

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**Кафедра подъёмно-транспортных, строительных, дорожных машин и
оборудования**

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

Е.И. Луковникова

«_____» _____ 20 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**ДВИГАТЕЛИ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ И
АВТОТРАКТОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ**

Б1.В.20

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ

23.03.02 Наземные транспортно-технологические комплексы

ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ

**Подъемно-транспортные, строительные,
дорожные машины и оборудование**

Программа академического бакалавриата

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	3
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	4
3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ	4
3.1 Распределение объёма дисциплины по формам обучения.....	4
3.2 Распределение объёма дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости	4
4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	5
4.1 Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий	5
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам	6
4.3 Лабораторные работы.....	7
4.4 Практические занятия.....	8
4.5 Контрольные мероприятия: курсовая работа.....	8
5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	10
6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	11
7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	11
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	12
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	12
9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ / практических занятий	12
9.2. Методические указания по выполнению курсовой работы	46
10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	63
11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	63
Приложение 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....	64
Приложение 2. Аннотация рабочей программы дисциплины	68
Приложение 3. Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе	69
Приложение 4. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости по дисциплине.....	70

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Вид деятельности выпускника

Дисциплина охватывает круг вопросов, относящихся к проектно-конструкторскому виду профессиональной деятельности выпускника в соответствии с компетенциями и видами деятельности, указанными в учебном плане.

Цель дисциплины

- осуществление информационного поиска по двигателям внутреннего сгорания и автотракторному оборудованию;
- участие в составе коллектива исполнителей в разработке технических условий на проектирование и техническое описание конструкций двигателей внутреннего сгорания и автотракторного оборудования;
- участие в составе коллектива исполнителей в проектировании и эксплуатации двигателей внутреннего сгорания и автотракторного оборудования.

Задачи дисциплины

- дать общие сведения об основных тенденциях и направлениях в развитии оборудования, используемых на предприятиях строительного комплекса;
- дать общие сведения об основных научно-технических проблемах и перспективах развития науки и техники в области строительной индустрии.

Код компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3
ОПК-2	Способность применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	знать: методики исследования конструкций наземных транспортно-технологических систем; уметь: проводить исследования конструкций наземных транспортно-технологических систем; владеть: методиками исследования конструкций наземных транспортно-технологических систем;
ПК-4	Способность в составе коллектива исполнителей участвовать в разработке конструкторско-технической документации новых или модернизируемых образцов двигателей внутреннего сгорания и автотракторного оборудования	знать: основы конструкторско-технической документации новых или модернизируемых образцов наземных транспортно-технологических машин и комплексов; уметь: разрабатывать основы конструкторско-технической документации новых или модернизируемых образцов наземных транспортно-технологических машин и комплексов; владеть: навыками разработки конструкторско-технической документации новых или модернизируемых образцов наземных транспортно-технологических машин и комплексов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.В.20 Двигатели внутреннего сгорания и автотракторное оборудование относится к вариативной части.

Дисциплина Двигатели внутреннего сгорания и автотракторное оборудование базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин: Детали машин, Теория механизмов и машин, Теория наземных транспортно-технологических машин.

Основываясь на изучении перечисленных дисциплин Двигатели внутреннего сгорания и автотракторное оборудование представляет основу для изучения дисциплин: Машины для земляных работ, Управление техническими системами.

Такое системное междисциплинарное изучение направлено на достижение требуемого ФГОС уровня подготовки по квалификации бакалавр.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Распределение объема дисциплины по формам обучения

Форма обучения	Курс	Семестр	Трудоемкость дисциплины в часах						Курсовая работа (проект), контрольная работа, реферат, РГР	Вид промежуточной аттестации
			Всего часов (с экз.)	Аудиторных часов	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Очная	4	7	180	68	17	34	17	76	КР	экзамен
Заочная	5	-	180	24	6	12	6	147	КР	экзамен
Заочная (ускоренное обучение)	3	-	180	20	6	8	6	151	КР	экзамен
Очно-заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

3.2. Распределение объема дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости

Вид учебных занятий	Трудоемкость (час.)	в т.ч. в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)	Распределение по семестрам, час
			7
1	2	3	4
I. Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)	68	12	68
Лекции (ЛК)	17	2	17
Лабораторные работы (ЛР)	34	6	34
Практические занятия (ПЗ)	17	4	17
Курсовая работа (КР)	+	-	+
Групповые (индивидуальные) консультации	+	-	+
II. Самостоятельная работа обучающихся (СР)	76	-	76

Подготовка к лабораторным работам	21	-	21
Подготовка к практическим занятиям	14	-	14
Подготовка к экзамену в течение семестра	10	-	10
Выполнение курсового проекта	31	-	31
III. Промежуточная аттестация экзамен	36	-	36
Общая трудоемкость дисциплины час.	180	-	180
зач. ед.	5	-	5

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий

- для очной формы обучения:

№ раз- дела и те- мы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудоемкость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обуча- ющихся и трудоемкость, (час.)			
			учебные занятия			Самостоятельная работа обучающихся
			лекции	лабораторные работы	практические занятия	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Вводные сведения. Теоретические и действительные циклы, индикаторные и эффективные показатели работы ДВС. Характеристики двигателей.	67	9	24	10	24
2.	Основы теории автомобилей.	45	4	6	5	30
3.	Основы теории тракторов.	32	4	4	2	22
	ИТОГО	144	17	34	17	76

- для заочной формы обучения:

№ раз- дела и те- мы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудоемкость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучаю- щихся и трудоемкость; (час.)			
			учебные занятия			Самостоятельная работа обучающихся
			лекции	лабораторные работы	практические занятия	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Вводные сведения. Теоретические и действительные циклы, индикаторные и эффективные показатели работы ДВС. Ха-	95	2	4	2	87

	характеристики двигателей.					
2.	Основы теории автомобилей.	38	2	4	2	30
3.	Основы теории тракторов.	38	2	4	2	30
	ИТОГО	171	6	12	6	147

- для заочной формы обучения (ускоренное обучение):

№ раздела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудоемкость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.)			
			учебные занятия			Самостоятельная работа обучающихся
			лекции	лабораторные работы	практические занятия	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Вводные сведения. Теоретические и действительные циклы, индикаторные и эффективные показатели работы ДВС. Характеристики двигателей.	99	2	4	2	91
2.	Основы теории автомобилей.	36	2	2	2	30
3.	Основы теории тракторов.	36	2	2	2	30
	ИТОГО	171	6	8	6	151

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам

№ раздела и темы	Наименование раздела и темы дисциплины	Содержание лекционных занятий (краткое описание теоретической части разделов и тем)	Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)
1	2	3	4
1.	Вводные сведения. Теоретические и действительные циклы, индикаторные и эффективные показатели работы ДВС. Характеристики двигателей.	Краткая история двигателестроения и классификация ДВС. Основные преимущества и недостатки ДВС по сравнению с другими видами тепловых двигателей. Диаграмма фаз газораспределения четырёхтактного двигателя. Основные газовые законы, используемые в теории ДВС. Понятие о круговых процессах тепловых двигателей. Цикл Карно. Термодинамические циклы ДВС.	Разбор конкретных ситуаций (2 час.)

		<p>Цикл со смешанным подводом теплоты. Цикл с подводом теплоты при постоянном объеме. Действительные циклы ДВС. Рабочий цикл карбюраторного четырехтактного двигателя. Рабочий цикл четырехтактного дизеля. Топлива и способы смесеобразования в ДВС. Моторные масла. Индикаторная работа. Понятие о среднем индикаторном давлении. Индикаторная мощность двигателя. Расходы топлива. Нагрузочная характеристика двигателя. Внешняя скоростная характеристика карбюраторного двигателя. Внешняя скоростная характеристика дизельного двигателя. Регуляторные характеристики дизелей. Регулировочные характеристики дизельных и карбюраторных двигателей.</p>	
2.	Основы теории автомобилей.	<p>Понятие о динамичности автомобиля. Понятие о тяговом расчёте автомобиля. Тормозные свойства автомобиля. Топливная экономичность автомобиля. Понятие о проходимости автомобиля Понятие об устойчивости автомобиля Понятие об управляемости автомобиля.</p>	Разбор конкретных ситуаций (4 час.)
3.	Основы теории тракторов.	<p>Уравнение тягового баланса трактора. Тяговый расчёт трактора. Динамические свойства трактора. Тяговая характеристика трактора.</p>	Разбор конкретных ситуаций (6 час.)

4.3. Лабораторные работы

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Наименование лабораторной работы</i>	<i>Объем (час.)</i>	<i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
1	1	Общее устройство двигателей. Остов двигателя. Поршневая группа.	2	–
2	1	Кривошипно-шатунный механизм.	2	–
3	1	Газораспределительный механизм.	2	–
4	1	Система питания.	4	–
5	1	Смазочная система.	2	–
6	1	Система охлаждения.	2	тренинги в малой группе (1 час.)
7	1	Система зажигания.	2	тренинги в малой группе (2 час.)
8	1	Система пуска.	2	тренинги в малой группе

				пе (2 час.)
9	1	Регуляторы.	2	разбор конкретных ситуаций (1 час.)
10	2	Трансмиссии автомобилей и тракторов.	2	–
11	2	Коробки передач автомобилей и тракторов.	4	–
12	2	Ведущие мосты.	2	–
13	2	Ходовая часть автомобилей и тракторов.	2	–
14	2	Рулевое управление.	2	–
15	23	Тормозные системы.	2	–
		ИТОГО	34	6

4.4. Практические занятия

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Наименование практических занятий</i>	<i>Объем (час.)</i>	<i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
1	1	Расчет элементов системы охлаждения	4	–
2	1	Расчет элементов системы питания дизельного двигателя	4	тренинги (1 час.)
3	1	Расчет элементарного карбюратора	4	тренинги (2 час.)
4	2	Расчет автомобиля и построение его динамической характеристики	5	тренинги (1 час.)
		ИТОГО	17	4

4.5 Контрольные мероприятия: курсовая работа

Цель: закрепить теоретические положения, излагаемые в лекционном курсе дисциплины, научить правильно принимать инженерные решения, обоснованные расчетами, а также научить пользоваться соответствующей научно-технической литературой.

Тематика курсовых работ включает в себя тяговый расчет колёсных и гусеничных тягачей с механической трансмиссией.

При выполнении курсовой работы необходимо произвести расчет массы тягача, определить номинальную мощность двигателя, построить его скоростную и регуляторную характеристики; определить скорости тягача, передаточные числа трансмиссии на различных передачах и построить тяговую характеристику.

Состав работы: расчетно-пояснительная записка, графическое построение скоростной, регуляторной и тяговой характеристик на листах формата А3. Варианты заданий выдаются преподавателем индивидуально для каждого студента.

Рекомендуемый объем. Оформление курсового проекта: объем отчёта должен составлять 20-30 страниц печатного текста. Следует придерживаться следующих параметров оформления отчёта: формат листа отчёта – А4, размеры полей: слева 30 мм, справа 10 мм, сверху и снизу 20 мм. Шрифт Times New Roman, кегль 14. Абзацный отступ – 1,5 см, выравнивание абзаца – по ширине, межстрочный интервал – полуторный. Текст печатается только на одной стороне листа. Страницы должны быть пронумерованы внизу страницы справа. Нумерация страниц – сквозная для всего отчёта, на первом (титальном) листе номер не ставится.

Выдача задания и защита курсовой работы согласно учебного графика.

Оценка	Критерии оценки курсовой работы
отлично	Обучающийся продемонстрировал усвоение ранее изученных сопутствующих вопросов, сформированность и устойчивость используемых при ответе умений и навыков: умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их при выполнении практического задания; отвечал самостоятельно без наводящих вопросов преподавателя. Структура оформления курсовой работы соблюдена.
хорошо	При защите курсовой работы обучающийся допустил небольшие пробелы, не искажившие логического и информационного содержания ответа: один-два недочета при освещении основного содержания, исправленные по замечанию преподавателя; при ответе на дополнительные вопросы допущено не более 2-3 ошибок. Структура оформления курсовой работы соблюдена.
удовлетворительно	Содержание материала раскрыто не полностью, но показано общее понимание темы курсовой работы, продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения программного материала, обучающийся продемонстрировал затруднения или допустил ошибки в определении понятий, использовании терминологии, блок-схем и выкладках, исправленные после нескольких наводящих вопросов преподавателя; при проверке знаний теоретического материала выявлена недостаточная сформированность основных умений и навыков. При оформлении курсового проекта допущены ошибки.
неудовлетворительно	Не раскрыто основное содержание курсового проекта, обнаружено незнание или непонимание обучающимся большей или наиболее важной части учебного материала. При дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения курсового проекта.

5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

<i>Компетенции</i> <i>№, наименование разделов дисциплины</i>	<i>Кол-во часов</i>	<i>Компетенции</i>		Σ <i>комп.</i>	<i>t_{ср}, час</i>	<i>Вид учебных занятий</i>	<i>Оценка результатов</i>
		<i>ОПК-2</i>	<i>ПК-4</i>				
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Вводные сведения. Теоретические и действительные циклы, индикаторные и эффективные показатели работы ДВС. Характеристики двигателей.	67	–	+	1	67	ЛК, ЛР, ПЗ, СРС	Экзамен, КР
2. Основы теории автомобилей.	45	+	+	2	22,5	ЛК, ЛР, ПЗ, СРС	Экзамен, КР
3. Основы теории тракторов.	32	–	+	1	32	ЛК, ЛР, ПЗ, СРС	Экзамен, КР
<i>всего часов</i>	144	22,5	121,5	2	72		

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Двигатели внутреннего сгорания и автотракторное оборудование. Остов. Кривошипно-шатунный механизм: - Методические указания/Г.Н.Плеханов, Л.А. Калашников – Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2006 – 27 с.

2. Двигатели внутреннего сгорания и автотракторное оборудование. Газораспределительный механизм: - Методические указания/Г.Н.Плеханов, Л.А. Калашников – Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2007 – 17 с.

