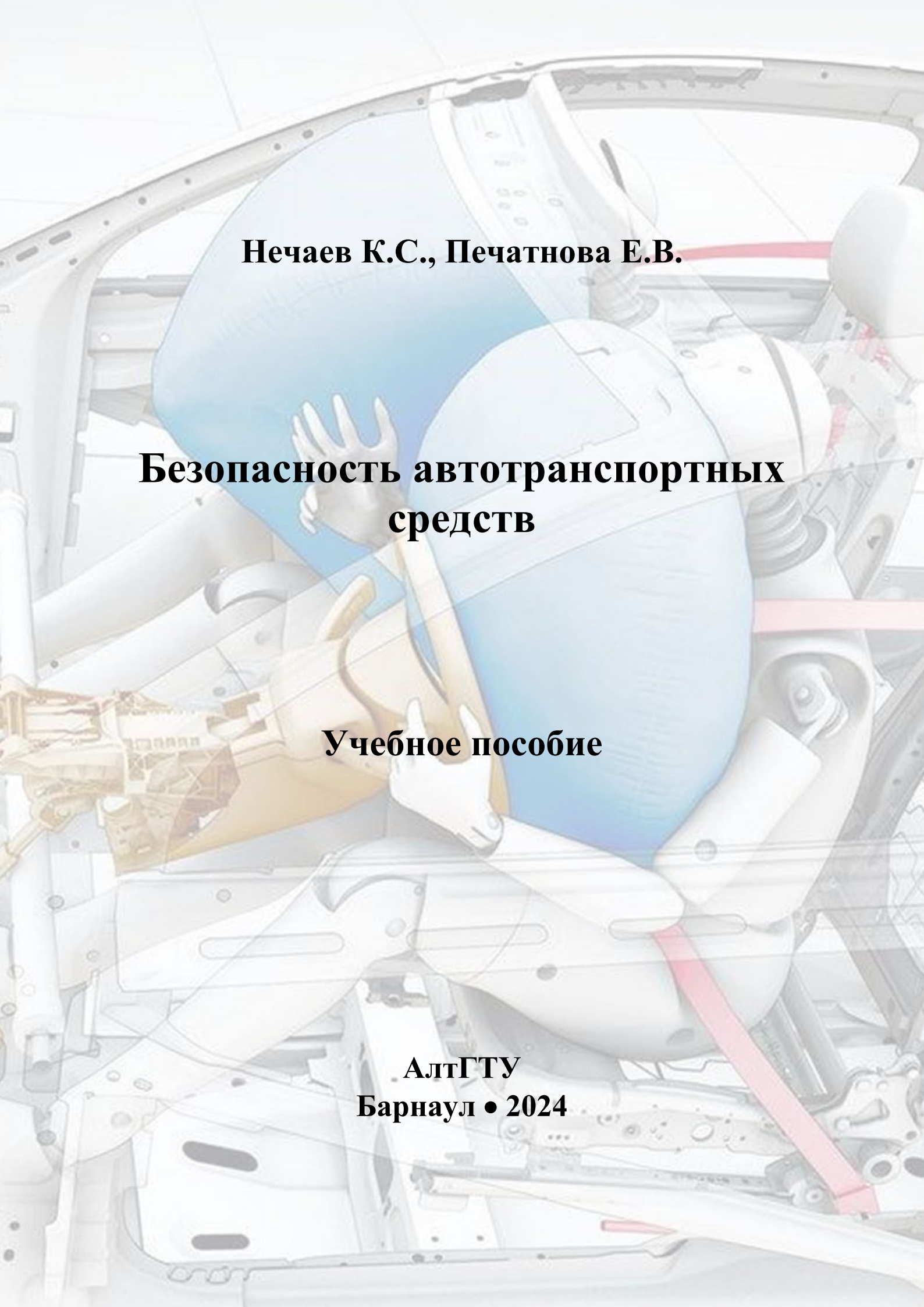


Нечаев К.С., Печатнова Е.В.

Безопасность автотранспортных средств

Учебное пособие

АлтГТУ
Барнаул • 2024

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Алтайский государственный технический университет
им. И. И. Ползунова

Нечаев К.С., Печатнова Е.В.

Безопасность автотранспортных средств

Учебное пособие

Рекомендовано
Алтайским государственным техническим университетом им. И.И. Ползунова в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по направлению подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов», 23.03.03 «Эксплуатация транспортно – технологических машин и комплексов»

ISBN 978-5-7568-1484-2

9 785756 814842

АлтГТУ
Барнаул • 2024

© Нечаев К.С., Печатнова Е.В., 2024
© Алтайский государственный технический
университет им. И. И. Ползунова, 2024

Об издании – 1, 2

УДК 656.13 (075.8)

Нечаев, К.С. Безопасность автотранспортных средств: учебное пособие для студентов направления 23.03.01 «Технология транспортных процессов» и 23.03.03 «Эксплуатация транспортно - технологических машин и комплексов» / К. С. Нечаев, Е. В. Печатнова; Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова. – Барнаул : АлтГТУ, 2024. – 108 с. – URL: http://elib.altstu.ru/uploads/open_mat/2024/NechaevPechatnova_BTS_up.pdf. – Текст: электронный.

ISBN 978-5-7568-1484-2

В учебном пособии представлены теоретические разделы, позволяющие студентам направления 23.03.01 «Технология транспортных процессов» и 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», закрепить знания по дисциплине «Безопасность автотранспортных средств».

В учебном пособии представлены сведения о составляющих конструктивной безопасности транспортных средств, описаны компоновочные и весовые параметры. Уделено внимание тяговой и тормозной динамичности автомобиля, рассмотрены условия обеспечения его устойчивости и управляемости в различных дорожных ситуациях.

Рекомендовано Алтайским государственным техническим университетом им. И. И. Ползунова в качестве учебного пособия для студентов всех форм обучения, обучающихся по направлению подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов» и 23.03.03 «Эксплуатация транспортно - технологических машин и комплексов». Протокол № 5 от «24» января 2024 г.

Рецензенты:

Медведев Геннадий Валериевич, доктор технических наук, ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный аграрный университет;

Валекжанин Александр Иванович, кандидат технических наук, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет»

Учебное пособие
Минимальные системные требования Yandex (20.12.1) или
Google Chrome (87.0.4280.141)
и т. п. скорость подключения - не менее 5 Мб/с, Adobe Reader и т. п.

Дата подписания к использованию 23.04.2024. Объем издания - 4 Мб.

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, 656038, г. Барнаул, пр-т Ленина, 46, https://www.altstu.ru/.

ISBN 978-5-7568-1484-2

© Нечаев К.С., Печатнова Е.В., 2024
© Алтайский государственный технический
университет им. И. И. Ползунова, 2024

вперед (оглавление)

Оглавление

1. Роль безопасности транспортных средств в обеспечении БДД 5
2. Автомобиль – основной элемент транспортного потока 12
3. Компоновочные и весовые параметры транспортных средств 18
3.1 Требования к размерам транспортных средств 18
3.2 Требования к весовым параметрам транспортных средств 19
4. Силы, действующие на транспортное средство 24
4.1 Сила тяжести и центр масс..... 24
4.2 Сила тяги на ведущих колесах..... 28
4.3 Сила сопротивления качению..... 28
4.4 Сила сопротивления подъему 31
4.5 Сила сопротивления воздуху 31
4.6 Сила сцепления колес с дорогой 33
4.7 Сила инерции 35
4.8 Скорость движения транспортных средств 35
5. Динамика автомобиля 38
5.1 Тормозная динамика транспортного средства 38
5.2 Тяговая динамичность автомобиля 58
6.Устойчивость и управляемость транспортных средств 74
7. Влияние автомобильных шин на активную безопасность автомобиля..... 85
8.Информативное обеспечение транспортного средства 104
Список используемых источников 106

1. Роль безопасности транспортных средств в обеспечении БДД

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

Поэтому большое значение имеет проблема обеспечения безопасности дорожного движения. И не только потому, что аварийность на автомобильном транспорте приносит огромные экономические потери, но и из-за специфических особенностей проблемы. Решение ее выходит за рамки ведомственной задачи, так как находится в прямой зависимости от подготовленности к участию в дорожном движении всех его участников, их дисциплинированности и желания соблюдать установленный порядок.

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

Водитель любого транспортного средства обязан обладать знаниями о технических характеристиках своего автомобиля, а также уметь адекватно оценивать дорожную обстановку. В случае дорожно-транспортного происшествия он должен быть готов оказать первую помощь пострадавшим. Это включает в

себя не только понимание технических аспектов управления транспортным средством, но и навыки, необходимые для эффективного реагирования в экстренных ситуациях.

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

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

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

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

Неудовлетворительное функционирование хотя бы одного из элементов системы, отсутствие четкой связи между ними, их несоответствие приводят к нарушению БДД.

В целях предупреждения ДТП и уменьшения тяжести их последствий, охраны окружающей среды от вредных воздействий механических транспортных средств разработана система конструктивной безопасности, которая подразделяется активную, пассивную, послеаварийную и экологическую безопасности.

Активная безопасность автомобиля - свойство автомобиля, позволяющее водителю предотвращать дорожно-транспортное происшествие (снижать веро-

ятность риска возникновения ДТП). Уровень активной безопасности (АБ) автомобиля проявляется в нештатной ситуации, когда водитель в состоянии изменить характер движения.

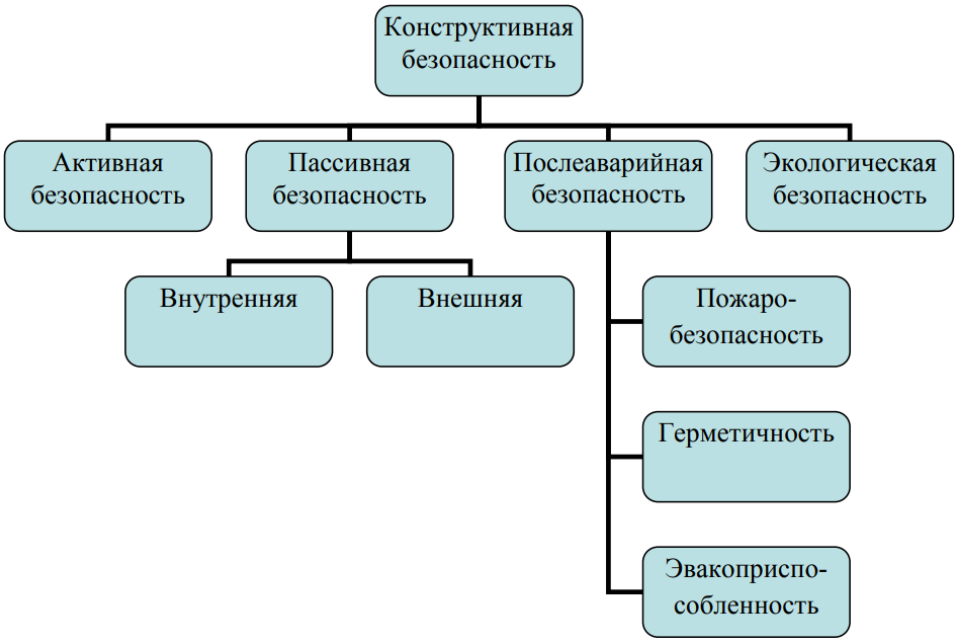


Рисунок 1 - Структура конструктивной безопасности автотранспортного средства

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.

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;

эвакоприспособленность - 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 поддержания автомобилей в исправном состоянии с точки зрения обеспечения безопасности дорожного движения и охраны окружающей среды в развитых странах рассматривается как одна из ключевых государственных задач. Сокращение числа неисправных автомобилей, участвующих в дорожном движении, является актуальным требованием, которое сохраняет свою значимость и в современном контексте.

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 безопасной эксплуатации автомобилей необходимо проводить обучение персонала в рамках лицензирования автомобильных перевозок. Организации, осуществляющие ежедневное обслуживание (ЕО), техническое обслуживание (ТО) и ремонт (ТР) транспортных средств, обязаны иметь соответствующие сертификаты, что гарантирует качественное выполнение данных работ. Контроль за соблюдением правил использования ремней безопасности, шлемов и других средств повышения безопасности со стороны водителей и пассажиров должен осуществляться органами ГИБДД.

Современный автомобиль надежен, но нужно еще научиться ездить на нем быстро и безопасно для себя и окружающих.

Для улучшения безопасности движения для пешеходов строятся подземные и наземные переходы, движение регулируется современными электронными системами. Зачастую техническая революция опережает осознание ее участниками требований безопасности движения.

В снижении числа ДТП значительное место должно отводиться профилактике дорожно-транспортных происшествии. Проводится ряд мероприятий по обеспечению безопасности дорожного движения: создание материально-технической базы для ремонта и обслуживания транспортных средств, обеспечение контроля технического состояния выпускаемых на линию механических транспортных средств, работой водителей на линии, своевременное возвращение их на место стоянки. Особое место занимает трудовая дисциплина водителей.

Госавтоинспекция (ГИБДД) является центром государственной системы обеспечения безопасности дорожного движения и организатором борьбы с нарушениями Правил дорожного движения. В составе ГИБДД есть инженерная служба дорожного надзора, которая осуществляет контроль за соблюдением требований безопасности движения при проектировании, строительстве и реконструкции улиц, автомобильных дорог и дорожных сооружений. На ГИБДД возложена задача регулирования движения транспорта и пешеходов, профилактика и своевременное выявление нарушений. Для обеспечения безопасности дорожного движения широко используются новая техника, специальные патрульные автомобили и мотоциклы, радарные установки, средства связи, вертолетное патрулирование. ГИБДД призвана содействовать изучению Правил дорожного движения при средних школах и других учебных заведениях. В нашей стране действует общегосударственная система обеспечения безопасности дорожного движения, имеющая транспортную, дорожную, промышленную, медицинскую, законодательную и другие службы, которые решают свои конкретные задачи.

Контрольные вопросы

1. Назовите элементы конструктивной безопасности автомобиля.

2. В чем заключается эксплуатационная безопасность автомобиля.

3. Назовите системы и элементы конструкций автомобиля, отвечающих за активную безопасность автомобиля.

4. Назовите системы и элементы конструкций автомобиля, отвечающих за пассивную безопасность автомобиля.

5. Дайте определение понятию экологическая безопасность автомобиля

6. Что относят к послеаварийной безопасности?

7. Система «ВАДС» как элемент безопасности движения.

8. Что относят к квазизащитным удерживающим средствам?

2. Автомобиль – основной элемент транспортного потока

Автомобиль представляет собой сложное техническое транспортное средство. Эффективность его использования в различных условиях и в соответствии с конструктивными особенностями определяется эксплуатационными свойствами, которые формируются на основе различных измерителей и показателей. Эти свойства характеризуют степень приспособленности автомобиля к условиям эксплуатации и влияют на его функциональность в системе «автомобиль-водитель-дорога-окружающая среда».

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

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

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

К важнейшим эксплуатационным качествам автомобиля относятся производительность, экономичность и проходимость. Эти характеристики определяют эффективность и удобство использования транспортного средства в различных условиях. Кроме того, к основным эксплуатационным свойствам можно отнести такие показатели, как вместимость, долговечность и надежность.

Основные измерители, определяющие активную безопасность ТС:

- безотказность узлов, агрегатов и систем автомобиля;

- габаритные и весовые параметры;

- тяговая и тормозная динамичность;

- устойчивость и управляемость;

- информативность ТС, под которой понимается свойство ТС обеспечивать водителя и других участников дорожного движения необходимой информацией. В зависимости от конструкции транспортного средства (ТС) водитель получает информацию об окружающей обстановке, характере движения, а также о режиме работы агрегатов и систем автомобиля. Благодаря высокой информативности ТС другие участники дорожного движения могут определить его тип, скорость и направление движения, что позволяет им прогнозировать расположение автомобиля на дороге и расстояние до других транспортных средств в ближайшее время. Такое взаимодействие информации между водителем и окружающей средой играет ключевую роль в обеспечении безопасности дорожного движения.

От оборудования рабочего места водителя, его соответствия требованиям **эргономики** зависит возможность реализации эксплуатационных свойств, заложенных в конструкции транспортного средства, а также время в течение которого водитель способен управлять автомобилем без утомления. Увеличению комфорта способствует использование автоматических коробок перемены передач, регуляторов скорости (круиз-контроль) и т.д. В настоящее время выпускаются автомобили, оборудованные адаптивным круиз-контролем. Он не только автоматически поддерживает скорость на заданном уровне, но и при необходимости снижает ее вплоть до полной остановки автомобиля.

Эргономическими показателями транспортного средства являются:

1. удобство размещения водителя на рабочем месте, обзорность с рабочего места, удобство и эффективность пользования органами управления и средствами отображения информации (Таблица 1);

Таблица 1 - Зоны комфорта на рабочем месте водителя

Показатели	Зоны		
	комфорта	психологического дискомфорта	физиологического дискомфорта
Температура, ^{0}C	18	15-22	1-43,5
Влажность, %	50-60	30-70	20-90
Скорость движения воздуха, м/с	0,15	0,3	2,0
Содержание, мг/л			
-окиси углерода	-	0,3	0,02
-двуокиси углерода	-	0,01	0,40
-паров бензина	-	0,17	0,1
-окислов серной кислоты	-	-	0,001
-минеральной пыли, содержащей до 7 % кристаллической модификации	-	-	0,0005
Вибрации: амплитуда, мм частота, Гц	 0 0	 0,2 0,1	 1,3 10,0

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

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

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

Понятие о дорожно-транспортном происшествии

Дорожно-транспортное происшествие - происшествие, совершенное с участием хотя бы одного находившегося в движении механического транспортного средства, в результате которого причинен вред жизни или здоровью физического лица, его имуществу либо имуществу юридического лица.

В каждом дорожно-транспортном происшествии выделяют три фазы:

1. Начальная фаза ДТП характеризуется условиями движения ТС и других участников движения (других факторов, автомобилей, мотоциклов, трамваев, пешеходов и т.п.) перед возникновением опасной ситуации. Под опасной ситуацией понимают такую дорожную ситуацию, при которой участники движения должны принять все имеющиеся в их распоряжении меры для предотвращения происшествия и снижения тяжести его последствий. Если эти меры

не приняты или они оказались недостаточно эффективными, то опасная обстановка может перерасти в аварийную, т.е. в такую дорожную ситуацию, при которой участники дорожного движения уже не располагают технической возможностью предотвратить ДТП, и оно становится неизбежным.

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

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

Правилами учета все **ДТП подразделяются на следующие виды**:

1. столкновение - происшествие, при котором движущиеся транспортные средства столкнулись между собой или с подвижным составом железных дорог;

2. опрокидывание - ДТП, при котором движущееся транспортное средство опрокинулось. К этому виду не относятся опрокидывания, которым предшествовали другие виды происшествий;

3. наезд на стоящее транспортное средство - происшествие, при котором движущееся транспортное средство наехало на стоящее транспортное средство, а также прицеп или полуприцеп. Наезд на внезапно остановившееся транспортное средство рассматривают как столкновение;

4. наезд на препятствие - происшествие, при котором транспортное средство наехало или ударилось о неподвижный предмет (опора моста, столб, дерево, мачта, строительные материалы, ограждение и т.п.);

5. наезд на пешехода - это происшествие, при котором транспортное средство наехало на человека или он сам столкнулся с движущимся транспортным средством. К этому виду относятся также происшествия, при которых пешеходы пострадали от перевозимого транспортным средством груза или предмета (доски, бревна, трос, канат и т.д.);

6. наезд на велосипедиста - происшествие, при котором транспортное средство наехало на велосипедиста или он сам столкнулся с движущимся транспортным средством;

7. наезд на гужевой транспорт - ДТП, при котором транспортное средство наехало на упряжных животных, а также на повозки, транспортируемые этими животными, либо упряженные животные или повозки, транспортируемые этими животными, ударились о движущееся транспортное средство;

8. наезд на животное - происшествие, при котором транспортное средство наехало на диких или домашних животных;

9. прочие происшествия - ДТП, не относящиеся к перечисленным выше видам: сходы трамвая с рельсов (не вызвавшие столкновение или опрокидывание); падение перевозимого груза или отброшенного колесом транспортного средства предмета на человека, животное или другое транспортное средство; наезд на лиц, не являющихся участниками дорожного движения; наезд на внезапно появившееся препятствие (упавший груз, отделившееся колесо); падение пассажиров с движущегося транспортного средства или в салоне движущегося транспортного средства в результате резкого изменения скорости или траектории движения и т.п.

Контрольные вопросы

1. Что такое дорожно-транспортное происшествие?
2. Виды ДТП.
3. Какие фазы выделяют в ДТП.
4. Какие условия относят к зоне комфорта на рабочем месте водителя?
5. Что такое Эргономическими показателями транспортного средства.
6. Чем определяются эксплуатационные качества автомобиля?

3. Компоновочные и весовые параметры транспортных средств

В целях обеспечения безопасности дорожного движения все транспортные средства, допускаемые к движению по дорогам общего пользования, должны соответствовать установленным требованиям, ограничивающим их размеры и массу. Эти требования регламентируются законодательством каждой страны, что обеспечивает единые стандарты безопасности для всех участников дорожного движения. С учетом этих требований ведется проектирование и строительство дорог, мостов, путепроводов и т.д. В России они регламентированы Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 018/2011 О безопасности колесных транспортных средств.

3.1 Требования к размерам транспортных средств

Максимальная длина не должна превышать: одиночного транспортного средства категорий M_1, N и O (прицепа) -12 м; одиночного двухосного транспортного средства категорий M_2 и M_3 -13,5 м; одиночного транспортного средства категорий M_2 и M_3 с числом осей более двух -15 м; автопоезда в составе тягача и прицепа (полуприцепа) - 20 м; сочлененного транспортного средства категорий M_2 и M_3 -18,75 м.

При измерении длины не учитываются следующие устройства, смонтированные на транспортном средстве: устройства очистки и омывания ветрового стекла; таблички переднего и заднего регистрационных знаков и конструктивные элементы для установки государственных регистрационных знаков; таможенная пломбировка и элементы ее защиты; устройства крепления тента и элементы их защиты; устройства освещения и световой сигнализации; наружные зеркала и другие устройства непрямой обзорности; вспомогательные средства наблюдения; устройства забора воздуха во впускную систему двигателя внутреннего сгорания; стопорные устройства для демонтируемых кузовов; подножки и поручни; эластичные буферные устройства или аналогичное оборудование; подъемные платформы, рампы и аналогичное оборудование в положении для движения, не увеличивающие габаритные размеры более чем на 300 мм при условии, что грузоподъемность транспортного средства не увеличена; сцепные

и буксирные устройства транспортных средств; трубы выпускной системы; съемные спойлеры; токоприемники транспортных средств с электропитанием от контактной сети; наружные солнцезащитные козырьки.

Максимальная ширина транспортного средства категорий M, N. O не должна превышать 2,55 м. Для изотермических кузовов транспортных средств допускается максимальная ширина 2,6 м.

При измерении ширины не учитываются следующие устройства, смонтированные на транспортном средстве: таможенная пломбировка и элементы ее защиты; устройства крепления тента и элементы их защиты; устройства контроля давления в шинах; выступающие гибкие части системы защиты от разбрызгивания из-под колес; для транспортных средств категории M_3 входные рампы в положении для движения, подъемные платформы и аналогичное оборудование в положении для движения при условии, что эти устройства не выступают более чем на 10 мм за боковую поверхность транспортного средства и угловые кромки рамп, направленные вперед и назад, имеют радиусы закруглений не менее 5 мм; радиусы закруглений остальных кромок должны при этом быть не менее 2,5 мм; наружные зеркала и другие устройства непрямой обзорности; вспомогательные средства наблюдения; убирающиеся подножки; устройства освещения и световой сигнализации; деформирующаяся часть боковых стенок шин непосредственно над точкой соприкосновения с поверхностью.

Максимальная высота транспортного средства категорий M, N O не должна превышать 4 м.

При измерении высоты не учитываются следующие устройства, смонтированные на транспортном средстве: антенны; пантографы или токоприемники в поднятом положении.

Для транспортных средств с подъемной осью следует принимать во внимание влияние этого устройства.

3.2 Требования к весовым параметрам транспортных средств

Максимальная масса транспортных средств не должна превышать разрешенных значений, приведенных в таблице 2.

