

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

По дисциплине

“ Эксплуатационные свойства автомобиля ”

Рабочая программа
Календарно-тематический план
Курс лекций
Практические задания
СРС
Пакет тестовых заданий

Бишкек-2019

Рассмотрено и одобрено на заседании
методического совета БАДК
Протокол № _____ от _____

Рассмотрено и одобрено на заседании
кафедры “ _____ ”
Протокол № _____ от _____

Рецензенты:

Содержание

Часть 1. Рабочая программа дисциплины	3
1.1. Титульный лист	3
1.2. Пояснительная записка	4
1.2.1. Аннотация дисциплины (<i>краткое описание, в том числе рассматриваются актуальность и необходимость изучения дисциплины</i>)	
1.2.2. Цели преподавания дисциплины	
1.2.3. Задачи преподавания дисциплины	
1.3. Структура дисциплины	6
1.4. Содержание программы (<i>Разделы; темы занятий</i>)	7
Часть 2. Календарно-тематический план	10
2.1. Титульный лист	10
2.1. Содержание и трудоемкость дисциплины	11
Часть 3. Курс лекций	14
Часть 4. Практические задание	50
4.1. Содержание и указания к выполнению практических работ	
4.1.1. Введение	
4.1.2 Критерии оценивания	51
4.1.3.Задания для студентов	
Часть 5. СРС	57
5.1. Введение	
5.2 Критерии оценивания	
5.3.Задания для студентов	
Часть 6. Пакет тестовых заданий	61
6.1. Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля (в течение семестра по темам и модулям)	
6.2. Контрольные вопросы и задания для проведения семестрового (итогового) контроля (зачет, экзамен)	
6.3. Критерии оценивания	
Часть 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	
7.1. Рекомендуемая литература	67
7.1.1. Основная литература	
7.1.2. Дополнительная литература	
7.2. Электронные курсы	

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ и НАУКИ

КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ.

**БИШКЕКСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ КОЛЛЕДЖ
им. К.КОЛЬБАЕВА**

*«Утверждена»
на заседании методического
совета БАДК
Протокол № _____
от « ____ » _____ 2019г*

ПРОГРАММА

*для среднего специального профессионального учебного заведения по
специальности: 190503 - «Эксплуатация транспортного электрооборудования и
автоматики (по видам транспорта за исключением водного)»*

Предмет: «Эксплуатационные свойства автомобиля».

Количество часов по учебному плану: **60 часов**

из них:

- лекционные ___ 24 часов
- лабораторные ___ 0
- практические ___ 12 часов
- курсовые ___ ---
- самостоятельная работа студентов ___ 24 часов

Зачет

Программу составил преподаватель:

Джумалиев К.О.

*Рассмотрена и одобрена на заседании
Кафедры «Электрооборудование и
автоматика на транспорте»
протокол №1 от « 02 » 09 2019г.*

Заведующий кафедрой _____ Туратов Р.А.

Бишкек 2019г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА.

Теория автомобиля представляет собой научную дисциплину, изучающую эксплуатационные свойства автомобиля, а так же расчетные и экспериментальные методы определения этих свойств. Теория автомобиля имеет большое значение для повышения научно-технических знаний автомобильного техника-электромеханика. При изучении сил, действующих на автомобиль в процессе его движения, раскрывается физическая сущность происходящих явлений, что помогает выяснить предельные возможности автомобиля и способствует успешной реализации в условиях эксплуатации преимуществ, которым обладает конструкция автомобиля.

Зная принципы конструирования типовых узлов и агрегатов автомобиля, техник может критически оценить их конструкцию, а так же преимущества и недостатки отдельных решений. Это создает основы для организации рациональной эксплуатации, технического обслуживания и ремонта автомобиля.

Эксплуатационными свойствами автомобиля - называется свойства, характеризующие выполнение подвижным свойством транспортных и специальных работ - перевозку пассажиров, грузов и специального оборудования. Эти свойства определяют способность автомобиля к условиям эксплуатации, а так же эффективность и удобство его использования.

Основными эксплуатационными свойствами связанными с движением автомобиля, является: тяговые, динамические, тормозные, топливная экономичность, управляемость, маневренность, устойчивость, проходимость, плавность хода, экологичность и безопасность движения. Эти свойства обеспечивают движение автомобиля и определяют закономерности его движения. К эксплуатационным свойствам, не связанным с движением автомобиля, относятся вместимость, прочность, долговечность, приспособленность к техническому обслуживанию и ремонту приспособленность к погрузочно-разгрузочным работам. Эти свойства во многом определяют эффективность и удобство использования автомобиля.

Эксплуатационные свойства, обеспечивающие движение автомобиля, существенно зависят от конструкции и технического состояния его систем и механизмов. Чем совершеннее конструкция автомобиля и лучше его технического

состояние, тем выше его эксплуатационная свойства. Поэтому системы и механизмы автомобиля конструируют таким образом, что бы он имел эксплуатационные свойства, требуемые для заданных условий и обеспечивающих эффективно использование автомобиля.

Теоретический анализ эксплуатационных свойств помогает выяснить предельные возможности автомобиля и реализовать в эксплуатационных условиях преимущества, которыми обладает рассматриваемая конструкция автомобиля.

Модуль или экзамен сдается в ЦТ согласно графику модулей и экзаменов.

Тест модуля содержит 7 заданий, тест экзамена 10 заданий.

При компьютерном или бланочном тестировании студент получает:

Оценку «отлично», если

- выполнено 9-10 заданий теста из 10;
- выполнено 7 заданий теста из 7.

Оценку «хорошо» студент получает, если:

- выполнено 7-8 заданий теста из 10;
- выполнено 5-6 заданий теста из 7.

Оценку «удовлетворительно» студент получает, если:

- выполнено 5-6 заданий теста из 10;
- выполнено 4 задания теста из 7.

Оценку «неудовлетворительно» студент получает, если:

- выполнено 0-4 заданий теста из 10;
- выполнено 0-3 заданий теста из 7.

ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН.

№ п/п	Наименование разделов и тем	Всего часов	Из них аудиторных				СРС	
			Всего	В том числе				
				лекционные	практические	лабораторные		курсовые
1.	<i>Ведение.</i>	4	2	2			2	
2.	<i>Эксплуатационные свойства автомобиля.</i>	4	2	2			2	
3.	<i>Основные показатели и характеристики двигателя.</i>	4	2	2			2	
4.	<i>Силы, действующие на автомобиль при движении.</i>	6	4	2	2		2	
5.	<i>Тяговая динамичность автомобиля.</i>	6	4	2	2		2	
6.	<i>Тяговые испытания автомобиля.</i>	4	2	2			2	
7.	<i>Тормозная динамичность автомобиля.</i>	4	2	2			2	
8.	<i>Топливная экономичность автомобиля.</i>	6	4	2	2		2	
9.	<i>Устойчивость автомобиля.</i>	6	4	2	2		2	
10.	<i>Управляемость автомобиля.</i>	6	4	2	2		2	
11.	<i>Проходимость автомобиля.</i>	6	4	2	2		2	
12.	<i>Плавность хода автомобиля.</i>	4	2	2			2	
	Всего:	60	36	24	12	-	-	24

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Тема №1 Введение.

Общие сведения. Измерители и показатели эксплуатационных свойств. Эксплуатационные свойства автомобиля. Условия эксплуатации автомобиля.

Тема №2 Эксплуатационная свойства автомобиля.

Требования предъявляемые к конструкции автомобиля. Определение эксплуатационных свойств автомобиля.

Тема № 3 Основные показатели и характеристики двигателя.

Термодинамические циклы двигателя. Действительные циклы двигателя. Индикаторные показатели двигателя. Эффективные показатели двигателя. Скоростные характеристики двигателя. Нагрузочные характеристики двигателя. Регулировочные характеристики двигателя.

Тема №4 Силы, действующие на автомобиль при движении.

Тяговая характеристика. Силы и моменты, действующие на ведущие колеса. Нормальная реакция дороги. Сила тяги ведущих колес. КПД трансмиссии. Силы действующие на автомобиль при прямолинейном движении. Уравнение движения автомобиля. Силы тяги и сцеплению. Условия возможности движения.

Тема №5 Тяговая динамичность автомобиля.

Силовой и мощностной балансы автомобиля. Силовой баланс. Мощностной баланс. Динамическая характеристика автомобиля. Динамический паспорт автомобиля. Номограмма нагрузок. График контроля буксования. Разгон автомобиля. Динамическое преодоление подъемов. Движение автомобиля накатом. Влияние конструктивных факторов на тяговую динамичность автомобиля. Масса автомобиля. Размеры и форма автомобиля. Передаточное число трансмиссии. КПД трансмиссии. Тяговые показатели автопоездов.

Тема №6 Тяговые испытания автомобиля.

Испытание автомобиля на динамичность. Виды, методы и условия испытаний. Аппаратура для дорожных испытаний автомобиля на динамичность. Стенды для испытания автомобиля и динамичность.

Тема №7 Тормозная динамичность автомобиля.

Безопасность движения и тормозной момент. Тормозная сила и управление движения автомобиля при торможении. Тормозная сила. Управление движение автомобиля при торможении. Показатели тормозной динамичности автомобиля. Замедление при торможении автомобиля. Время торможения. Тормозной путь.

Показатели интенсивности торможения. Распределение тормозной силы между мостами автомобиля. Способы торможения автомобиля. Особенности торможения автопоезда. Дорожно-транспортная экспертиза. Определение показателей тормозной динамичности автомобиля. Аппаратура для испытаний.

Тема №8 Топливная экономичность автомобиля.

Показатели топливной экономичности. Топливо-экономические характеристики автомобиля. Факторы, влияющие на топливную экономичность автомобиля. Топливная экономичность автопоезда. Нормы расхода топлива.

Тема №9 Устойчивость автомобиля.

Поперечное устойчивое состояние автомобиля. Показатели поперечной устойчивости. Силы, действующие на автомобиль при повороте. Критическая скорость заноса и опрокидывания. Критический угол уклона дороги. Занос автомобиля. Влияние конструктивных и эксплуатационных факторов на поперечную устойчивость автомобиля. Продольная устойчивость автомобиля.

Тема №10 Управляемость автомобиля.

Критическая скорость по условиям управляемости. Увод колеса и поворачиваемость автомобиля. Увод колеса. Поворачиваемость автомобиля. Соотношение углов поворота управляемых колес. Колебание управляемых колес. Стабилизация управляемых колес. Упругая стабилизация. Стабилизация наклона шкворней. Развал и сходжение управляемых колес.

Тема №11 Проходимость автомобиля.

Геометрические факторы проходимости. Тяговые и опорно-сцепные показатели проходимости. Конструктивные факторы проходимости автомобиля. Способы увеличения проходимости автомобиля.

Тема №12 Плавность хода автомобиля.

Влияние вибрации на человека. Показатели плавности хода. Плавность хода автомобиля. Способы повышения плавности хода автомобиля.

ЛИТЕРАТУРА:

1. *Стуканов В.А. «Основы теории автомобильных двигателей и автомобиля»
Москва 2005г.*
2. *Вахламов В.К. «Техника автомобильного транспорта» Москва 2004г.*
3. *Вахламов В.К. «Подвижной состав автомобильного транспорта»
Москва 2003г.*
4. *Михайловский В.В. и др. « Устройство автомобилей». Москва. 1981г.
Багданов С.Н. и др. - Автомобильные двигатели Москва. 1987г.
НИААТ - краткий автомобильный справочник. Москва 1985г.*

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ
БИШКЕКСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ КОЛЛЕДЖ им. К.Кольбаева

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора по УВР
_____ Алиева А.Ш.
"___" _____ 2019 г.

КАЛЕНДАРНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

на 5 семестр 2019 - 2020 учебного года, 3 курс
специальность: 190503 «Эксплуатация транспортного электрооборудования и автоматики
(на автомобильном транспорте)

по предмету «Эксплуатационные свойства автомобиля»

Преподаватель: Джумалиев К.О.

Количество часов по учебному плану: 24+12=36ч.

*Рассмотрена и одобрена на заседании
кафедры «Электрооборудование
и автоматика транспорта»
протокол №1 от «02» 09 2019г.*

Заведующий кафедрой _____ Туратов Р.А.

№ занятия	Наименование разделов и тем	Количество часов по программе	Фактическое количество часов			Вид занятий	Наглядные пособия	Задания для студентов	Примечание
			2019	2020	2021				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Тема №1 Введение.									
1	Общие сведения. Измерители и показатели эксплуатационных свойств. Эксплуатационные свойства автомобиля. Условия эксплуатации автомобиля.	2	2			Лекция	Плакаты, учебные фильмы	Стр 3-7	
Тема №2 Эксплуатационная свойства автомобиля.									
2	Требования предъявляемые к конструкции автомобиля. Определение эксплуатационных свойств автомобиля.	2	2			Лекция	Плакаты, учебные фильмы	Стр 366-368 Стр 7-10	
Тема № 3 Основные показатели и характеристики двигателя.									
3	Термодинамические циклы двигателя Нагрузочные характеристики двигателя. Регулировочные характеристики двигателя.	2	2			Комбинированный	Плакаты, учебные фильмы	Стр 370-372 Стр 375-383	
Тема №4 Силы, действующие на автомобиль при движении.									
4	Силы и моменты, действующие на ведущие колеса. КПД трансмиссии Радиусы колеса автомобиля. Скорость и ускорения автомобиля. Тяговая характеристика автомобиля. Реакция дороги, действующие на колеса. Силы сопротивление дороги, воздуха и качения. Силы тяги и коэффициент сцепления	2	2			Комбинированный	Плакаты, учебные фильмы	Стр 13-15 Стр 10-13 Стр 390-392	
5	Силы сопротивление дороги, воздуха и качения.	2	2			Практическое решение задач	-/-	стр 16-27	
Тема №5 Тяговая динамичность автомобиля.									
6	Силовой и мощностной балансы автомобиля. Силовой баланс. Мощностной баланс. Динамическая характеристика автомобиля. Динамический паспорт автомобиля Влияние конструктивных факторов на тяговую динамичность автомобиля. Масса автомобиля. Размеры и форма автомобиля. Тяговые показатели автопоездов.	2	2			Комбинированный	Плакаты, учебные фильмы	Стр 39-40 Стр 35-37	
7	Разгон автомобиля. Динамическое преодоление подъемов.	2	2			Практическое решение задач	-/-	Стр 41-44	
Тема №6 Тяговые испытания автомобиля.									
8	Испытание автомобиля на динамичность. Виды, методы и условия испытаний.	2	2			Комбинированный	Плакаты, учебные фильмы	Стр 56-62	

Тема №7 Тормозная динамичность автомобиля.									
9	Безопасность движения и тормозной момент. Тормозная сила и управление движения автомобиля при торможении Тормозная сила. Управление движение автомобиля при торможении. Распределение тормозной силы между мостами автомобиля.	2	2			Комбинированный	Плакаты, учебные фильмы	Стр 67-77	
Тема №8 Топливная экономичность автомобиля.									
10	Показатели топливной экономичности. Факторы, влияющие на топливную экономичность автомобиля. Топливная экономичность автопоезда.	2	2			Комбинированный	Плакаты, учебные фильмы	Стр 84-93	
11	Топливо-экономические характеристики автомобиля.	2	2			Практическое решение задач	-//-	Стр 85-86	
Тема №9 Устойчивость автомобиля.									
12	Поперечное устойчивость автомобиля. Показатели поперечной устойчивости. Силы, действующие на автомобиль при повороте. Критическая скорость заноса и опрокидывания. Критический угол уклона дороги. Занос автомобиля Влияние конструктивных и эксплуатационных факторов на поперечную устойчивость автомобиля.	2	2			Комбинированный	Плакаты, учебные фильмы	Стр 100-106	
13	Продольная устойчивость автомобиля	2	2			Практическое решение задач	-//-	Стр 107-108	
Тема №10 Управляемость автомобиля.									
14	Критическая скорость по условиям управляемости. Увод колеса и поворачиваемость автомобиля. Увод колеса Поворачиваемость автомобиля. Соотношение углов поворота управляемых колес. Колебание управляемых колес	2	2			Комбинированный	Плакаты, учебные фильмы	Стр 108-125	
15	Стабилизация управляемых колес. Упругая стабилизация. Стабилизация наклонам шкворней. Развал и схождение управляемых колес.	2	2			Практическое решение задач	-//-	Стр 126-130	
Тема №11 Проходимость автомобиля.									
16	Геометрические факторы проходимости. Тяговые и опорно-цепные показатели проходимости.	2	2			Комбинированный	Плакаты, учебные фильмы	Стр 131-134	
17	Конструктивные факторы проходимости автомобиля. Способы увеличения проходимости автомобиля.	2	2			Практическое решение задач	-//-	Стр 135-139	
Тема №12 Плавность хода автомобиля.									
18	Влияние вибрации на человека. Показатели плавности хода.	2	2			Комбинированный	Плакаты, учебные фильмы	Стр 140-142	
ВСЕГО:		36	36						
Всего часов по плану 36 (24+12)									

Литература:

1. Михайловский В.В и др « Устройство автомобилей». Москва . 1981г.