3. Двигатели внутреннего сгорания, автомобили и тракторы. Тяговый расчет тягача с механической трансмиссией: Методические указания / Сост. Г.Н. Плеханов, Л.А. Мамаев, Л.А. Калашников – Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2003. – 40 с.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	Наименование издания (автор, заглавие, выходные данные)	Вид занятия	Количество экземпляров в библиотеке, шт.	Обеспеченность, (экз./ чел.)
Основная литература				
1.	Суркин, В.И. Основы теории и расчета автотракторных двигателей [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2013. -304 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/12943 . - Загл. с экрана.	ПЗ ЛР КР СР	ЭР	1
2.	Конструкция тракторов и автомобилей [Электронный ресурс] : учеб. пособие / О.И. Поливаев [и др.]. - Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2013. – 288 с. - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/13011 . - Загл. с экрана.	ПЗ ЛР КР СР	ЭР	1
3.	Поливаев, О.И. Теория трактора и автомобиля [Электронный ресурс] : учеб. / О.И. Поливаев, В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин. - Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2016. – 232 с. - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/72994 . - Загл. с экрана.	ПЗ ЛР КР СР	ЭР	1
4.	Баширов, Р.М. Автотракторные двигатели: конструкция, основы теории и расчета [Электронный ресурс] : учеб. - Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2017. – 336 с. - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/96242 . - Загл. с экрана.	ПЗ ЛР КР СР	ЭР	1
Дополнительная литература				
5.	Гуревич А.М. Конструкция тракторов и автомобилей: Учебное пособие для вузов / А.М. Гуревич, А.К. Болотов, В.И. Судницын. – Москва: Агропромиздат, 1989.-368с.	ПЗ ЛР СР	45	1
6.	Тракторы. Теория: учеб. для вузов/ Под ред. В.В. Гуськова. – Москва: Машиностроение, 1988. – 376 с.	ПЗ ЛР СР	36	1
7.	Родичев В.А. Тракторы: учебник/ В.А. Родичев. – 3-е изд., стер. . – Москва: Академия. 2003. 256 с.	ПЗ ЛР СР	9	0,8

8.	Двигатели внутреннего сгорания: учебник для вузов /Хачиян А.С., Морозов К.А., Луканин В.Н. и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Высшая школа, 1985.- 311с.	ПЗ ЛР СР	87	1
9.	Фиделев., А.С. Автотракторный транспорт / А.С. Фиделев.–2-е изд., перераб. и доп. – Киев: Вища школа, 1981. – 208 с.	ЛР СР	48	1
10.	Ранеев А.В. Двигатели внутреннего сгорания строительных и дорожных машин/ А.В. Ранеев. – 4-еизд., пераб. и доп.- М.: Высшая школа, 1981.-320 с., ил.	ПЗ ЛР СР	12	1
11.	Кутьков, Г.М. Тракторы и автомобили. Теория и технологические свойства: Учебник для вузов / Г.М. Кутьков – М.: КолосС, 2004.– 504 с.	ПЗ ЛР КР СР	5	0,4

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО - ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Электронный каталог «ИРБИС»
[http://irbis.brstu.ru/cgi/irbis64r_15/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=;](http://irbis.brstu.ru/cgi/irbis64r_15/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=)
2. «Университетская библиотека Online» www.biblioclub.ru;
3. Электронная библиотека БрГУ http://ecat.brstu.ru/catalog_

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Работа на лекциях: ведение конспекта лекционного материала для успешного использования его при подготовке к зачету, экзамену, закрепления и расширения теоретических знаний. После проработки лекционного материала обучающийся должен четко владеть следующими аспектами по каждой лекции:

- знать тему;
- четко представлять план лекции;
- уметь выделять основное, главное;
- усвоить значение примеров и иллюстраций.

Самостоятельная работа выполняет функцию закрепления, повторения изученного материала. Выполнение самостоятельной работы способствует углублению знаний и более успешному формированию умений и навыков, связанных с изучением конкретных тем.

Характер самостоятельной работы: решение задач, которые выполняются по заданию и при методическом руководстве преподавателя, а также без его непосредственного участия. Правильное выполнение заданий по самостоятельной работе развивает способности самостоятельно работать с информацией, используя учебную и научную литературу. Самостоятельная работа дисциплинирует обучающихся, развивает произвольное внимание и совершенствует навыки целесообразного восприятия.

9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ / практических занятий.

Лабораторная работа № 1

Тема: Общее устройство двигателей. Остов двигателя. Поршневая группа.

Цель работы: изучить конструкцию остова и поршневой группы ДВС

Задание: Приступая к изучению ДВС, прежде всего, следует

1. Рассмотреть классификацию ДВС,
2. Рассмотреть схему устройства ДВС,

3. Рассмотреть взаимодействия основных и составных частей.

Порядок выполнения: Изучив процессы в двух- и четырехтактных двигателях, нужно ознакомиться с видами топлива, его свойствами и основными показателями, характеризующими жидкое и газообразное топливо получить понятие о тепловом расчете двигателя.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

При выполнении задания необходимо воспользоваться материалами лекции, рекомендованной основной и дополнительной литературой.

Форма отчетности: отчет.

Основная литература

1. Суркин, В.И. Основы теории и расчета автотракторных двигателей [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2013. -304 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/12943>. - Загл. с экрана.
2. Конструкция тракторов и автомобилей [Электронный ресурс] : учеб. пособие / О.И. Поливаев [и др.]. - Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2013. – 288 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/13011>. - Загл. с экрана.
3. Поливаев, О.И. Теория трактора и автомобиля [Электронный ресурс] : учеб. / О.И. Поливаев, В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин. - Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2016. – 232 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/72994>. - Загл. с экрана.
4. Баширов, Р.М. Автотракторные двигатели: конструкция, основы теории и расчета [Электронный ресурс] : учеб. - Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2017. – 336 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/96242>. - Загл. с экрана.

Дополнительная литература

1. Гуревич А.М. Конструкция тракторов и автомобилей: Учебное пособие для вузов / А.М. Гуревич, А.К. Болотов, В.И. Судницын. – Москва: Агропромиздат, 1989.-368с. Тракторы. Теория: учеб. для вузов/ Под ред. В.В. Гуськова. – Москва: Машиностроение, 1988. – 376 с.
2. Родичев В.А. Тракторы: учебник/ В.А. Родичев. – 3-е изд., стер. . – Москва: Академия. 2003. 256 с.
3. Двигатели внутреннего сгорания: учебник для вузов /Хачиян А.С., Морозов К.А., Луканин В.Н. и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Высшая школа, 1985.- 311с.
4. Фиделев., А.С. Автотракторный транспорт / А.С. Фиделев.–2-е изд., перераб. и доп. – Киев: Вища школа, 1981. – 208 с.
5. Ранеев А.В. Двигатели внутреннего сгорания строительных и дорожных машин/ А.В. Ранеев. – 4-еизд., пераб. и доп.- М.: Высшая школа, 1981.-320 с., ил.
6. Кутьков, Г.М. Тракторы и автомобили. Теория и технологические свойства: Учебник для вузов / Г.М. Кутьков – М.: КолосС, 2004.– 504 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Из каких элементов состоит блок-картер?
2. Каково назначение перегородок в блок-картере?
3. Как уплотняются посадочные места гильз цилиндров в блоке?
4. Каковы особенности устройства цилиндра и его головки в двигателе с воздушным охлаждением?
5. Для чего предназначен сапун?
7. Каково назначение поршневых колец?
8. Почему вода может проникнуть в поддон картера?

9. Из какого материала изготовлены поршни?

Лабораторная работа № 2

Тема: кривошипно-шатунный механизм

Цель работы: изучить конструкцию кривошипно-шатунного механизма

Задание:

1. Рассмотреть устройство кривошипно-шатунного механизма с конструкциями коленчатых валов
2. Проследить, как меняется форма вала в зависимости от числа цилиндров, их расположения и заданного порядка работы двигателя.

Порядок выполнения: ознакомиться с конструктивными формами шатунов разных двигателей, их преимуществами и недостатками, изучить устройство головки блока, цилиндров, уяснить назначение маховика, основы кинематики и динамики кривошипно-шатунного механизма, иметь понятие о крутильных колебаниях.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

При выполнении задания необходимо воспользоваться материалами лекции, рекомендованной основной и дополнительной литературой.

Форма отчетности: отчет.

Основная литература

1. Суркин, В.И. Основы теории и расчета автотракторных двигателей [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2013. -304 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/12943>. - Загл. с экрана.
2. Конструкция тракторов и автомобилей [Электронный ресурс] : учеб. пособие / О.И. Поливаев [и др.]. - Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2013. – 288 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/13011>. - Загл. с экрана.
3. Поливаев, О.И. Теория трактора и автомобиля [Электронный ресурс] : учеб. / О.И. Поливаев, В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин. - Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2016. – 232 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/72994>. - Загл. с экрана.
4. Баширов, Р.М. Автотракторные двигатели: конструкция, основы теории и расчета [Электронный ресурс] : учеб. - Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2017. – 336 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/96242>. - Загл. с экрана.

Дополнительная литература

1. Гуревич А.М. Конструкция тракторов и автомобилей: Учебное пособие для вузов / А.М. Гуревич, А.К. Болотов, В.И. Судницын. – Москва: Агропромиздат, 1989.-368с. Тракторы. Теория: учеб. для вузов/ Под ред. В.В. Гуськова. – Москва: Машиностроение, 1988. – 376 с.
2. Родичев В.А. Тракторы: учебник/ В.А. Родичев. – 3-е изд., стер. . – Москва: Академия. 2003. 256 с.
3. Двигатели внутреннего сгорания: учебник для вузов /Хачиян А.С., Морозов К.А., Луканин В.Н. и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Высшая школа, 1985.- 311с.
4. Фиделев., А.С. Автотракторный транспорт / А.С. Фиделев.–2-е изд., перераб. и доп. – Киев: Вища школа, 1981. – 208 с.
5. Ранеев А.В. Двигатели внутреннего сгорания строительных и дорожных машин/ А.В. Ранеев. – 4-е изд., перераб. и доп.- М.: Высшая школа, 1981.-320 с., ил.

6. Кутьков, Г.М. Тракторы и автомобили. Теория и технологические свойства: Учебник для вузов / Г.М. Кутьков – М.: КолосС, 2004.– 504 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Из каких деталей состоит кривошипно-шатунный механизм?
2. Чем ограничивается осевое перемещение коленчатого вала?
3. Каким образом очищается масло в полостях шатунных шеек коленчатого вала?
4. Каковы признаки неисправности механизма?
5. Как достигается уравнивание двигателей?
6. Из какого материала изготовлен коленчатый вал?

Лабораторная работа № 3

Тема: газораспределительный механизм.

Цель работы: изучить конструкцию газораспределительного механизма.

Задание: Изучить механизм газораспределения

Порядок выполнения: обратить внимание на взаимодействие кривошипно-шатунного и газораспределительного механизмов, конструктивные особенности механизмов газораспределения с нижним и верхним расположением клапанов, на диаграммы фаз газораспределения и необходимость опережения открытия и запаздывания закрытия клапанов; ознакомиться с устройством и действием декомпрессионного механизма, способами его регулировки и неисправностями; изучить системы продувки двухтактных двигателей.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

При выполнении задания необходимо воспользоваться материалами лекции, рекомендованной основной и дополнительной литературой.

Форма отчетности: отчет.

Основная литература

1. Суркин, В.И. Основы теории и расчета автотракторных двигателей [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2013. -304 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/12943>. - Загл. с экрана.
2. Конструкция тракторов и автомобилей [Электронный ресурс] : учеб. пособие / О.И. Поливаев [и др.]. - Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2013. – 288 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/13011>. - Загл. с экрана.
3. Поливаев, О.И. Теория трактора и автомобиля [Электронный ресурс] : учеб. / О.И. Поливаев, В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин. - Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2016. – 232 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/72994>. - Загл. с экрана.
4. Баширов, Р.М. Автотракторные двигатели: конструкция, основы теории и расчета [Электронный ресурс] : учеб. - Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2017. – 336 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/96242>. - Загл. с экрана.

Дополнительная литература

1. Гуревич А.М. Конструкция тракторов и автомобилей: Учебное пособие для вузов / А.М. Гуревич, А.К. Болотов, В.И. Судницын. – Москва: Агропромиздат, 1989.-368с. Тракторы. Теория: учеб. для вузов/ Под ред. В.В. Гуськова. – Москва: Машиностроение, 1988. – 376 с.
2. Родичев В.А. Тракторы: учебник/ В.А. Родичев. – 3-е изд., стер. . – Москва: Академия. 2003. 256 с.

3. Двигатели внутреннего сгорания: учебник для вузов /Хачиян А.С., Морозов К.А., Луканин В.Н. и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Высшая школа, 1985.- 311с.
4. Фиделев., А.С. Автотракторный транспорт / А.С. Фиделев.–2-е изд., перераб. и доп. – Киев: Вища школа, 1981. – 208 с.
5. Ранеев А.В. Двигатели внутреннего сгорания строительных и дорожных машин/ А.В. Ранеев. – 4-е изд., перераб. и доп.- М.: Высшая школа, 1981.-320 с., ил.
6. Кутьков, Г.М. Тракторы и автомобили. Теория и технологические свойства: Учебник для вузов / Г.М. Кутьков – М.: КолосС, 2004.– 504 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Каково назначение газораспределительного механизма?
2. Каково назначение декомпрессионного механизма:
3. Для чего между клапанами и коромыслами необходим зазор?
5. Почему диаметр шестерни распределительного вала в два раза больше диаметра шестерни коленчатого вала?
6. Из какого материала изготовлены вкладыши?
7. Из какого материала изготовлены клапаны?
- 8.С какой целью распределительные шестерни устанавливают по меткам?
9. В какой последовательности регулируют зазоры между клапанами и коромыслами?

Лабораторная работа № 4

Тема: система питания.

Цель работы: изучить конструкцию системы питания.

Задание: Рассмотреть систему питания, ознакомиться с существующими видами и системами питания карбюраторных и дизельных двигателей, с процессом смесеобразования в них, со способами приготовления горючей смеси, разобраться в принципе работы вспомогательных дозирующих систем.

Порядок выполнения: Далее следует изучить общую схему питания карбюраторного двигателя, назначение и устройство диафрагменного бензонасоса, фильтра-отстойника, воздухоочистителя.

Затем следует рассмотреть общую схему питания дизеля. Обратить внимание на характер и качество распыления топлива и его распределения в сжатом воздухе в дизелях с непосредственным и раздельным впрыском топлива. Изучить топливные насосы золотникового и распределительного типа. Ознакомиться с устройством и назначением обратного клапана, типом форсунок и их регулированием, принципом работы и устройством насоса-форсунки.

