta_{\text{вр}}}{g} \right)},$$

где M_a – масса автомобиля, кг;

g – ускорение свободного падения, м/с²;

W_a – фактор обтекаемости, Н · с²/м²;

a – расстояние от центра тяжести автомобиля до переднего моста, м;

φ_x – коэффициент продольного сцепления;

f – коэффициент сопротивления качению;

α_d – угол продольного уклона дороги;

$\delta_{\text{вр}}$ – коэффициент учета вращающихся масс;

L – база автомобиля, м;

$h_{\text{ц.т}}$ – высота центра тяжести, м;

Движение автомобиля со скоростью, близкой к $v_{\text{бук}}$, является лишь одной из предпосылок заноса. Теоретически автомобиль при торможении может двигаться с этой скоростью неограниченно долго без потери курсовой устойчивости. Однако в реальных условиях под действием поперечной составляющей массы, бокового ветра, неровностей дорожного покрытия, а также различных по величине тормозных сил, прикладываемых к колесам правой и левой стороны, возможно при торможении линейное отклонение автомобиля от его направления движения уже в начале нарастания замедления. При малых скоростях влияние этих возмущений невелико, но в случае большой скорости они могут привести к нарушению устойчивости при торможении и выходу автомобиля из коридора движения.

Время запаздывания и время нарастания замедления, а также линейное отклонение автомобиля при торможении зависят от конструкции и технического состояния тормозной системы автомобиля. Поэтому время срабатывания рабочей и запасной тормозными системами нормируется для категорий (вида) автомобилей. Нахождение в пределах нормативного коридора движения 3 м при торможении рабочей тормозной системой также является обязательным требованием безопасности для всех ТС.

3) *Время действия установившегося замедления $t_{\text{уст}}$.*

Увеличение тормозного момента, приложенного к колесу, вызывает рост тормозных сил, пока касательные реакции не достигнут максимального значения, обусловленного сцеплением шин с дорогой. После прекращения роста тормозных сил движение автомобиля происходит с установившимся замедлением до конца торможения.

Безопасность транспортных средств

В этом периоде сила инерции $P_{и} = Mg\varphi_x$, а замедление $j_{уст} = g\varphi_x$ и автомобиль движется равнозамедленно, а его скорость падает до нуля. При $v_3 = 0$ продолжительность третьего периода

$$t_{уст} = v_2 / j_{уст}.$$

Величина установившегося замедления зависит от массы автомобиля и определяет продолжительность времени торможения, поэтому нормируется для категорий (вида) автомобилей.

Тормозные силы R_{x1} и R_{x2} могут беспрепятственно достигать предельных значений по условиям сцепления

$$R_{x1\max} = P_{сц1} = R_{z1} \cdot \varphi_x,$$

$$R_{x2\max} = P_{сц2} = R_{z2} \cdot \varphi_x,$$

где $P_{сц1}$ и $P_{сц2}$ – силы сцепления шины с дорогой, соответственно, переднего и заднего мостов;

R_{z1} и R_{z2} – вертикальные реакции дороги, действующие, соответственно, на передний и задний мосты.

Однако, при постоянных характеристиках тормозной системы в изменяющихся дорожных условиях и неравномерном распределении массы автомобиля по осям возможны неуправляемые блокировки колес одного моста.

Если у автомобиля блокируются только колеса заднего моста и мощность тормозных механизмов недостаточна для доведения передних колес до юза, то замедление на третьем периоде можно определять по формуле

$$j_{уст} = \frac{Ga + R_{x1\max} h_{цт}}{(L + h_{цт} \varphi_x)M} \varphi_x.$$

Как правило, разработчики тормозных систем, стремятся обеспечить управляемость и предотвратить раннюю блокировку передних колес при торможении. В конструкции грузовых автомобилей большой грузоподъемности и автобусов большой вместимости (M_3 и N_3) ограничивают величину тормозных моментов на колесах переднего моста. Это приводит к тому, что максимальные значения касательных реакций от действия тормозных сил при движении по дорогам с сухим покрытием обычно меньше силы сцепления. Поэтому, показатели тормозной динамичности и, соответственно, нормативы тормозной эффективности таких автомобилей ниже, чем у автомобилей, имеющих меньшую массу.

Приведенные формулы, связывая конструктивные особенности автомобиля (массу, положение центра тяжести, базу), дорожные условия, скорость нарастания тормозных сил и т. п., характеризуют упрощенную модель процесса торможения. Для практических расчетов эффективности торможения рекомендует вводить

Безопасность транспортных средств

поправочный коэффициент $K_э$. Примерные значения $K_э$ для сухого асфальто- или цементобетонного покрытия ($\varphi_x = 0,7$) даны в таблице 2.2.

Таблица 2.2. Поправочный коэффициент $K_э$ к расчетам эффективности торможения

Категория автомобиля	Без нагрузки	С полной нагрузкой
M_1, N_1	1,1–1,15	1,15–1,20
M_2, N_2	1,1–1,30	1,5–1,6
M_3, N_3	1,4–1,6	1,6–1,8

С учетом коэффициента $K_э$ формулы для замедления, остановочного времени и остановочного пути приобретают следующий вид:

$$j_{уст} = g\varphi_x / K_э;$$

$$t_0 = t_p + t_c + 0,5t_n + K_э \frac{v_0}{g\varphi_x};$$

$$S_0 = v_0(t_p + t_c + 0,5t_n) + K_э \frac{v_0^2}{g\varphi_x}.$$

При малом коэффициенте сцепления величина тормозных сил у любого автомобиля достаточна для доведения всех колес до скольжения. Поэтому при $\mu > x < 0,4$ следует принимать $K_э = 1$ для автомобилей всех типов.

Для упрощения расчетов $S_{уст}$, $t_{уст}$ и $j_{уст}$ используют номограммы.

Рассмотренные временные интервалы процесса торможения связаны между собой основным показателем тормозной динамичности и эффективности торможения - тормозным путем S_T :

$$S_T = S_c + S_n + S_{уст},$$

где S_c – перемещение автомобиля за время t_c , ($S_c = v_0 t_c$);

S_n – перемещение автомобиля за время t_n , ($S_n = v_0 t_n$);

$S_{уст}$ – перемещение автомобиля за время $t_{уст}$, [$S_{уст} = v_0^2 / (2g\varphi_x)$].

Во многих международных документах показателем тормозной динамичности и эффективности торможения принято также установившееся замедление $j_{уст}$. Значения тормозного пути и установившегося замедления, конкретизированные по видам и категориям автомобилей, используют в эксплуатации как оценки соответствия эффективности тормозных систем требованиям безопасности.

Стояночная и вспомогательная тормозные системы

Основное назначение *стояночной тормозной системы* - удержание автомобиля на месте.

При приведении ее в действие должно достигаться:

- для АТС с технически допустимой максимальной массой - неподвижное состояние АТС на опорной поверхности с продольным уклоном до $16 \pm 1\%$;
- для АТС в снаряженном состоянии - неподвижное состояние на поверхности с продольным уклоном:
 - $23 \pm 1\%$ - для АТС категорий M_1-M_3 ;
 - $31 \pm 1\%$ - для АТС категорий $N_1 - N_3$.

Усилие, прикладываемое к органу управления стояночной тормозной системы для приведения ее в действие, не должно превышать значений, установленных для рабочей и запасной тормозных систем.

Стояночная тормозная система при торможении в дорожных условиях должна дополнительно выполнять функции запасной тормозной системы и обеспечивать установившееся замедление $2,2-2,9 \text{ м/с}^2$.

Вспомогательная тормозная система предназначена для уменьшения энергонагруженности тормозных механизмов рабочей тормозной системы АТС в диапазоне скоростей $25-35 \text{ км/ч}$. Она должна обеспечивать (за исключением моторного замедлителя) установившееся замедление $0,5-0,8 \text{ м/с}^2$.

Повышение эффективности торможения и надежности тормозных систем

Для повышения эффективности торможения автомобиля:

- с целью обеспечения максимального сцепления с дорогой колес различных осей автомобиля применяют регуляторы и антиблокировочные системы, автоматически устраняющие блокирование затормаживаемых колес;
- устанавливают быстродействующие тормозные приводы;
- для увеличения тормозного момента снабжают тормозную систему усилителем;
- с целью повышения надежности работы тормозной системы применяют отдельный двухконтурный привод тормозов.

Разделение и дублирование контуров тормозного привода

У автомобиля даже с эффективным одноконтурным тормозным приводом утечка рабочей жидкости вследствие ослабления соединений трубопроводов или разрыва резинового шланга вызовет отказ всех тормозных механизмов автомобиля.

Применение отдельного привода, когда один контур приводит в действие тормозные механизмы переднего моста, а другой - тормозные механизмы заднего моста (рис. 2.7, а), а главный тормозной цилиндр имеет два поршня, каждый из которых создает давление в отдельном контуре, значительно повышает надежность тормозного управления.

Автомобиль, у которого каждый контур связан со всеми четырьмя колесами (рис. 2.7, б), наиболее безопасный, но и самый дорогой.

В более простой схеме (рис. 2.7, в) каждый контур обслуживает оба передних тормозных механизма и один задний. При этом обеспечивается хорошая эффективность каждого контура, но на скользкой дороге автомобиль может потерять устойчивость.

Еще дешевле, но и менее эффективна диагональная схема (рис. 2.7, г).

Иногда применяют схему, в которой задние тормозные механизмы имеют по два рабочих цилиндра. Тогда один контур воздействует на цилиндры передних тормозных механизмов и на один из двух цилиндров каждого из задних тормозных механизмов (рис. 2.7, д), а второй приводит в действие другие цилиндры задних тормозных механизмов.

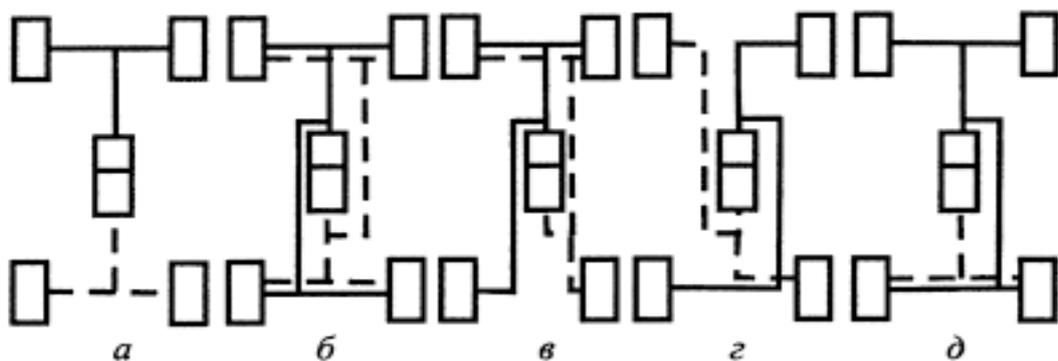


Рис. 2.7. Схемы приводов тормозных управлений с отдельными контурами

Усилители и регуляторы давления тормозного привода

Для облегчения труда водителя и повышения эффективности тормозной системы применяют усилители тормозного привода: вакуумные или гидровакуумные.

Однако при работе с усилителем тормозного привода резко увеличиваются силы в тормозной системе и возрастает температура на поверхностях фрикционных накладок, что приводит к падению коэффициента трения, увеличению деформации тормозных барабанов и дисков и, как следствие, к уменьшению тормозного момента. Кроме того, усилитель, действующий на все колеса, может вызвать разгрузку задних колес, а при особенно резком торможении - их блокировку. Поэтому в конструкции тормозного управления

применяют автоматические клапаны-регуляторы, снижающие давление в тормозном приводе задних колес при уменьшении вертикальной нагрузки.

Перспективы совершенствования тормозного управления

Постоянно увеличивающаяся энергоемкость автомобилей, повышение числа экстренных торможений из-за роста интенсивности и плотности транспортных потоков на первое место выдвинули два основных направления развития конструкции тормозных систем, которые остаются приоритетными:

- совершенствование процесса взаимодействия поверхностей трения и отвода тепла колесных тормозных механизмов;
- совершенствование процесса управления и максимального использования сцепления шин с дорогой.

Совершенствование процесса взаимодействия поверхностей трения и отвода тепла колесных тормозных механизмов направлено на получение фрикционных материалов и разработку конструкций дисков, колодок и суппортов, способных противостоять очень высоким температурам и, в то же время, быстро отводить высокую температуру от поверхностей трения.

Увеличение скорости теплопередачи стало возможным за счет установки в колесные тормозные механизмы массивных дисков с вентиляционными каналами, всасывающими воздух в центре диска и выводящими его за счет центробежной силы на периферии. В гоночных автомобилях подается принудительно холодный воздух под давлением внутрь каналов вентилируемого тормозного диска. Изготовители переходят от использования чугунов в качестве материала дисков на композиты. На некоторых моделях автомобилей высшего класса Porsche и Mercedes-Benz применены «керамические» диски, способные выдерживать очень высокие температуры и механические нагрузки.

В совершенствовании процесса управления и *максимального использования сцепления шин с дорогой* наиболее перспективно применение антиблокировочных систем (АБС).

Принцип АБС заключается в следующем: датчики скорости колеса подают информацию о состоянии колес на электронный блок управления (ЭБУ), который посредством заложенной в нем программы решает, когда колесо начинает блокироваться, и через систему сервоклапнов, растормаживает колесо.

Чтобы тормозное управление можно было повторно использовать, система нуждается в собственном источнике гидравлического давления, иначе педаль тормоза будет «проваливаться» каждый раз, когда АБС подает импульс.

Необходимые компоненты АБС:

- датчики скорости колеса;
- электронный процессор (блок управления);
- программа (алгоритм функционирования АБС);
- сервоклапаны;

Безопасность транспортных средств

- гидравлический насос с электрическим приводом;
- аккумулятор давления.

Конструкции АБС разнообразны, однако, в любой из них используется зависимость коэффициента сцепления от степени проскальзывания колеса.

С момента разработки АБС потенциально открылся путь к электронному управлению тормозной системой. Еще в середине 1998 года компания BMW представила свои планы развития, цель которых определить архитектуру системы, которая объединит компоненты тормозного управления и программное обеспечение и позволит развивать новые свойства, а именно: динамический контроль торможения и активный круиз-контроль, который обеспечивает автоматическое замедление ТС, когда измеренная дистанция до впереди идущего автомобиля меньше, чем минимум, разрешенный для существующей скорости.

Концепция ограничения использования гидравлики в тормозных механизмах или полный отказ от нее в целом позволит увеличить эффективность торможения ТС и надежность тормозного управления за счет электрической передачи сигналов между педалью тормоза и исполнительными механизмами колесных тормозов, обеспечения возможности перераспределения тормозного усилия на колесах согласно их нагрузке.

Одна из основных проблем на пути реализации данной концепции – обеспечение высочайшего уровня надежности электронных систем, включая эффективное устранение появившейся в последнее время угрозы вирусного заражения автомобильных компьютерных систем.

2.1.4 Устойчивость и управляемость автомобиля

Устойчивость автомобиля

Устойчивость автомобиля - свойство двигаться по дороге без бокового скольжения и опрокидывания.

Нарушение устойчивости при прямолинейном движении автомобиля происходит под действием возмущающих сил: поперечной составляющей веса, бокового ветра, ударов колес о неровности дороги, а также различных по величине продольных сил (тяговой, тормозной), приложенных к колесам правой и левой сторон автомобиля. При криволинейном движении автомобиля к этим силам добавляется центробежная сила.

Рассмотрим общий случай криволинейного движения по дороге с поперечным уклоном, рис. 2.8. Примем для простоты, что автомобиль является плоской фигурой, а увод и скольжение колес отсутствуют.

На участке дороги 1-2 автомобиль движется прямолинейно, и его управляемые колеса находятся в нейтральном положении.

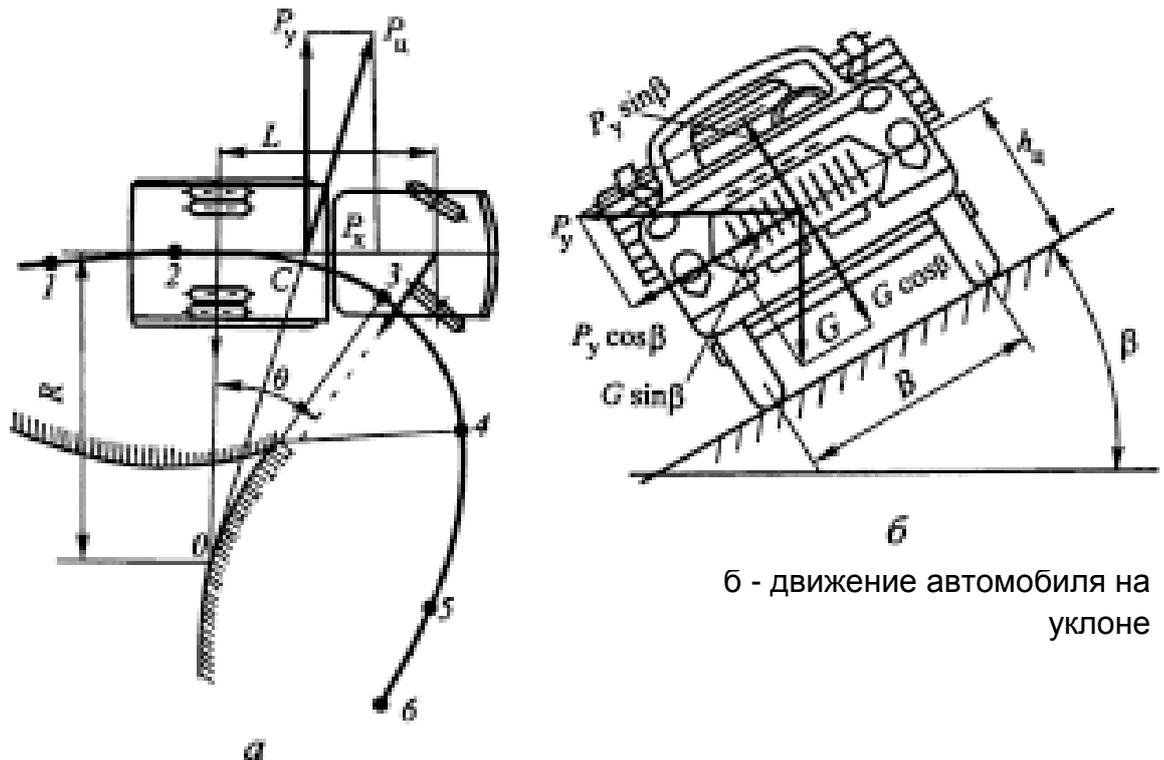
Безопасность транспортных средств

На участке 2-3 водитель поворачивает рулевое колесо, и автомобиль движется по кривой уменьшающегося радиуса.

На участке 3-4 положение управляемых колес, повернутых на угол θ , остается неизменным, и автомобиль движется по дуге окружности.

На участке 4-5 водитель поворачивает рулевое колесо в обратную сторону, и радиус траектории увеличивается.

На участке 5-6 автомобиль снова движется прямолинейно.



б - движение автомобиля на уклоне

Рис. 2.8. Криволинейное движение автомобиля на дороге с поперечным уклоном

Мгновенный центр O скоростей (центр поворота) автомобиля располагается в точке пересечения перпендикуляров к векторам скоростей средних точек мостов (см. рис. 2.8, а). При отсутствии увода и скольжения колес вектор скорости середины заднего моста параллелен плоскостям задних колес, поэтому точка O находится на продолжении оси заднего моста.

При криволинейном движении автомобиля потерю устойчивости вызывает центробежная сила. Центробежную силу $P_{ц}$, приложенную в центре тяжести C автомобиля, можно разложить на две составляющие: продольную силу P_x и поперечную P_y . Для оценки устойчивости основное значение имеет сила P_y , стремящаяся вызвать поперечное скольжение и опрокидывание автомобиля.

На автомобиль, движущийся криволинейно по дороге с поперечным уклоном β (рис. 2.8, б), действуют сила тяжести $G = Mg$ и поперечная сила P_y . для движения без скольжения сумма поперечных сил, действующих на автомобиль, не должна превышать сумму сил сцепления шин с дорогой:

$$G \sin\beta + P_y \cos\beta \leq P_{\text{ск}} = (G \cos\beta - P_y \sin\beta) \varphi_y,$$

где φ_y – коэффициент поперечного сцепления.

Подставляя в формулу значение P_y , после несложных преобразований получим выражение, связывающее скорость автомобиля, его радиус поворота и угол поперечного уклона дороги:

$$\frac{v^2}{R} + g \cdot \operatorname{tg}\beta \leq (g - \frac{v^2}{R} \operatorname{tg}\beta) \cdot \varphi_y.$$

Из последнего выражения можно найти:

- максимальную (критическую) скорость, с которой можно вести автомобиль без поперечного скольжения при повороте с радиусом R на уклоне, угол которого β . В частности, при движении по горизонтальной дороге $\beta = 0$

$$v = \sqrt{R \cdot g \cdot \varphi_y}$$

- максимальный (критический) угол косогора дороги, по которому автомобиль может двигаться без поперечного скольжения (на прямолинейном участке $\operatorname{tg} \beta_{\text{ск}} = \varphi_y$, тогда $\beta_{\text{ск}} = \arctg(\varphi_y)$).

Движение автомобиля устойчиво против поперечного скольжения, когда φ_y и R имеют большие значения, или v и $\beta_{\text{ск}}$ по величине незначительны.

При левом повороте автомобиля поперечные силы, складываясь, в наиболее опасном случае могут вызвать опрокидывание. В начале опрокидывания колеса, внутренние по отношению к центру поворота, отрываются от дороги и вертикальные реакции на них равны нулю.

Для расчета максимальных (критических) скорости и угла косогора, при которых можно осуществлять поворот радиуса R без угрозы опрокидывания, используются уравнение моментов сил относительно оси, проходящей через контакты шин внешних колес

$$(P_y \cos\beta + G \sin\beta) h_{\text{ц}} = (G \cos\beta - P_y \sin\beta) 0,5B$$

и выражение

$$P_y = Mv^2 \Theta / L = G v^2 / (gR).$$

Устойчивость автомобиля против опрокидывания возрастает с увеличением колеи B автомобиля и радиуса R поворота, а также при снижении центра тяжести и уменьшении угла косогора.

Отношение $B/2h_{\text{ц}}$ называют *коэффициентом поперечной устойчивости* $\eta_{\text{ном}}$, его значения приводятся в технической литературе.

Для повышения устойчивости автомобиля на дорогах с поворотами устраивают виражи. Профиль виража имеет поперечный уклон, направленный к центру закругления. Виражи являются обязательными элементами дорог скоростного движения.

Безопасность транспортных средств

Выше было принято, что оба моста автомобиля начинают скользить в поперечном направлении в один момент времени. В действительности под действием поперечных сил упругие элементы подвески деформируются, кузов поворачивается и наклоняется в поперечном направлении, на колеса воздействуют переменные касательные и поперечные силы и колеса мостов начинают скользить не одновременно. В результате критическая скорость автомобиля с реальной подвеской по условиям опрокидывания уменьшается на 10-15 %, а по условиям скольжения (предотвращения заноса) на 10-20 %. Для увеличения угловой жесткости подвески (отношение момента, вызывающего поперечный крен, к углу крена) устанавливают стабилизаторы, позволяющие уменьшать угол крена кузова без увеличения вертикальной жесткости подвески.

Управляемость автомобиля

Управляемость — это соответствие параметров движения автомобиля воздействиям водителя на рулевое управление (РУ).

Поворачивая рулевое колесо водитель задает направление движению автомобиля. При плохой управляемости автомобиля действительное направление движения не совпадает с выбранным, и необходимы дополнительные управляющие воздействия со стороны водителя. Это приводит к «рысканию» автомобиля по дороге, увеличению динамического коридора и утомлению водителя. При особенно неблагоприятных условиях плохая управляемость может явиться причиной столкновения автомобилей, наезда на пешехода или выезда за пределы дороги.

подавляющее большинство опасных дорожных ситуаций (до 85 %) водитель ликвидирует путем своевременного поворота рулевого колеса и изменения направления движения автомобиля. При этом водитель может:

- 1) повернуть автомобиль и отвести его от опасной зоны под углом к прежнему направлению движения;
- 2) выехать в соседний ряд.

Определим параметры движения автомобиля при первом маневре, считая шины жесткими в боковом направлении.

В положении I (рис. 2.9, а) водитель замечает впереди на расстоянии S_a препятствие. На пути S_p (за время t_p) он осознает необходимость маневра и принимает решение его выполнить. На пути $S_p.y$ (за время $t_p.y$) водитель поворачивает рулевое колесо, но автомобиль продолжает двигаться прямолинейно, так как происходит деформации упругих элементов подвески, рычагов и тяг рулевого управления и положение передних колес не меняется (положение П - Ш).