Таблица 2 – Разрешенная максимальная масса от категории ТС и количества осей

Категория транспортного средства, общее количество осей	Разрешенная максимальная масса, т
Одиночные: Категории M_3, N_3:	
2	18
3 (за исключением сочлененных автобусов категории М3)	25
3 (сочлененные автобусы категории М3)	28
4 (с двумя управляемыми осями) Автопоезда:	32
3	28
4	36
5 и более	40

Максимальная масса, приходящаяся на ось (группу осей) не должна превышать разрешенные значения, приведенные в таблице 3

Таблица 3 – Разрешенная максимальная масса приходящаяся на ось

Расстояние между сближенными осями, м	Разрешенная максимальная масса, приходящаяся на ось (группу осей), т
Свыше 2	11,5 (10)
От 1,65 до 2 (включительно)	10,5 (9)
От 1,35 до 1,65 (включительно)	9(8)
От 1 до 1,35 (включительно)	8(7)
До 1	7(6)

Примечание: Значения, указанные в скобках, являются максимально допустимыми для передвижения без оформления специального разрешения по автомобильным дорогам, проектирование, строительство и реконструкция которых осуществлялись под нормативную осевую нагрузку транспортного средства 10 кН.

При движении транспортных средств на них воздействуют различные возмущения, которые могут изменять характер движения. К таким возмущениям относятся удары колес о неровности дорожного покрытия, изменения поперечного уклона дороги и другие факторы. В результате этих воздействий транспортное средство может отклоняться от заданного направления движения, и водитель вынужден поворачивать рулевое колесо, чтобы вернуть автомобиль

в исходное положение. Такое взаимодействие между транспортным средством и дорожными условиями является важным аспектом управления автомобилем и обеспечения безопасности на дороге.

При движении автопоезда ширина динамического коридора увеличивается с ростом скорости быстрее, чем у одиночного транспортного средства. Это связано с тем, что угловые колебания прицепов и полуприцепов имеют большую амплитуду. При превышении определенной скорости раскачивание прицепов становится настолько значительным, что водитель не может устранить его с помощью поворота рулевого колеса. Это явление подчеркивает важность учета динамических характеристик автопоездов для обеспечения безопасности на дороге.

Особенно значительно влияние геометрических параметров автомобиля на безопасность при криволинейном движении. Ширина динамического коридора B_K обычно достаточно велика. Она определяется по формуле:

$$B_K = R_H - R_B = R_H - \sqrt{R_H^2 - (L)^2} + B_T\,, \qquad (1)$$

где R_H и R_B - соответственно наружный и внутренний габаритные радиусы поворота автомобиля; $L^/$ -расстояние от заднего моста до переднего габарита автомобиля; $L^/$=L + C, где L - база автомобиля; C – расстояние от передней оси автомобиля до его переднего габарита.

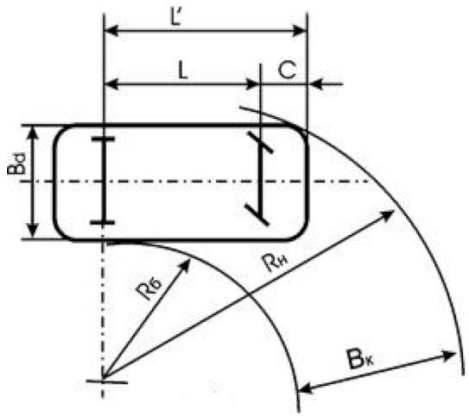


Рисунок 2 - Динамический коридор одиночного ТС при криволинейном движении.

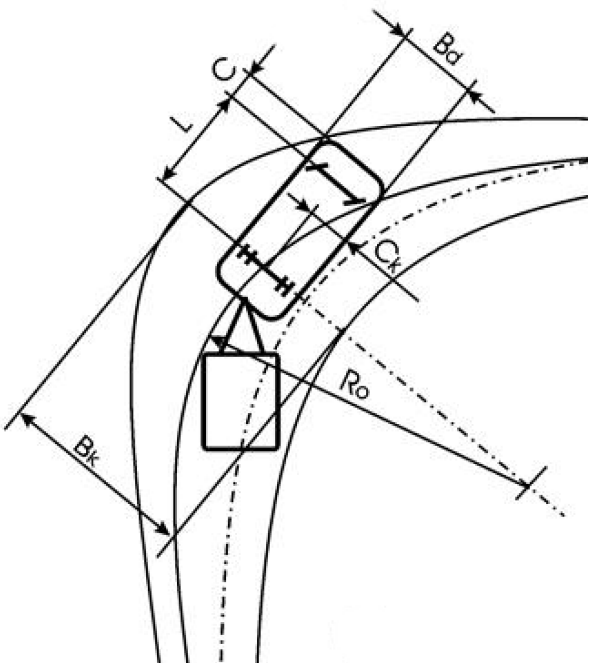


Рисунок 3 - Динамический коридор тягача с прицепом при криволинейном движении.

По отношению к центру поворота с внешней стороны она ограничена траекторией края переднего бампера буксирующего транспортного средства, а с внутренней стороны -задним углом прицепа. При входе в поворот и выходе из него ширина динамического коридора примерно равна ширине автопоезда и достигает максимального значения B_K в середине поворота:

$$B_{K\max} = \sqrt{\left(R_T + \frac{B_T}{2}\right)^2 + (L + C)^2} + \frac{B_T}{2} + C_K - R_0\,, \qquad (2)$$

где R_0-R_T - радиус кривизны круговой траектории, по которой движется середина заднего моста тягача; $B_т$, L и C - габаритные ширина, база и передний свес тягача; $C_к$ - сдвиг заднего моста прицепа относительно моста тягача.

Величина сдвига $C_к$ зависит от числа прицепных звеньев, их базы и длины дышла. Для уменьшения ширины динамического коридора и улучшения маневренности лучше использовать прицепы с управляемыми передними колесами, что дает возможность прицепу точно следовать по колее тягача, почти не увеличивая ширину динамического коридора.

Чем больше масса автопоезда, тем больше динамические нагрузки на дорогу и соответственно тем меньше срок службы покрытия. В связи с этим, не-

смотря на очевидные преимущества применения подвижного состава большой массы, во всех странах мира строго соблюдают ограничения осевых нагрузок и максимальных масс.

Для обеспечения безопасности дорожного движения масса транспортного средства имеет косвенное значение, но при выполнении сельскохозяйственных работ она играет существенную роль, так как это связано с воздействием массы транспортного средства на плодородие почвы.

Динамический коридор по формулам (1) и (2) определяется без учета увода колес, т.е. при движении с низкой скоростью. При эксплуатационных скоростях величина динамического коридора больше вследствие бокового увода шин.

Контрольные вопросы

1. Максимально допустимые габаритные размеры по длине ТС?
2. Максимально допустимые габаритные размеры по ширине ТС?
3. Разрешенная максимальная масса, приходящаяся на ось ТС?
4. Разрешенная максимальная масса в зависимости от количества осей ТС?
5. Что такое динамический габарит ТС?
6. Что такое динамический коридор ТС?

4. Силы, действующие на транспортное средство

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

На движущийся автомобиль действуют следующие силы:

1)сила тяжести,

2)сила тяги на ведущих колесах,

3)сила сопротивления качению,

4)сила сопротивления подъему,

5)сила сопротивления воздуха,

6)сила сцепления движущегося транспортного средства с опорной поверхностью,

7)сила инерции.

Силы, приложенные на определенном плече, образуют моменты.

Силы и моменты, действующие на транспортное средство, которое разгоняется на подъеме, показаны на рисунке 4.

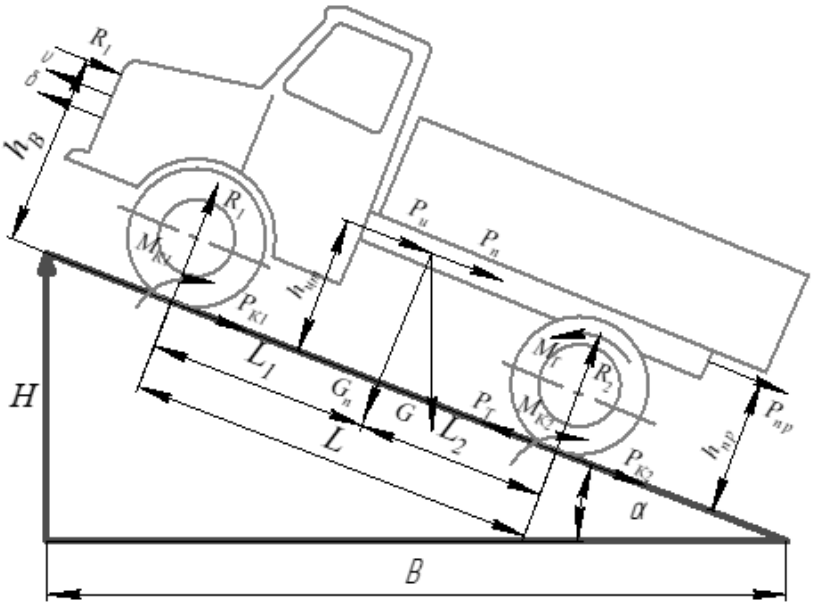
4.1 Сила тяжести и центр масс

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

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

ного средства приложен к колесам в месте соприкосновения с дорогой, сила тяжести - к центру тяжести транспортного средства.

На неподвижное транспортное средство действуют сила тяжести и силы реакции опорной поверхности (рисунок 5).



l_1 - расстояние от передней оси до центра тяжести автомобиля; l_2 - расстояние от задней оси до центра тяжести автомобиля; L - база автомобиля (расстояние от передней до задней оси); $h_{цт}$ - расстояние от центра тяжести автомобиля до полотна дороги; h_B - высота приложения силы сопротивления воздуха; $h_{пр}$ - высота силы приложения сопротивления движению прицепа; $P_т$ - полная тяговая сила на ведущих колесах; G - сила тяжести: $P_п$ - сила сопротивления подъему; $G_П$ - составляющая силы тяжести, направленная перпендикулярно плоскости дороги; R_1 и R_2 - нормальные реакции дороги на передние и задние колеса; P_{K1} и P_{K2} - сила сопротивления качению передних и задних колес; P_B - сила сопротивления воздуха; $P_м$ - сила сопротивления движению прицепа; $P_н$ - сила сопротивления разгону; M_{K1} и M_{K2} - моменты сопротивления качению передних и задних колес; $M_т$ - крутящий (тяговый) момент; v - скорость движения автомобиля; j - ускорение автомобиля; α - угол подъема дороги; H - высота подъёма; B - горизонтальная проекция длины подъёма

Рисунок 4 - Силы и моменты, действующие на транспортное средство.

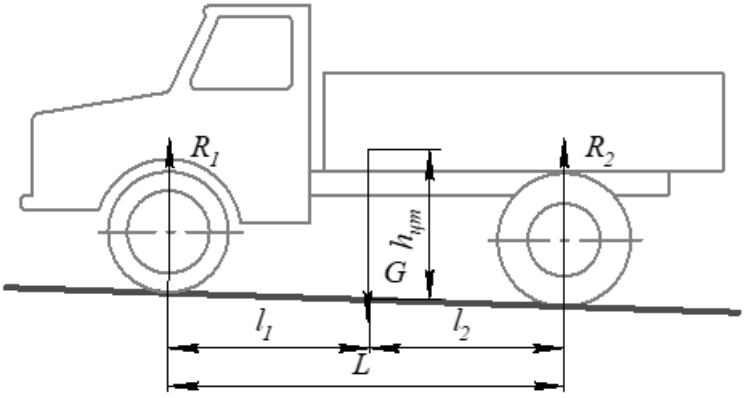


Рисунок 5 - Силы, действующие на неподвижное транспортное средство

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

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

Распределение массы транспортного средства по осям характеризуется нагрузками, приходящимися на переднюю и заднюю оси автомобиля, или разными реакциями дороги на колеса этих осей (рисунок 6).

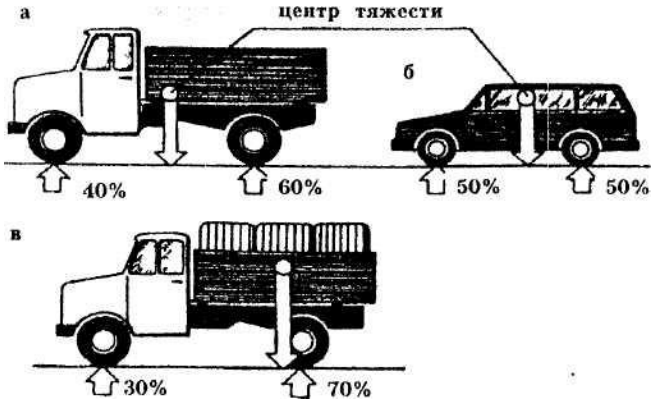


Рисунок 6 - Распределение массы транспортного средства по осям

Передние и задние колеса прижимаются к дороге с разной силой. Масса легкового автомобиля распределяется по осям приблизительно поровну (рисунок 6; б). На переднюю ось порожнего грузового автомобиля приходится примерно 40% его собственной массы (рисунок 6, а), груженого - только 30% общей массы автомобиля с грузом (рисунок 6, в).

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

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

Чем выше расположен центр тяжести; тем хуже устойчивость транспортного средства. Это особенно характерно для автобусов при наличии стоящих пассажиров (рисунок 7, а), автомобилей, перевозящих крупногабаритные грузы (рисунок 7, б), автомобилей-фургонов и специальных транспортных средств (автокраны).

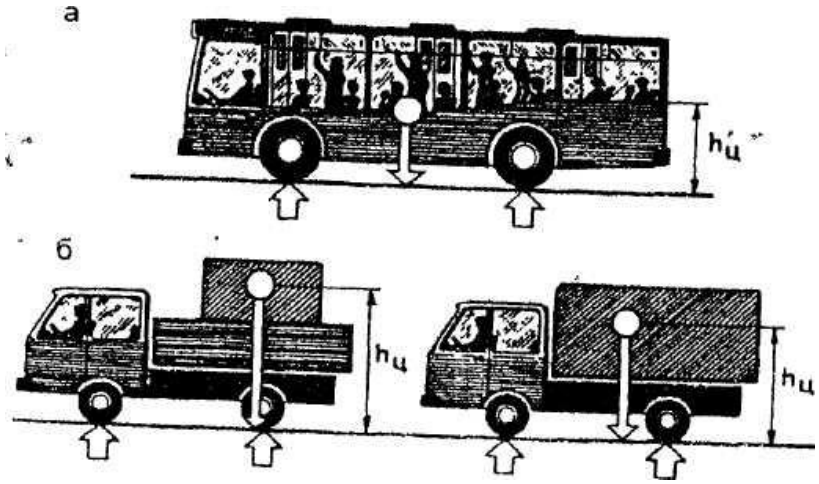


Рисунок 7 - Центр тяжести транспортного средства

У транспортных средств, перевозящих жидкости в цистернах, при неполном их заполнении центр тяжести на поворотах смещается в сторону от центра поворота (рисунок 8), поэтому устойчивость против опрокидывания у транспортных средств, цистерна которых заполнена не полностью, хуже, чем у транспортных средств с цистерной, полностью заполненной жидкостью.

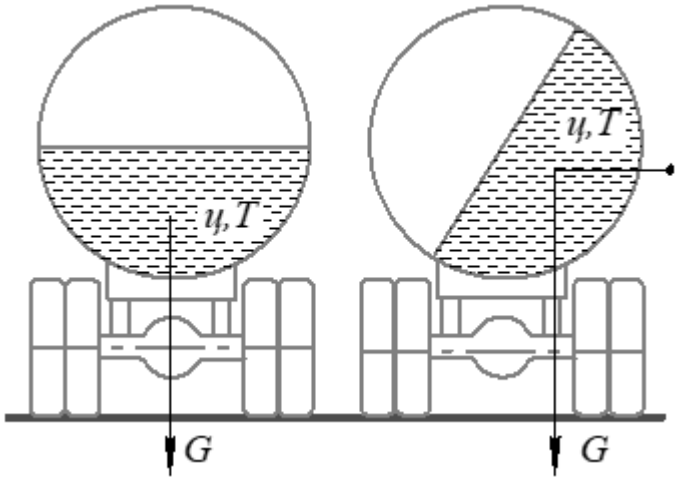


Рисунок 8 - Центр тяжести транспортного средства, перевозящего жидкость

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

4.2 Сила тяги на ведущих колесах

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

Полная окружная сила $P_т$ на ведущих колесах в точках соприкосновения шин с дорогой определяется по формуле:

$$P_T = M_T / r_к , \qquad (3)$$

где $M_т$ - тяговый момент, $r_к$ - радиус колеса, м.

4.3 Сила сопротивления качению

Часть мощности двигателя расходуется на преодоление сил сопротивления качению. Эти силы представляют собой сумму сил, затрачиваемых на преодоление деформации дороги, трения поверхности шин о дорогу, внутреннего трения материала шин при их деформации, трения в подшипниках на ведущих колесах и между деталями подвески.

Коэффициент сопротивления качению f – колеса условная количественная характеристика сопротивления качению колеса, равная отношению силы сопротивления качению колеса P_f к его нормальной нагрузке P_x:

$$f = \frac{P_f}{P_x}. \quad (4)$$

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

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

В процессе движения автомобиля по дороге с твердым покрытием сопротивление качению увеличивается с уменьшением давления воздуха в шине. С увеличением размера шин сопротивление качению уменьшается, а с увеличением нагрузки на колесо на фоне неизменного внутреннего давления в шине сопротивление качению возрастает. Увеличение нагрузки на 20% сверх максимально допустимой повышает коэффициент f примерно на 4 % .

При передаче крутящего момента сопротивление качению возрастает, так как шина деформируется не только в вертикальном направлении, но и по окружности. Если крутящий момент очень большой, элементы протектора проскальзывают по дороге, и на трение в области контакта затрачивается дополнительная энергия. Коэффициент сопротивления качению, если скорость движения составляет 10-15 м/с, практически не меняется (таблица 4). С увеличением скорости движения коэффициент возрастает в широких пределах, так как шина в области контакта не успевает полностью распрямиться, и затраченная на деформацию шины энергия возвращается не полностью. Кроме того, с повышением скорости движения скорость деформации шины увеличивается, что при-

водит к возрастанию внутреннего трения в покрышке, а это в свою очередь вызывает увеличение коэффициента *f*.

Таблица 4 - Значение коэффициентов сопротивления качению

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

Кроме того, при высоких скоростях значение возрастает из-за увеличения потерь на удары шин о неровности дороги и возникновения колебаний протектора шин. Эти колебания продолжаются на большей части длины окружности шины, что вызывает большие потери на внутреннее трение в материале. Оба

эти явления приводят к дополнительным потерям энергии, что существенно увеличивает сопротивление качению колеса.

4.4 Сила сопротивления подъему

Сила $P_п$, параллельная дороге, называется силой сопротивления подъему, т.е. при движении на подъем транспортное средство испытывает дополнительные сопротивления, зависящие от угла наклона дороги к горизонту.

Крутизну подъемов характеризуют уклоном i= h/L. Для перемещения автомобиля по участку подъема длиной L на высоту h должна быть выполнена работа на преодоление силы тяжести:

$$P_п = G \cdot \sin \alpha. \quad (5)$$

Сопротивление тем больше, чем больше масса транспортного средства и угол наклона дороги. На спуске сила $P_п$ направлена в сторону движения и, следовательно, является движущей силой.

4.5 Сила сопротивления воздуху

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

$$P_в = K_в \cdot F_в \cdot V^2, \quad (6)$$

где $K_в$ - коэффициент сопротивления воздуху, зависящий от формы и качества отделки поверхности транспортного средства; $F_в$ - лобовая площадь транспортного средства; V - скорость движения транспортного средства.

Коэффициент обтекаемости $K_в$ равен силе сопротивления воздуху, создаваемой 1 м^2 лобовой площади транспортного средства при его движении со скоростью 1 м/с (таблица 5).

Таблица 5 - Средние значения коэффициентов обтекаемости $K_в$ (кгс•с^2/м^4) для автомобилей различных типов

Тип автомобиля	**Коэффициент обтекаемости $K_в$**
Гоночные и спортивные автомобили с обтекаемой формой кузова	0,015-0,020
Современные легковые автомобили с закрытым кузовом	0,020-0,030
Легковые автомобили с необтекаемой формой кузова	0,035-0,060
Автобусы	0,040-0,060
Грузовые автомобили	0,060-0,080

Лобовой площадью автомобиля $F_в$ называют площадь его проекции на плоскость, перпендикулярную продольной оси автомобиля (таблица 6).

При движении транспортного средства возникает и вертикальная сила. У серийных транспортных средств она направлена вверх и называется подъемной силой. У скоростных транспортных средств (гоночных, спортивных) она направлена вниз (так как кузов имеет специальную форму) и увеличивает силу сцепления шин с дорогой.

Таблица 6 - Примерные значения лобовой площади для автомобилей различных типов (м^2)

Тип автомобиля	**Лобовая площадь *F*, (м^2)**
Легковые автомобили: – малого класса – среднего и большого класса	 1,5-2,0 2,0-2,8
Грузовые автомобили	3,0-6,0
Автобусы	3,0-7,5

С увеличением расстояния между тягачом и прицепом сопротивление увеличивается. Если прицеп максимально приближен к тягачу, $К_в$ увеличивается на 9% по сравнению с одиночным автомобилем-тягачом; при расстоянии 30-50 см – на 16%; при 50-80 см – на 32%.

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

Багажники, устанавливаемые на транспортных средствах, ухудшают $К_в$. Для грузовых автомобилей уменьшение силы $Р_в$ может быть достигнуто затягиванием грузовой платформы брезентом наклонно от крышки кабины к заднему борту. $Р_в$ снижается в этом случае на 20-25%. Значительно уменьшается сила сопротивления воздуха у грузовых автомобилей, у которых кабина расширена до ширины кузова применением специальных обтекателей и щитков.

4.6 Сила сцепления колес с дорогой

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

Сила сцепления, возникающая между колесом и дорогой, зависит от массы, приходящейся на данное колесо, и от состояния поверхности дороги. Качество сцепления колес с дорогой принято характеризовать коэффициентом сцепления φ. Коэффициент сцепления это отношение максимально допустимого без пробуксовывания тягового усилия на колесе $P_к^{max}$ к вертикальной нагрузке на покрытие $G_к$:

$$\varphi = \frac{P_k^{max}}{G_k}. \quad (7)$$

В зависимости от направления сдвигающей силы, действующей на колесо, различают 2 вида коэффициента сцепления:

Коэффициент продольного сцепления ($\varphi_{пр}$), соответствующий началу проскальзывания заторможенного колеса или началу пробуксовывания движущегося колеса (при качении или торможении) без действия на колесо боковой силы. Этот коэффициент используют при вычислении тормозного пути автомобиля и оценки возможности трогания автомобиля с места.

Коэффициент поперечного сцепления ($\varphi_{поп}$), возникающий в тот момент, когда колесо одновременно и вращается, и скользит в боковом направлении. Он характеризует устойчивость автомобиля при проезде кривых малых радиусов.

Величина коэффициента сцепления имеет большое значение для эксплуатации автомобиля и безопасности движения, так как от нее зависят проходи-

мость и тормозные качества автомобиля, возможность пробуксовки и заноса ведущих колес (Таблица 7).

При движении автомобиля по дороге между его колесами и поверхностью дороги возникает сила, направленная вдоль движения. Она может быть направлена как в сторону движения автомобиля, так и в противоположную. Например, при разгоне автомобиля продольная сила на ведущих колесах стремится отбросить дорогу назад, а при торможении - увлечь ее с автомобилем вперед. Когда продольная сила достигает величины силы сцепления при разгоне, колеса начинают буксовать (Таблица 8). При торможении появляется юз.

Реализация большой силы тяги ограничена сцеплением шин с поверхностью дороги, т.е. часто тяговая сила $P_т$ используется не полностью по причине буксования колес. Если тяговая сила $P_т$ достигает значения силы сцепления с дорогой, а сопротивление в это время превышает значение тяговой силы, то начнется буксование.