Рассмотреть особенности работы газовых двигателей. Обратить внимание на перевод карбюраторных двигателей и дизелей на газовое топливо.

Изучить основные операции по уходу за системой питания карбюраторных двигателей и дизелей.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

При выполнении задания необходимо воспользоваться материалами лекции, рекомендованной основной и дополнительной литературой.

Форма отчетности: отчет.

Основная литература

1. Суркин, В.И. Основы теории и расчета автотракторных двигателей [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2013. -304 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/12943>. - Загл. с экрана.

2. Конструкция тракторов и автомобилей [Электронный ресурс] : учеб. пособие / О.И. Поливаев [и др.]. - Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2013. – 288 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/13011>. - Загл. с экрана.

3. Поливаев, О.И. Теория трактора и автомобиля [Электронный ресурс] : учеб. / О.И. Поливаев, В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин. - Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2016. – 232 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/72994>. - Загл. с экрана.

4. Баширов, Р.М. Автотракторные двигатели: конструкция, основы теории и расчета [Электронный ресурс] : учеб. - Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2017. – 336 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/96242>. - Загл. с экрана.

Дополнительная литература

1. Гуревич А.М. Конструкция тракторов и автомобилей: Учебное пособие для вузов / А.М. Гуревич, А.К. Болотов, В.И. Судницын. – Москва: Агропромиздат, 1989.-368с.

Тракторы. Теория: учеб. для вузов/ Под ред. В.В. Гуськова. – Москва: Машиностроение, 1988. – 376 с.

2. Родичев В.А. Тракторы: учебник/ В.А. Родичев. – 3-е изд., стер. . – Москва: Академия. 2003. 256 с.

3. Двигатели внутреннего сгорания: учебник для вузов /Хачиян А.С., Морозов К.А., Луканин В.Н. и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Высшая школа, 1985.- 311с.

4. Фиделев., А.С. Автотракторный транспорт / А.С. Фиделев.–2-е изд., перераб. и доп. – Киев: Вища школа, 1981. – 208 с.

5. Ранеев А.В. Двигатели внутреннего сгорания строительных и дорожных машин/ А.В. Ранеев. – 4-е изд., пераб. и доп.- М.: Высшая школа, 1981.-320 с., ил.

6. Кутьков, Г.М. Тракторы и автомобили. Теория и технологические свойства: Учебник для вузов / Г.М. Кутьков – М.: КолосС, 2004.– 504 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Какие виды топлива используют для ДВС?
2. Как работают системы очистки воздуха?
3. Каково назначение турбокомпрессора?
4. Для чего служит подкачивающая помпа?
5. Как работает форсунка?
6. Объяснить принцип действия топливного насоса высокого давления.
7. Объяснить принцип действия карбюратора.
8. Объяснить принцип действия топливной системы инжекторного двигателя.
9. Почему необходимо изменять состав топливной смеси?
10. Каковы основные неисправности системы питания?

Лабораторная работа № 5

Тема: смазочная система.

Цель работы: изучить конструкцию смазочной системы ДВС.

Задание: 1. Назначение системы смазки, 2. Изучить классификацию, основные механизмы и детали системы смазки.

Порядок выполнения: Знакомство с данной темой следует начать с основ гидродинамической теории смазки. Рассматривая назначения системы смазки, надо обратить внимание на способы подвода масла к трущимся поверхностям. Изучить классификацию, основные механизмы и детали системы смазки, назначение, устройство и принцип работы маслонасосов, маслофильтров, редуccionных и перепускных клапанов, контрольных приборов. Ознакомиться с сортами

масел, присадок, применяемых для ДВС, основными неисправностями и уходом за системой смазки.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

При выполнении задания необходимо воспользоваться материалами лекции, рекомендованной основной и дополнительной литературой.

Форма отчетности: отчет.

Основная литература

1. Суркин, В.И. Основы теории и расчета автотракторных двигателей [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2013. -304 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/12943>. - Загл. с экрана.
2. Конструкция тракторов и автомобилей [Электронный ресурс] : учеб. пособие / О.И. Поливаев [и др.]. - Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2013. – 288 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/13011>. - Загл. с экрана.
3. Поливаев, О.И. Теория трактора и автомобиля [Электронный ресурс] : учеб. / О.И. Поливаев, В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин. - Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2016. – 232 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/72994>. - Загл. с экрана.
4. Баширов, Р.М. Автотракторные двигатели: конструкция, основы теории и расчета [Электронный ресурс] : учеб. - Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2017. – 336 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/96242>. - Загл. с экрана.

Дополнительная литература

1. Гуревич А.М. Конструкция тракторов и автомобилей: Учебное пособие для вузов / А.М. Гуревич, А.К. Болотов, В.И. Судницын. – Москва: Агропромиздат, 1989.-368с. Тракторы. Теория: учеб. для вузов/ Под ред. В.В. Гуськова. – Москва: Машиностроение, 1988. – 376 с.
2. Родичев В.А. Тракторы: учебник/ В.А. Родичев. – 3-е изд., стер. . – Москва: Академия. 2003. 256 с.
3. Двигатели внутреннего сгорания: учебник для вузов /Хачиян А.С., Морозов К.А., Луканин В.Н. и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Высшая школа, 1985.- 311с.
4. Фиделев., А.С. Автотракторный транспорт / А.С. Фиделев.–2-е изд., перераб. и доп. – Киев: Вища школа, 1981. – 208 с.
5. Ранеев А.В. Двигатели внутреннего сгорания строительных и дорожных машин/ А.В. Ранеев. – 4-еизд., пераб. и доп.- М.: Высшая школа, 1981.-320 с., ил.
6. Кутьков, Г.М. Тракторы и автомобили. Теория и технологические свойства: Учебник для вузов / Г.М. Кутьков – М.: КолосС, 2004.– 504 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Какое масло применяют для смазывания автотракторных двигателей?
2. Из каких частей состоит система смазки ДВС?
3. Каково назначение редуционного клапана масляного насоса?
4. Как происходит очистка масла от механических примесей?
5. Когда меняют масло в картере двигателя?
6. Каким образом можно проверить чистоту масла?
7. Каковы возможные причины пониженного давления масла в магистрали?

Лабораторная работа № 6

Тема: система охлаждения

Цель работы: изучить конструкцию системы охлаждения.

Задание: ознакомиться с назначением и видами охлаждающих систем

Порядок выполнения: При усвоении данной темы следует ознакомиться с назначением и видами охлаждающих систем, со способами отвода тепла.

Обратить внимание на элементы системы охлаждения, знать правила по уходу за системой.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

При выполнении задания необходимо воспользоваться материалами лекции, рекомендованной основной и дополнительной литературой.

Форма отчетности: отчет.

Основная литература

1. Суркин, В.И. Основы теории и расчета автотракторных двигателей [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2013. -304 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/12943>. - Загл. с экрана.

2. Конструкция тракторов и автомобилей [Электронный ресурс] : учеб. пособие / О.И. Поливаев [и др.]. - Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2013. – 288 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/13011>. - Загл. с экрана.

3. Поливаев, О.И. Теория трактора и автомобиля [Электронный ресурс] : учеб. / О.И. Поливаев, В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин. - Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2016. – 232 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/72994>. - Загл. с экрана.

4. Баширов, Р.М. Автотракторные двигатели: конструкция, основы теории и расчета [Электронный ресурс] : учеб. - Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2017. – 336 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/96242>. - Загл. с экрана.

Дополнительная литература

1. Гуревич А.М. Конструкция тракторов и автомобилей: Учебное пособие для вузов / А.М. Гуревич, А.К. Болотов, В.И. Судницын. – Москва: Агропромиздат, 1989.-368с. Тракторы. Теория: учеб. для вузов/ Под ред. В.В. Гуськова. – Москва: Машиностроение, 1988. – 376 с.

2. Родичев В.А. Тракторы: учебник/ В.А. Родичев. – 3-е изд., стер. . – Москва: Академия. 2003. 256 с.

3. Двигатели внутреннего сгорания: учебник для вузов /Хачиян А.С., Морозов К.А., Луканин В.Н. и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Высшая школа, 1985.- 311с.

4. Фиделев., А.С. Автотракторный транспорт / А.С. Фиделев.–2-е изд., перераб. и доп. – Киев: Вища школа, 1981. – 208 с.

5. Ранеев А.В. Двигатели внутреннего сгорания строительных и дорожных машин/ А.В. Ранеев. – 4-еизд., пераб. и доп.- М.: Высшая школа, 1981.-320 с., ил.

6. Кутьков, Г.М. Тракторы и автомобили. Теория и технологические свойства: Учебник для вузов / Г.М. Кутьков – М.: КолосС, 2004.– 504 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Каковы основные элементы системы жидкостного охлаждения?
2. Как работает система воздушного охлаждения?
3. Каково назначение термостата?
4. Как проверить и отрегулировать натяжение ремня вентилятора?
5. Как проверить работу термостата и дистанционного термометра?
6. Каковы причины перегрева системы жидкостного охлаждения?

Лабораторная работа № 7

Тема: система зажигания

Цель работы: изучить конструкцию системы зажигания ДВС

Задание: 1. Изучить конструкцию систем зажигания ДВС, 2. Изучить влияние момента зажигания на работу двигателя

Порядок выполнения: При изучении данной темы следует уяснить назначение системы зажигания, знать основные схемы систем зажигания и влияние момента зажигания на работу двигателя. Обратить особое внимание на батарейное зажигание, источники электрического тока, возникновение электромагнитной индукции в катушке зажигания, изучить устройство и действие реле-регулятора, работу прерывателя-распределителя, принципы действия центробежного и вакуумного автоматов опережения зажигания. Дать анализ влияния угла опережения зажигания на мощность и экономичность двигателя. Ознакомиться с уходом за системой зажигания.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

При выполнении задания необходимо воспользоваться материалами лекции, рекомендованной основной и дополнительной литературой.

Форма отчетности: отчет.

Основная литература

1. Суркин, В.И. Основы теории и расчета автотракторных двигателей [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2013. -304 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/12943>. - Загл. с экрана.
2. Конструкция тракторов и автомобилей [Электронный ресурс] : учеб. пособие / О.И. Поливаев [и др.]. - Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2013. – 288 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/13011>. - Загл. с экрана.
3. Поливаев, О.И. Теория трактора и автомобиля [Электронный ресурс] : учеб. / О.И. Поливаев, В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин. - Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2016. – 232 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/72994>. - Загл. с экрана.
4. Баширов, Р.М. Автотракторные двигатели: конструкция, основы теории и расчета [Электронный ресурс] : учеб. - Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2017. – 336 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/96242>. - Загл. с экрана.

Дополнительная литература

1. Гуревич А.М. Конструкция тракторов и автомобилей: Учебное пособие для вузов / А.М. Гуревич, А.К. Болотов, В.И. Судницын. – Москва: Агропромиздат, 1989.-368с. Тракторы. Теория: учеб. для вузов/ Под ред. В.В. Гуськова. – Москва: Машиностроение, 1988. – 376 с.
2. Родичев В.А. Тракторы: учебник/ В.А. Родичев. – 3-е изд., стер. . – Москва: Академия. 2003. 256 с.
3. Двигатели внутреннего сгорания: учебник для вузов /Хачиян А.С., Морозов К.А., Луканин В.Н. и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Высшая школа, 1985.- 311с.
4. Фиделев., А.С. Автотракторный транспорт / А.С. Фиделев.–2-е изд., перераб. и доп. – Киев: Вища школа, 1981. – 208 с.
5. Ранеев А.В. Двигатели внутреннего сгорания строительных и дорожных машин/ А.В. Ранеев. – 4-еизд., пераб. и доп.- М.: Высшая школа, 1981.-320 с., ил.
6. Кутьков, Г.М. Тракторы и автомобили. Теория и технологические свойства: Учебник для вузов / Г.М. Кутьков – М.: КолосС, 2004.– 504 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Из каких приборов состоит батарейное зажигание?
2. Как образуются цепи тока низкого и высокого напряжения?
3. Как устроена катушка зажигания?
4. Как и чем регулируют угол опережения зажигания?
5. Каковы причины неисправностей приборов системы зажигания, из-за которых двигатель не запускается?

Лабораторная работа № 8

Тема: система пуска

Цель работы: изучить конструкцию системы пуска ДВС.

Необходимо изучить способы пуска карбюраторного двигателя и дизеля, обратив внимание на пуск двигателя в зимнее время, вспомогательные способы облегчения этого процесса.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

При выполнении задания необходимо воспользоваться материалами лекции, рекомендованной основной и дополнительной литературой.

Форма отчетности: отчет.

Основная литература

1. Суркин, В.И. Основы теории и расчета автотракторных двигателей [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2013. -304 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/12943>. - Загл. с экрана.
2. Конструкция тракторов и автомобилей [Электронный ресурс] : учеб. пособие / О.И. Поливаев [и др.]. - Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2013. – 288 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/13011>. - Загл. с экрана.
3. Поливаев, О.И. Теория трактора и автомобиля [Электронный ресурс] : учеб. / О.И. Поливаев, В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин. - Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2016. – 232 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/72994>. - Загл. с экрана.
4. Баширов, Р.М. Автотракторные двигатели: конструкция, основы теории и расчета [Электронный ресурс] : учеб. - Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2017. – 336 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/96242>. - Загл. с экрана.

Дополнительная литература

1. Гуревич А.М. Конструкция тракторов и автомобилей: Учебное пособие для вузов / А.М. Гуревич, А.К. Болотов, В.И. Судницын. – Москва: Агропромиздат, 1989.-368с. Тракторы. Теория: учеб. для вузов/ Под ред. В.В. Гуськова. – Москва: Машиностроение, 1988. – 376 с.
2. Родичев В.А. Тракторы: учебник/ В.А. Родичев. – 3-е изд., стер. . – Москва: Академия. 2003. 256 с.
3. Двигатели внутреннего сгорания: учебник для вузов /Хачиян А.С., Морозов К.А., Луканин В.Н. и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Высшая школа, 1985.- 311с.
4. Фиделев., А.С. Автотракторный транспорт / А.С. Фиделев.–2-е изд., перераб. и доп. – Киев: Вища школа, 1981. – 208 с.
5. Ранеев А.В. Двигатели внутреннего сгорания строительных и дорожных машин/ А.В. Ранеев. – 4-е изд., перераб. и доп.- М.: Высшая школа, 1981.-320 с., ил.
6. Кутьков, Г.М. Тракторы и автомобили. Теория и технологические свойства: Учебник для вузов / Г.М. Кутьков – М.: КолосС, 2004.– 504 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Почему дизельный двигатель запускать сложнее, чем бензиновый?