Багданов С.Н и др -Автомобильные двигатели Москва. 1987г.

2. НИИАТ- краткий автомобильный справочник. Москва 1985г.

3. Стуканов В.А «Основы теории автомобильных двигателей и автомобиля» Москва 2005г.

4. Вахламов В.К «Техника автомобильного транспорта» Москва 2004г.

5. Вахламов В.К «Подвижной состав автомобильного транспорта» Москва 2003г.

Тема I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ АНАЛИЗА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ АВТОМОБИЛЯ

Рассматриваются цели и задачи эксплуатационных свойств, а также сами эксплуатационные свойства, непосредственно связанные с движением автомобиля: динамичность, топливную экономичность, управляемость, проходимость и плавность хода.

Лекция 1

Введение. Эксплуатационные свойства автомобиля

Теория автомобиля представляет собой научную дисциплину, изучающую эксплуатационные свойства автомобиля, а также расчетные и экспериментальные методы определения этих свойств.

Эксплуатационные свойства автомобиля характеризуют возможность его эффективного использования в определенных условиях и позволяют оценить, в какой мере конструкция автомобиля соответствует требованиям эксплуатации.

Основными эксплуатационными свойствами автомобиля являются: динамичность, топливная экономичность, управляемость, устойчивость, проходимость, плавность хода, вместимость, прочность, долговечность, приспособленность автомобиля к техническому обслуживанию и ремонту и т.д. В теории автомобиля рассматриваются первые шесть свойств непосредственно связанные с движением автомобиля. Остальные эксплуатационные свойства рассматриваются в других курсах.

Под **динамичностью** автомобиля понимают его свойство перевозить грузы и пассажиров с максимально возможной средней скоростью при заданных дорожных условиях. Чем лучше динамичность автомобиля, тем меньше время, затрачиваемое на перевозку, следовательно, тем больше производительность автомобиля.

Динамичность автомобиля зависит от его тяговых и тормозных свойств, в связи с чем, различают тяговую и тормозную динамичности автомобиля.

Топливная экономичность – свойство автомобиля рационально использовать для движения энергию сжигаемого топлива. Чем меньше расход топлива, тем дешевле эксплуатация автомобиля.

Управляемость – свойство автомобиля изменять направление движения изменением положения управляемых колес. От управляемости зависит безопасность движения автомобиля.

Под **устойчивостью** автомобиля понимают его свойство противостоять заносу, скольжению и опрокидыванию. Устойчивость автомобиля, наряду с его тормозной динамичностью и управляемостью, обеспечивает безопасность движения. Особенно важна устойчивость автомобиля при работе на скользких дорогах и при движении с большими скоростями.

Проходимость – это свойство автомобиля работать в тяжелых дорожных условиях и вне дорог (песок, болотистая местность). Проходимость имеет важное значение для автомобилей работающих главным образом по бездорожью.

Плавность хода – свойство автомобиля двигаться с большой скоростью по неровным дорогам без колебаний кузова. От плавности хода в большей степени зависят средняя скорость движения, сохранность грузов при их перевозке и комфортабельность езды в автомобиле, влияющая на утомляемость водителя и на пассажиров.

Эксплуатационные свойства автомобиля оценивают с помощью системы измерителей и показателей.

Измеритель – это единица измерения эксплуатационного свойства автомобиля. Например, измерителями динамичности автомобиля служат скорость и ускорение. Измеритель характеризует эксплуатационное свойство с качественной стороны, иногда для полной оценки свойства необходимо несколько измерителей.

Показатель – это число, характеризующее величину измерителя, его количественное значение. Показатель позволяет оценить эксплуатационное свойство автомобиля при

определенных условиях работы. Обычно показатель используют для установления граничных возможностей автомобиля в конкретных условиях эксплуатации. Так, одним из показателей тяговой динамичности автомобиля является максимальная скорость, развиваемая им на горизонтальном участке дороги с хорошим покрытием.

Показатели эксплуатационных свойств можно определить экспериментальным или расчетным методом. Для получения экспериментальных данных автомобиля испытывают на специальных стендах или непосредственно на дороге в условиях, приближенных к эксплуатационным. Проведение испытаний сопряжено с затратой значительных средств и труда большого числа квалифицированных работников. Кроме того, воспроизвести при этом все условия эксплуатации очень сложно. Поэтому испытания автомобиля сочетают с теоретическим анализом эксплуатационных свойств и расчетом их показателей. Чтобы установить степень соответствия конструкции автомобиля требованиям эксплуатации, необходимо определить хотя бы приближенные значения отдельных показателей. Это проще всего выполнить расчетным методом.

ТЕМА II. СИЛЫ, ДЕЙСТВУЮЩИЕ НА АВТОМОБИЛЬ ПРИ ЕГО ДВИЖЕНИИ

Лекция 2 - Скоростная характеристика двигателя.

Лекция 3 - Радиусы колеса автомобиля. Потери мощности в трансмиссии.

Лекция 4 - Силы, действующие на ведущие колёса и тяговая характеристика автомобиля.

Лекция 5 - Сопротивление дороги. Сопротивление воздуха.

Лекция 6 - Уравнение движения автомобиля. Условие возможности движения автомобиля. Сила тяги по условиям сцепления шин с дорогой. Измерители нормальных реакций в процессе движения автомобиля.

Лекция 2

Скоростная характеристика двигателя

Автомобиль движется в результате действия на него различных сил. Эти силы разделяют на силы, движущие автомобиль, и силы, оказывающие сопротивление его движению.

Основной движущей силой является сила тяги, приложенная к ведущим колесам. Сила тяги возникает в результате работы двигателя и взаимодействия ведущих колес и дороги.

К силам сопротивления относят силу трения в трансмиссии, силу сопротивления дороги и силу сопротивления воздуха.

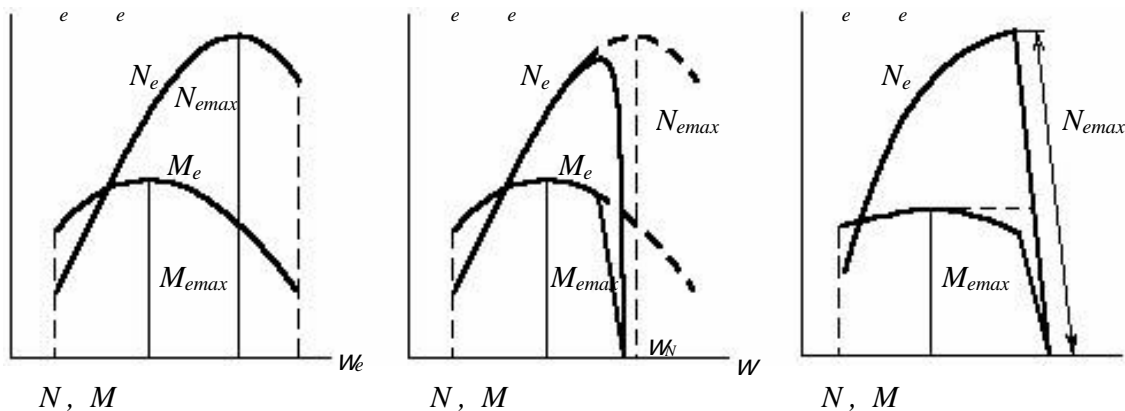
Для определения силы тяги используют *скоростную характеристику двигателя*, т.е. зависимость эффективной мощности N_e и эффективного момента M_e от угловой скорости коленчатого вала ω_e . Скоростные характеристики могут быть внешними и частичными.

Внешняя скоростная характеристика. Внешнюю скоростную характеристику двигателя получают при полной нагрузке двигателя, т.е. при полном открытии дроссельной заслонки (карбюраторный двигатель) или полной подаче топлива (дизель). Частичную скоростную характеристику определяют при неполной нагрузке, например при открытии дроссельной заслонки на 50 %. При этом считают, что мощность и момент являются лишь функцией угловой скорости ω_e , а остальные факторы, влияющие на них, находятся в оптимальных пределах.

Форма характеристики зависит от типа двигателя. На рис. 1, а показана внешняя скоростная характеристика карбюраторного двигателя без ограничителя угловой скорости. Такие двигатели устанавливают в основном на пассажирских автомобилях.

Угловая скорость ω_{min} является наименьшей, при которой двигатель устойчиво работает под полной нагрузкой. С увеличением ω_e момент и мощность, развиваемые двигателем, увеличиваются. Момент и мощность достигают максимальных значений N_{max} и M_{max} . При угловой скорости коленчатого вала, равной соответственно ω_N и ω_M .

При увеличении угловой скорости вала более W_N мощность уменьшается, одновременно возрастают динамические нагрузки на детали, что приводит к ускоренному изнашиванию последних. Поэтому стремятся, чтобы максимальная угловая скорость коленчатого вала не превышала W_N более чем на 10-20 %. Крутящий момент, получаемый при максимальной мощности, обозначают через M_N .



W_{min} W_M W_N W_{max} W_{min} W_M W_{max} e W_{min} W_M $W_{max} = W_N$
 W_e

а) б)

Рис. 2.1. Внешняя скоростная характеристика карбюраторного двигателя: скоростная характеристика а – без ограничителя; б – с ограничителем
 Рис. 2.2. Внешняя скоростная характеристика дизеля

Карбюраторные двигатели грузовых автомобилей обычно имеют ограничители, прекращающие подачу горючей смеси, когда угловая скорость коленчатого вала достигает предельного значения. При этом $W_{max} = (0,8-0,9) W_N$. Характеристика такого карбюраторного двигателя показана на рис. 1, б. Аналогичный вид имеет внешняя характеристика дизелей (рис. 1, в), у которых достижение максимальной мощности нежелательно из-за неполного сгорания смеси, вызывающего сильное дымление. Поэтому максимум внешней характеристики N_{max} располагается вне регуляторной ветви и практически считают $W_{max} = W_N$.

Значения M_{max} , N_{max} , W_M и W_N указывают в технической характеристике двигателя. При использовании заводских данных следует иметь в виду, что двигатель на стенде испытывают без глушителя, генератора и других потребителей мощности. Кроме того, эти значения действительны для «нормальных» условий (атмосферное давление 760 мм рт. Ст., температура 15 °С). Вследствие этого эффективная мощность и эффективный момент, указываемые в заводских характеристиках (в том числе и максимальная мощность, называемая в этом случае «стендовой»), на 10-20 % больше соответствующих параметров двигателя, установленного на автомобиле.

Для построения внешней скоростной характеристики наиболее распространена следующая формула:

$$\square \square W \square \quad \square W \square^2 \quad \square W \square^3 \square$$

$$N_e = N_{max} \left[a \left(\frac{W_{He}}{W_{He0}} \right)^b + c \left(\frac{W_{He}}{W_{He0}} \right)^d \right] - c \left(\frac{W_{He}}{W_{He0}} \right)^d \quad (2.1)$$

□ □

где: a , b и c – эмпирические коэффициенты зависящие от типа двигателя:

- для карбюраторных двигателей $a = b = c = 1$;
- для двухтактных дизелей $a = 0,87$, $b = 1,13$ и $c = 1$;
- для четырехтактных дизели $a = 0,53$, $b = 1,56$ и $c = 1,09$.

Задаваясь различными значениями W_e , по формуле можно найти величину N_e . Соответствующее значение эффективного момента определяют по формуле

$$N_e = M_e \cdot W_e \quad (2.2)$$

где N_e – в Вт; W_e – в рад/с.

Частичные скоростные характеристики. Частичные скоростные характеристики двигателя приведены на рис. 2. Числа у кривых указывают степень открытия дроссельной заслонки, приводящую к уменьшению эффективного момента и максимальной угловой скорости.

Так, если дроссельная заслонка открыта не полностью, а всего на 15 %, то W_{max} уменьшается от 420 до 260 рад/с. Для того чтобы коленчатый вал двигателя вращался с угловой скоростью, большей 260 рад/с, к нему нужно приложить дополнительный момент $M_{Т.д}$ (или $N_{Т.д}$) для преодоления внутреннего сопротивления двигателя. В этом случае двигатель является потребителем энергии – тормозом. Если дроссельная заслонка полностью закрыта, двигатель работает на холостом ходу (точка А).

Тормозная характеристика двигателя. Тормозной характеристикой двигателя называют зависимости момента $M_{Т.д}$ и мощностью $N_{Т.д}$ трения в двигателе от угловой скорости w_e вала.

Внешней тормозной характеристикой двигателя называют кривую, характеризующую $M_{Т.д}$ (или $N_{Т.д}$) при выключенном зажигании и полностью прикрытой дроссельной заслонке. Эта кривая, отмеченная на рис. 2 буквой В, определяет максимальные значения, тормозного момента. В эксплуатационных условиях при торможении автомобиля двигателем последний работает чаще всего на режиме холостого хода с включенным зажиганием (кривая 0 %).

Тормозные характеристики двигателя, соответствующие этому режиму в диапазоне угловых скоростей 200-400 рад/с, довольно точно описываются формулой

$$M_{Т.д} = V_l(a_M w_e - b_M), \quad (Hm) \quad (2.3)$$

где V_l – рабочий объем двигателя, л; для карбюраторных двигателей $a_M = 0,007-0,01$ и $b_M = 0,12-0,17$; для дизелей $a_M = 0,01-0,012$ и $b_M = 0,08-0,12$.

Радиусы колеса автомобиля

Колеса современных автомобилей снабжаются пневматическими шинами, обеспечивающими колесам большую эластичность во всех направлениях: радиальном, тангенциальном и боковом. Поэтому радиус автомобильного колеса не является величиной постоянной, а изменяется под влиянием действующих на него сил. Различают следующие радиусы колеса автомобиля.

Свободный радиус r_0 неподвижного и незагруженного колеса.

Статический радиус колеса $r_{ст}$ – расстояние от поверхности дороги до оси неподвижного колеса, воспринимающего вертикальную нагрузку.

Динамический радиус колеса r_d расстояние от поверхности дороги до оси катящегося колеса. Динамический радиус увеличивается с уменьшением нагрузки и повышением давления воздуха в шине. При увеличении скорости автомобиля под действием центробежных сил шина растягивается в радиальном направлении, вследствие чего радиус r_d возрастает.

У колеса, катящегося под действием крутящего момента, элементы протектора, входящие в контакт с дорогой, сжаты и колесо за то же число оборотов проходит меньший путь, чем при свободном качении. У колеса, нагруженного тормозным моментом. Элементы протектора – наоборот растянуты и колесо проходит за то же число оборотов больший путь, чем свободно катящееся колесо. Таким образом, под действием крутящего момента динамический радиус r_d уменьшается, а при действии тормозного момента – увеличивается.

Радиус качения колеса r_k – радиус такого условного недеформируемого колеса, которое имеет с данным эластичным колесом одинаковые угловую и линейную скорости. Его определяют по формуле

$$r_k = \frac{S}{2\pi n_k}, \text{ м} \quad (2.4)$$

где S – путь, пройденный колесом, м; n_k – число оборотов колеса на пути

S .

Так как радиус качения в процессе движения автомобиля не является величиной постоянной, то при расчетах для определения r_k пользуются приближенной формулой

$r_k = 0,0127d + 0,00085B'$, м (2.5) где d – диаметра обода колеса в дюймах; B' – ширина профиля шины, мм.

Разница между радиусами r_d и r_k в основном вызвана проскальзыванием в области контакта шины с дорогой. Если проскальзывания нет (ведомое колесо), то радиусы r_d и r_k почти равны следовательно, радиус $r_k = 0$ и величина радиуса качения становится бесконечно большой.

На дорогах с твердым покрытием ведущие колеса пробуксовывают сравнительно редко, и изменение радиуса невелики. Поэтому обычно численные значения радиусов $r_{ст}$, r_d и r_k считают одинаковыми.

Значения $r_{ст}$ приводятся в технических характеристиках шин. При отсутствии заводских данных этот радиус можно определить по эмпирической формуле

$$r_{cm} = \frac{d^k + d_k(1 - l_k)}{2} \quad (2.6)$$

где d^k – диаметр обода колеса; b_k – высота профиля шины, м; l_k – коэффициент радиальной деформации шины; для стандартных и широкопрофильных шин $l_k = 0,1-0,16$, а для арочных шин и пневмокотков $l_k = 0,2-0,3$.

Потери мощности в трансмиссии

Во время работы двигателя часть его мощности подводимой к ведущим колесам затрачивается на гидравлические и механические потери в трансмиссии. Последние возникают в результате трения между зубьями шестерен и в карданных шарнирах и зависят от передаваемого момента, гидравлические потери связаны с перемешиванием и разбрызгиванием масла в картерах КПП и ведущих мостов, зависят от угловой скорости деталей, вязкости и количества масла, залитого в картеры.

В результате принято использовать КПД трансмиссии, который и определяет потери мощности при передаче ее от двигателя к ведущим колесам:

$$h_{mp} = \frac{N_k}{N_e} = \frac{N_e - N_{mp}}{N_e} \quad (2.7)$$

где N_e – мощность двигателя, Вт; N_k – мощность на ведущих колесах, Вт; N_{mp} – мощность, затрачиваемая на преодоление сил сопротивления в трансмиссии, Вт.