Время $t_p.y$ - время запаздывания рулевого управления - составляет в среднем 0,15-0,35 с. В положении III автомобиль начинает двигаться криволинейно. При этом водитель поворачивает колеса вначале в одну сторону, и угол Θ_t , являясь функцией времени T_1 , увеличивается. В опасных ситуациях после поворота колес на угол Θ_1 водитель сразу поворачивает их обратно,

Безопасность транспортных средств

вследствие чего угол Θ_t уменьшается (время T_2). В положении IV угол $\Theta_t = 0$ и автомобиль движется прямолинейно под углом γ_m к прежнему направлению движения. Безопасность поворота будет обеспечена, если в конце маневра между автомобилем и препятствием останется некоторый интервал .

Согласно рис. 2.9, а можно написать:

$$\begin{cases} S_a = S_p - L' + S_{p,y} + x_m + L' \cos \gamma_m + (0,5B_a + \Delta) \cdot \sin \gamma_m, \\ y_m + 0,5B_a + L' \sin \gamma_m = B_{пр} + (0,5B_a + \Delta) \cdot \cos \gamma_m, \end{cases}$$

где L' - расстояние от заднего моста до передней части автомобиля, м;

X_m и Y_m - продольное и поперечное перемещения автомобиля в процессе маневра, м;

$B_{пр}$ - ширина препятствия, м.

Приняв приближенно $\sin \gamma_m$ равным γ_m и $\cos \gamma_m$ равным 1, получим условия безопасного маневра с применением РУ:

$$\begin{cases} x_m \leq S_a - S_p - S_{p,y} + (0,5B_a + \Delta) \cdot \gamma_m, \\ y_m \geq B_{пр} + \Delta - L' \gamma_m. \end{cases}$$

Потеря устойчивости автомобилем наиболее вероятна при максимальной кривизне траектории (при $\Theta = \Theta_1$), рис. 2.9, б.

Выполняя маневр второго типа - смену полосы движения (рис. 2.9, б), водитель должен повернуть рулевое колесо несколько раз. Сначала он поворачивает его на угол Θ_1 в одну сторону, затем на угол, равный $2 \Theta_1$ в другую сторону и, наконец, возвращает колеса в нейтральное положение.

Весь маневр, состоящий в этом случае из четырех периодов $T_1 - T_4$, требует от водителя точного расчета и большего числа воздействий на рулевое управление, чем при маневре первого типа. При выполнении маневра второго типа автомобиль меньше смещается в поперечном направлении, и проезжая часть дороги может быть значительно уже. В конце маневра курсовой угол равен нулю и автомобиль движется параллельно прежнему направлению движения.

Формулы для расчета параметров маневров первого и второго типа с применением РУ приведены в табл. 2.3.

Параметры движения реального автомобиля могут значительно отличаться от расчетных данных, поэтому последние обычно используют лишь для упрощенного представления возможностей РУ обеспечить безопасность автомобиля различными вариантами маневра.

Таблица 2.3 - Параметры движения автомобиля при маневрах

Безопасность транспортных средств

Маневр	γ	x	y
Вход в поворот	$\gamma_1 = g\varphi_y T_1 / 2v$	$x_1 = v T_1$	$y_1 = g\varphi_y T_1^2 / 6$
Выход из поворота	$\gamma_2 = g\varphi_y T_1 / v = 2\gamma_1$	$x_2 = 2v T_1 = 2x_1$	$y_2 = g\varphi_y T_1^2 = 6y_1$
Смена полосы движения	$\gamma_m = 0$	$x_m = 4v T_1$	$y_m = g\varphi_y T_1^2$

На практике поперечное смещение x_m автомобиля определяют по формулам табл. 2.3, а затем расстояние уточняют, применяя поправочный коэффициент маневра $K_m = x'_m / x_m > 1$. Коэффициент K_m определяют по эмпирическим формулам, которые приводятся в технической литературе.

Увод колес

Автомобильные шины обладают эластичностью в радиальном и поперечном направлениях и деформируются под действием поперечной силы P_y . Колесо с пневматической шиной, кинематически связанное с рулевым приводом и податливой подвеской, под действием P_y может катиться по дороге без скольжения под некоторым углом δ к своей средней плоскости, рис. 2.10. Такое качение называют *уводом колеса*, а угол, который вектор скорости центра колеса образует с его средней плоскостью, - *углом увода*.

При определенном угле увода происходит проскальзывание элементов протектора шин и неуправляемое смещение ТС в поперечном направлении, повышающее риск ДТП.

Безопасность транспортных средств

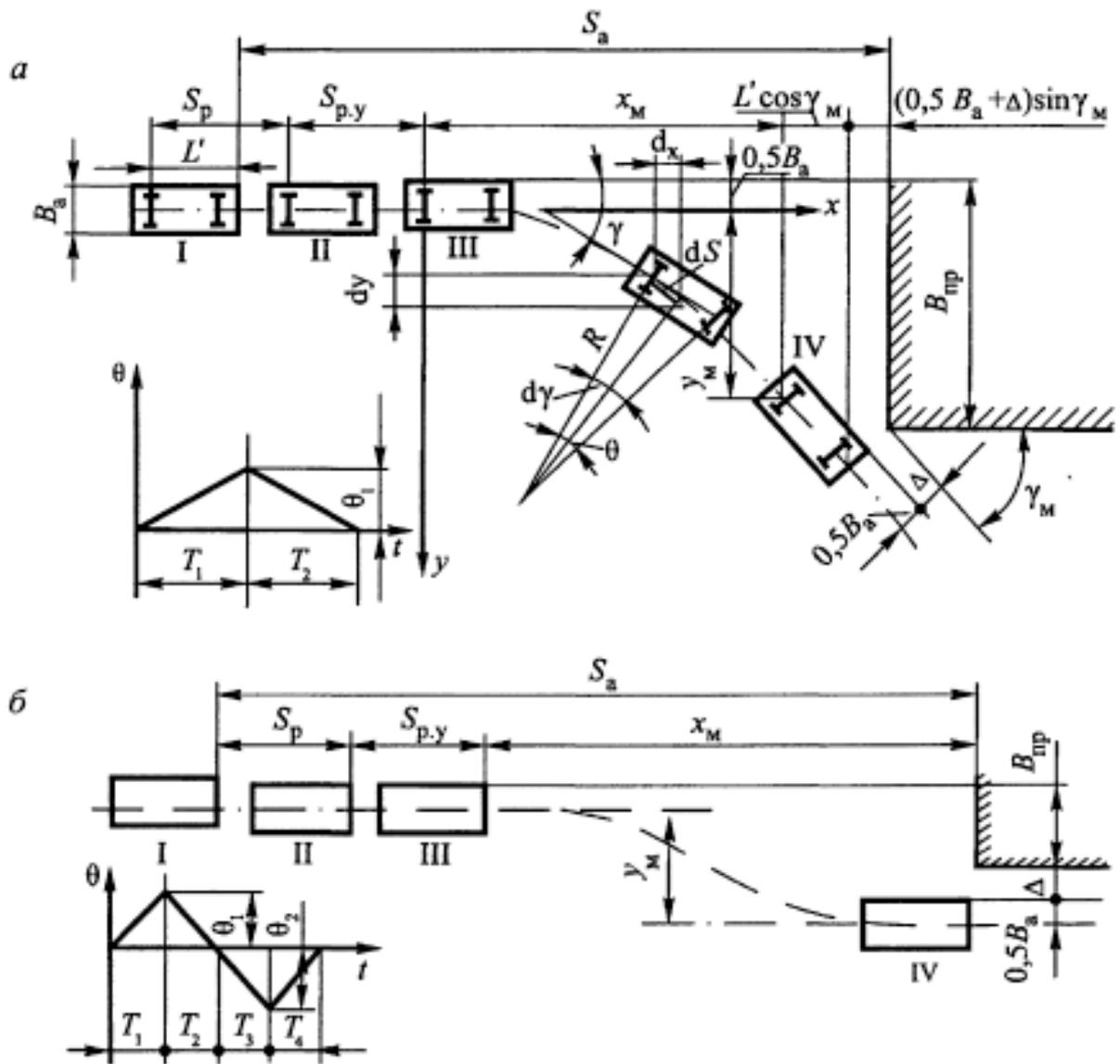


Рисунок 2.9 - Схемы расчета маневра автомобиля: а - при неограниченной ширине препятствия, б - при смене полосы движения

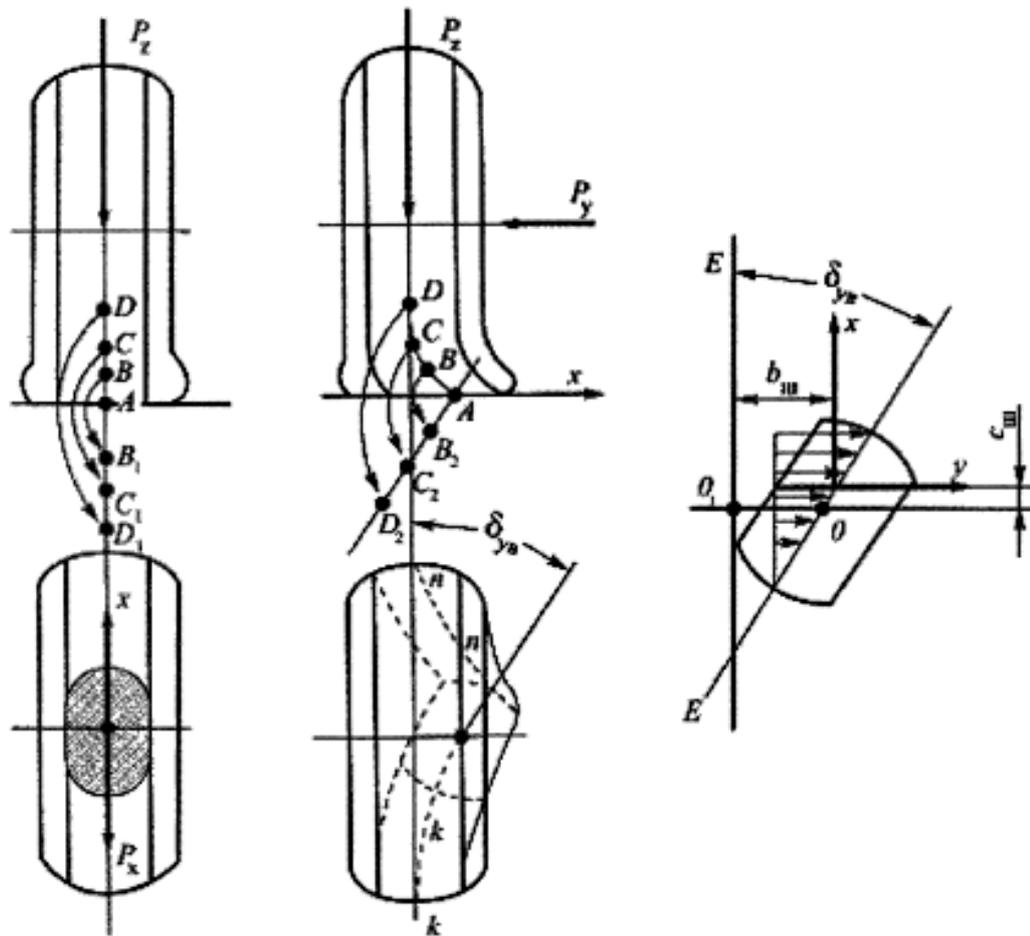


Рисунок 2.10 - Схема увода колеса

Рассмотрим качение эластичного колеса, нагруженного поперечной силой (см. рис. 2.10). Если на колесо действуют только силы P_z и P_x , то при качении колеса точка B шины прикоснется к дороге в точке B_1 , а точка C - в точке C_1 и т. д. Средняя плоскость колеса совпадает с прямой AD_1 , вдоль которой направлена касательная реакция X .

Когда к колесу приложена поперечная сила P_y , шина, обладающая поперечной эластичностью, изогнется, а средняя плоскость колеса сместится относительно центра контакта O на расстояние b_w . При качении колеса точка B шины прикоснется к дороге в точке B_2 , а точка C - в точке C_2 и т. д. В результате колесо покатится по направлению AD_2 . Средняя плоскость колеса не изменит свое положение и окажется расположенной под углом $\delta_{yв}$ к направлению движения. Таким образом, колесо будет катиться с уводом, угол которого равен $\delta_{yв}$.

Во время увода колеса в начале контакта элементы шины, менее деформированы в поперечном направлении (участок kk), чем в конце (участок ll). Поэтому эпюра элементарных поперечных реакций имеет форму, близкую к треугольной. Равнодействующая поперечных реакций Y , равная по величине силе P_y , оказывается смещенной относительно центра контакта на расстояние c_w . Смещена также на расстояние b_w и реакция X .

Безопасность транспортных средств

В результате увода проекция центра колеса на плоскость дороги (точка O_1) не совпадает с центром контакта O , а силы X и Y создают моменты, стремящиеся повернуть колесо вокруг шкворня.

Увод может быть вызван также установкой управляемых колес с отклонениями в схождении и развале.

Поворачиваемость автомобиля

Поворачиваемостью называют свойство автомобиля изменять направление движения без поворота управляемых колес.

Различают шинную и креновую поворачиваемость автомобиля.

Креновая поворачиваемость автомобиля связана с конструкцией его подвески. Креновая поворачиваемость зависит от угла поперечного крена кузова. Максимальный угол крена ограничивается упорами, предусмотренными в конструкции подвески. Креновая поворачиваемость автомобиля тесно связана с шинной поворачиваемостью, т. к. увод колеса возникает не только под действием сил и моментов, но и при наклоне колеса к вертикали (развале). Развал колеса, равный 1° , вызывает увод на угол $10-20^\circ$.

Шинная поворачиваемость. При наличии увода центр поворота автомобиля находится не в точке O , как у автомобиля с жесткими шинами, а в точке O_1 (рис. 2.11), в месте пересечения перпендикуляров к векторам скоростей v_1 и v_2 .

Траектория движения автомобиля с жесткими шипами зависит только от угла Θ . У автомобиля с эластичными шинами на нее влияют углы увода, которые в свою очередь зависят от Θ , v и других факторов. При наличии увода автомобиль может двигаться криволинейно, даже при $\Theta = 0$. Кривизна траектории зависит от соотношения углов δ_1 и δ_2 . Если $\delta_1 = \delta_2$, то шинную поворачиваемость автомобиля называют *нейтральной*.

Если $\delta_1 > \delta_2$, то для движения автомобиля с эластичными шинами по кривой управляемые колеса нужно повернуть на больший угол, чем при жестких шинах. В этом случае шинную поворачиваемость автомобиля называют *недостаточной*.

Безопасность транспортных средств

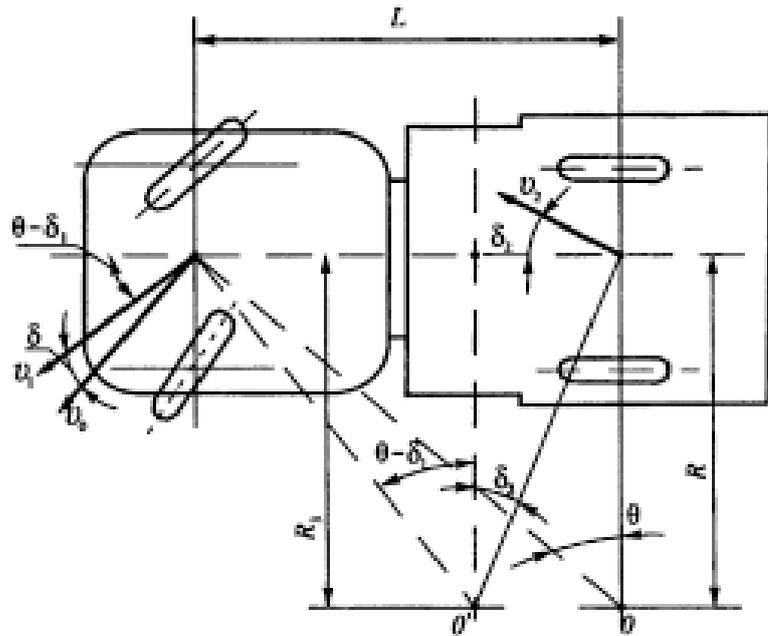


Рисунок 2.11 Схема движения автомобиля с эластичными шинами

Рассмотрим прямолинейное движение автомобиля с недостаточной поворачиваемостью (рис. 2.12, а).

Под действием поперечной силы P_y передняя ось автомобиля в результате увода движется под углом δ_1 к направлению движения, а задний мост - под углом δ_2 . Автомобиль поворачивается вокруг центра O_1 вследствие чего возникает центробежная сила P_c , поперечная составляющая P_{cy} , которой направлена в сторону, противоположную силе P_y . Это уменьшает результирующую поперечную силу и увод колес. Следовательно, автомобиль с недостаточной шинной поворачиваемостью устойчиво сохраняет выбранное направление движения.

Если угол $\delta_1 < \delta_2$, то для движения автомобиля с эластичными шинами по кривой радиусом R управляемые колеса нужно повернуть на меньший угол, чем при жестких шинах. В этом случае шинную поворачиваемость автомобиля называют *излишней*.

Если на автомобиль с излишней поворачиваемостью действует центробежная сила P_c , то он тоже движется криволинейно (рис. 2.12, б). Однако составляющая P_{cy} в этом случае направлена в ту же сторону, что и сила P_y . В результате увод возрастает, что увеличивает кривизну траектории и силу P_{cy} . Если водитель не повернет управляемые колеса в нужном направлении, то центробежная сила P_c может возрасти настолько, что автомобиль потеряет устойчивость. Таким образом, автомобиль с недостаточной поворачиваемостью более устойчив и лучше сохраняет направление движения, чем автомобиль с излишней поворачиваемостью.

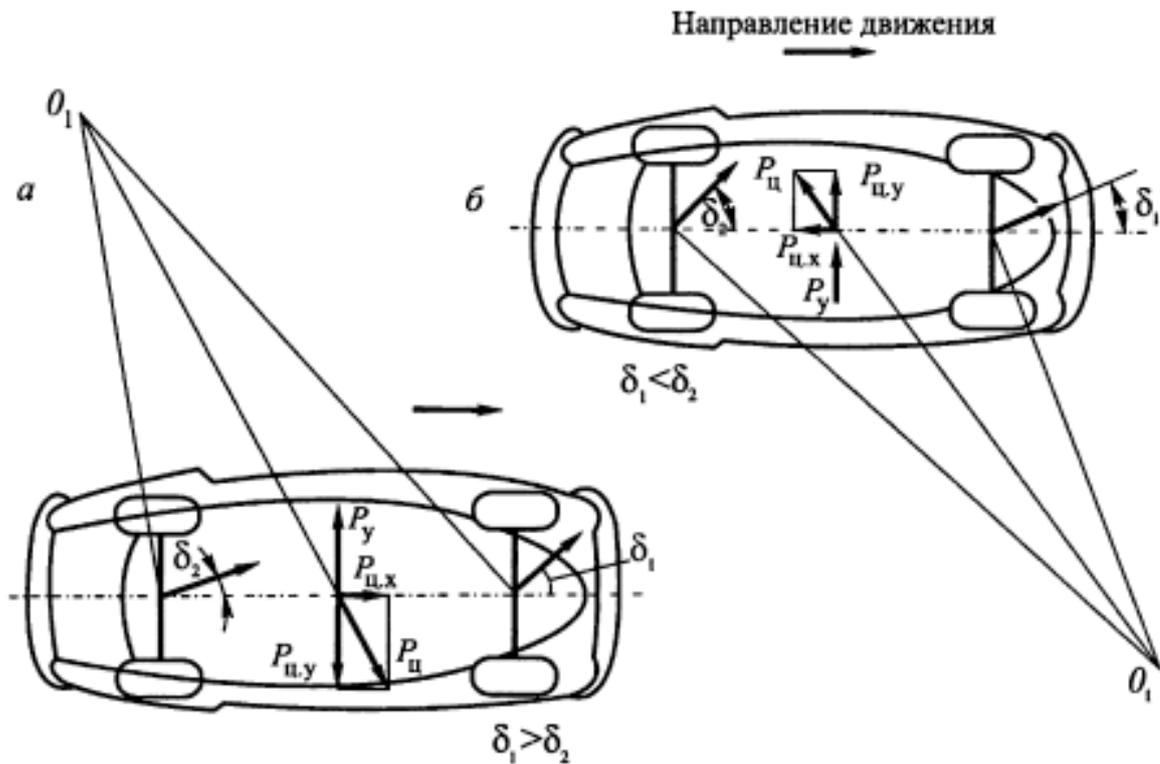


Рисунок 2.12 - Схемы сил при движении автомобиля с эластичными шинами: а - с недостаточной поворачиваемостью; б - с излишней поворачиваемостью

Для количественной оценки шинной поворачиваемости автомобиля служит коэффициент поворачиваемости $\eta_{пов} = \delta_2 / \delta_1$. При излишней шинной поворачиваемости автомобиля $\eta_{пов} > 1$; при нейтральной $\eta_{пов} = 1$, а при недостаточной $\eta_{пов} < 1$.

Большинство отечественных автомобилей имеют недостаточную шинную поворачиваемость в ненагруженном состоянии ($\eta_{пов}$ легковых автомобилей - от 0,78 до 0,96, у грузовых - от 0,43 до 0,61). При полной нагрузке автомобили имеют излишнюю поворачиваемость ($\eta_{пов}$, соответственно, 1,08-1,38 и 1,04-1,35).

Вследствие увода шин автомобиль может также утратить управляемость. При повышении скорости автомобиля углы увода также возрастают. При этом у автомобиля с излишней шинной поворачиваемостью угол δ_2 увеличивается быстрее угла δ_1 . Вследствие этого при некоторой, так называемой *критической скорости*, автомобиль начинает двигаться криволинейно, хотя его управляемые колеса находятся в нейтральном положении.

У автомобиля с недостаточной и нейтральной шинной поворачиваемостью критическая скорость отсутствует.

2.1.5 Информативность транспортных средств

Важнейшим элементом активной безопасности является *информационное обеспечение* автомобиля, т. е. свойство автомобиля обеспечивать участников движения информацией, необходимой для безопасного функционирования системы «человек - автомобиль - дорога - среда».

Действия участников движения неразрывно связаны с процессами приема и переработки информации, которую они получают с помощью своих органов чувств. В определенных условиях участник движения (водитель, пешеход) не успевает переработать необходимую ему информацию, пропускает ее или принимает решение слишком поздно, в результате чего возможно возникновение ДТП.

Информативность автомобиля может быть:

- *визуальной* (например, форма и размеры автомобиля, цвет кузова, эффективность внешних световых приборов, совокупность указателей щитка приборов, обзорность);
- *звуковой* (звуковые сигнализаторы, работа акустической системы, шум двигателя, трансмиссии и т. д.);
- *тактильной* (усилия на органах управления, места расположения органов управления, температура поверхностей отдельных деталей, температура воздуха в салоне).

Информация поступает к водителю с помощью сигналов. Через зрение поступает более 90 % всей информации, необходимой для управления автомобилем. В процессе дорожного движения водитель должен реагировать на визуальную информацию, как от управляемого им автомобиля - *внутренняя визуальная информативность*, так и от дороги и элементов ее обустройства, средств организации и регулирования дорожного движения, других транспортных средств - *внешняя визуальная информативность*.

Внешней визуальной информативностью обладают:

- кузов автомобиля;
- система внешних световых приборов;
- специальные знаки;
- светоотражающая маркировка.

Возможность получения внешней визуальной информации обеспечивает обзорность с рабочего места водителя.

Автобусы, большегрузные автомобили информируют других участников движения о своем месте нахождения и маневрах габаритами, формой, светоотражающей маркировкой, специальными и опознавательными знаками; ТС малых размеров - окраской кузова, светоотражающими приспособлениями; специальные ТС - цветом, местом расположения окраски, цветографическими схемами, опознавательными знаками, надписями, световыми и звуковыми сигналами.

Безопасность транспортных средств

Автомобили, окрашенные в яркие и светлые тона, реже попадают в аварии, чем автомобили, имеющие защитную окраску, черную, серую или коричневую. Особенно велика вероятность столкновения с таким автомобилем (на современных магистралях) в условиях ограниченной видимости: в тумане, в сумерках или во время дождя.

Важным средством внешней информативности ТС является звуковая сигнализация. Звуковые сигнализаторы на автомобилях специальных служб являются обязательными по требованиям безопасности и используются для привлечения внимания участников движения к необходимости осуществить установленные Правила дорожного движения действия.

По требованиям безопасности звуковой сигнальный прибор должен быть обязательно работоспособным и при приведении в действие органа его управления издавать непрерывный и монотонный звук, акустический спектр которого не должен претерпевать значительных изменений.

Внешняя визуальная информативность

Важнейшие параметры движения, определяющие безопасность движения - скорость и остановочный путь ТС, связаны с дальностью видимости объектов на дороге.

Основную часть внешней визуальной информации водитель получает за счет работы внешних световых приборов ТС, количество, расположение и назначение которых устанавливается в более чем двух десятках международных и национальных стандартах.