Таблица 7 - Коэффициент сцепления для различных покрытий

Вид и состояние дорожного покрытия сцепления	**Коэффициент φ**
Асфальтобетонные, цементно-бетонные: – сухие – мокрые	 0,7-0,8 0,4-0,3
Щебенчатые: – сухие – мокрые	 0,6-0,7 0,3-0,5
Грунтовые: – сухие – мокрые	 0,5-0,6 0,2-0,4
Покрытая укатанным снегом дорога	0,2-0,3
Обледенелая дорога	0,1-0,2

Таблица 8 - Снижение коэффициента сцепления при увеличении скорости движения, % от начальной величины

Дорожные покрытия	**Скорость, км/ч**									
	10	**20**	**30**	**40**	**50**	**60**	**70**	**80**	**90**	**100**
Цементно-бетонные	100	93	90	83	77	70	68	67	63	60
Асфальтобетонные	100	92	83	76	69	64	57	52	52	50
Черные щебенчатые	100	96	92	90	87	84	83	81	79	77

4.7 Сила инерции

Инерция - естественное свойство всех физических тел сохранять равномерное прямолинейное движение или состояние покоя. Всякое изменение скорости движения автомобиля вызывает проявление силы инерции, препятствующей движению. При разгоне транспортного средства сила инерции является силой сопротивления, и на преодоление ее расходуется часть тяговой силы. Поэтому по труднопроходимым участкам дороги следует двигаться с равномерной скоростью.

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

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

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

Учитывая инерцию вращающихся частей автомобиля с помощью поправочного коэффициента $\delta_{вр}$, выражение для инерционной силы автомобиля будет имеет вид:

$$P_j = \delta_{вр} \cdot G_j. \qquad (8)$$

Чем больше передаточное число коробки передач, тем выше значение коэффициента $\delta_{вр} = (1{,}03 \div 1{,}07)$.

4.8 Скорость движения транспортных средств

Одним из важнейших факторов, определяющих производительность и безопасность движения транспортного средства, является скорость движения, которая зависит от частоты вращения ведущих колес.

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

$$V = 2\pi n_0 r_к / i_{тр} \tag{9}$$

где n_0 - частота вращения коленчатого вала двигателя, об/с; $r_к$ - радиус колеса, м; $i_{тр}$ - передаточное число трансмиссии.

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

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

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

Рабочую скорость движения можно определить по формуле:

$$V_p = 0{,}105 \frac{n_0 r_к}{i_{тр}} \left(1 - \frac{\delta_к}{100}\right), \text{ м/с} \tag{10}$$

Теоретическую:

$$V_p = 0{,}105 \frac{n_0 r_к}{i_{тр}}, \tag{11}$$

где n_0 - частота вращения коленчатого вала двигателя, об/с; $r_к$ - радиус колеса, м; $i_{тр}$ - передаточное число трансмиссии; $\delta_к$ - буксование колёс.

Контрольные вопросы

1. Чем отличается вес от массы ТС?
2. Максимально допустимые массы ТС?
3. Что такое динамический габарит ТС?
4. Что такое динамический коридор ТС?
5. Силы действующие на транспортное средство?
6. Напишите уравнение тягового баланса ТС.
7. При каких значениях коэффициента сцепления движение не возможно?
8. Чем отличается теоретическая от рабочей скорости движения?

5. Динамика автомобиля

5.1 Тормозная динамика транспортного средства

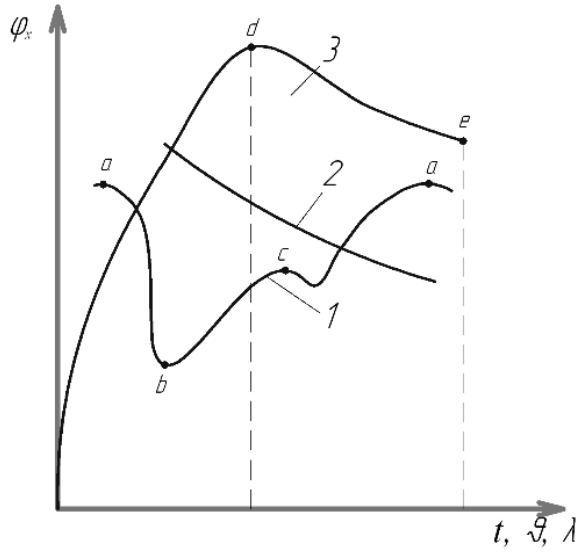
Одним из важнейших динамических качеств транспортного средства, влияющих на его эксплуатационные характеристики и безопасность движения, является способность к принудительному снижению скорости и быстрой остановке.

Необходимость в торможении может возникнуть в различных ситуациях: для снижения скорости движения, предотвращения ее увеличения на спуске или для удержания.

При торможении энергия транспортного средства расходуется на преодоление силы трения в тормозных механизмах, установленных в колесах. Это взаимодействие между тормозными системами и движением автомобиля играет ключевую роль в обеспечении безопасности на дороге.

Взаимодействие колес с опорной поверхностью есть результат действия нормальных сил P_z (прижимающих колесо к дороге) и касательных сил P_x; P_y (сил трения между колесом и дорогой). Очевидно, что эффективность торможения во многом зависит от трения в зоне контакта шины с опорной поверхностью. Взаимодействие колеса с опорной поверхностью определяется трением покоя и трением скольжения отдельных элементов колеса и опорной поверхности относительно друг друга и называется сцеплением колеса с дорогой, которое оценивается коэффициентом сцепления φ. Различают коэффициент продольного сцепления $\varphi_x = R_x/R_z$ и коэффициент поперечного сцепления $\varphi_y = R_y/R_z$ (где R_x, R_y и R_z – соответственно продольная, поперечная и нормальная реакции опорной поверхности).

Значения φ меняются в зависимости от состояния покрытия, начальной скорости торможения и степени проскальзывания колеса относительно дороги (рисунок 8 - слайд).



1 – состояния покрытия (точка a – сухое покрытие, точка b – начало дождя, точка c – конец дождя); 2 – скорости автомобиля υ; 3 – коэффициента скольжения (точка d при λ = 0,2…0,25, точка e при λ =1)

Рисунок 9 - Изменение коэффициента сцепления (φ_x) в зависимости от:

Исходя из приведенных зависимостей, наибольшего коэффициента сцепления при торможении следует ожидать на сухих покрытиях при небольших скоростях движения в начале нарастания степени проскальзывания шины в зоне контакта ее с дорогой (при коэффициенте скольжения λ = 0,2…0,25). При дальнейшем увеличении степени проскальзывания шины вплоть до блокировки колес (при λ=1) коэффициент сцепления φ_x уменьшается. Коэффициент сцепления на мокрых дорогах, и особенно на загрязненных, ниже, чем на сухих. Это объясняется тем, что в процессе качения колеса по дороге элементы шины должны разрушить грязе-водяную пленку в зоне контакта. Чем выше вязкость пленки и изношенность протектора, тем ниже коэффициент сцепления. При высоких скоростях движения ввиду кратковременности взаимодействия элементов протектора и грязе-водяной пленки ее разрушение может не произойти. В этом случае между протектором и покрытием образуется грязе-водяной (или водяной) клин, в следствии чего происходит своеобразное всплывание колеса над дорогой. При этом сцепление колеса с опорной поверхностью практически отсутствует. Это явление носит название аквапланирование.

Транспортные средства должны быть оснащены следующими тормозными системами:

1. Рабочей, предназначенной для снижения скорости во всех условиях эксплуатации, которая должна позволять контролировать движение ТС и останавливать его надежным, быстрым и эффективным образом соответственно его скорости, нагрузке и крутизне подъема или спуска, по которому оно движется; сила торможения должна быть регулируемой; водитель должен иметь возможность осуществлять торможение со своего места, не отрывая рук от рулевого управления;

2. Запасной, выполняющей функции рабочей в случае отказа последней. Эта система должна обеспечивать остановку ТС на достаточно коротком пути в случае отказа рабочего тормоза; сила торможения должна быть регулируемой; водитель должен иметь возможность осуществлять такое торможение со своего места, контролируя при этом, по крайней мере, одной рукой рулевое управление (предполагается, что одновременно может произойти отказ не более одного контура рабочего тормоза);

3. Стояночной, предназначенной для удержания транспортного средства в неподвижном состоянии, которая должна обеспечивать неподвижность ТС на подъеме и спуске даже при отсутствии водителя путем поддержания рабочих частей в заторможенном положении с помощью механического устройства; водитель должен иметь возможность осуществить такое торможение со своего места при наличии прицепа, устройство стояночного тормоза должно быть таким, чтобы оно могло приводиться в действие лицом, стоящим на дороге, однако на прицепах, предназначенных для перевозки пассажиров, этот тормоз должен быть устроен так, чтобы он мог приводиться в действие изнутри прицепа;

4. При частой работе транспортных средств на крутых уклонах они должны быть оборудованы вспомогательной тормозной системой, предназначенной для поддержания постоянной скорости движения.

Запасная и стояночная системы могут быть объединены в одном механизме. В этом случае одна система выполняет функции двух тормозных систем и должна отвечать требованиям, предъявляемым к обеим системам.

Основными измерителями эффективности рабочей и запасной систем являются (рисунок 10):

1. Замедление при торможении $j = \varphi \cdot g$, м/с^2 , где φ-коэффициент сцепления шин с дорогой (чем выше значение φ, тем большую величину имеет среднее ускорение замедления). В данном случае пренебрегается силами сопротивления качению и сопротивления воздуху.

2. Тормозной путь S_T - часть остановочного пути, который пройдет транспортное средство от начала торможения до полной остановки,

$$S_T = \upsilon(t_C + 0.5t_H) + \upsilon^2 / 2j \text{, м,} \qquad (12)$$

где υ – начальная скорость торможения, м/с; t_c – время срабатывания тормозной системы, с; $t_н$ – время нарастания замедления, с; j - значение установившегося замедления, м/с^2.

3. Время торможения $t = \upsilon / j$.

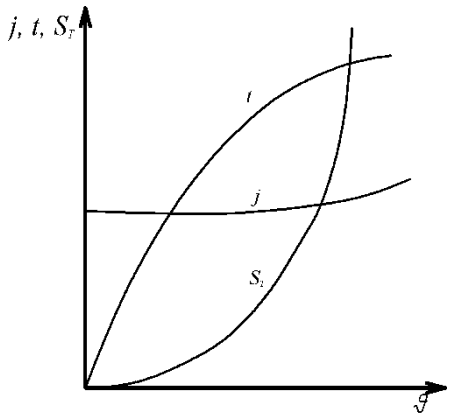


Рисунок 10 - Параметры торможения

У многих автомобилей достичь одновременной блокировки всех колес не удается как по причинам конструктивного характера, так и вследствие ухудшения эффективности тормозной системы и шин в процессе эксплуатации. Поэтому для приближения результатов расчета к фактическим данным в формулы вводят поправочный коэффициент $К_Э$ коэффициент эффективности торможе-

ния. Примерные значения его для сухого асфальто- или цементобетонного покрытия (φ_x= 0,7) даны в таблице 9.

Таблица 9 - Коэффициент эффективности торможения

Автомобили	Без нагрузки	С полной нагрузкой
Легковые	1,1…1,15	1,15…1,2
Грузовые с максимальной массой до 10 т и автобусы длиной до 7,5 м	1,1…1,3	1,5…1,6
Грузовые с максимальной массой свыше 10 т и автобусы длиной более 7,5 м	1,4…1,6	1,6…1,8

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

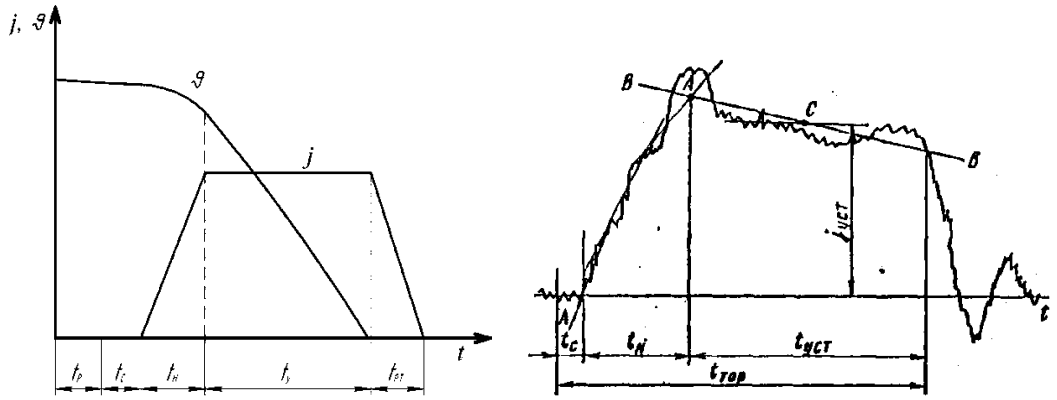
$$j = \frac{\varphi \cdot g}{K_Э}. \tag{13}$$

$$t = \frac{K_Э \cdot \upsilon}{j}. \tag{14}$$

$$S_T = \upsilon(t_C + 0.5t_H) + \frac{K_Э \cdot \upsilon^2}{2j} \quad . \tag{15}$$

При малом коэффициенте сцепления величина тормозных сил у любого автомобиля достаточна для доведения всех колес до скольжения. Поэтому при $\varphi_x \leq 0{,}4$ следует принимать $К_Э$ = 1 для автомобилей всех типов.

Процесс экстренного торможения может быть проиллюстрирован диаграммой торможения (рисунок 11). Начало координат соответствует моменту обнаружения водителем неожиданно появившегося препятствия.



а б

а – расчетная; б – экспериментальная

Рисунок 11 - Тормозная диаграмма

Время $t_р$ реакции водителя, прошедшее от обнаружения препятствия до начала нажатия на тормозную педаль. В связи с влиянием на время реакции большого числа факторов оно колеблется в значительных пределах (0,2 ... 2,5 с и выше).

Время $t_с$ срабатывания тормозной системы, прошедшее с начала нажатия на тормозную педаль до момента возникновения тормозного момента на колесах, зависит от типа и технического состояния тормозной системы и колеблется от 0,05 до 0,15 с для гидравлического привода и от 0,2 до 0,4 с для пневматического.

Время $t_н$ нарастания замедления, прошедшее от начала увеличения замедления до достижения его значения, соответствующего максимальному установившемуся замедлению, колеблется в пределах 0,05...2,0 с и зависит от типа транспортного средства, типа и состояния тормозной системы, усилия на тормозной педали, состояния покрытия. В общем случае $t_н$ возрастает с увеличением коэффициента сцепления φ_x и массы транспортного средства. В среднем $t_н$ для сухого твердого покрытия принимается равным 0,4…0,6 с.

При сравнении расчетных данных тормозной динамичности с экспериментальными, полученных во время дорожных испытаний, замедление в течение времени $t_Н$ может изменяться не по линейному, а по-другому, более сложному закону, и начало блокировки колес заднего моста трудно установить. В течение времени $t_у$ замедление не остается постоянным, а после остановки автомобиля кривая проходит ниже оси абсцисс – это вызвано колебаниями кузова на подвеске, в котором установлена регистрирующая аппаратура.

При обработке экспериментального графика кривые линии аппроксимируют линиями АА и ВВ, точку пересечения которых считают началом установившегося торможения. Величина замедления в третьем периоде определяется ординатой точки С, расположенной посередине аппроксимирующей линии ВВ.

5.1.2 Требования к тормозным системам колесных транспортных средств в эксплуатации

Действие рабочей и запасной тормозных систем при торможении должно быть адекватным воздействию на орган управления тормозной системы.

Рабочую тормозную систему проверяют по параметрам эффективности торможения и устойчивости транспортного средства при торможении. Запасную, стояночную и вспомогательную тормозные системы проверяют только по эффективности торможения, оцениваемой наибольшими величинами тормозных сил. Оценка параметров тормозных систем осуществляется на роликовых стендах и в дорожных условиях.

Рабочая тормозная система колесных транспортных средств должна обеспечивать выполнение нормативов эффективности торможения согласно ГОСТ 33997-2016. Начальная скорость торможения при проверках в дорожных условиях – 40 км/ч. Масса ТС при проверках не должна превышать технически допустимой максимальной массы.

При проверках на стендах допускается относительная разность тормозных сил колес оси (в процентах от наибольшего значения) для осей колесных транспортных средств с дисковыми колесными тормозными механизмами не более 20 % и для осей с барабанными колесными тормозными механизмами – не более 25 %.

В дорожных условиях при торможении рабочей тормозной системой с начальной скоростью торможения 40 км/ч ТС категорий M_2, M_3, N_2, N_3, O_3, 04 не должно ни одной своей частью выходить из нормативного коридора движения шириной 3 м, а ТС категорий M_1, N_1,O_1 – шириной 2,6 м.

Запасная тормозная система, снабженная независимым от других тормозных систем органом управления, должна обеспечивать соответствие показателей эффективности торможения ТС на стенде нормативам таблицы либо в дорожных условиях согласно ГОСТ 33997-2016 при начальной скорости торможения 40 км/ч.

Рабочая тормозная система прицепов с пневматическим тормозным приводом в режиме аварийного (автоматического) торможения должна быть работоспособна.

Стояночная тормозная система должна обеспечивать:

а) для КТС технически допустимой максимальной массы:

или значение удельной тормозной силы не менее 0,16;

или удержание ТС неподвижным на уклоне (16 ± 1) %;

б) для частично загруженных ТС, масса которых определена, если не проводилась проверка ТС технически допустимой максимальной массы: значение удельной тормозной силы не менее расчетной, равной меньшему из двух значений, а именно 0,15 отношения технически допустимой максимальной массы к фактической массе ТС при проверке, или 0,6 отношения части фактической массы ТС при проверке, приходящейся на ось (оси), на которые воздействует стояночная тормозная система, к фактической массе КТС при проверке;

в) для ТС в снаряженном состоянии в том случае, если не проводилась проверка ТС технически допустимой максимальной массы:

или значение удельной тормозной силы не менее расчетной, равной меньшему из двух значений: 0,15 отношения технически допустимой максимальной массы к массе ТС при проверке, или 0,6 отношения массы ТС в снаряженном состоянии, приходящейся на ось (оси), на которые воздействует стояночная тормозная система, к массе ТС в снаряженном состоянии;

или неподвижное состояние на поверхности с уклоном (23 ± 1) % для ТС категорий М и (31 ±1) % для категорий N_1 – N_3;

или установившееся замедление не менее 2,2 м/с^2 при торможении в дорожных условиях с начальной скоростью 20 км/ч ТС категорий M_2 и M_3, оборудованных стояночной тормозной системой с приводом на пружинные камеры, раздельным с приводом запасной тормозной системы, у которых не менее 0,37 массы ТС в снаряженном состоянии приходится на ось(и), оборудованную(ые) стояночной тормозной системой, или не менее 2,9 м/с^2 – для КТС категорий N, у которого не менее 0,49 массы ТС в снаряженном состоянии приходится на ось(и), оборудованную(ые) стояночной тормозной системой с указанным приводом.

Стопорный механизм (или функция фиксации) органа управления стояночной тормозной системой должен быть работоспособен.

Усилие, прикладываемое к органу управления стояночной тормозной системой для приведения ее в действие, не должно превышать:

а) в случае ручного органа управления:

392 Н – для КТС категории M_1;

589 Н – для КТС остальных категорий;

б) в случае ножного органа управления:

490 Н – для КТС категории М1;

688 Н – для КТС остальных категорий.

Вспомогательная тормозная система, за исключением моторного замедлителя, при торможениях в дорожных условиях с начальной скоростью от 25 до 35 км/ч должна обеспечивать установившееся замедление не менее 0,5 м/с^2 для КТС технически допустимой максимальной массы и 0,8 м/с^2 – для КТС в снаряженном состоянии с учетом массы водителя (кроме КТС категорий L). Для КТС категорий L технически допустимой максимальной массы и в снаряженном состоянии с учетом массы водителя при торможениях в дорожных условиях с начальной скоростью от 36 до 44 км/ч установившееся замедление должно быть не менее 2,5 м/с^2.

Не допускаются:

а) утечки сжатого воздуха из тормозных камер;

б) нарушения герметичности трубопроводов или соединений в гидравлическом тормозном приводе и подтекания тормозной жидкости;

в) коррозия трубопроводов или деталей тормозного привода, грозящая потерей герметичности или разрушением;

г) перегибы, видимые перетирания и другие механические повреждения тормозных трубопроводов;

д) трещины или остаточная деформация деталей тормозного привода;

е) набухание под давлением, наличие трещин и видимых мест перетирания тормозных шлангов;

ж) нарушение целостности и демонтаж регулятора тормозных сил, предусмотренного эксплуатационной документацией ТС.

Средства сигнализации и контроля тормозных систем, манометры пневматического и пневмогидравлического тормозного привода должны быть работоспособны.

Гибкие тормозные шланги, передающие давление сжатого воздуха или тормозной жидкости колесным тормозным механизмам, должны соединяться друг с другом без дополнительных переходных элементов. Расположение и длина гибких тормозных шлангов должны обеспечивать герметичность соединений с учетом максимальных деформаций упругих элементов подвески и углов поворота колес ТС.

Расположение и длина соединительных шлангов пневматического тормозного привода автопоездов должны исключать их повреждения при взаимных перемещениях тягача и прицепа (полуприцепа).

Требования к АБС:

Видимые повреждения, ненадежное крепление и отсоединение элементов АБС не допускаются.

АБС должна быть комплектна и работоспособна: световой индикатор мониторинга рабочего состояния АБС должен находиться в рабочем состоянии, включаться после включения зажигания и отключаться не позже, чем при достижении ТС скорости 10 км/ч.

На ТС с пневматическим тормозным приводом глушители шума истечения сжатого воздуха из тормозного привода должны быть герметичны, закреплены и работоспособны.

5.1.3 Методы проверки тормозных систем транспортных средств в эксплуатации

Эффективность торможения и устойчивость ТС при торможении рабочей тормозной системой и эффективность торможения запасной тормозной системой проверяют на роликовых стендах силового или инерционного типа либо в дорожных условиях инерционным методом с использованием прибора для про-

верки тормозных систем в дорожных условиях или прибора для регистрации тормозной диаграммы.

Стояночную тормозную систему проверяют тремя методами: по скатыванию с уклона нормативной величины, на роликовых стендах для проверки тормозов и инерционным методом в дорожных условиях.

Вспомогательную тормозную систему проверяют только в дорожных условиях инерционным методом в установленном интервале скорости движения ТС.

Работоспособность в режиме аварийного торможения рабочей тормозной системы прицепов (полуприцепов) категорий O_3 и O_4 с пневматическим тормозным приводом проверяют на неподвижном ТС путем отсоединения соединительной головки питающей магистрали и органолептического отслеживания перемещения штоков тормозных камер прицепа (полуприцепа).

Колесные транспортные средства проверяют при «холодных» тормозных механизмах.

Масса ТС при проверках не должна превышать технически допустимой максимальной массы.

Общая масса технических средств, устанавливаемых на ТС для проведения проверок в дорожных условиях, не должна превышать 25 кг.

Проверки в дорожных условиях проводят на прямой, ровной, горизонтальной, сухой, чистой дороге с цементно- или асфальтобетонным покрытием, свободной от участников дорожного движения. Проверки на уклоне выполняют на очищенной от льда и снега твердой нескользкой опорной поверхности.

Дорожную поверхность перед выполнением проверки устойчивости ТС при торможении в дорожных условиях размечают параллельными линиями для визуального обозначения оси и границ нормативной ширины коридора движения.

При измерении тормозной силы на стенде направление вращения колеса должно соответствовать движению ТС вперед.

Торможение рабочей и запасной тормозными системами на стендах осуществляют в режиме служебного плавного полного торможения путем однократного воздействия на орган управления продолжительностью не менее 1...2 с.

Торможение рабочей и запасной тормозными системами в дорожных условиях осуществляют в режиме экстренного полного торможения путем однократного воздействия на орган управления. Время полного приведения в действие органа управления тормозной системой не более 0,2 с.

Начальная скорость торможения при проверках инерционным методом эффективности торможения и устойчивости ТС при торможении рабочей тормозной системой в дорожных условиях – 40 ± 4 км/ч.

Перед проверкой инерционным методом в дорожных условиях предварительно устанавливают на орган управления проверяемой тормозной системы датчик начала торможения и усилия воздействия.