Мощность N_{mp} зависит от конструкции трансмиссии (механическая, гидравлическая, электрическая), величины передаваемого крутящего момента, скорости вращения валов, а также от вязкости и количества масла в агрегатах трансмиссии.

Наиболее высокий КПД имеет механическая трансмиссия, в которой мощность затрачивается на преодоление трения (коробка передач, карданная передача, ведущий мост) между зубьями шестерен, в подшипниках и сальниках, а также на преодоление сопротивлений, обусловленных вращением деталей в масле.

Общий КПД гидромеханической трансмиссии равен произведению двух КПД – механического h_m и гидравлического h_e .

Гидравлические сопротивления существенно растут с увеличением скорости вращения деталей и вязкости масла.

Значение h_{mp} различных автомобилей приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1

Коэффициент полезного действия трансмиссии	
Тип транспортного средства	h_{mp}
Легковые и автобусы малой вместимости	0,92-0,96
Грузовые автомобили и автобусы с колесной формулой 4x2 с одинарной главной передачей	0,90-0,94

Грузовые автомобили и автобусы с 2-хосные с двойной главной передачей	0,86-0,88
Грузовые трехосные (с двумя ведущими осями)	0,80-0,84
Автобусы	0,88-0,90
Полноприводные легковые	0,86-0,88
Полноприводные грузовые автомобили и автобусы	0,84-0,86

Лекция 4

Тяговая сила на ведущих колесах

Развиваемый двигателем автомобиля крутящий момент M_e передается на ведущие колеса. В передаче крутящего момента от двигателя к ведущим колесам участвуют сцепление, коробка передач, карданная передача, главная передача, дифференциал и полуоси. С полуосей ведущего моста крутящий момент передается на ведущие колеса. Крутящий момент M_k на ведущих колесах зависит от крутящего момента M_e двигателя, передаточных чисел в трансмиссии механического КПД трансмиссии η_m :

$$M_k = M_e i_k i_o \eta_m \quad (2.8)$$

где i_k – передаточное число коробки передач; i_o – передаточное число главной передачи.

Крутящий момент M_k (рис.2) вызывает в точке контакта колеса с дорогой силу трения X_k (сила противодействия дороги вращению ведущих колес), называемую касательной или тангенциальной реакцией.

Сила трения – сумма касательных реакций X_k обоих ведущих колес – равно той тяговой (или толкающей) силе, которая передается раме автомобиля, заставляя его двигаться вперед.

Тяговая сила P_T равна подведенному к ведущим колесам крутящему моменту M_k , деленному на радиус качения колеса r_k :

$$P_T = \frac{M_e i_k i_o \eta_m}{r_k} \text{ Или, } H \quad (2.9)$$

учитывая выражение (2.8)

$$P_T = \frac{M_k}{r_k} \quad (2.10)$$

Кроме момента M_k и силы P_k (реакции X_k), на ведущее колесо автомобиля действует сила тяжести G_k , приходящаяся на колесо и вызывающая со стороны дороги вертикальную (нормальную) реакцию Z_k . Сила тяги по условиям сцепления шин с дорогой

$$P_m \leq P_{сц} = G_2 j \quad (2.11)$$

где j - коэффициент сцепления шин с дорогой.

Коэффициент сцепления зависит в основном от типа и состояния покрытия (табл. 2.2), а также рисунка протектора шины.

Таблица 2.2

Коэффициенты сцепления j для различных дорожных покрытий

№	Дорога	Поверхность	
		сухая	мокрая
1.	С асфальто- или цементобетонным покрытием	0,7-0,8	0,35-0,45
2.	С щебеночным покрытием	0,6-0,7	0,3-0,5
3.	Грунтовая	0,5-0,6	0,2-0,4
4.	Покрытая укатанным снегом	0,2-0,3	
5.	Обледенелая дорога	0,1-0,2	

Лекция 5

Сопротивление дороги

Во время движения автомобиля энергия, подведенная к ведущим колесам, расходуется на преодоление сопротивлений дороги и воздуха.

Взаимодействие автомобиля и дороги сопровождается затратами энергии, которые можно разделить на три группы: затраты энергии на подъем автомобиля при движении в гору, на деформацию шин и дороги, а также на колебания частей автомобиля.

Сопротивление подъему

Автомобильные дороги состоят из чередующихся между собой подъемов и спусков.

Вес автомобиля G , движущегося на подъеме, можно разложить на две составляющие силы (рис. 1): $G \sin \alpha$, направленную параллельно дороге, и $G \cos \alpha$, перпендикулярную к дороге.

Силу $G \sin \alpha$ называют *силой сопротивления подъему* и обозначают P_n :

$$P_n = G \sin \alpha, \text{ Н} \quad (2.12)$$

Мощность, затрачиваемая автомобилем при преодолении подъема:

$$N_n = P_n V_a, \text{ Вт} \quad (2.13)$$

При движении на спуске сила P_n имеет противоположное направление и действует как движущая сила. Угол α считают положительным для случая движения автомобиля на подъеме и отрицательными при движении на спуске.

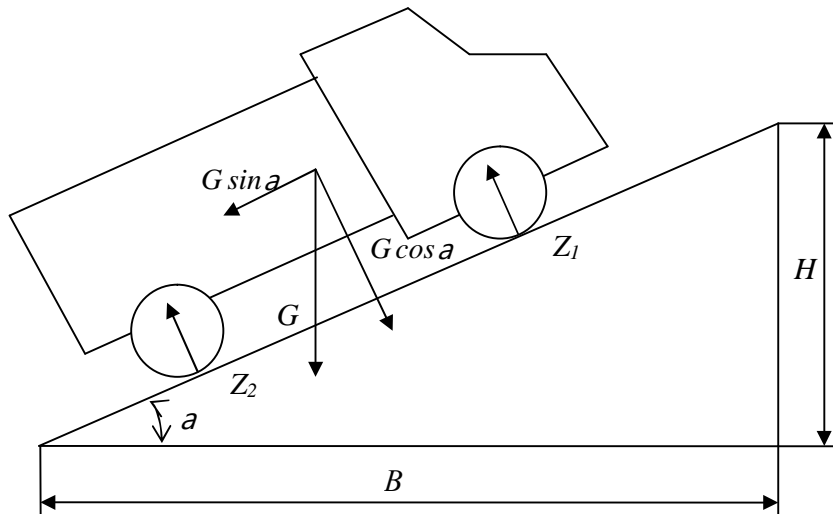


Рис. 1. Схема сил, действующих на автомобиль на негоризонтальной дороге

Сопротивление качению

Сопротивление качению шины по дороге является следствием затрат энергии на гистерезисные (внутренние) потери в шине и на образование колеи (внешние потери). Кроме того, часть энергии теряется в результате поверхностного трения шин о дорогу, сопротивления в подшипниках ступиц ведомых колес и сопротивления воздуха вращению колес. Для оценки затрат энергии, связанных с качением колес, применяют коэффициент сопротивления качению f .

Сила сопротивления качению определяют по формуле

$$P_k = fG, \text{ Н} \quad (2.14)$$

Мощность, необходимая для преодоления сопротивления качению при движении автомобиля со скоростью V_a в м/с

$$N_k = P_k V_a, \text{ Вт} \quad (2.15)$$

Коэффициент сопротивления качению очень мало изменяется с изменением скорости от нуля до 10 – 15 м/с. В этом диапазоне его можно считать постоянным, дальнейшее увеличение скорости вызывает заметное его увеличение, так как шина не успевает полностью распрямиться в зоне контакта и колесу возвращается меньшая доля энергии, затраченная на деформацию шины. Кроме того, при увеличении скорости деформации возрастает внутреннее трение в шине, также вызывающее увеличение коэффициента сопротивления качению, для определения которого в зависимости от скорости можно применять эмпирическую формулу

$$f_v = f_o (1 + V_a^2 / 1500) \quad (2.16)$$

где f_o – коэффициент сопротивления качению при движении со скоростью меньшей 10 -15 м/с (табл. 2.3).

Формула 2.14 для силы сопротивления качению P_k относится к случаю движения автомобиля по горизонтальной дороге.

При движении автомобиля на подъеме и спуске сила сопротивления качению равно

$$P_k = Gf \cos a, H \quad (2.17)$$

Она несколько меньше, чем при движении по горизонтальным участкам. Однако для малых углов $a \approx 1$, что позволяет определять силу P_k и для негоризонтальных участков дороги.

Таблица 2.3

Значения коэффициентов сопротивления качению	
Тип дороги	f_o
Цементобетонное и асфальтированное покрытие:	0,012-0,020
Нескользящие грунтовые и гравийные дороги:	0,03-0,06
Суглинистая или глинистая целина:	
- сухая	0,04-0,06
- в пластическом состоянии	0,10-0,20
- в текучем состоянии	0,20-0,30
Песок:	
- влажный	0,08-0,15
- сыпучий (сухой)	0,15-0,30
Снежные дороги:	
- укатанные расчищенные	0,03-0,05 до
- не расчищенные	0,10
Лед или обледенелая дорога	0,018-0,03

Тогда *силу сопротивления дороги* определяем по формуле

$$P_d = P_k + P_n = (f \cos a_d + \sin a_d) G_a = y G_a, H \quad (2.18)$$

где y - коэффициент сопротивления дороги.

Мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления дороги,

$$N_{\dot{a}} = P_{\dot{a}} V_a = G_a y V_a, кВт \quad (2.19)$$

Сила сопротивления воздуха

Движение автомобиля связано с перемещением частиц воздуха, на которое расходуется часть мощности двигателя. Затраты мощности на преодоление сопротивления воздуха складываются из следующих составляющих:

- лобового сопротивления, появляющегося в результате разности давлений спереди и сзади движущегося автомобиля (около 55 – 60 % всего сопротивления воздуха);
- сопротивления, создаваемого выступающими частями (12 – 18 %); - сопротивления, возникающего при прохождении воздуха через радиатор и подкапотное пространство (10 – 15 %);
- трения наружных пов-тей о близлежащие слои воздуха (8–10%); - сопротивления, вызванного разностью давлений сверху и снизу автомобиля (5 – 8 %).

Для определения силы сопротивления воздуха используют следующую формулу:

$$P_b = k F V^2, H \quad (2.20)$$

где k – коэффициент сопротивления воздуха (коэффициент обтекаемости), Hc^2/m^4 ; F – лобовая площадь автомобиля, m^2 .

Коэффициент обтекаемости k лобовой площади численно равен силе сопротивления воздуха в H , создаваемой 1 m^2 лобовой площади автомобиля при его движении со скоростью 1 m/c , и зависит от формы и качества отделки поверхности автомобиля.

Лобовой площадью F автомобиля называют площадь его проекции на плоскость, перпендикулярную к продольной оси автомобиля. У легковых автомобилей площадь лобового сопротивления зависит от класса автомобиля, определяемого рабочим объемом двигателя, и его снаряженной массой. У грузовых автомобилей, при прочих равных условиях, - от его грузоподъемности.

Точное определение лобовой площади автомобиля затруднительно, и на практике пользуются эмпирическими формулами, дающими небольшую погрешность:

$$F = BH_a \quad - \text{ для грузовых автомобилей и автобусов; } \quad (2.21)$$

$F = 0,78B_nH_a$ - для легковых автомобилей, (2.22) где H_a – наибольшая высота автомобиля, m ; B – колея грузового автомобиля и автобуса, m ; B_n – наибольшая ширина легкового автомобиля, m .

Произведение коэффициента сопротивления воздуха k и лобовой площади F автомобиля, характеризующее в целом обтекаемость данного автомобиля, носит название фактора обтекаемости:

$$W = kF \quad (2.23)$$

Лекция 6

Уравнение движения автомобиля

Уравнение движения автомобиля связывает силы, движущие автомобиль, с силами сопротивления и позволяет определить характер движения автомобиля в каждый момент времени:

$$P_T + P_i - P_k - P_n - P_b = P_T + P_i - P_d - P_b = 0 \quad (2.24)$$

Или в развернутом виде

$$M \ddot{v} - M_{mp} - G_a d_{ep} j - G_a (f \cos \alpha + \sin \alpha) - W V_{a2} = 0 \quad (2.25)$$

g

где P_i – сила инерции, Н; j – ускорение автомобиля, m/c^2 ; d_{ep} – коэффициент учета вращающихся масс, влияющее на силу инерции автомобиля.

значений скорости; d_b - коэффициент учета вращающихся масс

Коэффициент учета вращающихся масс определяют по формуле:

$$d_{bi} = 1 + \frac{d}{b_1 u_i^2} + d_{b2} \quad (5.2)$$

Для одиночных АТС с полной нагрузкой $d_{b1} = d_{b2} = 0,04$.

Согласно уравнению (2.24) безостановочное движение возможно лишь при условии

$$P_T \neq P_d + P_b \quad (2.27)$$

С учетом возможности буксования ведущих колес

$$P_{cy} = G_2 j \neq P_T \quad (2.28)$$

где G_2 – вес автомобиля, приходящийся на ведущие колеса автомобиля, H , для полноприводных автомобилей $G_2 = G_a$.

Если увеличить силу P_m по сравнению с суммой $P_d + P_b$, то это приведет к разгону автомобиля. Однако так будет продолжаться до тех пор, пока тяговая сила не окажется равной силе сцепления P_{cy} . Дальнейшее увеличение P_T вызовет лишь ускоренно буксование колес, не меняя параметров движения автомобиля.

Изменение нормальных реакций в процессе движения

Для определения нормальных реакций необходимо начертить схему сил и моментов, которые действуют на автомобиль во время движения на подъем (рис. 2.2).

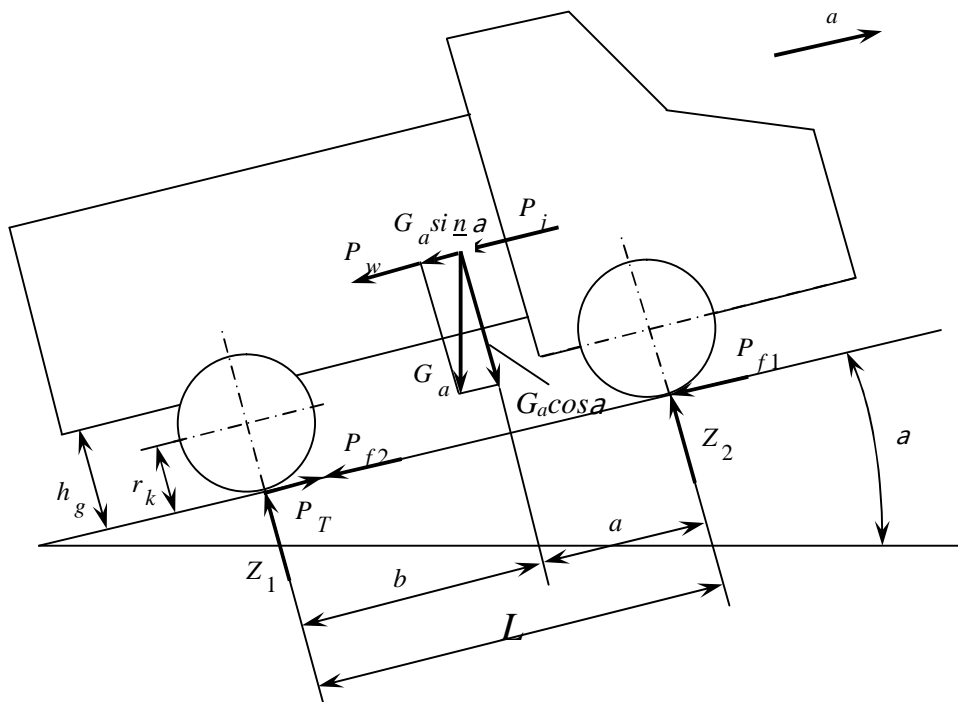


Рис. 2.5.

Схема сил и моментов, действующих на автомобиль во время движения на подъем

Из уравнения моментов относительно поперечной оси, которая проходит через точку O_2 , получают суммарную нормальную реакцию на колеса переднего моста Z_1 :

$$\frac{d}{dt} (b \cos a - L \sin a - L g) dt = (k F V^2 L G - f r \cos a)$$

$$Z_1 = \frac{a \cdot g + g \cdot \frac{L}{2} + k \cdot g}{L}, H \quad (2.29)$$

Если взять сумму моментов относительно оси, которая проходит через точку O_1 , то суммарную нормальную реакцию на колесах заднего моста определить по выражению:

$$Z_2 = \frac{G_a \cos \alpha + L_g \sin \alpha + L_g \frac{dV_a}{dt} + k F V_a h g}{L}, H \quad (2.30)$$

где G_a – сила тяжести автомобиля, H ; α – продольный уклон дороги, град;

d – коэффициент учета вращающихся масс автомобиля; $\frac{dV_a}{dt}$ – ускорение автомобиля, m/c^2 ; V_a – скорость движения автомобиля, которая отвечает принятому для расчета ускорению, m/c ; f – коэффициент сопротивления качения колес автомобиля; r_{∂} – динамический радиус колеса, m .