Требования к техническому состоянию внешних световых приборов и светоотражающей маркировке автомобиля и методы их проверки приведены в ГОСТ Р 51709-2001 «Автотранспортные средства. Требования безопасности к техническому состоянию и методы проверки» (пп. 4.3, 5.3).

Источники информации обычно находятся на некотором расстоянии от оси зрения водителя. Зоны, в пределах которых водителю необходимо получать информацию, называют информативными зонами видимости.

С целью гарантированного различия разных информационных сообщений используется система кодирования, обеспечивающая водителю правильную оценку и прогнозирование развития дорожно-транспортной ситуации. Кодированными элементами световых приборов являются: количество одновременно работающих световых приборов ТС; расстояние между одновременно работающими световыми приборами; цвет излучаемого света; интенсивность излучения в пределах одного цвета; форма светоизлучающей поверхности; режим работы светового прибора.

Требования к размещению устройств освещения и сигнализации на ТС установлены ГОСТ Р 41.48-2004.

На рисунках 2.13 и 2.14 показано размещение обязательного комплекта световых приборов, световозвращателей и опознавательных огней.

Осветительные и светосигнальные приборы

Принцип действия всех световых приборов основан на преобразовании электрической энергии источника питания в световой пучок требуемой структуры и спектра. Основным узлом светового прибора, в котором происходит это преобразование, является оптический элемент, который состоит из отражателя, рассеивателя и лампы. Отражатель формирует направление потока света от лампы, рассеиватель за счет специальных призм и линз на поверхности перераспределяет энергию пучка в соответствующих направлениях. Это возможно когда лампа находится в предусмотренном конструкцией положении. Поэтому по требованиям безопасности, с целью исключить при замене лампы изменение структуры и энергетических характеристик светового пучка фары, размеры и расположение нитей лампы нормируются национальными и международными стандартами.

Для обеспечения неизменного положения лампы относительно отражателя и рассеивателя взаимозаменяемые лампы имеют одну форму и обозначение цоколей.

Структура светового пучка фары - организованная совокупность направлений излучения света, интенсивность которого вдоль одних направлений задана требованием обеспечения гарантированной заметности конкретного препятствия, а вдоль других - ограничена требованием гарантированного исключения ослепления встречного водителя на определенном расстоянии от фары.

Структура светового пучка светосигнального прибора - организованная совокупность направлений излучения света, интенсивность которого вдоль одних направлений задана требованием гарантированной заметности огня в пределах пространства разрешенного расположения наблюдателя и одновременно ограничена требованием гарантированного исключения его ослепления на минимально разрешенной безопасной дистанции.

Основным принципиальным отличием осветительного и светосигнального приборов является восприятие излучаемого света наблюдателем. При работе осветительного прибора (фары) световой пучок воспринимается глазом участника движения опосредованно (после отражения от дороги или от объектов дорожной обстановки). При работе светосигнального прибора (фонаря) наблюдатель воспринимает световой поток непосредственно. Это деление условно и обусловлено местом нахождения участника движения. Например, фары можно считать как осветительным (для водителя), так и светосигнальным (для пешеходов и водителей иных ТС) прибором.

Фары дальнего и ближнего света

Распределение света фар с европейской системой регламентируется освещенностью (силой света) в контрольных точках экрана согласно ГОСТ Р 41.1-99.

Фара дальнего света имеет светооптическую систему, отражающую все лучи в направлении, параллельном оптической оси. Образующийся пучок света большой силы с незначительным углом рассеяния обеспечивает удовлетворительную (более 100 м) дальность видимости. Для анализа требований, предъявляемых к дальнему свету, следует совместить перспективу дороги, изображенную на рис. 2.15, с контрольными точками измерительного экрана, рис. 2.16.

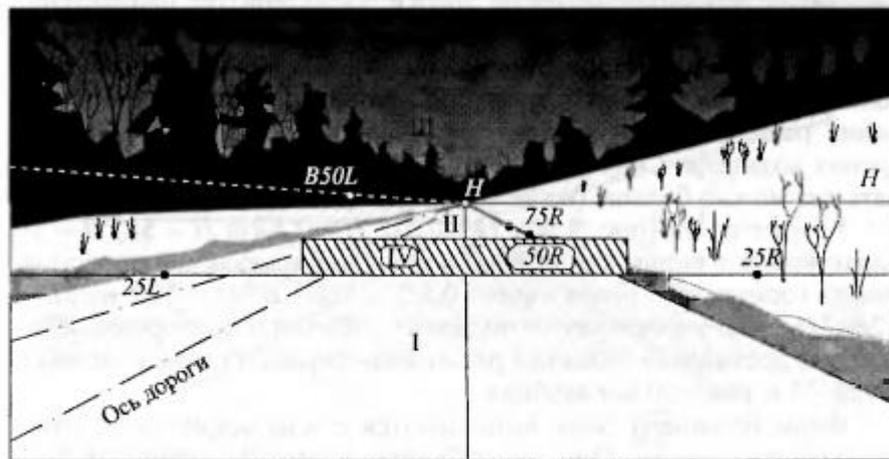


Рисунок 2.15 - Перспектива двухполосной автомобильной дороги с контрольными точками и зонами (числа означают расстояние от автомобиля в м): НН- линия горизонта; R - точки, расположенные справа от оси дороги; L – точки расположенные слева от оси дороги; I - зона, находящаяся непосредственно перед автомобилем; II - зона максимальной освещенности; III - неосвещенная зона выше светло-темной границы; IV - зона максимальной освещенности при ближнем свете

Безопасность транспортных средств

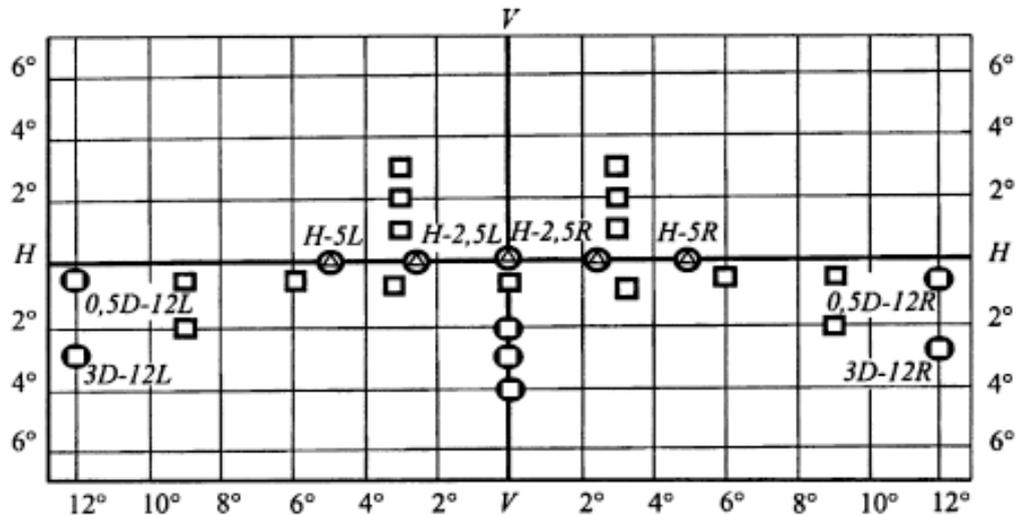


Рисунок 2.16 - Светораспределение фар дальнего света европейской и американской систем: Δ - контрольные точки европейского светоизмерительного экрана; \circ - контрольные точки ТУ ВАЗ; \square - контрольные точки американского измерительного экрана

Точка Н (рис. 2.15) - точка схода перспективных линий, имитирующих основные элементы дороги, характеризует направление предельной дальности видимости дороги водителем. В этом направлении предусматривается наибольшая возможная сила света (около 30 000 кд), исходя из закона квадратов расстояний и требований равномерности распределения яркости в центральном поле зрения водителя. Силу света в этом направлении следует увеличивать как можно больше (но не более 150 000 кд от двух фар).

Группа точек (рис. 2.16): $H - 2,5L$; $H - 2,5R$ и $H - 5L$; $H - 5R$ характеризует видимость обочин дороги и придорожной полосы на линии горизонта.

Группа точек: $0,5D - 12L$; $0,5D - 12R$ и $3D - 12R$; $3D - 12L$ характеризует видимость обочин и придорожной полосы на достаточно большом расстоянии справа и слева в диапазоне 20-75 м впереди автомобиля.

Фары ближнего света *европейской системы освещения* выполняются с асимметричными оптическими системами. Световой пучок ближнего света такой фары имеет резкую светло-темную границу, чтобы устранить лучи, направленные в сторону глаз водителя встречного автомобиля, рисунок 2.17. Для этого нить ближнего света перекрывается снизу непрозрачным экраном. Экран имеет специальную форму: его правый бортик горизонтален, а левый наклонен вниз под углом 15° к горизонту. Благодаря этому часть светового пучка, отраженная от сектора левой нижней части отражателя, направляется вправо, чем достигается значительное увеличение силы света в направлении правой стороны дороги и правой обочины.

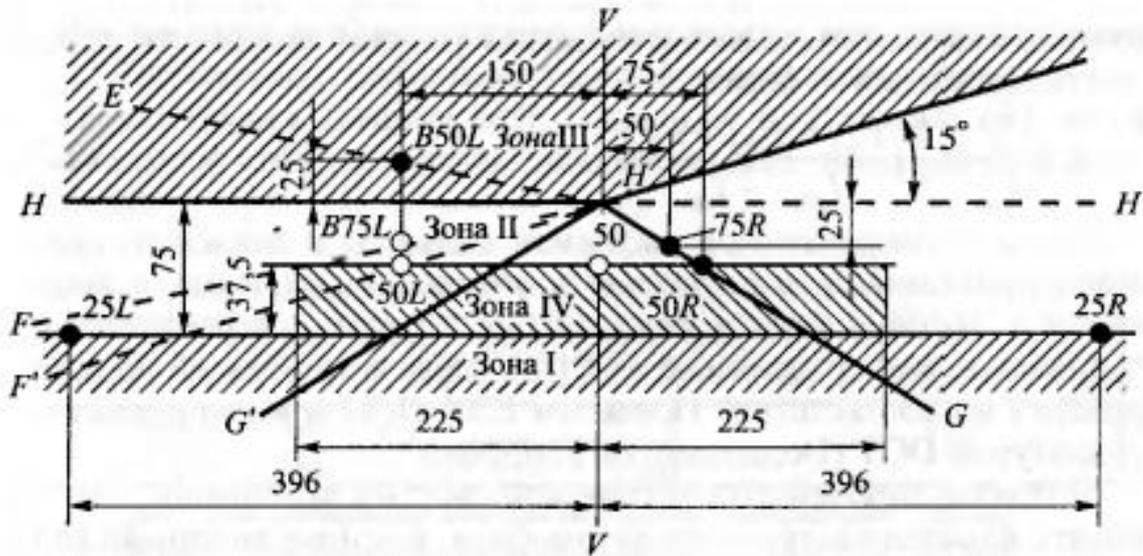


Рисунок 2.17 - Разметка контрольного экрана для европейского асимметричного ближнего света (размеры указаны в см): W - ось правой полосы движения; HE - траектория движения глаз водителя встречного автомобиля; HG - правая обочина дороги; HG' - осевая линия дороги; HF - левая обочина дороги; HF' - траектория движения встречного автомобиля; I - зона, находящаяся непосредственно перед автомобилем; II - зона максимальной освещенности; III - неосвещенная зона выше светлого-темной границы; IV - зона максимальной освещенности при ближнем свете

При включенном ближнем свете фар с достаточной степенью точности можно судить о видимости дороги и объектов на ней по двум основным параметрам, зависящим от светораспределения: уровню яркости фона и слепящему действию.

С достаточной для практики точностью о видимости дороги и объектов на ней можно судить по величине отношения средней силы света, направленного на дорогу, к средней силе света в направлении глаз водителя встречного автомобиля. Это отношение - показатель видимости, характеризующий условия видимости дороги в свете оцениваемой фары:

$$k = \frac{I_{\text{д}}}{I_{\text{сп}}} = \frac{2}{3} \left(\frac{I_{50R} + I_{75R} + I_{IV}}{I_{B50L} + I_{III}} \right).$$

Фары с американской системой дальнего и ближнего света имеют принципиальные отличия в оптических системах и допускаются к эксплуатации в европейских странах с ограничениями.

Официально импортируемые из США фары автомобилей проходят проверку на соответствие Правилам ЕЭК ООН и маркируются аббревиатурой DOT (Department of Transport).

В основе европейской оптической системы требование - не ослеплять водителя встречного автомобиля, в основе американской - хорошо освещать дорогу, требование не ослеплять встречного водителя выполняется по возможности. При более высоком показателе видимости k (превышение в 2 раза) для американских фар дальнего и ближнего света характерно превышение в 3-4 раза слепящего действия в узких зонах полей зрения в сравнении с европейскими нормативами.

Фары противотуманные и заднего хода

При просматривании дороги и препятствий на ней в свете фар во время тумана на яркость поверхности препятствия и дорожного покрытия накладывается с одной стороны, ослабление светового пучка из-за рассеивающего действия туманной атмосферы, а с другой - ухудшение контраста из-за свечения атмосферы в свете пучка на линии зрения водителя. Для обеспечения достаточной видимости дороги и препятствий на ней в условиях малой прозрачности атмосферы предназначены противотуманные фары.

Основной особенностью противотуманных фар является создание специальной структуры светового пучка, расширяющегося в горизонтальной плоскости. Цвет излучаемого света не имеет значения.

Требования к техническому состоянию противотуманных фар автомобиля и методы их проверки приведены в ГОСТ Р 51709-2001 «Автотранспортные средства. Требования безопасности к техническому состоянию и методы проверки» (пп. 4.3, 5.3).

Отрегулированная фара должна удовлетворять требованиям, приведенным на экране (рисунок 2.18).

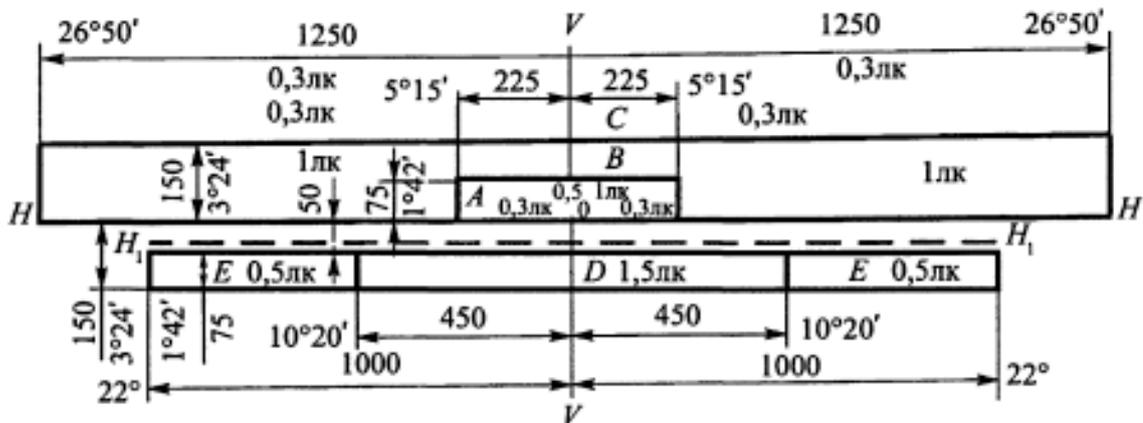


Рисунок 2.18 - Контрольный экран для противотуманного света (размеры указаны в см)

Световой пучок противотуманной фары должен образовывать на экране на расстоянии не менее 225 см по обе стороны от линии VV четкую горизонтальную разделяющую линию HH , обеспечивающую возможность регулировки фары.

Выполнение требований, предъявляемых к противотуманному свету, обеспечивает следующие условия видимости дороги:

- светло-темная граница H_1H_1 проходит под линией HH , что в значительной степени снижает слепящее действие противотуманной фары;
- сила света в направлении зон D и E создает удовлетворительную видимость дороги, обочин и придорожной полосы на расстоянии 20-30 м, что позволяет автомобилю безопасно двигаться в атмосфере малой прозрачности со скоростью не менее 8-11 м/с;
- сила света в направлении зон A , B , и C постепенно уменьшается, что предотвращает возникновение вуалирующей пелены (рассеянной яркости светового пучка).

Угол рассеяния светового пучка противотуманной фары в горизонтальной плоскости должен быть не менее 45° . У лучших образцов фар угол рассеяния в горизонтальной плоскости превышает 90° . Эта особенность светораспределения противотуманных фар позволяет использовать их при движении автомобиля по горизонтальным участкам с закруглениями, особенно малых радиусов, и на слабоосвещенных улицах городов, так как благодаря большому углу рассеяния световой пучок освещает участок дороги, лежащий за поворотом еще до изменения направления движения автомобиля.

Фара заднего хода

К осветительным приборам автомобилей относится также фара заднего хода - устройство, выполняющее две функции:

- обеспечение водителю возможности получения информации о дороге при движении назад;
- передача остальным участникам дорожной ситуации информации о направлении движения автомобиля.

Как и у любого другого осветительного прибора, эффективность фары заднего хода зависит от ее установки относительно направления движения автомобиля и плоскости дорожного полотна. В связи с тем, что световой пучок фары заднего хода не имеет характерных особенностей, ее регулировку следует проверять по углам геометрической видимости. Светящаяся поверхность фары заднего хода должна быть видна с направлений 15° вверх и 5° вниз. В горизонтальной плоскости: если фара одна, то угол должен быть 45° наружу и внутрь, если же используются две фары, то угол должен быть 45° наружу и 30° внутрь.

Фара заднего хода должна зажигаться только в случае, когда рычаг коробки передач занимает положение для движения назад.

Внешние светосигнальные приборы

Комплект внешних светосигнальных приборов обеспечивает возможность общения с максимально возможным числом участников дорожного движения при их произвольном расположении в пределах визуального контакта на данном участке дороги.

Комплект внешних светосигнальных приборов включает:

- габаритные (ходовые) огни;
- сигналы торможения;
- указатели поворота;
- фары заднего хода.

В общем случае обмен информацией между участниками движения имеет практическую полезность, если он протекает при следующих обязательных условиях:

- информационное сообщение передано светосигнальным прибором автоматически, или водителем своевременно;
- нет помех, препятствующих прохождению светового сигнала прибора, в пределах углов видимости наблюдателя;
- техническое состояние светосигнальных приборов обеспечивает заметность сигнала и надежное узнавание кодирующих признаков (цвета и интенсивности излучения, формы сигнала и режима его работы) на расстоянии, позволяющем полностью исключить вероятность ДТП.

Среди всех светосигнальных приборов наибольшее количество режимной информации передают габаритные (ходовые) огни. Различают передние, задние и верхние габаритные огни. Сюда же относятся фонари увеличения габарита (фонарь, встроенный в дверь).

Главная цель использования сигналов торможения на автомобиле - информировать двигающихся сзади водителей об изменении своей скорости. На современных автомобилях процесс торможения полностью синхронизирован с работой сигналов торможения. Нажатие на тормозную педаль вызывает подключение ламп фонарей сигналов торможения к источнику питания. Лампа выходит на режим через 0,2 с после включения (для скорости 60 км/ч это около 3 м).

При выборе силы света световых приборов разработчики нижний предел назначают по критерию гарантированной заметности, а верхний - по критерию отсутствия ослепления. Для надежного различия этих огней интенсивности должны относиться как 1:5 (при наблюдении в ночное время). Повышение эксплуатационной эффективности сигнала торможения обеспечивается дополнительным сигналом торможения, который допускается устанавливать в верхней части заднего стекла по середине между сигналами торможения.

Безопасность транспортных средств

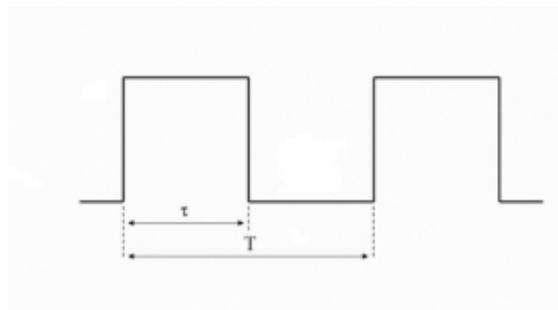
Для возможности оповещения участников дорожного движения о предполагаемом маневре каждый автомобиль должен быть оснащен указателями поворота с проблесковым режимом работы.

Исследованиями установлено, что для надежного с точки зрения безопасности движения восприятия сигнала об изменении направления движения необходимо обеспечить следующие условия:

- проблески должны восприниматься отдельно;
- минимальное значение промежутка времени между светлыми частями проблеска должно быть 0,25 с;
- в течение среднего значения промежутка времени, необходимого для оценки дорожной обстановки (по данным работы - 1 с), должен появляться как минимум один проблеск.

Частота и скважность сигнала светового прибора нормируются по требованиям безопасности. Частота следования проблесков должна находиться в пределах 90 ± 30 проблесков в минуту или $1,5 \pm 0,5$ Гц.

Примечание: Скважность - это безразмерная физическая величина, характеризующая импульсную систему. Она обозначается буквой S и является отношением периода следования импульсов последовательности T к их длительности t .



Световозвращатели

К элементам активной безопасности автомобиля относятся специальные отражательные приспособления - световозвращатели.

Световозвращатели являются дублерами габаритных огней в случаях отказа системы электропитания. При освещении световозвращателей источником направленного излучения под углом $5-175^\circ$ он отражает попавший на него свет в направлении, близком к направлению оси освещения. Чем выше интенсивность освещения, тем с больших расстояний виден световозвращатель.

Наиболее простые световозвращатели представляют собой гибкую эластичную пленку толщиной до 0,2 мм с микроскопическими (диаметром 20-50 мкм) стеклянными шаровыми линзами. Более сложную оптическую систему имеют плоскопризменные световозвращатели. Они изготавливаются из полимерных материалов, их форма поверхности - многократно повторяющиеся три взаимно перпендикулярные грани. Эти световозвращатели эффективны при сравнительно

Безопасность транспортных средств

небольших углах падения света на поверхность (до + 35°). Однако дальность видимости их в свете фар составляет около 600 м, что на порядок выше дальности видимых шаровых световозвращателей.

Форма и цвет световозвращателей несут определенную информационную функцию. Традиционно красный световозвращатель устанавливается сзади автомобиля. Оранжевые световозвращатели устанавливаются на боковых сторонах автомобиля. По крайней мере один боковой световозвращатель должен находиться в средней трети автомобиля. Расстояние между смежными световозвращателями не должно быть более 3 м. Задний боковой световозвращатель не должен отстоять от заднего торца на расстоянии больше 1 м.

Белые световозвращатели устанавливаются в переднем торце прицепа на расстоянии не более 150 мм от края его габаритной ширины.

Световозвращатель треугольной формы выполняется красного цвета, располагается только на заднем торце прицепа автомобиля обязательно вершиной вверх. На каждом прицепе (полуприцепе, роспуске) должно быть не менее двух таких световозвращателей.

Световозвращателем является и знак аварийной остановки, устройство, которое формально не относится к внешним световым приборам.

Информация о неисправностях автомобиля или о плохом самочувствии водителя передается аварийной сигнализацией. Такая аварийная сигнализация включается специальным выключателем. Аварийная сигнализация должна обеспечивать синхронное включение всех указателей поворота в проблесковом режиме с частотой указателей поворотов.

Развитие конструкции и повышение эффективности внешних световых приборов

Конструкция внешних световых приборов совершенствуется. При создании новых образцов приборов перед разработчиками стоят две противоположные задачи:

- максимально осветить дорогу;
- не допустить ослепления встречных водителей.

Наиболее известный разработчик и изготовитель оптики европейская компания Hella. Компания первая в 1962 г. предложила для автомобильной индустрии галогенную лампу, а в 1983 г. представила концептуальную разработку трехосной фары с отражателем эллипсоидной формы. Развитие компьютерного моделирования позволило создать отражатели из отдельных сегментов (многофокусные отражатели), каждый из которых освещает «свой» участок дороги. Рассеиватель используется только для защитных функций и изготавливают его из поликарбоната. Многофокусные отражатели устанавливаются на европейские автомобили с 1993 г., в том числе и отечественные легковые автомобили.

Безопасность транспортных средств

Создание газоразрядных «ксеноновых» ламп позволило снизить до 7 % расходы энергии на нагрев рабочего тела лампы и повысить светоотдачу до 3200 лм. В ксеноновых лампах светится газовая электрическая дуга, которая зажигается импульсом 25 кВ с частотой 400 Гц, после чего блок управления снижает напряжение до 85 В. Газоразрядные лампы потребляют 35 Вт электроэнергии (галогенные 55 Вт) и имеют больший срок службы.

Перспективными являются разработки компании Hella по применению в световых приборах светодиодов. Светодиоды срабатывают на 0,2 с быстрее традиционных лампочек, потребляют электроэнергии в два раза меньше и имеют неограниченный срок службы. Светодиоды из-за малой светоотдачи сегодня используются для функции «дневной свет» и в задних фонарях как габариты и стоп-сигналы. Разработчики планируют создать диоды со светоотдачей почти как у газоразрядной лампы.