2. Каковы способы запуска автотракторных двигателей?
3. Каковы особенности пусковых двигателей по сравнению с основными двигателями?
4. Каково устройство и принцип действия регулятора?
5. Каково устройство и принцип действия автомата выключения?

Лабораторная работа № 9

Тема: регуляторы

Цель работы: изучить конструкцию регуляторов ДВС.

Изучение данной темы следует начать с назначения и схем работы регуляторов. Необходимо знать особенности применения регуляторов на автомобилях и тракторах. Обратить внимание на степень неравномерности и нечувствительности.

Основная литература

1. Родичев В.А., Родичева Г.И. Тракторы и автомобили. – 2-е изд., перераб. И доп. – М.: Агропромиздат, 1987. – 351 с: ил. – (Учебники и учебн. пособия для подгот. кадров массовых профессий).

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Назначение регуляторов?
2. Каково устройство и принцип действия регулятора?

Лабораторная работа № 10

Тема: трансмиссии автомобилей и тракторов. Сцепление.

Цель работы: изучить конструкцию сцепления автомобилей и тракторов.

Изучение данной темы следует начать с назначения и видов трансмиссии, после чего ознакомиться с конструктивными схемами и составом трансмиссии.

Рассматривая схемы трансмиссии автомобилей с колесными формулами 4×2, 4×4, 6×4 и 6×6, особое внимание следует уделить назначению каждого узла трансмиссии, а также устройству, исключающему циркуляцию мощности у полноприводных автомобилей. При изучении тракторных трансмиссий необходимо сравнить их с автомобильными, обратив внимание на устройство реверса у колесного трактора и наличие конечных передач и карданной передачи между муфтой сцепления и коробкой передач. Рассматривая электрические, гидравлические, механические и комбинированные трансмиссии, следует на примерах определить коэффициенты их полезного действия, а также сравнить их качество.

Первым элементом трансмиссии обычно является механизм сцепления. Такие механизмы классифицируются по характеру и способу связи, а также по типу привода. На отечественных машинах чаще используются пружинные фрикционные муфты сцепления с механическим или гидравлическим приводом управления, а также гидравлические муфты. Обычно гидромуфты объединены с гидротрансформатором и устанавливаются на тяжелых машинах. Необходимо знать требования, предъявляемые к муфтам, и то, как они повлияли на их конструкцию.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

При выполнении задания необходимо воспользоваться материалами лекции, рекомендованной основной и дополнительной литературой.

Форма отчетности: отчет.

Основная литература

1. Суркин, В.И. Основы теории и расчета автотракторных двигателей [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2013. -304 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/12943>. - Загл. с экрана.

2. Конструкция тракторов и автомобилей [Электронный ресурс] : учеб. пособие / О.И. Поливаев [и др.]. - Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2013. – 288 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/13011>. - Загл. с экрана.
3. Поливаев, О.И. Теория трактора и автомобиля [Электронный ресурс] : учеб. / О.И. Поливаев, В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин. - Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2016. – 232 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/72994>. - Загл. с экрана.
4. Баширов, Р.М. Автотракторные двигатели: конструкция, основы теории и расчета [Электронный ресурс] : учеб. - Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2017. – 336 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/96242>. - Загл. с экрана.

Дополнительная литература

1. Гуревич А.М. Конструкция тракторов и автомобилей: Учебное пособие для вузов / А.М. Гуревич, А.К. Болотов, В.И. Судницын. – Москва: Агропромиздат, 1989.-368с. Тракторы. Теория: учеб. для вузов/ Под ред. В.В. Гуськова. – Москва: Машиностроение, 1988. – 376 с.
2. Родичев В.А. Тракторы: учебник/ В.А. Родичев. – 3-е изд., стер. . – Москва: Академия. 2003. 256 с.
3. Двигатели внутреннего сгорания: учебник для вузов /Хачиян А.С., Морозов К.А., Луканин В.Н. и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Высшая школа, 1985.- 311с.
4. Фиделев., А.С. Автотракторный транспорт / А.С. Фиделев.–2-е изд., перераб. и доп. – Киев: Вища школа, 1981. – 208 с.
5. Ранеев А.В. Двигатели внутреннего сгорания строительных и дорожных машин/ А.В. Ранеев. – 4-е изд., пераб. и доп.- М.: Высшая школа, 1981.-320 с., ил.
6. Кутьков, Г.М. Тракторы и автомобили. Теория и технологические свойства: Учебник для вузов / Г.М. Кутьков – М.: КолосС, 2004.– 504 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Из каких агрегатов состоит трансмиссия автомобиля?
2. Какие агрегаты входят в состав трансмиссии гусеничного трактора?
3. Назначение сцепления?
4. Чем различаются однопоточное и двухпоточное сцепления?
5. Как действует механический сервоусилитель сцепления?
6. Каковы возможные неисправности сцепления?
7. Что регулируют в сцеплении?

Лабораторная работа № 11

Тема: коробки передач автомобилей и тракторов.

Цель работы: изучить конструкцию коробок передач автомобилей и тракторов.

Изучая конструкцию коробки передач, следует увязать её со скоростными характеристиками двигателя, а также с требованиями, предъявляемыми к тяговым свойствам автомобиля или трактора.

Рассматривая планетарную коробку передач, следует разобраться в том, каким образом происходит изменение передаточного отношения без разрыва потока передаваемой мощности, на основании каких сигналов переключаются передачи в коробках передач с автоматическим управлением, почему планетарные коробки передач автомобилей работают совместно с гидротрансформатором.

При изучении карданных передач необходимо обратить внимание на неравенство угловых скоростей у валов, соединенных шарниром Гука, знать условия компенсации этого неравенства, типы шарниров на управляемых колесах полноповоротных автомобилей.

Дополнительные коробки передач обычно устанавливаются на колесных тягачах для повышения силы тяги на колесах или крюке при движении вне дорог. Часто от дополнительной коробки осуществляется привод передних колес или вспомогательного оборудования, в этой же

коробке обычно монтируются устройства (обгонные муфты, межосевые дифференциалы, разобщительные муфты и т. д.), обеспечивающие распределение крутящего момента между осями в пропорции, соответствующей их нагрузке.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

При выполнении задания необходимо воспользоваться материалами лекции, рекомендованной основной и дополнительной литературой.

Форма отчетности: отчет.

Основная литература

1. Суркин, В.И. Основы теории и расчета автотракторных двигателей [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2013. -304 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/12943>. - Загл. с экрана.

2. Конструкция тракторов и автомобилей [Электронный ресурс] : учеб. пособие / О.И. Поливаев [и др.]. - Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2013. – 288 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/13011>. - Загл. с экрана.

3. Поливаев, О.И. Теория трактора и автомобиля [Электронный ресурс] : учеб. / О.И. Поливаев, В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин. - Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2016. – 232 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/72994>. - Загл. с экрана.

4. Баширов, Р.М. Автотракторные двигатели: конструкция, основы теории и расчета [Электронный ресурс] : учеб. - Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2017. – 336 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/96242>. - Загл. с экрана.

Дополнительная литература

1. Гуревич А.М. Конструкция тракторов и автомобилей: Учебное пособие для вузов / А.М. Гуревич, А.К. Болотов, В.И. Судницын. – Москва: Агропромиздат, 1989.-368с. Тракторы. Теория: учеб. для вузов/ Под ред. В.В. Гуськова. – Москва: Машиностроение, 1988. – 376 с.

2. Родичев В.А. Тракторы: учебник/ В.А. Родичев. – 3-е изд., стер. . – Москва: Академия. 2003. 256 с.

3. Двигатели внутреннего сгорания: учебник для вузов /Хачиян А.С., Морозов К.А., Луканин В.Н. и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Высшая школа, 1985.- 311с.

4. Фиделев., А.С. Автотракторный транспорт / А.С. Фиделев.–2-е изд., перераб. и доп. – Киев: Вища школа, 1981. – 208 с.

5. Ранеев А.В. Двигатели внутреннего сгорания строительных и дорожных машин/ А.В. Ранеев. – 4-е изд., перераб. и доп.- М.: Высшая школа, 1981.-320 с., ил.

6. Кутьков, Г.М. Тракторы и автомобили. Теория и технологические свойства: Учебник для вузов / Г.М. Кутьков – М.: КолосС, 2004.– 504 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Для чего служит коробка передач?
2. Что называется передаточным числом?
3. Какую роль выполняют фиксаторы в механизме переключения передач?
4. По каким признакам классифицируют коробки передач?
5. Каково назначение синхронизатора?

Для чего необходима дополнительная коробка?

Лабораторная работа № 12

Тема: ведущие мосты.

Цель работы: изучить конструкцию главной передачи, дифференциала бортовых и конечных передач.

Главные передачи следует разделить на типы по числу ступеней, виду зацепления и конструктивному исполнению, учитывая достоинства и эксплуатационные особенности каждого типа. Главная передача обычно komponуется вместе с межколесным дифференциалом.

Изучая работу конического дифференциала, следует определить его передаточное отношение и уяснить, при затормаживании каких звеньев дифференциал блокируется.

Бортовые или конечные передачи обычно устанавливаются на тракторах, они позволяют увеличить крутящий момент непосредственно у движителей и тем самым существенно уменьшить нагрузки на трансмиссию, а у автомобилей при этом увеличить дорожный просвет (клиренс).

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

При выполнении задания необходимо воспользоваться материалами лекции, рекомендованной основной и дополнительной литературой.

Форма отчетности: отчет.

Основная литература

1. Суркин, В.И. Основы теории и расчета автотракторных двигателей [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2013. -304 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/12943>. - Загл. с экрана.

2. Конструкция тракторов и автомобилей [Электронный ресурс] : учеб. пособие / О.И. Поливаев [и др.]. - Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2013. – 288 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/13011>. - Загл. с экрана.

3. Поливаев, О.И. Теория трактора и автомобиля [Электронный ресурс] : учеб. / О.И. Поливаев, В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин. - Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2016. – 232 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/72994>. - Загл. с экрана.

4. Баширов, Р.М. Автотракторные двигатели: конструкция, основы теории и расчета [Электронный ресурс] : учеб. - Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2017. – 336 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/96242>. - Загл. с экрана.

Дополнительная литература

1. Гуревич А.М. Конструкция тракторов и автомобилей: Учебное пособие для вузов / А.М. Гуревич, А.К. Болотов, В.И. Судницын. – Москва: Агропромиздат, 1989.-368с. Тракторы. Теория: учеб. для вузов/ Под ред. В.В. Гуськова. – Москва: Машиностроение, 1988. – 376 с.

2. Родичев В.А. Тракторы: учебник/ В.А. Родичев. – 3-е изд., стер. . – Москва: Академия. 2003. 256 с.

3. Двигатели внутреннего сгорания: учебник для вузов /Хачиян А.С., Морозов К.А., Луканин В.Н. и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Высшая школа, 1985.- 311с.

4. Фиделев., А.С. Автотракторный транспорт / А.С. Фиделев.–2-е изд., перераб. и доп. – Киев: Вища школа, 1981. – 208 с.

5. Ранеев А.В. Двигатели внутреннего сгорания строительных и дорожных машин/ А.В. Ранеев. – 4-еизд., пераб. и доп.- М.: Высшая школа, 1981.-320 с., ил.

6. Кутьков, Г.М. Тракторы и автомобили. Теория и технологические свойства: Учебник для вузов / Г.М. Кутьков – М.: КолосС, 2004.– 504 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Из каких механизмов состоит ведущий мост?
2. Каковы виды главных передач?
3. Для чего служит дифференциал?
4. Как работает колесный редуктор?
5. Какую роль выполняет механизм автоматической блокировки дифференциала?
6. Как работает планетарный механизм поворота гусеничного трактора?

Лабораторная работа № 13

Тема: ходовая часть автомобилей и тракторов.

Цель работы: изучить конструкцию ходовой части автомобилей и тракторов.

При изучении ходовой части колесных машин следует учитывать конструктивные особенности ходовой части колесных тракторов. В отличие от автомобилей колесные тракторы (в зависимости от их назначения) имеют сближенные передние и расставленные задние колеса.

Рассматривая нагрузки, воспринимаемые машинами, необходимо обратить внимание на конструкции безрамных и полурамных тракторов, объяснить, почему у трактора К-702 рама состоит из двух полурам, соединенных шарниром, какие дополнительные элементы имеет рама самосвала, бетоновоза, и других специальных машин, каким образом на осях некоторых автомобилей реализуется разделение нагрузок – весовых и воспринимаемых от передаваемого крутящего момента.

Подвески автомобилей содержат направляющие и амортизирующие устройства и в целом делятся на зависимые, независимые и комбинированные.

Направляющие элементы подразделяются на параллелограммные, трапециевидные, маятниковые, свечные и т.д., а амортизирующие элементы – на пружинные, пневматические, гидропневматические, торсионные и т.д. Необходимо знать преимущества и недостатки каждого устройства.

Изучая пневматическую подвеску, следует уяснить, каким образом осуществляется автоматическое увеличение жесткости подвески при возрастании нагрузки на ось.

Рассматривая работу телескопического гидравлического амортизатора двойного действия, следует обратить внимание на наличие и назначение клапана, установленного в поршне. При изучении схемы работы стабилизаторов поперечной устойчивости автомобиля, необходимо проследить, каким образом стабилизатор увеличивает жесткость подвески, расположенной на более нагруженной стороне автомобиля при его движении вдоль по кособогу или закруглению дорог, как сказывается на мягкости хода и работе трансмиссии применение общей балансирной подвески средней и заднего мостов трехосного автомобиля.

Изучая подвеску гусеничных движителей, следует отметить преимущества, недостатки и области применения устройств, содержащих подрессоренную ходовую раму, подрессоренные опорные катки или подрессоренный ленивец (направляющую звездочку), а также случаи, когда упругий элемент ленивца содержит гидравлический амортизатор.

Пневматические шины ведущих колес, применяемых на тракторах, в отличие от ведущих колес грузовых автомобилей имеют сравнительно небольшое давление воздуха и развитые самоочищающиеся грунтозацепы.

