

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Р.Х. Хасанов, А.Ф. Фаттахова

БЕЗОПАСНОСТЬ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕССА

Практикум

Рекомендовано ученым советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлениям подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов, 23.04.01 Технология транспортных процессов и специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

Оренбург
2021

УДК 629.08(076.5)

ББК 39.33-08я7

X 24

Рецензент – доктор технических наук, профессор Р.Ф. Калимуллин

Хасанов, Р.Х.

X24 Безопасность транспортного процесса : практикум /
Р.Х. Хасанов, А.Ф. Фаттахова ; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург :
ОГУ, 2021. – 104 с.

ISBN 978-5-7410-2588-8

Практикум содержит рекомендации, порядок выполнения, требования к обработке и оценке результатов выполнения работ, теоретическое изложение материала и методику расчета показателей автотранспортных средств.

Практикум предназначен для выполнения практических занятий и курсового проекта по дисциплине «Безопасность транспортного процесса» и для обучающихся по направлениям подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов, 23.04.01 Технология транспортных процессов и специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства.

УДК 629.08(076.5)

ББК 39.33-08я7

© Хасанов Р.Х.,
Фаттахова А.Ф., 2021

© ОГУ, 2021

ISBN 978-5-7410-2588-8

Содержание

Введение.....	5
1 Практическое занятие № 1. Учет и анализ дорожно-транспортных происшествий	7
2 Практическое занятие № 2. Основные элементы системы ВАДС, их взаимодействие и влияние на безопасность дорожного движения	14
4 Практическое занятие № 4. Расчет пропускной способности многополосной проезжей части.....	22
5 Практическое занятие № 5. Расчет отдельных характеристик транспортных потоков для локального перекрестка	31
6 Практическое занятие № 6. Организация движения транспортных средств на пересечении улиц.....	41
7 Практические занятия № 7-17. Показатели безопасности транспортного средства	49
7.1 Цель и задачи курсового проекта.....	50
7.2 Примерная тематика курсового проекта	51
7.3 Содержание курсового проекта и методические рекомендации по его оформлению.....	51
7.4 Методические указания к расчету показателей безопасности транспортного средства.....	53
7.4.1 Активная безопасность.....	53
7.4.2 Пассивная безопасность	74
7.4.3 Послеаварийная безопасность	75
7.4.4 Экологическая безопасность	78
7.5 Основные элементы транспортного средства, обеспечивающие безопасность транспортного процесса	80
7.5.1 Рулевое управление	80
7.5.2 Элементы пассивной безопасности	82
7.6 Список типовых задач и примеры их решений по определению показателей безопасности транспортного процесса	86

7.6.1 Список типовых задач по определению показателей безопасности транспортного процесса	86
7.6.2 Примеры решений некоторых типовых задач по определению показателей безопасности транспортного процесса	89
Список использованных источников	93
Приложение А	95
Приложение Б	99
Приложение В	101

Введение

Роль транспортной сети в экономике любой страны исключительно важна, поскольку процесс производства фактически завершается тогда, когда товар доставлен потребителю. Данное обстоятельство имеет особо важное значение для России с ее огромным по своим уникальным географическим пространством и огромными расстояниями между центрами расселения, регионами, различными участками хозяйственной деятельности.

Пользование транспортом в силу совокупности причин сопровождается значительными социальными, экономическими и экологическими негативными последствиями. По результатам мировой статистики в дорожно-транспортных происшествиях (ДТП) ежегодно погибают сотни тысяч человек и десятки миллионов получают ранения. Уровень загазованности во многих крупных городах превышает допустимый в десятки раз. Шум на магистралях больших городов значительно превышает допустимые пределы. Кроме того, автомобилизация общества требует огромных энергетических и сырьевых ресурсов, значительных площадей земли и т. д. Дальнейшее развитие и совершенствование транспорта требует подготовки и переподготовки квалифицированных кадров инженерно-технических работников, владеющих прогрессивными методами организации, планирования и выполнения перевозочного процесса, обеспечения его безопасности.

Безопасность движения в значительной степени решается безотказной работой системы ВАДС (водитель – транспортное средство – дорога – среда), в которой организацией движения отводится определяющая роль. Сбой в работе системы ВАДС приводит как к снижению транспортно-эксплуатационных характеристик процесса движения всего транспортного комплекса, так и к прямым и косвенным потерям хозяйствующего субъекта.

Целью практических работ является овладение основными понятиями дисциплины, приобретение практических навыков для самостоятельной работы, развитие логического и аналитического мышления, повышение общего уровня

дорожной культуры, формирование представления о влиянии элементов комплекса «водитель – автомобиль – дорога – среда» на безопасность транспортного процесса. В процессе обучения необходимо познакомиться и изучить основные нормативные правовые документы в области организации и управления транспортным процессом.

Практикум включает в себя практические занятия по решению типовых задач, связанных с обеспечением безопасности транспортного процесса. По результатам каждого практического занятия необходимо представить отчет, содержащий наименование работы, цель, расчет показателей и заключение.

В соответствии учебным планом по данной дисциплине предусмотрено выполнение курсового проекта. В силу специфики специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства в качестве элемента системы ВАДС, влияющего на безопасность транспортного процесса, целесообразно рассмотреть автомобиль, который представляет собой источник повышенной опасности.

В практикуме, начиная с практического занятия № 7, приведена методика расчета показателей безопасности транспортного средства, в соответствии с которой обучающимся необходимо выполнить курсовой проект по индивидуальному заданию, выданному преподавателем.

1 Практическое занятие № 1. Учет и анализ дорожно-транспортных происшествий

Цель работы: изучить правила учета и методы анализа дорожно-транспортных происшествий.

1.1 Теоретическая часть

1.1.1 Основные понятия

Дорожно-транспортное происшествие – событие, возникшее в процессе движения по дороге транспортного средства и с его участием, при котором погибли или ранены люди, повреждены транспортные средства, груз, сооружения;

«Дорога» – обустроенная или приспособленная и используемая для движения транспортных средств полоса земли либо поверхность искусственного сооружения. Дорога включает в себя одну или несколько проезжих частей, а также трамвайные пути, тротуары, обочины и разделительные полосы при их наличии;

«Транспортное средство» – устройство, предназначенное для перевозки по дорогам людей, грузов или оборудования, установленного на нем;

«Владельцы транспортных средств» – юридические лица независимо от форм собственности, являющиеся собственниками транспортных средств либо пользующиеся или распоряжающиеся транспортными средствами в установленном порядке;

«Погибший» – лицо, погибшее на месте дорожно-транспортного происшествия либо умершее от его последствий в течение семи последующих суток;

«Раненый» – лицо, получившее в дорожно-транспортном происшествии телесные повреждения, обусловившие его госпитализацию на срок не менее одних суток либо необходимость амбулаторного лечения.

1.1.2 Учет дорожно-транспортных происшествий

В настоящее время в РФ принята следующая классификация ДТП: столкновение; опрокидывание; наезд на неподвижное препятствие; наезд на пешехода; наезд на велосипедиста; наезд на стоящее транспортное средство; наезд на гужевой транспорт; наезд на животных; прочие происшествия.

Учет дорожно-транспортных происшествий осуществляется для изучения причин и условий их возникновения и принятия мер по устранению этих причин и условий.

Учет дорожно-транспортных происшествий осуществляется:

- органами внутренних дел;
- владельцами транспортных средств;
- государственными органами управления автомобильными дорогами, владельцами ведомственных и частных дорог.
- медицинские учреждения.

Органы внутренних дел производят учет дорожно-транспортных происшествий на территории обслуживания. В Госавтоинспекции на каждое отчетное ДТП заполняют карточку учета ДТП, которую хранят в течение трех лет. Форма карточки устанавливается Министерством внутренних дел Российской Федерации. Учетная карточка дорожно-транспортного происшествия составляется на основании первичных документов, оформляемых дежурной группой ГАИ на месте ДТП (протокол или справка о ДТП, схема ДТП, протокол осмотра транспортных средств, протокол осмотра места ДТП, объяснения водителей, показания свидетелей). В дальнейшем карточка служит основным исходным документом для анализа.

Владельцы транспортных средств учитывают дорожно-транспортные происшествия с участием принадлежащих им транспортных средств независимо от места их совершения. Форма учета дорожно-транспортных происшествий владельцами транспортных средств определяется Министерством транспорта Российской Федерации по согласованию с Министерством внутренних дел Российской Федерации.

Государственные органы управления автомобильными дорогами, владельцы ведомственных и частных дорог учитывают дорожно-транспортные происшествия, совершенные на дорогах, находящихся в их ведении. Форма учета дорожно-транспортных происшествий государственными органами управления автомобильными дорогами, владельцами ведомственных и частных дорог определяется Российским дорожным агентством по согласованию с Министерством внутренних дел Российской Федерации.

Медицинские учреждения независимо от форм собственности учитывают сведения о раненых в дорожно-транспортных происшествиях, которые обратились или были доставлены для оказания медицинской помощи, а также о доставленных погибших в дорожно-транспортных происшествиях. Форма учета медицинскими учреждениями сведений о раненых и погибших в дорожно-транспортных происшествиях определяется Министерством здравоохранения и медицинской промышленности Российской Федерации по согласованию с Министерством внутренних дел Российской Федерации.

1.1.3 Анализ дорожно-транспортных происшествий

В соответствии с целями и задачами анализа ДТП различают три основных метода анализа: количественный, качественный, топографический.

Количественный анализ ДТП оценивает уровень аварийности по месту и времени их совершения. Различают *абсолютные показатели* (общее число ДТП, число убитых или раненых, суммарный ущерб от ДТП) и *относительные показатели* (число ДТП, приходящихся: на 100 тыс. жителей; на 1 тыс. транспортных средств; на 1 тыс. водителей; на 1 км протяжения дороги, на 1 млн. км пробега и пр.).

Абсолютные показатели дают общее представление об уровне аварийности, позволяют проводить сравнительный анализ во времени для определенного региона и показывают тенденции изменения этого уровня.

Относительные показатели являются более объективными и позволяют проводить сравнительный анализ уровня аварийности различных стран, регионов, городов, магистралей и пр.

Наиболее распространенным и объективным является показатель K_a относительной аварийности, учитывающий пробег транспортных средств:

$$K_a = \frac{\sum n_{\text{ДТП}}}{\sum L}, \quad (1.1)$$

где $\sum n_{\text{ДТП}}$ – число ДТП за рассматриваемый период;

$\sum L$ – суммарный пробег транспортных средств за тот же период, км.

С учетом среднесуточной интенсивности N движения транспортных средств в течение года на участке магистрали протяженностью l показатель относительной аварийности на 1 млн. км пробега.

$$K_a = \frac{10^6 \sum n_{\text{ДТП}}}{365 N l}. \quad (1.2)$$

В связи с различной степенью тяжести последствий ДТП для возможности сравнительной оценки и анализа различных ДТП применяют коэффициент K_m тяжести ДТП, определяемый как отношение числа погибших $\sum n_y$ к числу раненых $\sum n_p$ за определенный период времени:

$$K_m = \frac{\sum n_y}{\sum n_p}. \quad (1.3)$$

Тяжесть последствия от ДТП может быть охарактеризована, кроме того, отношением числа погибших n_y или раненых n_p к общему числу ДТП:

$$K_m^* = \frac{\sum n_y}{\sum n_{\text{ДТП}}}; \quad (1.4)$$

$$K_m^{**} = \frac{\sum n_p}{\sum n_{дтп}}; \quad (1.5)$$

$$K_m^{***} = \frac{\sum n_y + \sum n_p}{\sum n_{дтп}}. \quad (1.6)$$

Для оценки тяжести отдельного вида ДТП (столкновение, опрокидывание и пр.) может быть использован показатель, представляющий собой отношение числа погибших (раненых) к числу ДТП данного вида.

Общий принцип определения материального ущерба от ДТП следующий: потери условно делят на прямые и косвенные.

К прямым относят материальные потери, произошедшие в результате:

- повреждения или уничтожения материальных ценностей: средств, перевозимых грузов, технических средств организации дорожного движения и обустройства дорог;

- транспортировки и восстановления транспортных средств;

- ремонта дорожных сооружений и элементов обустройства дорог;

- оказания помощи и лечения людей;

- выплаты денежных пособий и пенсий пострадавшим и их семьям;

- задержек движения (потери времени транспортными средствами, перерасход топлива, потери времени пассажирами и пр.).

К косвенным потерям относят потери, связанные с временным или полным прекращением трудовой деятельности членов общества, т. е. условную потерю части национального дохода страны.

Интегральная оценка опасности отдельных элементов улично-дорожной сети с учетом тяжести последствий ДТП может быть определена показателем K_u опасности или тяжести дорожно-транспортных происшествий.

$$K_u = \frac{\sum_{i=1}^{i=m} P_i n_i}{365IN}, \quad (1.7)$$

где P_i – показатели тяжести ДТП, учитывающие повреждение транспортных средств, сооружений и обустройств дороги, степень тяжести ранения и гибель людей;

n_i – число ДТП за год по принятой классификационной группе тяжести;

l – протяженность участка дороги;

N – среднесуточная интенсивность транспортного потока.

Качественный анализ ДТП служит для установления причинно-следственных факторов возникновения ДТП и степени их влияния на ДТП. Этот анализ позволяет выявить причины и факторы возникновения ДТП по каждому из составляющих системы «дорожное движение».

Анализ причин ДТП позволяет свести их в следующие однородные по характеру группы:

- несоблюдение правил дорожного движения участниками этого движения, т. е. водителями, пешеходами и пассажирами;

- выбор водителями таких режимов движения, при которых они лишаются возможности управлять транспортными средствами, в результате чего возникают заносы, опрокидывания, столкновения и пр.;

- снижение психофизиологических функций участников движения в результате переутомления, болезни, употребления алкогольных напитков, наркотиков, лекарств под влиянием факторов, способствующих изменению его нормального состояния (нездоровый климат на работе или в семье, болезнь близких и пр.);

- неудовлетворительное техническое состояние транспортных средств;

- неправильное размещение и крепление груза;

- неудовлетворительное устройство и содержание элементов дороги и дорожной обстановки;

- неудовлетворительная организация дорожного движения.

Топографический анализ предназначен для выявления мест концентрации ДТП в пространстве. Различают три вида топографического анализа:

1. *Карта ДТП* может быть выполнена в виде обычной карты города или района в соответствующем масштабе, на который условными обозначениями нанесены места совершения ДТП. Причем в зависимости от целей проводимого топографического анализа на карте могут быть условно обозначены виды ДТП, тяжесть ДТП и т. д. В результате на карте в наглядном виде «проявляются» очаги ДТП, привлекая внимание специалистов для принятия соответствующих мер.

2. *Линейный график*, как правило, составляется для участка или всей автомобильной дороги. Масштаб изображения укрупнен по сравнению с картой ДТП, что позволяет более подробно классифицировать ДТП, нанося их при помощи условных изображений на график. Очаги ДТП на графике подсказывают о неблагоприятных дорожных условиях, сложившихся в местах их сосредоточения.

3. *Масштабная схема (ситуационный план)* представляет собой по существу схему ДТП на пересечении, площади, участке дороги и т. д., выполненную в крупном масштабе. На ней символическими изображениями наносятся транспортные средства, участники ДТП, направление их движения, тяжесть последствия ДТП. Кроме того, могут быть нанесены дата, время суток, номер учетной карточки. Схема позволяет принимать решения о необходимости совершенствования организации движения на конкретном участке дорожно-уличной сети.

1.2 Отчет о работе

Провести сравнительный количественный анализ дорожно-транспортных происшествий различных участков магистрали, используя исходные данные (таблица 1.1). Сделать выводы.

Таблица 1.1 - Исходные данные к расчету

Показатель	Участок	Варианты исходных данных									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Количество ДТП	1	10	4	9	7	6	9	2	12	5	8
	2	12	10	7	5	2	8	13	7	6	9
	3	8	6	4	9	8	3	6	8	12	11
Протяженность участка, км	1	50	40	45	47	48	40	49	47	40	50
	2	46	47	51	43	45	46	48	49	46	43
	3	41	45	46	49	5	47	43	39	39	51
Количество погибших, чел.	1	12	14	4	8	2	10	3	15	11	6
	2	9	7	4	12	13	10	8	11	9	7
	3	3	6	8	10	10	9	7	8	6	10
Количество раненых, чел.	1	15	12	18	10	13	16	17	12	20	17
	2	10	20	15	16	19	12	14	13	20	11
	3	17	15	17	14	131	9	18	20	13	18

2 Практическое занятие № 2. Основные элементы системы ВАДС, их взаимодействие и влияние на безопасность дорожного движения

Цель работы: изучить влияние факторов системы «Водитель – Автомобиль – Дорога – Среда движения» на безопасность дорожного движения.

2.1 Теоретическая часть

Дорожное движение – это совокупность общественных отношений, возникающих в процессе перемещения людей и грузов с помощью транспортных средств или без таковых в пределах дорог (ПДД п. 1).

Специфические особенности дорожного движения необходимо рассматривать с позиции системы «ВАДС». Используя элементарные понятия теории множеств, эту систему можно представить в виде взаимосвязанных компонентов «водитель», «автомобиль», «дорога», функционирующих в «среде».

Долгое время считалось, что соблюдение стандартов при проектировании, строительстве и эксплуатации автомобильных дорог и транспортных средств служит гарантией безопасности дорожного движения. При помощи стандартов поддерживаются оптимальные параметры элементов для их безопасного взаимодействия в процессе дорожного движения. Однако практика показывает, что соблюдение норм и стандартов при проектировании, строительстве и эксплуатации дорог и транспортных средств не гарантирует отсутствия ДТП. Ровные, прямые и широкие дороги, отвечающие требованиям стандартов, часто имеют высокий уровень аварийности. Это объясняется тем, что на дороге человек слишком часто оказывается в нестандартных ситуациях, когда быстрота и качество принимаемых решений определяются его опытом, возрастом, личными качествами, физическим и эмоциональным состоянием, особенностями восприятия и т.д. Поэтому неудивительно, что причиной подавляющего количества ДТП является ошибка человека.

Таким образом, на дорогах существует сложная динамическая система, включающая в себя совокупность элементов – «человек», «автомобиль», «дорога», функционирующих в определенной среде. Эти элементы единой дорожно-транспортной системы находятся в определенных отношениях и связях друг с другом и образуют целостность. Они формируют факторы риска, которые могут привести к ДТП. С точки зрения безопасности дорожного движения, интерес для системного изучения представляют как сами факторы риска, так и их различные сочетания, а именно:

- человек – автомобиль;
- автомобиль – дорога;
- дорога – человек.

На рисунке 1.1 представлена роль различных факторов как причин дорожно-транспортных происшествий (ДТП): в 57% случаев главная причина ДТП – ошибка человека; в 27% случаев причиной ДТП является проблема взаимодействия человека и дороги; в 6% случаев причиной ДТП является проблема взаимодействия человека и автомобиля; в 3% случаев причиной ДТП

является проблема многостороннего взаимодействия человека, автомобиля и дороги.

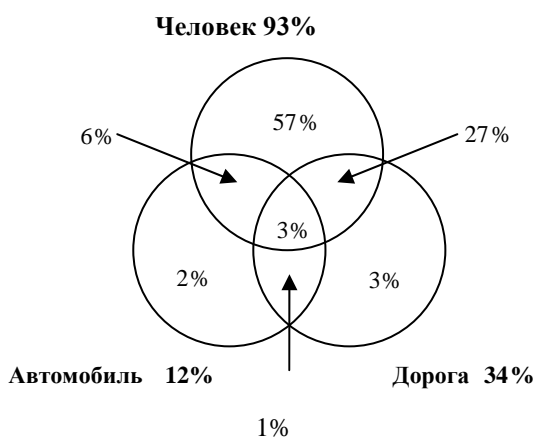


Рисунок 1.1 - Роль факторов риска и их сочетаний в возникновении ДТП

Несмотря на различающиеся цифры о роли элементов системы в возникновении происшествий, полученные в ходе исследований как в нашей стране, так и за рубежом, главенствующее влияние элемента «человек» пока не вызывает сомнений.

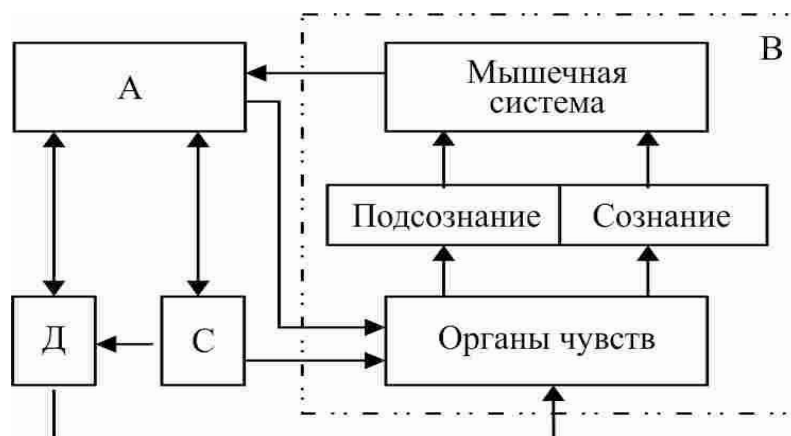


Рисунок 1.2 - Взаимодействие основных элементов системы «ВАЗС»

Безопасность дорожного движения зависит от надежности входящих в систему ВАДС элементов. Но создание абсолютно безопасной системы невозможно, поскольку в нее входит человек, ошибки которого влияют на функционирование системы в целом. Наглядно показать взаимодействие

указанных выше подсистем можно, если рассмотреть процесс торможения автомобиля. Характеристикой, объективно отражающей возможность обеспечения безопасности функционирования системы ВАДС, является остановочный путь (S_0) – путь, пройденный автомобилем с момента обнаружения водителем опасности до полной остановки.