При условии оснащения стояночной тормозной системой колес проверяемой оси, после завершения торможения и регистрации тормозных сил, обеспечиваемых запасной тормозной системой, подсоединяют датчик усилия воздействия на орган управления стояночной тормозной системы, исключая стояночные тормозные системы с пневмоприводом либо с электрическим приводом, воздействуют на орган управления стояночной тормозной системы и измеряют обеспечиваемые ею тормозные силы.

Для автопоездов при проверках на стендах определяют и сравнивают с нормативами значения удельной тормозной силы отдельно для тягача и прицепа

Устойчивость ТС при торможении в дорожных условиях проверяют путем выполнения торможений в пределах нормативного коридора движения, предварительно обозначенного разметкой на дорожном покрытии. ТС перед торможением должно двигаться прямолинейно с установленной начальной скоростью по оси коридора. Выход ТС какой-либо его частью за пределы нормативного коридора движения устанавливают визуально по положению проекции

ТС на опорную поверхность или по прибору для проверки тормозных систем в дорожных условиях

Колесное транспортное средство считают выдержавшими проверку эффективности торможения и устойчивости тормозной системой в дорожных условиях, если при торможении с начальной нормативной скорости движения обеспечено выполнение расчетного норматива тормозного пути или нормативов установившегося замедления и времени срабатывания тормозной системы и движение при торможении в пределах коридора движения установленной ширины, а для ТС, оборудованных АБС, прямолинейность траектории движения при торможении.

Стояночную тормозную систему проверяют по скатыванию с уклона нормативной величины или на стендах только на ТС снаряженной массы или максимальной разрешенной массы, причем на ТС категорий O_2 – O_4 проверяют только на стендах.

Стояночную тормозную систему оценивают возможностью удержания ТС в неподвижном состоянии на уклоне в течение не менее 1 мин.

Для выполнения проверки вспомогательной тормозной системы ТС разгоняют до скорости не менее предписанной. Вспомогательную тормозную систему приводят в действие и измеряют установившееся замедление ТС при торможении в установленном диапазоне скоростей. При проверке в коробке передач ТС включают передачу, исключающую превышение максимальной допустимой частоты вращения коленчатого вала двигателя.

Колесное транспортное средство считают выдержавшим проверку эффективности торможения вспомогательной тормозной системой, если измеренное установившееся замедление не ниже нормативного.

5.1.4 Методика расчета показателей эффективности торможения и устойчивости колесного транспортного средства при торможении

Удельную тормозную силу $Y_т$ рассчитывают для рабочей, запасной и стояночной тормозных систем по результатам измерения тормозных сил $P_т$ на ко-

лесах ТС раздельно для автомобиля-тягача (седельного тягача) и прицепа (полуприцепа), Н:

$$\gamma_{\text{т}} = \frac{\sum_{i=1}^{2N} P_{\text{т}i}}{\sum_{i=1}^{2N} G_i}, \quad (16)$$

где $P_{\text{т}i}$ – тормозная сила i-го колеса, Н;

G_i – вертикальная реакция опорной поверхности на i-е колесо ТС в момент регистрации i-й тормозной силы для стендов, оборудованных весоизмерительными средствами, или зарегистрированная при неподвижных колесах для стендов, не оборудованных весоизмерительными средствами;

N – число осей ТС.

Допускается вычислять суммарную вертикальную реакцию $G_{\sum}$, Н, опорной поверхности на колеса ТС в снаряженном состоянии (вес ТС в статике) по справочным данным о массе M_c снаряженного ТС:

$$G_{\sum}=gM_c, \quad (17)$$

где g – ускорение свободного падения, g = 9,8 м^2.

Относительную разность F, %, тормозных сил колес оси рассчитывают для каждой оси по результатам измерения тормозных сил $P_{\text{т}}$ на колесах в момент достижения порога проскальзывания опережающим колесом оси:

$$F = \frac{P_{\text{т.пр}} - P_{\text{т.лев}}}{P_{\text{т max}}} \cdot 100, \quad (18)$$

где $P_{\text{т.пр}}$ –тормозная сила правого колеса проверяемой оси, Н;

$P_{\text{т.лев}}$ –тормозная сила левого колеса проверяемой оси, Н;

$P_{\text{т max}}$ – наибольшая из указанных тормозных сил, Н.

Вычисление тормозного пути $S_{\text{т}}$ (в метрах) для начальной скорости торможения V_0 по результатам определения установившегося замедления $j_{\text{уст}}$ ТС при торможении, времени запаздывания t и времени нарастания $t_{\text{н}}$ замедления по формуле:

$$S_{\text{т}} = \frac{V_0}{3{,}65}(t + 0{,}5t_{\text{н}}) + \frac{V_0^2}{26 j_{\text{уст}}}, \quad (19)$$

где V_0 – начальная скорость торможения ТС, км/ч;

t – время запаздывания замедления, с;

$t_н$ – время нарастания замедления, с;

$j_{уст}$ – установившееся замедление, м/с^2.

5.1.5 Методика пересчета нормативов тормозного пути ТС в зависимости от начальной скорости торможения

Нормативы тормозного пути $S_{т.н}$, м, для начальной скорости V_0, отличной от нормативной ($V_н$ =40 км/ч), при условии 36 ≤ V_0 ≤44 км/ч рассчитывают по формуле:

$$S_{т.н} = AV_0 + \frac{V_0^2}{26 j_{уст}}, \quad (20)$$

где V_0 – начальная скорость торможения ТС, км/ч;

$j_{уст}$ – установившееся замедление, м/с^2;

А – коэффициент времени срабатывания тормозной системы.

При пересчетах нормативов тормозного пути $S_{т.н}$ используют значения коэффициента А и установившегося замедления $j_{уст}$ таблицы 10.

Таблица 10– Данные для расчета норматива тормозного пути

ТС (тягач в составе автопоезда)		Данные для расчета норматива тормозного пути ТС снаряженной массы	
Вид	Категория	А	$j_{уст}$, м/с^2
Пассажирские и грузопассажирские автомобили	М1	0,1	5,8
	М2, М3	0,1	5,0
Грузовые автомобили	N1, N2,	0,15	5,0
Грузовые автомобили с прицепом	N1, N2,	0,18	5,0

5.1.6 Обеспечение безопасности при торможении автомобиля в транспортном потоке

При движении в транспортном потоке важна разница не только в статическом, но и в динамическом габарите автомобиля, который зависит в основном от времени реакции водителя и тормозных качеств транспортных средств. Под динамическим габаритом $L_Д$ (рисунок 12) подразумевается участок дороги, минимально необходимый для безопасного движения в транспортном потоке с заданной скоростью автомобиля, длина которого включает длину автомобиля $l_а$ и дистанцию d, называемую дистанцией безопасности.

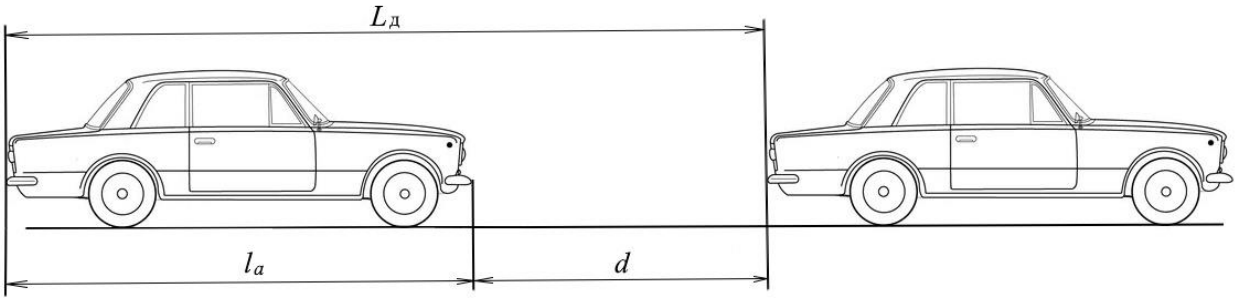


Рисунок 12 - Динамический габарит автомобиля в плотном транспортном потоке

1. При расчете **минимальной** теоретической **дистанции** исходят из абсолютно равных тормозных свойств пары автомобилей и учитывают только время реакции ведомого водителя t_p:

$$L_д = l_a + v_a t_p + l_o, \tag{21}$$

где l_a – длина автомобиля, v_a – скорость автомобиля t_p – время реакции водителя (0,2 ... 2,5 с и выше), l_o – безопасный зазор до впереди остановившегося автомобиля (1…3 м).

В этом случае возможная интенсивность транспортного потока не имеет предела по мере увеличения скорости. Однако это не соответствует реальным характеристикам водителей и приводит к завышению возможной интенсивности потока. Здесь главную роль играет практическое значительное увеличение t_p при высоких скоростях.

2. При расчете на "**полную безопасность**" исходят из того, что дистанция d должна быть равна полному остановочному пути заднего (второго) автомобиля S_{o2}. Тогда динамический габарит

$$L_д = l_a + v_a t_p + \frac{v_a}{2 j_a} + l_o, \tag{22}$$

В этой формуле не выделен отрезок, проходимый за время нарастания замедления, а учитывается только установившееся замедление j_a. В этом случае интенсивность имеет предел при определенном значении скорости v_a (скорости транспортного потока). Такой подход больше соответствует требованиям обеспечения безопасности движения при высоких скоростях (более 90 км/ч).

5.1.7 Принцип действия и влияния на БДД тормозных систем автомобилей с применением автоматических регуляторов тормозных сил, антиблокировочных систем и других устройств повышенной безопасности

Возможность предотвращения ДТП чаще всего связана с интенсивным торможением, поэтому необходимо, чтобы тормозные свойства автомобиля обеспечивали его эффективное замедление в любых дорожных ситуациях.

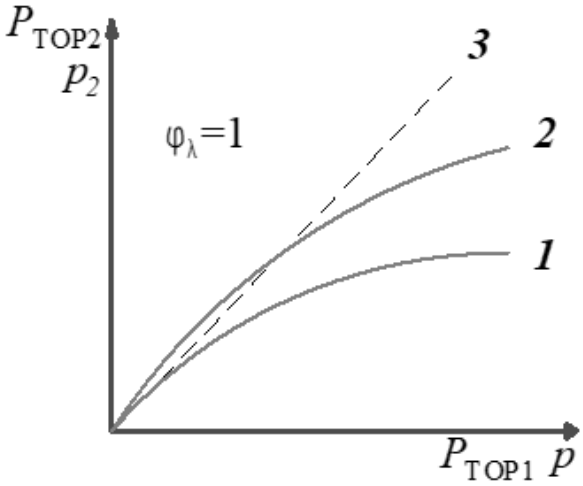
Для выполнения этого условия сила, развиваемая тормозным механизмом, не должна превышать силы сцепления с дорогой, зависящей от весовой нагрузки на колесо и состояния дорожного покрытия. Иначе колесо заблокируется (перестанет вращаться) и начнет скользить, что может привести (особенно при блокировке нескольких колес) к заносу автомобиля и значительному увеличению тормозного пути. Чтобы предотвратить блокировку, силы, развиваемые тормозными механизмами, должны быть пропорциональны весовой нагрузке на колесо. Реализуется это с помощью применения на передней оси более эффективных дисковых тормозов, а на задней – барабанных, причем с автоматическим **регулятором тормозных сил**.

Минимальный тормозной путь автомобиля обеспечивается при оптимальном распределении тормозных сил $P_{тор1}$ и $P_{тор2}$ между передними и задними колесами (Рисунок 13), т.е. при максимально возможных по сцеплению тормозных силах на колесах:

$$\frac{P_{тор1}}{P_{тор2}} = \frac{l_2 + \varphi_x h_ц}{l_1 - \varphi_x h_ц}, \qquad (23)$$

где l_1 и l_2 – расстояние от центра тяжести автомобиля соответственно до оси передних и задних колес; φ_x – коэффициент продольного сцепления; $h_ц$ – высота центра тяжести автомобиля.

Наиболее перспективно применение антиблокировочных систем, автоматически устраняющих блокировку затормаживаемых колес.



1, 2 – при наличии регулятора соответственно автомобиль без груза и с грузом;
3 – без регулятора

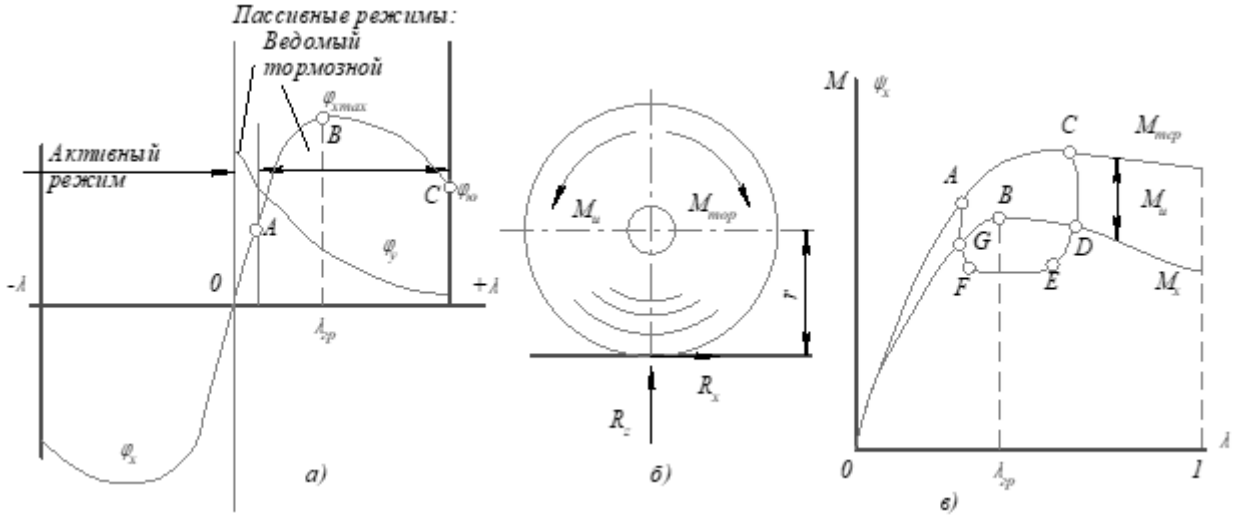
Рисунок 13 - Зависимости между тормозными силами задних и передних колес и давлениями в их приводах

Конструкции антиблокировочных систем разнообразны, однако, в любой из них используется зависимость коэффициента сцепления φ_x от степени проскальзывания λ колеса, определяемой по формуле:

$$\lambda = \frac{v_k - \omega_k r}{v_k}, \tag{24}$$

где $v_к$ и $\omega_к$ - соответственно линейная скорость центра и угловая скорость колеса.

При $v_к = \omega_к r$ имеет место чистое качение колеса $\lambda = 0$. При $v_к > \omega_к r$ колесо катится с проскальзыванием (ведомый и тормозной режимы) и $0 < \lambda < 1$. Если $\omega_к = 0$, то $\lambda = 1$, колесо при этом движется не вращаясь, возникает юз. При $v_к < \omega_к r$ колесо катится с пробуксовыванием (активный режим) и $\lambda < 0$. При уменьшении скорости $v_к$ до нуля колесо вращается, но автомобиль остается на месте и λ стремится к минус ∞.



а - зависимость коэффициентов сцепления φ_x и φ_y от степени проскальзывания λ;
б - моменты, действующие на затормаживаемое колесо; в - изменение тормозного момента $M_{тор}$, момента инерции колеса $M_ц$ и момента скольжения M_x от степени проскальзывания λ

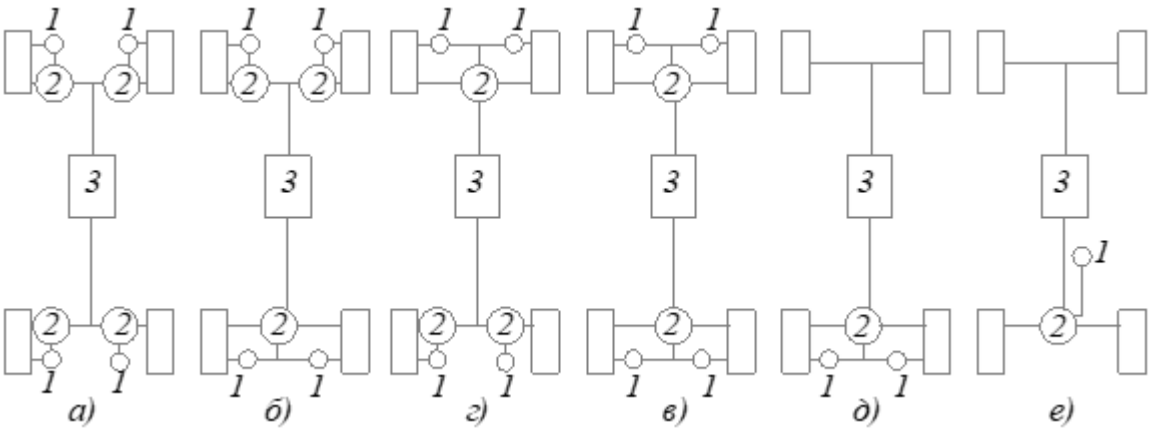
Рисунок 14 - Параметры работы антиблокировочной системы

С позиций теории автоматического регулирования любую антиблокировочную систему можно представить в виде четырех звеньев: объекта регулирования, датчиков, управляющего блока и модулятора давления в тормозном приводе. Объектом регулирования является автомобиль с тормозным приводом, тормозными механизмами, колесами и шинами. Датчики, в зависимости от принятого в данной системе закона регулирования, измеряют угловую скорость и угловое замедление колеса, замедление автомобиля, давление в тормозном приводе или другие параметры. Управляющий блок оценивает показания датчиков, формирует сигналы, управляющие тормозными моментами, и подает их на вход модулятора давления, который изменяет тормозные моменты на колесах в соответствии с этими сигналами. При воздействии тормозного момента $M_{тор}$ на колесо его угловая скорость уменьшается, возникает инерционный момент.

Пренебрегая сопротивлениями качению и воздуха, найдем момент M_x касательной реакции R_x дороги (рисунок 14, б).

Если приближенно считать R_x и r постоянными, то момент M_x будет прямо пропорционален φ_x. Это дает возможность показать графически связь между моментами $M_{тор}$, $M_ц$ и M_x (рисунок 14, в). При увеличении момента $M_{тор}$ от нуля возрастают проскальзывание колеса и момент M_x. При этом M_x всегда мень-

ше $M_{тор}$. Момент M_x увеличивается до максимума (точка B), соответствующего граничному значению степени проскальзывания. После этого φ_x и M_x начинают быстро уменьшаться, а угловое замедление колеса возрастает. Во избежание блокировки колеса антиблокировочная система уменьшает тормозной момент, делая это с некоторым запаздыванием (точка C). Момент $M_{тор}$ снижается до некоторого предела (точка E), после чего поддерживается на постоянном, заранее установленном уровне (отрезок EF). Уменьшение $M_{тор}$ вызывает понижение углового замедления, которое в точке D падает до нуля (колесо вращается равномерно), затем становится отрицательным, что означает разгон колеса. В точке F тормозной момент начинает увеличиваться, а угловое ускорение колеса уменьшается, и в точке G колесо снова вращается равномерно. Затем тормозной момент возрастает до точки A, после чего цикл работы антиблокировочной системы повторяется. Таким образом, тормозной момент при работе этой системы изменяется по контуру ACOEFGA, в результате чего реализуются значения φ_x, близкие φ_{xmax}. В антиблокировочной системе применяются механические и электронные датчики. Электронные антиблокировочные системы имеют весьма разнообразные алгоритмы функционирования, но все их можно разделить на неадаптивные и адаптивные. Неадаптивные поддерживают заранее заданную величину, а адаптивные (самонастраивающиеся) сами определяют ее оптимальную величину.



1 - датчик; 2 - модулятор; 3 - главный тормозной цилиндр
Рисунок 15 - Схемы установки антиблокировочной системы

Антиблокировочная система с датчиками и модуляторами на всех колесах (рисунок 15, а) обеспечивает максимальную эффективность торможения и устойчивость. применяют автоматические клапаны-регуляторы, снижающие давление в тормозном приводе задних колес при уменьшении вертикальной нагрузки.

5.2 Тяговая динамичность автомобиля

5.2.1 Основные измерители тяговой динамичности

Тяговая динамичность автомобили имеет первостепенное значение для повышения его производительности и снижения затрат на перевозки. Чем динамичнее автомобиль, тем быстрее он перевозит грузы и пассажиров, тем меньше он тратит времени на передвижение, тем выше его средняя скорость. Условия движения автомобиля непрерывно меняются, что приводит к изменению его скорости. Для безопасности движения необходимо, чтобы скорость в любой момент точно соответствовала дорожным условиям и психофизиологическим возможностям водителя.

Во время дорожного движения происходят события, нарушающие этот процесс и влекущие за собой вредные последствия. Тяжесть последствий, как правило, возрастает с увеличением скорости. Таким образом, для дорожного движения характерно наличие двух тенденций. С одной стороны, желательно увеличить скорость транспортною потока, так как это сокращает время доставки грузов и пассажиров, повышает производительность подвижного состава, с другой – верхний предел скорости ограничивается опасностью возникновения ДТП. Поэтому повышение скорости автомобилей возможно лишь при одновременном обеспечении безопасности их движения. Повышение показателей тяговой динамичности автомобиля должно сопровождаться улучшением его конструктивной безопасности, усовершенствованием дорожных условий и организации движения.

Условия движения автомобиля непрерывно меняются, что приводит к изменению его скорости. Для безопасности движения необходимо, чтобы ско-

рость в любой момент точно соответствовала дорожным условиям и психофизиологическим возможностям водителя.

При оценке тяговой динамичности автомобиля используют такие измерители, как скорость (максимальная и минимальная устойчивая на высшей передаче), ускорение (максимальные и средние ускорения при разгоне на каждой передаче), время и путь разгона, максимальный преодолеваемый подъем и т.д.

Для безопасности движения имеют значение следующие показатели тяговой динамичности: максимальная скорость V_{max} и ускорение j_{max}, а также минимальные время t_p и путь S_p разгона на горизонтальной дороге с твердым покрытием хорошего качества.

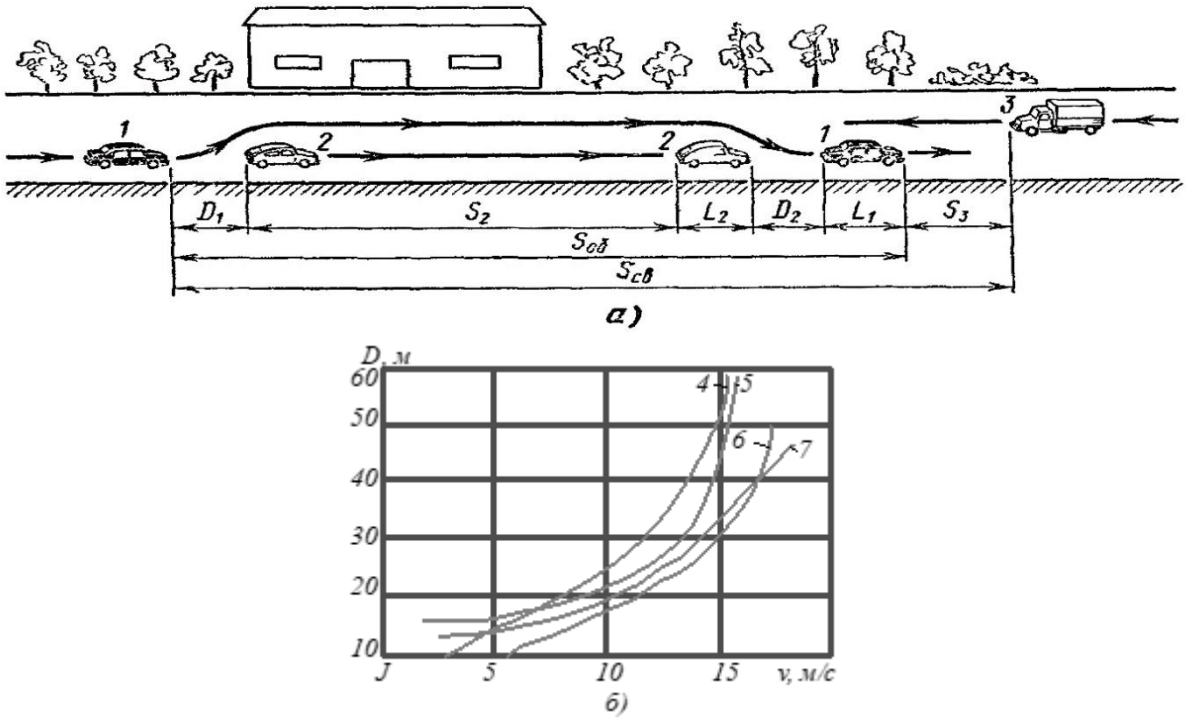
5.2.2 Методы определения времени и пути обгона

Обгон представляет собой сложный и опасный маневр, вызванный желанием водителя двигаться без потерь времени. Обгон связан с выездом на соседнюю полосу движения и требует свободного пространства перед обгоняющим автомобилем. Трудность правильного выполнения обгона в сочетании с высокой скоростью требует от водителя безошибочного расчета и точных действий по управлению автомобилем. Малейшая неосмотрительность при обгоне может привести к тяжелым последствиям. Чем больше скорость транспортного потока, тем больше вероятность ДТП при обгоне. Так, по данным США, при скорости транспортного потока около 11 м/с количество аварии при обгоне, при которых люди получили травмы, составило 14%. При скорости потока, равной 33 м/с, количество таких аварий возросло до 65%.