Необходимо усвоить правила по уходу за ходовой частью автомобиля, колесного и гусеничного тракторов.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

При выполнении задания необходимо воспользоваться материалами лекции, рекомендованной основной и дополнительной литературой.

Форма отчетности: отчет.

Основная литература

1. Суркин, В.И. Основы теории и расчета автотракторных двигателей [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2013. -304 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/12943>. - Загл. с экрана.

2. Конструкция тракторов и автомобилей [Электронный ресурс] : учеб. пособие / О.И. Поливаев [и др.]. - Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2013. – 288 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/13011>. - Загл. с экрана.

3. Поливаев, О.И. Теория трактора и автомобиля [Электронный ресурс] : учеб. / О.И. Поливаев, В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин. - Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2016. – 232 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/72994>. - Загл. с экрана.

4. Баширов, Р.М. Автотракторные двигатели: конструкция, основы теории и расчета [Электронный ресурс] : учеб. - Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2017. – 336 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/96242>. - Загл. с экрана.

Дополнительная литература

1. Гуревич А.М. Конструкция тракторов и автомобилей: Учебное пособие для вузов / А.М. Гуревич, А.К. Болотов, В.И. Судницын. – Москва: Агропромиздат, 1989.-368с.

Тракторы. Теория: учеб. для вузов/ Под ред. В.В. Гуськова. – Москва: Машиностроение, 1988. – 376 с.

2. Родичев В.А. Тракторы: учебник/ В.А. Родичев. – 3-е изд., стер. . – Москва: Академия. 2003. 256 с.

3. Двигатели внутреннего сгорания: учебник для вузов /Хачиян А.С., Морозов К.А., Луканин В.Н. и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Высшая школа, 1985.- 311с.

4. Фиделев., А.С. Автотракторный транспорт / А.С. Фиделев.–2-е изд., перераб. и доп. – Киев: Вища школа, 1981. – 208 с.

5. Ранеев А.В. Двигатели внутреннего сгорания строительных и дорожных машин/ А.В. Ранеев. – 4-е изд., перераб. и доп.- М.: Высшая школа, 1981.-320 с., ил.

6. Кутьков, Г.М. Тракторы и автомобили. Теория и технологические свойства: Учебник для вузов / Г.М. Кутьков – М.: КолосС, 2004.– 504 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Из каких основных элементов состоит ходовая часть трактора?
2. Какую роль выполняет подвеска на тракторах и автомобилях?
3. Для чего нужны дополнительные рессоры?
4. Как работает телескопический амортизатор?
5. Каковы особенности ведущих колеса от направляющих колес трактора?
6. Каковы преимущества и недостатки гусеничного хода трактора от колесного?
7. Каким образом регулируют натяжение гусеничной цепи?
8. Какие неисправности колес встречаются во время эксплуатации автомобиля и как их устранить?

Лабораторная работа № 14

Тема: рулевое управление

Цель работы: изучить конструкцию рулевого управления.

Изучая данную тему, следует ознакомиться с устройством рулевого управления, применяемого на автомобилях и колесных тракторах, а также со способами поворота гусеничного трактора. При изучении рулевых механизмов следует обосновать допустимые передаточные числа механизмов и усилие на рулевом колесе. Рассматривая гидравлические усилители рулевого управления, необходимо объяснить, способы и причины снятия только части усилия, требуемого для поворота рулевого колеса. Следует также обратить внимание на углы установки управляемых колес (развал, схождение, угол наклона шкворня), а также на понятия весового и скоростного стабилизирующих моментов.

Необходимо знать правила по уходу за состоянием рулевого управления и особые требования безопасности, предъявляемые к этому механизму.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

При выполнении задания необходимо воспользоваться материалами лекции, рекомендованной основной и дополнительной литературой.

Форма отчетности: отчет.

Основная литература

1. Суркин, В.И. Основы теории и расчета автотракторных двигателей [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2013. -304 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/12943>. - Загл. с экрана.
2. Конструкция тракторов и автомобилей [Электронный ресурс] : учеб. пособие / О.И. Поливаев [и др.]. - Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2013. – 288 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/13011>. - Загл. с экрана.
3. Поливаев, О.И. Теория трактора и автомобиля [Электронный ресурс] : учеб. / О.И. Поливаев, В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин. - Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2016. – 232 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/72994>. - Загл. с экрана.
4. Баширов, Р.М. Автотракторные двигатели: конструкция, основы теории и расчета [Электронный ресурс] : учеб. - Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2017. – 336 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/96242>. - Загл. с экрана.

Дополнительная литература

1. Гуревич А.М. Конструкция тракторов и автомобилей: Учебное пособие для вузов / А.М. Гуревич, А.К. Болотов, В.И. Судницын. – Москва: Агропромиздат, 1989.-368с. Тракторы. Теория: учеб. для вузов/ Под ред. В.В. Гуськова. – Москва: Машиностроение, 1988. – 376 с.
2. Родичев В.А. Тракторы: учебник/ В.А. Родичев. – 3-е изд., стер. . – Москва: Академия. 2003. 256 с.
3. Двигатели внутреннего сгорания: учебник для вузов /Хачиян А.С., Морозов К.А., Луканин В.Н. и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Высшая школа, 1985.- 311с.
4. Фиделев., А.С. Автотракторный транспорт / А.С. Фиделев.–2-е изд., перераб. и доп. – Киев: Вища школа, 1981. – 208 с.
5. Ранеев А.В. Двигатели внутреннего сгорания строительных и дорожных машин/ А.В. Ранеев. – 4-еизд., пераб. и доп.- М.: Высшая школа, 1981.-320 с., ил.
6. Кутьков, Г.М. Тракторы и автомобили. Теория и технологические свойства: Учебник для вузов / Г.М. Кутьков – М.: КолосС, 2004.– 504 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Из каких основных частей состоит рулевое управление:
2. Каковы основные типы рулевых механизмов?
3. Как устроен рулевой механизм с механическим управлением?
4. Из каких деталей состоит рулевой привод?
5. Каково назначение гидросилителя рулевого управления?
6. Каковы основные неисправности рулевого управления?
7. Как регулируют свободный ход рулевого колеса?
8. Чем регулируют зазор между червяком и сектором в рулевом механизме?

Лабораторная работа № 15

Тема: тормозные системы.

Цель работы: изучить конструкцию основных типов тормозных систем автомобилей и тракторов.

Тормозных систем у автомобиля две: одна позволяет затормозить все колеса одновременно при нажатии на педаль тормоза, другая – затормаживает часть колес и имеет ручной привод управления. Эта система получила название стояночной или дополнительной.

Рабочим органом тормозной системы являются тормозные колодки (диски), прижатие которых к барабану осуществляется при помощи механического, гидравлического, пневматического или пневмогидравлического приводов. Необходимо дать оценку каждого типа привода,

обратив внимание на взаимодействие тормозных систем автомобиля и прицепов. Изучая схему гидровакуумного усилителя, следует разобраться в устройстве регулятора, обеспечивающего стабильную работу усилителя при изменении разрежения во впускной системе двигателя.

Необходимо знать правила по уходу за состоянием тормозной системы и особые требования безопасности, предъявляемые к этому механизму.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

При выполнении задания необходимо воспользоваться материалами лекции, рекомендованной основной и дополнительной литературой.

Форма отчетности: отчет.

Основная литература

1. Суркин, В.И. Основы теории и расчета автотракторных двигателей [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2013. -304 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/12943>. - Загл. с экрана.

2. Конструкция тракторов и автомобилей [Электронный ресурс] : учеб. пособие / О.И. Поливаев [и др.]. - Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2013. – 288 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/13011>. - Загл. с экрана.

3. Поливаев, О.И. Теория трактора и автомобиля [Электронный ресурс] : учеб. / О.И. Поливаев, В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин. - Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2016. – 232 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/72994>. - Загл. с экрана.

4. Баширов, Р.М. Автотракторные двигатели: конструкция, основы теории и расчета [Электронный ресурс] : учеб. - Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2017. – 336 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/96242>. - Загл. с экрана.

Дополнительная литература

1. Гуревич А.М. Конструкция тракторов и автомобилей: Учебное пособие для вузов / А.М. Гуревич, А.К. Болотов, В.И. Судницын. – Москва: Агропромиздат, 1989.-368с. Тракторы. Теория: учеб. для вузов/ Под ред. В.В. Гуськова. – Москва: Машиностроение, 1988. – 376 с.

2. Родичев В.А. Тракторы: учебник/ В.А. Родичев. – 3-е изд., стер. . – Москва: Академия. 2003. 256 с.

3. Двигатели внутреннего сгорания: учебник для вузов /Хачиян А.С., Морозов К.А., Луканин В.Н. и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Высшая школа, 1985.- 311с.

4. Фиделев., А.С. Автотракторный транспорт / А.С. Фиделев.–2-е изд., перераб. и доп. – Киев: Вища школа, 1981. – 208 с.

5. Ранеев А.В. Двигатели внутреннего сгорания строительных и дорожных машин/ А.В. Ранеев. – 4-е изд., перераб. и доп.- М.: Высшая школа, 1981.-320 с., ил.

6. Кутьков, Г.М. Тракторы и автомобили. Теория и технологические свойства: Учебник для вузов / Г.М. Кутьков – М.: КолосС, 2004.– 504 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Каковы типы фрикционных тормозов?
2. Какие приводы тормозов применяют на автомобилях и тракторах?
3. Чем различаются стояночные тормоза автомобиля и трактора?
4. Чем различаются тормозные механизмы колес с гидравлическим и пневматическим приводом?
5. Как устроен тормозной цилиндр?
6. Для чего необходим гидровакуумный усилитель?
7. Какие тормозные жидкости используются в тормозных системах?
8. Из каких составных частей состоит пневматический привод тормозов?
9. Каковы неисправности тормозных систем?

Практическое занятие № 1

Тема: расчет элементов системы охлаждения

Цель работы: рассчитать профиль крыльчатки водяного насоса, поверхность охлаждения жидкостного радиатора и вентилятор дизеля.

Охлаждение двигателя применяется в целях принудительного отвода тепла от нагретых деталей для обеспечения оптимального теплового состояния двигателя и его нормальной работы. Большая часть отводимого тепла воспринимается системой охлаждения, меньшая – системой смазки и непосредственно окружающей средой.

В зависимости от рода используемого теплоносителя в автомобильных и тракторных двигателях применяют систему жидкостного или воздушного охлаждения. В качестве жидкостного охлаждения вещества используют воду и некоторые другие высококипящие жидкости, а в системе воздушного охлаждения – воздух.

Каждая из указанных систем охлаждения имеет преимущества и недостатки. К преимуществам жидкостного охлаждения следует отнести:

- а) более эффективный отвод тепла от нагретых деталей двигателя при любой тепловой нагрузке;
- б) быстрый и равномерный прогрев двигателя при пуске;
- в) допустимость применения блочных конструкций цилиндров двигателя;
- г) меньшая склонность к детонации в бензиновых двигателях;
- д) более стабильное тепловое состояние двигателя при изменении режима его работы;
- е) меньшие затраты мощности на охлаждение и возможность использования тепловой энергии, отводимой в систему охлаждения.

Недостатки системы жидкостного охлаждения:

- а) большие затраты на обслуживание и ремонт в эксплуатации;
- б) пониженная надежность работы двигателя при отрицательных температурах окружающей среды и большая чувствительность к ее изменению.

Систему жидкостного охлаждения наиболее целесообразно использовать в форсированных двигателях и в двигателях с относительно большим рабочим объемом цилиндра; систему воздушного охлаждения – в двигателях с рабочим объемом цилиндра до 1 л независимо от степени форсировки и в двигателях с небольшой литровой мощностью.

Расчет основных конструктивных элементов системы охлаждения производится исходя из количества тепла, отводимого от двигателя в единицу времени Q_B .

На тепло, отводимое охлаждающей водой, оказывают влияние многие эксплуатационные и конструктивные факторы. С увеличением частоты вращения двигателя и температуры охлаждающей воды, а также коэффициента избытка воздуха величина Q_B уменьшается, а с увеличением размеров охлаждающей поверхности и отношения хода поршня к диаметру цилиндра возрастает.

Расчет системы жидкостного охлаждения сводится к определению основных размеров водяного насоса, поверхности радиатора и подбору вентилятора.

При воздушном охлаждении тепло от стенок цилиндров и головок двигателя отводится обдувающим их воздухом. Интенсивность воздушного охлаждения зависит от количества и температуры охлаждающего воздуха, его скорости, размеров поверхности охлаждения и расположения ребер относительно потока воздуха.

В расчетах принимают, что от стенок цилиндров отводится 25–40% общего количества тепла $Q_{возд}$, а остальная часть – от головок двигателя.

Расчет водяного насоса дизеля

Исходные данные для расчета водяного насоса дизельного двигателя приводятся в таблице заданий.

Водяной насос служит для обеспечения непрерывной циркуляции воды в системе охлаждения. В автомобильных и тракторных двигателях наибольшее применение получили центробежные насосы с односторонним подводом жидкости (см. рис. 1а).

Циркуляционный расход воды в системе охлаждения ($\text{м}^3/\text{с}$)

$$G_{\text{ж}} = \frac{Q_B}{c_{\text{ж}} \rho_{\text{ж}} \Delta T_{\text{ж}}},$$

где $\Delta T_{\text{ж}}$ – температурный перепад воды при принудительной циркуляции, К;

$\rho_{\text{ж}}$ – плотность жидкости, $1000 \text{ кг}/\text{м}^3$;

Q_B – количества тепла, отводимого от двигателя в единицу времени.

Расчетная производительность насоса ($\text{м}^3/\text{с}$)

$$G_{\text{ж.р}} = \frac{G_{\text{ж}}}{\eta},$$

где η – коэффициент подачи насоса.

Радиус входного отверстия крыльчатки (м)

$$r_1 = \sqrt{\frac{G_{\text{ж.р.}}}{(\pi c_1)} + r_0^2},$$

где c_1 – скорость воды на входе в насос; м/с;

r_0 – радиус ступицы крыльчатки, м.