Организация дорожного движения – комплекс инженерно-технических и организационных мероприятий, направленных на обеспечение оптимальной скорости движения транспортных средств, безопасности и удобства для всех участников движения, обеспечение необходимой пропускной способности существующей улично-дорожной сети (УДС).

Таким образом, влияние основных элементов системы ВАДС рассматривают в следующих аспектах:

- применительно к водителю речь должна идти о состоянии его здоровья, степени утомленности, уровне подготовки, умении принимать решения в условиях дефицита времени и правильно выбирать скорость в соответствии с условиями движения;

- применительно к автомобилю можно отметить, что на безопасность движения существенно влияют его габаритные размеры, тяговые и тормозные качества, головное освещение, удобство рабочего места водителя, маневренность, элементы пассивной безопасности и др.;

- применительно к дороге – это такие характеристики, как ширина проезжей части, коэффициент сцепления и ровность покрытия, геометрические параметры, состояние обочин, наличие и качество ограждений и других элементов инженерного оборудования;

- применительно к среде движения можно отметить, что на безопасность движения оказывают влияние погодные-климатические условия, наличие пешеходов и др.

2.3 Задание

1 Составить схему взаимодействия основных элементов системы «Водитель – автомобиль – дорога – среда». Составить матрицу основных характеристик каждого элемента, учитывая степень влияния элемента на безопасность дорожного движения.

2 Ознакомиться с требованиями оформления и регистрации ДТП (ПДД п. 2.5., 2.6., 2.6.1). Составить схему и описание ДТП.

3 Заполнить карточку учета дорожно-транспортных происшествий.

3 Практическое занятие № 3. Методические основы исследования дорожного движения

Цель работы: Изучить организационные и методические основы исследования организации дорожного движения.

2.2 Основные положения

Исследование характеристик дорожного движения проводят для получения фактических данных о движении транспортных и пешеходных потоков.

В зависимости от цели исследования могут быть использованы следующие методы определения характеристик дорожного движения: документальные, натурные и моделирование.

Документальные методы основаны на изучении и анализе плановых, отчетных, статистических и проектно-технических материалов. Кроме того, могут быть использованы результаты анкетного обследования по изучению пассажиро- и грузопотоков, характерных маршрутов передвижения и т.д.

Натурные методы подразделяют на:

Локальные натурные исследования проводятся для получения фактических данных об интенсивности, скорости, составе потока на отдельных участках дорог, улиц, пересечений. Эти данные необходимы для анализа эксплуатационных характеристик участков дорог, разработки рекомендаций по совершенствованию организации дорожного движения. Данные по интенсивности фиксируются через каждые 10, 15 мин или через 1 ч. Весь период наблюдения может колебаться от нескольких часов до нескольких дней. Одновременно может производиться учет транспортных средств по их составу.

Зональные натурные исследования проводят для получения пространственных и временных характеристик интенсивности (скорости, состава потока) на дорогах и улицах в определенной зоне. Подобное исследование, являясь выборочным, ведется в течение длительных регулярных периодов, что позволяет фиксировать изменения интенсивности и прогнозировать долгосрочную тенденцию ее изменения. Эти данные необходимы при решении ряда задач организации перевозок и движения: расчета почасовой доставки грузов, определения оптимальных интервалов движения пассажирского транспорта, оптимизации параметров светофорного регулирования и пр.

Региональные натурные исследования осуществляются для получения суммарных значений входящих и выходящих транспортных и пешеходных потоков в районе, городе, области и т. д. Эти исследования служат для оценки грузо- и пассажиронапряженности отдельных районов города, крупных мест тяготения. Наблюдения позволяют определить зоны интенсивности перемещения пешеходов, повышенной концентрации транспортных средств, спрогнозировать тенденцию изменения интенсивности потоков при реконструкции или строительстве новых промышленных, гражданских или культурных объектов. Необходимое число наблюдений, их последующая обработка и анализ диктуются целями исследования.

По продолжительности проведения обследования подразделяют..

Долгосрочное обследование – продолжительность проведения неограниченна. Как правило, эти обследования проводятся на наиболее загруженных и ответственных участках улично-дорожной сети.

Краткосрочное обследование – продолжительность их не превышает 4 часа непрерывных наблюдений.

Наиболее приемлемая продолжительность обследования:

- 16 часов (с 6⁰⁰ до 22⁰⁰);
- 12 часов (с 7⁰⁰ до 19⁰⁰);
- 4, 2 и 1 час – охватывают периоды цикловых нагрузок.

Обследования бывают систематические и разовые.

Систематические обследования проводятся по одной и той же методике в течение длительного времени.

Разовое обследование проводится по мере необходимости.

По объему обследования различают сплошные и выборочные.

Моделирование устанавливает закономерности между различными характеристиками транспортного потока. При моделировании транспортных потоков различают два основных подхода: макро- и микроскопический. Макроскопический подход характеризуется созданием макромоделей, описывающих состояние потока в виде взаимосвязи основных его характеристик. Для описания транспортного потока часто пользуются аналогиями. Например, в основе гидродинамической модели заложено представление о движении одномерного потока сжимаемой жидкости. В этой модели рассматривается наличие двух условий. Первое условие допускает, что если интенсивность с расстоянием уменьшается, то плотность с течением времени должна расти, т. е. общее число автомобилей на рассматриваемом участке остается постоянным во времени. Это значит, что число входящих автомобилей на участок равно числу выходящих. Второе условие допускает, что если плотность с расстоянием увеличивается, то скорость с течением времени уменьшается. Это объясняется

естественным снижением скорости водителем при движении в более плотном транспортном потоке.

Движение транспортного потока может быть описано, кроме того, микромоделями, в которых используются закон сохранения количества движения, закон сохранения энергии, метод кинематических волн и т. д.

Макромоделирование позволяет, оперируя значением о начальном состоянии потока и характеристиках дороги, прогнозировать изменение плотности, скорости и интенсивности.

Микроскопический подход преследует цель более детального представления взаимодействия автомобилей в транспортном потоке. Микромодели хорошо описывают процесс на небольших участках дорог (1 ... 1,5 км) за сравнительно короткие периоды (до 30 мин).

2.3 Задание

1 Изучить организационные и методические основы исследования организации дорожного движения.

2 Составить анкеты для разового обследования потоков пешеходов и транспортных средств на выбранном участке улично-дорожной сети.

4 Практическое занятие № 4. Расчет пропускной способности многополосной проезжей части

Цель работы: Изучить методику расчета пропускной способности участка улично-дорожной сети.

4.1 Теоретическая часть

Важным показателем, характеризующим дорогу, является ее пропускная способность, которая оценивается максимально возможным количеством автомобилей, проходящих через определенное сечение дороги в единицу времени.

По дороге можно пропустить максимальное количество автомобилей только при определенной скорости и плотности транспортного потока. Если транспортный поток состоит только из одних легковых автомобилей, то за одно и то же время их можно пропустить по дороге больше, чем грузовых, имеющих большую длину. Поскольку транспортный поток состоит из различных по габаритам и техническим характеристикам автомобилей, возникают определенные трудности при сравнении пропускной способности конкретных участков дорог. Поэтому для оценки пропускной способности принято весь транспортный поток приводить к однородному потоку легковых автомобилей с помощью переводных коэффициентов. Численные значения переводных коэффициентов показывают, насколько динамический габарит (длина автомобиля плюс безопасная дистанция до движущегося впереди транспортного средства) конкретного автомобиля отличается от динамического габарита легкового автомобиля.

Тормозные качества автомобилей различных типов отличаются друг от друга, что оказывает влияние на величину безопасной дистанции и, как следствие, на динамический габарит. В расчетах обычно пользуются следующими значениями коэффициента приведения, которые получены путем изучения

динамических габаритов транспортных средств в реальных дорожных условиях (таблица 4.1).

Таблица 4.1 - Значение коэффициента приведения для различных типов транспортных средств

Тип транспортного средства	Коэффициент приведения (К)
Легковые автомобили	1
Грузовые автомобили грузоподъемностью, т:	
до 2	1,5
от 2 до 5	2,0
от 5 до 8	2,5
свыше 8	3,5
Автопоезда грузоподъемностью, т:	
до 6	3,0
от 6 до 12	3,5
от 12 до 20	4,0
от 20 до 30	5,0
свыше 30	6,0
Автобусы	2,5
Троллейбусы	3,0
Сочлененные троллейбусы и автобусы	4,0
Мотоциклы, мопеды	0,5
Велосипеды	0,3

Пропускная способность проезжей части рассчитывается, используя следующие предпосылки: по какому-либо участку дороги можно пропустить максимально возможное количество автомобилей только в том случае, если все транспортные средства будут двигаться с одинаковой скоростью в колонне, поддерживая между собой минимально безопасную дистанцию. Эта дистанция должна обеспечивать безопасную остановку в случае экстренного торможения движущегося впереди транспортного средства. Если бы все автомобили обладали одинаковыми тормозными качествами, то, очевидно, дистанция между ними могла бы быть равна расстоянию, проходимому за время реакции водителя. Однако в реальных условиях, как уже отмечалось, транспортный поток состоит из разнотипных автомобилей, имеющих тормозные системы с различной

эффективностью. Поэтому величину безопасной дистанции определяют исходя из предположения, что движущийся впереди автомобиль имеет более эффективную тормозную систему и, следовательно, меньший тормозной путь, чем следующий сзади.

Эффективность тормозов характеризуется величиной максимального замедления j при торможении на сухом асфальтобетонном покрытии. Разница между величиной замедления двух следующих друг за другом автомобилей может достигать 4–5 м/с². Например, легковой автомобиль с дисковыми тормозами может развить замедление $j = 8$ м/с², а тяжелый автопоезд иногда укладывается только в диапазон $j = 3–4$ м/с². В таких условиях тормозной путь автопоезда будет примерно в 2 раза больше, чем легкового автомобиля. Поэтому, чтобы при экстренном торможении движущегося впереди легкового автомобиля автопоезд не столкнулся с ним, между этими транспортными средствами должна быть дистанция, равная разности их тормозных путей плюс расстояние, которое пройдет автопоезд за время реакции водителя.

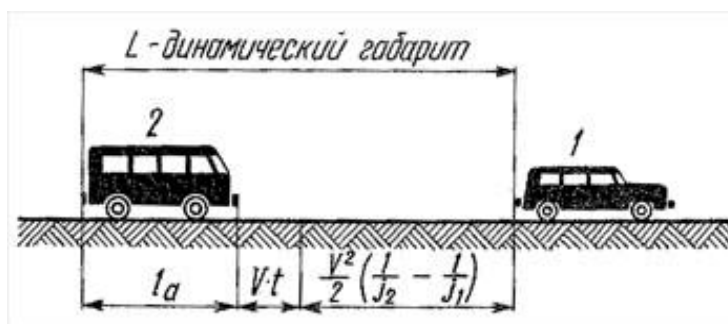


Рисунок 4.1- Схема к определению динамического габарита автомобиля

Тормозной путь автомобиля на горизонтальном участке равен:

$$S_t = \frac{V^2}{2j}, \text{ м.} \quad (4.1)$$

Тогда разность тормозных путей двух следующих с одинаковой скоростью друг за другом автомобилей будет:

$$S_{i2} - S_{i1} = \frac{V^2}{2\left(\frac{1}{j_2} - \frac{1}{j_1}\right)}, \text{ м}, \quad (4.2)$$

где j_1 и j_2 – максимальное замедление при торможении переднего и заднего автомобилей соответственно, м/с^2 ;

V – скорость движения, м/с .

Динамический габарит (рисунок 4.1), включающий в себя разность тормозных путей, расстояние, проходимое за время реакции водителя, и длину автомобиля, определяется соотношениями:

$$L = \frac{V^2}{2\left(\frac{1}{j_2} - \frac{1}{j_1}\right) + V_t} + l_a, \quad (4.3)$$

где V_t – путь за время реакции водителя, м ;

l_a – длина автомобиля, м .

Приняв $j_1 = 8 \text{ м/с}^2$ и $j_2 = 3 \text{ м/с}^2$, $t = 1 \text{ с}$ и длину автомобиля $l_a = 6 \text{ м}$, получим величины динамических габаритов (с округлением до целых метров) для различных скоростей, приведенные в таблице 4.2.

Таблица 4.2 - Значение скорости в зависимости от динамического габарита

Скорость (V)	км/ч	20	40	60	80	100
	м/с	5,6	11,1	16,7	22,2	27,8
Динамический габарит (L)	м	15	30	52	80	114

Маневрирование на многополосной проезжей части и обгоны снижают пропускную способность. Поэтому пропускная способность, например, четырехполосной проезжей части будет больше пропускной способности одной полосы не в 4 раза, а только в 3.

В населенных пунктах на регулируемых пересечениях транспортный поток периодически останавливается красным сигналом светофора, и общее время запрещения движения в течение часа может достигать 30 мин. Неизбежные задержки возникают и при проезде нерегулируемых пересечений, где автомобили

снижают скорость или даже останавливаются, уступая дорогу тем транспортным средствам, которые в соответствии с Правилами движения имеют преимущественное право проезда. Поэтому реальная пропускная способность одной полосы при наличии светофорного регулирования не превышает 500 авт/ч.

Если бы тормозные системы всех автомобилей обладали одинаковой эффективностью, то дистанция между автомобилями, как уже отмечалось, определялась бы в основном временем реакции водителя. В этом случае, для скорости 80 км/ч и времени реакции 1 с, дистанция составляет 22 м, а пропускная способность полосы – примерно 2700 авт/ч. При различной эффективности тормозов безопасная дистанция увеличится до 72 м, а пропускная способность снизится до 1000 авт/ч. Этот пример наглядно показывает, какие огромные резервы повышения пропускной способности улиц и дорог кроются в дальнейшем совершенствовании тормозных систем автомобилей.

Надо подчеркнуть, что за счет повышения водительского мастерства также можно «уплотнить» транспортный поток, так как опытные водители могут позволить себе двигаться на несколько меньших расстояниях между транспортными средствами.

Другой путь повышения пропускной способности связан с введением элементов автоматизации управления движением транспортных потоков. В данном случае речь идет о системах, обеспечивающих автоматическое поддержание заданной дистанции между автомобилями. Научные исследования в этом направлении проводятся как в нашей стране, так и за рубежом.

4.2 Задание

- 1 Вычертить схему исследуемого участка улично-дорожной сети.
- 2 Определить приведенную интенсивность движения транспортных потоков по направлениям движения.
- 3 Рассчитать пропускную способность многополосной проезжей части.
- 4 Заполнить таблицу исходных данных.

5 Рассчитать коэффициент загрузки проезжей части.

6 Построить график неравномерности интенсивности движения транспортных потоков.

4.3 Порядок выполнения работы

1 Получить задание в соответствии вариантом (таблица 4.3).

2 Расчет приведенной интенсивности движения транспортных потоков:

$$N_{\text{пр}i} = N_{\text{л}} \cdot K_{\text{л}} + N_{\text{гр}} \cdot K_{\text{гр}} + N_{\text{а}} \cdot K_{\text{а}} + N_{\text{ап}} \cdot K_{\text{ап}} + N \dots K \dots, \text{ ед/ч.} \quad (4.4)$$

Для расчета приведенной интенсивности коэффициенты приведения выбрать из таблицы 4.1. Полученные данные оформить в таблицу 4.4.

3 Определить пропускную способность многополосной проезжей части:

$$P_{\text{м}} = P_n \cdot n \cdot \alpha \cdot \varepsilon, \text{ ед/ч,} \quad (4.5)$$

где P_n – пропускная способность одной полосы движения, ед/ч;

n – число полос;

α – коэффициент, учитывающий влияние пересечения;

ε – коэффициент, учитывающий распределение транспортных средств на проезжей части.

4 Расчет коэффициента загрузки проезжей части по направлениям:

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^n N_{\text{пр}i}}{P_{\text{м}}}. \quad (4.6)$$

5 Пример графика неравномерности интенсивности движения транспортных потоков по направлениям приведен на рисунке 4.2.

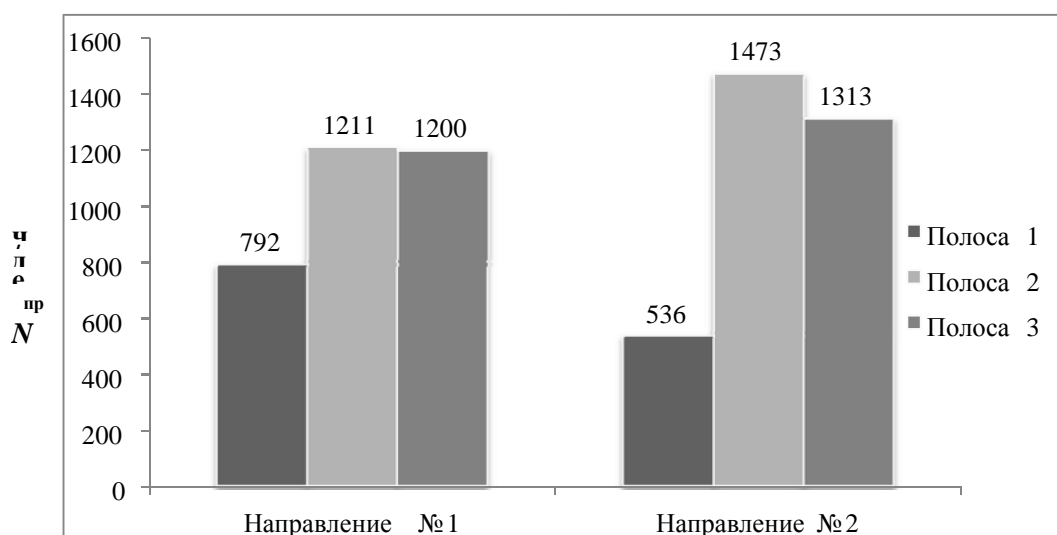


Рисунок 4.2 - График интенсивности движения транспортных потоков

Таблица 4.3 – Исходные данные

Вариант задания	Номер направления	Номер полосы	Интенсивность движения транспортных потоков, авт/15 мин			
			легковые	грузовые	автобусы	автопоезда
1	1	1	176			
		2	149	83	3	6
		3	158	57	6	2
	2	1	184			
		2	184	51	9	4
		3	164	63	11	5
2	1	1	146			
		2	193	67	8	3
		3	134	82	4	4
	2	1	154			
		2	164	75	7	7
		3	128	68	8	5
3	1	1	194			
		2	154	51	4	3
		3	163	44	6	2
	2	1	127			
		2	139	63	7	5
		3	194	42	8	6
4	1	1	174			
		2	163	59	10	4
		3	148	61	9	5
	2	1	165			
		2	140	53	7	7
		3	137	39	8	8
5	1	1	159			
		2	127	53	3	2
		3	152	57	5	2
	2	1	138			
		2	134	64	3	4
		3	124	71	6	6

Продолжение таблицы 4.3

Вариант задания	Номер направления	Номер полосы	Интенсивность движения транспортных потоков, авт/15 мин			
			легковые	грузовые	автобусы	автопоезда
6	1	1	145			
		2	143	74	2	6
		3	154	68	3	4
	2	1	123			
		2	143	54	5	9
		3	156	59	4	3
7	1	1	187			
		2	145	52	5	8
		3	139	68	4	10
	2	1	129			
		2	187	54	3	7
		3	198	35	4	8
8	1	1	176			
		2	149	83	6	3
		3	158	57	2	6
	2	1	184			
		2	184	51	4	9
		3	164	63	5	11
9	1	1	146			
		2	193	67	3	8
		3	134	82	4	4
	2	1	154			
		2	164	75	7	7
		3	128	68	5	8
10	1	1	194			
		2	154	51	3	4
		3	163	44	2	6
	2	1	127			
		2	139	63	5	7
		3	194	42	6	8
11	1	1	174			
		2	163	59	4	10
		3	148	61	5	9
	2	1	165			
		2	140	53	7	7
		3	137	39	8	8
12	1	1	159			
		2	127	72	2	2
		3	152	81	11	3
	2	1	138			
		2	134	57	3	5
		3	124	54	6	2
13	1	1	159			
		2	127	53	2	3
		3	152	57	2	5
	2	1	138			
		2	134	64	4	3
		3	124	71	6	6

Продолжение таблицы 4.3

Вариант задания	Номер направления	Номер полосы	Интенсивность движения транспортных потоков, авт/15 мин			
			легковые	грузовые	автобусы	автопоезда
14	1	1	175			
		2	173	72	2	2
		3	153	81	3	11
	2	1	184			
		2	183	57	5	3
		3	163	54	2	6
15	1	1	198			
		2	157	71	6	1
		3	184	53	4	3
	2	1	134			
		2	175	81	9	6
		3	198	54	3	7
16	1	1	176			
		2	154	54	8	4
		3	140	62	10	3
	2	1	180			
		2	175	44	7	4
		3	154	55	8	5

Таблица 4.4 - Форма таблицы расчетных данных

Номер направления	Номер полосы	Интенсивность движения, авт/ч				$N_{при, ед/ч}$
		Легковые	Грузовые	Автобусы	Автопоезда	
1	1					
	2					
	3					
2	1					
	2					
	3					

5 Практическое занятие № 5. Расчет отдельных характеристик транспортных потоков для локального перекрестка

Цель работы: ознакомиться с методикой расчета интенсивности движения.