Одно из перспективных направлений в развитии автомобильного освещения - волоконная оптика. Для концепт-кара Volvo SCC компания Hella предложила заменить внешние световые приборы лампами, свет к которым подводится световодами. Лампы снабжаются рассеивателями – линзами Фринеля, управляющими направлением светового потока. В задних фонарях световоды обеспечили выполнение каждой функции одним светодиодом.

Представляют интерес результаты компании Hella в разработке «адаптивного света» - на высоких скоростях движения ТС биксеноновый прожектор поворачивается в направлении поворота с учетом угла поворота руля и угловой скорости автомобиля на 15° наружу и на 7° внутрь, а при медленных поворотах и при маневрировании фары - статический с углом охвата до 90°.

Для повышения информативности современных систем внешних световых приборов исследуются возможности объединения фар ближнего и дальнего света с системой ночного видения, совершенствуются конструкции сигнальных фонарей в отношении восприятия их водителями в различных дорожно-метеорологических условиях.

Обзорность автомобиля

Для целей безопасности введено понятие нормативного поля обзора с места водителя, как условного поля передней обзорности в 180-градусном секторе, расположенного между горизонтальными плоскостями, составляющими в совокупности верхнюю и нижнюю границы поля.

Размеры, расположение нормативного поля обзора, непросматриваемые зоны и методы испытаний установлены ГОСТ Р51266-99.

По требованиям безопасности не допускается наличие дополнительных предметов или покрытий, ограничивающих обзорность с места водителя (за исключением зеркал заднего вида, деталей стеклоочистителей, наружных и нанесенных или встроенных в стекла радиоантенн, нагревательных элементов устройств размораживания и осушения ветрового стекла).

В верхней части ветрового стекла допускается крепление полосы прозрачной цветной пленки шириной не более 140 мм, а на АТС категорий М3, N2,

Безопасность транспортных средств

N3 - шириной, не превышающей минимального расстояния между верхним краем ветрового стекла и верхней границей зоны его очистки стеклоочистителем.

Светопропускание стекол, в том числе покрытых прозрачными цветными пленками, должно соответствовать ГОСТ 5727-88.

Если на задних стеклах легковых автомобилей применяются жалюзи и шторы, то необходимым условием активной безопасности ТС является обеспечение обзорности посредством наружных зеркал заднего вида с обеих сторон.

В качестве критерия оценки обзорности используются геометрические размеры оконных проемов и очищаемых зон стекол, а также углы обзорности с места водителя, величина которых определяется расположением непрозрачных элементов кабины относительно трех основных пространственных плоскостей, проведенных через точку расположения глаз водителя. Обзорность также зависит от размеров зон, очищаемых стеклоочистителями, эффективности омывателей, системы обогрева и обдува стекол, расположения, числа и типа зеркал заднего вида.

Максимальная высота верхней кромки переднего окна, ограничивающая верхний предел обзорности, обуславливается двумя требованиями:

во-первых, водитель должен видеть светофор, подвешенный на высоте 5 м над серединой проезжей части дороги, когда автомобиль стоит у линии «стоп» на расстоянии 12 м от светофора;

во-вторых, переднее окно не должно быть слишком высоким, так как в противном случае водитель будет страдать от избытка яркого света и тепловых лучей, что наблюдается при верхнем угле обзорности свыше 30°. В настоящее время появились разработки автомобилей, у которых лобовое стекло переходит в прозрачную стеклянную крышу. Такая конструкция недопустима по вышеуказанному требованию к безопасности.

Обзорность непосредственно перед автомобилем, т. е. нижний угол обзорности, определяется длиной и высотой капота, а также нижней кромкой переднего окна. Кроме того, она зависит от расположения глаз водителя над дорогой.

Оптимальные углы обзорности автомобиля в горизонтальной плоскости должны быть такими, чтобы водитель мог видеть объекты при выполнении маневров в плане (при движении автомобиля по криволинейным участкам дорог, при проезде различных перекрестков и пересечений), а также светофоры, дорожные знаки, указатели и другие объекты, расположенные по сторонам дороги. Обзорность в плане определяется, прежде всего, шириной переднего окна, шириной и расположением передних боковых стоек кабины (кузова).

В процессе движения водителю часто приходится оценивать дорожную обстановку позади автомобиля, особенно при смене полос движения и совершении обгонов. Получить максимум зрительной информации водителю во многом помогают зеркала заднего вида.

Автомобили категории M1 и N1 оборудуются плоскими или сферическими зеркалами внутренним (заднего вида) и одним наружным с левой стороны кузова.

Безопасность транспортных средств

С правой стороны наружное зеркало (плоское или сферическое) устанавливается в обязательном порядке, когда автомобиль не оборудован внутренним зеркалом или оно не обеспечивает предписанную обзорность. Для конструкций грузового автомобиля и автобуса обязательны наружные сферические зеркала заднего вида с обеих сторон. Для грузовых ТС категории N2 (свыше 7,5 т) и N3, чтобы уменьшить вероятность сферические зеркала: одно - широкоугольное, другое – бокового обзора.

Внутреннее зеркало заднего вида должно обеспечивать возможность видеть с рабочего места водителя часть плоской и горизонтальной дороги шириной 20 м, расположенную на расстоянии не более 60 м позади автомобиля, и линию горизонта. Правое наружное зеркало заднего вида должно обеспечивать возможность видеть, начиная с расстояния не более 30 м позади водителя, часть плоской и горизонтальной дороги шириной не менее 1,5 м и линию горизонта. На расстоянии менее 30 м допускается постепенное уменьшение ширины видимой части дороги до 0,75 м на расстоянии не более 4 м позади водителя. Требования к обзорности через левое наружное зеркало заднего вида допускают непросматриваемую зону на расстоянии до 10 м.

Большое значение для обеспечения хорошей обзорности независимо от метеорологического состояния окружающей среды имеет требование оснащения автомобиля стеклоочистителями, а также системами обмыва и обогрева стекол. Стеклоочистители должны очищать как можно большую часть площади ветрового стекла с хорошим качеством за каждый ход щеток.

Система обдува и обогрева стекол должна устранять запотевание и обмерзание лобового стекла при низкой температуре наружного воздуха. В неблагоприятных погодных условиях отсутствие или неисправность стеклоочистителя и стеклоомывателя может затруднить водителю обзорность.

По данным статистики неисправности устройств обзорности с рабочего места водителя по степени опасности для движения находятся на втором месте после неисправностей тормозных систем.

Обзорность с места водителя может быть ухудшена в условиях низких температур наружного воздуха из-за недостаточной интенсивности обогрева стекол.

В целях устранения обмерзания и запотевания стекол кабина (кузов) автомобиля в процессе эксплуатации дооборудуется дополнительным отопителем или вентилятором для увеличения подвижности воздуха, а также нагревательной спиралью, вмонтированной в стекло или прикрепляемой к стеклу на присосках.

2.2 Пассивная безопасность автомобиля

2.2.1 Цели и задачи пассивной безопасности

Безопасность транспортных средств

Как было указано ранее, целью функционирования системы обеспечения активной безопасности является снижение вероятности возникновения ДТП. Целью системы обеспечения пассивной безопасности (ПБ) является снижение вероятности и тяжести травмирования участников дорожного движения (водителей, пассажиров и пешеходов) при ДТП.

Пассивная безопасность как наука исследует процессы взаимодействия человека и технических средств при совершении ДТП, рассматривает причины и механизмы травмирования человека в различных условиях ДТП, конструктивные особенности и свойства транспортных средств и инженерного обустройства дорог как элементов системы обеспечения пассивной безопасности.

Общей задачей и конечной целью исследований ПБ является создание высокоэффективных по безопасности транспортных систем на основе рационального использования возможностей человека и технических средств.

Структура и критерии оценки системы обеспечения ПБ

Система обеспечения ПБ комплекса ЧАДС включает пассивную безопасность автомобиля (А), дороги (Д) и человека (Ч).

Уровень пассивной безопасности автомобиля можно характеризовать ударно-прочностными свойствами и возгораемостью.

При оценке ударно-прочностных свойств целесообразно использовать три основных измерителя:

- перегрузки человека (автомобиля);
- деформации (перемещения) автомобиля;
- вероятность выбрасывания человека из автотранспортного средства.

Внешняя и внутренняя ПБ

ПБ автомобилей принято подразделять на внешнюю и внутреннюю. Мероприятия по повышению внешней пассивной безопасности направлены на снижение тяжести травмирования пешеходов, водителей и пассажиров транспортных средств, участвующих в ДТП, путем оптимизации ударно-прочностных свойств объектов соударения (транспортных средств, ограждений и других элементов обустройства дорог и т. д.).

Работы по повышению внешней пассивной безопасности направлены на совершенствование элементов дороги (дорожных ограждений, опор светильников, дорожных знаков и т. д.).

Но основное внимание в работах по повышению пассивной безопасности уделялось и уделяется внутренней пассивной безопасности автотранспортных средств.

Исключение (снижение) вероятности травмирования человека (водитель и пассажир - в автомобиле и пешеход - вне автомобиля) в процессе дорожного движения является основной целью функционирования системы обеспечения

Безопасность транспортных средств

пассивной безопасности и ее подсистем. При этом основными показателями являются антропометрические и биомеханические данные человека, характеризующие его положение внутри автомобиля (или относительно его наружных частей) и способности отдельных частей тела человека выдерживать перегрузки. Кроме того, человек рассматривается и как элемент понятия «среда», в этом случае дополнительной характеристикой является вероятность (частота) столкновения человека с транспортным средством.

Показатели следующего элемента - *автомобиля* - должны способствовать исключению (снижению) травмирования человека при ДТП внутри автомобиля (внутренняя пассивная безопасность) и вне его (внешняя пассивная безопасность).

Квазизащитные и специальные удерживающие средства

Под удерживающим средством понимается устройство (система устройств), обеспечивающее связь между автомобилем и человеком (грузом) при нагружении человека, не превышающем норм перегрузок для его тела, и исключаящее или снижающее вероятность (тяжесть) травмирования человека в условиях ДТП.

Удерживающие средства, используемые в конструкции автомобиля, можно условно подразделить на квазизащитные и специальные.

Квазизащитные удерживающие средства (обладают, как правило, защитными свойствами в ограниченных пределах) - это устройства, основное функциональное назначение которых не связано с обеспечением пассивной безопасности человека, расположенные как в зонах возможного удара человека (элементы интерьера), так и в зонах возможного перемещения груза (элементы кабины, кузова и грузовой платформы).

К таким квазизащитным удерживающим средствам человека внутри автомобиля относятся рулевые управления, панели приборов, сиденья - для сидящих сзади пассажиров, элементы фиксации дверей, внутренняя часть несущих элементов кузова (кабины) - крыша, стойки и др. Квазизащитными удерживающими средствами груза являются задняя стенка кабины, элементы крепления сиденья.

Специальные удерживающие средства - это средства, устанавливаемые в автомобиле для повышения эффективности связи человека или груза с автомобилем. К ним относятся ремни безопасности, пневматические защитные устройства, экраны или специальные крепления для защиты от перемещающегося при ударе груза и т. д.

Понятие «дорога» рассматривается как элемент системы (подсистемы), показатели которого способствуют исключению (снижению) травмирования человека внутри автомобиля при ДТП. «Дорога» является элементом понятия объект соударения. Основными измерителями безопасности дороги являются ударно-прочностные и геометрические характеристики объектов инженерного обустройства дороги и придорожной полосы (мачт освещения, стоек дорожных знаков, направляющих ограждений и т. д.).

К понятию «среда» отнесены наличие, состав и характеристики элементов транспортного потока (транспортных средств, пешеходов), с которыми возможно взаимодействие транспортного средства при ДТП.

Классификация ДТП в системе обеспечения пассивной безопасности

Классификация ДТП по признаку «тип автомобиля-участника ДТП» на легковые и грузовые автомобили, автобусы и другие транспортные средства - общепринята и не требует дополнительных пояснений.

Для классификации ДТП по признаку «тяжесть травмирования участников ДТП» использованы статьи УК, а также методики определения степени тяжести телесных повреждений, рекомендованные органами здравоохранения.

Травмирование целесообразно подразделить на четыре категории:

- смертельную;
- тяжелую;
- легкую;
- без травмирования участника ДТП.

Классификация по признаку «тип ДТП» на фронтальные и боковые столкновения, удар сзади и опрокидывание позволяет охватить основную часть ДТП (95-98 %), при которых отмечаются случаи травмирования водителей и пассажиров автотранспортных средств.

Основными признаками, которые следует учитывать при классификации аварий по типам ДТП, являются характерные особенности воздействия перегрузок на человека - участника ДТП и зоны (части) автомобиля, воспринимающей основную энергию удара во время аварии.

На рисунке 2.19 приведены значения углов ударов при основных типах столкновений автомобилей. За угол удара принят угол между центральной продольной вертикальной плоскостью исследуемого автомобиля - участника ДТП и вектором скорости объекта соударения (при движущемся объекте соударения), или вектором скорости исследуемого автомобиля (при возмущенном характере движения, когда вектор скорости не совпадает по направлению с продольной вертикальной плоскостью автомобиля). Угол удара отсчитывается от 0 до 180° вправо или влево от центральной продольной вертикальной плоскости автомобиля.

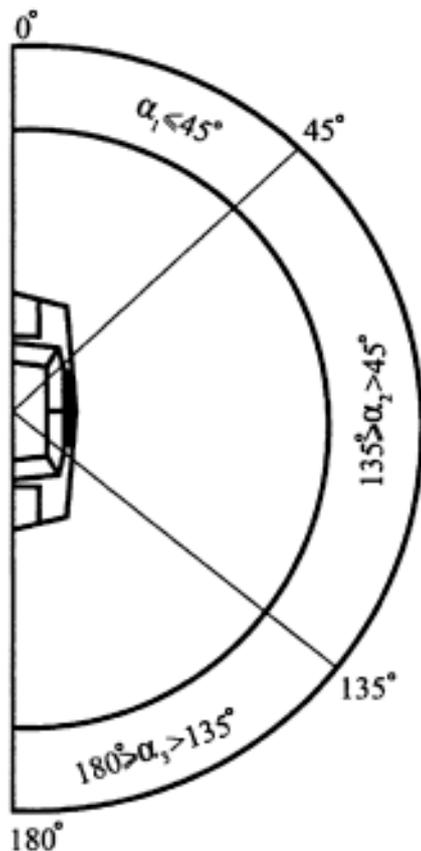


Рисунок 2.19 - Типы столкновений автомобилей: α_1 и α_2 - углы столкновения соответственно фронтального и бокового; α_3 - угол удара при наезде сзади

Фронтальное столкновение - тип ДТП, при котором направление вектора скорости движения объекта соударения или автомобиля составляет с продольной вертикальной плоскостью автомобиля угол $0 < \alpha_1 < 45^\circ$, а зона соударения (контакта) расположена в передней части. Принятый для фронтального столкновения угол удара обусловлен характерными особенностями зоны удара водителей и пассажиров об элементы интерьера и возможностями поглощения энергии удара передней частью автомобиля.

Боковое столкновение - тип ДТП, при котором направление вектора скорости движения объекта соударения или автомобиля составляет с продольной вертикальной плоскостью автомобиля угол $135^\circ > \alpha_2 > 45^\circ$, а зона соударения (контакта) находится в боковой части кузова.

Удар сзади - тип ДТП, при котором направление вектора скорости движения объекта соударения или автомобиля составляет с продольной вертикальной плоскостью автомобиля угол $180^\circ > \alpha_3 > 135^\circ$, а зона соударения (контакта) находится в его задней части.

Опрокидывание - тип ДТП, в процессе которого происходит вращение автомобиля относительно продольной или поперечной его оси. Опрокидывания, происходящие в результате столкновений автотранспортных средств или наезда на неподвижные препятствия, классифицируются как фронтальные столкновения.

Столкновение называется прямым, когда угол удара равен 90° и 180° с допускаемым отклонением не более $\pm 5^\circ$. При других значениях угла удара столкновение считается косым.

Столкновение называется центральным, если векторы скорости соударяемых объектов проходят через центры тяжести и совпадают с продольной вертикальной плоскостью автомобиля. В противном случае столкновение - нецентральное, или эксцентричное.

Безопасность транспортных средств

Специфическим видом являются скользящие столкновения, когда деформация кузова происходит вдоль боковой поверхности, а деформируемая зона охватывает более половины ее длины.

Боковые столкновения целесообразно классифицировать по месту приложения нагрузки: удар в пассажирский салон или вне его. В первом случае зона максимальной деформации расположена в боковой части салона.

2.2.2 Требования к элементам системы обеспечения пассивной безопасности

Основные функциональные требования к элементам системы обеспечения ПБ включают в себя три основные составляющие.

1. Требования к автотранспортным средствам:

ударно-прочностные свойства передней части автомобиля должны быть такими, чтобы возникающие при столкновениях перегрузки салона автомобиля были по возможности минимальными, а деформации (перемещение) кузова (кабины) и его элементов не распространялись в пределы жизненного пространства;

ударно-прочностные свойства верхней части кузова (кабины) автотранспортного средства должны обеспечивать сохранение жизненного пространства в процессе опрокидывания;

компоновка кузова (кабины) должна обеспечивать минимальные свободные перемещения человека относительно квазизащитных удерживающих средств;

в автотранспортных средствах должны использоваться специальные защитные удерживающие средства, эффективные при всех видах ДТП;

конструкция элементов фиксации дверей (дверные замки, петли и др.), аварийных выходов, ветровых стекол и мест их установки должна по возможности исключать их самооткрывание в процессе ДТП для предотвращения выбрасывания человека из автотранспортного средства;

конструкция бензобака и бензопроводов, а также ударнопрочностные свойства автомобиля в зоне расположения бензобаков должны исключать вероятность возникновения деформаций и течи топлива при столкновениях.

2. Требования к удерживающим средствам:

ударно-прочностные свойства специальных защитных и квазизащитных удерживающих средств должны быть такими, чтобы перегрузки, возникающие при контакте с ними человека, не превышали допустимых пределов выносливости контактируемых частей тела человека при максимально возможной скорости движения автомобиля в момент столкновения;

конструкции специальных защитных и квазизащитных удерживающих средств должны обеспечивать минимальные свободные перемещения человека при столкновениях;

конструкции элементов интерьера кузова (кабины) и органов управления автотранспортного средства, расположенных в зоне возможного удара при

Безопасность транспортных средств

опрокидываниях и столкновениях, должны исключать возможность образования в процессе ДТП острых выступающих частей, при контакте с которыми могут возникнуть травмоопасные локальные перегрузки отдельных частей тела человека;

сиденья должны быть оборудованы подголовниками и выполнять роль квазизащитных удерживающих средств для сидящих и находящихся сзади пассажиров с учетом действия перегрузок по направлению «грудь - спина», предохранять человека от вероятности соударения с элементами интерьера и не перемещаться при ударе в зону размещения и перемещения сзади сидящего пассажира.

3. Требования к объектам соударения:

ударно-прочностные свойства стационарных и подвижных объектов возможного соударения с автотранспортными средствами должны быть такими, чтобы перегрузки, возникающие при соударении с ними, были по возможности минимальными;

геометрические параметры и форма объектов возможного соударения не должны способствовать нарушению жизненного пространства в автотранспортных средствах при столкновении;

при наличии откосов большой крутизны и протяженности на придорожной полосе в зонах возможного опрокидывания автомобилей необходимо применять специальные ограждения дорог, предотвращающие опрокидывание автотранспортных средств;

в зонах возможного опрокидывания на дорожном полотне и в придорожной полосе не должно быть недеформируемых неровностей и объектов инженерного обустройства дорог, способствующих возникновению локальных перегрузок кабины при опрокидывании автотранспортных средств.

Внедрение мероприятий по повышению безопасности конструкций автотранспортных средств должно проводиться с целью снижения в первую очередь вероятности получения водителями и пассажирами травм при наиболее частых видах ДТП, результаты исследований биомеханики и механизмов травмирования человека при ДТП должны рассматриваться как исходные (базовые) при разработке расчетных и экспериментальных методов исследований и при оптимизации характеристик элементов системы обеспечения пассивной безопасности.

2.2.3 Методы повышения пассивной безопасности автомобиля

Поглощение энергии и сохранение жизненного пространства элементами кузова при ударе

Для выполнения требований пассивной безопасности кузов автомобиля кроме энергопоглощающей функции должен обеспечивать вокруг человека жизненное пространство, перемещение внутри которого не должно приводить к

Безопасность транспортных средств

смертельным травмам. Для снижения инерционных нагрузок увеличивают продолжительность деформации деталей и создают защитную зону вокруг водителя и пассажиров путем устройства жесткого каркаса в сочетании с легко сминающимися при ударах передней и задней частями кузова (рисунок 2.20).

Кузов большинства современных автомобилей цельнометаллический несущего типа. Каркас кузова представляет собой жесткую сварную конструкцию. Передняя часть каркаса кузова усилена подмоторной рамой лонжеронного типа.

Для увеличения жесткости кузова в его силовую схему могут быть включены продольные и поперечные брусья, лонжероны и другие профильные элементы, имеющие коробчатое сечение для уменьшения его общей массы и при высоких нагрузках деформирующиеся. У автомобилей рамной конструкции с этой целью ослабляют лонжероны и поперечины, уменьшая их сечение, предусматривая отверстия в слабонагруженных местах или применяя хрупкие материалы, например алюминиевые трубы и брусья, которые должны разрушаться при ударе.

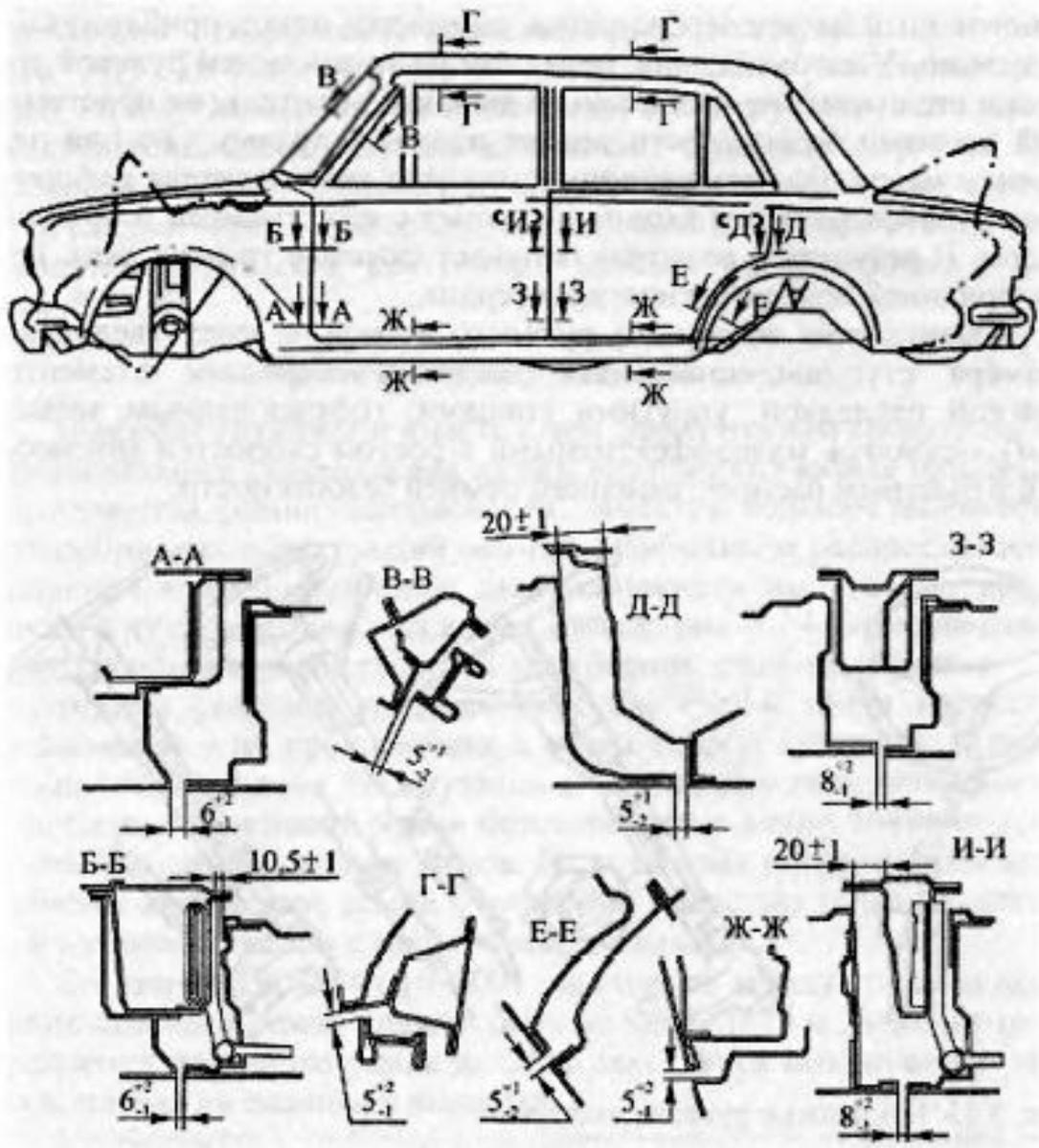


Рисунок 2.20 - Схема деформации и основные сечения кузова ВАЗ-2101

Защита от травмирования рулевым колесом

Большое внимание уделяется исследованию влияния конструкции и расположению *рулевой колонки* на безопасность водителя при возникновении ДТП. При хорошо сконструированной и правильно расположенной рулевой колонке опасность травмирования водителя уменьшается на 30...40 %.