Манёвр обгона можно разделить на три фазы отклонение обгоняющего автомобиля влево и выезд на соседнюю полосу движения; движение слева от обгоняемого автомобиля и впереди него, возвращение обгоняющего автомобиля на свою полосу впереди обгоняемого автомобиля.

Для простоты расчетов время, затраченное на поперечное смещение обгоняющего автомобиля и переход его с одной полосы движения на другою, не учитывают, так как это время невелико по сравнению с общим временем обгона. Не учитывают и увеличение пути автомобиля, вызванное этим смещением.

В зависимости от условий движения на дороге обгон может совершаться либо с постоянной, либо с возрастающей скоростью. Обгон с постоянной скоростью характерен для свободного, нестесненного движения автомобиля в загородных условиях. Тогда водитель обгоняющего автомобиля 1 (рисунок 15) имеет впереди себя достаточное пространство для предварительного разгона до большей скорости V_1.Эта скорость должна быть больше скорости V_2 обгоняемого автомобиля 2. Время $t_{об}$ и расстояние $S_{об} = S_1$, необходимые в этом случае для безопасного обгона, определяют следующим образом.



а – схема обгона, б – дистанции безопасности при следовании автомобиля в потоке, 1 – обгоняющий автомобиль, 2 – обгоняемый автомобиль, 3 – встречный автомобиль. 4 – грузовой автомобиль следует за легковые, 5 – грузовой автомобиль движется за грузовым 6 – легковой автомобиль следует за легковым 7 – легковой автомобиль следует за грузовым

Рисунок 16 - Обгон автомобиля

Путь обгона

$$S_{об} = S_1 = D_1 + D_2 + S_2 + L_1 + L_2, \quad (25)$$

или

$$S_{об} = S_1 = V_1 t_{об}, \quad (26)$$

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 1 и 2, м, S_2 – путь обгоняемого автомобиля, м

Путь обгоняемого автомобиля

$$S_2 = V_2 t_{об} = V_2 S_{об}/V_1, \quad (27)$$

После преобразований получаем:

$$S_{ОБ} = \frac{D_1 + D_2 + L_1 + L_2}{V_1 - V_2} V_1 . \quad (28)$$

Время обгона:

$$t_{ОБ} = \frac{S_{ОБ}}{V_1} = \frac{D_1 + D_2 + L_1 + L_2}{V_1 - V_2} . \quad (29)$$

Таким образом, время и путь обгона в большой степени зависят от скорости обгоняющего автомобиля V_1. Чем динамичнее автомобиль, тем меньше значения $S_{ОБ}$ и $t_{об}$, следовательно, тем быстрее автомобиль может вернуться на свою полосу движения, обеспечив необходимую безопасность. Многочисленные наблюдения показали, что при свободном движении скорости обгоняющих автомобилей достаточно высоки, но не достигают предельных значений и обычно составляют 80…90% максимально возможной скорости.

Величины дистанций безопасности D_1 и D_2 в большой степени зависят от дорожных условии, типа автомобиля, опыта и квалификации водителя. Точный их расчет невозможен, поэтому правилами дорожного движения предусматривается, что дистанции между автомобилями выбирает водитель. Для ориентировочных расчетов этих расстояний в литературе имеется много различных предложений. Так, некоторые авторы определяют эти дистанции, исходя из времени, необходимого водителю для оценки обстановки перед обгоном. Это время принимают в интервале 2…5 с. Другие исследователи считают дистанция D_1 и D_2 примерно равными остановочному пути обгоняющего автомобиля Третьи предлагают уравнения, в которых учитывается разность тормозных путей обгоняющего и обгоняемого автомобилей. Массовые наблюдения, проведенные в различных условиях, показали недостоверность этих предпосылок. В

действительности водители при определении дистанции безопасности при обгоне учитывают не только возможность экстренного торможения переднего автомобиля, но и вероятность его в данной дорожной обстановке. Другими словами, опираясь на накопленный опыт и интуицию, водитель выбирает расстояние с учетом всех факторов, характеризующих условия движения. Не удивительно, что фактические величины дистанции могут весьма значительно отличаться от значений, определенных на основании указанных выше умозрительных предпосылок.

При временном интервале между следующими один за другим автомобилями менее 9…10 с на величину дистанции влияет и тип автомобиля (рисунок 15, б). Наименьшие дистанции выдерживают при следовании легкового автомобиля за легковым, а максимальные – при движении грузового автомобиля за легковым. Характер зависимости дистанции от скорости одинаков для взаимодействующих автомобилей всех типов.

Согласно имеющимся данным, первая дистанция безопасности может быть представлена в виде функции скорости обгоняющего автомобиля

$$D_1 = a_{об} V_1^2 + 4{,}0, \qquad (30)$$

а вторая – в виде функции скорости обгоняемого автомобиля,

$$D_1 = b_{об} V_2^2 + 4{,}0, \qquad (31)$$

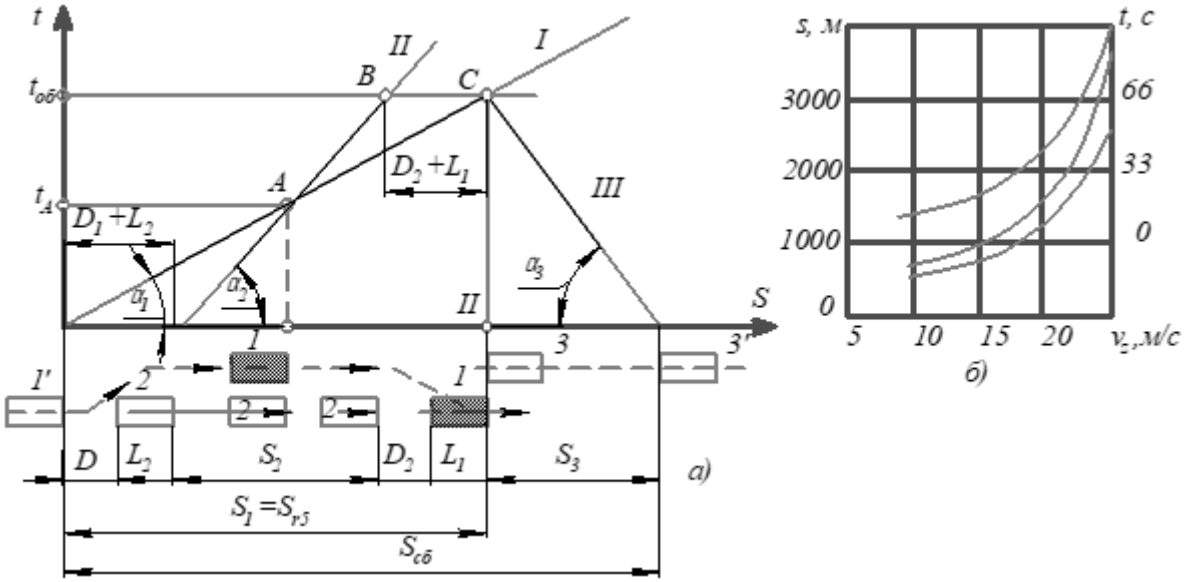
где $a_{об}$ и $b_{об}$ – эмпирические коэффициенты, зависящие от типа обгоняемого автомобиля (таблица 11).

Таблица 11 - Значения коэффициентов $a_{об}$ и $b_{об.}$

Автомобили	$a_{об}$	$b_{об}$
Легковые	0,33	0,96
Грузовые, средней грузоподъемности	0.53	0,48
Грузовые большой грузоподъемности и автопоезда	0,74	0,67

Вторая дистанция безопасности короче первой, так как водитель обгоняющего автомобиля стремится быстрее возвратиться на свою полосу движения и иногда «срезает угол». Кроме того, скорость V_1 обгоняющего автомобиля больше скорости V_2, поэтому если в момент завершения обгона дистанция

между автомобилями и окажется короче допустимой, то она очень быстро увеличится.



а – схема и график обгона,
б – изменение $S_{об}$, $t_{об}$ и $S_{СВ}$ в зависимости от V_2
Рисунок 17 - Характеристики обгона при равномерном движении автомобиля

Для анализа процесса обгона удобно пользоваться схемой, на которой изображены зависимости между временем и перемещениями автомобилей (рисунок 17, а). Положения обгоняющего, обгоняемого и встречного автомобилей в начальный момент времени отмечены в нижней части схемы соответственно цифрами 1’, 2' и 3'. Движение всех трех автомобилей считаем равномерным, и соответствующие зависимости S = S {t} представляют собой прямые линии /, // н ///. Котангенсы углов a_1, a_2 и a_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 А пересечения прямых / и // характеризует момент обгона, в который оба автомобиля поравнялись (воемя t_A), после чего обгоняющий автомобиль начинает выходить вперед. Чтобы определить минимально необходимые время и путь обгона, нужно найти на графике такие две точки В и С на линиях / и //, расстояние между которыми по горизонтали было бы равно сумме $D_2 + L_1$. Тогда абсцисса точки С определит путь обгона, а ордината – время обгона.

Зная $S_{об}$ и υ_3 можно определить минимальное расстояние $S_{об}$, которое должно быть свободным перед обгоняющим автомобилем в начале обгона:

$$S_{СВ} = S_{ОБ} + S_З = S_{ОБ}\left(1 + \frac{V_3}{V_1}\right) = \frac{D_1 + D_2 + L_1 + L_2}{V_1 - V_2}\left(V_1 + V_3\right). \quad (32)$$

На рисунке 16, б показаны результаты расчета $S_{об}$, $t_{об}$ и $S_{СВ}$. При расчете принято V_1 = 30 м/с, V_3 = 10 м/с, $L_1 = L_2$ = 5 м. Путь и время, необходимые для безопасного обгона, резко возрастают при увеличении скорости обгоняемого автомобиля. Так, при V_2 = 10 м/с для безопасного обгона при отсутствии встречного автомобиля необходимы расстояние примерно 500 м и время около 17 с. При повышении скорости до 20 м/с $S_{об}$ возрастает до 1260 м, а время до 95 с. Соответственно увеличивается и расстояние $S_{СВ}$. Таким образом, если водитель обгоняемого автомобиля повысит скорость, не желая уступить дорогу, то это резко увеличит время и путь обгона и может привести к аварии. Поэтому правила дорожного движения категорически запрещают водителю обгоняемого автомобиля какими бы то ни было способами препятствовать завершению обгона. Чем выше скорость обгоняющего автомобиля, тем меньше значения $S_{об}$, $t_{об}$ и $S_{СВ}$, необходимые для безопасного обгона. Поэтому наиболее безопасен обгон легковым автомобилем тихоходного транспортного средства, например автопоезда. Напротив, обгоны легковых автомобилей, предпринимаемые иногда торопящимися водителями грузовых автомобилей и даже автопоездов, весьма опасны н нередко заканчиваются трагически.

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. Водитель заднего автомобиля внимательно следит за потоком и при появлении перед обгоняемым автомобилем до-

статочного свободного расстояния начинает обгон, сочетая его с разгоном. Для того чтобы путь и время обгона были минимальными, интенсивность разгона должна быть максимально возможной.

Для расчета пути и времени обгона в этом случае необходимо вначале построить графики интенсивности разгона, характеризующие зависимость между путем и временем движения автомобиля при ускоренном движении. Время разгона можно определить путем интегрирования выражения

$$j = dv/dt. \qquad (33)$$

Подставив вместо j его значение согласно формуле (26) и интегрируя в пределах от V_0 до V для скорости и от нуля до t_P для времени разгона, получим

$$tp = \int_{V_0}^{V} \frac{D_C dv}{-A_C V^2 + B_C V + C_C} = \frac{D_C}{E_C} * \ln\left|\frac{(-2A_C V + B_C - E_C)(-2A_C V + B_C + E_C)}{(-2A_C V_0 + B_C - E_C)(-2A_C V + B_C + E_C)}\right|. \qquad (34)$$

где $E_c = \sqrt{B_c^2 - 4A_c C_c}$.

Это время, необходимое для увеличения скорости автомобиля от V_0 до V, является минимально возможным, поскольку предполагается, что двигатель автомобиля работает с полной нагрузкой. Определять время разгона автомобиля аналитически, используя формулу (34), целесообразно лишь при наличии ЭВМ с готовой программой. Расчеты вручную по этой формуле достаточно трудоемки, поэтому на практике обычно пользуются более простым графоаналитическим методом. Для этого кривую ускорений разбивают на ряд интервалов, начиная от V_0 (рисунок 18), и считают, что в каждом интервале скоростей автомобиль движется с постоянным ускорением jср, величину которого определяют по формуле:

$$j_{ср} = 0{,}5\ (j_0 + j_1), \qquad (35)$$

где j_0 и j_1 – ускорения соответственно в начале и в конце интервала скоростей, м/с^2

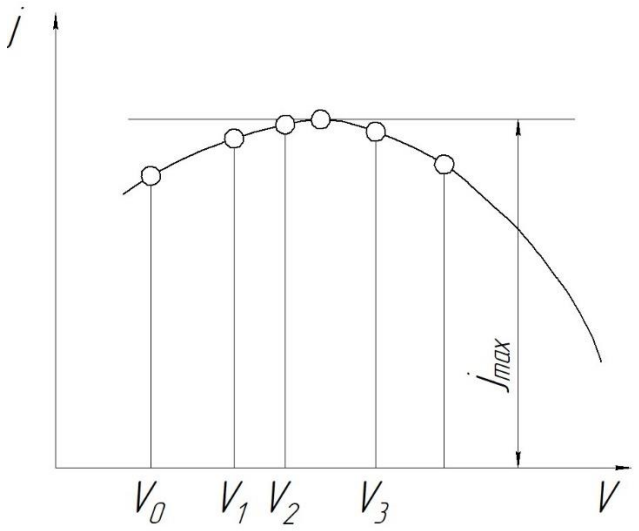


Рисунок 18 – Изменение ускорения автомобиля при движении с включенной высшей передачей

При изменении скорости от V_0 до V_1 среднее ускорение

$$j'_{ср} = (V_1 - V_0)/(dt_1) = dV_1/dt_1, \quad (36)$$

Следовательно, время разгона в том же интервале скоростей

$$dt_1 = dV_1/j'_{ср}, \quad (37)$$

Время разгона в интервале скоростей $V_1 – V_2$,

$$dt_2 = dV_2/j''_{ср}, \quad (38)$$

Общее время разгона от минимально устойчивой скорости до конечной

$$t = dt_1 + dt_2 + \ldots + dt_n. \quad (39)$$

По значениям t, определенным для различных скоростей, строят кривую времени разгона, начиная ее со скорости Vmin который t = 0. Для скорости V_1 откладывают значение Dt_1, для скорости V_2 – значение (Dt_1+Dt_2) и т.д. Полученные точки соединяют плавной линей. Для расчета пути разгона формулу для ускорения представим в следующем виде:

$$j = (dV/dt)\,(dS/dS) = VdV/dS. \quad (40)$$

Подставив вместо ускорения его значение согласно формуле (10) и интегрируя в пределах от V_0 до V для скорости и от 0 до S_p для пути, получаем

$$Sp = -\frac{Dc}{2Ac}\left\{\ln\left|\frac{-2AcV^2 + BcV + Cc}{-2AcV_0^2 + BcV_0 + Cc}\right| - \frac{Bc}{Ec}\ln\left|\frac{(-2AcV + Bc - Ec)(-2AcV_0 + Bc + Ec)}{(2AcV_0 + Bc + Ec)(-2AcV + Bc + Ec)}\right|\right\}. \quad (41)$$

При графоаналитическом расчете минимального пути и разгона принимают условно, что автомобиль в каждом из намеченных интервалов скоростей движется с постоянной скоростью

$$V_{ср} = 0,5(V_1 + V_2), \qquad (42).$$

Приращение пути в каждом из интервалов скоростей

$$dS = V_{ср}dt = V_{ср}dt/j_{ср}, \qquad (43)$$

Складывая полученные значения dS, строят суммарную кривую $S_р$, начиная с той же скорости, с которой начинали строить кривую tр. Определив зависимости $t_р = t\ (V)$ и $S_р = S(V)$ можно построить график интенсивности разгона, необходимый для расчета пути и времени обгона с ускорением.

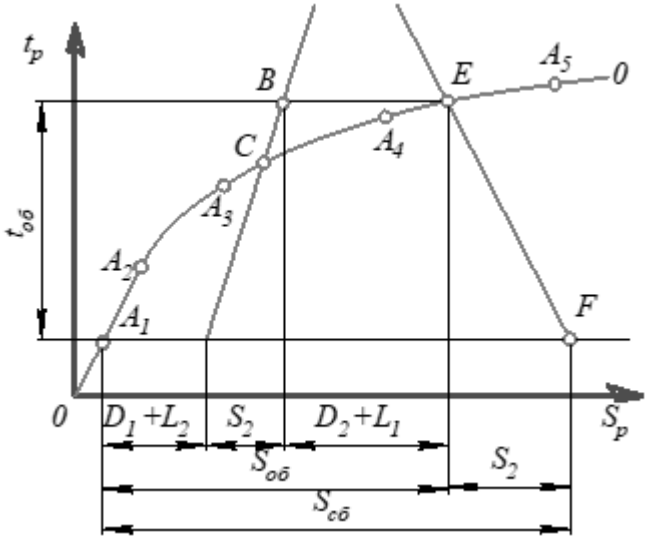


Рисунок 19 - График обгона при разгоне обгоняющего автомобиля

Для построения этого графика в координатах $S_р – t_р$ (рисунок 19) наносят сначала значения времени t_1 и пути S_1, соответствующие разгону обгоняющего автомобиля от скорости V_0 до скорости V_1, затем значения $(t_1 + t_2)$ и $(S_1 + S_2)$ для интервала скоростей $(V_1 – V_2)$ и т. д. После этого полученные точки соединяют плавной кривой ОО. На кривой отмечают точки A_1, A_2, ..., соответствующие различным значениям V (например, 5, 10 ... м/с).

Для определения времени и пути обгона, сочетаемого с разгоном, на кривой намечают точку, соответствующую скорости V_2 обгоняемого автомобиля (например, A_1), и от нее откладывают вправо по горизонтали отрезок, равный $D_1 + L_2$. Из конца отрезка проводят наклонную прямую, параллельную каса-

тельной к кривой ОО в точке A_1, и изображающую движение обгоняемого автомобиля. Точка С пересечения этой прямой с кривой ОО соответствует моменту времени, когда передние части обоих автомобилей находятся на одном уровне. При дальнейшем движении обгоняющий автомобиль начинает выходить вперед. Чтобы определить минимально необходимые путь и время обгона, нужно на диаграмме найти такие две точки В и Е, расстояние между которыми по горизонтали было бы равно сумме $D_2 + L_1$. Зная положение начальной и конечной точек обгона, по шкалам $S_р$ и $t_р$ находят путь и время обгона, сочетаемого с разгоном. Если нужно учесть возможность появления встречного автомобиля, то из точки Е проводят наклонную прямую под углом, соответствующим скорости этого автомобиля, до пересечения с продолжением горизонтальной прямой, проведенной из начальной точки A_1 (точка F). Минимальное расстояние, которое должно быть свободным перед обгоняющим автомобилем для безопасного обгона, определяется длиной отрезка $S_{св} = A_1F$.

По описанной методике были рассчитаны время и путь обгона, необходимые автомобилю ВАЗ-2107 «Жигули», движущемуся по горизонтальной дороге с покрытием хорошего качества. Результаты расчетов показали, что при скорости обгоняемого автомобиля 10–12 м/с и при отсутствии встречных автомобилей необходимо свободное расстояние не менее 250–300 м. Если автомобиль будет двигаться по левой стороне дороги, где возможно появление встречные транспортных средств, то безопасное расстояние увеличивается до 450–500 м. Согласно нормативной документации при движении автомобиля с расчетной скоростью 33,3 м/с расстояние видимости поверхности дороги должно быть не менее 175 м, а расстояние видимости встречного автомобиля не менее 350 м. Эти расстояния нормируют, исходя из расположения глаз водителя на высоте 1,2 м над осью проезжей части дороги и на расстоянии 1,5 м от ее правой кромки.

Сравнение этих данных с результатами расчета показывает, что даже на дорогах высших категорий обгон, сочетаемый с разгоном, практически трудно осуществим даже при относительно небольшой скорости обгоняемого автомо-

биля, так как гарантированные расстояния видимости меньше безопасных путей обгона. На дорогах же низших категорий, имеющих небольшую ширину проезжей части, где выезд автомобилей на левую сторону наиболее вероятен, нормируемые расстояния видимости допускают обгоны лишь весьма тихоходных транспортных средств, движущихся со скоростью 7–8 м/с. При недостаточных расстояниях видимости водители вынуждены сокращать дистанции безопасности в начале и в особенности в конце обгона, что часто приводит к нарушению требований безопасности. Чрезмерное приближение к переднему автомобилю может быть причиной аварии в случае неожиданного его торможения. Уменьшение второй дистанции безопасности и «срезание угла», иногда практикуемое водителями в конце обгона, также опасны, так как при ошибке в расчете происходит столкновение автомобилей.

Расчеты пути и времени обгона, сочетаемого с разгоном, существенно упрощаются, если принять, что обгоняющий автомобиль движется с постоянным ускорением. Ускорение обычно принимают примерно равным 0,7–0,8 от максимально возможного в данных дорожных условиях. При равноускоренном движении обгоняющего автомобиля с начальной скорости, равной V_2,

$$S_{об} = S_1 = V_2 t_{об} + j t^2_{об}/2. \quad (44)$$

Кроме того, согласно формуле (25) при отсутствии встречного автомобиля

$$S_{об} = D_1 + D_2 + L_1 + L_2 + V_2 t_{об}. \quad (45)$$

Следовательно, время обгона

$$t_{об} = \sqrt{2(D_1 + D_2 + L_1 + L_2)/j}. \quad (46)$$

Зная $t_{об}$, по формуле (39) или (40) находят путь обгона. В случае обгона, сочетаемого с разгоном, большое значение имеет приемистость автомобиля. Чем больше максимальное ускорение автомобиля, тем быстрее будет закончен обгон. Так, если принять $D_1 = D_2 = 30$ м и $L_1 = L_2 = 5$ м, то при $t = 0{,}2$ м/с^2 для обгона автомобиля, движущегося со скоростью 10 м/с, необходимы время не менее 27 с и расстояние около 335 м. При увеличении ускорения до 0,4 м/с^2 время обгона уменьшается до 19 с, а путь обгона – до 260 м.

Техническим состоянием автомобиля называют степень его готовности к работе, те степень соответствия его агрегатов, механизмов и приборов нормам, установленным правилами технической эксплуатации. В первое время после выпуска автомобиля с завода детали двигателя и других агрегатов прирабатываются, техническое состояние их улучшается. Затем длительное время оно остается примерно неизменным, после чего, вследствие изнашивания, изменения их размеров, образования чрезмерных зазоров, а также возникновения усталостных напряжении, техническое состояние автомобиля начинает ухудшаться, что свидетельствует о необходимости его капитального ремонта. Замена негодных частей и узлов исправными, регулировка механизмов во время ремонта улучшают их техническое состояние, однако, как правило, уровень его оказывается ниже, чем у нового автомобиля.