5.1 Теоретическая часть

При формировании информации о состоянии дорожного движения в первую очередь необходимы данные, характеризующие транспортный поток.

Многолетний зарубежный и отечественный опыт научных исследований и практических наблюдений за транспортными потоками позволил выделить наиболее объективные показатели.

Интенсивность транспортного потока (интенсивность движения) N_a – это число транспортных средств, проезжающих через сечение дороги за единицу времени. В качестве расчетного периода времени для определения интенсивности движения принимают год, месяц, сутки, час и более короткие промежутки времени (минуты, секунды) в зависимости от поставленной задачи наблюдения и средств измерения. Результаты изучения интенсивности движения обычно оформляют, помимо протокола (табличная форма), в виде картограмм (примеры представлены на рисунке 5.1).

На УДС можно выделить отдельные участки и зоны, где движение достигает максимальных размеров, в то время как на других участках оно в несколько раз меньше. Такая *пространственная неравномерность* отражает, прежде всего, неравномерность размещения грузо- и пассажирообразующих пунктов и мест их притяжения. *Неравномерность транспортных потоков* во времени (в течение года, месяца, суток и даже часа) имеет важное значение в проблеме организации движения.

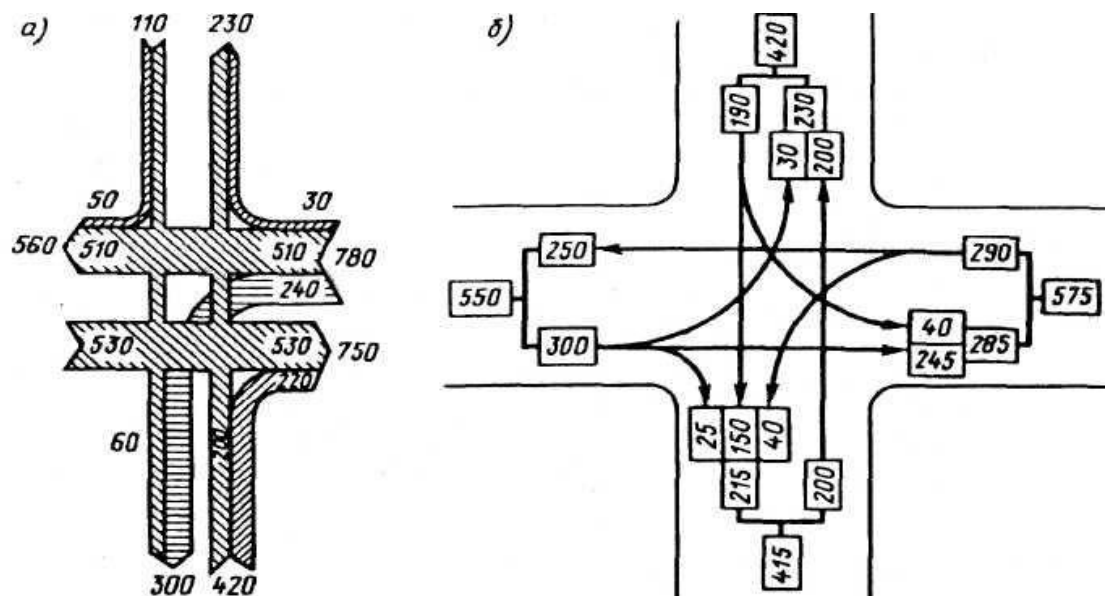


Рисунок 5.1 - Примеры оформления картограмм интенсивности транспортных потоков на пересечении дорог: а – масштабная; б – условная

Состав транспортного потока характеризуется соотношением в нем транспортных средств различного типа. Этот показатель оказывает значительное влияние на все параметры дорожного движения. Вместе с тем состав транспортного потока в значительной степени отражает общий состав парка автомобилей в конкретном регионе. Так, на дорогах США и многих западных стран преобладают легковые автомобили, которые составляют 80–90% общей численности парка. По мере роста автомобилизации и увеличения доли легковых автомобилей в парке нашей страны она будет увеличиваться и в транспортном потоке. Во многих случаях доля легковых автомобилей достигает уже 70–90%. *Состав транспортного потока* влияет на загрузку дорог (стесненность движения), что объясняется, прежде всего, существенной разницей в габаритных размерах автомобилей.

Плотность транспортного потока q_a является пространственной характеристикой, определяющей степень стесненности движения на полосе дороги. Ее измеряют числом транспортных средств, приходящихся на 1 км протяженности дороги. Предельная плотность достигается при неподвижном

состоянии колонны автомобилей, расположенных вплотную друг к другу на полосе. Для потока современных легковых автомобилей теоретически такое предельное значение q_{\max} составляет около 200 авт/км.

Скорость движения v_a является важным показателем, так как представляет целевую функцию дорожного движения. Наиболее объективной характеристикой процесса движения транспортного средства по дороге может служить график изменения его скорости на протяжении всего маршрута движения.

Задержки движения являются показателем, на который должно быть обращено особое внимание при оценке состояния дорожного движения. К задержкам следует относить потери времени на все вынужденные остановки транспортных средств не только перед перекрестками, железнодорожными переездами, при заторах на перегонах, но также из-за снижения скорости транспортного потока по сравнению со сложившейся средней скоростью свободного движения на данном участке дороги.

При анализе закономерностей дорожного движения, а также при решении практических задач ОДД, возникает необходимость использования взаимосвязей характеристик транспортного потока. Взаимосвязь интенсивности, скорости и плотности потока на одной полосе дороги графически может быть изображена в виде так называемой основной диаграммы транспортного потока (рисунок 5.2), отражающей зависимость $N_a = V_a q_a$, авт/ч.

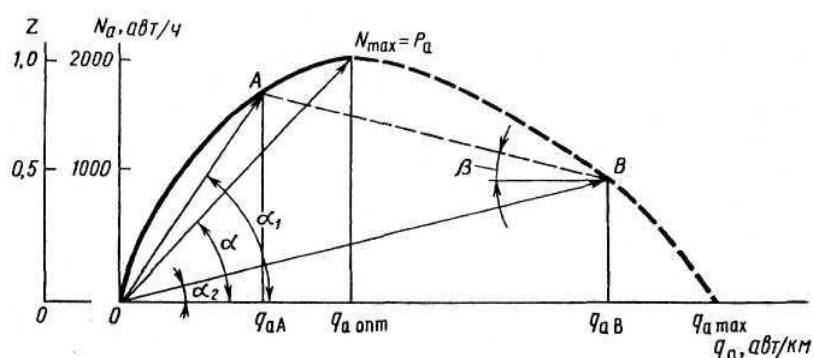


Рисунок 5.1 - Основная диаграмма транспортного потока: Z – коэффициент (уровень) загрузки

Основная диаграмма отражает изменение состояния одnorядного транспортного потока преимущественно легковых автомобилей в зависимости от увеличения его интенсивности и плотности. Левая часть кривой (показана сплошной линией) отражает устойчивое состояние потока, при котором по мере увеличения плотности транспортный поток проходит фазы свободного, затем частично связанного и, наконец, связанного движения, достигая точки максимально возможной интенсивности, т.е. пропускной способности (точка $N_{\max} = P_a$ на рисунке 5.2). В процессе этих изменений скорость потока падает – она характеризуется тангенсом угла наклона радиус-вектора, проведенного от точки 0 к любой точке кривой, характеризующей изменение N_a . Соответствующие точке $N_{a \max} = P_a$ значения плотности и скорости потока считаются оптимальными по пропускной способности ($q_{a \text{ опт}}$ и $v_{a \text{ опт}}$). При дальнейшем росте плотности (за точкой P_a перегиба кривой) поток становится неустойчивым (эта ветвь кривой показана прерывистой линией).

Переход потока в неустойчивое состояние происходит вследствие несинхронности действий водителей для поддержания дистанции безопасности (действия «торможение–разгон») на любом участке пути и особенно проявляется при неблагоприятных погодных условиях. Все это создает «пульсирующий» (неустойчивый) поток.

Резкое торможение потока (находящегося в режиме, соответствующем точке «А») и переход его в результате торможений к состоянию по скорости и плотности в соответствующее, например, точке «В», положение вызывает так называемую «ударную волну» (показана пунктиром АВ), распространяющуюся навстречу направлению потока со скоростью, характеризуемой тангенсом угла В. «Ударная волна» является, в частности, источником возникновения попутных цепных столкновений, типичных для плотных транспортных потоков.

В точках 0 и $q_{a \max}$ интенсивность движения $N_a = 0$, т. е. соответственно на дороге нет транспортных средств или поток находится в состоянии затора (неподвижности).

Радиус-вектор, проведенный из точки 0 в направлении любой точки на кривой (например, А или В), характеризующей N_a , определяет значение средней скорости потока $v_a = N_a / q_a = atg$.

Исследования ДТП показали, что наибольшее их число происходит в так называемых конфликтных точках, т.е. в местах, где в одном уровне пересекаются траектории движения транспортных средств или транспортных средств и пешеходов, а также в местах отклонения или слияния (разделения) транспортных потоков (рисунок 5.3).

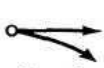

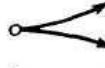
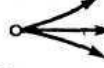

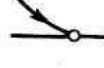



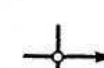
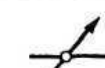

Маневр	Обозначение маневра			
Отклонение	 Вправо	 Влево	 Взаимное	 Многokrатное
Слияние	 Справа	 Слева	 Взаимное	 Многokrатное
Пересечение	 Справа	 Слева	 Взаимное	 Встречное

Рисунок 5.3 - Классификация маневров и их обозначения

Наиболее часто такое взаимодействие участников дорожного движения возникает на пересечениях дорог, где встречаются потоки различных направлений (рисунок 5.4). Вместе с тем часть конфликтов происходит и на перегонах дорог при перестроениях автомобилей в рядах (маневрировании), и при переходе проезжей части пешеходами вне перекрестков.

Таким образом, возникает возможность оценивать потенциальную опасность тех или иных участков УДС по числу конфликтных точек. Их анализ позволяет также сравнивать между собой различные варианты схем организации движения при камеральной проработке.

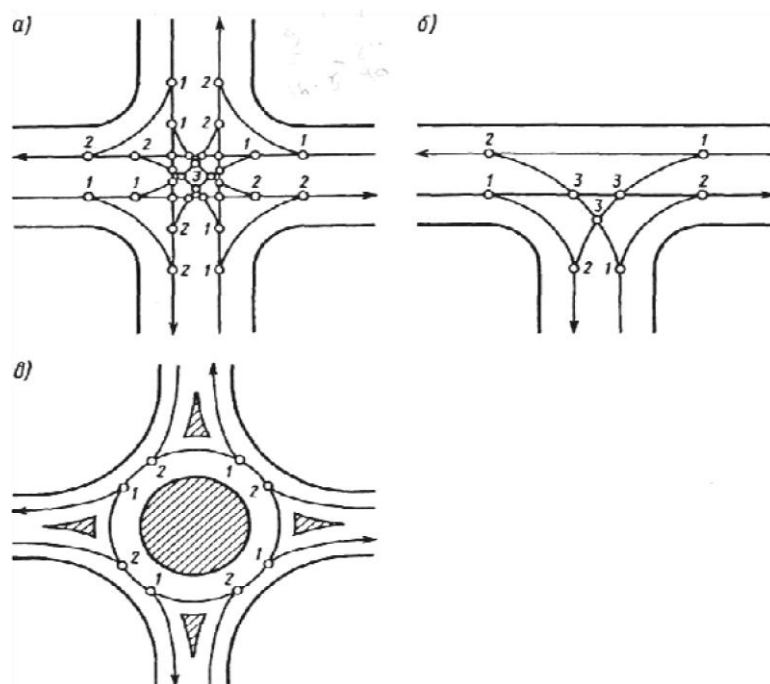


Рисунок 5.4 - Конфликтные точки отклонения (1), слияния (2) и пересечения (3) на перекрестках с различной конфигурацией: а – четырехсторонних; б – трехсторонних; в – с круговым движением

В опубликованных отечественных и зарубежных работах приводятся различные подходы к количественной оценке каждой конфликтной точки и их совокупности. Простейшая методика пятибалльной системы оценки узла исходит из того, что точка отклонения оценивается одним условным баллом, слияния – тремя и пересечения – пятью баллами. Сложность (условная опасность) любого пересечения:

$$m = n_0 + 3n_c + 5n_{\text{п}}, \quad (5.1)$$

где n_0 , n_c , $n_{\text{п}}$ – число точек соответственно отклонения, слияния и пересечения.

5.2 Задание

1 Вычертить схему исследуемого объекта улично-дорожной сети.

2 Определить приведенную интенсивность движения транспортных потоков с учетом направлений движения.

3 Заполнить таблицу расчетных данных.

4 Определить степень сложности пересечения. Вычертить схему конфликтных точек на пересечении.

5 Вычертить картограмму интенсивности движения транспортных потоков на исследуемом объекте в масштабе.

5.3 Порядок выполнения работы

1 Получить задание в соответствии с вариантом исходных данных.

Таблица 5.1 – Варианты заданий

Вариант задания	Номер направления	Интенсивность движения транспортных потоков, авт/15 мин			
		легковые	грузовые	автобусы	автопоезда
1	1	123	67	7	1
	2	143	74	6	2
	3	154	68	4	3
	4	123	74	8	4
	5	143	54	9	5
	6	156	59	3	4
2	1	187	43	6	3
	2	145	52	8	5
	3	139	68	10	4
	4	129	87	5	1
	5	187	54	7	3
	6	198	35	8	4
3	1	176	68	9	5
	2	149	83	3	6
	3	158	57	6	2
	4	184	59	4	3
	5	184	51	9	4
	6	164	63	11	5
4	1	146	64	7	1
	2	193	67	8	3
	3	134	82	4	4
	4	154	64	12	6
	5	164	75	7	7
	6	128	68	8	5

Продолжение таблицы 5.1

Вариант задания	Номер направления	Интенсивность движения транспортных потоков, авт/15 мин			
		легковые	грузовые	автобусы	автопоезда
5	1	194	62	9	4
	2	154	51	4	3
	3	163	44	6	2
	4	127	55	2	4
	5	139	63	7	5
	6	194	42	8	6
6	1	174	48	9	5
	2	163	59	10	4
	3	148	61	9	5
	4	165	75	3	3
	5	140	53	7	7
	6	137	39	8	8
7	1	186	63	9	6
	2	176	42	3	5
	3	124	48	6	7
	4	199	59	4	8
	5	165	61	9	9
	6	176	75	11	3
8	1	143	67	7	6
	2	154	74	8	4
	3	170	68	4	9
	4	179	74	12	11
	5	159	54	7	7
	6	157	59	8	8
9	1	152	43	9	4
	2	185	52	4	12
	3	188	68	6	1
	4	155	87	2	2
	5	152	54	7	3
	6	197	35	8	4
10	1	153	62	9	5
	2	198	51	10	4
	3	156	44	9	3
	4	134	55	3	5
	5	196	63	7	4
	6	176	59	8	1
11	1	145	43	9	7
	2	176	52	3	6
	3	198	68	5	4
	4	190	87	11	8
	5	140	54	3	9
	6	179	62	6	3
12	1	143	51	9	6
	2	165	44	2	8
	3	176	55	11	10
	4	148	63	12	9
	5	154	42	3	8
	6	188	48	6	5

Продолжение таблицы 5.1

Вариант задания	Номер направления	Интенсивность движения транспортных потоков, авт/15 мин			
		легковые	грузовые	автобусы	автопоезда
13	1	159	48	9	3
	2	127	53	3	2
	3	152	57	5	2
	4	138	63	11	1
	5	134	64	3	4
	6	124	71	6	6
14	1	175	53	9	4
	2	173	72	2	2
	3	153	81	11	3
	4	184	54	12	4
	5	183	57	3	5
	6	163	54	6	2
15	1	123	67	1	7
	2	143	74	2	6
	3	154	68	3	4
	4	123	74	4	8
	5	143	54	5	9
	6	156	59	4	3

2 Расчет приведенной интенсивности движения транспортных потоков выполнить по формуле:

$$N_{при} = N_{л} \cdot K_{л} + N_{гр} \cdot K_{гр} + N_{а} \cdot K_{а} + N_{ап} \cdot K_{ап} + N \dots K \dots, \text{ ед/ч.} \quad (5.2)$$

3 Коэффициенты приведения выбрать из таблицы 4.1 данного практикума.

4 Заполнить таблицу расчетных данных (таблица 5.2).

5 Вычертить схему конфликтных точек на пересечении и определить степень сложности перекрестка по формуле (5.1):

$$m = n_0 + 3n_c + 5n_{п.}$$

Принято считать узел (перекресток) малой сложности (простым) при $m < 40$, средней сложности – при $m = 40 \dots 80$, сложным – при $m = 80 \dots 150$ и очень сложным – при $m > 150$.

По результатам расчета приведенной интенсивности движения транспортных потоков (п. 2) построить масштабную картограмму интенсивности движения (пример показан на рисунок 5.1).

Таблица 5.2 – Расчетные данные приведенной интенсивности движения

Номер напр.	Номер полосы	Интенсивность движения, авт/ч				$N_{при}$, ед/ч
		Легковые	Грузовые	Автобусы	Автопоезда	
1	1					
	2					
	3					
2	1					
	2					
	3					
3	1					
	2					
	3					
4	1					
	2					
	3					

6 Практическое занятие № 6. Организация движения транспортных средств на пересечении улиц

Цель работы: расчет длительности цикла и его элементов.

6.1 Теоретическая часть

Необходимость введения светофорного регулирования на конкретном пересечении определяется при помощи нескольких критериев, в основу которых заложены интенсивности пересекающихся транспортных потоков и наличие на данном пересечении дорожно-транспортных происшествий. Кроме того, светофорное регулирование может быть осуществлено при больших интенсивных пешеходных потоках к местам их притяжения или при пересечении дороги школьниками в зоне расположения школ.

Введение светофорного регулирования преследует две цели: снижение задержек транспортных и пешеходных потоков и уменьшение числа конфликтных ситуаций на пересечении. Снижение задержек транспортных средств требует уменьшения числа фаз регулирования, напротив уменьшение числа конфликтных точек требует увеличения числа фаз регулирования. Поэтому в практике, как правило, находят компромиссное решение, зависящее от характера конфликтных ситуаций и соотношения объемов движения по направлениям.

Различают двух-, трех- и многофазное (4 фазы и более) светофорное регулирование. Многофазное регулирование приводит к увеличению задержек и, следовательно, к снижению пропускной способности пересечения.

Режим работы светофорной сигнализации характеризуется *тактом, фазой и циклом*.

Цикл – период, в течение которого происходит полная смена последовательности фаз.

Фаза – совокупность основного и промежуточного тактов.

Такт – период, в течение которого не меняется сочетание включенных сигналов. Различают: основной такт – время горения разрешающих или запрещающих сочетаний сигналов; промежуточный такт – время горения сочетания сигналов, при которых происходит передача права движения очередной группе транспортных средств.

Определение длительности цикла и основных тактов регулирования основано на сопоставлении фактической интенсивности движения на подходах к перекрестку и пропускной способности (поток насыщения) этих подходов.