При определении нормальных реакций на колеса трехосного автомобиля с балансирной подвеской ($Z_2 = Z_3$), сумма Z_2 и Z_3 может быть заменена эквивалентной схемой двухосного автомобиля, у которого продольная база

$$L = L_1 + \frac{c}{2}, \quad m \quad (2.31)$$

В статическом положении на горизонтальном участке дороги нормальная реакция на колесах автомобиля

$$Z_{1cm} = G_1 = \frac{b G_a}{L}, H; \quad Z_{2cm} = G_2 = \frac{a G_a}{L}, H \quad (2.32)$$

Чтобы оценить, во сколько раз изменились реакции Z_{1ct} и во время движения по сравнению с нагрузками G_1 и в статическом состоянии автомобиля, используют коэффициент изменения реакции.

Коэффициент изменения реакции m_p представляет собой отношение нормальной реакции, действующей на ось при движении автомобиля, к реакции, действующей на ту же ось автомобиля, стоящего на горизонтальной дороге:

$$m_{p1} = \frac{Z_1}{Z_{1ст}} ; \quad m_{p2} = \frac{Z_2}{Z_{2ст}} , \quad (2.33)$$

При разгоне предельные значения коэффициентов находятся в следующих

интервалах: для передней оси $m_{p1} = 0,65-0,7$; для задней оси

$m_{p2} = 1,2-1,35$.

ТЕМА III. ТЯГОВАЯ ДИНАМИЧНОСТЬ АВТОМОБИЛЯ

Лекция 7-8 – Рассматриваются *показатели динамичности при равномерном движении*: типовые режимы движения автомобиля; силовой и мощностной балансы автомобиля; динамический фактор и динамический паспорт автомобиля.

Лекция 9 – А также - *показатели динамичности при неравномерном движении*: разгон автомобиля; динамическое преодоление подъёмов; движение автомобиля накатом; влияние эксплуатационных факторов на тяговую динамичность автомобиля.

Лекция 7

Показатели динамичности при равномерном движении

Типовые режимы движения автомобиля

Динамичность автомобиля – это его свойство перевозить грузы и пассажиров с максимально возможной средней скоростью. Улучшение динамичности автомобиля приводит к повышению его производительности и уменьшению себестоимости перевозок.

В процессе работы автомобиля непрерывно меняются условия движения: тип и состояние покрытия, величина и направление уклонов, сила и направление ветра.

В зависимости от сил, действующих на автомобиль, различают: движение под действие тяговой силы (разгон, динамическое преодоление подъемов); движение, когда тяговая сила не действует (накат); движение при действии на автомобиль тормозной силы. При каждом из этих режимов движение может быть равномерным, ускоренным или замедленным.

Показателями динамичности автомобиля, движущегося равномерно под действием тяговой силы, являются: максимально возможная скорость V_{max} , развиваемая на горизонтальном участке дороги с твердым покрытием хорошего качества; Максимальные коэффициенты сопротивления дороги, преодолеваемого на высшей (γ_v) и первой (γ_{max}) передачах в коробке, и величина динамического фактора D_{Vmax} при движении с максимальной скоростью.

Определение этих показателей производится с помощью графоаналитических методов: методов силового и мощностного балансов, а также с помощью динамической характеристики.

Силовой и мощностной балансы автомобиля

При равномерном движении автомобиля движущие силы уравновешиваются силами сопротивления, так из уравнения (2.24) следует

$$P_T = P_d + P_b \pm P_j.$$

Или

$$P_{Ti} = G_a \gamma + k F V^2 \pm \frac{G_a}{g} d_b j, H \quad (3.4) g$$

Полученное уравнение называется уравнением силового (тягового) баланса. Оно решается графически (рис. 1).

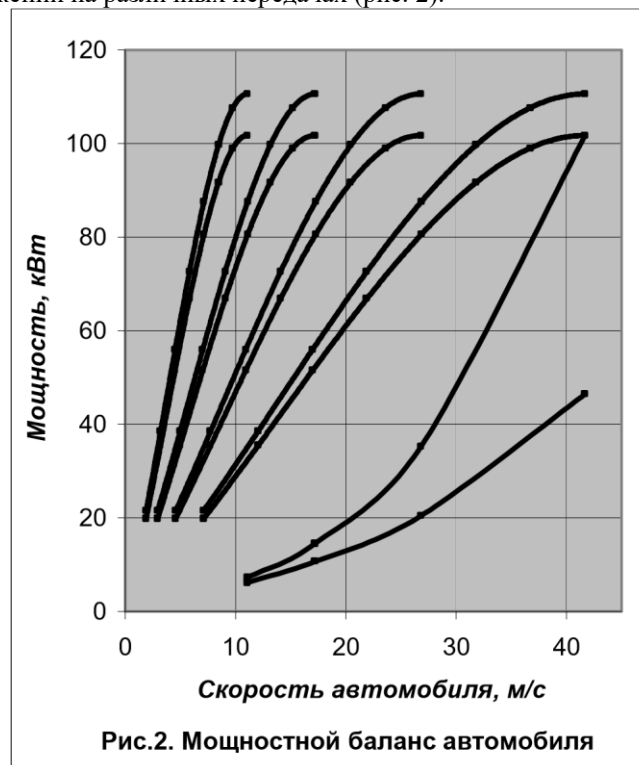
При помощи полученного графика силового баланса определяют основные показатели динамичности при равномерном движении. Так например, максимальную скорость определяют по абсциссе точки пересечения кривых P_T и $P_d + P_b$, так как при этом запас силы, а следовательно, и ускорение равны нулю. Если кривая P_T проходит ниже суммарной кривой, возможно лишь замедленное движение.

Для определения максимального коэффициента сопротивления дороги, которое может преодолеть автомобиль при равномерном движении, например, со скоростью V_1 , нужно из ординаты P_T вычесть отрезок ab , равный в масштабе силе P_b при этой скорости. Отрезок bc в том же масштабе представляет собой силу P_d .

Чтобы учесть возможность буксования ведущих колес, нужно, вычислив для определенного значения j силу сцепления $P_{cy} \approx j G_a$, провести горизонталь, как показано на рис. . В зоне расположенной ниже горизонтали, соблюдается условие $P_T < P_{cy}$. Зона, находящаяся выше горизонтали, характеризует невозможность трогания автомобиля с места, а при длительном движении – неизбежность остановки. Поэтому на первой передаче движение без буксования колес при полной нагрузке двигателя возможно лишь со скоростью, большей или равной V_2 . Для движения без буксования со скоростью, меньшей V_2 , на первой передаче необходимо прикрыть дроссельную заслонку, уменьшив силу P_T .

Мощностная характеристика и мощностной баланс автомобиля

Мощностная характеристика представляет график зависимости мощностей N_e и N_k от скорости АТС при движении на различных передачах (рис. 2).



Мощностной баланс АТС представляет распределение мощности по видам сопротивления:

$$N_k = N_f + N_T + N_b + N_{j,kBm} \quad (3.20)$$

В развернутом виде уравнение (3.20) можно переписать так:

$$N_T = N_k = N_e h_{mp} = \frac{G_a f V \cos a + G_a V \sin a + k F V z + G_a j V d b}{1000 \quad 1000 \quad 1000 \quad 1000} \text{,kBm}$$

Лекция 8

Динамический фактор и динамический паспорт автомобиля

Для сравнения динамических свойств АТС независимо от их полного веса используется динамический фактор. **Динамический фактор** представляет собой тяговую силу, уменьшенную на силу сопротивления воздуха и отнесенную к полному весу АТС.

$$D_i = \frac{P^{T_i} - P^{b_i}}{\dots}, \quad (3.1)$$

G_a

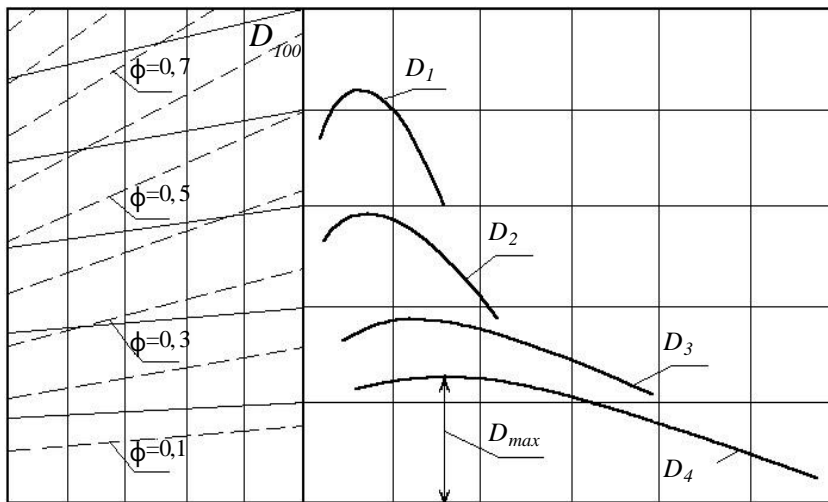
где P^{T_i} - тяговая сила на различных передачах, Н.

Зависимость динамического фактора от скорости движения на каждой из передач называется **динамической характеристикой АТС**.

Для возможности использования динамической характеристики при различной нагрузке АТС строят номограмму нагрузок слева от динамической характеристики.

Динамический паспорт представляет динамическую характеристику, совмещенную с номограммой нагрузок и графиком контроля буксования (рис. 1). График контроля буксования совмещается при построении с номограммой нагрузок (рис. 2).

D_o



0,6

0,4

0,3

0,2

0,1

0 20 40 60 80 100 8 16 24 32 40 V_a

м/с Рис. 1. Динамический паспорт автомобиля

При построении номограммы нагрузок на продолжении оси абсцисс слева динамической характеристики откладывается равномерная шкала нагрузок. Левая вертикаль D_0 графика (рис. 3.2) является шкалой динамического фактора не нагруженного АТС. Для шкалы D_0 масштаб динамического фактора

$$a_0 = a_{100} \frac{G_o}{G_a}, \text{ мм} \quad (4.2)$$

где a_{100} - отрезок в мм, выражающий динамический фактор величиной 0,1 для полностью загруженного АТС; G_o и G_a - соответственно масса АТС в порожнем и груженном состояниях.

Масштаб динамического фактора a_{100} выбирается произвольно, но в большинстве случаев $a_{100} = 40 - 50 \text{ мм}$.

Для шкалы b_0 (рис. 3.3) масштаб графика контроля буксования (для коэффициента сцепления равного 0,1)

$$b_0 = a_0 \frac{G_{сц.о.}}{G_o}, \text{ мм} \quad (4.3)$$

где a_0 - отрезок в мм, выражающий динамический фактор величиной 0,1 для порожнего АТС;

$G_{сц.о.}$ - сцепная масса, т.е. масса, приходящаяся на ведущие колеса АТС в порожнем состоянии, H .

Для шкалы b_{100} (рис. 3.3)

$$b_{100} = a_{100} \frac{G_{сц.100}}{G_a}, \text{ мм} \quad (4.4)$$

где $G_{сц.100}$ - сцепная масса автомобиля в груженом состоянии, H .

Для полноприводных автомобилей $a_0 = b_0$ и $a_{100} = b_{100}$.

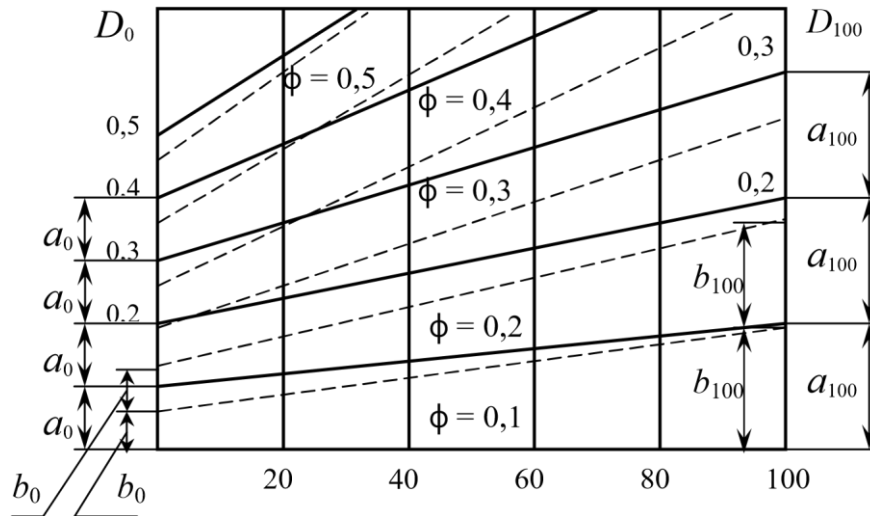


Рис. 2. Расчет масштабов номограммы нагрузок и графика контроля буксования

Лекция 9

Показатели динамичности автомобиля при неравномерном движении

Разгон автомобиля. Динамическое преодоление подъёмов. Движение автомобиля накатом. Влияние эксплуатационных факторов на тяговую динамичность автомобиля

Показателями динамических свойств автомобиля при неравномерном движении служат величины ускорений, а также путь и время, необходимые для движения автомобиля в определенном интервале изменения скорости. Неравномерное движение автомобиля может быть ускоренным или замедленным.

Ускорение при разгоне рассчитывают применительно к горизонтальной дороге с твердым покрытием хорошего качества при условии максимального использования мощности двигателя и отсутствия буксования колес, по формуле:

$$j = \frac{P_{\Gamma} - P_b - P_{\kappa} g}{G d_{ep} + d_{ep}} , м/с^2.$$

где D, γ - соответственно динамический фактор и коэффициент дорожного сопротивления на различных передачах для определенных значений скорости; d_b - коэффициент учета вращающихся масс

Таблица 1

Примерные значения максимальных ускорений при разгоне автомобилей с механической трансмиссией

Тип АТС	Максимальные ускорения $J_{Vmax}, м/с^2$	
	на первой передаче	на второй передаче
Легковые	2,0-2,5	0,8-1,2
Грузовые	1,7-2,0	1,25-1,5
Автобусы	1,8-2,3	0,4-0,8

График ускорений автомобиля при разгоне его с места показан на рис. 1.

Время и путь разгона автомобиля. Так как отсутствует аналитическая связь между ускорением и скоростью, время и путь разгона определяют графо-аналитическим способом (способ Н.А. Яковлева).

Характеристика разгона автомобиля – это зависимость времени и пути от скорости движения автомобиля ($t_p = f(v)$ и $S_p = f(v)$) (рис. 2).

Разгон начинается с низшей передачи и заканчивается на высшей при скорости, близкой к максимальной.

В качестве исходного для расчета времени и пути разгона берется график ускорений проектируемого автомобиля.

Кривая ускорения для каждой передачи разбивается на ряд интервалов скоростей движения автомобилей, соответствующие его разгону на 1, 2 ... n -ой передачах, и принимается, что в каждом интервале скоростей движение АТС происходит с постоянным ускорением j_{cp} :

$$j_{cp} = \frac{j_1 + j_2}{2}, м/с^2 \quad (5.4)$$

где j_1, j_2 - соответственно величины ускорений в начале и в конце выбранного интервала скорости, $м/с^2$.

Затем кривая ускорения для каждой передачи разбивается на ряд интервалов скоростей, на каждом из которых кривую можно было бы заменить прямой.

При изменении скорости в интервале ΔV среднее ускорение можно определить как

$$j_{cp.} = \frac{V_2 - V_1}{\Delta t} = \frac{\Delta V}{\Delta t}, \text{ м/с}^2 \quad (5.5)$$

отсюда время разгона в том же интервале изменения скорости в сек $t_1 = 2(V_{a1} - 0)$; $t_2 = 2(V_{a2}$

$$- V_{a1}); t_3 = 2(V_{a3} - V_{a2}) \text{ и т.д. (5.6)}$$

$$j_{a1} + 0 \quad j_{a2} + j_{a1} \quad j_{a3} + j_{a2}$$

Для учета влияния падения скорости при переключении передач необходимо также вычислить величину времени уменьшения скорости при переключении

$$\Delta t_p = 9,3 \gamma V_{\max} t_p, \text{ с} \quad (5.7)$$

где t_p - время переключения передач, равное для коробки передач с синхронизаторами: карбюраторный двигатель – 0,2-0,5 сек, дизель - 1,0-1,5 сек.

Подставляя в (5.6) значение $j_{cp.}$ из (5.5), можно определить время разгона в данном интервале скоростей. Общее время разгона от минимально устойчивой скорости V_{\min} и до конечной V_{\max} получается суммированием времени разгона на отдельных интервалах.

Путь разгона автомобиля в интервале скорости ΔV определяется при помощи графика времени разгона по формуле (в м):

$$S_1 = \frac{(0 + V_{a1})t_1}{2}; S_2 = \frac{(V_{a1} + V_{a2})t_2}{2}; S_3 = \frac{(V_{a2} + V_{a3})t_3}{2} \text{ и т.д.} \quad (5.8)$$

где V_{a1}, V_{an} - соответственно скорости движения в начале и конце интервала времени Δt , м/с.