Ухудшение технического состояния двигателя прежде всего сказывается на уменьшении его мощности. Уменьшение компрессии из-за изнашивания поршневых колец, поршней и цилиндров или неплотного прилегания клапанов к седлам наличие нагара на стенках камеры сгорания или смолистых отложений на стенках впускного трубопровода, неправильная установка зажигания (карбюраторные двигатели) или момента начала впрыска топлива (дизели) приводят к уменьшению эффективной мощности двигателя.

При длительном хранении бензина на складах в нем образуются высокомолекулярные соединения, которые, соприкасаясь с горячими стенками впускного трубопровода, оседая на них в виде твердого слоя. Отложения уменьшают проходное сечение трубопровода и выбывают неравномерное распределение горючей смеси по цилиндрам. В результате мощность двигателя может уменьшиться на 15-20%. Изнашивание деталей цилиндропоршневой группы вызывает прорыв рабочей смеси в картер двигателя при такте сжатия и уменьшение давления конца сжатия. У сильно изношенного двигателя эффективная мощность может составить 80-85% номинальной. В случае установки позднего зажигания мощность может упасть на 25-30%. Слишком раннее зажигание приводит к возникновению детонации, вынуждающей водителя уменьшать ско-

рость и переходить на низшие передачи. При засорении воздушного фильтра ухудшается наполнение цилиндров, нарушается нормальное смесеобразование, что также вызывает падение мощности. Выход из строя свечи зажигания может уменьшить мощность шестицилиндрового двигателя на 15-20%.

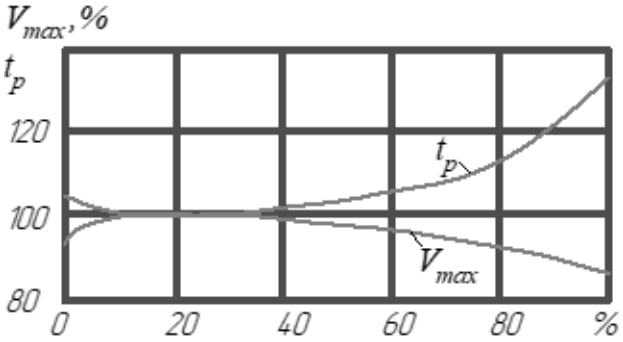


Рисунок 20 - Изменение показателей тяговой динамичности автомобиля в процессе его работы

В процессе эксплуатации изменяется также техническое состояние агрегатов шасси автомобиля. При неправильном зацеплении шестерен в коробке передач и ведущих мостах, а также при чрезмерной затяжке конических роликоподшипников главной передачи и ступиц колес возрастают затраты энергии в трансмиссии и ходовой части, приводящие к ухудшению тяговой динамичности автомобиля. Такие же последствия вызывает неправильная установка передних колес или задевание тормозных колодок за барабаны при движении автомобиля.

Большое значение для тяговой динамичности автомобиля имеет техническое состояние его шин. Недостаточное давление в них повышает сопротивление качению и снижает поперечную устойчивость автомобиля. При изнашивании протектора ухудшаются сцепные свойства, увеличивается склонность к пробуксовке колес при трогании с места и разгоне.

Снижение показателей тяговой динамичности автомобиля по мере увеличения срока его работы и ухудшения технического состояния проявляется в уменьшении максимальных скорости и ускорения, а также в снижении интенсивности разгона. Примерное изменение V_{max} и времени разгона от пробега автомобиля показано на рисунке 20. При пробеге автомобиля, равном норме пробега до капитального ремонта (100%), максимальная скорость уменьшается на

10 - 15%, а время разгона с места увеличивается на 25 - 30% по сравнению с аналогичными показателями нового автомобиля, прошедшего обкатку.

Ухудшение тяговой динамичности изношенного автомобиля отрицательно сказывается на его безопасности. Такие автомобили медленно разгоняются, с трудом преодолевают крутые подъемы, для обгона попутных транспортных средств им нужно на 30 - 35% больше времени, чем таким же автомобилям в исправном техническом состоянии. Соответственно снижается и активная безопасность автомобиля.

Совершенствование конструкции автомобиля с целью улучшения его тяговой динамичности и возможно по нескольким направлениям.

Во многих странах ведется работы по уменьшению массы автомобиля путем более полного использования свойств металлов (создание равнопрочных конструкций) и применения легких сплавов и пластмасс. Блоки двигателей, картеров коробок передач, сцепления и раздаточных коробок изготовляют из алюминиевых и магниевых сплавов, Успехи химической промышленности позволили внедрить в автомобилестроение многие виды пластмасс, которые имеют меньшую плотность по сравнению с металлами, более пластичны, что важно при изготовлении деталей сложной формы, и обладают высокой антикоррозионной стойкостью.

Развитие и совершенствование автомобильных двигателей происходит в направлении повышения литровой мощности, уменьшения габаритных размеров и массы, увеличения долговечности и снижения расхода топлива.

Тяговую динамичность автомобиля можно улучшить, повышая качество обработки деталей трансмиссии и подбирая надлежащие сорта масел, что приводит к увеличению ее КПД. Для улучшения обтекаемости автомобилей выступающие части делают минимальных размеров. У грузовых автомобилей применяют специальные щитки (обтекатели), уменьшающие завихрение воздуха и силу $P_в$.

Тяговая динамичность автомобиля может быть значительно улучшена путем применения бесступенчатой трансмиссии (гидро- или электромеханиче-

ской). Бесступенчатая трансмиссия обеспечивает легкое управление автомобилем, плавный разгон, уменьшает динамические нагрузки и вибрации. У автомобиля с бесступенчатой передачей водитель воздействует только на две педали (управления дроссельной заслонкой и тормозную), так как педаль сцепления отсутствует. Это способствует повышению безопасности движения. Однако существующие бесступенчатые трансмиссии конструктивно сложнее механических коробок передач, имеют большую массу и отличаются высокой стоимостью. КПД этих трансмиссий невысок, что влечет за собой увеличение расхода топлива.

На легковых автомобилях малого литража, где применение бесступенчатых передач затруднено вследствие их больших размеров и массы, улучшения тяговой динамичности добиваются увеличением числа передач в коробке передач и полной их синхронизацией. При этом сводится до минимума время переключения передач и улучшается режим работы двигателя. Иногда устанавливают также электромагнитные сцепления, облегчающие работу водителя.

Контрольные вопросы

1. Что такое тормозная динамика ТС?
2. Основные требования, предъявляемые к тормозным системам?
3. Что такое коэффициент эффективности торможения?
4. Что такое остановочный путь, способы его определения?
5. Что такое тормозной путь, способы его определения?
6. Каким испытаниям подвергаются тормозные системы?
7. Классификация транспортных средств по категориям?
8. Что такое динамический габарит ТС?
9. Какую функцию выполняют антиблокировочные тормозные системы?
10. Основные измерители тяговой динамичности?
11. Методы определения времени и пути обгона.
12. Дайте определение понятию обгон.

6. Устойчивость и управляемость транспортных средств

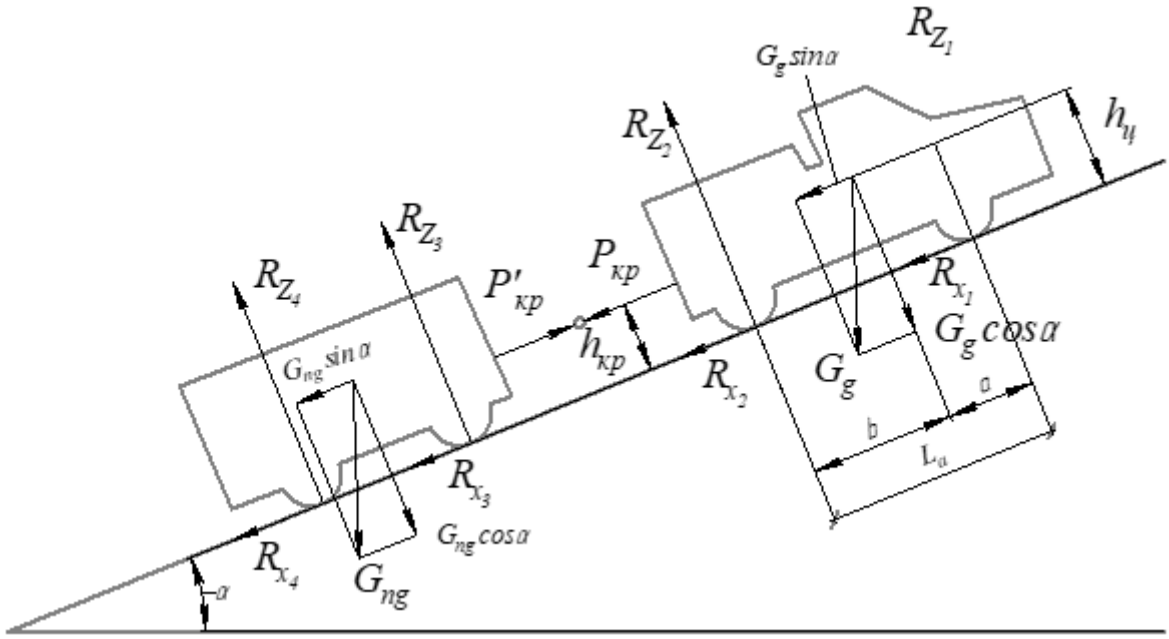
Требования к управляемости и устойчивости ТС и элементам ТС подразделяются на:

1. требования к управляемости и устойчивости ТС и, отдельно, к автоцистернам (ГОСТ Р 52302-2004, РД 37.001.005-86, Правила № 111 ЕЭК ООН);
2. требования к элементам управления ТС (ГОСТ Р 41.35-99, ГОСТ Р 41.79-99 Правила № 35 и 79);
3. требования к шинам и колесам (ГОСТ Р 41.30-99, ГОСТ Р 41.54-99, ГОСТ Р 41.64-99, ГОСТ Р 41.108-99, ГОСТ Р 41.109-99, Правила № 30, 54, 64, 108 и 109);
4. требования к сцепным устройствам (ГОСТ Р 41.55-99, ГОСТ Р 41.102-99, Правила № 55 и 102).

Устойчивость транспортного средства – его свойство противостоять заносу (скольжению) и опрокидыванию. В зависимости от возможного направления заноса или опрокидывания различают продольную и поперечную устойчивость.

Продольная устойчивость транспортного средства заключается в сохранении ориентации вертикальной оси в продольной плоскости в заданных пределах, т. е. без опрокидывания или скольжения при движении на продольном уклоне. Вероятность продольного опрокидывания современных автомобилей маловероятна ввиду низкого расположения центра тяжести. Чаще возникает скольжение автомобиля при буксовании ведущих колес на крутых подъемах значительной протяженности (рисунок 21).

Критерием оценки продольной устойчивости транспортного средства является максимальный (критический) угол подъема, который оно способно преодолеть при равномерном движении без возникновения буксования ведущих колес.



$R_{z1\text{-}4}$ – нормальные реакции колес автомобиля-тягача и прицепа соответствующих осей; $P_{кр}$ – сила тяги на крюке автомобиля-тягача; $P'_{кр}$ – сила тяги на дышле прицепа; $R_{x1\text{-}4}$ – силы сопротивления качению соответствующих колес автомобиля-тягача и прицепа; G_g, G_{ng} – соответственно силы тяжести автомобиля-тягача и прицепа; $h_{кр}$ – высота приложения силы тяги; α – угол подъема; $h_ц$ – высота центра масс автомобиля-тягача; $G_g sin\alpha$ – горизонтальная составляющая силы тяжести; $G_g cos\alpha$ – вертикальная составляющая силы тяжести; L_a – база автомобиля; a – расстояние от передней оси до центра масс; b – расстояние от задней оси до центра масс.

Рисунок 21 - Силы, действующие на автопоезд при движении на подъем

При условии, что силы сопротивления воздуха и качения, обусловленные низкой скоростью движения и твердым покрытием, имеют малое значение, максимальный (критический) угол подъема α, при котором возможно движение отдельного автомобиля без буксования ведущих колес:

$$\alpha = arctg \frac{a\varphi_x}{\left(L_a - \varphi_x h_ц\right)}. \qquad (47)$$

где, a – расстояние от передней оси до центра масс; L_a – база автомобиля; $h_ц$ – высота центра масс автомобиля-тягача.

Очевидно, что критический угол подъема α в большей степени зависит от коэффициента сцепления. Для автопоездов при j_x=0,3 α составляет 4...6°, для одиночных автомобилей с одной ведущей осью α = 10...15°, для автомобилей со всеми ведущими колесами α = 17...19°.

Поперечная устойчивость – это свойство транспортного средства сохранять ориентацию вертикальной оси в поперечной плоскости в заданных

пределах. Оно определяет его способность противостоять заносу и опрокидыванию при криволинейном движении по дороге или участку со значительным поперечным уклоном (косогору).

Показателями поперечной устойчивости являются: критическая скорость криволинейного движения транспортного средства, соответствующая началу заноса; критическая скорость криволинейного движения транспортного средства, соответствующая началу его опрокидывания; критический угол поперечного уклона дороги (косогора), соответствующий началу поперечного скольжения колес; критический угол поперечного уклона дороги, соответствующий началу поперечного опрокидывания транспортного средства.

При движении транспортного средства по криволинейной траектории на него действуют центробежная сила инерции $P_ц$ и момент инерции $M_и$ (рисунок 22).

При криволинейном движении транспортного средства может начаться скольжение шин по дороге в поперечном направлении или оно может опрокинуться под действием поперечной составляющий $P_у$ центробежной силы инерции.

1) Критическая (максимально допустимая) скорость криволинейного движения по заносу:

$$\upsilon_з = \sqrt{gR\varphi_y}\ , \qquad (48)$$

где R – радиус траектории движения; $\varphi_у$ – поперечный коэффициент сцепления шин с дорогой.

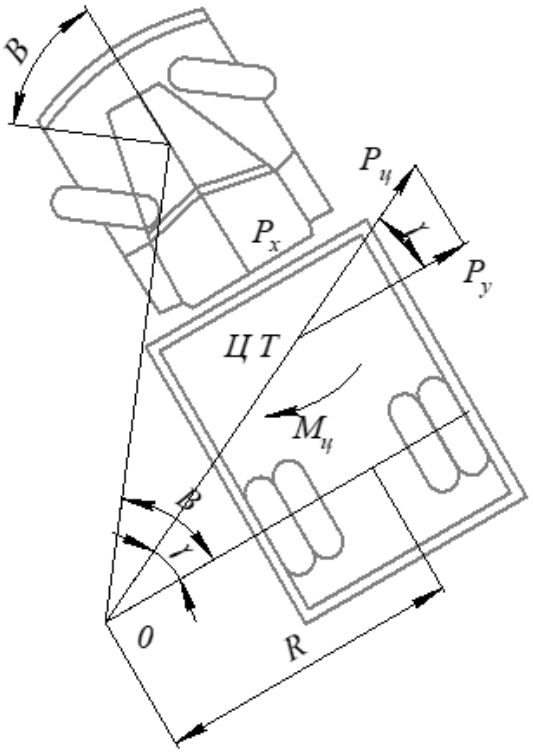
2) Критическая (максимально допустимая) скорость криволинейного движения по опрокидыванию:

$$\upsilon_o = \sqrt{gRB/(2h)} = \sqrt{gRq_s}\ , \qquad (49)$$

где B – колея транспортного средства; h – высота центра масс; q_s=B/(2h) – коэффициент поперечной устойчивости.

Приведенные формулы дают завышенное (на 10…15 %) значение допустимой скорости при криволинейном движении. Это объясняется тем, что в них

не учтен ряд факторов, в частности крен кузова из-за деформации подвески, увод шин; неравномерное распределение груза по ширине кузова и т.д.



P_x – продольная составляющая центробежной силы инерции; Ц.Т. – точка приложения центра масс автомобиля; γ – угол действия центробежной силы относительно продольной оси автомобиля.

Рисунок 22 - Упрощенная схема действия сил при движении автомобиля на повороте

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

3) Критический угол поперечного уклона дороги по условиям заноса:

$$\beta_з = arctg\varphi_y . \tag{50}$$

4) Критический угол поперечного уклона дороги по условиям опрокидывания при движении на прямолинейном участке (без учета деформации рессор и шин):

$$\beta_o = arctg\frac{B}{2h} = arctgq_s . \tag{51}$$

Коэффициент поперечной устойчивости – переменная величина, так как высота h_g расположения центра масс зависит от степени загрузки автомобиля, характера и расположения груза. Для сравнительной оценки поперечной устойчивости различных транспортных средств применяют значения h_g, соответствующие полной нагрузке при равномерном распределении наиболее характерного для данного автомобиля груза.

Управляемость – свойство транспортного средства сохранять или изменять направление движения, заданное водителем, с определенными затратами физической и психической энергии.

Требования к управляемости:

–качение управляемых колес при криволинейном движении должно происходить без бокового скольжения;

–углы поворота управляемых колес должны иметь необходимое соотношение;

–должна быть обеспечена стабилизация управляемых колес;

–произвольные колебания управляемых колес должны быть исключены;

–углы поворота передней и задней осей должны находиться в определенном соотношении;

–в рулевом управлении должна быть обратная связь, обеспечивающая водителя информацией о значении и направлении сил, действующих на управляемые колеса.

Исходя из этих требований измерителями управляемости транспортного средства являются:

–критическая скорость;

–поворачиваемость;

–соотношение углов поворота управляемых колес;

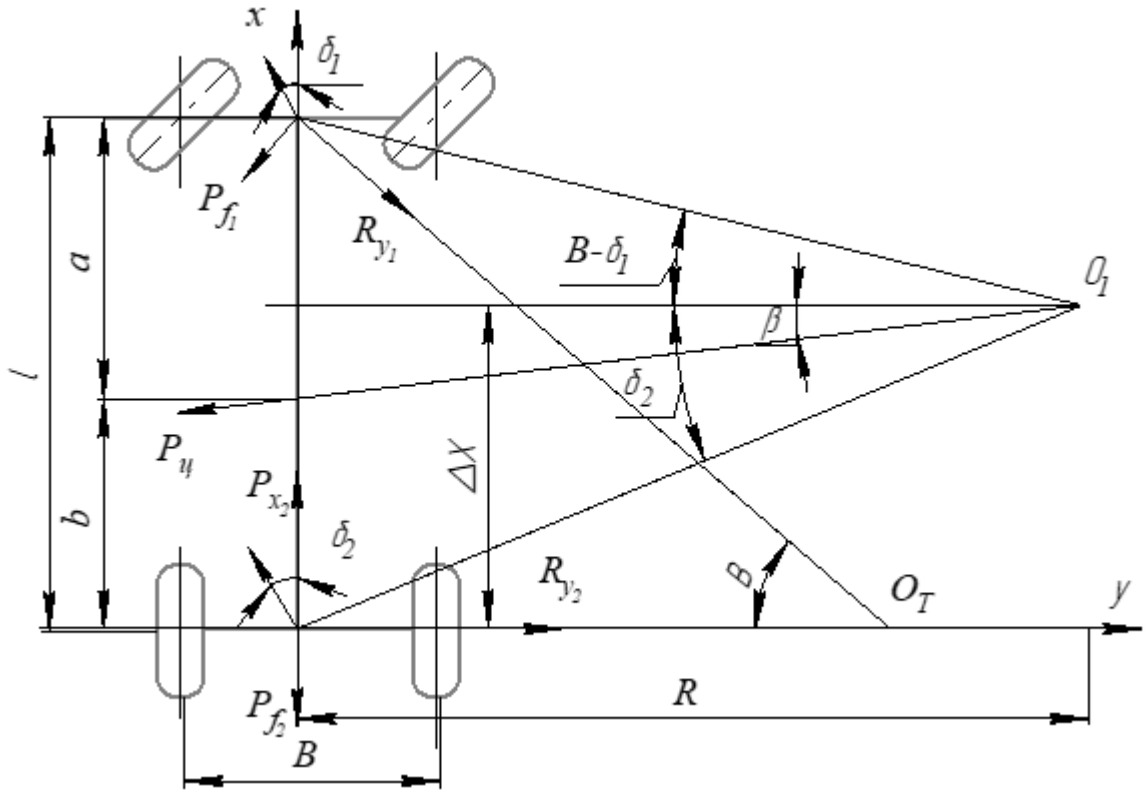
–стабилизация управляемых колес;

–автоколебания управляемых колес.

Критической скоростью по условиям управляемости называют максимальную скорость криволинейного движения автомобиля (рисунок 23) без поперечного проскальзывания управляемых колес:

$$\upsilon_{упр} = \sqrt{\left(\sqrt{\varphi_y^2 - f^2 / tg\theta - f}\right) L \cdot g \cdot \cos\theta}, \qquad (52)$$

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



P_{x2} – сила тяги колес задней оси; P_{f1} и P_{f2} – соответственно сила сопротивления качению передней и задней оси; R_{y1} и R_{y2} – поперечная реакция колес соответственно передней и задней осей; q – угол поворота управляемых колес; L – база автомобиля; ΔX – смещение центра поворота; R – радиус поворота; d_1 и d_2 – соответственно углы увода колес передней и задней оси.

Рисунок 23 - Схема сил, действующих на автомобиль при криволинейном движении

При достижении критической скорости $V_{упр}$ движения на повороте управляемые колеса проскальзывают в поперечном направлении и дальнейшее увеличение угла поворота управляемых колес не меняет направления движения. При увеличении угла q критическая скорость $V_{упр}$ уменьшается. При высоком коэффициенте сцепления j_y автомобиль сохраняет управляемость на кривых

малых радиусов. При малых значениях j_y (обледенелое покрытие) или высоком коэффициенте сопротивления качению (песок, рыхлый снег) значения коэффициентом j_y и f сближаются, что приводит к снижению критического значения скорости.

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

Поворачиваемость – свойство транспортного средства с эластичными шинами двигаться по траектории, определяемой положением управляемых колес.

При криволинейном движении в результате действия поперечной силы качение колеса автомобиля в силу своих эластичных свойств сопровождается уводом, т. е. качением колеса под некоторым углом к плоскости вращения колеса. Угол, образуемый вектором скорости центра колеса с плоскостью его вращения, называется углом увода d (рисунок 24). Увод может быть вызван также наклоном управляемых колес к вертикальной плоскости (развалом) или углом к направлению движения (схождением).