При встречных столкновениях картер рулевого механизма, установленный на лонжероне рамы, смещается назад, приближаясь к водителю. У автомобилей с передним расположением рулевой трапеции это смещение настолько велико, что водитель, не пристегнутый ремнями безопасности, может получить травму уже при первичном ударе. Во время вторичного удара тело водителя деформирует рулевое колесо и входит в контакт с его ступицей и рулевым валом. В результате водитель получает тяжелые травмы лица, груди, брюшной полости, а иногда и сердца.

Уменьшение жесткости рулевого колеса за счет увеличения размера ступицы, снабжения энергопоглощающим элементом (мягкой накладкой, упругими спицами, гофрированным элементом), оказались малоэффективными с ростом скоростей автомобилей и быстрым распространением ремней безопасности. В настоящее время является обязательным требованием к рулевому управлению исключение возможности проникновения внутрь салона. Конструкции безопасных рулевых управлений весьма разнообразны, рисунок 2.21.

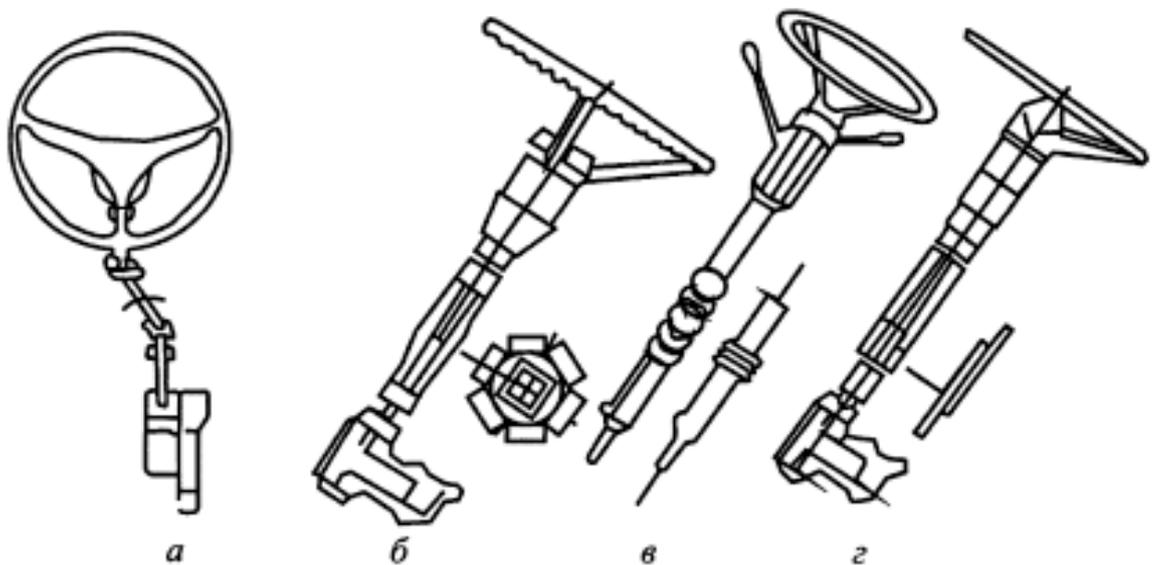


Рисунок 2.21 - Безопасные рулевые колонки: а - отклоняющаяся в сторону; б- с упругими пластинами; в - с перфорированным защитным элементом; г - со стальными шариками

Чтобы уменьшить возможность проникновения рулевого колеса внутрь салона, применяют рулевые валы с карданными шарнирами, отклоняющиеся при

Безопасность транспортных средств

ударах вверх или в сторону (рис. 2.21, а). Для поглощения кинетической энергии нижней части вала, связанного с рулевым механизмом, в рулевой вал, рулевую колонку или в обе эти детали встраивают специальные защитные элементы, разрушающиеся или деформирующиеся под действием больших нагрузок. У некоторых автомобилей защитный элемент имеет форму перфорированной трубы с ромбовидными отверстиями, расположенную в средней части вала (рис. 2.21, в). Иногда рулевую колонку делают телескопической (рис. 2.21, г). Между внутренней и наружной трубами располагают несколько кольцевых поясов закаленных стальных шариков. При продольном перемещении труб шарики вдавливаются в их стенки. В последнее время деформируемый элемент делают в виде пластин, приваренных к внутренним концам частей рулевого вала (рис. 2.21, б).

Ограничение перемещения людей

Ремни безопасности

Наиболее простым и вместе с тем эффективным средством, ограничивающим перемещение людей внутри автомобиля при авариях, являются ремни безопасности.

При столкновении автомобиля на скорости 50 км/ч человек, не пристегнутый ремнями, ударяется с силой до 60 раз превышающей его собственный вес. По статистике риск серьезных ранений для пассажиров, пристегнутых ремнями безопасности на заднем сиденье, снижается в 2,86 раза.

Имеется большое количество разнообразных конструкций ремней. Наибольшее распространение получили комбинированные диагонально-поясные ремни, крепящиеся к кузову автомобиля в трех точках, рис. 2.22.

Верхние отверстия крепления располагаются на средних стойках, нижние – на внутренних сторонах дверных порогов, третьи точки крепления (разъемные) – на кронштейнах с обеих сторон кузовного туннеля нижней части кузова.

На грузовых и задних сиденьях легковых автомобилях применяют ремни безопасности с двумя точками крепления, состоящие из двух лямок. На гоночных и спортивных автомобилях используют ремни с четырьмя - шестью точками креплений и соответственно с тремя - пятью лямками.

Согласно ГОСТ Р41.16-2001 расстояние между точками крепления поясного ремня должно быть не менее 0,35 м. Верхняя точка крепления плечевого ремня должна находиться позади точки опоры водителя на сиденье и выше нее.

Безопасность транспортных средств



Рисунок 2.22 - Диагонально-поясной ремень безопасности:
 1 - пряжка замка; 2 - замок; 3 - кнопка замка; 4 - крепление ремня

Необходимо, чтобы точки крепления поясного ремня выдерживали усилие не менее 22,7 кН, а плечевого ремня - не менее 22,9 кН. Замки ремня должны открываться одной рукой. Минимальная поверхность кнопки замка 4,5 см², минимальная ширина 10 мм. Ширина лямки ремня должна быть не менее 51 мм под нагрузкой 10 кН; лямка не должна скручиваться под нагрузкой. Лямки пристегнутого ремня должны проходить по осям человеческого скелета и не передавать усилий на органы, не защищенные грудной клеткой. Кроме того, лямки не должны создавать местных высоких давлений и не должны контактировать с болезненными и легко ранимыми частями тела. Расположение ремня должно по возможности уменьшать взаимное перемещение (изгиб и поворот) отдельных частей тела, приводящее к дополнительным нагрузкам.

Эффективность ремней безопасности доказана многочисленными исследованиями. Так, по данным США и ФРГ, правильное использование ремней уменьшает число травм на 60-75 %. По результатам шведских исследований, применение ремней более чем в 2 раза уменьшает тяжесть последствий и в 50-70 случаях из 100 предотвращает тяжелые ранения.

Комплектация автомобиля ремнями безопасности является обязательным требованием пассивной безопасности. Согласно ГОСТ Р 51709-2001 АТС должны быть оснащены ремнями безопасности.

Не допускается эксплуатация ремней безопасности со следующими дефектами:

- надрыв на ляжке, видимый невооруженным глазом;
- замок не фиксирует «язык» лямки или не выбрасывает его после нажатия на кнопку замыкающего устройства;
- лямка не вытягивается или не втягивается во втягивающее устройство (катушку);

Безопасность транспортных средств

- при резком вытягивании лямки ремня не обеспечивается прекращение (блокирование) ее вытягивания из втягивающего устройства (катушки), оборудованного механизмом двойной блокировки лямки.

Чтобы увеличить вероятность использования ремней безопасности при движении автомобиля, применяют системы, сигнализирующие и препятствующие пуску двигателя, если ремень не пристегнут. Так, на автомобиле Toyota Camry при посадке водителя на сиденье срабатывает датчик, включающий сигнальную лампу и зуммер, предупреждающий о необходимости надеть ремень безопасности и одновременно блокирующий замок зажигания. После надевания ремня и соединения верхней и нижней частей замка зуммер и лампа выключаются, а система зажигания разблокируется.

Ремни со стандартным режимом блокировки (инерционные ремни)

Ремень со стандартным режимом блокировки при плавном перемещении пассажира на сиденье может вытягиваться из катушки и затем втягиваться обратно, что позволяет пассажиру менять свое положение и чувствовать себя более комфортно. В случае резкого торможения автомобиля, приводящему к резкому вырыванию ремня из катушки, ремень будет заблокирован стопорным механизмом, ограничив таким образом перемещение пассажира в салоне. Ремень будет также заблокирован в случае, если пассажир резко наклонится вперед.

Ремни с преднатяжителями

В современных автомобилях все большее распространение получают ремни с преднатяжителями, или по-другому - аварийные натяжители ремней безопасности (применяются, как правило, для водителя и переднего пассажира). Назначение такого ремня заключается в обеспечении мгновенной принудительной фиксации пассажира при фронтальном ударе. При этом сила удара должна быть достаточной для срабатывания датчиков активации преднатяжителя ремня.

Преднатяжитель ремня безопасности может сработать отдельно, а также совместно с надувными подушками безопасности.

В обычных условиях ремень безопасности с преднатяжителем работает таким же образом как ремень со стандартным режимом блокировки: в случае резкого торможения автомобиля ремень будет заблокирован; он будет также заблокирован в случае, если пассажир резко наклонится вперед.

При фронтальном ударе средней или большой силы преднатяжитель мгновенно втягивает ремень безопасности, плотно фиксируя пассажира и минимизируя тем самым его перемещение вперед.

После срабатывания преднатяжителя, если натяжение ремня будет слишком сильным, специальный ограничитель усилия натяжения ослабит ремень. Его основная функция - предотвращение травм грудной клетки вследствие нагрузки от удержания тела ремнём безопасности.

Безопасность транспортных средств

Система ремней безопасности с преднатяжителем состоит из компонентов, показанных на рисунке 2.23.

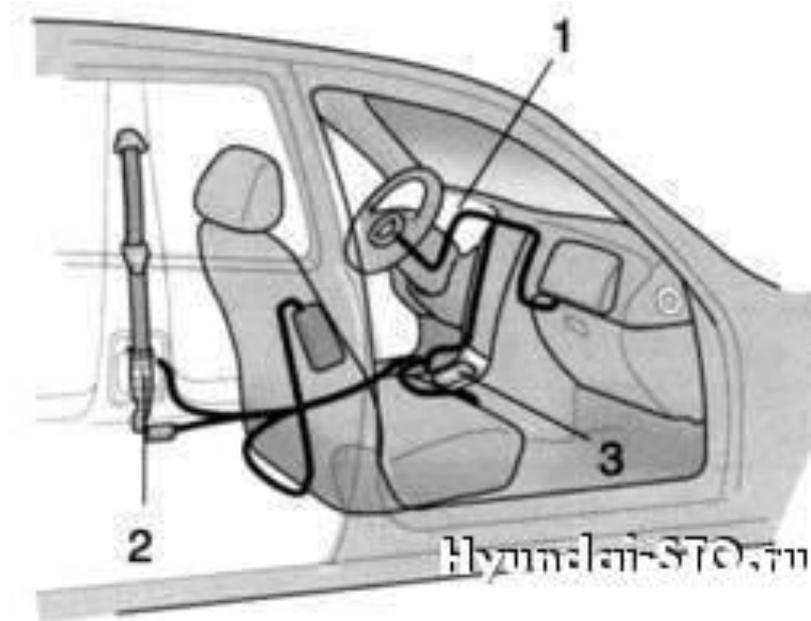


Рисунок 2.23 - Система ремней безопасности с преднатяжителем: 1 – контрольная лампа SRS; 2 – преднатяжитель ремня безопасности в сборе; 3 – электронный блок управления SRS

Преднатяжители ремней безопасности срабатывают при любом сильном фронтальном ударе, даже если ремень безопасности не пристегнут.

Преднатяжители ремней безопасности разработаны для однократного использования. После срабатывания преднатяжители ремней безопасности меняют. Все ремни безопасности (любого типа) должны быть заменены после дорожно-транспортного происшествия, независимо от типа ремня безопасности.

Преднатяжители ремней безопасности бывают двух типов – механическими и пиротехническими. В механическом типе для натяжения ремня безопасности используется обыкновенная пружина.

В современных устройствах преднатяжение ремня осуществляется подрывом пиропатрона по сигналу электронного блока управления системы пассивной безопасности автомобиля. Образовавшийся газ толкает поршень и через определенный механизм натягивается ремень безопасности.

Схема работы ремня с преднатяжителем



Безопасность транспортных средств

Самая последняя разработка – надувные ремни безопасности. Семейство Ford Mondeo 2013 года будет оснащаться надувными ремнями безопасности для пассажиров на заднем ряду сидений.



Задними ремнями со встроенными в них подушками безопасности уже оснащается американский вариант внедорожника Ford Explorer. При этом, по словам представителей производителя, они стали весьма популярной опцией — их на свои автомобили заказывали 40 процентов покупателей этой модели. Подобные ремни позволяют равномерно распределить нагрузку на грудную клетку пассажиров, что снижает вероятность получения серьезных травм. Подушки ремней надуваются специальным охлажденным газом за 40 миллисекунд. Подушки срабатывают только в случаях тяжелых аварийных ситуаций. Решение о том, использовать подушки в ремнях или нет, принимает единый блок управления всеми системами безопасности автомобиля. Летом 2009 года аналогичную систему анонсировала компания Mercedes-Benz.

Только в США ежегодно около 400 автомобилистов погибают в результате падения автомобилей в воду. В большинстве случаев люди в панике не успевают отстегнуть ремни безопасности, и устройство, призванное сохранить жизнь в случае столкновения, превращается в смертельную ловушку.

Нидерландская компания Fijen TMLS представила устройство Escape Belt, предназначенное для автоматической разблокировки ремней безопасности тонущего автомобиля. В случае если автомобиль упадет в воду, защелка такого ремня автоматически расстегивается, и человек может беспрепятственно покинуть машину.



Новый ремень внешне ничем не отличается от обычных и не содержит сложных электронных устройств, благодаря чему его цена не превышает 40 долл. Внутри защелки нового ремня находится специальный картридж с таблеткой соли, которая очень быстро теряет прочность при намокании. Таким образом после погружения ремня в воду защелка автоматически срабатывает, и ремень за одну секунду выскакивает из замка. Водителю и пассажирам остается лишь открыть дверь, чтобы выбраться из тонущего автомобиля.

Подушки безопасности

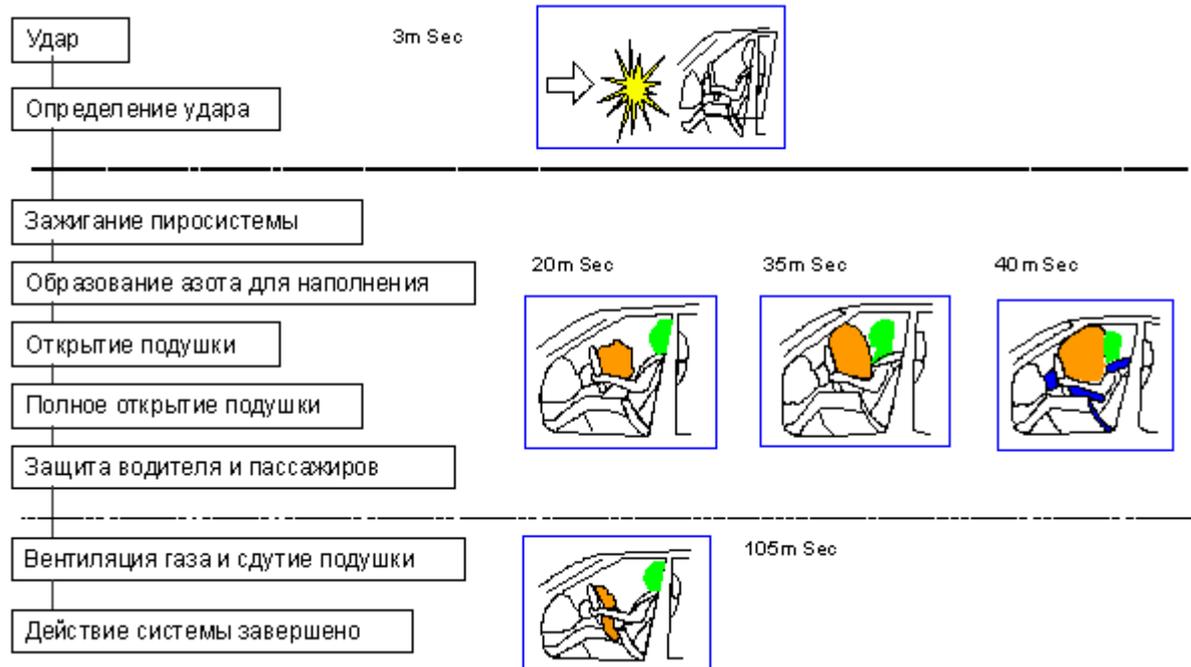
В дополнении к действию ремней безопасности конструкторы разрабатывают устройства, ограничивающие перемещение людей только при аварии и не стесняющие их движения во время нормального движения. К ним относятся системы подушек безопасности (рисунок 2.24).

При резких фронтальных ударах пассажиры получают ускорение до (40...50) **g**. Если имеется надежное амортизирующее средство, подобные ускорения могут быть перенесены без значительных травм.

Система подушек безопасности с целью снижения опасности и тяжести травм водителя и пассажира при определенных видах лобового и бокового ударов умеренной и большой силы обеспечивает срабатывание и наполнение передних и боковых подушек безопасности, а также приводит в действие преднатяжители ремней безопасности.

Безопасность транспортных средств

Схема работы системы подушек безопасности



При срабатывании пневматических подушек рассеивается до 90 % кинетической энергии удара. По результатам исследований, проведенных в США, пневматические подушки снижают риск смертельного исхода для водителей: на 31 % - при прямом лобовом столкновении; 19 % - при всех лобовых столкновениях; 11 % - при любом другом столкновении.

При испытаниях на лобовое столкновение легковых автомобилей, оборудованных пневматическими подушками, принимая в расчет их массу, были получены следующие результаты снижения риска гибели водителя:

- легкие автомобили (масса до 1260 кг) - на 31 %;
- средние автомобили (масса 1260...1420 кг) - на 25 %;
- тяжелые автомобили (масса более 1420 кг) - на 39 %.

В состав системы подушек безопасности входят датчики, сигнализирующие о начале удара, измеряющие или деформацию деталей, или замедление автомобиля. Для надежности часто устанавливают датчики на передней части автомобиля и внутри кузова.

Сигнал датчика через 0,005-0,01 с после удара поступает в электронный блок управления, который обрабатывает сигнал и, согласно программе, воспламеняет детонатор генератора газа.

Генератором газа могут служить баллоны со сжатым до 200-250 МПа азотом или аргоном, либо пиропатроны с запасом твердого топлива. Детонатор, взрываясь, разрушает металлическую перегородку в баллоне или поджигает

Безопасность транспортных средств

пиропатрон. На это затрачивается еще 0,005-0,015 с, после чего газ с большой скоростью устремляется в надувные мешки.

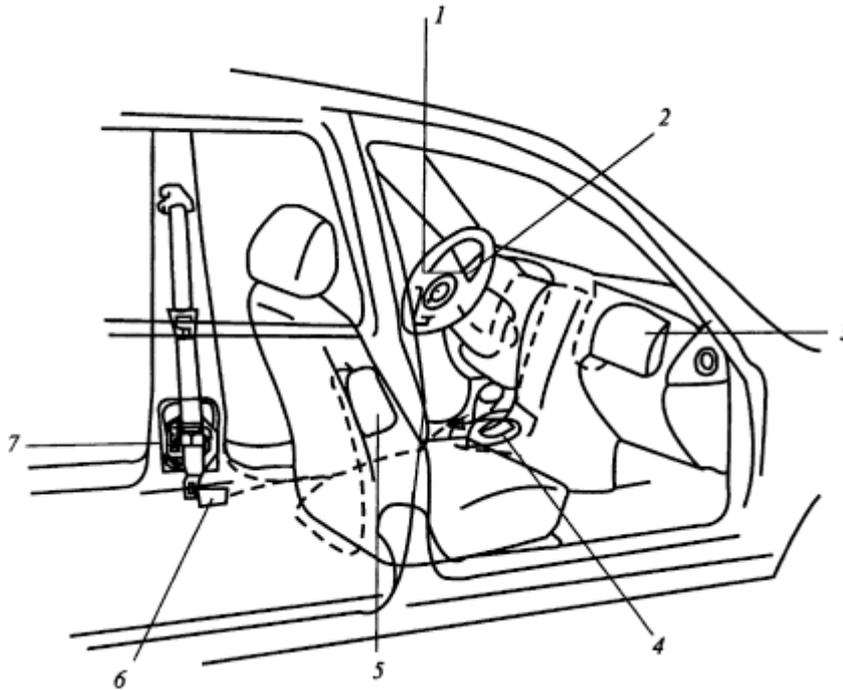


Рисунок 2.24 - Система пассивной безопасности автомобиля Hyundai Getz:
1 - подушка безопасности водителя; 2 - контактный диск; 3 - подушка безопасности пассажира; 4 - электронный блок управления; 5 - боковая подушка безопасности; 6 - датчик бокового удара; 7 - преднатяжитель ремня безопасности

Иногда применяют один баллон со сжатым газом в сочетании с одним или двумя пиропатронами. Надувные мешки изготовлены из тонкой (толщиной 0,3-0,4 мм) резины или нейлона и в сложенном виде размещены в ступице рулевого колеса, крышке вещевого ящика пассажира и спинках передних сидений. Надуваясь, мешки через 0,015-0,020 с заполняют пространство перед и сбоку от водителя и пассажира, предохраняя их от ударов.

Чтобы избежать отбрасывания водителя (пассажира) назад и сохранить видимость дороги после контакта надувного мешка с человеком, газ из надувных мешков выходит через специальные калиброванные отверстия в течение 0,4-0,5 с.

Подушки безопасности не стесняют человека и срабатывают независимо от его действий. При встречных и боковых ударах они хорошо предохраняют не только голову, но и верхнюю часть тела.

Недостатками подушек являются:

- значительный шум при их наполнении. Уровень этого шума на небольших автомобилях не удалось сделать ниже 165 дБ, т. е. ниже уровня, при котором могут повреждаться барабанные перепонки уха;

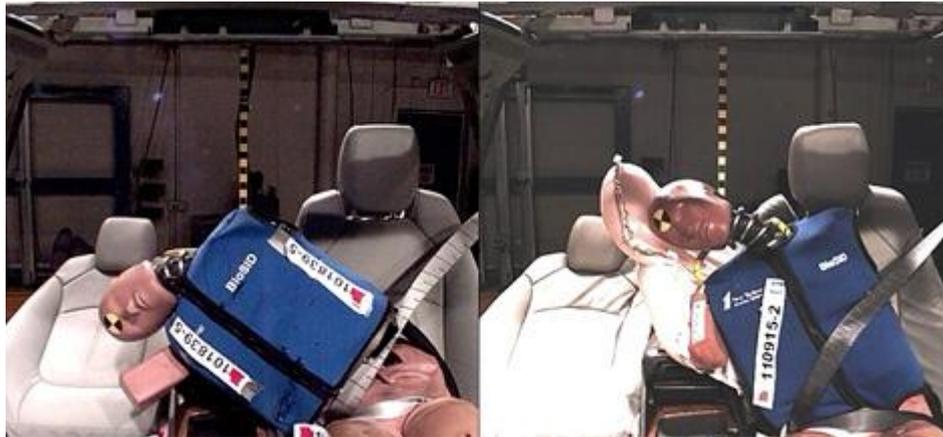
Безопасность транспортных средств

- подушки плохо защищают человека, оказавшегося в «нестандартном» положении перед ударом, не пристегнутого ремнями безопасности;
- как правило, подушки не срабатывают при ударе снизу и опрокидывании автомобиля.