Путь, проходимый автомобилем за время переключения передачи вычисляется по формуле:

$$\Delta S_p = (V_n - 0,5 \Delta V_p) \Delta t_p, \text{ м} \quad (5.9)$$

где V_n - скорость начала переключения, м/с.

Общее время T и общий путь S разгона автомобиля до скорости V_{ai} в конце i -го интервала определяется путем суммирования времени и разгона на всех предыдущих интервалах скорости:

$$T = t_i = t_1 + t_2 + \dots + t_i + \Delta t_{p1} + \Delta t_{p2} + \dots + \Delta t_{pi}, \text{ с} \quad (5.10)$$

$i=1$ где Δt_{p1} и Δt_{pi} - соответственно время переключения с 1 на 2 передачу

коробки передач со 2 на 3 передачу и т.д.

n

$$S = S_i = S_1 + S_2 + \dots + S_i + \Delta S_{p1} + \Delta S_{p2} + \dots + \Delta S_{pi}, c \quad (5.11)$$

$i=1$ где ΔS_{p1} и ΔS_{pi} - соответственно путь, проходимый автомобилем за время переключения с 1 на 2 передачу коробки передач, со 2 на 3 передачу и т.д.

Два графика $T = f(V_a)$ и $S = f(V_a)$ совмещаются, т.е. имеют общую ось ординат, на

которой откладывается скорость V_a (рис. 2).

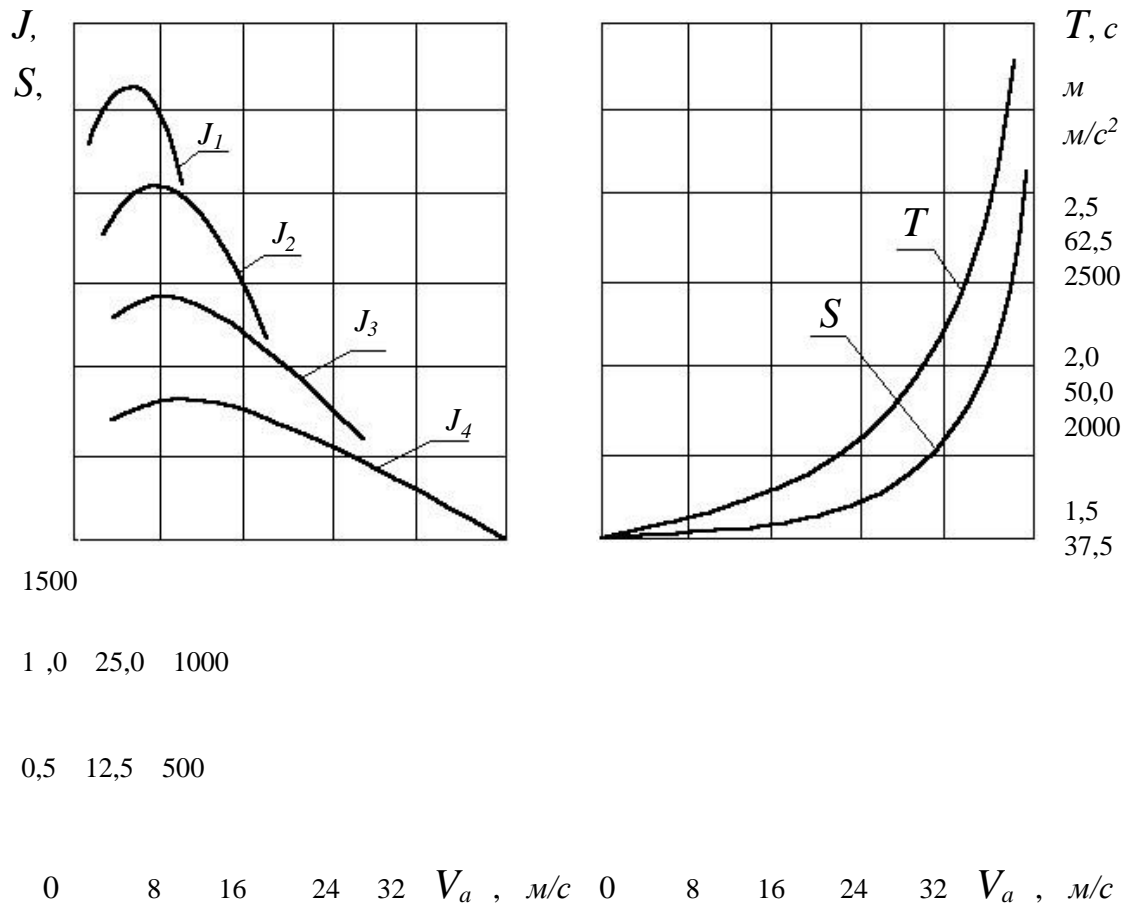


Рис. 1. График ускорения автомобиля Рис. 2. График времени и пути разгона автомобиля

Динамическое преодоление подъемов

Динамическое преодоление подъемов связано с использованием накопленной кинетической энергии от движения автомобиля.

Показателем скоростных свойств автомобиля при динамическом преодолении подъемов может служить предельная длина подъема, определенной крутизны, преодолеваемого с начальной скоростью, равной V_{max} .

Движение автомобиля накатом

Показателем динамичности автомобиля при накате широко применяют длину пути S_n движения накатом до остановки автомобиля (путь выбега).

Для определения пути S_n используют следующую формулу:

$$S_i = V_n t_n - 9,3y \frac{n}{2} \approx (V_n - 17t_n y)$$

Следовательно, как время, так и путь движения автомобиля в период переключения передач приближенно можно считать функцией лишь трех переменных: начальной скорости V_a , времени S_n и коэффициента сопротивления дороги Y .

Влияние эксплуатационных факторов на тяговую динамичность

Практические величины показателей динамичности автомобиля, в отличие от расчетных и экспериментальных, где используются строго определенные сочетания условий движения автомобиля, подвержены влиянию эксплуатационных факторов. К ним относятся:

- техническое состояние автомобиля;
- использование некачественного топлива, масла и смазки;
- условия эксплуатации автомобиля;
- интенсивность движения автотранспортных средств; - обгон попутных автомобилей.

ТЕМА IV. ТОРМОЗНАЯ ДИНАМИЧНОСТЬ АВТОМОБИЛЯ

Тормозной момент, тормозная сила и уравнение движения автомобиля при торможении. Измерители тормозной динамичности автомобиля. Распределение тормозной силы между мостами. Способы торможения автомобиля.

Лекция 10

Средняя скорость автомобиля, отражающая совокупность его динамических свойств, во многом зависит от возможности быстро остановить автомобиль. Надежные и эффективные тормоза позволяют водителю уверенно вести автомобиль с большой скоростью и вместе с тем обеспечивают необходимую безопасность движения.

Уравнение движения автомобиля при торможении

За время торможения автомобиля его кинетическая энергия должна быть поглощена за счёт действия тормозной силы. При этом уравнение движения автомобиля при торможении описывается следующим уравнением:

$$P_3 = P_{тор} + P_f \pm P_L + P_w, \quad (H) \quad (5.2)$$

где P_3 - сила, с которой происходит замедление автомобиля, H ; $P_{тор}$ - сила с которой происходит замедление автомобиля, H ; P_f - сила сопротивления качению, H ; P_L - сила сопротивления подъему, H ; P_w - сила сопротивления воздуха, H .

Если принять, что торможение автомобиля происходит на горизонтальном участке дороги ($\alpha = 0$) и пренебречь силой сопротивления качения P_f и силой сопротивления воздуха P_w , то уравнение (3) примет вид:

$$P_3 = P_{тор} \quad (5.3)$$

Поскольку тормозная сила $P_{тор}$ ограничивается сцепной силой P_x , её граничное значение равняется:

$$P_{3.max} = P_x = j G_a \quad (5.4)$$

где G_a - вес автомобиля, H .

Измерители тормозных свойств автомобиля

Средняя скорость автомобиля, отражающая совокупность его динамических свойств, в большой степени зависит от возможности быстро остановить автомобиль.

Основными показателями тормозных свойств автомобиля являются тормозной путь, замедление при торможении и время торможения.

Тормозной путь автомобиля на горизонтальном участке дороги определяют по формуле:

$$S_{тор} = \frac{K_{\varepsilon} V_a^2}{2gj}, \text{ м} \quad (5.1)$$

$2gj$

Остановочный путь

$$- \frac{K_{\varepsilon} V_a^2}{2gj}, \text{ м} \quad (5.2)$$

$$S_o = V_a t_2 +$$

$$\frac{K_{\varepsilon} V_a^2}{2gj}$$

где V_a - начальная скорость торможения автомобиля, $м/с$; t_2 - время срабатывания тормозного привода и возрастания тормозного усилия: при гидравлическом приводе $t_2 = 0,2-0,4$ с, при пневматическом - $0,6-0,8$ с; K_{ε} - коэффициент эффективности торможения; j - коэффициент сцепления шины с дорогой.

С целью выявления зависимости тормозного пути ($S_{тор}$) от скорости движения автомобиля V_a , значение последнего принимают равным $V_a = 5; 10; 15; 20; 25; 30; 35$ и 40 $м/с$.

Коэффициент эффективности торможения K_{ε} , показывающий во сколько раз действительное замедление автомобиля меньше теоретического, определяют в зависимости от типа автомобиля, действующей нагрузки и коэффициента сцепления согласно таблице 5.1 (классификация автомобилей по категориям приведена в таблице 5.2). Для приближенных расчетов коэффициент эффективности K_{ε} торможения можно принять равным 1,3 - для легковых автомобилей и 1,85 - для грузовых автомобилей и автобусов.

Значение замедления автомобиля при торможении определяется выражением:

$$J_3 = \frac{P^{тор} + P^f \pm P^L + P^w}{G_a} \quad (5.5)$$

а граничное значение замедления

$$J_{3.max} = jg \quad (5.6)$$

Значения коэффициентов сцепления могут быть разными, поэтому при расчетах курсового проекта следует принять $\dot{j} = 0,8$.

Полное остановочное время автомобиля

$$t_o = t_p + t_{np} + t_y + t_{mor} \quad (5.7)$$

где t_p - время реакции водителя, которое зависит от его физиологических особенностей или других факторов, $t_p = 0,6-0,8$ с; t_{np} - время срабатывания тормозного привода от момента давления на педаль тормоза до начала торможения, для автомобилей с гидравлическим приводом – $t_{np} = 0,2$ с, с пневматическим – $t_{np} = 0,6$ с; t_y - время возрастания тормозного усилия от 0 до $P_{з, max}$, для автомобилей с гидравлическим приводом $t_y = 0,15-0,20$ с, с пневматическим приводом – до 1 с (для автопоездов – до 2,5 с); t_{mor} - время эффективного торможения автомобиля до полной остановки, которое определяется на основе энергетического баланса:

$$t_{mor} = \frac{V^2 - t^y}{J_3 \cdot 2}$$

Диаграмму торможения автомобиля приведена на рис. 1.

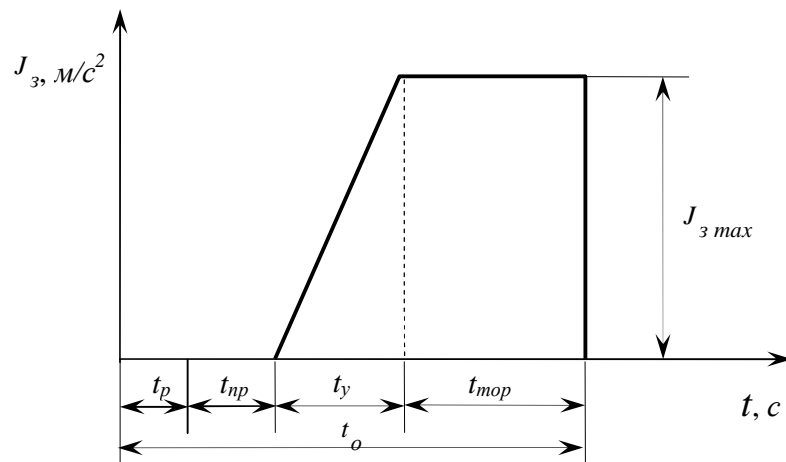


Рис. 1. Тормозная диаграмма автомобиля

ТЕМА V. ТОПЛИВНАЯ ЭКОНОМИЧНОСТЬ АВТОМОБИЛЯ

Измерители и показатели топливной экономичности. Топливно-экономическая характеристика автомобиля. Влияние эксплуатационных факторов на топливную динамичность автомобиля.

Понятие о нормах расхода топлива.

Лекция 12

Измерители и показатели топливной экономичности автомобиля Топливо является важнейшим эксплуатационным материалом который потребляется автомобильным транспортом в большом количестве.

Расход топлива автомобилем зависит от его конструкции и технического состояния, а также от дорожных и климатических условий, квалификации водителя и организации транспортного процесса.

Совершенство конструкции автомобиля с точки зрения топливной экономичности оценивают по общему расходу топлива Q л, отнесенного к длине пройденного пути S км или к величине транспортной работы W .

Расход топлива на единицу пробега автомобиля

$$q_n = \frac{Q}{S}, \text{ л/км} \quad (1)$$

с учетом единицы транспортной работы

$$q_n = \frac{Q}{W} = \frac{Q}{S_{зр} G_{зр}}, \text{ л/ткм (или л/пасс-км)}, \quad (2)$$

где W – объем транспортной работы в ткм (или пасс-км); $G_{зр}$ – вес перевезенного груза (или количество пассажиров), т; $S_{зр}$ – пробег автомобиля в груженом состоянии, км.

В качестве *измерителей топливной экономичности* двигателя применяют расход топлива в килограммах за час работы – G_m кг/ч, а также удельный расход в граммах на 1 кВт за час работы – g_e г/кВт.ч.

Связь между G_m , g_e и q_n выражается следующими формулами:

$$G_m = \frac{Q r^m}{t}, \text{ кг/ч}; \quad (3)$$

$$g_e = \frac{G_m \cdot 1000}{N_e} = \frac{Q r^m \cdot 1000}{t N_e} \text{ г/кВт.ч}; \quad (4)$$

$$q_n = \frac{Q}{S} = \frac{g_e N_e}{10 r_m S} = \frac{g_e N_e}{10 r_m V_a} \text{ л/100 км}, \quad (5)$$

где ρ_m – плотность топлива, кг/л; t – время, ч.

Так как N_e двигателя затрачивается в процессе движения автомобиля на преодоление сопротивлений, то q_n зависит от таких факторов как

$$\overline{g^e} (P_{mp} + P_d + P_d - P_j)_{л/100 км.} \quad (6)$$

$$q_n = r_m$$

*

Следовательно, расход топлива на единицу пробега уменьшается при улучшении топливной экономичности двигателя, оцениваемой величиной g_e . Все конструктивные параметры двигателя и особенности его рабочего процесса, влияющие на эффективный расход топлива, сказываются и на топливной экономичности автомобиля. Так, например, автомобили, имеющие дизель, эффективный расход топлива которых составляет 210-280 $г/кВт.ч$, часто оказываются экономичнее автомобилей с карбюраторными двигателями ($g_e = 300-380$ $г/кВт.ч$), несмотря на меньший вес последних.

Расход топлива автомобилем увеличивается при увеличении сил сопротивления трансмиссии, дороги и воздуха. В процессе разгона часть топлива расходуется на увеличение кинетической энергии автомобиля, и общий расход топлива увеличивается.

Использование уравнения 6 для определения расхода топлива затрудняется тем обстоятельством, что величина g_e не является независимой переменной. Она изменяется при изменении числа оборотов коленчатого вала n_e и степени u использования мощности двигателя, как показано на рис. 1. Поэтому увеличение или уменьшение сопротивлений движению, вызывающее изменение мощности двигателя и скорости автомобиля, отражается также и на величине g_e .

Чтобы определить расход топлива автомобилем в определенных дорожных условиях, необходимо располагать экспериментальным графиком (нагрузочной характеристикой двигателя), аналогичным показанному на рис. 1).

Методы расчета расхода топлива при помощи нагрузочных характеристик двигателя предложены Н.А. Яковлевым, Г.В. Зимелевым и др.

В случае отсутствия экспериментальных данных топливно-экономическую характеристику автомобиля можно построить, пользуясь методикой, разработанной И.С. Шлиппе. Согласно этой методике эффективный расход топлива определяют по уравнению

$$g_e = g_N K_u K_{об} \text{ г/кВт.ч,} \quad (7)$$

где g_e – эффективный расход топлива при N_{max} , $г/кВт.ч$; $K_{об}$ – коэффициент, учитывающий изменение g_e в зависимости от чистоты вращения вала двигателя; K_u – коэффициент, учитывающий изменение g_e в зависимости от степени использования мощности u .

Примерные значения коэффициентов, полученные обработкой статистических данных, приведены на рис. 2.