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

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

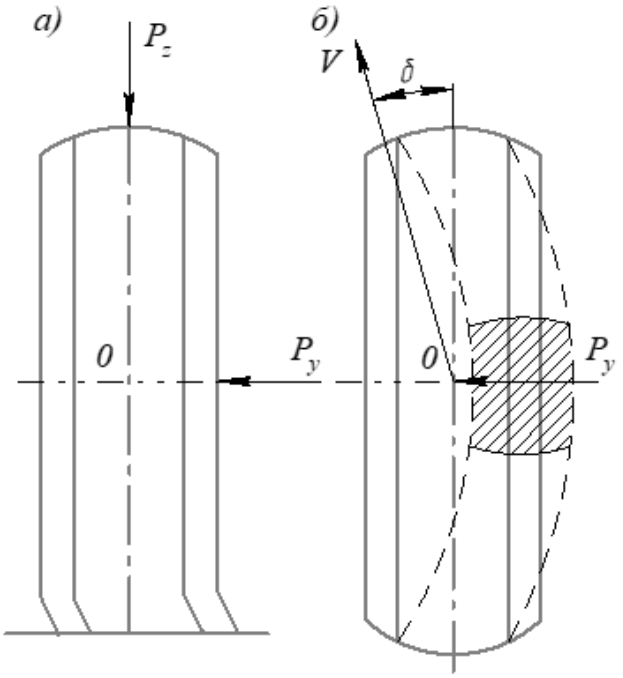
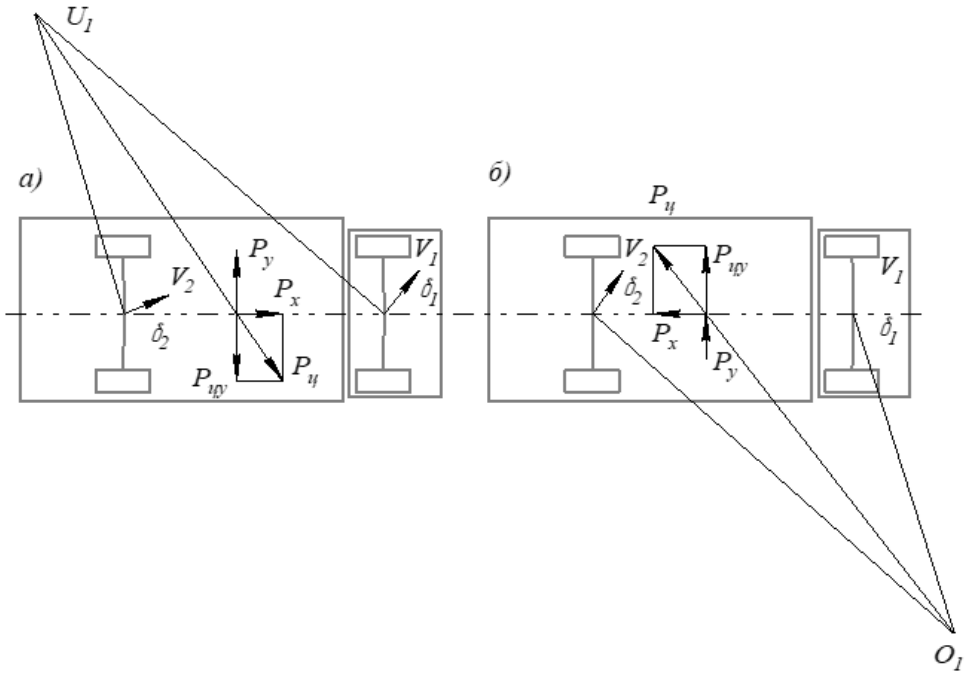


Рисунок 24 - Увод колеса: а – вид спереди; б – вид сверху



u_1, u_2 – соответственно векторы скоростей передней и задней оси; а – недостаточная поворачиваемость; б – избыточная поворачиваемость

Рисунок 25 - Соотношение углов увода колес автомобилей с разной поворачиваемостью

Необходимое соотношение углов поворота управляемых колес достигается конструкцией рулевого привода. При криволинейном движении ввиду того, что внутренние и внешние управляемые колеса описывают кривые разного радиуса, внутренние по отношению к центру поворота колеса должны быть по-

вернуты на больший угол $q_в > q_н$, что достигается конструкцией рулевой трапеции. Строго говоря с увеличением скорости движения и изменением радиуса кривизны должно автоматически меняться соотношение углов поворота управляемых колес. Однако из-за значительного усложнения конструкции рулевой привод с автоматически меняющимся соотношением углов поворота управляемых колес не применяется.

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

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

При оценке устойчивости и управляемости АТС проводят следующие виды испытаний:

1. Испытания "усилие на рулевом колесе" предназначены для определения усилий, которые должен прилагать водитель для поворота управляемых колес (таблица 12).

2. Испытания "стабилизация" предназначены для определения параметров, характеризующих самовозврат управляемых колес и рулевого колеса в нейтральное положение.

3. Испытания "опрокидывание на стенде" проводят с целью определения показателей поперечной устойчивости против опрокидывания при наклоне платформы стенда до величины, при которой наблюдается отрыв колес одной

стороны одиночного АТС или колес одной стороны одного из звеньев седельного автопоезда от опорной поверхности.

Таблица 12 - Значения усилия на рулевом колесе автомобиля

Категория АТС	**Усилие на рулевом колесе, Н, не более**			
	неподвижный автомобиль		**движущийся автомобиль**	
	без рулевого усилителя	**с рулевым усилителем**	**с исправным рулевым управлением**	**при отказе усилителя**
M_1	200	60	150	300
M_2	250	60	150	300
M_3	350	250	200	450
N_1	300	180	200	300
N_2	350	180	250	400
N_3	350	250	200	450 <*>
<*> Для грузовых автомобилей с двумя или большим числом мостов (осей) с управляемыми колесами допускается 500 Н.				

4. Испытания "рывок руля". При испытаниях производят максимально быстрый, с угловой скоростью не менее 400°/с, поворот рулевого колеса в заданное положение. Рулевое колесо удерживают в этом положении до начала установившегося кругового движения или, если криволинейное движение не становится установившимся, в течение 3 с.

5. Испытания "поворот" и "переставка". Испытания проводят с целью определения показателей, характеризующих управляемость и устойчивость АТС в критических режимах движения. Испытания "поворот $R_п$ = 35 м" предназначены для определения максимальной скорости маневра при входе в поворот (нормативное значение скорости выполнения манёвра для АТС категории M_1=72 км/ч). Испытания "переставка $S_п$ = 16 м", "переставка $S_п$ = 20 м" (нормативное значение скорости выполнения манёвра для АТС категории M_1=83 км/ч) предназначены для определения максимальной скорости маневра при смене полосы движения на ограниченном участке пути.

6. Испытания "прямая" предназначены для определения средней угловой скорости корректирующих поворотов рулевого колеса. Коридор для испытания "прямая" длиной не менее 400 м ограничивают по ширине установкой элемен-

тов разметки с интервалом 20 - 25 м. На расстоянии 50 м до первого элемента и 50 м после последнего элемента разметки коридора устанавливают дополнительно еще по два элемента в виде ворот той же ширины, что и коридор, чтобы обозначить вход в коридор и выход по прямой. При испытаниях выполняют испытательные заезды в размеченном коридоре без выхода АТС за его границы. АТС испытывают при скоростях: 80 км/ч - для категории N, в том числе с прицепом; 70 км/ч - для категории M; 60 км/ч - для остальных категорий, в том числе с прицепами.

7. Испытания "пробег". Цель испытаний - оценка значений показателей управляемости и устойчивости, а также определение допустимой скорости движения испытуемого АТС на дорогах общего пользования.

Контрольные вопросы

1. Требования к управляемости и устойчивости?
2. Дайте определение понятию управляемость?
3. Дайте определение понятию устойчивость?
4. Какую различают устойчивость?
5. Какую различают управляемость?
6. Измерители и показатели устойчивости?
7. Измерители и показатели управляемости?
8. Что такое увод колеса?
9. Какие испытания проводят при оценке устойчивости и управляемости?

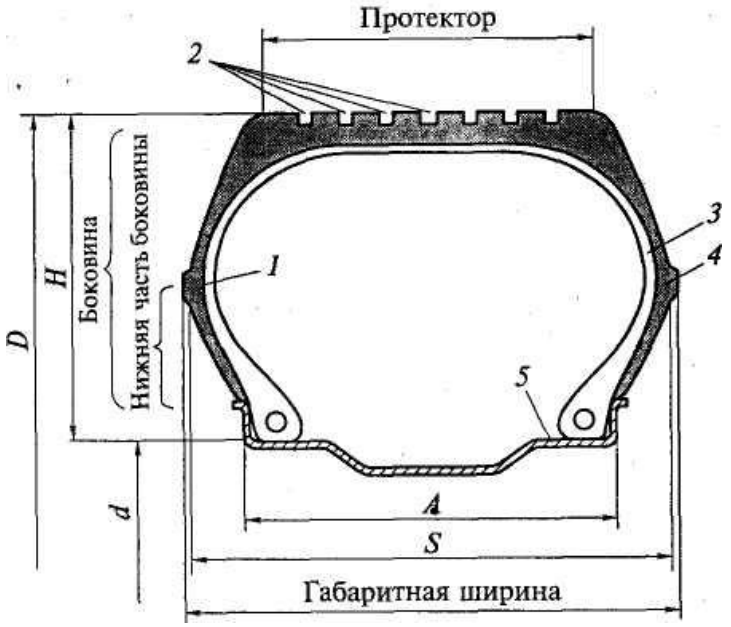
7. Влияние автомобильных шин на активную безопасность автомобиля

Предписаниями Правил ЕЭК ООН регламентируются требования:

– для новых шин для легковых и грузовых автомобилей (Правила № 30 и 54). Правила № 30 ЕЭК ООН регламентируют технические требования к новым пневматическим шинам для легковых автомобилей индивидуального пользования и их прицепов; они не распространяются на шины, предназначенные: для оборудования автомобилей старых моделей, автомобилей для спортивных соревнований, движения со скоростями свыше 300 км/ч;

– шин с восстановленным протектором легковых и грузовых автомобилей (Правила № 108 и 109);

– запасных колес легковых автомобилей (Правила № 64). Нормативы регламентируют требования к функциональным свойствам шин и колес. Для оценки шин и колес используются геометрические параметры и прочностные (нагрузочно-скоростные) характеристики.



1 – каркас; 2 – канавки протектора; 3 – корд; 4 – слой; 5 – борт; A – ширина обода; D – наружный диаметр; H – высота профиля; S – ширина профиля; d – номинальный диаметр обода

Рисунок 26 - Геометрические параметры шины

Основные характеристики типа шины – геометрические параметры (рисунок 26) шины (обозначение размера шины – маркировка), категория использования, конструкция, категория скорости, индекс несущей способности.

Основные конструктивные элементы и параметры шины:

1. борт – элемент шины, форма и конструкция которого позволяют ему прилегать к ободу и удерживать на нем шину;

2. корд – нити, образующие ткань слоев в шине;

3. слой – зона, образованная прорезиненным кордом, слои которого расположены параллельно друг другу;

4. каркас – часть шины, иная чем протектор и резина боковины, которая при накачанной шине воспринимает нагрузку;

5. протектор – часть шины, соприкасающаяся с грунтом; эта часть защищает каркас от механических повреждений и способствует обеспечению сцепления колеса с грунтом;

6. боковина – часть шины, расположенная между протектором и юной, покрываемой закраиной обода;

7. нижняя часть боковины – зона, расположенная между максимальным сечением шины и зоной, покрываемой закраиной обода;

8. канавки протектора – пространство между двумя соседними выступами и/или шашками рисунка протектора;

9. ширина профиля (S) – линейное расстояние между наружными боковинами накачанной шины, не включая выступов, образуемых надписями (маркировкой), декоративными или защитными швами и защитным рифлением;

10. габаритная ширина – линейное расстояние между наружными боковинами накачанной шины, включая надписи (маркировку), декоративные или защитные швы и защитные рифления;

11. наружный диаметр (D) – габаритный диаметр новой накачанной шины;

12. высота профиля (H) – расстояние, равное половине разницы между наружным диаметром шины и номинальным диаметром обода;

13. обод – основание для покрышки с камерой или для бескамерной шины, на которое опираются борта шины;

14. номинальный диаметр обода (d) – диаметр обода, на котором монтируется шина;

15. ширина обода (A) – ширина измерительного обода, указанная заводом-изготовителем в техническом описании.

По категории использования шины различаются следующим образом:

нормальная шина – шина, предназначенная для нормального повседневного использования на дороге;

шина специального назначения – шина, предназначенная для смешанного использования как на дороге, так и вне дорог либо для использования в иных специальных целях;

зимняя шина – шина, у которой рисунок протектора, состав или конструкция протектора рассчитаны главным образом для обеспечения более высокой проходимости по снегу, чем в случае использования нормальной шины, с точки зрения ее способности приводить в движение транспортное средство.

Под **конструкцией шины** подразумеваются технические характеристики каркаса шины. Различаются, в частности, следующие типы конструкции шин:

шина диагональной конструкции – шина, нити корда которой достигают бортов и располагаются таким образом, что образуют чередующиеся углы, значительно меньшие 90° по отношению к осевой линии протектора;

шина радиальной конструкции – шина, нити корда которой достигают бортов и располагаются под углами, близкими к 90° по отношению к осевой линии протектора, и каркас которой укрепляется по окружности при помощи практически нерастяжимого пояса.

Кроме того, для шин легковых автомобилей и их прицепов, Применяются еще следующие конструкции шин:

шина диагонально-опоясанной конструкции – шина диагонального типа, в которой каркас стягивается поясом, состоящим из двух или более слоев прак-

тически нерастяжимого корда, образующего чередующиеся углы, близкие к углам каркаса;

усиленная или повышенной несущей способности – конструкция шины, каркас которой является более прочным, чем каркас соответствующей стандартной шины;

запасная шина временного пользования – шина, отличающаяся от обычной шины и предназначенная для временного использования в ограниченных условиях движения;

запасная шина временного пользования типа Т – шина временного пользования, предназначенная для эксплуатации при более высоком внутреннем давлении, чем в стандартных или усиленных шинах.

Категория скорости – это указанная при помощи условного обозначения скорость, при которой шина может выдерживать нагрузку, определяемую соответствующим индексом несущей способности (таблица 13).

Таблица 13 - Обозначения категории скорости для транспортных средств всех категорий

Обозначение категории скорости	**Максимальная скорость, км/ч**	**Обозначение категории скорости**	**Максимальная скорость, км/ч**
F	80	R	170
G	90	S	180
J	100	T	190
K	110	U	200
L	120	H	210
M	130	V	240
N	140	W	270
P	150	Y	300
Q	160		

Индекс несущей способности – одно или два числа, указывающие нагрузку, которую может выдержать одиночная или одиночная и сдвоенная шина при скоростях, соответствующих данной категории скорости, и при эксплуатации в соответствии с предписаниями завода-изготовителя, регламентирующими использование шины; данный тип шины может иметь одну или несколько групп индексов несущей способности.

Технические требования

Предписания Правил регламентируют:

•требования к геометрическим параметрам шины;

•требования к прочности шины;

•требования к маркировке шины.

Требования к параметрам шины – ширину профиля шины рассчитывают по следующей формуле:

$$S = S_1 + K(A - A_1) \quad (53)$$

где S – ширина профиля, мм, измеренная на измерительном ободе, т.е. линейное расстояние между наружными боковинами накачанной шины, не включая выступов, образуемых надписями (маркировкой), декоративными или защитными швами или защитным рифлением; S_1 – номинальная ширина профиля, мм, указанная на боковине шины в ее обозначении в соответствии с предписаниями; A – ширина измерительного обода, указанная заводом-изготовителем в техническом описании, мм; A_1 – ширина теоретического обода, мм.

Для A_1 принимается значение S_1, умноженное на коэффициент x, установленный заводом-изготовителем, а для K – значение 0,4 (для шин, определяемых по «шине, соответствующей конфигурации обода», параметры A и K принимаются равными 0,6). Наружный диаметр шины рассчитывают по следующей формуле:

$$D = d + 2H \quad (54)$$

где D – наружный диаметр, мм, т.е. габаритный диаметр новой накачанной пневматической шины; d – условное число, характеризующее номинальный диаметр обода и соответствующее его диаметру, выраженное либо в условных единицах (число меньше 100), либо в миллиметрах (числа больше 100), могут также быть проставлены оба эти числа; H – номинальная высота профиля, мм, равная $S_1 * 0{,}01R_a$, т.е. расстояние, равное половине разницы между наружным диаметром шины и номинальным диаметром обода; S_1 – номинальная ширина профиля, мм; R_a – номинальное отношение высоты профиля к его ширине.

Размеры шин должны измеряться в соответствии со следующим методом.

Шину надевают на измерительный обод, указанный заводом-изготовителем как измерительный (испытательный) обод, и накачивают до давления, указанного заводом-изготовителем как давление при измерении и индекс испытательного давления.

Смонтированную на ободе шину выдерживают в течение не менее 24 ч при комнатной температуре. Давление регулируют по величине, указанной заводом-изготовителем.

Габаритную ширину шины измеряют при помощи кронциркуля с учетом толщины защитных выступов или полос в шести точках, расположенных на одинаковом расстоянии друг от друга; в качестве габаритной ширины принимают максимально измеренную ширину.

Наружный диаметр рассчитывают на основе максимальной длины окружности.

Габаритная ширина шины может быть меньше ширины профиля, а также она может превышать эту величину:

– для шин радиальной конструкции – на 4 %;

– шин диагональной конструкции легковых автомобилей и их прицепов, регламентируемых Правилами № 30, – на 6 %;

– шин диагональной (диагонально-переплетенной) конструкции транспортных средств, регламентируемых Правилами № 54, – на 8%.

Наружный диаметр шины должен быть в пределах величин D рассчитанных по следующим формулам:

$$D_{min} = d + (2H * a), \quad (55)$$

$$D_{max} = d + (2H * b), \quad (56)$$

где H = 0,5(D - d) для размеров, перечень которых приведен в приложениях к Правилам № 30, 54; для других размеров, не перечисленных в соответствующих приложениях, значения H и d определяются, как указано ранее.

Коэффициенты a и b соответственно равны:

- a = 0,97;

- для шин обычного назначения радиальной конструкции b = 1,04, для шин диагональной конструкции b = 1,07;

- для шин специального назначения радиальной конструкции b = 1,06, для шин диагональной конструкции b = 1,09.

Для зимних шин габаритный диаметр (D_{max}), определяемый в соответствии с указанной ранее формулой, может быть превышен на 1 %.

Требования к прочности шины и методы ее оценки применяют с целью определения пригодности шины для использования в предполагаемых условиях эксплуатации, шину подвергают испытаниям на нагрузку/скорость (испытания на прочность).

Новую шину надевают на испытательный обод, указанный заводом-изготовителем. При испытании шины с камерой используют новую камеру в комплекте, состоящем из камеры, клапана и ободной ленты (в случае необходимости). Шину накачивают до давления, соответствующего индексу давления, указанного заводом-изготовителем. Смонтированную на ободе шину выдерживают при температуре помещения, в котором производят испытание, в течение не менее трех часов. Давление в шине вновь доводится до величины, соответствующей индексу давления, указанному заводом-изготовителем.

Смонтированную на ободе шину устанавливают на испытательную ось и приводят в соприкосновение с наружной поверхностью гладкого испытательного ведущего барабана диаметром (1,70±0,017) или (2,0±0,02) м, поверхность которого имеет по меньшей мере такую же ширину, как и протектор шины.

К испытательной оси прилагается нагрузка в процентах от нагрузки, соответствующей индексу несущей способности:

– 80 % от показателя максимальной нагрузки, соответствующего индексу несущей способности шин, относящихся к категориям скорости L...Y (для шин легковых автомобилей и их прицепов);

– 90 % при испытаниях на испытательном барабане диаметром (1,70±0,017) м или 92 % при испытаниях на испытательном барабане диаметром (2,0 ±0,02) м от показателя максимальной нагрузки, соответствующего ин-

дексу несущей способности шин, относящихся к категориям скорости P, Q и выше (для шин всех других транспортных средств).

На протяжении всего периода испытания давление в шине не должно регулироваться, а испытательная нагрузка должна оставаться постоянной на протяжении каждого из трех этапов испытания.

Во время проведения испытания температура в помещении должна поддерживаться в диапазоне.20...30 °С.

Испытание на прочность выполняют без перерывов в соответствии со следующими указаниями:

– первоначальная скорость при испытании – скорость, соответствующая обозначению категории скорости минус 40 км/ч при использовании испытательного барабана диаметром (1,70±0,017) м или минус 30 км/ч при использовании испытательного барабана диаметром (2,0 ±0,02) м (для шин легковых автомобилей и их прицепов); минус 20 км/ч (для всех других шин);

– время для достижения первоначальной скорости – 10 мин;

– продолжительность первого этапа – 10 мин;

– вторая скорость при испытании – скорость, соответствующая обозначению категории скорости минус 10 км/ч;

– продолжительность второго этапа – 10 мин;

– конечная скорость при испытании – скорость, соответствующая обозначению категории скорости;

– продолжительность конечного этапа – 30 мин. Общая продолжительность испытания не более 1 ч.

Для шин категории скорости Y продолжительность испытания равняется 20 мин на первом этапе и 10 мин – на последнем этапе.

Шину считают выдержавшей испытание на прочность, если после испытания на ней не наблюдается отделения протектора (отделения протектора от каркаса), отделения слоев (отслоения друг от друга соседних слоев), отделения корда (отделения корда от его резинового покрытия), отрывов или разрывов корда (отделения кусков резины от протектора).

Наружный диаметр шины, измеренный через 6 ч после испытания на прочность в зависимости от нагрузки/скорости, не должен отличаться более чем на ±3,5 % от наружного диаметра, измеренного до испытания.

На шинах легковых автомобилей и их прицепов должно быть, по крайней мере, шесть поперечных рядов индикаторов износа, т.е. выступов внутри канавок протектора, предназначенных для визуального определения степени его износа, расположенных приблизительно на равных расстояниях друг от друга в основных канавках протектора, т.е. широких канавках, расположенных в центральной части протектора, которые охватывают приблизительно три четверти ширины протектора. Эти индикаторы износа должны быть такими, чтобы их нельзя было спутать с резиновыми перемычками между ребрами или блоками протектора.

Однако для шин таких размеров, которые пригодны для монтирования на ободах с номинальным диаметром не более 12", допускается четыре ряда индикаторов износа протектора.

Индикаторы износа протектора должны служить средством определения с точностью до +0,6/-0,0 мм с момента, когда глубина канавок протектора не превышает 1,6 мм.

Высота индикаторов износа протектора определяется путём измерения разницы со стороны поверхности протектора между глубиной протектора в верхней точке индикатора износа и глубиной протектора вблизи боковины в основании индикатора протектора.

Требования к маркировке шин: на шинах должна быть нанесена маркировка (в случае симметричных шин на обеих боковинах, в случае асимметричных шин, по крайней мере, на их наружной боковине).

Маркировка шин должна содержать:

• фабричную или торговую марку шины;

• обозначение размера шины;

• указание конструкции (для шин диагональной конструкции маркировка не обязательна либо указывается буква D; для шин радиальной конструкции

указывается буква R перед указанием диаметра обода и факультативно слово RADIAL (РАДИАЛЬНАЯ); для шин диагонально-опоясанной конструкции ставится буква B перед маркировкой диаметра обода и слова BIAS BELTED; для шин радиальной конструкции, предназначенных для скоростей выше 240 км/ч буква R может быть заменена на ZR;

• обозначение (или обозначения в соответствующих случаях) категории скорости;

• надпись M + S или M.S, или M&S в случае зимней шины;

• индекс несущей способности;

• слово TUBELESS (БЕСКАМЕРНАЯ) - для бескамерной шины;

• слово REINFORCED или EXTRA LOAD для усиленной шины;

• дату изготовления, состоящую из четырех цифр, из которых первые две указывают неделю, а две последние – год изготовления;

• условный знак «u» диаметром не менее 20 мм или слово REGROOVABLE (ВОССТАНАВЛИВАЕМАЯ) наносится рельефными или выдавленными буквами на каждой из боковин шин, которые могут быть восстановлены;

• давление в шине, которое должно поддерживаться во время испытаний по определению прочности в зависимости от нагрузки скоростей, при помощи индекса PSI;

• надпись ET или ML, или MPT для шин специального назначения;

• буквы C или LT, или CP после маркировки диаметра обода и после обозначения шины, соответствующей конфигурации обода;

• надпись FRT (свободно крутящиеся шины) для шин, которые предназначены конкретно для эксплуатации на прицепах.

Схема маркировки, которая должна наноситься на шины, приведена на рисунке 27.