Окружная скорость потока воды на выходе из колеса (м/с)

$$u_2 = \sqrt{1 + \text{tg} \alpha_2 \text{ctg} \beta_2} \sqrt{\frac{P_{\text{ж}}}{(\rho_{\text{ж}} \eta_n)}},$$

где η_n – гидравлический к.п.д. насоса

Радиус крыльчатки колеса на выходе (м)

$$r_2 = \frac{30 u_2}{(\pi n_{\text{в.н.}})}.$$

Окружная скорость входа потока (м/с)

$$u_1 = \frac{u_2 r_1}{r_2}.$$

Угол между скоростями c_1 и u_1 принимается $\alpha_1 = 90^\circ$, при этом

$$\text{tg} \beta_1 = \frac{c_1}{u_1},$$

откуда определяется угол β_1 .

Ширина лопатки на входе (м)

$$b_1 = \frac{G_{\text{ж.р.}}}{(2\pi r_1 - \frac{z \delta_1}{\sin \beta_1}) c_1},$$

где z – число лопаток на крыльчатке насоса;

δ_1 - толщина лопаток у входа, м.

Радиальная скорость потока на выходе из колеса (м/с)

$$c_r = \frac{\rho_{жс} \operatorname{tg} \alpha_2}{\rho_{жс} \eta_H u_2}$$

Ширина лопаток на выходе (м)

$$b_2 = \frac{G_{жс.п}}{(2\pi r_2 - \frac{z \delta_2}{\sin \beta_2}) c_r},$$

где δ_2 – толщина лопаток на выходе, м.

Мощность потребляемая насосом (кВт):

$$N_{B.H} = \frac{G_{жс.п} P_{жс}}{1000 \eta_M},$$

где η_M – механический к.п.д. водяного насоса.

$P_{жс}$ – давление создаваемое насосом;

Построение профиля лопатки насоса, приведенного на рисунке 1, заключается в следующем (см. рис. 1б). Из центра O радиусом r_2 проводят внешнюю окружность и радиусом r_1 – внутреннюю. На внешней окружности в произвольной точке B строят угол β_2 . От диаметра, проходящего через точку B , откладывают угол $\beta = \beta_1 + \beta_2$. Одна из сторон этого угла пересекает внутреннюю окружность в точке K . Через точки B и K проводят линию BK до вторичного пересечения с внутренней окружностью (точка A). Из точки L , которая является серединой отрезка AB восставляют перпендикуляр до пересечения его с линией BE в точке E . Из точки E через точки A и B проводят дугу, представляющую собой искомое очертание лопатки.

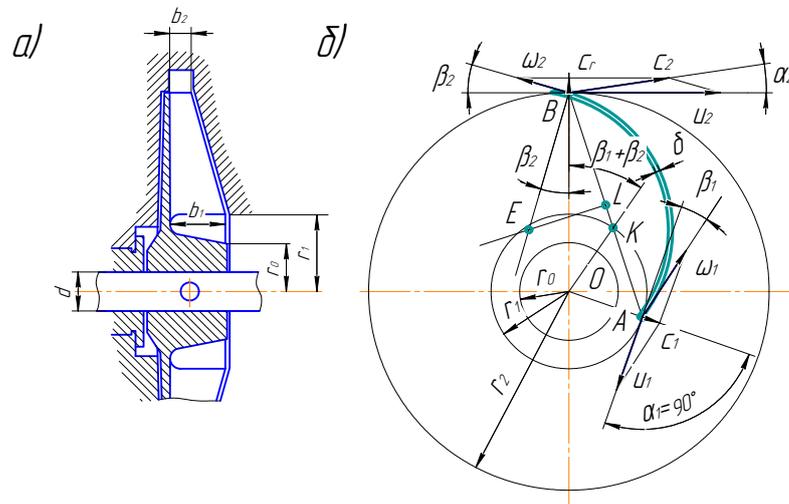


Рисунок 1 – а) осевое сечение центробежного насоса; б) схема построения профиля лопатки водяного насоса:

r_0 и r_1 – радиус ступицы крыльчатки и входного отверстия;

r_2 – радиус крыльчатки на выходе;

b_1 и b_2 – ширина лопатки на входе и на выходе;

d – диаметр вала насоса;

δ_1 и δ_2 – толщина лопатки на входе и выходе;

α_1 и β_1 – углы между направлениями скоростей c_1 , u_1 и ω_1 ;

α_2 и β_2 – углы между направлениями скоростей c_2 , u_2 и ω_2 ;

u_1 и u_2 – окружная скорость лопатки на входе и на выходе;

c_1 и c_2 – скорость жидкости на входе и на выходе;
 ω_1 и ω_2 – скорость жидкости относительно лопатки на входе и на выходе;
 c_r – радиальная скорость потока на выходе из колеса.

Расчет поверхности охлаждения жидкостного радиатора дизеля

Количество воздуха, проходящего через радиатор (кг/с):

$$G_{возд} = Q_{возд} / (c_{возд} \Delta T_{возд}),$$

где $\Delta T_{возд}$ – температурный перепад воздуха в решетке радиатора, К.

Массовый расход воды, проходящий через радиатор (кг/с):

$$G_{ж} = G_{ж} p_{ж}.$$

Величина $T_{ср.возд}$ определена по формуле

$$T_{ср.возд} = \frac{T_{возд.вх} + (T_{возд.вх} + \Delta T_{возд})}{2},$$

где $T_{ср.возд}$ – температура перед радиатором, К.

Средняя температура воды в радиаторе (К)

$$T_{ср.вод} = \frac{T_{вод.вх} + (T_{вод.вх} + \Delta T_{ж})}{2},$$

где $T_{ср.вод}$ – температура перед радиатором, К;

$\Delta T_{ж}$ – температурный перепад воды в радиаторе.

Поверхность охлаждения радиатора (m^2)

$$F = \frac{Q_B}{K(T_{ср.вод} - T_{ср.возд})},$$

где $K=100$ – коэффициент теплопередачи для радиаторов грузовых автомобилей, Вт/($m^2 \cdot K$).

Расчет вентилятора для дизеля

Плотность воздуха при средней его температуре в радиаторе (kg/m^3)

$$\rho_{возд} = \rho_0 \cdot 10^6 / (R_B T_{ср.возд}).$$

Производительность вентилятора (m^3/c)

$$G_{возд} = G_{возд} / \rho_{возд}.$$

Фронтальная поверхность радиатора (m^2)

$$F_{фр.рад} = G_{возд} / w_{возд},$$

где $w_{возд}$ – скорость воздуха перед фронтом радиатора, без учета скорости движения автомобиля, м/с.

Соответственно диаметр и окружная скорость вентилятора

$$D_{вент} = 2 \sqrt{F_{фр.рад} / \pi};$$

$$u = \varphi_n \sqrt{\Delta p_{тр} / \rho_{возд}},$$

где φ_n – безразмерный коэффициент для плоских лопаток.

Частота вращения вентилятора с раздельным приводом (об/мин)

$$n_{вент} = 60 / (\pi D_{вент}).$$

Мощность, затрачиваемая на привод осевого вентилятора (кВт):

$$N_{\text{вент}} = G_{\text{возд}} \Delta p_{\text{тр}} / (1000 \eta_B),$$

где η_B – к.п.д. вентилятора.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

При выполнении задания необходимо воспользоваться материалами лекции, рекомендованной основной и дополнительной литературой.

Форма отчетности: отчет.

Основная литература

1. Суркин, В.И. Основы теории и расчета автотракторных двигателей [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2013. -304 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/12943>. - Загл. с экрана.
2. Конструкция тракторов и автомобилей [Электронный ресурс] : учеб. пособие / О.И. Поливаев [и др.]. - Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2013. – 288 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/13011>. - Загл. с экрана.
3. Поливаев, О.И. Теория трактора и автомобиля [Электронный ресурс] : учеб. / О.И. Поливаев, В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин. - Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2016. – 232 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/72994>. - Загл. с экрана.
4. Баширов, Р.М. Автотракторные двигатели: конструкция, основы теории и расчета [Электронный ресурс] : учеб. - Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2017. – 336 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/96242>. - Загл. с экрана.

Дополнительная литература

1. Гуревич А.М. Конструкция тракторов и автомобилей: Учебное пособие для вузов / А.М. Гуревич, А.К. Болотов, В.И. Судницын. – Москва: Агропромиздат, 1989.-368с. Тракторы. Теория: учеб. для вузов/ Под ред. В.В. Гуськова. – Москва: Машиностроение, 1988. – 376 с.
2. Родичев В.А. Тракторы: учебник/ В.А. Родичев. – 3-е изд., стер. . – Москва: Академия. 2003. 256 с.
3. Двигатели внутреннего сгорания: учебник для вузов /Хачиян А.С., Морозов К.А., Луканин В.Н. и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Высшая школа, 1985.- 311с.
4. Фиделев., А.С. Автотракторный транспорт / А.С. Фиделев.–2-е изд., перераб. и доп. – Киев: Вища школа, 1981. – 208 с.
5. Ранеев А.В. Двигатели внутреннего сгорания строительных и дорожных машин/ А.В. Ранеев. – 4-еизд., пераб. и доп.- М.: Высшая школа, 1981.-320 с., ил.
6. Кутьков, Г.М. Тракторы и автомобили. Теория и технологические свойства: Учебник для вузов / Г.М. Кутьков – М.: КолосС, 2004.– 504 с.

Практическое занятие № 2

Тема: расчет элементов системы питания дизельного двигателя

Цель работы: рассчитать топливного насоса высокого давления и форсунку дизеля.

Расчет топливного насоса высокого давления

Расчет секции топливного насоса заключается в определении диаметра и хода плунжера. Эти основные конструктивные параметры насоса находятся в зависимости от его цикловой подачи и режима номинальной мощности дизеля.

Цикловая подача топлива на один цилиндр, г/цикл:

$$g_{ц} = \frac{g_e \cdot N_e \cdot \tau}{120 \cdot n \cdot i},$$

где g_e – удельный расход топлива, г/кВт;

N_e – эффективная мощность двигателя, кВт;

τ – тактность двигателя;

i – число цилиндров;

n – частота вращения валов, об/мин.

Объемная цикловая подача, мм³/цикл:

$$V_{ц} = \frac{g_{ц}}{\rho_T} \cdot 10^6,$$

где ρ_T – плотность топлива, кг/м³.

Вследствие сжатия топлива и утечек через неплотности, а также из-за деформации трубопроводов высокого давления производительность насоса должна быть больше величины $V_{ц}$.

Влияние указанных выше факторов на цикловую подачу учитывается коэффициентом подачи насоса η_n , величина которого для автомобильных дизелей при нормальной нагрузке изменяется в пределах 0,65...0,90.

Таким образом, теоретическая подача секции топливного насоса (мм³/цикл).

$$V_T = V_{ц} / \eta_n.$$

Полная производительность секции топливного насоса (мм³/цикл) с учетом перепуска топлива, перегрузки дизеля и обеспечения надежности пуска при низких температурах определяется по формуле:

$$V_n = (2,5 \dots 3,2) V_T.$$

Это количество топлива должно быть равно объему, соответствующему полному ходу плунжера.

Основные размеры насоса определяются из выражения:

$$V_n = \pi \cdot d_{пл}^2 \cdot S_{пл} / 4,$$

где $d_{пл}$ и $S_{пл}$ – диаметр и полный ход плунжера, мм.

Диаметр плунжера, мм:

$$d_{пл} = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot V_n}{\pi \cdot K_{пл}}},$$

где $K_{пл} = \frac{S_{пл}}{d_{пл}}$ – отношение хода плунжера к его диаметру.

Величина $K_{пл}$ изменяется в пределах 1,00...1,7.

Диаметр плунжера насоса должен быть не менее 6 мм. При меньших диаметрах затрудняется обработка и пригонка плунжера в гильзе.

Полный ход плунжера, мм:

$$S_{пл} = K_{пл} \cdot d_{пл}.$$

Полученные в расчете значения диаметра и хода плунжера должны быть скорректированы по ГОСТ 10578-74 в соответствии со следующими размерными рядами:

диаметр плунжера $d_{пл}$, мм 5; 5.5; 6; 6.5; 7; 7.5; 8; 8.5; 9; 10; 11 и т.д.

ход плунжера $S_{пл}$, мм 7; 8; 9; 10; 12; 16; 20.

При выбранном диаметре плунжера его активный ход, мм:

$$S_{акт} = V_T / f_{пл},$$

где $f_{пл}$ – площадь поперечного сечения плунжера, мм².

Расчет форсунки

Расчет форсунки сводится к определению диаметра сопловых отверстий.

Объем топлива ($\text{мм}^3/\text{цикл}$), выпрысканного форсункой за один рабочий ход четырех-тактного дизеля (цикловая подача):

$$V_u = \frac{g_e \cdot N_e \cdot 10^6}{30 \cdot n \cdot i \cdot \rho_T}.$$

Время истечения топлива, с:

$$\Delta t = \frac{\Delta \varphi}{6 \cdot n},$$

где $\Delta \varphi$ – угол поворота коленчатого вала, град.

Продолжительность подачи задают в зависимости от типа смесеобразования дизеля. При пленочном смесеобразовании $\Delta \varphi = 15 \dots 25^0$ п.к.в., а при объемном, где требуется более высокая скорость впрыска, $\Delta \varphi = 10 \dots 20^0$ п.к.в.

Среднее давление газов в цилиндре в период впрыска, МПа:

$$P_u = \frac{P_c'' + P_Z}{2},$$

где P_c'' – давление в конце такта сжатия, МПа;

P_Z – давление в конце сгорания, МПа.

Средняя скорость истечения топлива через сопловые отверстия распылителя, м/с:

$$\omega_T = 10^3 \cdot \sqrt{\frac{2(P_{cp} - P_u)}{\rho_T}},$$

где P_{cp} – среднее давление впрыска, МПа

Среднее давление впрыска P_{cp} в автомобильных дизелях лежит в пределах $15 \dots 40$ МПа и зависит от величины затяжки пружины форсунки, гидравлического сопротивления сопел, диаметра и скорости движения плунжера и др. чем выше давление впрыска P_{cp} , тем больше скорость истечения топлива и лучше его распыливание.

Суммарная площадь сопловых отверстий, мм^2 :

$$f_c = \frac{V_{ц}}{\mu_{cp} \cdot \Delta t \cdot \omega_T \cdot 10^3},$$

где μ_{cp} – коэффициент расхода топлива, равный $0,65 \dots 0,85$.