Для построения топливной-экономичности характеристики задаются несколькими значениями n_e и по известной величине n_N определяют отношение n_e/n_N . После этого по рис 2, a находят $K_{об}$. Определив величины скорости, соответствующие каждому из значений n_e , вычисляют силы сопротивления трансмиссии и воздуха. Задавшись значением коэффициента

сопротивления дороги ψ , определяют U использования мощности при постоянном ψ и различной скорости движения. После этого для каждого значения U по рис. 2, б находят величину коэффициента K_u и по выражению 6 с учетом уравнения 7 определяют расход топлива g_n . Соединив отдельные точки плавной кривой, получают зависимости расхода топлива от скорости при одном значении ψ . Повторив вычисления для других величин ψ , можно построить всю топливно-экономическую характеристику автомобиля (рис. 3).

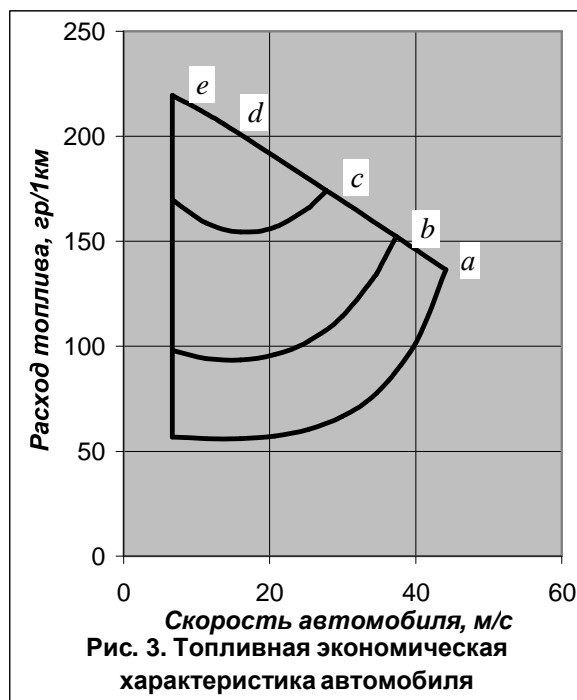


Рис. 3. Топливная экономическая характеристика автомобиля

ТЕМА VI. УСТОЙЧИВОСТЬ АВТОМОБИЛЯ

Поперечная устойчивость. Показатели поперечной устойчивости автомобиля. Силы, действующие на автомобиля в процессе поворота. Поперечный крен кузова. Критическая скорость автомобиля. Критический угол косогора. Занос передних и задних колёс. Поперечная устойчивость автомобиля при торможении. Влияние эксплуатационных факторов на поперечную устойчивость автомобиля.

Продольная устойчивость. Продольная устойчивость автомобиля. Влияние эксплуатационных факторов на продольную устойчивость автомобиля.

Лекция 13

Показатели поперечной устойчивости автомобиля

Устойчивость автомобиля – важнейшая из эксплуатационных свойств транспортного средства. *Продольная устойчивость* автомобиля может нарушиться на крутом продольном уклоне (подъеме или спуске), и при движении на горизонтальном участке дороги с большой скоростью. При этом опрокидывание автомобиля может произойти относительно его поперечной оси.

Поперечная устойчивость автомобиля может нарушиться во время движения по дороге с большим поперечным уклоном или во время движения с большой скоростью на горизонтальном

участке дороги по кривой. При этом происходит опрокидывание автомобиля относительно продольной его оси.

Плохая управляемость автомобиля характеризуется стремлением автомобиля самопроизвольно изменять направление движения. Внешними причинами, вызывающими отклонение направления автомобиля от заданного, могут быть закругления, неровности и поперечные уклоны дороги, боковой ветер, различие коэффициентов сцепления или сопротивления качению правых или левых колес.

При движении автомобиля по кривой боковая реакция на колесах переднего Y_1 и заднего Y_2 мостов в сумме дают центробежную силу, приложенную к центру масс автомобиля (рис. 8.1):

$$P_{ц} = M a \frac{V_a^2}{R}, \text{ Н} \quad (8.1)$$

где M – масса автомобиля, кг; V_a – скорость автомобиля, м/с; R – радиус кривизны дороги в плане, м.

Боковые реакции на колесах автомобиля зависят от его скорости, координат центра масс и радиуса поворота и определяются по формуле:

- для колес переднего моста

$$Y_1 = Y_{11} + Y_{111} = P_{ц} \frac{a}{L} = \frac{M V_a^2 a}{R L}, \quad (8.2)$$

- для колес заднего моста

$$Y_2 = Y_{21} + Y_{211} = P_{ц} \frac{b}{L} = \frac{M V_a^2 b}{R L}, \quad (8.3)$$

где Y_1^1 и Y_1^{11} – боковые реакции соответственно на левом и правом колесах переднего моста автомобиля, Н; Y_2^1 и Y_2^{11} – боковые реакции соответственно на левом и правом колесах заднего моста автомобиля, Н; a и b – расстояния от центра тяжести автомобиля, соответственно до передней и задней оси, м; L – база автомобиля, м.

Значения a и b можно определить из статического равновесия по воспринимающим нагрузкам на мостах автомобиля:

$$a = \frac{G_2 L}{G_a}; b = \frac{G_1 L}{G_a}, \quad (8.4)$$

где G_1 и G_2 – вес автомобиля, приходящийся соответственно на передний и задний мосты автомобиля, Н; G_a – полный вес автомобиля, Н.

Значения G_1 , G_2 , G_a и L для различных автомобилей берутся из справочной литературы (приложение 2).

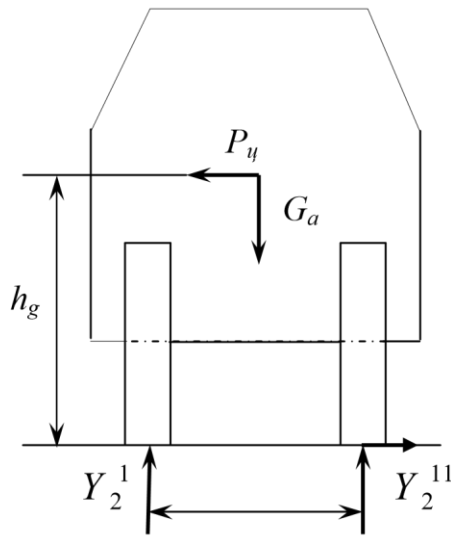


Рис 6.1 Схема действия центробежной силы на автомобиль

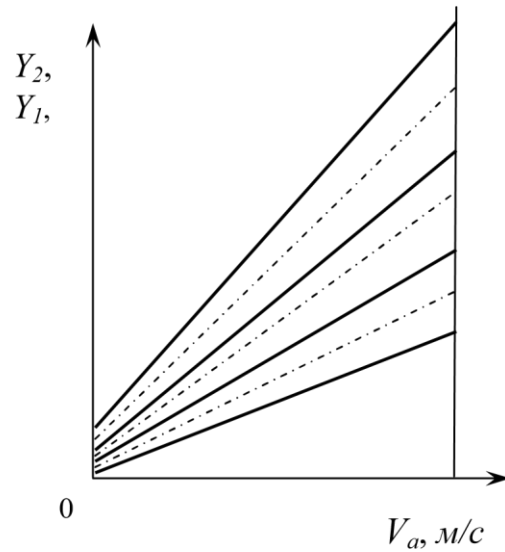


Рис. 6.2. График зависимости Y_1 и Y_2 от скорости автомобиля

Критическая скорость автомобиля и критический угол косогора по условиям заноса и опрокидывания.

Показателями поперечной устойчивости автомобиля являются максимально возможные скорости движения по окружности и углы поперечного уклона дороги (косогора). Оба показателя определяются из условий поперечного скольжения колес (заноса) и опрокидывания автомобиля.

Критическую скорость по условиям опрокидывания автомобиля определяют из условия равновесия автомобиля при действии на него центробежной силы по формуле:

$$V_a = \sqrt{\frac{BRg}{2h_{ц}}}, \text{ м/с} \quad (8.5)$$

где B – колея автомобиля, м; R – радиус траектории движения средней точки задней оси автомобиля; принимают равным радиусу кривизны дороги в плане, м; g – ускорение свободного падения, м/с; $h_{ц}$ – высота центра тяжести автомобиля, м.

Критическая скорость автомобиля по условиям заноса зависит от типа и качества дорожного полотна и радиуса поворота и определяется по формуле:

$$V_{кр.зан.} = \sqrt{j R g}, \text{ м/с} \quad (8.6)$$

Критический угол косогора по условиям опрокидывания находят из уравнения статического равновесия автомобиля:

$$\beta = \arctg h_{mon} \quad (8.7) \quad b_o =$$

$$\arctg \frac{2h_{ч}}{B}$$

где h_{mon} – коэффициент поперечной устойчивости автомобиля.

Средние значения коэффициента h_{mon} и соответствующие величины b_o для автомобилей различных типов приведены в таблице 8.5.

Таблица 8.5

Средние значения коэффициента h_{mon} и соответствующие величины b_o для автомобилей различных типов

Тип автомобилей	h_{mon}	$b_o, град$
Легковые	0,9-1,2	40-50
Грузовые	0,55-0,80	30-40
Автобусы	0,50-0,60	25-35

Критический угол косогора по условиям сцепления

$$b_3 = \arctg j \quad (8.8) \quad \text{ТЕМА VII.}$$

УПРАВЛЯЕМОСТЬ АВТОМОБИЛЯ

Показатели управляемости автомобиля. Условие управляемости. Увод шины и поворачиваемость автомобиля. Соотношение углов поворота управляемых колёс их колебание и стабилизация. Обратимость рулевого управления. Влияние эксплуатационных факторов на управляемость автомобиля.

Лекция 15

Показатели управляемости автомобиля

Под управляемостью автомобиля понимают его свойство изменять направление движения изменением положения управляемых колес.

Для достижения хорошей управляемости конструкция автомобиля должна удовлетворять следующим требованиям:

- управляемы колеса при повороте автомобиля должны катиться без бокового скольжения;
- рулевой привод должен обеспечивать правильное соотношение углов поворота управляемых колес;
- размеры направляющих элементов, подвесок и упругие характеристики подвесок и шин должны быть подобраны таким образом, чтобы углы увода передней и задней осей находились в определенном соотношении;
- должна быть обеспечена хорошая стабилизация управляемых колес и предотвращены их произвольные колебания;
- в рулевом управлении обязательно наличие обратной связи, позволяющей водителю судить о величине и направлении сил, действующих на управляемые колеса.

Основными показателями управляемости автомобиля являются минимальный радиус поворота автомобиля R_{min} и критическая скорость по условиям управляемости.

Критической скоростью по условиям управляемости $V_{кр.упр}$ называют максимальную скорость, с которой автомобиль может поворачиваться без поперечного проскальзывания управляемых колес.

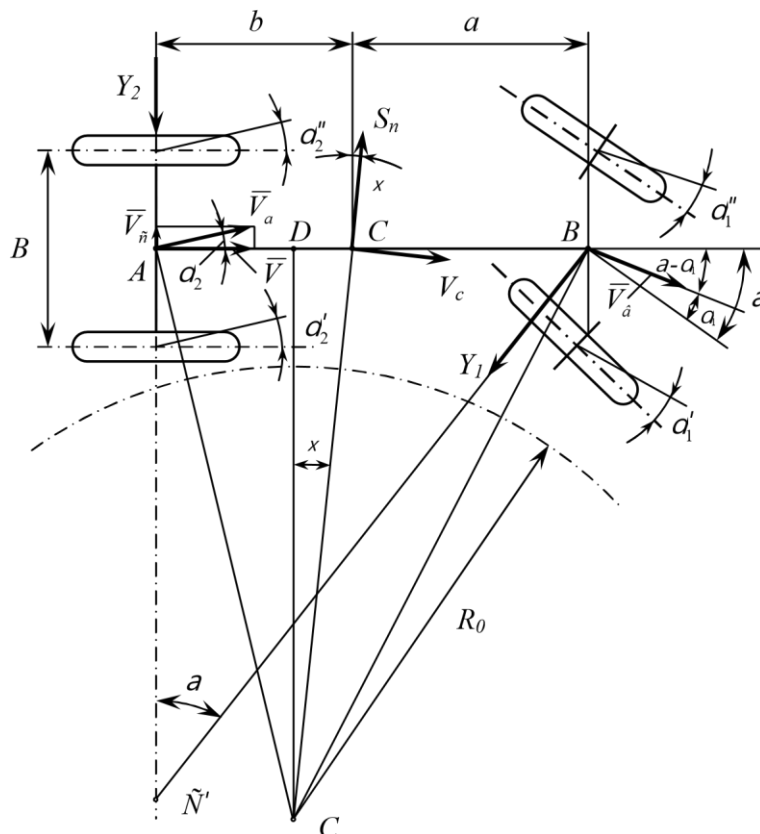


Рис. 9. Схема поворота автомобиля с эластичными шинами

Минимальный радиус поворота автомобиля с эластичными шинами определяется по формуле:

$$R_{min} = \frac{L}{\operatorname{tg}(\alpha - d_1) + \operatorname{tg} d_2}, \text{ м} \quad (8.9)$$

где α - наибольший средний угол повороту управляемых колес автомобиля, $\alpha = 34^\circ$; d_1 и d_2 - углы бокового увода, соответственно переднего и заднего мостов автомобиля.

Углы бокового увода зависят от боковых сил, давления воздуха в шинах, их конструкции и др. факторов.

Радиус R_{min} определяют для $d_1 = 3^\circ$ и $d_2 = 2^\circ$ и сравнивают с радиусом поворота этого автомобиля, или автомобиля с жесткими колесами:

$$R = \frac{L}{\text{tg } \varphi}, \text{ м} \quad (8.10)$$

Критическая скорость из условия бокового увода колес определяют по формуле

$$V_{кр.ув} = \sqrt{\frac{gL}{\frac{G_2}{K_{ув2}n_{к2}} + \frac{G_1}{K_{ув1}n_{к1}}}}, \text{ м/с} \quad (8.11)$$

где G_1 и G_2 – нагрузки, приходящиеся соответственно на передний и задний мосты автомобиля, H ; $K_{ув1}$ и $K_{ув2}$ – коэффициенты сопротивления боковому уводу шин соответственно переднего и заднего мостов автомобиля, $H/\text{рад}$; $n_{к1}$ и $n_{к2}$ – количество колес по мостам автомобиля.

Коэффициент сопротивления боковому уводу шин переднего моста при расчетах берут на 10 % меньше, чем для шин заднего моста, когда в шинах передних колес давление меньше, чем в задних.

ТЕМА VIII. ПРОХОДИМОСТЬ АВТОМОБИЛЯ

Понятие и показатели проходимости автомобиля. Опорно-тяговые показатели проходимости. Дополнительные нагрузки в трансмиссии. Влияние эксплуатационных факторов на проходимость автомобиля

Лекция 17

Понятие и показатели проходимости автомобиля

Тяжелые дорожные условия характеризуются труднопроходимыми участками с различного рода препятствиями, затрудняющими или ограничивающими движение автомобиля: мягкие или скользкие дороги, крутые подъемы и спуски, сосредоточенные препятствия – канавы, большие неровности дороги, водные преграды.

Движение автомобиля может быть затруднено вследствие несоответствия его размеров дорожным условиям, малого сцепления колес с дорогой и недостаточной мощности двигателя. Поэтому все показатели проходимости разбивают на геометрические и тяговые или опорносцепные.

По проходимости все автомобили условно делят на три группы: - автомобили ограниченной проходимости – двухосные и трехосные с несведущей передней осью (типов 4x2 и 6x4);

- автомобили ограниченной проходимости – двухосные и трехосные со всеми ведущими осями (типов 4x4 и 6x6);

- автомобили высокой проходимости, имеющие специальную компоновку или конструкцию – четырехосные или многоосные со всеми ведущими осями, а также полугусеничные и автомобили-амфибии.

В качестве показателя проходимости при сравнительных испытаниях автомобилей иногда применяют отношение производительности в плохих и хороших дорожных условиях

$$h_{пр} = \frac{G_{zn} V_{an}}{G_{zx} V_{ax}}$$

где G_{zn} и G_{zx} - средние веса грузов, перевозимых автомобилем в плохих и хороших дорожных условиях; V_{an} и V_{ax} - величины средней скорости автомобиля, достигнутые при плохих и хороших дорожных условиях. Однако для получения достоверных значений этого показателя

требуется длительные и дорогостоящие испытания автомобилей, что также затрудняет определение этого показателя. Практическое использование сравнительной оценки проходимости автомобиля осложняется также неопределенностью понятия «хорошие дорожные условия».

Перечисленные трудности приводят к тому, что на практике для каждого типа дорожных условий применяют особый показатель проходимости.

Пройодимость автомобиля по мягким дорогам

По характеру деформации опорной поверхности и степени ее ровности все дороги можно разделить на четыре группы:

I – твердые, ровные дороги;

II – твердые, неровные дороги;

III – мягкие дороги с относительно твердым основанием (подслоем); IV – мягкие дороги без твердого основания.