В случае бокового столкновения водитель и пассажиры получают серьезные ранения от удара о дверь. Для того, чтобы снизить тяжесть таких ранений, используют специальные наполнители для дверей и современные композитные материалы, хорошо поглощающие энергию удара. Некоторые производители оборудуют выпускаемые ими автомобили системами защиты от удара о боковые элементы автомобиля, а именно боковые пневматические подушки (от удара о двери) и пневматические шторы (от удара о наддверную часть потолка). Такие системы постепенно становятся обязательным атрибутом новых автомобилей, их задача - поглощение энергии удара головы и грудной клетки человека о потолок, дверь и внешние объекты (например, дерево, столб или другой автомобиль). Боковые пневматические подушки могут устанавливаться в двери, сиденье или балке автомобильной рамы.

Концерн General Motors разработал первую в мире центральную подушку безопасности, раскрывающуюся между передними сиденьями в случае бокового столкновения. Был выбран способ, когда подушка раскрывается из правой нижней части спинки водительского сиденья. Она удерживает водителя при боковом столкновении, служит своеобразной перегородкой между водителем и передним пассажиром, не позволяя им удариться головами, а также обеспечивает дополнительную защиту при перевороте автомобиля.





Сиденья и подголовники

Важный элемент внутреннего обустройства автомобиля - сиденья. Использование сидений специальной конструкции может существенно повысить безопасность водителя и пассажиров, что достигается применением амортизаторов, усилением креплений сидений, фиксацией спинок передних сидений защелками, ограничением перемещения головы в момент удара при помощи подголовников. В последние годы серьезное внимание стали уделять надежному креплению подушки заднего сиденья и его спинки.

При попутных столкновениях часто страдают пассажиры переднего автомобиля. От резкого толчка голова под действием силы инерции откидывается назад и может произойти повреждение позвоночника. Для защиты пассажиров в этом случае на спинку сиденья устанавливают подголовники с мягкой обивкой.



Подголовники должны выдерживать нагрузку до 90 Н. При этом задняя точка головы не должна смещаться назад на расстояние более 10 см. При воздействии замедления не менее 8 g подголовник должен ограничивать отклонение головы назад относительно линии торса на угол не более 45°.

Крепление сидений должно выдерживать нагрузку, равную 20-кратному весу сиденья и приложенную параллельно продольной оси автомобиля. Спинка сиденья должна выдерживать приложенную к верхней ее поперечине нагрузку, действующую горизонтально по направлению от передней части автомобиля к задней и эквивалентную моменту 54 кН м.

Система перемещения и регулировки сиденья должна иметь автоматическую блокировку, выдерживающую продольную перегрузку до 20 g. Необходимо, чтобы блокировочное устройство выдерживало силу, которая приложена к центру тяжести спинки и которая в 20 раз больше веса спинки и направлена вперед параллельно продольной оси автомобиля.

Устранение травмоопасности деталей салона

Детали автомобиля, ограничивающие жизненное пространство, должны быть без острых граней и углов, выступающие части (кнопки, выключатели, ручки) должны быть утоплены и покрыты мягкой обивкой.

Рычаги, переключатели и кнопки, расположенные на панели приборов в зоне возможного удара о них водителя и пассажиров и выступающие над поверхностью панели на 3,0-9,5 мм, должны иметь головку площадью не менее 200 мм² с радиусом закругления краев не менее 2,5 мм. Детали, выступающие над панелью более чем на 9,5 мм, должны под действием горизонтального усилия 390 Н, направленного вперед, утапливаться, отсоединяться или обламываться.

Большое количество травм и смертельных исходов во время ДТП связано с ветровым стеклом. Стекла должны быть упругими и амортизировать при ударе, чтобы исключить повреждения костей черепа. При разбивании стекол они не должны образовывать осколков с острыми углами и гранями, которые могут причинить порезы.

В настоящее время применяют стекла двух видов: однослойные (закаленные) и трехслойные (триплекс).

Однослойные стекла имеют толщину около 4 мм. Разрушаясь, закаленное стекло распадается на мелкие кусочки с неострыми краями. Закалка стекла повышает его прочность, но создает внутренние остаточные напряжения, вследствие чего стекло даже при небольшом повреждении покрывается сеткой трещин, становясь непрозрачным.

Наружную поверхность ветрового стекла покрывают пленкой окислов металла или хлористых веществ. По пленке, содержащей металлы, можно пропустить электрический ток для обогрева стекла в морозную погоду.

При ударе снаружи, например, камнем, вылетевшим из-под колеса переднего автомобиля, однослойное стекло разбивается взрывообразно, камень может попасть в салон.

Трехслойные стекла состоят из двух слоев стекла толщиной 2-3 мм, склеенных вместе прослойкой из прозрачного пластика, например поливинилбутирола толщиной 0,4-0,85 мм. При ударах трещины на этих стеклах распространяются только в радиальных направлениях, и поврежденное стекло не теряет прозрачности. Кроме того, стекло не выпадает из стоек кузова, так как его удерживает упругая прослойка. Вместе с тем трехслойные стекла тверже однослойных и меньше поглощают кинетическую энергию удара. Поэтому удары головой о трехслойное стекло часто приводят к сотрясениям мозга и повреждениям костей черепа.

Целесообразно сочетать положительные свойства закаленных и трехслойных стекол, уменьшая толщину наружных слоев и химически обрабатывая их для повышения поверхностной прочности.

Для повышения безопасности ветровых стекол их устанавливают на упругой прокладке. Благодаря непрочному креплению стекло при наезде автомобиля на препятствие или при столкновении вылетает из оконного проема

еще до того, как к нему приблизится голова человека. Однако чтобы гарантировать безопасность водителя и пассажира, приходится ослаблять посадку уплотнителя, вследствие этого стекло часто вылетает из проема при резком торможении автомобиля или при движении по неровной дороге, когда не было угрозы травмирования пассажира и водителя. Кроме того, ослабленная посадка стекла облегчает проникновение злоумышленников внутрь автомобиля.

Требования безопасности к стеклам дверей значительно мягче, чем к ветровым стеклам. Эти стекла не должны давать при разрушениях осколков с острыми углами и режущими кромками.

2.3 Послеаварийная безопасность автомобиля

Увеличение скоростей и интенсивности движения ТС на автомагистралях, появление на дорогах большого числа большегрузных автопоездов также повысило вероятность катастрофических последствий при ДТП для людей и перевозимых грузов. Полностью исключить участников дорожного движения из процесса грузовых и пассажирских перевозок невозможно, но можно снизить тяжесть травм, уменьшить вероятность смертельных исходов после ДТП. Эта задача должна обеспечиваться обязательными элементами, средствами послеаварийной безопасности автомобиля, составной части его конструктивной безопасности.

Послеаварийная безопасность автомобиля - это свойство автомобиля снижать тяжесть последствий ДТП в конечной фазе и после ДТП. Послеаварийная безопасность автомобиля должна снижать вероятность увеличения тяжести последствий ДТП после столкновений, опрокидываний автомобилей, возгорания и погружения в воду.

Эвакоприспособленность, пожаробезопасность и герметичность - характеристики послеаварийной безопасности автомобиля

Послеаварийная безопасность характеризуется временем ликвидации последствий ДТП.

Анализ ДТП показывает, что наиболее часто после аварии изменяются внутренние размеры салона, уменьшаются проходы, блокируются двери. Возможность быстрой эвакуации пострадавших из поврежденного ТС обеспечивается *эвакоприспособленностью* автомобиля.

Тесно связана с эвакоприспособленностью *пожаробезопасность* ТС. После ДТП в результате повреждений элементов топливной системы автомобиля и соприкосновения паров топлива с нагретыми деталями автомобиля или возникшей электрической искрой может начаться пожар. Водитель и пассажиры, которые не в состоянии быстро покинуть поврежденный автомобиль, подвергаются серьезной опасности. Пребывание в горящем автомобиле более 1,5 мин является для человека, практически, смертельным.

Нередки случаи выпадения людей из кабины, салонов при высоких скоростях столкновений (наездов) и опрокидываний ТС вследствие разрушения креплений ветрового и боковых стекол, открывания дверей.

Безопасность транспортных средств

Герметичность кузова ТС является важным элементом послеаварийной безопасности при попадании автомобиля после ДТП в водоем. При быстром погружении водитель и пассажиры теряют чувство самообладания, им необходимо время для осмысления возникшей ситуации и принятия мер для того, чтобы покинуть затонувший автомобиль (автобус). Погружение автомобиля длится от 4 до 8 мин.

Более 95 % пострадавших получают множественные травмы. Анализ травм, их частота и тяжесть доказывает необходимость наличия в автомобиле средств оказания первой доврачебной помощи и экстренность спасательных мероприятий на месте ДТП: эвакуация из поврежденных ТС пострадавших, оказание им медицинской помощи, организация их транспортирования в лечебное учреждение.

Требования к конструкции, устройствам и средствам обеспечения послеаварийной безопасности

Необходимым и важным условием послеаварийной безопасности является быстрая эвакуация людей из поврежденного автомобиля. Причинами, затрудняющими эвакуацию, могут быть:

- изменение размеров проходов к выходам, их недоступность;
- недостаточный угол открытия дверей из-за ограничивающих устройств;
- заклинивание дверей из-за изменения геометрии проемов, повреждений замков и деформации петель.

В этих условиях важнейшим свойством ТС становится соответствие пропускной способности выходов числу пассажиров. Поэтому для обеспечения эвакуации пассажиров из автобусов в обязательном порядке предусматривают запасные выходы. В качестве запасных выходов в автобусе устраивают запасные двери, специальные окна и аварийные люки.

Требования к общей конструкции, минимальному числу и размерам запасных выходов регламентированы национальными и международными стандартами. Так, в отношении запасных дверей, окон и аварийных люков, эти требования следующие:

- запасные двери, окна и аварийные люки должны открываться изнутри и снаружи, запасное окно должно иметь легко разбиваемое безопасное стекло;
- запасные двери и окна должны навешиваться снаружи и открываться наружу, аварийный люк должен иметь возможность сниматься как изнутри, так и снаружи;
- каждый запасной выход и приборы управления им должны обозначаться соответствующими надписями снаружи и внутри ТС.

Аварийные люки обязательны на крыше междугородних и туристских автобусов. Ими могут оборудоваться и городские автобусы. Минимальное число люков в автобусе определяется числом пассажиров: 1 люк при

Безопасность транспортных средств

пассажировместимости не более 50 и 2 люка при большем числе. Аварийные люки должны устраиваться в средней части крыши, когда имеются два люка, расстояние между ними должно быть не менее 2 м.

Также в национальных и международных стандартах пассажирских транспортных средств установлены требования к размерам и наклону проходов, размерам свободного пространства для сидящих пассажиров, рис. 2.25, доступу к запасным дверям и окнам, к аварийному люку, рис. 2.26.

Требования пожаробезопасности элементов системы питания и материалов салона

Общие требования к пожарной безопасности автомобиля регламентированы ГОСТ Р 41.34-99, специальные - стандартами, содержащими специфические требования к категориям ТС.

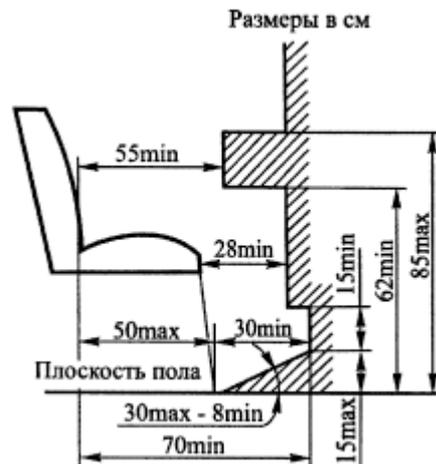


Рисунок 2.25 - Пространство для сидящих

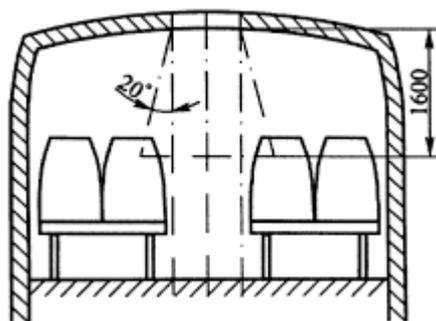


Рисунок 2.26 - Доступ к аварийному люку пассажиров

Согласно требованиям этих нормативных документов топливные системы автомобилей должны иметь такую противоударную стойкость, чтобы при встречном столкновении ТС со скоростью 13 м/с или наезде сзади со скоростью 9 м/с утечка топлива из топливной системы, или накопление каплеобразованной

Безопасность транспортных средств

смеси при баке, наполненном на 90 %, не превышала 28 г/мин. Такая смесь возгорается при 1,4-6,0 % содержания топлива в воздухе.

Элементы системы питания должны надлежащим образом защищаться частями шасси или кузова от соприкосновения с возможными препятствиями на дороге. Система питания должна противостоять коррозии как снаружи, так и изнутри. В отделениях, предназначенных для пассажиров и водителя, не должно размещаться никаких приборов топливной системы. Любое избыточное давление или давление в системе, превышающее рабочее, должно автоматически снижаться с помощью выпускных вентилях, предохранительных клапанов, которые необходимо конструировать так, чтобы полностью исключить опасность возникновения пожара.

Топливный бак нужно изготавливать из огнеупорных коррозионно-стойких металлических материалов или пластмасс, и он не должен располагаться в салоне или составлять какую-либо из его перегородок. Для отделения салона от топливного бака должна предусматриваться перегородка, которая выдерживает в течение 2 минут воздействие открытого пламени, если она помещена горизонтально в 20 см над уровнем горящего бензина. Топливный бак должен быть прочно укреплен и установлен так, чтобы обеспечивался вывод из транспортного средства на землю топлива, которое может вытечь из бака, заливной горловины и его соединений. Ни одна из частей топливного бака не должна выступать за пределы габаритной ширины кузова и находиться ближе 60 см от передней части ТС и ближе 30 см от задней.

Топливный бак и связанное с ним вспомогательное оборудование не должны накапливать статический заряд электричества. Заливная горловина не должна находиться ни в салоне, ни в багажнике, ни в моторном отсеке. Если она расположена на боковой стороне, то пробка в закрытом состоянии не должна выступать над поверхностью кузова. Топливо, которое может пролиться при наполнении топливного бака, не должно попадать на систему выхлопа.

Каждая электрическая цепь, питающая любой элемент оборудования, за исключением стартера, цепи зажигания, устройства остановки двигателя, зарядной цепи и аккумуляторной батареи, должны иметь плавкий предохранитель или выключатель.

В конструкции ТС необходимо предусматривать аварийный выключатель для снижения опасности возникновения пожара после остановки. Он должен располагаться в легкодоступном для сидящего на своем месте водителя, быть четко обозначенным, иметь защитную крышку и другие средства предотвращения случайного пользования.

Тенденция к снижению массы автомобилей за счет широкого применения синтетических материалов приводит к ухудшению противопожарных качеств. Широко используемый в автомобилестроении полиуретан легко воспламеняется при столкновении автомобилей и представляет серьезную опасность. Использование полиуретана для отделки крыльев, изготовления корпуса обогревателя, аккумуляторной батареи, кожуха, вентилятора также приводит к

Безопасность транспортных средств

снижению пожарной безопасности. В зарубежной практике используют специальные добавки к полиуретану, замедляющие скорость его горения.

В ряде случаев люди, не успевшие быстро покинуть горящий автомобиль, получают отравления или погибают от удушья. В связи с этим регламентируется состав газов, выделяющихся при сгорании отделки салона, и предельные нормы содержания токсических веществ, превышение концентрации которых вызывает удушье, потерю сознания и смерть находящихся в салоне людей.

Комплектация ТС устройствами и средствами послеаварийной безопасности

ГОСТ Р 41.11-99 установлены минимальные эксплуатационные требования безопасности к замкам и петлям боковых дверей.

Автомобильный дверной замок в полном комплекте (замок, защелка, наружная дверная ручка, барабан замка с прорезью для ключа и все тяги) должен оставаться в положении полного запираения при действии на него инерционной нагрузки в любом направлении при ускорении 30 g.

Предотвращение попадания воды в салон автомобиля при его затоплении не регламентируется стандартами. Возможность спасения людей из затопленного ТС зависит не столько от его конструкции (герметичности), сколько от состояния окон автомобиля (открыты или закрыты), умения людей плавать, знания приемов эвакуации, и, прежде всего, психологической устойчивости водителя и пассажиров.

Требование к комплектации ТС аптечкой первой помощи и огнетушителем является обязательным. В автобусах должны быть предусмотрены обязательные места установленных размеров для одного(ой) или нескольких огнетушителей и аптечек.

Продолжаются разработки ведущими автомобильными корпорациями автоматически включающихся систем пожаротушения, устройств, автоматически размыкающих электрическую цепь при возникновении аварийных замедлений; устройств автоматического впрыска в топливный бак веществ, превращающих бензин в трудносгораемое вещество (сочетания галогенов, кремниевые соединения, спецсмолы).

2.4 Экологическая безопасность автомобиля

2.4.1 Вредные выбросы АТС

Широчайшее использование и распространение автотранспорта оказывает отрицательное воздействие на окружающую среду. И это не только при ДТП и авариях, но и при нормальном функционировании ТС.

Автомобиль загрязняет атмосферный воздух веществами, которые выбрасываются с отработавшими и картерными газами, попадают в атмосферу в результате испарения топлива, изнашивания фрикционных материалов тормозных колодок, протектора автомобильных шин и дорожных покрытий.

Наибольший объем токсичных элементов образуется отработавшими газами ДВС автомобилей. Общеизвестно, что в среднем при пробеге 15 тыс. км в год автомобиль расходует 1,5-2,0 т топлива и 20-30 т воздуха, при этом всего лишь 12 % энергии топлива используется для движения. Остальные 88 % - имеют вспомогательное значение, относимое к потерям.

В процессе окисления углеводородного топлива кислородом воздуха образуются нетоксичные (азот, кислород, водяной пар, углекислый газ) и токсичные (оксиды углерода, азота, большинство углеводородов) вещества, а также мелкодисперсные частицы сажи и канцерогенные вещества.

Процентное соотношение основных газообразных составляющих отработавшие газы (ОГ) карбюраторного и дизельного двигателей приведено в табл. 2.4.

Таблица 2.4 – Состав ОГ бензинового и дизельного ДВС

Двигатель	Состав отработавших газов, %						
	N ₂	O ₂	H ₂ O (пар)	CO ₂	CO	N _x O _y	C _x H _y
Бензиновый	72,0–77,0	0,3–0,8	3,0–5,5	5,0–12,0	18,0–23,0	≤ 5,5	0,2–2,0
Дизельный	76,0–78,0	2,0–18,0	0,5–4,0	1,0–10,0	1,6–2,5	≤ 3,8	≤ 0,8
Масса выбросов в год, т*	1,50	0,06	0,10	0,23	≤ 0,01	0,01	≤ 0,01

* Выбросы условного двигателя при годовом пробеге автомобиля 15 тыс. км.

Вторым по объемам выбросов вредным веществом, содержащим токсичные элементы, является пыль, которая образуется при эксплуатации автомобиля. Более 50 % автомобильной пыли это мелкодисперсная пыль размерами менее 10

мкм, которая оседает в легких и бронхах и при длительном вдыхании приводит к возникновению профессиональных заболеваний.

Частицы износа дорожного покрытия, тормозных колодок и протектора шин

Источником минеральных твердых частиц, в основном, является кварцевая пыль дорожного покрытия, изнашивающегося в результате взаимодействия протектора шин с дорогой. Износ дорожного полотна происходит или в результате выбивания колесами автомобиля отдельных частиц, или его истирания в процессе проскальзывания шины в зоне контакта с покрытием. Одновременно с износом поверхности дороги происходит износ протектора шины. В механизме изнашивания шины различают три вида износа:

- *усталостный износ*, когда разрушение поверхностного слоя резины происходит после многократных деформаций мелкими неровностями дороги;
- *абразивный износ*, когда поверхностный слой удаляется твердыми частицами дорожного покрытия при трении скольжения двух поверхностей в результате резкого и длительного торможения, разгона автомобиля;
- *«скатывание»*, когда при определенном сочетании режимов движения автомобиля и свойств резины поверхностный слой из одного участка переносится на другой, образуя параллельно чередующиеся гребни и впадины.

На интенсивность образования частиц износа и загрязнение ими воздуха влияют многие факторы: конструкции шин и тормозных механизмов, составы резины и фрикционного материала, режимы движения, условия окружающей среды.

Износ дорожных покрытий зависит от прочности асфальто-бетонной смеси, типа ТС, движение которых осуществляется по автомагистрали, типа шин.

По оценкам американских ученых-шинников, в последнем десятилетии прошлого столетия в США эксплуатировалось в среднем 782 млн. шин, от каждой из которых образовывалось свыше килограмма пыли в год, так, что общее количество шинной пыли, ежегодно выбрасываемой в городах автотранспортом, составляло 880-900 тыс. тонн. Принимая во внимание также, что колесами одного автомобиля снимаются асфальтовые покрытия слоем до 1 мм в год, то на шоссе шириной 10 м и длиной 10 км общая масса пыли может составлять не менее 100 т.

Токсические свойства проявляют все химические соединения, находящиеся в частицах автомобильной пыли, но наиболее опасны выделяющиеся из шин канцерогены. Все эти вещества по международной классификации входят в список приоритетных токсикантов. По оценке некоторых специалистов, из шин выделяется больше канцерогенных веществ, чем из выхлопных газов двигателя или асфальтового дорожного покрытия.

Виды нормирования выбросов загрязняющих веществ

Нормирование выбросов загрязняющих веществ с ОГ двигателей и частиц износа шин и тормозных накладок можно разделить на косвенное и непосредственное.

Косвенное нормирование заключается в установлении предельно допустимых концентраций вредных веществ (ВВ) в воздухе рабочей зоны, в воздухе населенных мест, в топливе, или предельных значений оптической плотности ОГ с видимыми загрязнителями.

Непосредственное нормирование заключается в установлении предельно допустимых концентраций вредных веществ в выбросах автомобилей по типам двигателей и категориям ТС. Правилами № 40 и 47 ЕЭК ООН установлены нормы вредных веществ, выделяемых двигателями мотоциклов и мопедов.

Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны и в воздухе населенных мест установлены государственными стандартами, строительными нормами и правилами, санитарными нормами.

Косвенные нормативы

Нормативные документы, например, ГОСТ 12.1.005-76, связывают определенную (пороговую) дозу токсиканта в воздухе с длительностью нахождения в токсичной атмосфере.

Большое разнообразие вредных компонентов в ОГ автомобилей, неодинаковое их содержание в двигателях разных типов и марок (и даже двигателей одной марки) может усложнить расчеты и сравнение. Для оценки экологической безопасности автотранспорта предложен показатель - количество основных ВВ, выделяемых в атмосферу при сжигании 1 кг топлива. При этом для эффективного оценивания экологической опасности и сравнения с экологическими нормами рекомендуется использовать удельный выброс ВВ, приведенный к «СО» с учетом их предельно допустимых концентраций в атмосфере воздуха. Выбросы других источников можно учитывать в качестве «фоновой» концентрации вредных веществ.

В частности, фоновая концентрация (приведенная к «СО») вредных веществ от стационарных источников вдоль городской автомагистрали может быть принята при расчетах равной 1 мг/м³.

При использовании этилированных бензинов в составе твердых частиц присутствует свинец. Содержание свинца в бензинах ограничивается: для бензина марки А-76 - не более 0,17 г/л, АИ-93 и АИ-98 - не более 0,37 г/л. Наличие в ОГ соединений свинца выводит из строя нейтрализаторы. В большинстве развитых стран мира практически полностью отказались от использования этилированных бензинов.

Непосредственное нормирование

К непосредственно нормируемым вредным веществам в составе ОГ АТС относятся:

- диоксид углерода (углекислый газ) - CO_2 ;
- монооксид углерода (угарный газ) - CO ;
- оксиды азота (NO , NO_2 , N_2O , N_2O_3 , N_2O_5) - NO_x ;
- твердые частицы (графит, металлы, соединения сульфатов и нитратов, высокомолекулярные углеводороды топлива и моторного масла);
- суммарные углеводороды (более 40 загрязняющих веществ разного уровня агрессивности и токсичности).

Стандарты предусматривают постепенное ужесточение норм на вредные выбросы.

2.4.2 Шумовое загрязнение

Требования безопасности к внешнему шуму

Шум автомобиля является одним из побочных повторяющихся с определенной частотой физических процессов, которые при преобразовании энергии в системах автомобиля возбуждают колебания и создают через внешние тела механические возмущения в упругой среде воздуха. Источниками внешнего шума в работающем автомобиле являются поверхности двигателя, системы впуска и выпуска, а в движущемся - также поверхности агрегатов трансмиссии, элементы кузова и подвески, шины, взаимодействующие с дорогой.

В результате взаимодействия колеса с дорожным покрытием возникает шум, уровень и характеристики которого зависят от типа автомобиля, конструкции подвески, рисунка протектора, нагрузки на шину, ее жесткости и давления в ней.

Шум при нормальной работе двигателя внутреннего сгорания возникает:

- во впускном тракте карбюратора и трубопроводе;
- в кривошипно-шатунном и газораспределительном клапанном механизме;
- в зубчатых, а также в цепных и ременных передачах между коленчатым и распределительным валами;
- в системе охлаждения двигателя вследствие работы вентилятора, ременной передачи и водяного насоса;
- в выпускной системе;
- в зубчатых зацеплениях коробки передач

и ряде других второстепенных (по шуму) механизмов, а также при неисправностях ТС.