Диаметр соплового отверстия, мм:

$$d_c = \sqrt{\frac{4 \cdot f_c}{\pi \cdot m}},$$

где m – число сопловых отверстий.

Количество и расположение сопловых отверстий выбирается, исходя из формы камеры сгорания и способа смесеобразования.

В дизелях с пленочным смесеобразованием применяют одно- и двухдырчатые распылители с диаметром отверстия $0,4 \dots 0,6$ мм, а в дизелях с объемным смесеобразованием – многодырчатые распылители с диаметром отверстий $0,2$ мм и более.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

При выполнении задания необходимо воспользоваться материалами лекции, рекомендованной основной и дополнительной литературой.

Форма отчетности: отчет.

Основная литература

1. Суркин, В.И. Основы теории и расчета автотракторных двигателей [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2013. -304 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/12943>. - Загл. с экрана.
2. Конструкция тракторов и автомобилей [Электронный ресурс] : учеб. пособие / О.И. Поливаев [и др.]. - Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2013. – 288 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/13011>. - Загл. с экрана.
3. Поливаев, О.И. Теория трактора и автомобиля [Электронный ресурс] : учеб. / О.И. Поливаев, В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин. - Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2016. – 232 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/72994>. - Загл. с экрана.
4. Баширов, Р.М. Автотракторные двигатели: конструкция, основы теории и расчета [Электронный ресурс] : учеб. - Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2017. – 336 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/96242>. - Загл. с экрана.

Дополнительная литература

1. Гуревич А.М. Конструкция тракторов и автомобилей: Учебное пособие для вузов / А.М. Гуревич, А.К. Болотов, В.И. Судницын. – Москва: Агропромиздат, 1989.-368с. Тракторы. Теория: учеб. для вузов/ Под ред. В.В. Гуськова. – Москва: Машиностроение, 1988. – 376 с.
2. Родичев В.А. Тракторы: учебник/ В.А. Родичев. – 3-е изд., стер. . – Москва: Академия. 2003. 256 с.
3. Двигатели внутреннего сгорания: учебник для вузов /Хачиян А.С., Морозов К.А., Луканин В.Н. и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Высшая школа, 1985.- 311с.
4. Фиделев., А.С. Автотракторный транспорт / А.С. Фиделев.–2-е изд., перераб. и доп. – Киев: Вища школа, 1981. – 208 с.
5. Ранеев А.В. Двигатели внутреннего сгорания строительных и дорожных машин/ А.В. Ранеев. – 4-е изд., перераб. и доп.- М.: Высшая школа, 1981.-320 с., ил.
6. Кутьков, Г.М. Тракторы и автомобили. Теория и технологические свойства: Учебник для вузов / Г.М. Кутьков – М.: КолосС, 2004.– 504 с.

Практическое занятие № 3

Тема: Расчет элементарного карбюратора

Цель работы: рассчитать диаметры диффузора и жиклера карбюратора, построить его характеристику

1. Расчет диаметра диффузора

Диаметр диффузора подбирают таким образом, чтобы при малой частоте вращения и прикрытой дроссельной заслонке получить скорость воздуха не менее 40-50 м/с, а при высокой частоте вращения и полностью открытой дроссельной заслонке – не выше 120-130 м/с. При скорости воздуха меньше 40 м/с возможно ухудшение распыления топлива и, следовательно, увеличение удельных расходов топлива, а при скоростях воздуха выше 130 м/с возможно снижение наполнения и мощности двигателя.

Разрежение в горловине диффузора при полностью открытой дроссельной заслонке, кПа:

$$\Delta P_0 = \frac{\omega_g^2 \rho_0}{2000},$$

где ω_g – теоретическая скорость воздуха в диффузоре, м/с;

ρ_0 – плотность воздуха, $\rho_0 = 1,204 \text{ кг/м}^3$ при $T=293 \text{ К}$ и $p_0=101,3 \text{ кПа}$ (760 мм. рт. ст.).

Действительная скорость воздуха в диффузоре, м/с:

$$\omega_{\partial} = \mu_{\partial} \cdot \omega_{\epsilon},$$

где μ_{∂} – коэффициент расхода диффузора, учитывающий уменьшение скорости вследствие гидравлического сопротивления и сжатия струи потока при переходе из узкой части диффузора в расширяющуюся.

Коэффициент μ_{∂} можно определить по эмпирической формуле:

$$\mu_{\partial} = 0,861 - \frac{0,0933}{\Delta P_{\partial}},$$

где ΔP_{∂} – в кПа.

Действительный расход воздуха через диффузор по условиям впуска заряда для четырехтактного двигателя, кг/с:

$$G_{\epsilon} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \eta_V \cdot S \cdot i \cdot \rho_0 \cdot \frac{n}{120},$$

где η_V – коэффициент наполнения;

D – диаметр цилиндра, м;

S – ход поршня, м;

i – число цилиндров;

n – частота вращения вала, об/мин.

Диаметр диффузора, м:

$$d_{\partial} = \sqrt{\frac{4 \cdot G_{\epsilon}}{\pi \cdot \omega_{\partial} \cdot \rho_0}}.$$

2. Расчет диаметра жиклёра

Теоретическая скорость истечения топлива из жиклёра, м/с:

$$\omega_T = \sqrt{2 \left(\frac{\Delta P_{\partial}}{\rho_T} - g \cdot \Delta h \right)},$$

где ΔP_{∂} – в Па;

ρ_T – плотность топлива, кг/м³;

$g = 9,81 \text{ м/с}^2$ – ускорение свободного падения;

Δh – условная высота столба топлива, задерживающая истечение топлива из распылителя, м

$$\Delta h = (0,002-0,005) \text{ м.}$$

Действительная скорость истечения топлива из жиклёра, м/с:

$$\omega_{жс} = \mu_{жс} \omega_T,$$

где $\mu_{жс}$ – коэффициент расхода жиклёра, который можно определить по эмпирической формуле:

$$\mu_{жс} = 0,811 - \frac{0,153}{\Delta P_{\partial}},$$

где ΔP_{∂} – в кПа.

Диаметр жиклёра, м:

$$d_{жс} = \sqrt{\frac{4 \cdot G_T}{\pi \cdot \omega_{жс} \cdot \rho_T \cdot 3600}},$$

где G_T – часовой расход топлива, кг/ч.

3. Построение характеристики элементарного карбюратора

Характеристикой карбюратора называются графики расхода воздуха через диффузор G_δ , расхода топлива через жиклер G_T и коэффициента избытка воздуха α в зависимости от разрежения в диффузоре ΔP_δ .

Характеристика строится в диапазоне от $\Delta P_\delta = 500$ Па до значения ΔP_δ , соответствующего максимальной скорости воздуха в диффузоре ω_δ (через каждые 500 Па при $\Delta P_\delta = 500 \dots 2000$ Па и через каждые 2000 Па при $\Delta P_\delta > 2000$ Па).

Расход воздуха через диффузор, кг/с:

$$G_\delta = f_\delta \cdot \omega_\delta \cdot \rho_0 = 0.785 \cdot d_\delta^2 \cdot \mu_\delta \cdot \sqrt{2 \cdot \Delta P_\delta \cdot \rho_0},$$

где f_δ – площадь поперечного сечения, м²;

d_δ – диаметр диффузора, м;

ΔP_δ – разрежение в диффузоре, Па.

Необходимо учитывать, что при изменении ΔP_δ изменяется величина μ_δ . Для каждого конкретного значения ΔP_δ величину μ_δ следует рассчитывать по формуле

$$\mu_\delta = 0,861 - \frac{0,0933}{\Delta P_\delta}.$$

Расход топлива через жиклёр, кг/с

$$G_T = f_{жс} \cdot \omega_T \cdot \rho_T = 0.785 \cdot d_{жс}^2 \cdot \mu_{жс} \cdot \sqrt{2 \cdot \Delta P_\delta \cdot \rho_T},$$

при расчете G_T величину коэффициента расхода жиклёра $\mu_{жс}$ в зависимости от ΔP_δ следует определять по формуле

$$\mu_{жс} = 0,811 - \frac{0,153}{\Delta P_\delta}.$$

Коэффициент избытка воздуха:

$$\alpha = \frac{G_b}{G_T \cdot l_0},$$

где l_0 – теоретически необходимое количество воздуха для сгорания 1 кг топлива, $l_0 = 15$ кг/кг.

Результаты расчетов μ_δ , $\mu_{жс}$, G_δ , G_T , $G_T \cdot l_0$ и α сводятся в табл.1.2.

Таблица 1.2.

Наименование параметров	Обозначение	Разрежение ΔP_δ , Па.							
		500	1000	1500	2000	4000	6000	8000	10000
1. Коэффициент расхода диффузора	μ_δ								
2. Расход воздуха, кг/с	G_δ								
3. Коэффициент расхода жиклёр-	$\mu_{жс}$								

ра									
4. Расход топлива, кг/с	G_T								
5. Количество воздуха, расходуемое на сгорание топлива, кг/с	$G_T \cdot l_0$								
6. Коэффициент избытка воздуха	α								

По результатам расчета на миллиметровой бумаге формата А4 строятся графики G_g ; G_T и α в зависимости от ΔP_d .

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

При выполнении задания необходимо воспользоваться материалами лекции, рекомендованной основной и дополнительной литературой.

Форма отчетности: отчет.

Основная литература

1. Суркин, В.И. Основы теории и расчета автотракторных двигателей [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2013. -304 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/12943>. - Загл. с экрана.
2. Конструкция тракторов и автомобилей [Электронный ресурс] : учеб. пособие / О.И. Поливаев [и др.]. - Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2013. – 288 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/13011>. - Загл. с экрана.
3. Поливаев, О.И. Теория трактора и автомобиля [Электронный ресурс] : учеб. / О.И. Поливаев, В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин. - Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2016. – 232 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/72994>. - Загл. с экрана.
4. Баширов, Р.М. Автотракторные двигатели: конструкция, основы теории и расчета [Электронный ресурс] : учеб. - Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2017. – 336 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/96242>. - Загл. с экрана.

Дополнительная литература

1. Гуревич А.М. Конструкция тракторов и автомобилей: Учебное пособие для вузов / А.М. Гуревич, А.К. Болотов, В.И. Судницын. – Москва: Агропромиздат, 1989.-368с. Тракторы. Теория: учеб. для вузов/ Под ред. В.В. Гуськова. – Москва: Машиностроение, 1988. – 376 с.
2. Родичев В.А. Тракторы: учебник/ В.А. Родичев. – 3-е изд., стер. . – Москва: Академия. 2003. 256 с.
3. Двигатели внутреннего сгорания: учебник для вузов /Хачиян А.С., Морозов К.А., Луканин В.Н. и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Высшая школа, 1985.- 311с.
4. Фиделев., А.С. Автотракторный транспорт / А.С. Фиделев.–2-е изд., перераб. и доп. – Киев: Вища школа, 1981. – 208 с.
5. Ранеев А.В. Двигатели внутреннего сгорания строительных и дорожных машин/ А.В. Ранеев. – 4-еизд., пераб. и доп.- М.: Высшая школа, 1981.-320 с., ил.
6. Кутьков, Г.М. Тракторы и автомобили. Теория и технологические свойства: Учебник для вузов / Г.М. Кутьков – М.: КолосС, 2004.– 504 с.

Практическое занятие № 4

Тема: Расчет автомобиля и построение его динамической характеристики

Цель работы: рассчитать полный вес автомобиля, определить сопротивления воздуха и качения автомобиля, максимальной мощности двигателя, передаточные числа главной передачи, коробки передач, построить скоростную характеристику двигателя и динамическую характеристику автомобиля.

Расчет автомобиля производится для определения ряда параметров и построения его скоростной и динамической характеристик.

Последовательность работы:

- определение полного веса автомобиля;
- определение сопротивлений воздуха и качения автомобиля;
- определение максимальной мощности двигателя;
- определение передаточных чисел главной передачи и коробки передач;
- построение скоростной характеристики;
- построение динамической характеристики;
- использование скоростной и динамической характеристик для решения практических задач.

Определение полного веса автомобиля и подбор шин

Полный вес автомобиля G_a определяется по следующим формулам:
для легковых автомобилей или автобусов

$$G_a = G_o + 750 \cdot n + G_o,$$

где G_o – собственный вес автомобиля в снаряженном состоянии (при расчете собственный вес автомобиля выбирается приблизительно к автомобилю с аналогичной пассажироместимостью или грузоподъемностью);

n – число пассажиров, включая водителя;

G_o – вес багажа / 250 – 500 Н /;

для грузовых автомобилей

$$G_a = G_o + 750 \cdot n + G_r,$$

где n – число мест в кабине, включая самого водителя;

G_r – грузоподъемность.

Для подбора шин необходимо определить нагрузку, которая приходится на одно колесо автомобиля. У легковых автомобилей вес распределяется между передними и задними осями примерно поровну. У грузовых автомобилей на переднюю ось при полном использовании грузоподъемности приходится около 25-30 % нагрузки. На задней оси у этих автомобилей обычно монтируется четыре шины, однако каждая шина задней оси испытывает большую нагрузку, чем шина переднего колеса, поэтому подбор шин для грузового автомобиля производится по весовой нагрузке, приходящейся на одно заднее колесо.

По величине нагрузки и максимальной скорости движения автомобиля подбирают размер шин и определяют статический радиус колеса, который в дальнейшем условно считают равным радиусу качения / таблица 3 /.

Определение сопротивлений воздуха и качения автомобиля

Сопротивление качению шины по дороге является следствием затрат энергии на внутренние потери в шине и на образование колеи. Часть энергии теряется в результате трения шин о дорогу, сопротивления в подшипниках колёс и сопротивления воздуха.

В общем виде сила сопротивления качению W_f может быть определена по формуле

$$W_f = G_a \cdot f,$$

где G_a – вес автомобиля;

f – коэффициент сопротивления качению.

Сопротивление воздуха движению автомобиля W_w обуславливается в основном трением его в пограничном слое и вихреобразованием. Вследствие вихреобразования появляется различное давление на переднюю и заднюю части автомобиля.

Максимальное сопротивление воздуха может быть определено по формуле:

$$W_w = k_w \cdot F_w \cdot U_{\max}^2,$$

где k_w – коэффициент сопротивления воздуха;

F_w – лобовая площадь автомобиля;

U_{\max} – максимальная скорость автомобиля.