Пройодимость автомобиля по деформируемым дорогам характеризуют следующие показатели: максимальный динамический фактор, определенный по условиям тяги и по условиям сцепления; удельная сила тяги на крюке; удельное давление шин на дорогу; коэффициент совпадения колеи.

Максимальный динамический фактор D_{max} , определенный по условиям тяги, характеризует возможность движения автомобиля без буксования ведущих колес.

Максимальный динамический фактор $D_{сц}$, определенный по условиям сцепления, характеризует возможность движения автомобиля без буксования ведущих колес.

Удельная сила тяги на крюке выражает отношение максимальной силы тяги на крюке $P_{кр}$, развиваемой в момент начала буксования ведущих колес (или остановки двигателя) к полному весу

автомобиля $\delta_{\epsilon\delta} = \frac{D_{\epsilon\delta}}{G_a}$.

G_a

Этот показатель оценивает возможность преодоления повышенного сопротивления движению по запасу мощности двигателя, работающего со полной нагрузкой.

Удельным давлением шин называют отношение вертикальной статической нагрузки на шину к площади контакта, замеренной по контуру.

Коэффициент совпадения колеи представляет собой отношение ширины колеи, образованной передними колесами, к ширине колеи, образованной всеми колесами. При полном совпадении колеи задние колеса катятся по грунту, уплотненному передними колесами, и сопротивление качению при этом минимально.

Пройодимость автомобиля по скользким дорогам

На скользких дорогах (влажные и обледенелые покрытия, укатанный снег) проходимостью ограничивается буксованием колес. Показателем проходимости в этих условиях служит максимальный динамический фактор, определенный по условиям сцепления.

Пройодимость автомобиля по дорогам с крутыми подъемами и спусками

Крутые, затяжные подъемы требуют большой затраты мощности и хорошего сцепления ведущих колес с дорогой. Преодоление крутых подъемов зависит от максимальных значений динамических факторов, определяемых по условиям тяги и сцепления. Преодоление крутых подъемов и спусков может быть также ограничено недостаточной высотой на поверхность дороги передней и задней частей автомобиля. Пройодимость автомобиля в том случае оценивают *углами проходимости*, т.е. углами, образованными горизонтальной ровной дорогой, на которой стоит автомобиль, и плоскостью, касательной к передним (задним) колесам и к выступающим нижним точкам передней (задней) части автомобиля. Различают передний и задний углы проходимости (рис. 10).

Пройодимость автомобиля по неровным дорогам

Часто проходимостью ограничивается возможностью задевания низших точек автомобиля за вертикальные неровности (выбоины, выступы) и сосредоточенные препятствия (пни, кочки, валуны). Показателями проходимости автомобиля по неровным дорогам служат продольный и поперечный радиусы проходимости, просвет и максимальная высота порогового препятствия.

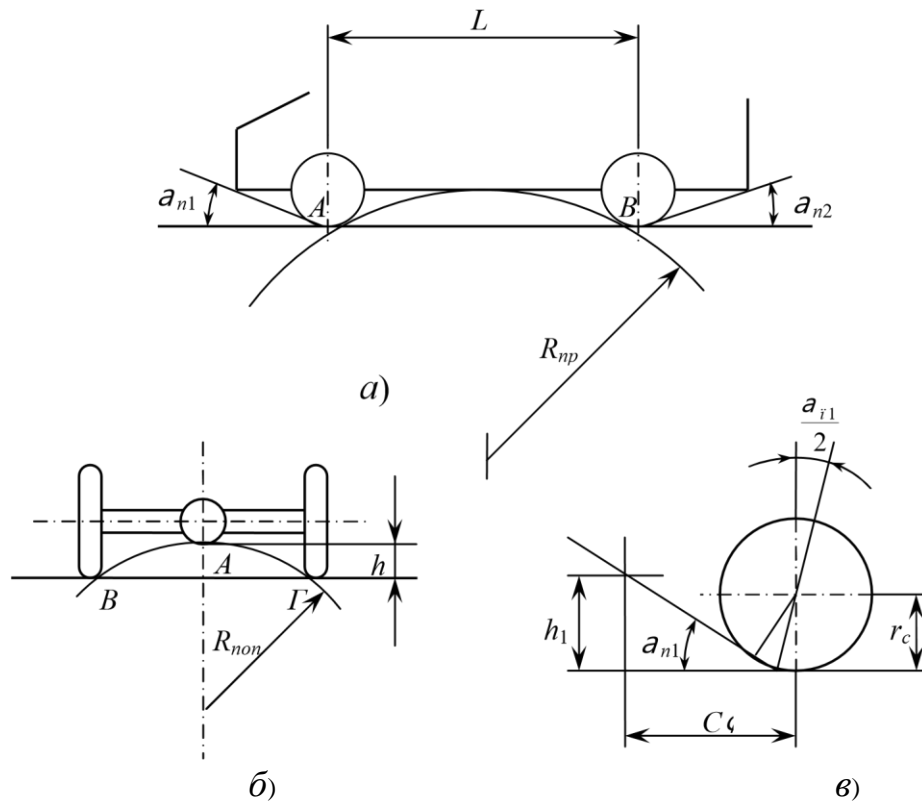


Рис. 10. Геометрические показатели проходимости и преодоление порогового препятствия

Продольный R_{np} (поперечный R_{non}) радиус проходимости (рис. 10, а) представляет собой радиус окружности, касательной к колесам и к нижней точке автомобиля, расположенной внутри базы (колеи). Эти радиусы характеризуют очертание препятствия, которое может преодолеть автомобиль, не задевая за него. Величины радиусов определяют графически по чертежу общего вида автомобиля.

Просвет – это расстояние R_{non} между нижней точкой автомобиля и дорогой (рис. 10, б), характеризующее возможность движения автомобиля без задевания сосредоточенных препятствий.

Максимальная высота порога h (рис. 10, в) с вертикальной передней стенкой различна для автомобилей ограниченной и повышенной проходимости.

Проходимость автомобиля по узким дорогам

Показателями являются минимально необходимая ширина проезжей части дороги и минимально необходимая ширина проезда (ширина полосы движения).

ТЕМА IX. ПЛАВНОСТЬ ХОДА АВТОМОБИЛЯ

Влияние колебаний на человека. Измерители и показатели плавности хода автомобиля.

Колебание одномассовой системы. Колебание автомобиля. Влияние эксплуатационных факторов на плавность хода автомобиля.

Лекция 18

Измерители и показатели плавности хода автомобиля и их влияние на человека

При движении автомобиля все его детали колеблются в пространстве. Колебания возникают вследствие действия переменных по величине и направлению сил и наличия упругих элементов в ходовой части и трансмиссии автомобиля. Колебания могут вызвать головокружение, усталость и другие неприятные ощущения у водителя и пассажиров.

Основными кинематическими показателями плавности хода автомобиля являются: амплитудой, частота (или период) колебаний, ускорения кузова или кабины, а также скоростью изменения ускорения во времени.

Скорость и амплитуда колебаний сами по себе не оказывают заметного влияния. Ускорения, напротив, имеют существенное значение, так как при больших ускорениях возникают большие инерционные нагрузки на мышцы и внутренние органы человека, которые не имеют жесткой связи. Особенно неприятны внезапные толчки, вызывающие изменения ускорения. Чем быстрее изменяются ускорения, тем резче изменяются силы, тем тягостнее ощущения человека. Основываясь на этом, некоторые исследователи предлагают оценивать плавность хода по скорости изменения ускорений (третьей производной от перемещения по времени).

При определении этих параметров упругость амортизаторов не учитывается и автомобиль рассматривают как целостную систему.

В результате получены следующие уравнения для расчета: - частота колебаний

$$n = \frac{30}{\sqrt{cmf}}, \text{ колеб/мин} \quad (9.1)$$

где f_{cm} – статический прогиб пружин элементов подвески автомобиля, см;

- амплитуда колебаний

$$Z = Z_0 \sin \omega t, \text{ м} \quad (9.2)$$

- скорость колебаний

•

$$Z = Z_0 \cos \omega t, \text{ м/с} \quad (9.3)$$

- ускорение колебаний

••

$$Z = -Z_0 \sin \omega t, \text{ м/с}^2 \quad (9.4)$$

где Z_0 – высота неровности, которую проезжает автомобиль, м;

При переезде неровностей на автомобиль в основном действуют колебания синусоидального характера.

Частота колебаний автомобиля для удовлетворения требуемой плавности хода может быть такой:

- для легковых автомобилей $n = 40-60$ колеб/мин;
- для автобусов $n = 60-80$ колеб/мин;
- для грузовых автомобилей $n = 90-100$ колеб/мин.

Задавшись тремя значениями колебаний, определяют значения статического прогиба пружин элементов подвески

$$f_{cm} = \frac{v}{n_{2, m}} \quad (9.5)$$

Находят максимальное ускорение колебаний $Z (\sin \omega t = 1)$ при переезде автомобиля поочередно таких неровностей дороги, имеющих следующие высоты:

$$Z_{01} = 0,05 \text{ м}; \quad Z_{02} = 0,10 \text{ м}; \quad Z_{03} = 0,15 \text{ м};$$

$$\dot{Z} = -Z_0 \omega^2 \quad (9.6)$$

, м/с

‡ 30 †

Влияние эксплуатационных факторов на плавность хода

Основной причиной колебаний автомобиля являются неровности дороги, которые могут иметь различные очертания в зависимости от типа дороги и ее состояния.

Совпадение собственных и вынужденных частот колебаний или хотя бы их сближение приводит к возникновению резонанса, колебаний, при котором отклонения непрерывно увеличиваются.

Раскачивание кузова вызывает также колебания неподрессоренных масс (нижняя кривая) в зоне низких частот. В области высоких частот (400-500 кол/мин) неподрессоренных массы также испытывают значительные колебания. Амплитуда этих колебаний почти в 1,5 раза превышает амплитуду неровности. Это означает, что происходит отрыв колес от дороги.

Ухудшение плавности хода может быть особенно значительно, если техническое состояние ходовой части автомобиля неудовлетворительно. Плавность хода автомобиля зависит также от величины полезной нагрузки, с изменением которой значительно меняются величина поддрессоренной массы, положение центра тяжести и деформация упругих элементов подвесок.

Часть 4. Практические задания

ВВЕДЕНИЕ

Практические занятия предназначены для изучения и закрепления знаний, полученных студентами при изучении теоретического материала. На занятиях студенты решают задачи, темы которых связаны с эксплуатационными свойствами автомобилей, обеспечивающими безопасность движения. Темы соответствуют компетенциям и требованиям, изложенным в рабочей программе дисциплины. Номер варианта задач указывается преподавателем в соответствии с номером студента в списке группы. Задания содержат цели задач, краткие расчетные формулы, индивидуальные варианты. Допускается выдавать на занятиях каждому студенту индивидуальное задание в письменном виде. Результаты расчетов оформляются студентами на листах формата А-4, из которых собирается отчет по практическим занятиям. Листы отчета нумеруются, скрепляются и помещаются в папку. Задачи 1 и 2 выполняются на первом занятии. Задачи 3, 4, 5, 6, 7 выполняются на 2, 3 и 4 занятиях. Задача 8 выполняется на 5 занятии. Задача 9 выполняется на 6 занятии. Задача 10 выполняется на 7, 8 и 9 занятиях. Самостоятельная работа студентов направлена на изучение теоретической части дисциплины. Она включает два индивидуальных задания, целью которых является изучение эксплуатационных свойств современных автомобилей. Номер варианта заданий указывается преподавателем в соответствии с номером студента в списке группы или номером зачетной книжки. По индивидуальным заданиям составляется отчет на листах формата А-4 объемом от 10 до 20 стр. Листы отчета нумеруются, скрепляются и помещаются в папку.

В результате у студента должны выработаться следующие способности и качества:

- наличие способностей понимать поставленную задачу, уметь анализировать и оценивать результаты;
- наличие определенных навыков и умений: соблюдение правил техники безопасности, умение работать с информацией, производить расчеты;

- наличие определенного поведения: бережное отношение к оборудованию, умение работать в группе, коллективе, умение коммуницировать.

КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

Оценку «отлично» по решению задач студент получает, если:

- работы выполнены правильно и в полном объеме;
- сделан вывод по результатам работы;
- студент может пояснить выполнение любого этапа работы;
- отчет выполнен в соответствии с требованиями к выполнению работы,
- работа выполнена аккуратно,
- работа выполнена в срок.

Оценку «хорошо» по решению задач студент получает, если:

- работы выполнены с незначительными ошибками и в полном объеме;
- сделан вывод по результатам работы;
- студент может пояснить выполнение любого этапа работы;
- отчет выполнен в соответствии с требованиями к выполнению работы,
- работа выполнена в срок.

Оценку «удовлетворительно» по решению задач студент получает, если:

- студент не выполнит незначительную часть работы;
- работы выполнены с ошибками или не в полном объеме,
- студент не может пояснить выполнение какого-то этапа работы;
- работа выполнена позже срока без уважительных причин.

Оценку «неудовлетворительно» по решению задач студент получает, если:

- работа не выполнена;
- студент не выполнил большую часть работы;
- студент не может пояснить выполнение никакого этапа работы.

1 ЗАДАЧИ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Задача 1. Анализ влияния скорости автомобиля на тормозной путь

Целью решения задачи является изучение влияния начальной скорости автомобиля, оборудованного различными тормозными системами, на величину тормозного пути. Тормозной путь автомобиля принято рассчитывать по формуле: $S_0 = V_0 \cdot (t_p + t_{пр} + 0,5 \cdot t_n) + V_0^2 / (2 \cdot j_{уст})$, (1) где S_0 – остановочный тормозной путь автомобиля, м; V_0 – начальная скорость автомобиля, в м/с; t_p – время реакции водителя, с; $t_{пр}$ – время срабатывания привода, с; t_n – время

нарастания замедления, c ; $j_{уст}$ – установившееся замедление, m/c^2 . Вычислить зависимость тормозного пути S_0 от скорости для 5 ее значений: $0,8 V_0$, $0,9 V_0$, V_0 , $1,1 V_0$ и $1,2 V_0$. Скорость V_0 , км/час указана в таблице (1). Номера вариантов в таблице соответствуют номеру студента в списке группы. Время реакции водителя t_r , с указано в таблице 1. Время срабатывания привода $t_{пр}$ принять в соответствии с заданным типом тормозной системы (Γ – гидравлическая, Π – пневматическая): Γ – $t_{пр} = 0,12$ с; Π – $t_{пр} = 0,3$ с. Время нарастания t_n принять по ГОСТ Р 51709-2001 «Требования безопасности к техническому состоянию и методы проверки». Учесть, что ГОСТ ограничивает сумму интервалов: $t_{пр} + t_n$. Замедление $j_{уст}$ рассчитать по заданному в таблице коэффициенту сцепления ϕ_B (торможение юзом). Построить график зависимости пути от начальной скорости. Вычислить величину пути S_p , $S_{пр}$ и S_n , проходимого автомобилем за интервалы времени t_r , $t_{пр}$ и t_n : $S_p = V_0 \cdot t_r$, $S_{пр} = V_0 \cdot t_{пр}$, $S_n = V_0 \cdot t_n - j_{уст} \cdot t_n^2 / 6$. Вычислить долю путей S_p , $S_{пр}$ и S_n в процентах от пути S_0 . Описать влияние начальной скорости автомобиля $+20$, -20% на величину тормозного пути в процентах от пути при скорости V_0 .

Задача 2. Анализ влияния времени реакции водителя на тормозной путь

Целью решения задачи является изучение влияния времени реакции водителя на величину тормозного пути автомобиля, оборудованного различными тормозными системами. По формуле (1) вычислить тормозной путь при изменении времени реакции водителя в пределах $+20$, -20% от указанного в таблице значения: $0,8 t_r$, $0,9 t_r$, t_r , $1,1 t_r$ и $1,2 t_r$. Использовать значения V_0 , $t_{пр}$, t_n , $j_{уст}$, принятые в задаче 1. 7 Построить график зависимости остановочного пути от времени реакции водителя. Описать влияние времени реакции ($+20$, -20%) на величину тормозного пути (в процентах от пути при времени t_r).

Задача 3. Анализ влияния времени срабатывания привода на тормозной путь

Целью решения задачи является изучение влияния времени срабатывания привода на величину тормозного пути автомобиля, оборудованного различными тормозными системами. По формуле (1) вычислить тормозной путь при изменении времени срабатывания привода в пределах $+20$, -20% от принятого в задаче 1 значения: $0,8 t_{пр}$, $0,9 t_{пр}$, $t_{пр}$, $1,1 t_{пр}$ и $1,2 t_{пр}$. Использовать значения V_0 , t_r , t_n , $j_{уст}$ для гидравлической тормозной системы (см. задачу 1). Построить

график зависимости остановочного пути от времени срабатывания привода. Описать влияние времени срабатывания привода (+20, -20%) на величину тормозного пути (в процентах от пути при времени $t_{пр}$). По формуле (1) вычислить тормозной путь при изменении времени срабатывания привода в пределах +20, -20% от принятого в задаче 1 значения: 0,8 $t_{пр}$, 0,9 $t_{пр}$, $t_{пр}$, 1,1 $t_{пр}$ и 1,2 $t_{пр}$. Использовать значения V_0 , τ_r , t_n , $j_{уст}$ для пневматической тормозной системы (см. задачу 1). Построить график зависимости остановочного пути от времени срабатывания привода. Описать влияние времени срабатывания привода (+20, -20%) на величину тормозного пути (в процентах от пути при времени $t_{пр}$).