Мерой силы слухового ощущения является громкость звука.

Громкость зависит от эффективного давления $P_{эф}$ и частоты звука ν , которые изменяются в широких пределах. Для оценки шума применяют

Безопасность транспортных средств

относительные показатели, выраженные в логарифмических единицах - децибелах (дБ).

У технически исправного легкового автомобиля, имеющего небольшой пробег, основной источник шума – взаимодействие шин с дорожным покрытием (у грузового автомобиля шум шин составляет меньшую долю от общего шума) и обтекание кузовных деталей воздушным потоком.

В процессе эксплуатации автомобиля по мере его износа происходит увеличение уровня шума. Эксперименты показали, что средняя разница в уровне шума при этом может достигать 1,5-2,5 дБ(А) в год.

Уровень шума, создаваемый отдельным автомобилем, в значительной мере определяется режимом движения. При движении на неустановившихся режимах увеличивается шум двигателя и шасси, что характерно для движения в городских условиях.

На рис. 2.27 приведены зависимости уровня шума легковых автомобилей от скорости движения и включенных передач при разгоне. Одинаковые значения максимальных значений уровня шума, полученные при разгоне для каждой передачи, и, практически, прямая зависимость уровня шума от величины ускорения свидетельствуют о том, что основным источником шума является двигатель и его системы.

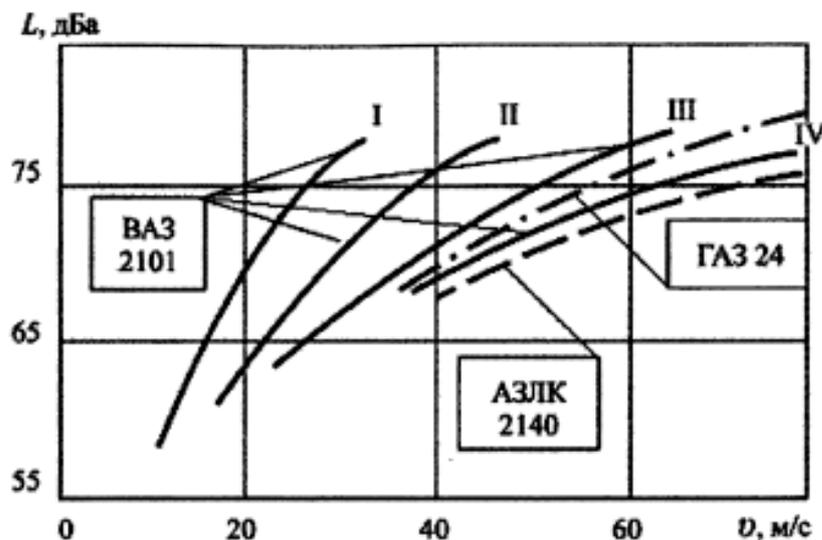


Рисунок 2.27 - Зависимость уровней шума легковых автомобилей от скорости движения и включенной передачи
Шум двигателя и его систем

Шум работающего двигателя складывается из шумов механического и аэродинамического происхождения. Шум механического происхождения, излучаемый наружными вибрирующими поверхностями, возникает при движении кривошипно-шатунного и клапанного механизмов, механизма распределительных шестерен, в системах питания и смазки. Шум аэродинамического происхождения

Безопасность транспортных средств

слагается из шума всасывания воздуха и впрыскивания топлива, шума выпуска отработавших газов и шума вентилятора.

Снижение уровня шума ТС в эксплуатации

Приведенные выше характеристики шума и источники его возникновения относятся к одиночным автомобилям. Фактически шум создают транспортные потоки, и уровень его может меняться от очень многих причин.

Для снижения транспортного шума можно выделить два уровня воздействия: микроуровень - воздействие на единичное ТС, макроуровень - воздействие на транспортный поток в целом.

Для снижения шума автомобиля прежде всего стремятся конструировать менее шумные механические узлы; уменьшать число процессов, сопровождающихся ударами; снижать величину неуравновешенных сил, скорости обтекания деталей газовыми струями, допуски сопрягаемых деталей; улучшать смазку; применять подшипники скольжения и бесшумные материалы. Кроме того, уменьшение шума автомобиля достигается применением шумопоглощающих и шумоизолирующих устройств.

Шум во впускном тракте двигателя может быть уменьшен с помощью воздухоочистителя специальной конструкции, имеющего резонансную и расширительную камеры, и конструкций впускных труб, уменьшающих скорости обтекания внутренних поверхностей потоком топливовоздушной смеси. Эти устройства позволяют снижать уровень шума впуска на 10-15 дБ по шкале А.

Уровень шума, при выпуске отработавших газов (при их истечении через выпускные клапаны), может достигать 120-130 дБ(А). Чтобы уменьшить шум при выпуске, устанавливают *активные или реактивные глушители*.

Наиболее распространенные простые и дешевые активные глушители представляют собой многокамерные каналы, внутренние стенки которых изготовлены из звукопоглощающих материалов. Звук гасится в результате трения ОГ о внутренние стенки. Чем больше длина глушителя и меньше сечение каналов, тем интенсивнее гасится звук.

Реактивные глушители представляют собой сочетание элементов различной акустической упругости; снижение шума в них происходит вследствие многократного отражения звука и возвращения его к источнику. Следует помнить, что эффективная работа глушителя понижает эффективную мощность двигателя. Эти потери могут достигать 15 % и более.

В процессе эксплуатации автомобилей необходимо тщательно следить за исправностью (прежде всего - герметичностью) впускного и выпускного трактов. Даже небольшая разгерметизация глушителя резко усиливает шум выпуска и снижает экологическую безопасность автомобиля.

Шум в трансмиссии, ходовой части и кузове нового исправного автомобиля может быть уменьшен путем конструктивных усовершенствований узлов и агрегатов трансмиссии, элементов подвески.

В конструкциях кузовов и кабин широко используются сварка, шумоизолирующие прокладки и покрытия.

Безопасность транспортных средств

Превышение требований экологической безопасности автомобиля по шуму может возникать и достигать значительных величин только при неисправностях отдельных узлов и деталей: поломке зубьев шестерни, короблении дисков сцепления, дисбалансе карданного вала, нарушении зазоров между зубчатыми колесами в главной передаче и т. д. Особенно резко возрастает шум автомобиля при неисправности различных элементов кузова.

Основной путь обеспечения уровня шума в допусках - правильная техническая эксплуатация автомобиля.

2.4.3 Транспортная вибрация

К основным вибрационным системам автомобиля с *периодическим характером возбуждения*, обусловленным физическими процессами преобразования энергии системами автомобиля, относятся силовой агрегат и трансмиссия.

Случайный характер вибровозбуждения имеют отдельные агрегаты и узлы (в первую очередь, подвески), вибрация которых возникает при движении автомобиля в результате контакта колес с дорожным покрытием.

Колеса представляют собой элемент колебательной системы автомобиля, которому присущи одновременно вибрации случайного и периодического характера. Кузов и кабина являются пассивными вибрационными системами, которые воспринимают различную по своему характеру вибрацию от разных сборочных единиц автомобиля.

Общие требования к воздействию вибрации машин, оборудования и технологических процессов, являющихся источниками вибрации устанавливает ГОСТ 12.1.12-90, согласно которому для оценки вибрации ТС, в том числе автомобиля, применяют критерий «безопасность», при выполнении требований которого исключена возможность возникновения травмоопасных или аварийных ситуаций из-за воздействия вибрации. ГОСТ указывает на то, что вибрационная безопасность ТС должна обеспечиваться:

- системой конструкторских и технологических решений, обеспечивающих создание продукции с низкой виброактивностью при разработке и изготовлении;
- системой вспомогательных технологических процессов в эксплуатации, снижающих вибрационную нагрузку на оператора.

Воздействие вибрации на человека-оператора классифицируют:

- по способу передачи вибрации на человека;
- направлению действия вибрации;
- временной характеристике вибрации.

Для санитарного нормирования и контроля должны использоваться средние квадратические значения виброускорения или виброскорости, а также их логарифмические уровни в децибелах. При оценке вибрационной нагрузки на оператора предпочтительным параметром является виброускорение.

Безопасность транспортных средств

По способу передачи на человека различают:

- общую вибрацию;
- локальную вибрацию.

Общая вибрация передается через опорные поверхности на тело сидящего или стоящего человека.

Локальная вибрация передается через руки человека. Вибрация, воздействующая на предплечья и ноги сидящего человека, контактирующего с вибрирующими поверхностями рабочих столов, может быть отнесена к локальной вибрации.

По направлению действия вибрацию подразделяют в соответствии с направлением осей ортогональной системы координат.

Для общей вибрации направление осей X_0 , Y_0 , Z_0 и их связь с телом человека показаны на рис. 2.28. Для локальной вибрации направление осей X_n , Y_n , Z_n и их связь с рукой человека показаны на рис. 2.29.

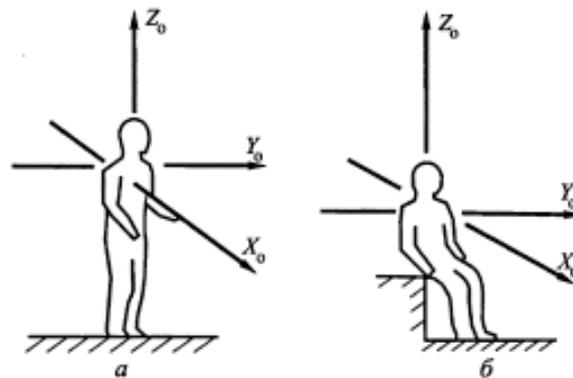


Рисунок 2.28 - Общая вибрация:
а - положение стоя; б - положение сидя

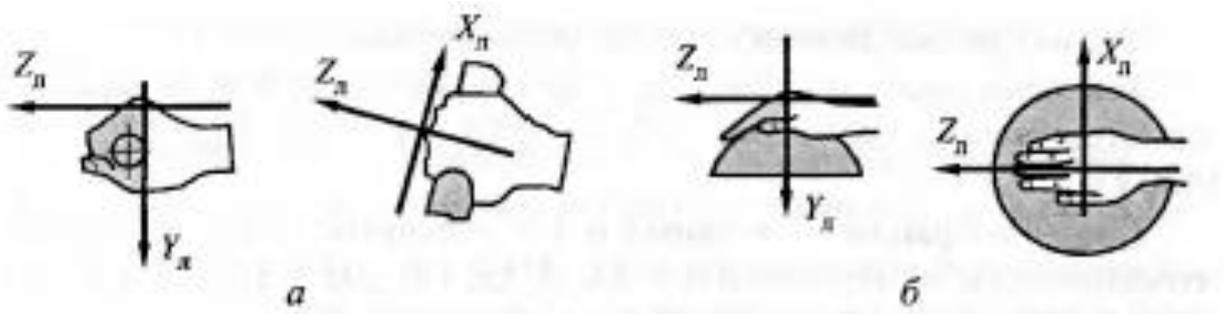


Рисунок 2.29 - Локальная вибрация: а - при охвате торцевых, цилиндрических и близких к ним поверхностей; б – при охвате сферических поверхностей

Вибрации силового агрегата и трансмиссии

При работе поршневого автомобильного двигателя и карданной передачи возникает вибрация в диапазоне звуковых частот. Причем диапазон частот вибрации силового агрегата более широкий, чем трансмиссии, и существенным образом зависит от типа двигателя.

При движении автомобиля в частотном спектре вибрации силового агрегата проявляются интенсивные низкочастотные составляющие, вызываемые кинематическим возбуждением силового агрегата вследствие колебаний неподдрессоренных масс. Низкочастотная вибрация силового агрегата происходит в инфразвуковом диапазоне частот и имеет случайный характер. Интенсивность ее существенным образом зависит от характеристик микропрофиля дороги, параметров подвески автомобиля и скорости движения.

На рис. 2.30 приведены частотные спектры виброскорости правой передней опоры силового агрегата переднеприводного легкового автомобиля. В спектрах выделяются низкочастотные составляющие случайного характера и дискретные составляющие периодического характера, вызываемые работой двигателя.

Причинами повышенной вибрации силового агрегата могут быть рост дисбаланса, неуравновешенности сил и моментов инерции вследствие износа деталей, пропусков зажигания, колебаний моментов затяжки резьбовых соединений картера сцепления и картера маховика.

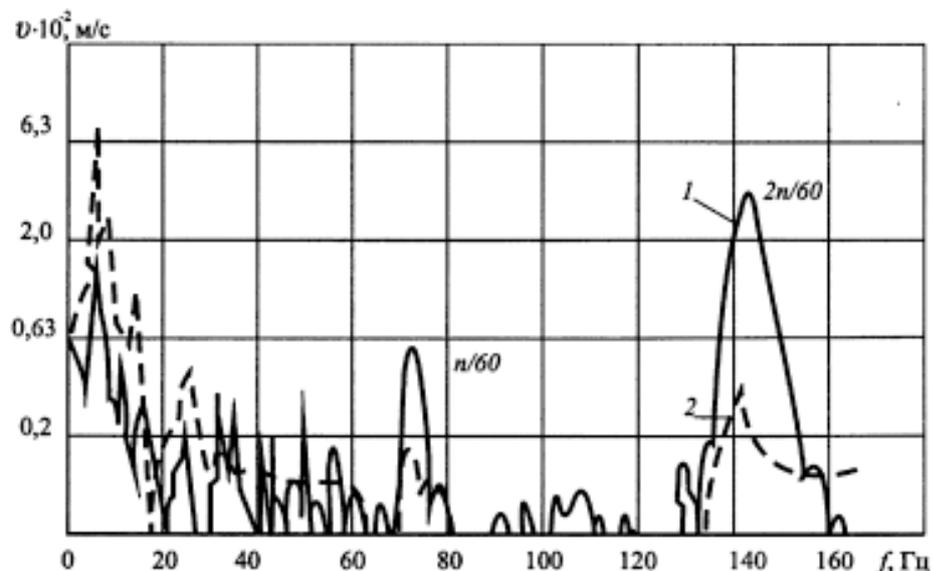


Рисунок 2.30 - Спектры вибрации автомобиля ВАЗ 2121 с продольным расположением двигателя при движении на II передаче:
1 - передняя опора двигателя; 2 - кузов под опорой двигателя

Вибрации трансмиссии возникают при классической компоновке автомобиля, прежде всего, в результате изгибных колебаний при вращении

Безопасность транспортных средств

карданного вала. У переднеприводных автомобилей возможны повышенные уровни вибрации в результате совпадения собственной частоты изгибных колебаний полуосей ведущих колес с частотой колебаний, вызываемых работой двигателя.

Дисбаланс карданного вала грузового автомобиля приводит к возникновению в зоне промежуточной опоры динамических сил, более значимых, чем изгибающие моменты.

Для снижения вибрации силового агрегата и трансмиссии повышают жесткость кузовных деталей относительно жесткости агрегатов, узлов - источников динамических колебаний. Так в систему выпуска двигателя на некоторых автомобилях включают гофрированные шланги (сильфоны), которые обеспечивают большие перемещения элементов и уменьшают вибрацию выпускной системы. Снижению вибрации трансмиссии способствует применение трехшарнирной карданной передачи и правильный выбор углов установки карданных валов, повышение динамической сбалансированности карданной передачи, крыльчатки вентилятора, деталей компрессора.

Вибрационные системы со случайным характером возбуждения

Принято считать, что колебательный процесс, возбуждаемый микропрофилем дороги, в большинстве случаев представляет собой стационарный случайный процесс с нормальным законом распределения.

В области низкочастотной вибрации (до 20 Гц), где в наибольшей степени проявляются случайные колебания, передающиеся со стороны дороги на автомобиль, вертикальная вибрация происходит главным образом с частотой собственных колебаний подрессоренных (1-3 Гц) и неподрессоренных (6-19 Гц) масс.

Вибрация с этими частотами передается на основание кузова автомобиля и предопределяет высокий уровень инфразвука внутри автомобиля. Жесткость шин и подвески, масса подрессоренной части и ее распределение, масса неподрессоренной части, трение в подвеске, демпфирующие и упругие характеристики резиновых виброизоляторов, соединяющих элементы подвески, определяют интенсивность низкочастотной вибрации и уровень инфразвука при одном и том же возмущении, передаваемом от микропрофиля дороги.

Уменьшение жесткости шин увеличивает вибрацию автомобиля в области 1-3 Гц и снижает вибрацию в области 6-15 Гц. Переход от зависимой подвески к независимой уменьшает массу неподрессоренных частей автомобиля для управляемых колес в 1,5 раза, для ведущих колес - в 2 раза. Из результатов исследования виброускорений кузова автомобиля следует, что при уменьшении

Безопасность транспортных средств

массы неподрессоренных частей снижается интенсивность вибрации в области резонанса неподрессоренных масс, однако при этом увеличиваются вибрации кузова на частотах, превышающих резонансные значения.

На грузовых автомобилях в диапазоне частот до 100 Гц основная часть энергии вибрации (60-90 %) излучается на частотах до 15 Гц. Виброускорения негруженого грузового автомобиля при движении по булыжному ровному участку дороги в 2-2,5 раза больше, чем у груженого автомобиля.

Следует отметить сложный характер звуковой вибрации, вызванной взаимодействием шины, элементов подвески и кузова при движении автомобиля по дорогам с разными покрытиями. В связи с этим даже при применении современных методов расчета не во всех случаях удается установить адекватность принятой динамической модели сложным вибрационным процессам, протекающим в подвеске автомобиля в звуковом диапазоне частот.

Вибрация колес

Частота вращения колеса, тип шин, дисбаланс и биение колеса, рисунок протектора шины оказывают влияние на характер вибрации неподрессоренных масс, а также на вибрацию кузова (кабины), рулевого колеса и шум автомобиля.

Особое внимание исследованиям вибрационных характеристик шин стали уделять, когда на легковых автомобилях начали применять радиальные шины. При исследовании контура шины было отмечено, что вибрация существенным образом зависит от конструкции шины.

В момент, когда частоты вращения колес совпадают с частотой собственных вертикальных колебаний неподрессоренных масс (этот режим обычно соответствует движению легкового автомобиля со скоростью 100-120 км/ч), увеличение вибрации автомобиля существенным образом зависит от дисбаланса колес. Сами же колеса в области резонанса при повышенном дисбалансе колеблются с амплитудой в 3 раза большей, чем при отсутствии остаточного дисбаланса. Увеличение вибрации легкового автомобиля при повышенном дисбалансе колес начинает проявляться при скорости движения более 80 км/ч.

Вибрация кузова и кабины автомобилей

Вибрация кабины и кузова при неподвижном автомобиле зависит от характера возмущающих факторов, вызываемых работающим двигателем, и от виброизоляционных свойств подвески силового агрегата и кабины.

Низкочастотная вибрация ощущается на полу кабины и кузова неподвижного автомобиля и субъективно воспринимается пассажиром и водителем как неприятная.

Наибольшая энергия колебаний на полу легкового автомобиля сосредоточена в октаве 16 Гц, соответствующей собственным колебаниям неподрессоренных масс. При движении по неровной дороге вибрация кузова и кабины автомобиля значительно повышается по сравнению с движением по

Безопасность транспортных средств

ровной дороге. В звуковом диапазоне частот более интенсивная вибрация зарегистрирована на полу несущего кузова легкового автомобиля.

Из изложенного в данном разделе можно сделать следующие заключения.

В неподвижном состоянии автомобиля и при движении по ровной дороге интенсивность вибрации определяется работающим двигателем, при этом на шасси автомобиля передается интенсивная вибрация дискретного характера в диапазоне частот, как правило, 15-500 Гц, а также вибрация от изгибных резонансных колебаний силового агрегата, возбуждаемых карданным валом или неуравновешенными силами инерции двигателя первого и второго порядка обычно в диапазоне частот 100-200 Гц.

При малой частоте вращения коленчатого вала (600-900 мин⁻¹) наибольшую вибрацию автомобиля вызывают двигатели, имеющие низкую частоту и более высокую амплитуду основной гармоники опрокидывающего момента. В наибольшей степени влияние двигателя на уровень вибрации сказывается при движении автомобиля с невысокой скоростью и повышенной частотой вращения коленчатого вала. На уровень вибрации также влияют колебания других узлов и сборочных единиц автомобиля на соответствующих частотах:

- колебания неподрессоренных масс автомобиля (6-18 Гц) ;
- первые формы изгибных и крутильных колебаний кузова (20-40 Гц);
- колебания панелей кузова (80-200 Гц);
- колебания шины (радиальная шина 70-90 Гц, диагональная шина 160-200 Гц).

Воздействие вибрации рассматривается по аналогии с шумом в двух аспектах: воздействие на водителя и пассажиров и воздействие на окружающую среду.

Водитель АТС подвергается общей и локальной вибрации, пассажир и пешеход, находящийся рядом с проезжей частью - общей. Вибрации, возникающие при движении АТС, не только воздействуют на водителя и пассажиров, но и передаются через дорожное покрытие в окружающее пространство.

Уровень вибрации может превышать для человека допустимый уровень на удалении от проезжей части до 10 м. Длительные вибрации небольшого уровня могут приводить к повреждению зданий и сооружений в придорожной полосе.

Передача вибраций на окружающие сооружения зависит от грунта, его плотности, влажности, степени однородности и гранулометрического состава. Эти же параметры определяют и частоту колебаний. В среднем частота составляет 10-25 Гц.

Для снижения уровня вибраций применяют организационные и строительные меры.

К организационным мерам относятся: запрещение движения машин большой грузоподъемности, ограничение скорости движения.

К строительным - можно отнести: сооружение antivибрационных экранов-траншей между фундаментом и дорогой (размеры $B = 0,3-0,5$ м, $H = 2-5$ м), а также применение в конструкции зданий амортизационных устройств.

2.4.4 Электромагнитное излучение

Электромагнитные поля не только создаются целенаправленно для применения в радиотехнике, телевидении, радиоастрономии, радиолокации, радиоспектрометрии, но и образуются при работе всех электротехнических приборов и установок, в том числе электрооборудования и систем зажигания автомобиля.

Автомобиль является сравнительно маломощным источником электромагнитного излучения (ЭМИ). Однако проблема электромагнитной безопасности ТС существует, она связана с большим числом источников, в том числе электротранспорта на улицах города, и проникновением транспортных потоков в жилую застройку.

Электромагнитные поля с высокой плотностью энергии могут оказывать вредное воздействие непосредственно на организм человека. Вредное воздействие ЭМИ на человека связано с переносом их энергии. Поглощение энергии кожным покровом - это наименее опасный случай, так как излишнее тепло ощущается как повышение температуры кожи и интенсивно излучается в окружающее пространство. Поглощение энергии электромагнитных волн внутренними органами наиболее опасно, так как они обладают слабовыраженным механизмом терморегуляции.

В развитых странах мира существует утвержденный предельно допустимый уровень воздействия электромагнитных полей на население в зависимости от частоты излучения.

Помимо непосредственного воздействия на человека, ЭМИ ухудшают качество радио- и телепередач. В этом случае их рассматривают как радиопомехи. АТС должны удовлетворительно функционировать в электромагнитной среде и не создавать электромагнитных помех для любого объекта, находящегося в этой среде.

Интенсивность ЭМИ автомобиля определяется рядом конструктивных и эксплуатационных факторов. Наибольшее значение имеют тип двигателя, компоновка автомобиля. В перечень конструктивно-технических особенностей АТС, влияющих на уровень ЭМИ, включают:

- степень сжатия двигателя;
- использование пластмассовых или металлических крыльев, крыш, облицовки, воздушных фильтров;
- размеры, форму и расположение распределителя и катушки зажигания;
- размеры и форму моторного отделения и размещение высоковольтных проводов;

Безопасность транспортных средств

- наличие вспомогательных двигателей.

Большое значение имеет техническое состояние всех узлов и агрегатов, формирующих электромагнитное поле и состояние токопроводящих перемычек между частями кузова, а также состояние поверхностей элементов кузова.

Приборы системы зажигания и электрооборудования автомобиля являются первичными излучателями электромагнитных волн, а элементы кузова, детали моторного отсека, капот, крылья, решетка радиатора - вторичными.

В автомобилях с карбюраторными двигателями электромагнитное поле наибольшей интенсивности создают приборы системы зажигания.

Следующей по интенсивности излучения является группа приборов системы электрического питания автомобиля: генераторы постоянного и переменного тока; регуляторы напряжения; системы вспомогательных устройств с электроприводом; всевозможные датчики вибрационного типа или датчики, работа которых связана с коммутацией напряжения.

При работе системы зажигания ЭМИ возникают вследствие пробоя газовых зазоров между электродами свечей и прерывателя - распределителя системы зажигания. Образующийся искровой разряд состоит из емкостной и индуктивной составляющих. Емкостная составляющая обусловлена пробоем искрового промежутка накопленной энергией заряда, индуктивная составляющая - выделением энергии, накопленной в катушке зажигания при прохождении тока в ионизированном газовом промежутке, образованном емкостным разрядом. Во время емкостного разряда между электродами свечей и контактами прерывателя - распределителя зажигания возникают короткие, длительностью в десятые доли микросекунды импульсы тока силой несколько десятков тысяч ампер.