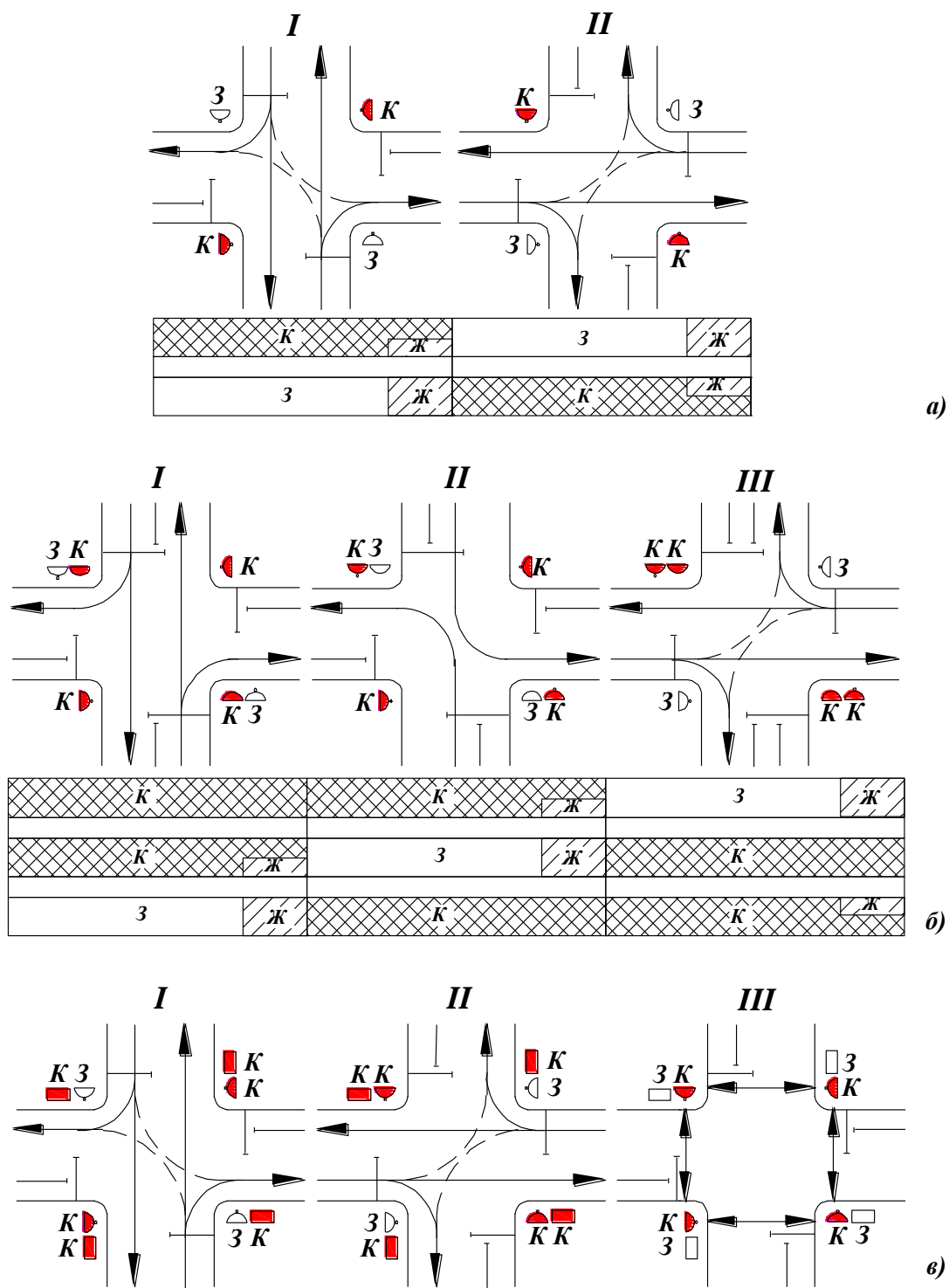
Как интенсивность, так и потоки насыщения рассматриваются для каждого направления движения данной фазы.

Число фаз регулирования определяет количество основных и промежуточных тактов.

Основной такт является частью цикла регулирования, пропорционально фазовому коэффициенту, расчетное значение которого соответствует максимальному отклонению интенсивности к потоку насыщения для различных подходов к перекрестку в данной фазе.

Промежуточный такт мало зависит от интенсивности движения, а определяется планировочной характеристикой перекрестка и скоростью движения транспортного средства в его зоне.

Другими словами, в период основного такта движение транспортных и пешеходных потоков некоторых направлений разрешено (горит зеленый сигнал светофора), а движение потоков конфликтующих направлений запрещено (горит красный сигнал светофора). Во время промежуточного такта (желтый сигнал светофора) выезд на перекресток запрещен, за исключением транспортных средств, водители которых не смогут остановиться у «стоп-линии» без применения экстренного торможения. Промежуточный такт является своего рода гарантом обеспечения безопасности движения в переходный период, когда движение одной из групп потоков уже запрещено, а следующая группа разрешение на движение через перекресток еще не получила.



I – 1^я фаза; *II* – 2^я фаза; *III* – 3^я фаза

Рисунок 6.1 - Светофорное регулирование: а) двухфазное; б) трехфазное; в) трехфазное с выделенной пешеходной фазой.

6.2 Расчет светофорного цикла

6.2.1 Потерянное время в цикле

Потерянное время в цикле L – это суммарное время, в течение которого транспорт не двигался через перекресток.

$$L = \sum_1^n [(t_{пром.и} - t_o) + l_{см}], \quad (6.1)$$

где L – потерянное время в цикле, сек;

n – число фаз регулирования в цикле (2-3);

i – порядковый номер фазы;

$l_{см}$ – стартовая задержка в фазе, сек. В расчетах принимаем 2 с.

$t_{пром.и}$ – длительность промежуточного такта, $t_{пром.и} = 3$ с.

t_o – интервал времени в течение промежуточного такта, когда транспорт движется через линию «СТОП», заканчивая движение, $t_o = 3$ с.

6.2.2 Расчет потока насыщения

Поток насыщения определяется на каждом направлении существующей в каждой фазе.

При эмпирическом определении поток насыщения для данной полосы движения определяется по формуле:

$$M_{ijk} = \frac{3600}{n} \left(\frac{m_1}{t_1} + \frac{m_2}{t_2} + \dots + \frac{m_n}{t_n} \right), \quad (6.2)$$

где i – номер полосы;

j – номер фазы;

k – номер направления;

n – число замеров;

m – количество транспортных средств;

t – время замеров.

Просуммировав полученные результаты, получим поток насыщения M_{ij} данной фазы выбранного k -го направления.

При аналитическом методе потоки насыщения определяются по формулам:

1) Движение только в прямом направлении:

$$M_{ijk} = 525BK, \quad (6.3)$$

где B – ширина проезжей части в данном направлении, м;

K – коэффициент, учитывающий дорожные условия (ширину проезжей части, уклоны, радиус поворота, число полос движения и пр.). «Хорошим условиям» присваивается $K=1,2$; «средним» – $K=1,0$; «плохим» – $K=0,85$.

«Хорошие условия» – отсутствие влияния пешеходов и стоящих автомобилей, хороший обзор, достаточная ширина проезжей части, освещение перекрестка в пределах норм.

«Плохие условия» – неровная дорога, влияние стоящих автомобилей, конфликты с пешеходными и транспортными потоками, плохой обзор.

«Средние условия» - наличие условий из обоих вышеперечисленных групп.

Введение поправочного коэффициента не требуется, если ширина проезжей части находится в диапазоне от 5,4 до 18,0 м.

2) Движение транспортного средства прямо, а также налево и (или) направо по одним и тем же полосам движения:

$$M = M_{ijk} \frac{100}{a + 1,75b + 1,25c} K, \quad (6.4)$$

где a , b и c – интенсивность движения транспортных средств соответственно прямо, налево и направо в процентах от общей интенсивности в рассматриваемом направлении данной фазы регулирования.

3) Для право- и левоповоротных потоков, движущихся по специально выделенным полосам, поток насыщения определяется в зависимости от радиуса поворота R (для однопольного потока) или среднего радиуса двух полос R_1 (для двухпольного потока):

$$M_{ijk} = \frac{1800}{1 + 1,525R} K, \quad (6.5)$$

$$M_{ijk} = \frac{3000}{1 + 1,525R_1} K. \quad (6.6)$$

6.2.3 Расчет фазовых коэффициентов

Фазовый коэффициент – это показатель загрузки перекрестка в данном направлении, т.е. степень загруженности рассматриваемого направления в данной фазе. Этот коэффициент всегда меньше единицы.

$$y_{ijk} = \frac{N_{ijk}}{M_{ijk}}, \quad (6.7)$$

где N_{ijk} – интенсивность движения в данном направлении;

M_{ijk} – поток насыщения.

Величина фазового коэффициента определяется для каждого направления движения.

6.2.4 Расчет длительности цикла регулирования

Длительность цикла регулирования влияет на время задержки транспортных средств. В соответствии с практикой светофорного регулирования приемлемым циклом регулирования считается цикл в диапазоне от 25 до 120 секунд.

Формально длительность цикла светофорного регулирования можно представить в виде:

$$T_{\text{ц}} = t_{o1} + t_{\text{п1}} + t_{o2} + t_{\text{п2}} + \dots + t_{on} + t_{\text{пn}}, \quad (6.8)$$

где $T_{\text{ц}}$ – длительность цикла регулирования;

t_o – длительность основного такта регулирования;

$t_{\text{п}}$ – длительность промежуточного такта регулирования;

n – длительность основного такта регулирования.

Длительность основной фазы с учетом фазового коэффициента выражается формулой:

$$t_{oj} = y_{jk} T_{\varphi}. \quad (6.9)$$

В связи с тем, что длительность основного такта должна быть достаточной, чтобы пропустить поток автомобилей самого интенсивного направления, поэтому в формулу (6.9) подставляется максимальное из k направления значение фазового коэффициента для j -й фазы.

Подставив выражение (6.9) в формулу (6.8), получим:

$$T_{\varphi} = y_1 T_{\varphi} + t_{II1} + y_2 T_{\varphi} + t_{II2} + \dots + y_n T_{\varphi} + t_{II n}, \quad (6.10)$$

Обозначив сумму промежуточных тактов как T_{II} , а сумму фазовых коэффициентов как Y , получим:

$$T_{\varphi} = T_{\varphi} Y + T_{II} \quad \text{или} \quad T_{\varphi} = \frac{T_{II}}{1 - Y}. \quad (6.11)$$

На практике равномерное прибытие транспортных средств к перекрестку является весьма редким случаем. На изолированный перекресток автомобили приходят в случайные моменты времени. Случайному прибытию транспортных средств на перекресток соответствует формула английского ученого Ф.Вебстера:

$$T_{\varphi} = \frac{Z T_{II} + 5}{1 - Y},$$

где Z – коэффициент движения на направлении, обычно $Z = 1,5$.

6.3 Расчет длительности фаз

Эффективная длительность фазы:

$$T_{\text{зел.эф.фр}(1)} = \frac{y_j}{Y} (T_{\text{ц}} - L). \quad (6.12)$$

Длительность основного такта фазы:

$$T_{\text{зел}(1)} = T_{\text{зел.эф.фр}(1)} + l_{\text{см}} - t_o. \quad (6.13)$$

Полученные значения основных тактов корректируют по расчетному значению времени движения через перекресток пешеходов:

$$T_{\text{зел.}} = 5 + \frac{B}{v_n}, \quad (6.14)$$

где B – ширина проезжей части, м;

v_n – скорость пешехода, $v_n = 1,3$ м/с.

Корректировка происходит только в сторону увеличения длительности основных тактов при недостаточной длительности такта для движения пешеходов.

6.4 Задание

Рассчитать длительность цикла регулирования и построить график работы светофорной сигнализации (рисунок 6.1) цикла регулирования, используя исходные данные.

Исходные данные к расчету приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Варианты заданий

Варианты исходных данных	Ширина проезжей части (м)	Интенсивность движения N_1 (ед/час)	Интенсивность движения N_2 (ед/час)
1	5,6	1200	1100
2	5,9	1300	1000
3	6,2	1400	1300
4	6,5	1500	1100
5	6,7	1600	1800
6	7,0	1700	1200
7	7,3	1800	1500
8	7,5	1900	1700
9	7,7	2000	2300
10	8,0	1200	1500
11	6,6	1300	1100
12	6,8	1400	1800
13	7,0	1500	1200
14	7,2	1600	1500
15	7,5	1200	1700

7 Практические занятия № 7-17. Показатели безопасности транспортного средства

Из четырех элементов комплекса ВАДС наибольшей потенциальной опасностью обладает транспортное средство. Созданный для передвижения с большой скоростью автомобиль именно в силу своей подвижности, возможности быстро изменять положение на дороге и относительно других объектов, как движущихся, так и неподвижных, представляет источник повышенной опасности.

Причиной ДТП часто является несоответствие одного из элементов системы ВАДС остальным элементам. Многие происшествия возникают вследствие того, что требования дорожной обстановки выше возможностей человеческого организма или конструкции транспортного средства. Органы чувств человека надежно работают лишь в сравнительно узких диапазонах нагрузок. Величины нагрузок, действующих на водителя в сложной дорожной обстановке, часто выходят за пределы этих диапазонов, что осложняет работу водителя и создает предпосылки для опасных ситуаций. Воздействие на водителя дополнительных

нагрузок, вызванных недостатками конструкции автомобиля или его неудовлетворительным техническим состоянием, может резко ухудшить качество вождения, а в особенно неблагоприятных случаях привести к аварии. Напротив, удачная конструкция автомобиля, компенсирующая психофизиологические недостатки человека, может способствовать повышению безопасности дорожного движения.

Для повышения безопасности движения необходимо одновременное совершенствование и развитие конструкции автомобилей, которое может вестись в нескольких направлениях:

- дублирование наиболее важных в отношении безопасности движения систем и узлов;
- повышение эффективности их действия (прежде всего совершенствование тормозных систем и систем управления);
- улучшение условий управления автомобилем (в том числе, оснащение автомобилей современными средствами информации);
- изменение конструкции травмоопасных элементов кабины и салона транспортных средств (т.е. улучшение пассивной безопасности) и др.

7.1 Цель и задачи курсового проекта

Курсовой проект имеет своей целью закрепление знаний, полученных в процессе изучения дисциплины «Безопасность транспортного процесса», а также знания по техническому черчению в соответствии с ЕСКД, по методикам составления расчетных схем, по выполнению расчетов и выбору основных машиностроительных материалов. Обучающийся практически освоит основы проектирования, конструирования и компоновки узлов автомобиля, повышающих его безопасность.

7.2 Примерная тематика курсового проекта

Тема курсового проекта включает:

а) расчет показателей безопасности транспортного средства по всем ее видам для модели автомобиля, выпускаемой в РФ (в виде исключения допускается принять модель иностранного производства). В основном обучающимся предлагаются модели легковых и грузовых автомобилей малой и средней грузоподъемности, в отдельных случаях – автобусов и грузовых автомобилей большой грузоподъемности;

б) выполнение проектно-конструкционных разработок одного из устройств, повышающих безопасность транспортного средства:

- *активную*: тормозной системы, системы управления, световозвращателей, приборов автономного освещения автомобиля, приборов внешней световой сигнализации, панели приборов, устройств, улучшающих обзорность автомобиля, устройств, уменьшающих шум и (или) вибрации на рабочем месте водителя и т.п.;

- *пассивную* элементов рамы или кузова автомобиля, дуг безопасности, безопасных бамперов, защитных рамок, травмобезопасных рычагов и кнопок, ремней, подушек безопасности, предохранительных сеток, рулевых валов, рулевых кнопок, штурвалов, дверных замков и т.п.;

- *послеаварийную*: топливных баков, автоматических огнетушителей, устройств, превращающих бензин путем впрыскивания в трудносгораемое вещество, устройств, облегчающих эвакуацию людей из салона автомобиля и т.п.;

- *экологическую*: устройств, уменьшающих токсичность отработавших газов или шум автомобиля.

7.3 Содержание курсового проекта и методические рекомендации по его оформлению

Перед выполнением курсового проекта обучающемуся необходимо по литературным источникам ознакомиться с техническими характеристиками транспортного средства, также могут использоваться заводские чертежи и записи.

Курсовой проект включает следующие материалы:

1) *пояснительная записка*. Пояснительная записка должна содержать следующие разделы:

- задание. Заполняется в соответствии с приложением X СТО 02069024.101–2015. Выдается руководителем в начале семестра;

- аннотация. Содержит основные сведения о проделанной работе с указанием количества страниц, рисунков, таблиц, листов графической части с наименованием чертежа. Аннотация оформляется на отдельной странице;

- содержание. Перечисляются заголовки разделов и подразделов, приведенные в записке с указанием номеров страниц, на которых они помещены. Содержание оформляется на отдельной странице;

- расчетная часть. Расчет или определение путем сравнения с аналогичными конструкциями показателей безопасности транспортного средства по всем ее видам (активной, пассивной, послеаварийной и экологической) для марки автомобиля, указанной в задании на проектирование;

- технико-экономическое обоснование проектируемого устройства, повышающего безопасность транспортного средства; установление принципиальной компоновочной схемы и выбор основных параметров конструкции;

- конструкторская часть. Дать короткое описание назначения работы конструкции, отразить усовершенствования и изменения, внесенные в нее по сравнению с прототипом; рассчитать основные элементы и узлы с необходимыми схемами и эскизами, используя последние достижения отечественной и зарубежной техники;

- заключение. Отражает итоги работы по расчету параметров безопасности и конструированию устройства;

- список использованных источников;

- приложения.

Объем записки 15-20 страниц, выполненной на листах формата А4.

2) *чертеж общего вида*. Общий вид устройства должен представлять компоновочный чертеж, выполненный в масштабе в 2-3-х проекциях. В случае необходимости должны быть выполнены дополнительные разрезы и сечения. Вычерчивание узлов без конструктивных разрезов не допустимо. Размеры ставятся: габаритные; установочные, определяющие взаимное расположение частей оборудования; показывающие рабочие и транспортные положения устройства (например, размеры подушки безопасности в сложенном и в наполненном положениях). На чертежах общего вида оборудования могут быть помещены техническая характеристика, особенности эксплуатации, защитные покрытия.

Чертеж общего вида конструкции должен быть выполнен в карандаше в соответствующем масштабе на листе формата А1.

Специфика подетальная, ее необходимо составить в полном объеме по форме согласно ГОСТ 2.106-2019. Допускается укрупнение спецификации объединением узлов в более крупные узлы, а детали – в узел по технологическому принципу изготовления изделия. Спецификация вкладывается в пояснительную записку в качестве приложения.

7.4 Методические указания к расчету показателей безопасности транспортного средства

7.4.1 Активная безопасность

Для количественной характеристики безопасности транспортного процесса автомобиля применяют как широко распространенные показатели: минимальный тормозной путь, максимальное замедление, критические скорости по условиям заноса и опрокидывания и т.п.; так и новые показатели, специфические только для данного аспекта безопасности.

На безопасность транспортного процесса транспортного средства влияют следующие свойства транспортного средства:

- компоновочные параметры транспортного средства (габаритные и весовые);
- тяговая динамичность;
- тормозная динамичность;
- устойчивость;
- управляемость;
- информативность;
- оборудование рабочего места водителя, его соответствие требованиям эргономики.

7.4.1.1 Габаритные и весовые параметры транспортного средства

К габаритным параметрам транспортного средства относятся длина L_a , ширина B_a , высота H_a и база L , т. е. расстояние между передней и задней осями, к весовым – полный вес транспортного средства G_a , вес, приходящийся соответственно на передний G_1 и задний G_2 мосты.

При движении транспортное средство подвергается воздействию различных случайных возмущений, стремящихся изменить характер движения. Вследствие этого даже на строго прямолинейных участках дороги транспортное средство движется не прямолинейно, а по кривым траекториям больших радиусов.

При этом значительную часть времени он находится под углом к оси дороги, и размер полосы, потребной для его движения, – динамический коридор, превышает его габаритную ширину. Ширина динамического коридора зависит от размеров транспортного средства и его скорости (рисунок 7.1).

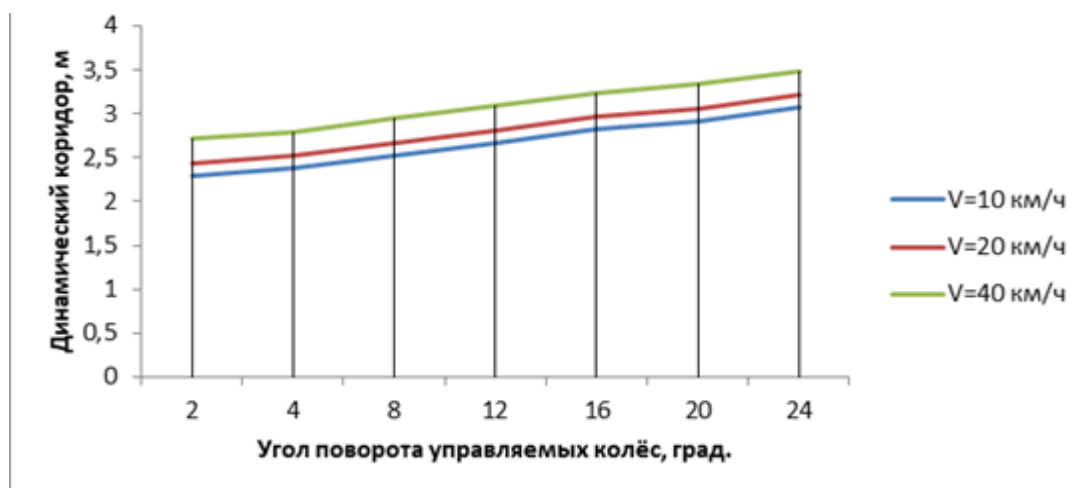
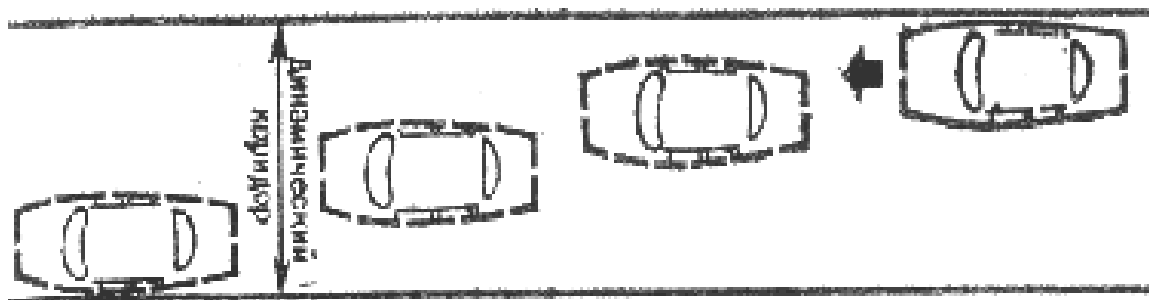


Рисунок 7.1 – Динамический коридор на прямолинейном участке дороги и график изменения ширины динамического коридора легкового автомобиля на различных скоростях движения

Эмпирическая зависимость между габаритной шириной транспортного средства B_a , скоростью его движения v и шириной динамического коридора B_k имеет следующий вид:

$$B_k = 0,054v + B_a + 0,3, \quad (7.1)$$

где v – скорость транспортного средства, м/с;

B_a – ширина транспортного средства, м.