Задача 4. Анализ влияния времени срабатывания привода на тормозной путь

Целью решения задачи является изучение влияния времени срабатывания привода на величину тормозного пути автомобиля, оборудованного различными тормозными системами. По формуле (1) вычислить тормозной путь при изменении времени срабатывания привода в пределах +20, -20% от принятого по пункту 1 значения: 0,8 $t_{пр}$, 0,9 $t_{пр}$, $t_{пр}$, 1,1 $t_{пр}$ и 1,2 $t_{пр}$. Использовать значения V_0 , τ_r , t_n , $j_{уст}$ для гидравлической тормозной системы (см. задачу 1). Построить график зависимости остановочного пути от времени срабатывания привода. Описать влияние времени срабатывания привода (+20, -20%) на величину тормозного пути (в процентах от пути при времени $t_{пр}$). По формуле (1) вычислить тормозной путь при изменении времени срабатывания привода в пределах +20, -20% от принятого по пункту 1 значения: 0,8 $t_{пр}$, 0,9 $t_{пр}$, $t_{пр}$, 1,1 $t_{пр}$ и 1,2 $t_{пр}$. Использовать значения V_0 , τ_r , t_n , $j_{уст}$ для пневматической тормозной системы (см. задачу 1). 9 Задача

Задача 5. Анализ влияния времени нарастания замедления на тормозной путь

Целью решения задачи является изучение влияния времени нарастания замедления на величину тормозного пути автомобиля, оборудованного различными тормозными системами. По формуле (1) вычислить тормозной путь при изменении времени нарастания замедления в пределах +20, -20% от принятого по пункту 1 значения: 0,8 t_n , 0,9 t_n , t_n , 1,1 t_n и 1,2 t_n . Использовать значения V_0 , τ_r , $t_{пр}$, $j_{уст}$ для гидравлической тормозной системы (см. задачу 1). Построить график зависимости остановочного пути от времени нарастания замедления. Описать влияние времени нарастания замедления (+20, -20%) на величину тормозного пути (в процентах от пути при времени

тн). По формуле (1) вычислить тормозной путь при изменении времени нарастания замедления в пределах +20, –20% от принятого по пункту 1 значения: 0,8 тн, 0,9 тн, тн, 1,1тн и 1,2 тн. Использовать значения V_0 , t_p , $t_{пр}$, $j_{уст}$ для пневматической тормозной системы (см. задачу 1). Построить график зависимости остановочного пути от времени нарастания замедления. Описать влияние времени нарастания замедления (+20, –20%) на величину тормозного пути (в процентах от пути при времени тн).

Задача 6. Анализ влияния коэффициента сцепления на тормозной путь

Целью решения задачи является изучение влияния коэффициента сцепления на величину тормозного пути автомобиля. По формуле (1) вычислить тормозной путь при изменении коэффициента сцепления в пределах +20, –20% от заданного в таблице значения: 0,8 фБ, 0,9 фБ, фБ, 1,1 фБ и 1,2 фБ. Использовать значения V_0 , t_p , $t_{пр}$, t_n для гидравлической тормозной системы (см. задачу 1). Построить график зависимости остановочного пути от времени нарастания замедления. Описать влияние коэффициента сцепления (+20, –20%) на величину тормозного пути в процентах (от пути при коэффициенте фБ). По результатам, полученным в пунктах 1, 2, 3, 4, 5, выявить и указать в отчете параметры, которые наибольшим и наименьшим образом влияют на величину тормозного пути.

Задача 7. Расчет начальной скорости автомобиля по тормозному пути

Целью задачи является изучение расчета начальной скорости автомобиля по замеренному на месте дорожно-транспортного происшествия пути торможения юзом $S_{уст}$. Путь легко измеряется на дороге с помощью рулетки. По пути $S_{уст}$ скорость автомобиля вычисляется по простой формуле: $u_{уст} = \sqrt{2 \cdot j \cdot S_{уст}}$. (2) 10 Для расчета в таблице указаны путь $S_{уст}$ и коэффициент сцепления фБ. Для первого расчета скоростей принять путь в пределах +20 ... –20% от указанного в таблице значения: 0,8 $S_{уст}$, 0,9 $S_{уст}$, $S_{уст}$, 1,1 $S_{уст}$ и 1,2 $S_{уст}$. Построить график зависимости начальной скорости от пути торможения. Описать влияние тормозного пути (+20, –20%) на величину начальной скорости (в процентах от скорости при пути $S_{уст}$). Используя график, найти точность, с которой нужно измерять тормозной путь, если скорость требуется определить с погрешностью не более 10%. Для второго расчета скорости задать коэффициент сцепления в пределах +20, –20% от указанного в таблице значения: 0,8 фБ, 0,9 фБ, $S_{уст}$, 1,1 фБ и 1,2 фБ. Построить график зависимости

начальной скорости от коэффициента сцепления. Описать влияние коэффициента сцепления (+20, -20%) на величину начальной скорости (в процентах от скорости при коэффициенте ϕ_B). Используя график, найти точность, с которой нужно измерять коэффициент сцепления, если скорость нужно найти с погрешностью не более 10%.

Задача 8. Боковой занос автомобиля

Целью задачи является изучение устойчивости движения автомобиля на повороте, при котором может произойти боковой занос. Для решения задачи используется макет автомобиля БелАЗ, поверхность с поперечным уклоном, измерительный инструмент. Работа выполняется по указаниям /8/ к лабораторной работе №2. При выполнении работы выполняются пункты: 1) Измеряется коэффициент бокового сцепления колес с дорогой; 2) Выполняется анализ бокового заноса при движении на горизонтальной дороге; 3) Вычисляется критическая скорость заноса.

Задача 9. Изучение заноса осей автомобиля

Целью задачи является изучение заноса осей автомобиля на повороте. Работа выполняется по указаниям /8/ к лабораторной работе №2. Для решения задачи используется макет автомобиля БелАЗ, поверхность с поперечным уклоном, измерительный инструмент. При выполнении работы выполняются пункты: 1) Изучается занос передней и задней осей автомобиля (схемы на рис. 3 указаний). 2) Письменно доказывается, к каким последствиям приводит занос передней оси. 3) Письменно доказывается, к каким последствиям приводит занос задней оси. 4) Письменно доказывается, к каким последствиям приводит избыточная и недостаточная поворачиваемости автомобиля.

11

Задача 10. Опрокидывание автомобиля

Целью задачи является изучение устойчивости движения автомобиля на повороте, при котором может произойти опрокидывание. Для решения задачи макет автомобиля БелАЗ, поверхность с поперечным уклоном, измерительный инструмент. Работа выполняется по указаниям /2/ к лабораторной работе №2. При выполнении работы выполняются пункты: 1) Определяется высота центра масс автомобиля (макета) при различном расположении груза; 2) Изучается движение автомобиля на дороге с поперечным уклоном. 3) Вычисляется критический угол косогора при различной высоте

расположения центра масс автомобиля; 4) Вычисляется критическая скорость опрокидывания на горизонтальной дороге при различной высоте расположения центра масс автомобиля; 5) Строится таблица критических скоростей (см. таблицу 1 указаний); 6) Строятся графические зависимости критических скоростей от высоты расположения центра масс и коэффициента сцепления (см. рис. 4 указаний).

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ (СРС)

ВВЕДЕНИЕ

Целями самостоятельной работы студента по дисциплине «Эксплуатационные свойства автомобилей» являются:

- закрепление теоретических знаний;
- формирование компетенций, связанных с использованием теоретических знаний для решения практических задач.

Виды самостоятельной работы студента по дисциплине «ТО автомобилей»:

- Самостоятельное изучение теоретического курса по темам курса.
- Выполнение индивидуальных и групповых письменных заданий.
- Подготовка к промежуточному контролю.
- Подготовка к итоговому контролю.

Самостоятельная работа студентов в процессе освоения дисциплины «Эксплуатационные свойства автомобилей» включает в себя:

- изучение основной и дополнительной литературы по курсу;
- работу с электронными учебными ресурсами (КОПР);
- изучение материалов периодической печати, Интернет-ресурсов;
- выполнение самостоятельной работы;
- подготовку к компьютерному тестированию;
- индивидуальные и групповые консультации по наиболее сложным вопросам.

КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

Задания можно оформлять на листе формата А-4 с соблюдением требований ЕСКД и ЕСТД. Обязательно записывается содержание работы а затем оформляется. На выполнение работы дается 2 недели со дня выдачи темы.

Оценку «отлично» студент получает, если:

- данные темы полностью раскрыты и правильно оформлены;
- студент может полностью ориентироваться по данным темам;
- работа выполнена аккуратно;
- работа выполнена в срок.

Оценку «хорошо» студент получает, если:

- все или часть темы раскрыта с незначительными ошибками;
- студент может пояснить данные темы;
- работа выполнена в срок.

Оценку «удовлетворительно» студент получает, если:

- данные темы выполнены с ошибками или не в полном объеме (не раскрыты 2 или 3 вопроса),
- не может пояснить выполнение какой-либо темы (работа списана);
- работа выполнена позже срока.

Оценку «неудовлетворительно» студент получает, если:

- работа не выполнена;
- студент не выполнил большую часть работы.

Вопросы СРС «Эксплуатационные свойства автомобиля»

1. Что называется эксплуатационным свойством автомобиля?
2. Что представляет собой и определяют эксплуатационным свойством автомобиля?
3. Какие эксплуатационные свойства обеспечивают движение автомобиля?
4. Какие эксплуатационные свойства не связаны с движением автомобиля?
5. Какие эксплуатационные свойства автомобиля зависят от двигателя, трансмиссии, подвески, колес, рулевого управления и тормозных систем?
6. В какие условия эксплуатации наиболее полно проявляются эксплуатационные свойства автомобиля?
7. Какие силы действуют на автомобиль при движении?
8. Что называется термодинамическими циклами двигателя?
9. Чем отличаются теоретические циклы от действительных циклов двигателя?
10. Для поршневых двигателей внутреннего сгорания имеются сколько циклов?
11. Степень сжатия бензиновых и газовых двигателей?
12. У дизелей степень сжатия сколько раз выше, чем у бензиновых и газовых двигателей?
13. Что называется действительными циклами двигателя?
14. Что характеризует действительный цикл двигателя?
15. Индикаторные показатели двигателя?
16. Что характеризует индикаторная мощность двигателя?
17. Что оценивает среднее индикаторное давление?
18. Что называют индикаторным КПД?
19. Что оценивают индикаторный КПД?
20. Как определяют индикаторный КПД?
21. Что определяет эффективные показатели двигателя?
22. Что относятся эффективным показателям двигателя?
23. Где развивается эффективная мощность двигателя?
24. Насколько эффективная мощность меньше от индикаторной мощности?
25. Как определяется эффективную мощность двигателя?
26. Как определяется крутящий момент двигателя?
27. Что учитывает эффективный КПД?
28. Как определяются удельный эффективный расход топлива?
29. Как определяются литровая мощность двигателя?
30. Что характеризует литровая мощность двигателя?
31. Какая величина литровой мощности двигателя?
32. Как определяется литровая мощность двигателя?
33. От чего зависит литровая мощность?
34. На что влияет отношение $\frac{S}{D}$?
35. Что оценивает основные характеристики называется двигателя?
36. Основные виды характеристик двигателя?
37. Что называется скоростными характеристиками двигателей?
38. У двигателя сколько типов скоростных характеристик?
39. Как определяется эффективная мощность двигателя?
40. Что представляет собой нагрузочные характеристики двигателя?
41. Для чего служат нагрузочные характеристики двигателя?

42. Что представляют регулировочные характеристики двигателя?
43. Когда снимают регулировочные характеристики?
44. Каким коэффициентам учитывается потери мощность в трансмиссии?
45. Какие силы и моменты действует на колеса автомобиля при движении?
46. Как определяются силы тяги ведущего колеса?
47. Виды радиуса колеса?
48. Как определяются КПД трансмиссии?
49. Как определяется радиусы колес?
50. Что оценивает КПД трансмиссии?
51. Что называется сила тяги?
52. Что характеризует сила тяги?
53. Что представляет собой тяговая характеристика автомобиля?
54. Как влияет коэффициент сцепления на безопасность движения?
55. Какие силы сопротивление действует при движении автомобиля?
56. Что представляет собой силы сопротивления?
57. Что представляет собой мощность затрачиваемая на преодоление сопротивление дороги?
58. Что представляет собой силы сопротивление воздуха?
59. Когда возникает сила сопротивления разгону?
60. Что учитывает коэффициент учета вращающихся масс?
61. Что выражает и позволяет определять уравнение движение автомобиля?
62. Как определяется уравнение движение автомобиля?
63. Каковы задачи, решаемые с помощью графика силового баланса?
64. Как определяется скорость автомобиля?
65. Что представляет собой динамические факторы автомобиля?
66. Что называется динамическим факторам автомобиля?
67. Виды динамических факторов?
68. Каковы задачи, решаемые с помощью графика динамической характеристики автомобиля?
69. Каковы задачи, решение с помощью графика мощностного баланса автомобиля?
70. Что представляет мощностной баланса автомобиля
71. От чего зависит степень использования мощности двигателя?
72. В каких случаях применяется в эксплуатации динамическое преодоление подъемов автомобиля?
73. Что представляет собой движение автомобиля накатом и когда оно целесообразно?
74. Какие измерители тормозных свойств?
 75. Что называется экстренным торможением?
 76. Что называется тормозной путь?
 77. Как определяется тормозной путь?
 78. Что называется остановочный путь?
 79. Что называется служебное торможение?
 80. Перечислите виды служебного торможения?
 81. Какие силы действуют на подвижной состав при движении?

82. Каким коэффициентом учитываются потери мощности в трансмиссии подвижного состава?
83. Какие силы и моменты действуют на колеса подвижного состава при движении?
84. Какие радиусы и режимы качения колеса подвижного состава?
85. Что представляет собой тяговая сила и тяговая характеристика подвижного состава?
86. Как влияет коэффициент сцепления на безопасность движения?
87. Каковы причины возникновения сил сопротивления движению подвижного состава?
88. Что выражает и позволяет определить управление движением подвижного состава?
89. Каковы задачи, решаемые с помощью графика силового баланса?
90. Что представляет собой динамические факторы подвижного состава?
91. Каковы задачи, решаемые с помощью графика динамической характеристики подвижного состава?
92. Каковы задачи, решаемые с помощью графика мощностного баланса подвижного состава?
93. Какими показателями оценивается приемистость подвижного состава?
94. В каких случаях применяются в эксплуатации динамическое преодоление подъемов подвижным составом?
95. Что представляет собой движение подвижного состава накатом и когда она целесообразно?
96. Что такое скоростная характеристика двигателя и как она определяется?
97. От каких факторов зависит КПД трансмиссии и каковы его средние значения для автомобилей разных типов?
98. Какие причины вызывают сопротивление качению, сопротивление качению, сопротивлению подъему и сопротивление дороги?
99. Назовите средние значения коэффициента сопротивления качению для дорог разных типов.
100. От чего зависят сила и мощность сопротивления воздуха?
101. Что такое коэффициент учета вращающихся масс? Чему он равен?
102. От каких факторов зависит коэффициент сцепления и каковы его средние значения для дорог различных типов?
103. Напишите условие возможности движения автомобиля.
104. Что такое коэффициент изменения реакции и как его определить?
105. Зачем нужно уравнение движения автомобиля и какие величины в него входят?

Модуль или экзамен сдается в ЦТ согласно графику модулей и экзаменов. Тест модуля содержит 7 заданий, тест экзамена 10 заданий. При компьютерном или бланочном тестировании студент получает:

Оценку «отлично», если

- выполнено 9-10 заданий теста из 10;
- выполнено 7 заданий теста из 7.

Оценку «хорошо» студент получает, если:

- выполнено 7-8 заданий теста из 10;
- выполнено 5-6 заданий теста из 7.

Оценку «удовлетворительно» студент получает, если:

- выполнено 5-6 заданий теста из 10;
- выполнено 4 задания теста из 7.

Оценку «неудовлетворительно» студент получает, если:

- выполнено 0-4 заданий теста из 10;
- выполнено 0-3 заданий теста из 7.

ЛИТЕРАТУРА:

Михайловский В.В и др « Устройство автомобилей». Москва . 1981 г Багданов С.Н и др -Автомобильные двигатели Москва. 1987г.

НИИАТ- краткий автомобильный справочник. Москва 1985г.

Стуканов В.А «Основы теории автомобильных двигателей и автомобиля» Москва 2005г. Вахламов В.К «Техника автомобильного транспорта» Москва 2004г.

Вахламов В.К «Подвижной состав автомобильного транспорта» Москва 2003г.