Уровень напряженности электромагнитного поля при работе дизельного двигателя в несколько раз меньше по сравнению с карбюраторными двигателями меньшей мощности. Это еще раз говорит о том, что самым мощным источником электромагнитных излучений в автомобиле является система зажигания.

ЭМИ автомобилей с различными характеристиками делят на три группы:

- 1) карбюраторные АТС емкостью до 3л;
- 2) карбюраторные АТС - свыше 3 л;
- 3) дизельные АТС.

Если количественно оценить степень воздействия ЭМИ этих автомобилей на окружающую среду, то коэффициенты приведения будут иметь значения, соответственно: 1,0; 1,32; 0,2.

Конструктивные методы снижения уровня ЭМИ

Основные методы снижения уровня ЭМИ на стадии проектирования и изготовления автомобилей - повышение экранирующей способности кузова автомобиля и применение помехоподавляющих устройств в системе зажигания. Для обеспечения требований безопасности ЭМИ, создаваемых приборами системы зажигания, применяются различные помехоподавляющие устройства. Прежде всего это резисторные проволочные на основе неметаллического проводника

Безопасность транспортных средств

с сопротивлением 10-40 кОм/м, а также высоковольтные провода типа реактивного кабеля. Поглощающая способность провода такого типа основывается на использовании двух явлений: селективном поглощении высокочастотной энергии материалом проводника и поглощении энергии диэлектриком изоляции провода.

Кроме того, в элементах системы зажигания применяются дополнительные помехоподавляющие элементы: экранирующие наконечники для свечей зажигания, крышки распределителя и катушки зажигания. В случае, когда на специальных автомобилях необходимо довести уровень радиопомех до минимума, применяют индивидуальное экранирование приборов системы зажигания. Такая мера применяется, в частности, на автомобилях высокого класса. Существенно снижая интенсивность ЭМИ от автомобиля, индивидуальное экранирование усложняет диагностирование, обслуживание и ремонт автомобилей и не находит широкого применения.

В реальных конструкциях кузова эффективность экранирования в большей степени определяется надежностью соединения между собой металлических панелей кузова, чем свойствами материала. Чем ближе расположен моторный отсек к электрически герметичному контуру, тем выше уровень экранирования. Поэтому необходимо обеспечивать, чтобы все детали кузова, особенно моторного отсека, имели наибольшее число надежных в эксплуатации и защищенных от коррозии электропроводных соединений.

Конструктивные методы снижения мощности излучений автомобилей не исчерпывают всех возможностей борьбы за ограничение уровней электромагнитных загрязнений среды. Исследования, основанные на подходе к транспортному потоку как источнику электромагнитного загрязнения среды, позволили начать разработку практических рекомендаций по ограничению уровней ЭМИ методами организации дорожного движения.

Управляя режимом движения, формируя транспортный поток, можно снизить уровень электромагнитного загрязнения среды:

- на пересечениях в результате снижения задержек транспортных средств на 5-12 дБ в зависимости от частоты излучения и интенсивности движения, или в среднем на 14-32 %;
- при увеличении средних технических скоростей движения транспортных средств на перегоне до 2 дБ, или на 20 %;
- исключении предзаторовых и заторовых ситуаций в 2,5-3 раза.

3 Безопасность человеко-машинных систем

3.1 Организация рабочего места водителя

Требования к рабочему месту водителя

Рабочее место водителя автомобиля характеризуется размерами кабины и конструкцией сиденья, удобством доступа к органам управления и величиной усилий для воздействия на них, эргономическими параметрами среды в кабине (шум, вибрации, микроклимат, загрязнение воздуха токсичными веществами). Вследствие этого рабочее место водителя может быть в различной степени приспособленным для управления автомобилем и по-разному влиять на работоспособность и утомляемость водителя, и, в конечном итоге, на безопасность ТС.

Эксплуатационное свойство, характеризующее рабочее место водителя (пассажира), называют «*обитаемость*» или «*комфортность*».

Сиденье

Сиденье состоит из остова, подушки, спинки и амортизирующего устройства. Остов сиденья представляет собой жесткий каркас, прикрепленный к полу кабины, на котором устанавливают подушку и спинку. На остове расположены различные регулировочные и стопорные устройства, обеспечивающие удобную посадку и регулировку положения сиденья, в частности, если это сиденье водителя, то относительно органов управления, рисунке 3.1.

Посадка водителя, пассажира считается удобной, если части тела образуют углы, исключающие излишнее мышечное напряжение для сохранения равновесия, рисунок 3.2, а для водителя также и обеспечивающие возможность управлять автомобилем с минимальной затратой физической энергии.

Конфигурация сиденья должна учитывать особенность анатомического строения спины человека - естественный S-образный изгиб позвоночника, сохраняющийся в положении стоя, изменяющийся сидя.

Давление на поверхности сиденья не должно распределяться равномерно. Характер давления на сиденье определяют по отпечаткам на специальной химически обработанной бумаге.

Удобство посадки и управления автомобилем определяются планировочными размерами кабины, габаритными и посадочными размерами сиденья. Эти расстояния определяют усилия, которые водитель должен прилагать к рулевому колесу, рычагам и педалям.

Размеры частей тела у разных людей колеблются в широких пределах, поэтому подушку и спинку сиденья водителя делают регулируемыми как по высоте, так и в продольном направлении.

Колебания и вибрации, воздействие ускорений. Шум.

Колебания возникают вследствие воздействия сил инерции, вызываемых ускорениями и замедлениями движения автомобиля. Кроме того, водитель воспринимает колебания и вибрации кабины, передающиеся от шин, подвески, пружин сиденья.

Ускорения, возникающие при движении автомобиля не велики: при разгоне они составляют от 2 до 5 м/с², при торможении 6-7 м/с², повороте 2-7 м/с² и движении по неровной дороге 1-3,5 м/с². Водитель и пассажиры выдерживают перегрузку без травм 10-15 м/с². Однако длительное воздействие знакопеременных ускорений снижает работоспособность водителя.



Рис. 9.1. Сиденье водителя:
1 - регулировочные устройства; 2 - блокировочная ручка; 3 - ручка наклона спинки

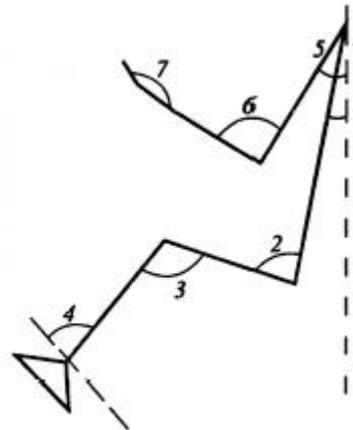


Рис. 9.2. Оптимальные углы между звеньями манекена, имитирующего водителя: 1 - от 15 до 25°; 2 - от 85 до 100°; 3 – от 95 до 120°; 4 - от 65 до 95°; 5 - от 15 до 35°; 6 - от 8 до 110°; 7 - от 170 до 180°

Опасными для водителя являются вибрации с частотой колебаний 4-5 Гц и 30 Гц, так как они являются резонансными для отдельных частей тела. Колебания, передающиеся голове, вызывают изменение ритма и частоты дыхания, артериального давления, снижают остроту бинокулярного зрения и ухудшают остроту реакций. Наиболее характерными воздействиями на водителя являются колебания работающего двигателя (75-100 Гц), пола (10-30 Гц), движущегося автомобиля (2—4 Гц). При вибрациях, амплитуда которых превышает 0,3 мм, длительное управление автомобилем невозможно.

Для уменьшения вибрации применяют балансировку деталей, создают условия, исключая возникновение резонанса, используют вибропрокладки, вибропоглощающие смазочные материалы и покрытия.

Особенно опасен для водителей повышенный внутренний шум. Под действием шума увеличивается скрытый период двигательной реакции, снижается зрительное восприятие, нарушается координация движений, наступает преждевременное снижение других реакций.

Уровень внутреннего шума нормируется национальным стандартом ГОСТ Р 51616-2000 для категорий ТС. Уровень шума и вибраций в кабине ТС не должен превышать санитарные нормы, принятые для производственных помещений.

Интенсивность шума на рабочем месте водителя можно уменьшить с помощью следующих мер: шумопоглощающей обивки под капотом (поглощает шум двигателя) и внутренней обивки салона, звукопоглощающего локального покрытия металлических поверхностей (на внутренней поверхности крыльев, по периметру дверей), плотной подгонкой остекления окон.

Органы управления

Органы управления автомобиля по своему функциональному назначению делятся на две группы.

К первой группе относятся органы, с помощью которых изменяются направление и скорость движения автомобиля: рулевое колесо, рычаг переключения передач, педаль сцепления, педаль управления дроссельной заслонкой или подачей топлива, тормозная педаль и рукоятка стояночного тормоза.

Вторая группа включает органы управления вспомогательными устройствами: рукоятку управления воздушной заслонкой карбюратора, включатель зажигания и стартера, ручной или ножной переключатель света, кнопку электрического сигнала, рычаг включения указателей поворота, органы, управляющие стеклоочистителем, отопителем, вентиляцией, кондиционером, освещением и др. Специальные автомобили оборудуются органами для управления дополнительными специальными механизмами.

Параметры органов управления автомобиля должны соответствовать психофизиологическим и анатомическим возможностям водителя и отвечать эстетическим требованиям. При этом учитывается способность активного элемента системы к адаптации внутри системы «человек - машина».

К конструкции органов управления предъявляются следующие требования:

- высокий уровень автоматизации управления автомобилем;
- малые время и усилия, необходимые для выполнения рабочих движений;
- удобная траектория движения рук и органов управления;
- травмобезопасная конструкция органов управления;
- обеспечение информативности и удобная форма рукояток;
- соответствие эстетическим требованиям.

Безопасность транспортных средств

Выполнение указанных выше требований достигается путем автоматизации переключения передач, совмещения нескольких операций в одном органе управления, применения гидравлических и пневматических приводов, размещения органов управления в оптимальных зонах рабочих движений водителя, применения тактильно-гностических и гигиенических форм рукояток.

К рулевому колесу предъявляются два основных требования:

а) прилагаемое усилие при его вращении не должно превышать 50Н (5 кгс) для одной руки и 100Н - для двух (примечание: 1 Н \approx 0,10197162 кгс \approx 0,1 кгс.);

б) угловая скорость рулевого колеса должна обеспечить надежное управление автомобилем при любой скорости движения (зависит от передаточного отношения).

При размещении рукояток и рычагов учитывается характер их использования. Органы постоянного использования размещают в оптимальной рабочей зоне (40 см с центром - середина рулевого колеса), органы эпизодического использования - в нормальных (120 см) и максимальных зонах (150 см), рис. 3.3.

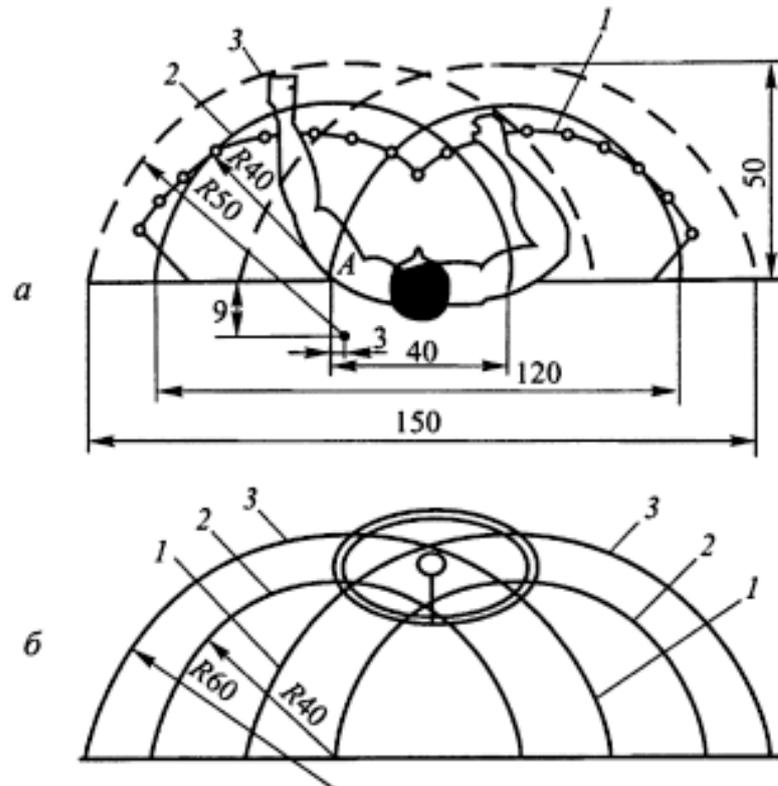


Рисунок 3.3 - Расположение рычагов и рулевого колеса грузового автомобиля относительно рабочих зон рук водителя (размеры указаны в см):

- а - расположение рычагов управления; б - расположение рулевого колеса; 1 - оптимальная рабочая зона; 2 - нормальная зона; 3 - максимальная зона

Усилие, прикладываемое водителем к педали, зависит от расположения. ГОСТ 24350-88 устанавливает общие технические требования и методы испытаний к ножным органам управления. Максимальное усилие, равное 1860 Н,

достигается при отклонении упора от вертикального положения на 70° . Среднее усилие на тормозной педали составляет 300-370 Н, на педали сцепления - 300 Н. Оптимальные условия создаются регулированием сиденья или блока педалей. Зависимость максимального усилия, прикладываемого к педали от расстояния педали, приведено на рис. 3.4.

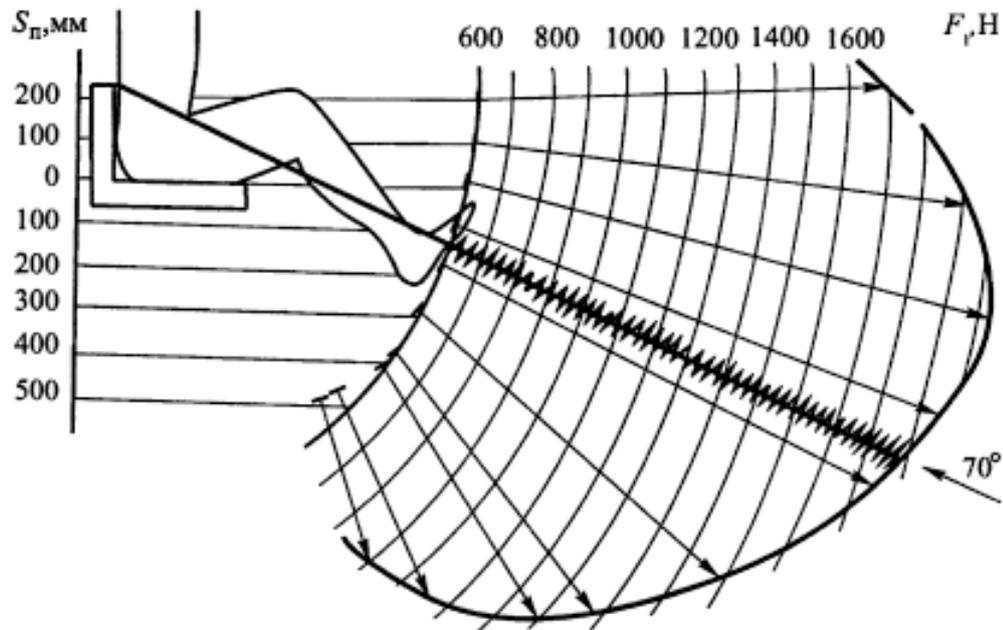


Рисунок 3.4 - Зависимость максимального усилия прикладываемого к педали, от расстояния педали до горизонтальной плоскости сиденья и угла наклона педали к полу

Физико-химические условия на рабочем месте водителя

К физическим характеристикам рабочего места водителя относятся шум, вибрация, рассмотренные выше, и микроклимат; к химическим - состав воздуха и наличие в нем вредных примесей.

Микроклимат - определяется совокупностью температуры, уровнем влажности и подвижности воздуха. Наиболее благоприятная температура $18-24^\circ$. В случае повышения или понижения температуры в кабине возрастает степень утомляемости, уменьшается внимание и объем оперативной памяти, наблюдается скованность и неточность движений. Температура воздуха влияет на число ДТП: так, если принять число ДТП при 20° за 100 %, то при $10-12^\circ$ будет 140 %, при $25-30^\circ$ - 160 %.

На состояние человека отрицательно влияет влажность более 70 % и скорость движения воздуха в кабине (салоне) более 1 м/с, а также повышенное содержание вредных примесей В кабину могут попадать пары ГСМ, отработавшие

газы и продукты испарения паров бензина и дорожных покрытий. Острое травление наступает при концентрации паров бензина 5-10 мг/л.

Системы вентиляции, отопления и кондиционирования

В современных автомобилях объем воздуха, приходящийся на каждого пассажира, составляет 0,4—1,2 м³, поэтому необходим интенсивный воздухообмен. ГОСТ Р 50992-96 устанавливает требования эффективности и безопасности к системам отопления, вентиляции и кондиционирования ТС.

В автомобилях обязательна принудительная вентиляция с помощью электрического вентилятора, нагнетающего воздух в кабину через радиатор системы отопления. Наиболее распространены системы отопления с использованием тепла двигателя: при жидкостном охлаждении отопитель подключают к радиатору, при воздушном - теплоносителем является воздух.

Обычно отопительные и вентиляционные устройства объединяют в единую систему; эта же система служит для обогрева стекол.

Для автоматического регулирования температуры и влажности подаваемого в кабину воздуха служат кондиционеры. Наибольшая эффективность достигается при плотно закрытых окнах и герметичной кабине.

В процессе кондиционирования воздух очищается в фильтрах, установленных около всасывающих отверстий, затем проходит через охлаждающее (или нагревающее) устройство и через увлажнительную (или осушающую) сетку, далее воздух нагнетается вентилятором в кабину.

3.2 Психофизические особенности управления АТС и требования к водителям

Основные психофизиологические параметры, которые должны быть присущи водителю:

- внимание;
- память;
- быстрота реакции.

Личностные свойства водителя, в частности, темперамент значительно влияют на процесс овладения, совершенствования и реализации навыков вождения.

Внимание является основной психологической функцией водителя, ибо его ослабление, рассеянность могут резко отрицательно сказаться на безопасности дорожного движения. При ослаблении внимания в сложных условиях вероятность ошибки, ведущей к аварии, резко возрастает.

Быстрота реакции водителя проявляется, когда в поле зрения появляется объект, который в данный момент представляет наибольшую опасность. Водитель должен обладать реакцией быстро сосредоточить на нем внимание и,

Безопасность транспортных средств

при необходимости, принять срочные меры к предотвращению аварии. Из всех психологических качеств водителя важнее всего быстрота реакции на изменение дорожной обстановки, ее правильность и точность.

Значения реакции могут изменяться в зависимости от состояния здоровья, утомления, возраста, сосредоточенности и т. д. Время реакции у различных людей неодинаково. Скорость отклика на опасность колеблется в пределах 0,3-0,6 с, на необходимость торможения 0,45-1,5 с. Однако даже при небольшом опьянении это время увеличивается в 2-4 раза.

Память водителя позволяет в ходе движения, изучая дорожную обстановку, воспроизводя закрепленные в памяти знания, мысленно расчленять предметы и явления, выделять их отдельные части, признаки или, наоборот, соединять их в единое целое. Например, при маневрировании требуется быстро определить скорость других автомобилей и сравнить ее со скоростью своей машины, соотнести существующую дорожную обстановку с той, при которой уже приходилось производить аналогичный маневр. Многие водители на основе большого опыта накапливают умение правильно предугадывать развитие ситуации и определять возможность ее усложнения. Профессиональная память позволяет некоторым из них прогнозировать ситуацию на 5-10 с вперед: вполне достаточное время, чтобы прибегнуть при необходимости к экстренному торможению на разрешенной для движения скорости.

3.3 Роль водителя в обеспечении безопасности дорожного движения

Основным направлением повышение безопасности ТС является совершенствование его конструктивной безопасности: активной, пассивной, послеаварийной и экологической. Однако на определенном уровне функционирования комплекса «человек - автомобиль - дорога - среда» (ЧАДС) повышение безопасности автомобиля только за счет изменения его конструкции в сторону увеличения качества и количества усовершенствованных элементов безопасности может оказаться малоэффективным.

Так, в работах МАДИ ГТУ показано, что несмотря на то, что уровень оснащённости автомобилей ВАЗ (основа парка легковых автомобилей в России до 2010 г.) системами активной и пассивной безопасности в стандартной комплектации значительно ниже оснащения современных моделей легковых автомобилей зарубежной разработки, (табл. 3.1), количество ДТП с участием «иномарок» (активная безопасность) и относительный уровень погибших (пассивная безопасность) сопоставимы с такими же показателями отечественных автомобилей, рис. 3.5.

Анализ причин ДТП показывает, что большинство аварий происходит в результате неправильных действий водителей.

Таблица 3.1 - Уровень оснащения системами безопасности

Элементы и системы конструктивной безопасности	ВАЗ 2114	FORD FOCUS
1. Поглощение энергии кузовов при фронтальном ударе	+	+
2. Усилитель рулевого управления	-	+
3. Антиблокировочная система (АБС)	-	+
4. Система динамической стабилизации (ESP)	-	+
5. Ремни безопасности	+	+
6. Преднатяжители ремней	-	+
7. Фронтальные подушки безопасности	-	+
8. Боковые подушки безопасности	-	+
9. Подголовники сидений	+	+
10. Фары повышенной яркости (ксеноновые)	-	+
11. Зеркала заднего вида с подогревом и автоматическим затемнением	-	+

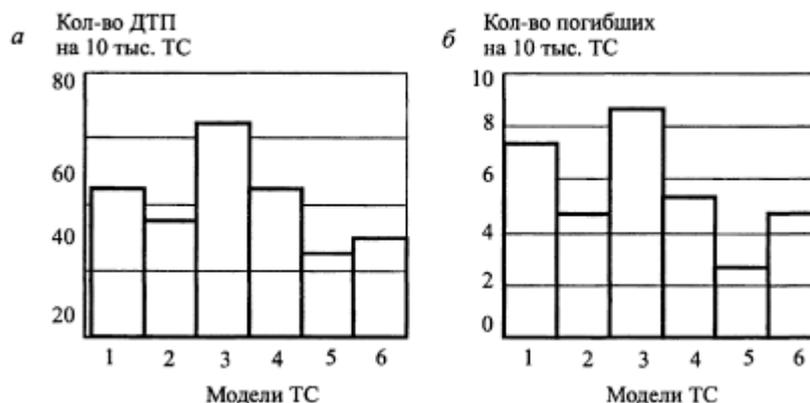


Рисунок 3.5 - Относительное количество ДТП на 10 тыс. ТС (а) и относительное количество погибших в ДТП на 10 тыс. ТС (б) в г. Москве: 1 - иномарки; 2 - ВАЗ 2101 - 2107; 3 - ВАЗ 2108 - 2110; 4 - ГАЗ 24, 3102 - 3111; 5 - Москвич - 2141; 6 - ВАЗ 2111 (ОКА)

Библиографический список

1. Гудков В. А., Комаров Ю. Я. и др. Безопасность транспортных средств. – М.: Горячая линия - Телеком, 2010. – 431 с.
2. Пугачев И.Н. Горев А.Э. Олещенко Е.М. Организация и безопасность дорожного движения. – М.: Издат. центр «Академия», 2009.
3. Н. Я. Яхьяев. Безопасность транспортных средств. – М.: Издат. центр «Академия», 2011.
4. Юхименко, В.Ф., Яценко, А.А. Безопасность транспортных средств: учебное пособие. – Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2009. – 208 с.
5. Рябчинский, А.И. Регламентация активной и пассивной безопасности автотранспортных средств: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / А.И. Рябчинский и др. – М.: Издат. центр «Академия», 2006. – 432 с.
6. Рябчинский, А.И. Устойчивость и управляемость автомобиля и безопасность дорожного движения: учеб. пособие / А.И. Рябчинский, В.З. Русаков, В.В. Карпов; под ред. А.И. Рябчинского. – Шахты: Изд-во ЮРГУЭС, 2003. – 177 с.
7. Рябчинский, А.И. Динамика автомобиля и безопасность дорожного движения: учеб. пособие / А.И. Рябчинский, А.А. Токарев, В.З. Русаков; под ред. А.И. Рябчинского. – М.: Изд-во МАДИ (ГТУ), 2002. – 131 с.
8. Афанасьев, Л.Л. Конструктивная безопасность автомобилей / Л.Л. Афанасьев, А.Б. Дьяков, В.А. Илларионов. – М.: Машиностроение, 1983.
9. Боровский, Б.Е. Безопасность движения автомобильного транспорта / Б.Е. Боровский. – Л.: Лениздат, 1984. – 304 с.