Ширина динамического коридора, необходимая для безопасного движения автомобилей с высокими скоростями, иногда значительно превышает ширину полосы движения, установленную строительными нормами и правилами (СНиП). СНиП предусматривают для дорог с интенсивностью движения свыше 3000 автомобилей в сутки ширину полосы движения 3,75 м, а для дорог с меньшей

интенсивностью 3,0...3,5 м. Эти размеры не всегда обеспечивают безопасный разъезд автомобилей, поэтому водитель, чтобы избежать столкновения, вынужден снижать скорость.

Наибольшее влияние геометрических параметров транспортного средства на безопасность транспортного процесса осуществляется при криволинейном движении. Несмотря на то, что при поворотах с малыми радиусами закругления скорости транспортного средства не имеют высоких значений и случайные возмущения незначительны, ширина динамического коридора может быть достаточно большой. Ее можно определить по формуле (7.2), (рисунок 7.2):

$$B_k = R_H - R_b = R_H - \sqrt{R_H^2 - (L')^2} + B_a, \quad (7.2)$$

$$L' = L + C, \quad (7.3)$$

где R_n и R_e – соответственно наружный и внутренний габаритные радиусы поворота транспортного средства, м;

L' – расстояние от заднего моста до передней части транспортного средства, м;

L – база транспортного средства, м;

C – передний свес, м.

Согласно выражению (7.2) при $L' \approx R_n$ величина B_k может значительно превышать B_a , что вынуждает строителей расширять полосы движения на криволинейных участках дорог. В таблице 7.1 приведены геометрические и весовые параметры некоторых отечественных автомобилей.

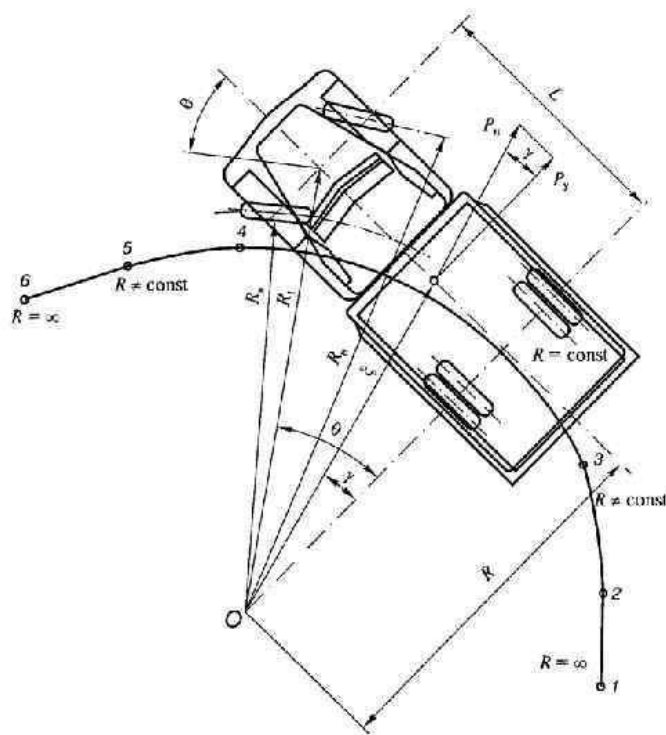


Рисунок 7.2 – Динамический коридор на криволинейном участке дороги

Таблица 7.1 – Геометрические и весовые параметры некоторых автомобилей

Транспортное средство	Геометрические параметры, м						Весовые параметры, кН		
	La	Ba	Ha	L	L'	Rn	Ga	$G1$	$G2$
LADA (BA3) Largus	4,47	1,75	1,636	2,905	3,7	11,25	170,1	83,3	86,8
ПАЗ 3205	6,72	2,5	2,44	3,6	5,9	7,6	51,0	24,0	27,0

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

Масса транспортного средства для безопасности движения имеет, в основном, косвенное значение. Чем больше масса транспортного средства, тем труднее им управлять. Тяжелое транспортное средство медленно разгоняется и останавливается. На нем трудно выполнить сложный маневр. Чем больше масса транспортного средства, тем больше динамические нагрузки на дорогу, тем меньше срок службы покрытия. Поэтому, несмотря на очевидные преимущества применения подвижного состава большой массы, во всех странах строго соблюдают ограничение осевых нагрузок и полных масс транспортных средств.

7.4.1.2 Тяговая динамичность

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.

Максимальная скорость транспортного средства является показателем его предельных возможностей. Для ее расчета воспользуемся известным из теории транспортного средства уравнением движения разгоняющегося на подъеме транспортного средства:

$$P_T - P_{II} - P_D - P_B = 0; \quad (7.4)$$

$$P_D = P_K + P_{II}, \quad (7.5)$$

где P_T – сила тяги на ведущих колесах транспортного средства, Н;

P_{II} – приведенная сила инерции транспортного средства, Н;

P_D – сила сопротивления дороги, Н;

P_K – сила сопротивления качению, Н;

P_{II} – сила сопротивления подъему, Н;

P_B – сила сопротивления воздуха, Н.

В конечном итоге максимальная скорость *на высшей передаче* определяется по следующей формуле, в м/с:

$$v_{\max} = \frac{B_c + \sqrt{B_c^2 + 4A_c C_c}}{2A_c}; \quad (7.6)$$

$$A_c = \frac{N_{e \max} \eta_{\text{тр}}}{v_N^3} c_m + \frac{Gf_0}{a_\kappa} + K_\theta F_\theta; \quad (7.7)$$

$$B_c = \frac{N_{e \max} \eta_{\text{тр}} b_m}{v_N^2}; \quad (7.8)$$

$$C_c = \frac{N_{e \max} \eta_{\text{тр}}}{v_N} a_m - G(f_o + \sin \alpha_d), \quad (7.9)$$

где $N_{e \max}$ – максимальная мощность двигателя;

a_m , b_m и c_m – эмпирические коэффициенты (для четырехтактных бензиновых двигателей $a_m = b_m = c_m = 1$; для двухтактных дизельных двигателей $a_m = 0,87$, $b_m = 1,13$, $c_m = 1$; для четырехтактных дизельных двигателей $a_m = 0,53$, $b_m = 1,56$, $c_m = 1,09$);

V_N – скорость транспортного средства, соответствующая максимальной мощности двигателя, м/с, определяемая следующим выражением:

$$V_N = \frac{W_N \cdot r}{u_{\text{тр}}}, \quad (7.10)$$

где W_N – угловая скорость коленчатого вала при $N_{e \max}$, рад/с (1 об/мин = 0,1047 рад/с);

r – радиус (динамический) ведущих колес;

$u_{\text{тр}}$ – передаточное число трансмиссии;

$\eta_{тр}$ – КПД трансмиссии; при работе трансмиссии с полной нагрузкой он имеет следующие значения:

- легковые автомобили 0,90 – 0,92;
- грузовые автомобили и автобусы 0,82 – 0,85;
- грузовые автомобили повышенной проходимости 0,80 – 0,85;

G – вес транспортного средства, Н;

f_0 – коэффициент сопротивления качению при малых скоростях движения; на дорогах с асфальта - и цементобетонным покрытием, с гладкой, ровной поверхностью в сухом состоянии f_0 имеет следующие значения для различных типов шин:

диагональная шина с $H/B = 0,95$ $f_0 = 0,018$;

диагональная шина с $H/B = 0,88$ $f_0 = 0,017$;

диагональная шина с $H/B = 0,82$ $f_0 = 0,016$;

радиальная шина с $H/B = 0,82$ $f_0 = 0,0135 \dots 0,01$;

радиальная шина с $H/B \leq 0,70$ $f_0 = 0,013$;

a_k – эмпирический коэффициент, зависящий от типа шин и равный 4000 – 5000 (большие значения для шин с меньшим H/B);

α_d – угол продольного уклона дороги (принимается равным 0°);

K_e – коэффициент сопротивления воздуха (коэффициент обтекаемости, зависящий от формы и качества отделки поверхности транспортного средства), $\text{Н} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^4$;

F_g - лобовая площадь транспортного средства, м^2 .

Таблица 7.2 – Средние значения K_e и F_B

Автомобили	$K_e, \text{Н} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^4$	$F_B, \text{м}^2$
Спортивные автомобили с обтекаемой формой кузова	0,13 – 0,17	1,2 – 1,5
Современный легковой транспортное средство с закрытым кузовом	0,18 – 0,30	малого класса – 1,5 – 2,0
		среднего и большого класса – 2,0-2,8
Легковой транспортное средство с необтекаемой формой кузова	0,35 – 0,55	малого класса – 1,5 – 2,0
		среднего и большого класса – 2,0-2,8
Автобусы	0,25 – 0,60	3,0 – 7,5
Грузовые автомобили	0,50 – 0,75	3,0 – 6,5

Максимальное ускорение определяется на каждой передаче по формуле:

$$j_{\max} = \frac{\frac{B_c^2}{4A_c} + C_c}{D_c}; \quad (7.11)$$

$$D_c = M\delta_{\varphi}, \quad (7.12)$$

где M – масса транспортного средства с данной нагрузкой, кг;

δ_{φ} – коэффициент учета вращающихся масс;

$$\delta_{\varphi} = 1 + (\delta' + \delta'' u_k^2) M_a / M, \quad (7.13)$$

где $\delta' \approx \delta'' \approx 0,03-0,05$;

u_k – передаточное число коробки передач;

M_a – масса транспортного средства с полной нагрузкой, кг.

По показателям тяговых характеристик транспортного средства оценивают технические возможности этого транспортного средства на различных скоростях с учётом различных потерь. Для объективной оценки динамических возможностей транспортных средств разного веса можно определить отношением «избыточной» тяговой силы на вес этого транспортного средства. В транспортном средстве эту величину принято называть динамическим фактором. Это наиболее универсальный показатель сравнения различных транспортных средств.

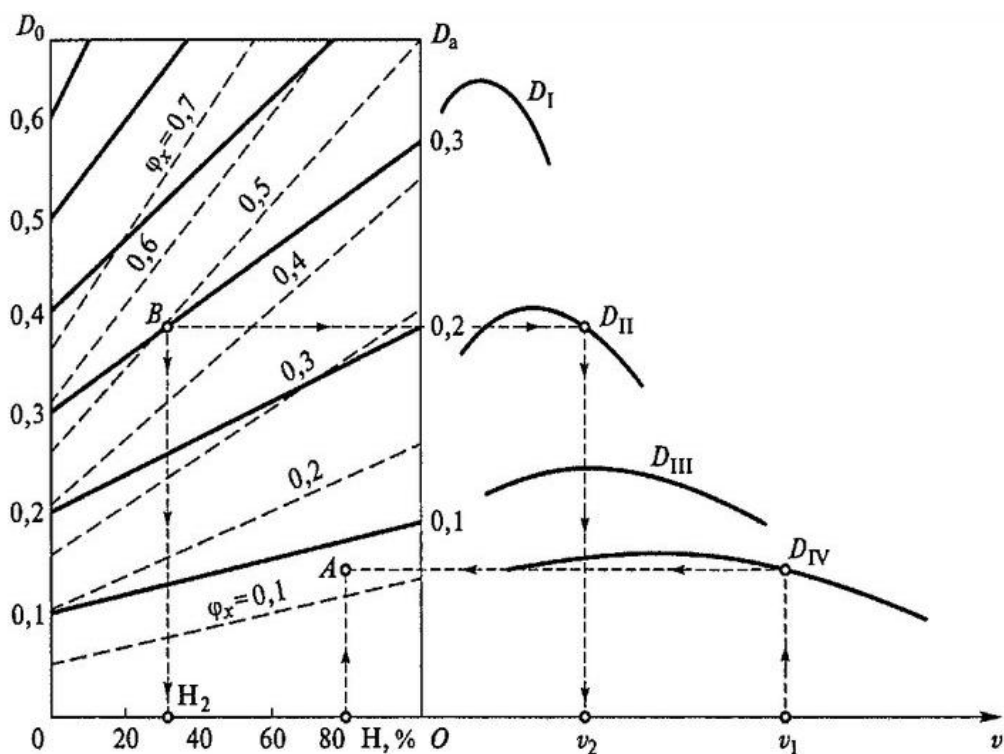


Рисунок 7.3 – Динамические факторы транспортного средства

Динамический фактор определяется по формулам:

$$D = \frac{P_T - P_B}{G \cdot 100\%}; \quad (7.14)$$

$$P_T = \frac{N_{e\max} \eta_{\text{тр}}}{v_N} \left[a_m + b_m \frac{v}{v_N} - c_m \left(\frac{v}{v_N} \right)^2 \right]; \quad (7.15)$$

$$P_g = K_g F_g v^2. \quad (7.16)$$

Определив максимальные скорость и ускорение транспортного средства, а также динамический фактор, студенту необходимо указать возможные пути повышения тяговой динамичности транспортного средства.

7.4.1.3 Тормозная динамичность

Оценочными показателями тормозной динамичности транспортного средства служат среднее замедление за период полного торможения и путь

транспортного средства от начала воздействия водителя на орган управления до остановки, т. е. за время:

$$T=t_c + t_n + t_{уст}, \quad (7.17)$$

где t_c – время запаздывания тормозной системы, с;

t_n – время нарастания замедления, с;

$t_{уст}$ – интервал времени, в котором замедление постоянно, с.

Необходимо рассчитать минимально возможный тормозной путь (на горизонтальной дороге с асфальто- или цементобетонным покрытием, с полностью исправной тормозной системой, при 90%-ной глубине рисунка протектора шин), если начальная скорость транспортного средства v_0 составляет 60 км/ч.

Время t_p – время реакции водителя – обычно находится в пределах от 0,3 до 2,5 секунд. Оно зависит от квалификации водителя, его возраста, степени утомления и других факторов.

Время t_c (время запаздывания тормозной системы) необходимо для устранения зазоров в соединениях тормозного привода и перемещения всех его деталей. Это время, зависящее от конструкции и технического состояния тормозного привода, колеблется в среднем от 0,2 секунд (гидравлический привод) до 0,8 секунд (пневматический привод). У автопоездов с пневматическим приводом тормозных механизмов оно может достигать 3 секунд. В течение времени ($t_p + t_c$) транспортное средство продолжает двигаться равномерно с начальной скоростью v_0 . В конце этого периода возникают тормозные силы, вызывающие замедление движения.

Продолжительность периода t_n находим из выражения:

$$t_n = \frac{G\varphi_x(b + h_u\varphi_x)}{K_1L}, \quad (7.18)$$

где b и $h_{ц}$ – расстояния соответственно от центра тяжести транспортного средства до заднего моста и до поверхности дороги, м;

G – вес транспортного средства, Н;

φ_x – коэффициент сцепления; для сухого асфальтобетонного дорожного покрытия коэффициент сцепления равен $0,7 \dots 0,8$;

L – база транспортного средства, м;

K_1 – скорость нарастания тормозных сил; для тормозных систем с гидроприводом она равна $15 \dots 30$ кН/с, с пневмоприводом – $25 \dots 100$ кН/с.

В заключительном периоде торможения, когда колеса обоих мостов заблокированы, установившееся замедление.

$$j_{уст} = g\varphi_x, \quad (7.19)$$

где g – ускорение свободного падения.

Если известны t_c , t_H и $j_{уст}$, то тормозной путь можно рассчитать следующим образом. Предположим, что в течение времени t_H транспортное средство движется равнозамедленно с замедлением, равным $0,5j_{уст}$. При полном использовании сцепления всеми колесами транспортного средства замедление определяют по формуле (7.7), тогда полный тормозной путь:

$$S_T = \frac{v_0(t_c + 0,5t_H) + v_0^2}{2j_{уст}}. \quad (7.20)$$

Остановочный путь транспортного средства:

$$S_T = \frac{(t_p + t_c + 0,5t_H)v_0 + v_0^2}{2j_{уст}}. \quad (7.21)$$

Если у транспортного средства блокируются только колеса заднего моста и мощность тормозных механизмов недостаточна для доведения передних колес до юза, то справедливы выражения (7.7; 7.8), однако время t_H следует определять по

формуле:

$$t_H = \frac{R_{x1\max}}{K_1}, \quad (7.22)$$

где $R_{x1\max}$ – максимальная касательная реакция на колесах переднего моста, находится из справочных данных для конкретной модели автотранспортного средства.

Установившееся замедление в этом случае определяется не по формуле (7.17), а выражением:

$$j_{уст} = \frac{Ga\varphi_x + R_{x1\max}h_u}{(L + h_u\varphi_x)M}, \quad (7.23)$$

где a – расстояние соответственно от центра тяжести транспортного средства до переднего моста.

7.4.1.4 Устойчивость

Оценочными показателями устойчивости, определяемыми в данной работе, являются: скорость $v_{бук}$, максимально допустимая при прямолинейном движении транспортного средства без пробуксовки ведущих колес; максимально возможная (критическая) скорость $v_{опр}$, с которой можно вести транспортное средство без угрозы опрокидывания; максимально допустимый (критический) угол $\beta_{опр}$ косогора, по которому транспортное средство может двигаться без опрокидывания; максимальный угол подъема $\alpha_{бук}$, при котором возможно равномерное движение транспортного средства без буксования ведущих колес.

Скорость $v_{бук}$ м/с, максимально допустимая при прямолинейном движении транспортного средства по горизонтальной дороге без пробуксовки ведущих колес, определяется на каждой передаче (с учетом найденного ранее по формуле (7.10) максимального ускорения j_{\max}):

$$v_{\text{бук}} = \sqrt{\frac{G}{K_e F_e} \left(\frac{a \varphi_x}{L - \varphi_x h_u} - f - \frac{\delta_{\text{вр}}}{g} j_{\text{max}} \right)}, \quad (7.24)$$

где f – коэффициент сопротивления качению, определяемый по рисунку 7.4.

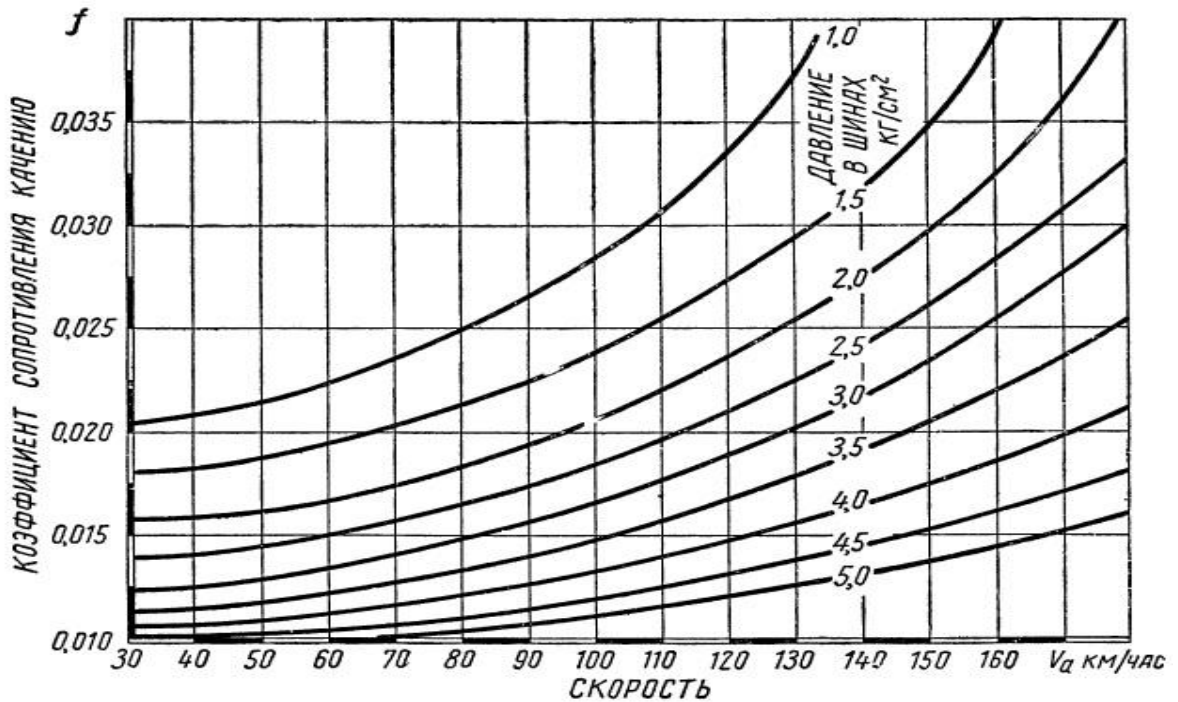


Рисунок 7.4 - Коэффициент сопротивления качению шин на гладкой ровной дороге при нормальном давлении воздуха: 1 – диагональная шина с $H/B = 0,95$; 2 – диагональная шина с $H/B = 0,88$; 3 – диагональная шина с $H/B = 0,82$; 4 – радиальная шина с $H/B = 0,82$ с поясом из текстильного корда; 5 – радиальная шина с $H/B = 0,82$ с поясом из стального корда.

Скорость $v_{\text{бук}}$ уменьшается при уменьшении коэффициента сцепления, росте сопротивления дороги, а также при увеличении ускорения. Поэтому потеря курсовой устойчивости автомобилем наиболее вероятна на участках дороги со скользким неровным покрытием (укатанный снег, обледенелый асфальтобетон, булыжник) и подъемами. Если при прохождении подъема "с ходу" встретится участок, покрытый снежной или ледяной коркой, то даже небольшая поперечная сила может вызвать боковое скольжение заднего моста.