Рисунок 27 - Схема маркировки шины

Таблица 14 – Величина высоты маркировки

Размер	Минимальная высота маркировок, мм	
	шин с номинальным диаметром обода < 508 мм (код 20) либо с номинальной шириной профиля < 235 мм (код 9)	**шин с номинальным диаметром обода > 508 мм (код 20) либо с номинальной шириной профиля > 235 мм (код 9)**
b	**6**	**9**
c	**4**	
d	**6**	

Пояснение, к примеру, приведенному на схеме маркировки, определяющей шину:

• имеющую номинальную ширину профиля 255 мм;

• имеющую номинальное отношение высоты профиля к его ширине, равное 70;

• имеющую радиальную конструкцию (R);

• имеющую номинальный диаметр обода 572 мм, соответствующий коду 22,5;

• имеющую несущую способность 3 150 кг для одиночной и 2 900 кг для сдвоенной шины, соответствующую индексам нагрузки 148 и 145 в соответствии с предписаниями Правил № 54;

• рассчитанную на исходную скорость 100 км/ч, соответствующую обозначению категории J;

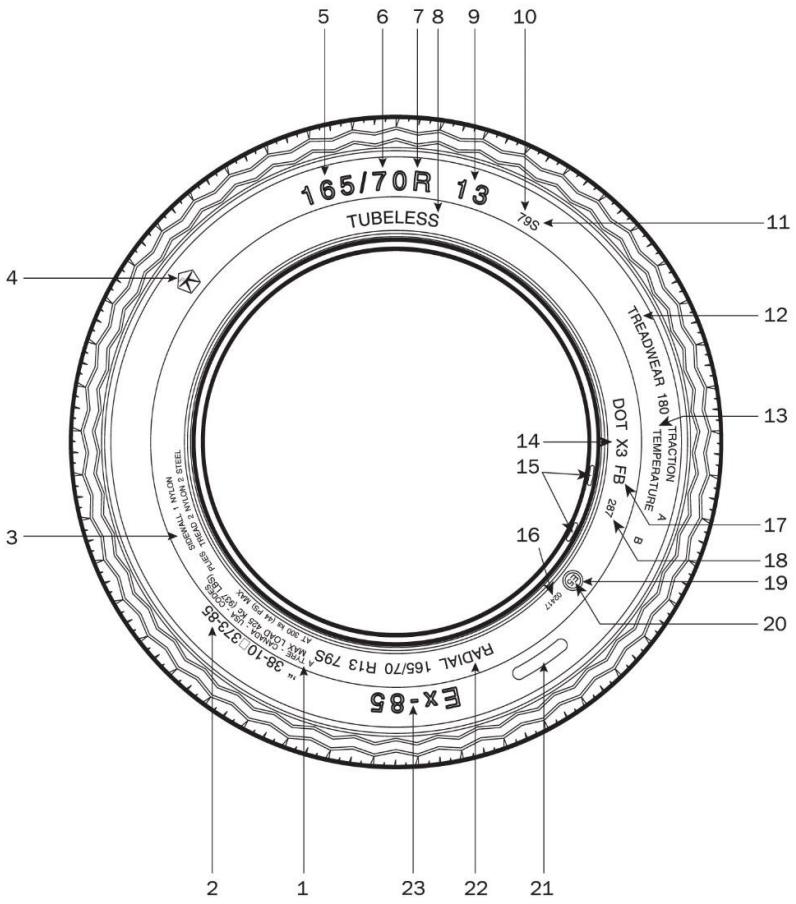
• предназначенную для использования, кроме того, на скорости 120 км/ч (категория скорости L) с несущей способностью 3 000 кг для одиночной и 2 725 кг для сдвоенной шины, соответствующую индексам нагрузки 146 и 143 в соответствии с предписаниями Правил № 54;

• пригодную для установки без камеры: TUBELESS (БЕСКАМЕРНАЯ);

• принадлежащую к категории использования «зимняя шина»: M + S;

• изготовленную в течение двадцать пятой недели 2003 г.;

• предназначенную для накачивания до давления 620 кПа при испытании на прочность в зависимости от нагрузки/скорости; для нее обозначение PSI = 90.



1 – максимальная нагрузка и давление (по стандарту США); 2 – номер ТУ; 3 – количество слоев и тип кода каркаса и брекера; 4 – государственный знак высшей категории качества (до 1992 г.); 5 – ширина профиля; 6 – серия «70» (отношение Н/В); 7 – обозначение радиальной шины; 8 – обозначение бескамерной шины; 9 – диаметр обода (13"); 10 – индекс грузоподъемности; 11 – индекс скорости («S» – до 180 км/ч); 12 – условное обозначение износостойкости шины (по стандарту США); 13 – условное обозначение показателей термостойкости шины (по стандарту США); 14 – условное обозначение кода завода (по стандарту США); 15 – номер сборщика (15); 16 – номер сертификата официального утверждения не соответствие шин Международным правилам № 30 ЕЭК ООН (1247); 17 – условное обозначение кода размера (по стандарту США); 18 – дата изготовления (28неделя 1987 г.); 19 – знак официального утверждения шины на соответствие Международным правилам № 30 ЕЭК ООН (Е); 20 – условный номер страны, выдавшей сертификат утверждения (5 – Швеция); 21 – серийный порядковый номер шины; 22 – радиальная шина; 23 – наименование модели.

Рисунок 28 – Обозначения на шинах российского и европейского производства

Правила № 64 ЕЭК ООН устанавливают технические требования к транспортным средствам категории M_1 (легковые автомобили), оборудованным запасными колесами для временного пользования (т.е. колесом, которое предназначено для замены стандартного колеса в сборе в случае выхода из строя последнего).

Запасное колесо для временного пользования – это колесо, отличающееся от стандартного колеса, устанавливаемого на данный тип транспортного средства, может быть следующих категорий:

– категория 1 - колесо в сборе, состоящее из обода, соответствующего ободу стандартного колеса в сборе, и шины, которая отличается по основным характеристикам (например, размеры, конструкция) от стандартной шины; колесо в сборе предназначено для хранения на транспортном средстве с шиной, накачанной до давления, указанного для временного пользования;

– категория 2 - колесо в сборе, состоящее из обода и шины, которые отличаются по основным характеристикам от стандартного колеса в сборе, и предназначенное для хранения на транспортном средстве с шиной, накачанной до давления, указанного дня временного пользования;

– категория 3 - колесо в сборе, состоящее из обода, соответствующего ободу стандартного колеса в сборе, и шины, которая отличается по основным характеристикам от шины стандартного I колеса в сборе, и предназначенное для хранения на транспортном средстве в ненакачанном состоянии;

– категория 4 - колесо в сборе, состоящее из обода и шины, которые отличаются по основным характеристикам от стандартного колеса в сборе, и предназначенное для хранения на транспортном средстве с ненакачанной шиной.

Технические требования

Шины, предназначенные для использования в качестве части запасных колес в сборе для временного пользования, должны отвечать требованиям Правил № 30 ЕЭК ООН.

Несущая способность запасного колеса в сборе для временного пользования, для транспортных средств, имеющих не менее четырех колес, должна составлять не менее половины наивысшей максимальной нагрузки на ось транспортного средства, если колесо предназначено для использования на конкретной оси, то несущая способность должна составлять не менее половины максимальной нагрузки на эту ось.

Расчетная минимальная скорость временно используемого колеса в сборе должна составлять 120 км/ч.

Запасное колесо в сборе для временного пользования должно иметь следующие характеристики:

– на наружной стороне колеса в заметном месте с помощью нестираемых букв высотой не менее 4 мм, нанесенных контрастным цветом, должна быть указана следующая информация (на одном из официальных языков ООН, а также на языке страны, и которой зарегистрировано транспортное средство):

ВНИМАНИЕ! ТОЛЬКО ДЛЯ ВРЕМЕННОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ МАКСИМАЛЬНАЯ СКОРОСТЬ 80 КМ/Ч ПРИ ПЕРВОЙ ВОЗМОЖНОСТИ ЗАМЕНИТЬ НА СТАНДАРТНОЕ КОЛЕСО ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕ ЗАКРЫВАТЬ ДАННУЮ НАДПИСЬ

– если использование запасного колеса в сборе для временного пользования ограничено его установкой на конкретную ось, то также должна быть указана следующая информация: «Использовать только на передней (задней) оси»;

– при установке на ТС наружная сторона колеса и/или шины для временного пользования должна иметь окраску, заметно отличающуюся от окраски серийного колеса в сборе; если на временно используемом колесе в сборе может быть установлен колпак, то он не должен закрывать отличительную окраску;

– ТС, которые могут быть оборудованы запасными колесами в сборе для временного пользования, должны испытываться на торможение с использованием рабочего тормоза при начальной скорости 80 км/ч при отсоединенном двигателе (тормозные характеристики определяются по формуле в соответствии с Правилами № 13 ЕЭК ООН для данной категории ТС);

– руководство по эксплуатации транспортного средства, которое может быть оборудовано запасными колесами в сборе для временного пользования, должно содержать следующую дополнительную информацию:

• о необходимости осторожно управлять ТС с установленным запасным колесом и о необходимости при первой возможности установить стандартное колесо;

• о недопустимости эксплуатации ТС с установленным на нем более чем одним запасным колесом в сборе для временного пользования;

• четкое указание давления в шине, установленного заводом-изготовителем ТС для данного типа колеса в сборе для временного пользования;

• на транспортных средствах, оборудованных колесом в сборе для временного пользования категории 3 или 4, должно иметься приспособление, позволяющее производить накачку шины до давления, определяемого для временного пользования, в течение не более 5 мин.

Методы испытаний запасных колёс

Испытания проводят с целью определения возможности оборудования данного ТС запасными колесами определенной категории. Испытания проводят при следующих условиях:

– участок, на котором проводят испытание, должен быть горизонтальным и иметь покрытие, обеспечивающее хорошее сцепление;

– испытания следует проводить при отсутствии ветра, который может повлиять на их результаты;

– ТС должно быть нагружено до полной массы;

– нагрузка на ось, обусловленная загрузкой ТС, должна быть пропорциональна максимальной нагрузке на ось;

– шины должны быть накачаны до давления, рекомендуемого заводом-изготовителем для данного ТС;

– сила давления на педаль не более 500 Н.

Испытание проводят с использованием запасного колеса в сборе для временного пользования, которое поочередно устанавливают вместо переднего или заднего колеса. Но, если запасное колесо в сборе для временного пользования предназначено для использования только на одной конкретной оси, то ис-

пытание следует проводить лишь с запасным колесом, установленным на данной оси.

Предписываемая эффективность торможения должна быть достигнута без блокировки колес. При этом не должно происходить отклонения ТС от намеченной линии движения, чрезмерной вибрации, чрезмерного износа шины в ходе испытаний и чрезмерной коррекции движения транспортного средства с помощью рулевого управления.

Безопасные шины

Сегодня практически все водители вынуждены возить с собой запасное колесо и инструменты для его замены, которые обладают определенным весом и занимают место в автомобиле. Некоторые производители комплектуют свои автомобили малоразмерными запасными колесами, так называемыми докатками (рисунок 29), имеющими небольшой вес и габариты и позволяющими с небольшой скоростью доехать до места ремонта.

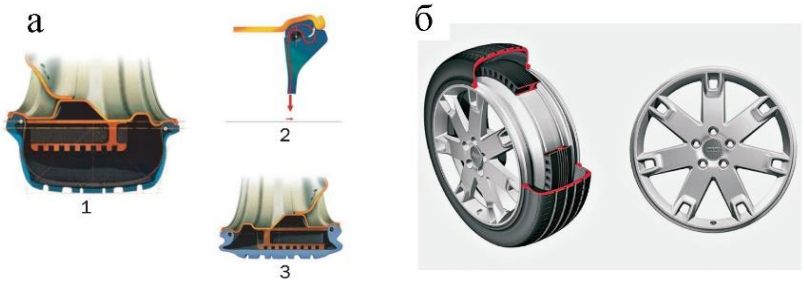
Рисунок 29 – Запасное колесо «докатка»

Тем не менее многие водители предпочитают возить с собой полноразмерные запасные колеса. В настоящее время также появились специальные шины, которые позволяют обойтись без запасного колеса.

В течение многих лет ведущие производители шин делали попытки создания шин, которые не боятся проколов. Некоторые производители (Goodyear, Michelin) выпускали бескамерные шины с несколькими герметизирующими слоями, которые очень медленно выпускали воздух в случае небольших повреждений. Другие (Dunlop, Continental) устанавливали внутри шины специальные капсулы, которые при смятии шины в результате выхода воздуха разрушались и выделяли герметизирующий состав и газ, который накачивал шину. Суще-

ствуют и другие варианты безопасных конструкций шин и устройств для быстрого ремонта поврежденных шин.

Компания Michelin разработала безопасную шину «PAX» (рисунок 30), которая действительно не боится проколов и дает возможность автомобилю двигаться на проколотой шине около 160 км со скоростью до 88 км/ч, сохраняя управляемость и устойчивость. Этого, как правило, достаточно для того, чтобы добраться до ремонтной мастерской.



1-профиль шины и обода; 2-конструкция борта шины обеспечивает плотное прижатие к полке обода; 3-в спущенном состоянии шина опирается на усиленное кольцо

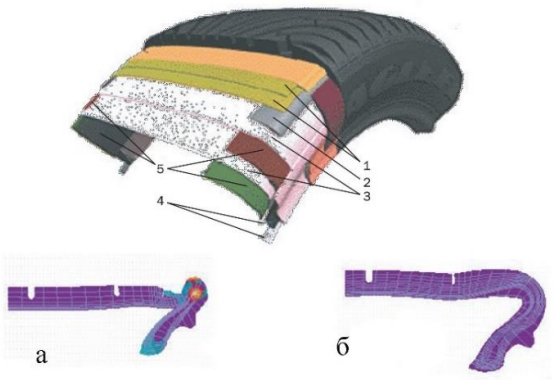
Рисунок 30 - Шины «PAX» компании Michelin

Кроме повышенной безопасности шина «PAX» обладает меньшим сопротивлением качению и меньшей деформацией при действии боковых сил, что улучшает показатели устойчивости и управляемости автомобиля. Бортовая часть шины имеет специальную конструкцию, за счет которой шина прочно удерживается на ободе. Обод колеса, предназначенного для шины «PAX», несимметричен и не может использоваться для стандартных шин. Обод имеет плоское металлическое кольцо, покрытое эластичным материалом. Кольцо располагается внутри смонтированной на ободе шины и при выходе из неё воздуха обеспечивает необходимую опору

К недостатку шины «PAX» следует отнести то, что она требует нестандартный обод, а для ее монтажа необходимо специальное оборудование. Тем не менее, некоторые серийные автомобили комплектуются такими шинами.

Компания Goodyear выпускает шину EMT (Extended Mobility Tire – шина повышенной мобильности). Шина EMT (рисунок 31) внешне мало отличается от обычной и может устанавливаться на стандартный обод. При проколе воздух

из шины выходит, но она поддерживается в рабочем состоянии за счет особой конструкции. В плечевой зоне шины, боковине и брекере имеются специальные вставки из синтетического материала, которые не позволяют шине складываться и разрушаться от нагрева.



1 — слои брекера; 2 — дополнительная вставка в плечевой зоне; 3 — каркас шины; 4 — бортовое кольцо; 5 — слои в каркасе; а — складывание обычной шины; б — складывание шины EMT

Рисунок 28 - шина повышенной мобильности EMT

Рисунок 29 - Система производства компании Siemens постоянно контролирует давление воздуха в шинах посредством датчиков, установленных в колёсах.

Водитель автомобиля, оборудованного безопасными шинами, может не заметить прокола, поэтому производители таких шин требуют, чтобы на автомобили устанавливались системы, предупреждающие водителя о падении давления в шинах (рисунок 32). Некоторые автомобили уже комплектуются этими системами, а с ноября 2006 г. все легковые автомобили, выпускаемые в США, оборудованы ими в обязательном порядке.

Увеличить безопасность и сберечь шины могут не только описанные конструкции, но и системы постоянной подкачки шин. Такие системы успешно используются на некоторых грузовых автомобилях повышенной проходимости, но они имеют довольно сложное устройство и требуют наличия постоянно работающего компрессора. Фирма Cycloid изготавливает небольшие насосы (рисунок 33), которые устанавливаются на ступицу колеса и соединяются шлангом с вентилем шины. Такой насос приводится от вращающейся ступицы колеса и при этом гарантированно поддерживает постоянное давление воздуха в шине.

Пока такие насосы предназначены только для грузовиков, но фирма заявляет о скором выпуске насосов и для легковых автомобилей.

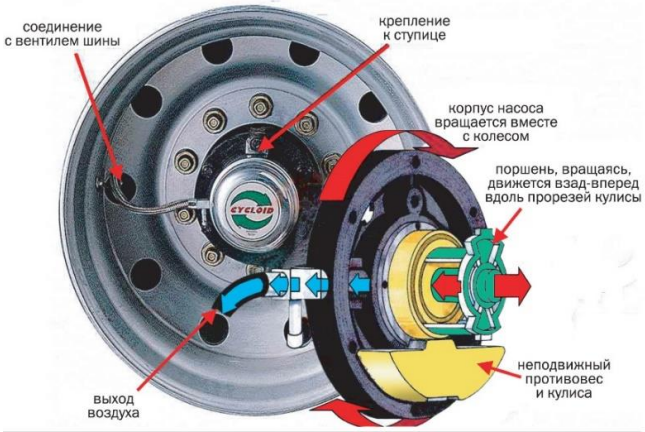


Рисунок 33 - Насос Cycloid

Контрольные вопросы

1. Требования предъявляемые к автомобильным шинам?
2. Геометрические параметры шины?
3. Основные характеристики типа шины?
4. Основные конструктивные элементы и параметры шины?
5. Категория использования шины?
6. Требования к прочности шины и методы ее оценки?
7. Требования к маркировке шин?
8. Какие шины можно назвать безопасными? В чем их конструкционные особенности?

8. Информативное обеспечение транспортного средства

Информативность - свойство автомобиля обеспечивать необходимой информацией водителя и остальных участников движения. Недостаточная информация от других транспортных средств, находящихся на дороге, о состоянии дорожного покрытия и т. д. часто становится причиной аварии.

Рисунок 31 – Информативность транспортного средства

Информативность автомобиля подразделяют на внутреннюю, внешнюю и дополнительную.

Внутренняя обеспечивает возможность водителю воспринимать информацию, необходимую для управления автомобилем.

Она зависит от следующих факторов:

1. Обзорность должна позволять водителю своевременно и без помех получать всю необходимую информацию о дорожной обстановке. Неисправные или неэффективно работающие омыватели, система обдува и обогрева стекол, стеклоочистители, отсутствие штатных зеркал заднего вида резко ухудшают обзорность при определенных дорожных условиях.

2. Расположение панели приборов, кнопок и клавиш управления, рычага переключения скоростей и т. д. должно обеспечивать водителю минимальное время для контроля показаний, воздействий на переключатели и т. п.

Внешняя информативность - обеспечение других участников движения информацией от автомобиля, которая необходима для правильного взаимодействия с ним. В нее входят система внешней световой сигнализации, расположение световозвращателей, звуковой сигнал, размеры, форма и окраска кузова. Информативность легковых автомобилей зависит от контрастности их цвета относительно дорожного покрытия. По статистике, автомобили, окрашенные в черный, серый, зеленый и синий цвета, в два раза чаще попадают в ДТП из-за трудности их различения в условиях недостаточной видимости и ночью. Неисправные указатели поворотов, стоп-сигналы, габаритные огни не позволят другим участникам дорожного движения вовремя распознать намерения водителя и принять правильное решение.

Дополнительная информативность - свойство автомобиля, позволяющее эксплуатировать его в условиях ограниченной видимости: ночью, в тумане и т. д. Она зависит от характеристик приборов системы освещения и других устройств (например, противотуманных фар), улучшающих восприятие водителем информации о дорожно - транспортной ситуации.

Контрольные вопросы

1. Что такое информативность автомобиля?
2. Какую информативность различают?
3. От чего зависит внутренняя информативность?
4. Какую функцию выполняет внешняя информативность автомобиля?
5. Какую функцию выполняет дополнительная информативность автомобиля

Список используемых источников

1. Афанасьев, Л. Л. Конструктивная безопасность автомобиля : учебное пособие для студентов втузов, обучающихся по спец. "Организация дорожного движения" / Л. Л. Афанасьев, А. Б. Дьяков, В. А. Иларионов. - Москва : Машиностроение, 1983. - 212 с. : ил - Текст : непосредственный.

2. Безопасность дорожного движения и основы управления автомобилем в различных условиях : учебное пособие / В. Я. Дмитриев, Г. А. Дрягин, В. В. Метелкин, А. Н. Сафронов ; под редакцией В. Я. Дмитриев. – Омск : Омская академия МВД России, 2010. – 83 с. – ISBN 978-5-88651-490-2. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: https://www.iprbookshop.ru/36019.html (дата обращения: 01.04.2024). – Режим доступа: для авторизир. пользователей.

3. Белокуров В.П. Принятие оптимальных решений в технологии транспортных процессов: Учебное пособие / Белокуров В.П., Белокуров С.В., Денисов Г.А. - Воронеж:ВГЛТУ им. Г.Ф. Морозова, 2013. - 187 с.: ISBN 978-5-7994-0599-1- Текст : непосредственный.

4. ГОСТ 33997- 2016 Колесные транспортные средства. Требования к безопасности в эксплуатации и методы проверки: дата введения 2018-02-01. – Москва: Стандартинформ, 2018. URL: https://docs.cntd.ru/document/1200146241 (дата обращения: 01.04.2024). Доступна на: Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации.

5. ГОСТ Р 41.30-99 Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения шин для автомобилей и их прицепов: дата введения 2000-07-01. – Москва: ГОССТАНДАРТ РОССИИ, 2000. URL: https://docs.cntd.ru/document/1200027109 (дата обращения: 01.04.2024). Доступна на: Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации.

6. ГОСТ Р 41.54-99 Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения шинтдля грузовых транспортных средств и их прицепов: дата введения 2000-07-01. – Москва: ГОССТАНДАРТ РОССИИ, 2000. URL:

https://docs.cntd.ru/document/1200027109 (дата обращения: 01.04.2024). Доступна на: Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации.

7. ГОСТ Р 52302-2004 Автотранспортные средства. Управляемость и устойчивость. Технические требования. Методы испытаний: дата введения 2006-01-01. – Москва: ИПК Издательство стандартов, 2005. URL: https://docs.cntd.ru/document/1200038808 (дата обращения: 01.04.2024). Доступна на: Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации.

8. Дудко, Н. И. Правила и безопасность дорожного движения. Конструктивные и эксплуатационные свойства автомобиля, влияющие на безопасность дорожного движения : пособие / Н. И. Дудко, В. Р. Петровец. – Горки : БГСХА, 2017 с. – 104 с. – ISBN 978-985-467-684-5.

9. Касаткин, Ф.П., Касаткина, Э.Ф. Безопасность перевозок автомобильным транспортом. Электронный учебник - Владимир: ВГУ, 2002.

10. Ломакин, В.В., Покровский, Ю.Ю., Степанов, И.С., Гоманчук, О.Г. Безопасность автотранспортных средств : Учебник для вузов. / Под общ. ред. В.В. Ломакина. - М.: МГТУ "МАМИ", 2011.

11. Молодцов, В. А. Безопасность транспортных средств: учебное пособие / В. А. Молодцов ; Тамбовский государственный технический университет. – Тамбов : Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2013. – 237 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277843 (дата обращения: 27.03.2024). – Библиогр.: с. 233 -234. – ISBN 978-5-8265-1222-7. – Текст : электронный.

12. Пеньшин, Н. В. Методология обеспечения безопасности дорожного движения на автомобильном транспорте : учебное пособие / Н. В. Пеньшин. – Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013. – 458 с. – ISBN 978-5-8265-1131-2. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: https://www.iprbookshop.ru/63862.html (дата обращения: 01.04.2024). – Режим доступа: для авторизир. пользователей.

13. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 018/2011 О безопасности колесных транспортных средств (с изменениями на 21 апреля 2023 года): утвержденный Решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 года N 877.: послед, ред. // КонсультантПлюс : сайт. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_125114/(дата обращения: 01.04.2024). Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

14. Шандриков, А. С. Основы управления транспортным средством и безопасность движения: учебное пособие / А. С. Шандриков. – Минск : РИПО, 2020. – 252 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=697109 (дата обращения: 01.04.2024). – Библиогр.: с. 246-247. – ISBN 978-985-7234-85-1. – Текст : электронный.

15. Энциклопедия журнала "За рулем" (zr.ru) / Электронный ресурс / URL: Безопасные шины – Энциклопедия журнала "За рулем" (zr.ru), (дата обращения: 01.04.2024).

16. Юхименко, В.Ф., Яценко, А.А. Безопасность транспортных средств : учебное пособие. - Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2009. - 208 с.

17. Яхьяев, Н.Я. Безопасность транспортных средств : учебник : [для вузов по специальности "Орг. и безопасность движения (Автомобил. трансп.)" направления подгот. "Орг. перевозок и упр. на трансп."] / Н.Я. Яхьяев. - М.: Академия, 2011. - 430, [1] с. : ил.

Учебное электронное издание

сетевого распространения

Нечаев Константин Сергеевич,

Печатнова Елена Владимировна

Безопасность автотранспортных средств

Учебное пособие

для студентов направления 23.03.01 «Технология транспортных процессов»

и 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

Издано в авторской редакции

Издательство Алтайского государственного технического

университета им. И.И. Ползунова,

656038, г. Барнаул, пр-т Ленина, 46

В начало