Поперечную устойчивость при криволинейном движении характеризует максимально возможная (критическая) скорость $v_{\text{опр}}$, с которой можно вести транспортное средство без угрозы опрокидывания по горизонтальному участку.

Рассмотрим схему движения транспортного средства на повороте (рисунок 7.5). Примем для простоты, что транспортное средство является плоской фигурой, а увод и скольжение колес отсутствуют. Мгновенный центр O скоростей (центр поворота) транспортного средства располагается в точке пересечения перпендикуляров к векторам скоростей средних точек мостов. При отсутствии увода и скольжения колес вектор скорости середины заднего моста параллелен плоскостям задних колес, поэтому точка O находится на продолжении оси заднего моста.

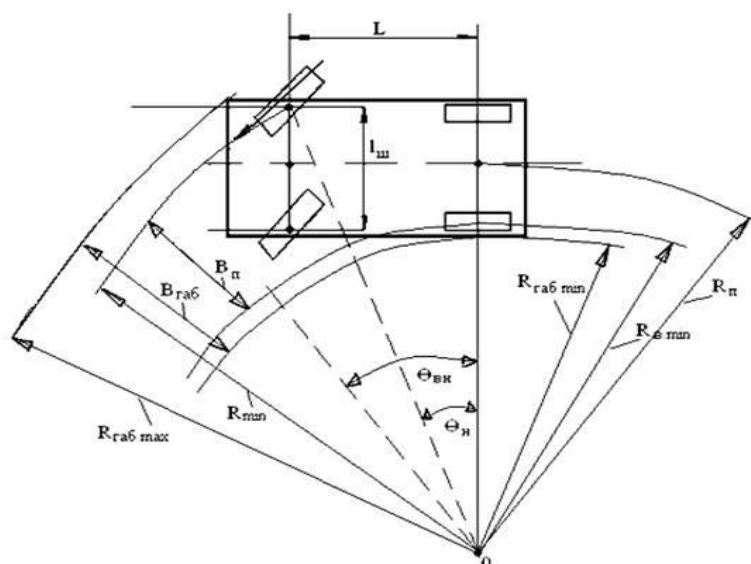


Рисунок 7.5 - Схема поворота транспортного средства

Скорость $v_{\text{опр}}$ определяем по формуле:

$$v_{\text{опр}} = \sqrt{\frac{BgR}{2h_u}}; \quad (7.25)$$

$$R = \frac{L}{\text{tg}\Theta} = \frac{L}{\Theta}, \quad (7.26)$$

где R – расстояние от точки O до середины заднего моста; при $\theta \leq 0,349$ рад;

θ – угол поворота управляемых колес (в работе принимается менее 0,349 рад).

Определим величину максимально допустимого (критического) угла косогора, по которому транспортное средство может двигаться без опрокидывания по прямолинейному участку ($R = \infty$):

$$\operatorname{tg} \beta_{\text{опр}} = \frac{B}{2h_y}. \quad (7.27)$$

Устойчивость транспортного средства против опрокидывания возрастает с увеличением колеи B транспортного средства и радиуса R , а также при снижении центра тяжести и уменьшении угла косогора. Отношение $B/(2h_y)$ называют коэффициентом поперечной устойчивости η_{non} .

Продольную устойчивость характеризует максимальный угол подъема $\alpha_{\text{бук}}$, по которому транспортное средство может двигаться без буксования. Выражение для определения $\alpha_{\text{бук}}$, при котором возможно равномерное движение автопоезда без буксования ведущих колес тягача, имеет вид:

$$\operatorname{tg} \alpha_{\text{бук}} = \frac{Ga\varphi_x}{G(L - h_y\varphi_x) + G_{\text{пр}}(L - h_{\text{пр}}\varphi_x)}, \quad (7.28)$$

где $G_{\text{пр}}$ – вес прицепа, Н;

$h_{\text{пр}}$ – высота сцепного устройства, м.

Чем меньше величина φ_x и чем больше масса прицепа по сравнению с массой тягача, тем меньше $\alpha_{\text{бук}}$. Так, на дорогах с обледенелым покрытием буксование может наступить при $\alpha_{\text{бук}} = 2-3^\circ$, т. е. на относительно пологих подъемах.

Для одиночного транспортного средства (типа 2x1) $G_{\text{пр}} = 0$:

$$\operatorname{tg} \alpha_{\text{бук}} = \frac{a\varphi_x}{L - h_y\varphi_x}. \quad (7.29)$$

Для транспортного средства со всеми ведущими мостами:

$$\operatorname{tg}\alpha_{\text{бук}} = \varphi_x. \quad (7.30)$$

Такие автомобили могут преодолевать без потери продольной устойчивости весьма крутые подъемы даже при мокром и скользком покрытии.

7.4.1.5 Управляемость

Управляемостью называют способность транспортного средства устойчиво сохранять заданное направление движения и вместе с тем быстро изменять его при воздействии водителя на рулевое управление.

В курсовом проекте студенты должны по имеющимся данным о конструкции транспортного средства сделать выводы о его поворачиваемости и управляемости.

Поворачиваемостью называют свойство транспортного средства изменять направление движения без поворота управляемых колес. Есть две основных причины поворачиваемости: увод колес, вызываемый поперечной эластичностью шин, и поперечный крен кузова, связанный с эластичностью подвески. Соответственно различают шинную и креновую поворачиваемость транспортного средства.

При наличии увода транспортное средство может двигаться криволинейно, даже если угол поворота управляемых колес равен 0. Кривизна траектории зависит от соотношения δ_1 и δ_2 (углы увода переднего и заднего мостов).

Если $\delta_1 = \delta_2$, то шинную поворачиваемость транспортного средства называют нейтральной. Хотя при этом траектория движения транспортного средства с жесткими шинами не совпадает с траекторией движения транспортного средства, имеющего нейтральную поворачиваемость, так как центры поворота в этих случаях занимают различные положения.

Если $\delta_1 > \delta_2$, то для движения транспортного средства с эластичными

шинами по кривой управляемые колеса нужно повернуть на больший угол, чем при жестких шинах. В этом случае шинную поворачиваемость транспортного средства называют недостаточной. Транспортное средство с недостаточной шинной поворачиваемостью устойчиво сохраняет прямолинейное направление движения.

Если угол $\delta_1 < \delta_2$, то для движения транспортного средства с эластичными шинами по кривой управляемые колеса нужно повернуть на меньший угол, чем при жестких шинах. В этом случае шинную поворачиваемость транспортного средства называют излишней. Транспортное средство с недостаточной поворачиваемостью более устойчиво и лучше сохраняет направление движения, чем транспортное средство с излишней поворачиваемостью.

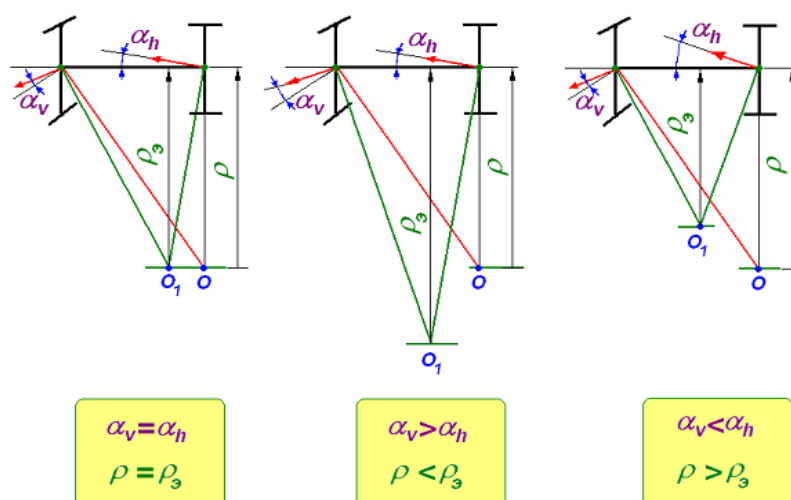


Рисунок 7.6 - Схемы движения автомобилей, имеющих различную шинную поворачиваемость

Креновая поворачиваемость транспортного средства связана с конструкцией его подвески. Рассмотрим задний мост с рессорной подвеской транспортного средства, который совершает правый поворот. Передние концы рессор соединены с кузовом простым шарниром, а задние – с помощью серьги. При прогибах рессоры задний мост перемещается по дуге, причем ось его качания расположена около шарнира. Под действием поперечной силы кузов транспортного средства наклоняется, вызывая сжатие левых рессор и распрямление правых. Левая

рессора, сжимаясь, перемещает задний мост назад, а правая, распрямляясь, перемещает его вперед. В результате задний мост поворачивается в горизонтальной плоскости.

Если углы поворота переднего и заднего мостов не одинаковы по величине или направлению, то транспортное средство вследствие крена поворачивается, хотя передние колеса остаются в нейтральном положении. Так, при действии одной и той же возмущающей силы P_y транспортное средство *A* (рисунок 7.6) повернется вправо, а транспортное средство *B* – влево. Возникающая при повороте центробежная сила $P_{ц}$ у транспортного средства *A* направлена в противоположную сторону по сравнению с возмущающей силой P_y , а у транспортного средства *B* в ту же сторону. Поэтому транспортное средство *A* лучше сохраняет направление движения под действием поперечных возмущающих сил. По аналогии с шинной поворачиваемостью можно сказать, что транспортное средство *A* имеет недостаточную, а транспортное средство *B* излишнюю креновую поворачиваемость.

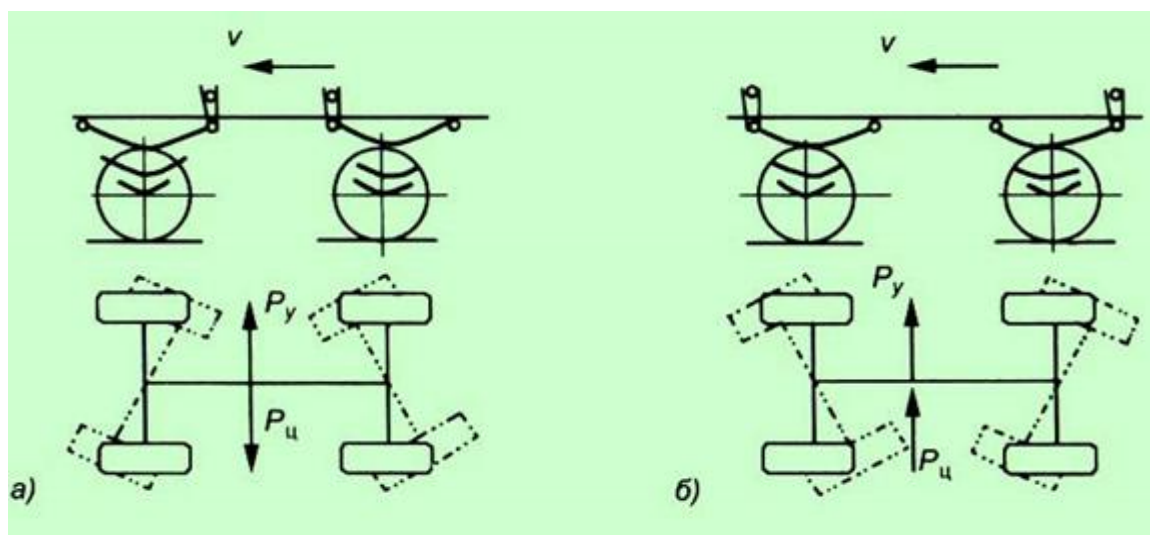


Рисунок 7.7 - Схемы движения автомобилей с зависимой рессорной подвеской, имеющих различную креновую поворачиваемость: а) недостаточная; б) излишняя

Креновая поворачиваемость транспортного средства тесно связана с шинной поворачиваемостью, так как увод колеса возникает не только под действием сил и моментов, но и при наклоне колеса к вертикали (развале). Если направление поперечной силы совпадает с направлением развала колеса, то увод возрастает. Развал колеса, равный 1° , вызывает увод на угол $10\text{--}20'$. У автомобилей с независимой подвеской колес на поперечных рычагах крен кузова вызывает изменение развала колеса. При двухрычажной подвеске (рисунок 7.7, а) колеса наклоняются в сторону крена кузова в направлении действия поперечной силы P_y , что увеличивает угол увода моста. При однорычажной подвеске (рисунок 7.7, б) колеса наклоняются в сторону, противоположную крену кузова, навстречу поперечной силе. В этом случае угол увода моста уменьшается. Таким образом, в зависимости от конструкции подвески, креновая поворачиваемость может либо усиливать, либо ослаблять влияние шинной поворачиваемости.

Для обеспечения недостаточной поворачиваемости транспортного средства необходимо, чтобы угол увода переднего моста был больше угла увода заднего моста. Поэтому у легковых автомобилей наиболее распространена передняя независимая подвеска на двух рычагах. Заднюю подвеску выполняют зависимой или же независимой на одном поперечном рычаге. Никогда не применяют однорычажную подвеску для переднего моста и двухрычажную для заднего, так как это приводит к резкому ухудшению управляемости транспортного средства.

Транспортное средство может утратить управляемость вследствие поперечного проскальзывания шин по дороге, а также увода шин.

При повышении скорости транспортного средства углы увода также возрастают. При этом у транспортного средства с излишней шинной поворачиваемостью угол δ_2 увеличивается быстрее угла δ_1 . При критической скорости транспортное средство начинает двигаться криволинейно, хотя его управляемые колеса находятся в нейтральном положении. Следовательно, транспортное средство с излишней шинной поворачиваемостью теряет управляемость, если его скорость больше критической. У транспортного средства с недостаточной или нейтральной шинной поворачиваемостью критическая

скорость отсутствует.

Чтобы обеспечить недостаточную шинную поворачиваемость транспортного средства, несколько уменьшают давление воздуха в шинах передних колес по сравнению с давлением в шинах задних колес. Кроме того, центр тяжести транспортного средства немного смещают в сторону переднего моста, что увеличивает часть центробежной силы, действующую на управляемые колеса.

7.4.1.6 Информативность

Информативность – это свойство транспортного средства обеспечивать участников движения информацией, необходимой для динамического функционирования системы ВАДС. Информативность является одним из эксплуатационных свойств транспортного средства, определяющих его безопасность.

Все участники дорожного движения условно могут быть разбиты на две группы: водители-операторы и другие (внешние) участники движения (пешеходы, водители других транспортных средств, регулировщики). В процессе дорожного движения водитель выступает в двух качествах одновременно: водителя–оператора и внешнего участника движения, и должен реагировать на информацию, исходящую как от управляемого им транспортного средства – внутренняя информативность, так и от других транспортных средств – внешняя информативность.

Информативность транспортного средства может быть визуальной (форма и размеры транспортного средства, цвет кузова, система автономного освещения, светосигнальное оборудование, элементы щитка приборов, параметры обзорности), звуковой (звуковые сигнализаторы, несущая волна, шум двигателя, трансмиссии и т.д.), тактильной (реакция органов управления на действие водителя).

7.4.2 Пассивная безопасность

Различают внутреннюю пассивную безопасность, снижающую травматизм пассажиров, водителя и обеспечивающую сохранность грузов, перевозимых автомобилем, и внешнюю безопасность, которая уменьшает возможность нанесения повреждений другим участникам движения.

Конструктивные мероприятия, улучшающие внутреннюю пассивную безопасность, предусматривают снижение инерционных перегрузок в процессе удара, ограничение перемещения людей в салоне, устранение травмоопасных деталей, закрепление багажа и инструмента.

При столкновениях и наездах внешнюю пассивную безопасность обеспечивают прежде всего бамперы. Кроме того, применяются защитные рамки.

В работе должны по имеющимся данным о конструкции транспортного средства сделать выводы о его пассивной безопасности.

Процесс удара обычно разделяют на три фазы. В течение первой фазы соударяющиеся тела, сближаясь, деформируются, их кинетическая энергия частично переходит в потенциальную, а частично затрачивается на разрушение, перемещение и нагрев деталей. Во второй фазе накопленная потенциальная энергия, снова превращается в кинетическую, и тела начинают расходиться. В течение третьего периода тела не контактируют, их энергия расходуется на преодоление внешнего сопротивления. Согласно опытам НАМИ, при наезде транспортного средства на неподвижное препятствие длительность первой фазы составляет 0,05...0,1 с, а второй 0,02...0,04 с.

Характер и тяжесть травмы зависят от многих причин: вида ДТП, скорости и конструкции транспортного средства, наличия защитных приспособлений, возраста и здоровья человека. В среднем человек может выдержать без вреда кратковременную (в течение 0,01...0,1 с) перегрузку 40–50g. Перегрузки, испытываемые водителем и передним пассажиром при встречных столкновениях автомобилей, достигают 150...200g. Усилия, действующие на отдельные части тела, могут превышать 10 кН, что объясняет высокую смертность при некоторых

ДТП.

Большое значение для определения параметров пассивной безопасности имеет среднее замедление j_{cp} . Оно определяется по формуле:

$$j_{cp} = \frac{v^2}{2s_a}; \quad (7.31)$$

где v – скорость транспортного средства непосредственно перед ударом, м/с;

s_a – остаточная деформация транспортного средства, которая при ударе о поверхность, сравнимую по площади с лобовой площадью транспортного средства, составляет:

легковые автомобили с несущим кузовом 0,40...0,90 м;

легковые автомобили с рамным основанием 0,20...0,40 м;

грузовые автомобили и автобусы 0,15...0,30 м.

Например. Транспортное средство, врезается в бетонную стенку на скорости 72 км/ч (20 м/с). При деформации его моторного отсека $s_a = 0,8$ м среднее замедление составит:

$$j_{cp} = 400 / (2 \cdot 0,8) = 250 \text{ м/с}^2 = 25,5 \text{ g}. \quad (7.32)$$

Перегрузка, действующая на пассажиров, составит 25,5g, то есть незафиксированного ремнем человека, весящего 75 кг, ударит о приборную доску с силой в 1912 кг.

7.4.3 Послеаварийная безопасность

Послеаварийная безопасность – это свойство транспортного средства уменьшать тяжесть последствий ДТП после остановки и предотвращать возникновение новых ДТП. К элементам послеаварийной безопасности

транспортного средства относятся конструктивные мероприятия и дополнительные приборы, предотвращающие возникновение опасных явлений, возникающих в результате ДТП.

Опасными явлениями, которые могут возникнуть в результате ДТП, следует считать пожар, заклинивание дверей, заполнение водой салона транспортного средства, если он затонул.

Требования к пожарной безопасности транспортного средства и соответствующим элементам его конструкции регламентируются Правилами № 34–01 ЕЭК ООН. Этот документ регламентирует утечку топлива из топливного бака, заливной горловины и топливопроводов при фронтальном наезде транспортного средства на препятствие со скоростью 13,9 м/с или наезде сзади со скоростью 10 м/с; утечка топлива в момент наезда не должна превышать 28 г/мин, а образование каплеобразной смеси также 28 г/мин. В ходе испытаний определяется объем жидкости, заменяющей топливо и вытекшей из бака при нарушении его герметичности, оценивается вероятность возникновения пожара и возможность его тушения имеющимися на автомобиле средствами.

Конструкции автомобилей массового производства должны отвечать следующим требованиям в отношении пожарной безопасности:

1) Предусматривается установка огнестойкой перегородки между топливным баком и пассажирским салоном. Элементы системы питания должны быть защищены от коррозии и предохранены от соприкосновения с препятствиями на грунте. Все топливопроводы должны располагаться в защищенных местах (но не в салоне транспортного средства); они не должны подвергаться каким-либо механическим воздействиям. Топливный бак следует изготавливать из огнестойкого материала; он не должен заряжаться статическим электричеством.

2) Заливная горловина не должна располагаться в салоне, багажнике или моторном отсеке и выступать над поверхностью кузова; крышка горловины должна быть огнестойкой.

3) Электропроводку следует размещать в специальных каналах или крепить

к корпусу; она должна быть защищена от коррозии.

4) Для предотвращения быстрого распространения пламени и образования в салоне ядовитых газов (продуктов сгорания) регламентируются свойства материалов для внутренней отделки салона.

Кроме того, для повышения пожарной безопасности автомобилей на них устанавливают автоматически включающиеся огнетушители (как правило, пенные); штатные пенные или порошковые огнетушители; устройства, автоматически размыкающие электроцепь транспортного средства при возникновении перегрузок определенной величины; устройства для автоматического впрыскивания в топливный бак веществ, превращающих бензин в трудно сгораемое вещество (композиции галогенов, кремниевые соединения, специальные смолы).

В отношении заклинивания дверей автомобилей можно применять Правила № 11–02 ЕЭК ООН “Прочность замков и петель боковых дверей”. Однако следует учитывать, что если применяются дополнительные устройства, повышающие надежность замка в исправном состоянии (блокираторы дверей), то открыть дверь в деформированном виде, скорее всего, будет труднее. В ходе испытаний транспортного средства на удар проверяется, чтобы двери (по одной с каждой стороны) открывались без применения инструмента.

Облегчение эвакуации людей из салона транспортного средства, особенно автобуса, может быть достигнуто следующими мероприятиями:

- устройством запасных выходных люков в крыше автобуса (транспортного средства);
- устройством запасных выходных люков в боковых стенках автобуса;
- снабжением дверей и люков дополнительными наружными замками и рукоятками;
- оборудованием салона молотками для разбивания стекол, пилами, молотами, ножницами и другими инструментами для прорезывания отверстий в стенках автобуса.

Предотвращение попадания воды в салон транспортного средства при его

затоплении пока не регламентируется международными стандартами. В какой-то мере может быть применен Российский ОСТ 37.001.248 на пыле водонепроницаемость. Единственный путь борьбы с этим явлением – повышение общей герметичности салона транспортного средства. В этом направлении имеется много нерешенных вопросов. Следует отметить, что возможность спасения людей из затопленного транспортного средства зависит не столько от его конструкции (водонепроницаемости), сколько от состояния окон транспортного средства (открыты или закрыты), умения людей плавать, от присутствия духа у водителя и пассажиров.

В курсовом проекте студенты должны по имеющимся данным о конструкции транспортного средства сделать выводы о его послеаварийной безопасности.

7.4.4 Экологическая безопасность

Экологическая безопасность – это свойство транспортного средства, позволяющее уменьшать вред, наносимый участникам движения и окружающей среде в процессе его нормальной эксплуатации. Мероприятиями по уменьшению вредного воздействия автомобилей на окружающую среду следует считать снижение токсичности отработавших газов и уровня шума.

Основными загрязняющими веществами при эксплуатации автотранспорта являются:

- выхлопные газы;
- нефтепродукты при их испарении;
- пыль;
- продукты истирания шин, тормозных колодок и дисков сцепления, асфальтовых и бетонных покрытий.

Наибольший загрязняющий эффект из всего перечисленного оказывают отработавшие газы. К основным вредным компонентам отработавших газов автомобилей относятся окись углерода CO (сильное токсичное вещество), углеводороды C_nH_x , окислы азота NO_x (токсичны, вместе с углеводородами C_nH_x

образует фотохимический смог), альдегиды (вредно действуют на нервную систему и органы дыхания), твердые частицы (сажа), окислы серы SO_x , бензапирен, соли свинца (сильно действующие токсичные вещества).

Евро - 4 в странах Европы начал использоваться в Российской Федерации этот стандарт действует с 2010 года. Стандарт еще больше ужесточает требования к выбросам в атмосферу отработанных газов. По сравнению с предыдущим стандартом, содержание вредных компонентов в выхлопных газах транспортных средств уменьшается на 40%.

Евро - 5 – наиболее современный на данный момент экологический стандарт, регулирующий содержание вредных веществ в выхлопных газах. Стандарт Евро-5 с октября 2008 года стал обязательным для всех новых грузовых автомобилей, продаваемых в странах Евросоюза. На легковые автомобили он распространился несколько позже – с 1 сентября 2009 года. В Российской Федерации Евро-5 действует на все ввозимые автомобили, начиная с 1 января 2014 года.

При движении транспортного средства шум создается двигателем внутреннего сгорания, шасси транспортного средства (в основном механизмами трансмиссии и кузовом) и в результате взаимодействия шин с дорожным покрытием.

У технически исправного легкового транспортного средства, имеющего небольшой пробег, основной источник шума – взаимодействие шин с дорожным покрытием, у грузового транспортного средства шум шин составляет меньшую долю. В результате взаимодействия колеса с дорожным покрытием возникает шум, уровень и характеристики которого зависят от типа транспортного средства, конструкции подвески, рисунка протектора, нагрузки на шину, ее жесткости и давления в ней.

Шум от работы двигателя внутреннего сгорания возникает во впускном тракте карбюратора и трубопроводе; в газораспределительном клапанном механизме в результате взаимодействия толкателей с клапанами; в зубчатых, а также в цепных и ременных передачах между коленчатым и распределительным валами; в системе охлаждения двигателя вследствие работы вентилятора,

ременной передачи и водяного насоса; в выпускной системе. Шум возникает также в зубчатых зацеплениях коробки передач и ряде других второстепенных (по шуму) механизмов.

В элементах шасси технически исправного (нового) транспортного средства и его кузове шум создается при работе механизмов трансмиссии элементах подвески и в результате обтекания кузова воздушным потоком при движении.

Шум, создаваемый отдельным автомобилем (автопоездом), регламентируется рядом нормативных документов, основными из которых являются Правила № 9 ЕЭК ООН. Шум выпускаемых отечественной промышленностью транспортных средств в основном соответствует этим нормам.

7.5 Основные элементы транспортного средства, обеспечивающие безопасность транспортного процесса

7.5.1 Рулевое управление

Требования к рулевому управлению согласно нормативной документации:

Изменение усилия при повороте рулевого колеса должно быть плавным во всем диапазоне угла его поворота. Неработоспособность усилителя рулевого управления транспортного средства (при его наличии на транспортном средстве) не допускается.

Самопроизвольный поворот рулевого колеса с усилителем рулевого управления от нейтрального положения при работающем двигателе не допускается.

Суммарный люфт в рулевом управлении не должен превышать предельных значений, установленных изготовителем в эксплуатационной документации, или при отсутствии данных, установленных изготовителем, следующих предельных значений:

- транспортные средства категории М1 и созданные на базе их агрегатов транспортные средства категорий М2, N1, N2 - 10°;
- транспортные средства категорий М2 и М3 - 20°;

- транспортные средства категорий N - 25°.

Повреждения и отсутствие деталей крепления рулевой колонки и картера рулевого механизма, а также повышение подвижности деталей рулевого привода относительно друг друга или кузова (рамы), не предусмотренное изготовителем транспортного средства (в эксплуатационной документации), не допускаются. Резьбовые соединения должны быть затянуты и зафиксированы способом, предусмотренным изготовителем транспортного средства. Люфт в соединениях рычагов поворотных цапф и шарнирах рулевых тяг не допускается. Устройство фиксации положения рулевой колонки с регулируемым положением рулевого колеса должно быть работоспособно.

Применение в рулевом механизме и рулевом приводе деталей со следами остаточной деформации, с трещинами и другими дефектами не допускается.

Уровень рабочей жидкости в резервуаре усилителя рулевого управления должен соответствовать требованиям, установленным изготовителем транспортного средства в эксплуатационной документации. Подтекание рабочей жидкости в гидросистеме усилителя не допускается.

С двигателем и трансмиссией справиться проще – здесь все решает система крепления, обеспечивающая “уход” силового агрегата под днище при фронтальном ударе (рисунок 7.8).



Рисунок 7.8 – Устройство фиксации рулевого управления

Состояние элементов рулевого управления должно соответствовать требованиям нормативных документов и не иметь неисправностей.

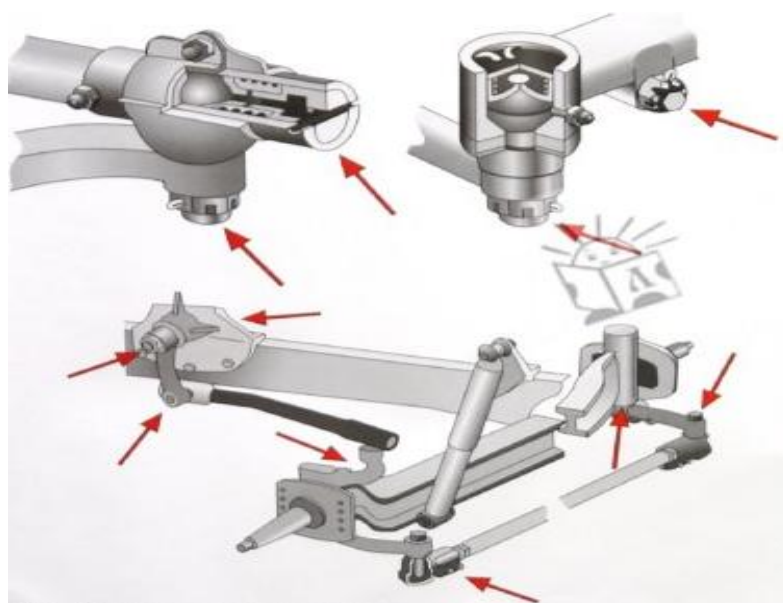


Рисунок 7.9 – Элементы крепления рулевых механизмов

7.5.2 Элементы пассивной безопасности

Наиболее простым и вместе с тем эффективным средством, ограничивающим перемещение людей внутри транспортного средства при авариях, являются ремни безопасности. Причем, система пассивной безопасности современного транспортного средства строится “от ремня”: функция каждого из остальных элементов и устройств предполагает, что все находящиеся в машине будут надежно пристегнуты.

В процессе столкновений и наездов автомобилей человек, не пристегнутый ремнем, продолжает движение по инерции с прежней скоростью и ударяется о детали транспортного средства, который к этому моменту успевает остановиться. При наличии ремня скорость человека уменьшается в процессе деформации передней части транспортного средства и лямок ремня. Относительная скорость человека в этом случае значительно меньше, и удары его о твердые детали интерьера могут не вызвать серьезных повреждений.

Определим параметры перемещения человека, пристегнутого ремнем безопасности. Вначале транспортное средство движется со средним замедлением j_{cp} , определяемым по формуле (7.19), а человек со средним замедлением j_u . Если жесткость c_l ремня постоянна, то:

$$m_u j_u - c_l (S_u - S) = 0, \quad (7.33)$$

где m_u – масса человека, кг;

S_u и S – перемещения соответственно человека и транспортного средства, м.

$$S_u = \frac{j_{cp} m_u}{c_l} \left[1 - \cos \left(\sqrt{\frac{c_l}{m_u}} \cdot t \right) \right] + v_0 t - 0,5 j_{cp} t^2, \quad (7.34)$$

где v_0 – начальная скорость транспортного средства;

t – время движения.

Скорость человека изменяется по закону:

$$v_u = \dot{S}_u = \sqrt{\frac{m_u}{c_l}} j_{cp} \sin \left(\sqrt{\frac{c_l}{m_u}} \cdot t \right) + v_0 - j_{cp} t. \quad (7.35)$$

Замедление определяется:

$$j_u = \dot{v}_u = j_{cp} \left[\cos \left(\sqrt{\frac{c_l}{m_u}} \cdot t \right) - 1 \right]. \quad (7.36)$$

Время движения транспортного средства до остановки:

$$t_1 = \frac{v_0}{j_{cp}}. \quad (7.37)$$

Максимальную силу P_{max} приложенную к телу человека, можно найти

следующим образом:

$$P_{\max} = m_{\text{ч}} j_{\text{ср}} \sqrt{2 - 2 \cos \left(\sqrt{\frac{c_{\text{л}}}{m_{\text{ч}}}} \frac{v_0}{j_{\text{ср}}} \right)} = m_{\text{ч}} \frac{v_0^2}{2S} \sqrt{2 - 2 \cos \left(\sqrt{\frac{c_{\text{л}}}{m_{\text{ч}}}} \frac{2S}{v_0} \right)}. \quad (7.38)$$

На рисунке 7.10 приведены результаты подсчета по этой формуле при $m_{\text{ч}} = 70$ кг, $c_{\text{л}} = 70$ кН/м и $v_0 = 10$ – 20 м/с. Нагрузка, испытываемая человеком, увеличивается по мере уменьшения деформации Δ_a передней части транспортного средства и повышения его начальной скорости. Соответственно возрастает и перемещение тела человека $S_{\text{ч}}$.

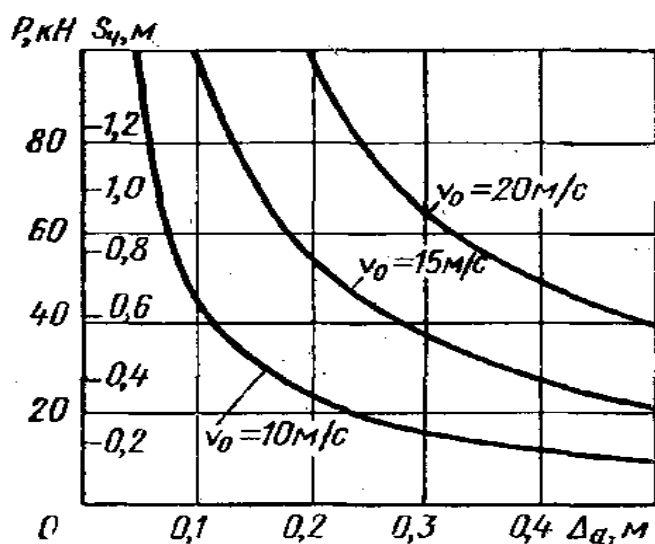


Рисунок 7.10 – Зависимость нагрузки P , действующей на человека, от деформации Δ_a передней части транспортного средства и его скорости v_0 , перед ударом

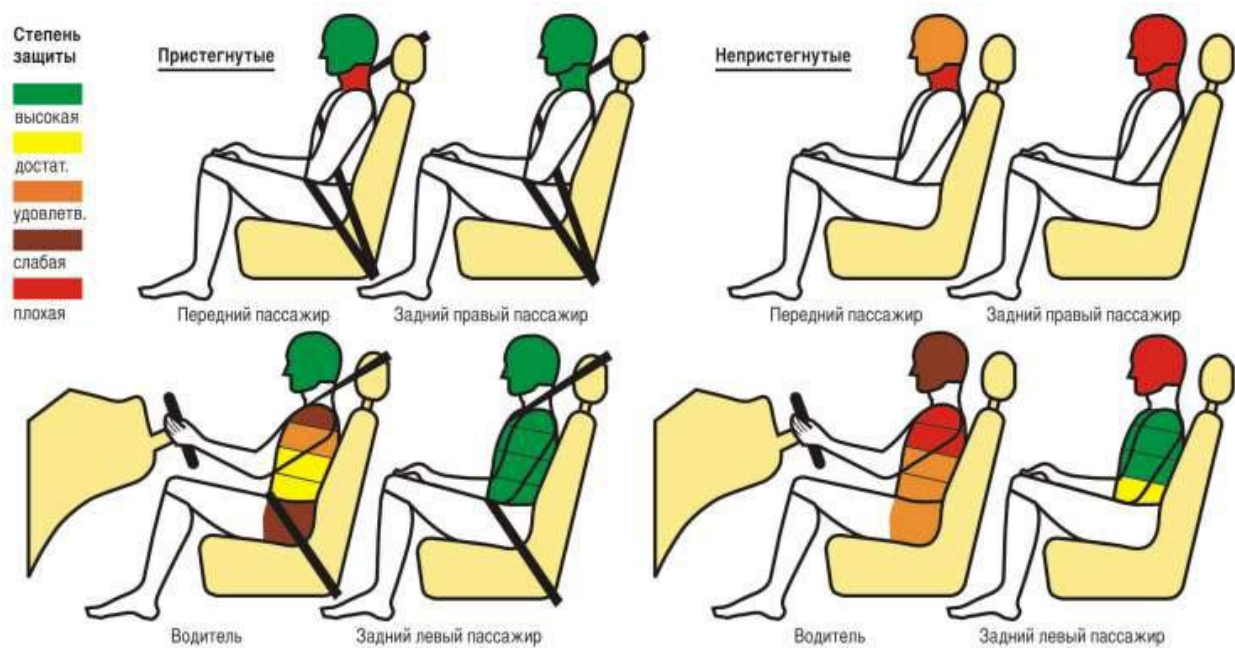


Рисунок 7.11 – Схема условной степени защиты пассажиров и водителей при условии обеспечения пристегнутых и не пристегнутых ремней безопасности.

7.6 Список типовых задач и примеры их решений по определению показателей безопасности транспортного процесса

7.6.1 Список типовых задач по определению показателей безопасности транспортного процесса

Задача 1. Определить скорость движения грузового автомобиля МАЗ до начала торможения, если на асфальтированном мокром горизонтальном покрытии остановочный путь составил 65м.

Задача 2. Определить скорость движения грузового автомобиля КАМАЗ на сухом горизонтальном асфальтированном покрытии, если замедление составляет $5,5 \text{ м/с}^2$, тормозной след 45 м.

Задача 3. Определить остановочный путь автобуса ПАЗ, если скорость движения 60км/ч на асфальтированном обледенелом горизонтальном покрытии с тормозным следом 65м.

Задача 4. Определить тормозной путь легкового автомобиля ВАЗ-21060, если скорость движения была 60 км/ч, на асфальтированном заснеженном горизонтальном покрытии.

Задача 5. Определить дистанцию при движении автомобиля ВАЗ 21093 со скоростью 60 км/ч на асфальтированном мокром горизонтальном покрытии.

Задача 6. Определить дистанцию при движении автомобиля ВАЗ 21093 со скоростью 40 км/ч на асфальтированном мокром горизонтальном покрытии.

Задача 7. Определить дистанцию при движении автомобиля КАМАЗ со скоростью 60 км/ч на асфальтированном сухом горизонтальном покрытии.

Задача 8. Определить дистанцию при движении автомобиля КАМАЗ со скоростью 30 км/ч на асфальтированном сухом горизонтальном покрытии.

Задача 9. Определить тормозной путь легкового автомобиля ВАЗ 21093, если скорость движения была 70 км/ч на асфальтированном сухом горизонтальном покрытии

Задача 10. Определить тормозной путь легкового автомобиля ВАЗ 21102, если скорость движения была 80 км/ч на асфальтированном сухом горизонтальном покрытии

Задача 11. Определить остановочный путь грузового автомобиля КАМАЗ, если скорость движения была 50 км/ч на асфальтированном мокром горизонтальном покрытии тормозной след составил 55м

Задача 12. Определить остановочный путь грузового автомобиля МАЗ, если скорость движения была 60 км/ч на асфальтированном мокром горизонтальном покрытии тормозной след составил 55м

Задача 13. Определить остановочный путь автобуса ПАЗ, если скорость движения была 60 км/ч на асфальтированном обледенелом горизонтальном покрытии тормозной след составил 65м

Задача 14. Определить тормозной путь легкового автомобиля ВАЗ 2109, если скорость движения была 70 км/ч на асфальтированном заснеженном горизонтальном покрытии тормозной след составил 55м

Задача 15. Определить тормозной путь легкового автомобиля ВАЗ 21093, если скорость движения была 70 км/ч на асфальтированном обледенелом горизонтальном покрытии

Задача 16. Определить скорость движения автобуса ПАЗ 3205 до начала торможения, если на асфальтированном сухом горизонтальном покрытии тормозной след составил 55м

Задача 17. Определить скорость движения автобуса МАЗ до начала торможения, если на асфальтированном мокром горизонтальном покрытии тормозной след составил 55м

Задача 18. Определить скорость движения легкового автомобиля ВАЗ 21060 до начала торможения, если на асфальтированном заснеженном горизонтальном покрытии тормозной след составил 35м

Задача 19. Определить скорость движения автобуса ПАЗ до начала торможения, если на асфальтированном сухом горизонтальном покрытии тормозной след составил 55м

Задача 20. Определить скорость движения автобуса ПАЗ до начала торможения, если на асфальтированном обледенелом горизонтальном покрытии тормозной след составил 65м

Задача 21. Определить тормозной путь грузового автомобиля КАМАЗ, если скорость движения была 60 км/ч на асфальтированном сухом горизонтальном покрытии тормозной след составил 45м

Задача 22. Определить скорость движения грузового автомобиля КАМАЗ до начала торможения, если на асфальтированном сухом горизонтальном покрытии тормозной след составил 45м

Задача 23. Определить скорость движения легкового автомобиля ВАЗ 2110 до начала торможения, если на асфальтированном заснеженном горизонтальном покрытии тормозной след составил 45м

Задача 24. Определить тормозной путь грузового автомобиля КАМАЗ, если скорость движения была 50 км/ч на асфальтированном мокром горизонтальном покрытии тормозной след составил 55м

Задача 25. Определить тормозной путь грузового автомобиля МАЗ, если скорость движения была 40 км/ч на асфальтированном заснеженном горизонтальном покрытии тормозной след составил 55м

Задача 26. Определить тормозной путь легкового автомобиля ВАЗ 21060, если скорость движения была 60 км/ч на асфальтированном заснеженном горизонтальном покрытии тормозной след составил 55м

Задача 27. Определить тормозной путь легкового автомобиля ВАЗ 2110, если скорость движения была 90 км/ч на асфальтированном сухом горизонтальном покрытии тормозной след составил 55м

Задача 28. Определить скорость движения автомобиля ГАЗ 3110 до начала торможения, если на асфальтированном сухом горизонтальном покрытии остановочный путь составил 50м

Задача 29. Определить скорость движения грузового автомобиля МАЗ до начала торможения, если на асфальтированном обледенелом горизонтальном покрытии тормозной след составил 65м

Задача 30. Определить скорость движения грузового автомобиля ВАЗ 2108 до начала торможения, если на асфальтированном заснеженном горизонтальном покрытии тормозной след составил 65м

Задача 31. Определить дистанцию при движении автомобиля ГАЗ 3110 со скоростью 60 км/ч на асфальтированном обледенелом горизонтальном покрытии

7.6.2 Примеры решений некоторых типовых задач по определению показателей безопасности транспортного процесса

Пример решения задачи 1. Определить скорость движения автомобиля марки МАЗ (снаряженная масса более 12 тонн) на асфальтированном мокром горизонтальном покрытии с тормозным следом 65 м.

Определение скорости движения ТС перед началом торможения по протяженности торможения колес задней оси:

$$V_a = 1,8 \cdot j_a \cdot t_3 + \sqrt{26 \cdot S_{ю}} \cdot j_a \quad (7.39)$$

где j_a - установившееся замедление ТС при торможении на горизонтальном участке, м (4);

t_3 - время нарастания замедления, с (0,5);

$S_{ю}$ – протяженность следов торможения ТС до полной остановки, м (65);

Время нарастания замедления зависит от коэффициента сцепления с дорожным покрытием, φ (0,5):

Асфальтобетонное, цементобетонное:

сухое 0,7-0,8

мокрое 0,4-0,6

Исходные данные для j_a и t_3 берем из нормативной документации.

$$V_a = 1,8 \cdot 4 \cdot 0,5 + \sqrt{26 \cdot 65 \cdot 4} = 85,1 \text{ км/ч}$$

Таким образом, скорость движения автомобиля марки МАЗ при заданных условиях равна 85,1 км/ч.

Пример решения задачи 2. Определить скорость движения грузового автомобиля КАМАЗ на сухом горизонтальном асфальтированном покрытии, если замедление составляет $5,5 \text{ м/с}^2$, тормозной след 45 м.

Определение скорости движения ТС перед началом торможения по протяженности торможения колес задней оси:

$$V_a = 1,8 \cdot j_a \cdot t_3 + \sqrt{26 \cdot S_{ю} \cdot j_a}, \quad (7.40)$$

где j_a - установившееся замедление ТС при торможении на горизонтальном участке, м/с^2 (5,5);

t_3 - время нарастания замедления, с (1,05);

$S_{ю}$ – протяженность следов торможения ТС до полной остановки, м (45);

Время нарастания замедления зависит от коэффициента сцепления с дорожным покрытием, φ (0,7).

Исходные данные для t_3 берем из нормативной документации.

$$V_a = 1,8 \cdot 5,5 \cdot 1,05 + \sqrt{26 \cdot 45 \cdot 5,5} = 90,61 \text{ км/ч}$$

Таким образом, скорость движения автомобиля марки КАМАЗ при заданных условиях равна 90,61 км/ч.

Пример решения задачи 3. Определить остановочный путь автобуса ПАЗ, если скорость движения 60км/ч на асфальтированном обледенелом горизонтальном покрытии с тормозным следом 65м.

Определение остановочного пути ТС при наличии следов торможения S_o :

$$S_o = t_1 + t_2 + t_3 \cdot \frac{V_a}{3,6} + S_{ю}, \quad (7.41)$$

где t_1 – время реакции водителя, с;

t_2 – время запаздывания срабатывания тормозного привода, с;

t_3 – время нарастания замедления, с;

V_a – скорость движения ТС, км/ч;

$S_{ю}$ – протяженность следов торможения ТС до полной остановки, м.

Время запаздывания срабатывания тормозного привода и время нарастания замедления зависит от коэффициента сцепления с дорожным покрытием.

Исходные данные для t_1, t_2, t_3 берем из нормативной документации.

$$S_o = (0,3 + 0,2 + 0,2) \cdot \frac{60}{3,6} + 65 = 76,67 \text{ м}$$

Таким образом, остановочный путь автобуса ПАЗ при заданных условиях равен 76,67м.

Пример решения задачи 4. Определить тормозной путь легкового автомобиля ВАЗ-21060, если скорость движения была 60 км/ч, на асфальтированном заснеженном горизонтальном покрытии.

Формула для расчета тормозного пути автомобиля:

$$S_T = (t_2 + 0,5t_3)V_a/3,6 + V_a^2/26j_a \quad (7.42)$$

где S_T – тормозной путь;

t_2 – время запаздывания срабатывания тормозного привода;

t_3 – время нарастания замедления;

V_a – скорость ТС;

j_a – установившееся замедление ТС при торможении на горизонтальном участке.

Для расчета установившегося замедления ТС на заснеженной горизонтальной поверхности используем формулу:

$$j_a = g * \varphi \quad (7.43)$$

где g – ускорение свободного падения; φ – коэффициент сцепления шин ТС с дорогой.

$$j_a = 9,8 * 0,2 = 1,96$$

Получаем, что для заснеженной дороги установившееся замедление ТС при торможении составляет 1,96м. Время запаздывания срабатывания тормозного гидравлического привода t_2 составляет 0,1с. Время нарастания замедления ТС t_3 для легкового автомобиля составляет 0,1с.

$$S_T = (0,1 + 0,5 * 0,1) 60 / 3,6 + 60^2 / 26 * 1,96 = 73,15 \text{ м.}$$

Таким образом, тормозной путь автомобиля ВАЗ-2106 на заснеженном асфальте равен 73,15м.

Список использованных источников

- 1 Лозовой, В.И. Организация перевозочных услуг и безопасность транспортного процесса: учебное пособие / В.И. Лозовой. - Новочеркасск: ЮРГПУ (НПИ), 2017. - 95 с.
- 2 Пугачев, И.Н. Организация и безопасность движения: учебное пособие для вузов / И.Н. Пугачев. - Хабаровск : Изд-во ХГТУ, 2004. - 232с.
- 3 Хасанов, Р. Х. Безопасность транспортных средств: метод. указания по курсовому проектированию для студентов спец. 190702 "Организация и безопасность движения" / Р.Х. Хасанов, И.Х. Хасанов, Е.С. Сидорин. - Оренбург : ИПК ГОУ ОГУ, 2011. - 45 с.
- 4 Требования к техническому состоянию транспортных средств: сборник / А. М. Грошев [и др.]- 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Нижний Новгород: [Б. и.], 2005. - 432 с. – ISBN 5-93272-274-6.
- 5 Зеленин, С.Ф. Безопасность дорожного движения / С.Ф. Зеленин. - М.: РусьАвтокнига: Машиностроение, 2006.
- 6 Хасанов, Р.Х. Основы технической эксплуатации автомобилей: учебное пособие / Р.Х. Хасанов. - Оренбург: ГОУ ОГУ, 2003. - 193 с.
- 7 Технический регламент о безопасности колесных транспортных средств. Утвержден постановлением правительства РФ от 10.09.2009, № 720. - 511с. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (Дата обращения: 08.04.2021г.)
- 8 О безопасности дорожного движения: Федеральный Закон № 196 от 10 декабря 1995 года с изменениями от 15 ноября 2014 года. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (Дата обращения: 08.04.2021г.)
- 9 Ефимов, И.Н. Организация движения [Электронный ресурс]: метод. указания к лаб. работам / И. Н. Ефимов. - Оренбург: ГОУ ОГУ, 2008.
- 10 Курьянова, О.Е. Безопасность транспортного процесса: методические указания к практическим работам для специалистов направления подготовки 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства» / О.Е. Курьянова. - М.: МАДИ, 2016. - 60 с.

11 Хасанов, Р. Х. Безопасность транспортного процесса [Электронный ресурс] : методические указания для обучающихся по образовательной программе высшего образования по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства / Р. Х. Хасанов, А. Ф. Фаттахова; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. автомоб. трансп. - Оренбург : ОГУ. - 2018. - 85 с- Загл. с тит. экрана.

12 Хасанов, Р. Х. Безопасность транспортных средств [Электронный ресурс] : методические указания для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов / Р. Х. Хасанов, П. П. Иванов; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. автомоб. трансп. - Оренбург : ОГУ. - 2018. - 41 с- Загл. с тит. экрана.

Приложение А (справочное)

Классификаций автотранспортных средств согласно техническому регламенту таможенного союза «О безопасности колесных транспортных средств» ТР ТС 018/2011 от 09.12.2011 г

1. Категория L – Мототранспортные средства, в том числе:

1.1. Мопеды, мотовелосипеды, мокики, в том числе:

Категория L1 – Двухколесные транспортные средства, максимальная конструктивная скорость которых не превышает 50 км/ч, и характеризующиеся:

- в случае двигателя внутреннего сгорания – рабочим объемом двигателя, не превышающим 50 куб.см., или
- в случае электродвигателя – номинальной максимальной мощностью в режиме длительной нагрузки, не превышающей 4 кВт.

Категория L2 – Трехколесные транспортные средства с любым расположением колес, максимальная конструктивная скорость которых не превышает 50 км/ч, и характеризующиеся:

- в случае двигателя внутреннего сгорания с принудительным зажиганием – рабочим объемом двигателя, не превышающим 50 куб.см., или
- в случае двигателя внутреннего сгорания другого типа – максимальной эффективной мощностью, не превышающей 4 кВт, или
- в случае электродвигателя – номинальной максимальной мощностью в режиме длительной нагрузки, не превышающей 4 кВт.

1.2. Мотоциклы, мотороллеры, трициклы, в том числе:

Категория L3 – Двухколесные транспортные средства, рабочий объем двигателя которых (в случае двигателя внутреннего сгорания) превышает 50 куб.см. (или) максимальная конструктивная скорость (при любом двигателе) превышает 50 км/ч.

Категория L4 – Трехколесные транспортные средства с колесами, асимметричными по отношению к средней продольной плоскости, рабочий объем двигателя которых (в случае двигателя внутреннего сгорания) превышает 50 куб.см. и (или) максимальная конструктивная скорость (при любом двигателе) превышает 50 км/ч.

Категория L5 – Трехколесные транспортные средства с колесами, симметричными по отношению к средней продольной плоскости транспортного средства, рабочий объем двигателя которых (в случае двигателя внутреннего сгорания) превышает 50 куб.см. и (или) максимальная конструктивная скорость (при любом двигателе) превышает 50 км/ч.

1.3. Квадрициклы, в том числе:

Категория L6 – Четырехколесные транспортные средства, масса которых без нагрузки не превышает 350 кг без учета массы аккумуляторов (в случае электрического транспортного средства), максимальная конструктивная скорость не превышает 50 км/ч, и характеризующиеся:

- в случае двигателя внутреннего сгорания с принудительным зажиганием – рабочим объемом двигателя, не превышающим 50 куб.см., или
- в случае двигателя внутреннего сгорания другого типа – максимальной эффективной мощностью двигателя, не превышающей 4 кВт, или
- в случае электродвигателя – номинальной максимальной мощностью двигателя в режиме длительной нагрузки, не превышающей 4 кВт.

Категория L7 – Четырехколесные транспортные средства, иные, чем транспортные средства категории L6, масса которых без нагрузки не превышает 400 кг (550 кг для транспортных средств, предназначенных для перевозки грузов) без учета массы аккумуляторов (в случае электрического транспортного средства) и максимальная эффективная мощность двигателя не превышает 15 кВт.

2. Категория M – Транспортные средства, имеющие не менее четырех колес и используемые для перевозки пассажиров

2.1. Категория M1 – Транспортные средства, используемые для перевозки

пассажиров и имеющие, помимо места водителя, не более восьми мест для сидения – легковые автомобили.

2.2. Автобусы, троллейбусы, специализированные пассажирские транспортные средства и их шасси, в том числе:

Категория М2 – Транспортные средства, используемые для перевозки пассажиров, имеющие, помимо места водителя, более восьми мест для сидения, технически допустимая максимальная масса которых не превышает 5 т.

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

Транспортные средства категорий М2 и М3 вместимостью не более 22 пассажиров помимо водителя, подразделяются на класс А, предназначенные для перевозки стоящих и сидящих пассажиров, и класс В, предназначенные для перевозки только сидящих пассажиров.

Транспортные средства категорий М2 и М3 вместимостью свыше 22 пассажиров помимо водителя, подразделяются на класс I, имеющие выделенную площадь для стоящих пассажиров и обеспечивающие быструю смену пассажиров, класс II, предназначенные для перевозки преимущественно сидящих пассажиров и имеющие возможность для перевозки стоящих пассажиров в проходе и (или) на площади, не превышающей площадь двойного пассажирского сидения, и класс III, предназначенные для перевозки исключительно сидящих пассажиров.

3. Категория N – Транспортные средства, используемые для перевозки грузов – автомобили грузовые и их шасси, в том числе:

Категория N1 – Транспортные средства, предназначенные для перевозки грузов, имеющие технически допустимую максимальную массу не более 3,5 т.

Категория N2 – Транспортные средства, предназначенные для перевозки грузов, имеющие технически допустимую максимальную массу свыше 3,5 т, но не более 12 т.

Категория N3 – Транспортные средства, предназначенные для перевозки грузов,

имеющие технически допустимую максимальную массу более 12 т.

4. Категория О – Прицепы (полуприцепы) к транспортным средствам категорий L, M, N, в том числе: (замечание АСМАП)

Категория О1 – Прицепы, технически допустимая максимальная масса которых не более 0,75 т.

Категория О2 – Прицепы, технически допустимая максимальная масса которых свыше 0,75 т, но не более 3,5 т.

Категория О3 – Прицепы, технически допустимая максимальная масса которых свыше 3,5 т, но не более 10 т.

Категория О4 – Прицепы, технически допустимая максимальная масса которых более 10 т.

Приложение Б

(справочное)

Требования к рулевому управлению согласно техническому регламенту таможенного союза «О безопасности колесных транспортных средств» ТР ТС 018/2011 от 09.12.2011 г. (к лабораторной работе № 4)

Изменение усилия при повороте рулевого колеса должно быть плавным во всем диапазоне угла его поворота. Неработоспособность усилителя рулевого управления транспортного средства (при его наличии на транспортном средстве) не допускается. Запрещен демонтаж усилителя рулевого управления, предусмотренного изготовителем в эксплуатационной документации транспортного средства.

Самопроизвольный поворот рулевого колеса с усилителем рулевого управления от нейтрального положения при работающем двигателе, вопреки желанию и ожиданиям водителя, не допускается.

Суммарный люфт в рулевом управлении не должен превышать предельных значений, установленных изготовителем транспортного средства, а при отсутствии указанных данных – следующих предельных значений:

- транспортные средства категории M1 и созданные на базе их агрегатов транспортные средства категорий M2, N1 и N2, а также транспортные средства категорий L6 и L7 с автомобильной компоновкой – 10°;
- транспортные средства категорий M2 и M3 – 20°;
- транспортные средства категорий N – 25°.

Повреждения и отсутствие деталей крепления рулевой колонки и картера рулевого механизма не допускаются. Резьбовые соединения должны быть затянуты и зафиксированы способом, предусмотренным изготовителем транспортного средства. Люфт в соединениях рычагов поворотных цапф и шарнирах рулевых тяг не допускается. Устройство фиксации положения рулевой

колонки с регулируемым положением рулевого колеса должно быть работоспособно.

Применение в рулевом механизме и рулевом приводе деталей со следами остаточной деформации, с трещинами и другими дефектами не допускается.

Подтекание рабочей жидкости в гидросистеме усилителя рулевого управления не допускается.

Приложение В
(справочное)

Индекс несущей способности (ИНС) – цифровые коды, обозначающие максимальную нагрузку на шину, приведены в таблице А.1, указываются как для одинарных, так и для сдвоенных колес (через дробь).

Таблица В.1 – Индекс несущей способности

ИНС	Нагрузка, кгс	ИНС	Нагрузка, кгс	ИНС	Нагрузка, кгс	ИНС	Нагрузка, кгс	ИНС	Нагрузка, кгс
0	45	40	140	80	450	120	1400	160	4500
1	46,2	41	145	81	462	121	1450	161	4625
2	47,5	42	150	82	475	122	1500	162	4750
3	48,7	43	155	83	487	123	1550	163	4875
4	50	44	160	84	500	124	1600	164	5000
5	51,5	45	165	85	545	125	4650	165	5150
6	53	46	170	86	530	126	1700	166	5300
7	54,5	47	175	87	545	127	1750	167	5450
8	56	48	180	88	560	128	1800	168	5600
9	58	49	185	89	580	129	1850	169	5800
10	60	50	190	90	600	130	1900	170	6000
11	61,5	51	195	91	615	131	1950	171	6150
12	63	52	200	92	630	132	2000	172	6300
13	65	53	206	93	650	133	2060	173	6500
14	67	54	212	94	670	134	2120	174	6700
15	69	55	218	95	690	135	2180	175	6900
16	71	56	224	96	710	136	2240	176	7100
17	73	57	230	97	730	137	2300	177	7300
18	75	58	236	98	750	138	2360	178	7500
19	77,5	59	243	99	775	139	2430	179	7750
20	80	60	250	100	800	140	2500	180	8000
21	82,5	61	257	101	825	141	2575	181	8250
22	85	62	265	102	850	142	2650	182	8500
23	87,5	63	272	103	875	143	2725	183	8750
24	90	64	280	104	900	144	2800	184	9000
25	92,5	65	290	105	925	145	2900	185	9250
26	95	66	300	106	950	146	3000	186	9500
27	97	67	307	107	985	147	3075	187	9750
28	100	68	315	108	1000	148	3150	188	10000
29	103	69	325	109	1030	149	3250	189	10300
30	106	70	335	110	1060	150	3350	190	10600
31	109	71	345	111	1090	151	3450	191	10900
32	112	72	355	112	1120	152	3550	192	11200
33	115	73	365	113	1150	153	3650	193	11500
34	118	74	375	114	1180	154	3750	194	11800
35	121	75	387	115	1215	155	3875	195	12150

Таблица В.2 – Индексы категории скорости (указывающие максимальную скорость качения)

Индекс категории скорости	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	B	C	D	E	F	G
Скорость качения шины, км/ч	5	10	15	20	25	30	35	40	50	60	65	70	80	90
Индекс категории скорости	J	K	L	M	N	P	Q	R	S	T	U	H	V	W
Скорость качения шины, км/ч	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	240	270

Таблица В.3 – Эксплуатационные дефекты шин

Вид эксплуатационного дефекта	Причина
1	2
Односторонний износ	Неправильная регулировка углов установки колес Несвоевременная перестановка колес Низкое давление в шине и (или) перегрузка
Гребенчатый (пилообразный) износ	Несвоевременная перестановка колес Низкое давление в шине и (или) перегрузка Неисправная подвеска (перекошенные оси)
Существенный износ в отдельных местах посередине протектора	Последствия блокирования колес при внезапном торможении Возможная овальная форма тормозного барабана, в результате чего при блокировании колес тормозной барабан всегда находится в одном и том же положении
Порезы в области протектора	Наружные порезы протекторной части Скольжение (занос), пробуксовка на неровной дороге
Порезы от диска (повреждения при монтаже)	Поврежденные диски Несоответствующий размер диска и его элемента Неправильный монтаж (демонтаж)

Продолжение таблицы В.3

1	2
Отрыв протекторных дорожек	Наезд на бордюр или кромку дороги на большой скорости Неправильное давление в шине и (или) перегрузка Резкий поворот на высокой скорости
Высокотемпературное отслоение (край брекера, брекер-каркас)	Низкое давление в шине и (или) перегрузка Езда на чрезмерное высокой скорости Использование несоответствующих шин
Разрывы от порезов (ударов)	Наружные порезы протекторной части Неосторожное вождение и высокая скорость Чрезмерное давление в шине и перегрузка
Отслоение плечевой части	Удар о препятствие (удар большой силы) Несвоевременная перестановка колес Неправильное давление в шине и перегрузка
Разрыв борта	Несоответствующий размер диска и его элемента Поврежденные диски Неправильное давление в шине и перегрузка
Разрыв каркаса в плечевой части	Перегрузка при низком давлении в шине
Местные расслоения в брекере	Попадание влаги в нити брекера в месте прокола или повреждения протектора
Наружные трещины над бортовой частью	Низкое давление в шине и (или) перегрузка
Перетираание борта закраиной обода	Езда на шине при пониженном давлении Эксплуатация шины на ободу с деформированными закраинами
Механическое повреждение борта	Неквалифицированный монтаж
Трещины по резине герметического слоя на внутренней поверхности шины	Езда на шине при пониженном давлении
Выпадение нитей первого слоя каркаса	Езда на шине при пониженном давлении
Отслоение заворотов слоев каркаса	Неправильное давление в шине и перегрузка Генерация теплоты от сильного торможения

Таблица В.4 – Давление воздуха в шинах в зависимости от вида дороги

Вид дороги	Давление в шинах, кПа	Максимальная скорость движения автомобиля, км/ч	Максимальный пробег в течение гарантийного срока, км
Заболоченная местность	80	15	600
Снежная целина	110	25	800
Сыпучие пески	200	30	1400
Все виды дорог (на период подкачки шин после труднопроходимых участков)	От 110 до номинального	40	1400

Таблица В.5 – Возможные неисправности колес и шин, их причины и способы устранения

Причина неисправности	Способ устранения
Ухудшение устойчивости автомобиля	
Нарушение балансировки колес	Отбалансируйте колеса с шинами в сборе
Недостаточное давление в шинах	Доведите давление до нормы
Свободный ход в подшипниках и ступицах и неправильная затяжка гаек крепления колес к ступице	Отрегулируйте подшипники ступиц колес, затяните гайки
Неправильная установка управляемых колес	Отрегулируйте величину схождения колес
Неравномерный износ протектора шин	Проведите перестановку шин
Ухудшение самовозврата колес в нейтральное положение	
Недостаточное давление в шинах	Доведите давление до нормы
Увеличение усилия на рулевом колесе	
Недостаточное давление в шинах	Доведите давление до нормы
Недостаточное количество смазочного материала в подшипниках ступиц передних колес	Смажьте подшипники
Чрезмерная затяжка подшипников ступиц передних колес	Отрегулируйте подшипники ступиц колес, затяните гайки
Нагрев ступиц	
Недостаточное количество смазочного материала в подшипниках ступиц передних колес	Смажьте подшипники
Перетяжка подшипников ступиц передних колес	Отрегулируйте подшипники ступиц колес