Определение максимальной мощности двигателя

Первоначально определяют мощность двигателя при максимальной скорости автомобиля

$$N_{u_{\max}} = \frac{W_w \cdot U_{\max} + G_a \cdot \psi_w \cdot U_{\max}}{\eta_{mp}},$$

где ψ_w – коэффициент дорожного сопротивления / характеризует суммарное сопротивление качению и подъему автомобиля на высшей передаче /;

η_{mp} – КПД трансмиссии.

Далее находят максимальную мощность двигателя в зависимости от его типа.

$$N_{\max} = \frac{N_{u_{\max}}}{a \cdot \lambda + b \cdot \lambda^2 - c \cdot \lambda^3},$$

где a, b, c, λ – эмпирические коэффициенты / для карбюраторных двигателей $a = b = c = 1$, $\lambda = 0,8 \div 0,9$; для четырехтактных дизелей $a = 0,53$; $b = 1,56$; $c = 1,09$; $\lambda = 1$ /.

Определение передаточного числа главной передачи

Передаточное число i_{zl} определяется, исходя из максимальной скорости автомобиля

$$i_{zl} = \frac{\pi \cdot r_K \cdot n_{\max}}{i_K \cdot U_{\max} \cdot 30},$$

где r_K – статический радиус колеса;

i_k – передаточное число коробки передач / если высшей является прямая передача
 $i_k = 1$;
 n_{\max} – максимальное число оборотов коленчатого вала двигателя.

Определение передаточных чисел коробки передач

Передаточное число первой передачи определяется по заданному максимальному дорожному сопротивлению

$$i_1 = \frac{G_a \cdot \psi_{\max} \cdot r_K}{M_{N_{\max}} \cdot \eta \cdot i_{2л}}$$

где $M_{N_{\max}}$ – момент, развиваемый двигателем, при максимальной мощности / может быть определен, исходя из максимальной мощности и числа оборотов двигателя /

$$M_{N_{\max}} = \frac{N_{\max} \cdot 30}{\pi \cdot n_{\max}},$$

ψ_{\max} – максимальный коэффициент дорожного сопротивления при движении на первой передаче при заданных дорожных условиях

$$\psi_{\max} = f + tg\alpha_{\max},$$

где α_{\max} – максимальный угол при движении автомобиля на подъем.

Передаточные числа второй, третьей и четвертой передач для четырехступенчатой коробки определяются как

$$i_{II} = \sqrt[3]{I_1^2}; \quad i_{III} = \sqrt[3]{I_1}; \quad i_{IV} = 1.$$

Построение скоростной характеристики

Под скоростной характеристикой двигателя подразумевается зависимость эффективной мощности на коленчатом валу двигателя N_e и соответствующего эффективного крутящего момента M_e от частоты вращения n коленчатого вала.

Скоростная характеристика может быть использована для определения максимально возможной величины касательной реакции, возникающей при взаимодействии колеса с дорогой.

При отсутствии экспериментальных данных для построения указанной характеристики эффективная мощность определяется по эмпирической формуле:

$$N_{ei} = N_{\max} \left[a \frac{n_{ei}}{n_{\max}} + b \left(\frac{n_{ei}}{n_{\max}} \right)^2 - c \left(\frac{n_{ei}}{n_{\max}} \right)^3 \right],$$

где N_{ei} – значение эффективной мощности соответствующее выбранному значению числа оборотов двигателя n_{ei} . В данном расчете предлагается ограничиться тремя значениями n_{ei} в пределах от n_{\min} до n_{\max} , которые указаны в задании.

Для соответствующих значений эффективной мощности определяются значения эффективных крутящих моментов на валу двигателя M_{ei} по формуле

$$M_{ei} = \frac{N_{ei} \cdot 30}{n_{ei} \cdot \pi}$$

Полученные расчетные значения N_{ei} и M_{ei} заносятся в таблицу 1.

Таблица 1 – Данные для построения скоростной характеристики двигателя

Показатели работы ДВС	Число оборотов коленчатого вала двигателя				
	n_{\min}	n_1	n_2	n_3	n_{\max}
N_{ei} , кВт					
M_e , Н·м					

По результатам расчетов значений эффективной мощности и крутящего момента двигателя производится построение скоростной характеристики.

Построение динамической характеристики автомобиля

Динамической характеристикой автомобиля называют графическое изображение зависимости динамического фактора от скорости движения при различных передачах в коробке и при полной нагрузке на автомобиль (рис. 1).

Динамический фактор определяется из следующего отношения

$$D = \frac{P_k - W_\omega}{G_a}$$

или

$$D = f \pm tg\alpha + \frac{\beta \cdot j}{10},$$

где j – ускорение автомобиля;

β – коэффициент учета вращающихся масс

$$\beta = 1 + a \cdot i_k,$$

где a – коэффициент, значение которого для грузовых автомобилей составляет 0,05...0,07;

i_k – передаточное число коробки передач.

Зависимости динамического фактора автомобиля строятся в зависимости от скорости движения по числу передач. Таким образом, для построения динамической характеристики необходимо произвести расчеты скорости движения V , сопротивления воздуха W_ω , окружного усилия на колесе и динамического фактора для ряда значений чисел оборотов коленчатого вала двигателя на различных передачах.

Для расчетов используются следующие формулы:

$$U = \frac{2\pi r_k \cdot n_i}{60 \cdot i_{mp}},$$

где i_{mp} – передаточное число трансмиссии $i_{mp} = i_{zt} \cdot i_1$;

$$P_k = \frac{M_e \cdot i_{mp} \cdot \eta_{mp}}{r_k},$$

Результаты вычислений заносятся в таблицу 2

Таблица 2 – данные для построения динамической характеристики автомобиля

Параметр	Число оборотов коленчатого вала двигателя				
	n_{\min}	n_1	n_2	n_3	n_{\max}
I передача $i_{mp} = i_{zл} \cdot i_{кI}$					
V					
W_{ω}					
P_k					
D					
II передача $i_{mp} = i_{zл} \cdot i_{кII}$					
V					
W_{ω}					
P_k					
D					
III передача $i_{mp} = i_{zл} \cdot i_{кIII}$					
V					
W_{ω}					
P_k					
D					
IV передача $i_{mp} = i_{zл} \cdot i_{кIV}$					
V					
W_{ω}					
P_k					
D					

Данные таблицы 2 используются для построения динамической характеристики.

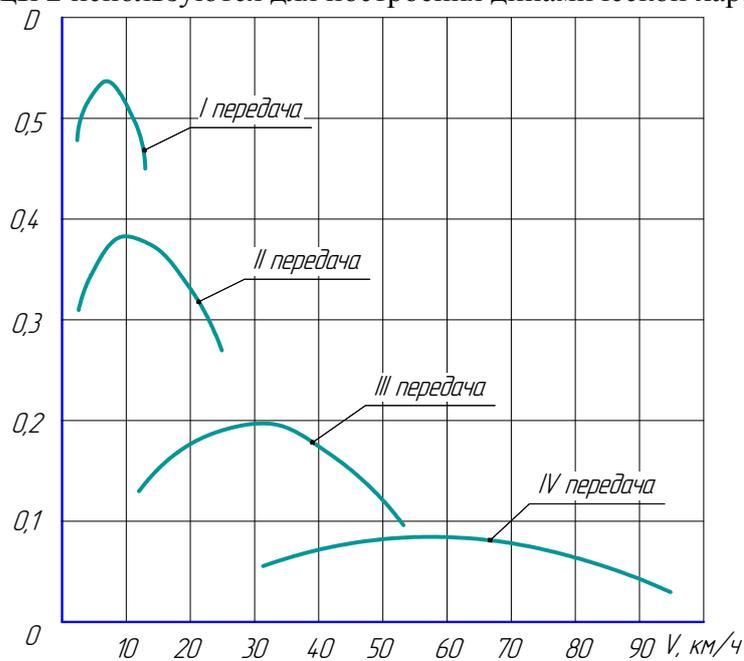


Рис. 1 – Динамическая характеристика автомобиля (пример)

Используя полученную динамическую характеристику необходимо научиться определять:

– установившуюся скорость движения автомобиля в заданных дорожных условиях;

- максимальный подъём по двигателю на установившейся скорости;
- ускорение автомобиля на определённой передаче в заданных дорожных условиях.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

При выполнении задания необходимо воспользоваться материалами лекции, рекомендованной основной и дополнительной литературой.

Форма отчетности: отчет.

Основная литература

1. Суркин, В.И. Основы теории и расчета автотракторных двигателей [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2013. -304 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/12943>. - Загл. с экрана.
2. Конструкция тракторов и автомобилей [Электронный ресурс] : учеб. пособие / О.И. Поливаев [и др.]. - Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2013. – 288 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/13011>. - Загл. с экрана.
3. Поливаев, О.И. Теория трактора и автомобиля [Электронный ресурс] : учеб. / О.И. Поливаев, В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин. - Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2016. – 232 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/72994>. - Загл. с экрана.
4. Баширов, Р.М. Автотракторные двигатели: конструкция, основы теории и расчета [Электронный ресурс] : учеб. - Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2017. – 336 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/96242>. - Загл. с экрана.

Дополнительная литература

1. Гуревич А.М. Конструкция тракторов и автомобилей: Учебное пособие для вузов / А.М. Гуревич, А.К. Болотов, В.И. Судницын. – Москва: Агропромиздат, 1989.-368с. Тракторы. Теория: учеб. для вузов/ Под ред. В.В. Гуськова. – Москва: Машиностроение, 1988. – 376 с.
2. Родичев В.А. Тракторы: учебник/ В.А. Родичев. – 3-е изд., стер. . – Москва: Академия. 2003. 256 с.
3. Двигатели внутреннего сгорания: учебник для вузов /Хачиян А.С., Морозов К.А., Луканин В.Н. и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Высшая школа, 1985.- 311с.
4. Фиделев., А.С. Автотракторный транспорт / А.С. Фиделев.–2-е изд., перераб. и доп. – Киев: Вища школа, 1981. – 208 с.
5. Ранеев А.В. Двигатели внутреннего сгорания строительных и дорожных машин/ А.В. Ранеев. – 4-еизд., пераб. и доп.- М.: Высшая школа, 1981.-320 с., ил.
6. Кутьков, Г.М. Тракторы и автомобили. Теория и технологические свойства: Учебник для вузов / Г.М. Кутьков – М.: КолосС, 2004.– 504 с.

9.2. Методические указания по выполнению курсовой работы

Выполнение обучающимися курсовой работы производится с целью:

- 1) систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений;
- 2) углубления теоретических знаний в соответствии с заданной темой;
- 3) формирования умений применять теоретические знания при решении поставленных вопросов;
- 4) формирования умений использовать справочную, нормативную документацию;
- 5) развития творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;

Тематика курсовых работ разрабатывается преподавателем.

Курсовая работа носит практический характер, который состоит из:

1) введения, в котором раскрывается актуальность и значение темы, формулируются цели и задачи работы;

3) основной части, которая обычно состоит из двух разделов: в первом разделе содержатся теоретические основы разрабатываемого приложения; вторым разделом является практическая часть, которая представлена расчетами, графиками, таблицами, схемами, формами и т.п.;

4) заключения, в котором содержатся выводы и рекомендации относительно возможностей практического применения материалов работы;

5) списка используемой литературы;

6) приложения.

Во введении (объемом 2-3 страницы) раскрывается актуальность и новизна темы, ее научная и практическая значимость, основные направления исследования, формулируются цели и задачи исследования, указываются предмет и объект исследования, а также характеризуются источники и материалы, использованные в процессе исследования.

Основная часть курсовой работы, как правило, состоит из теоретического и практического разделов. Основная часть должна содержать данные, отражающие сущность, методику и основные результаты выполненного исследования:

- выбор направления исследования, включающий обоснование принятого направления исследования, метода решения задач и их сравнительную оценку, разработку общей методики исследования;

- теоретические и (или) экспериментальные исследования, включающие определение характера и содержания теоретических исследований, методов исследований;

- обобщения и оценку результатов исследования, включающие оценку полноты решения поставленной задачи.

Основную часть курсовой работы следует делить на разделы. Разделы основной части могут делиться на пункты или на подразделы и пункты. Пункты при необходимости могут делиться на подпункты. Каждый подпункт должен содержать законченную информацию.

Заключение (объемом не менее 2 страниц) должно содержать итоги работы, выводы, полученные в ходе работы, разработку рекомендаций по конкретному использованию результатов курсовой работы. Заключение должно быть кратким, обстоятельным и соответствовать поставленным целям и задачам.

Оформление курсовой работы: объем отчёта должен составлять 20-30 страниц печатного текста. Следует придерживаться следующих параметров оформления отчёта: формат листа отчёта – А4, размеры полей: слева 30 мм, справа 10 мм, сверху и снизу 20 мм. Шрифт Times New Roman, кегль 14. Абзацный отступ – 1,5 см, выравнивание абзаца – по ширине, межстрочный интервал – полуторный. Текст печатается только на одной стороне листа. Страницы должны быть пронумерованы внизу страницы справа. Нумерация страниц – сквозная для всего отчёта, на первом (титальном) листе номер не ставится.

Курсовая работа должна быть правильно оформлена, написана грамотно и аккуратно. Начинать работу нужно с тщательного изучения дисциплины в объеме программы. Далее необходимо подобрать соответствующий литературный и практический материал. В процессе написания можно привлечь дополнительную литературу. Не возбраняется использование переработанных данных электронных ресурсов. Работа должна быть логичной, научной по своему содержанию; в ней в систематизированной форме должны быть изложены материалы проведенного исследования и его результаты.

Тяговый расчет тягача с механической трансмиссией

Тяговый расчёт производится для определения ряда параметров тягача и построения его тяговой характеристики. Работа выполняется в следующей последовательности:

- определение массы и номинальной мощности двигателя тягача;
- построение скоростной характеристики дизельного двигателя;
- построение регуляторной характеристики дизельного двигателя;

- построение потенциальной тяговой характеристики и определение скоростей тягача;
- графическое построение тяговой характеристики тягача.

Исходные данные, необходимые для расчётов, выдаются преподавателем.

Определение массы тягача

В процессе выполнения тягового расчёта определяется максимальная масса тягача m_{\max} , кг, под которой понимают эксплуатационную массу тягача масса в заправленном состоянии, с комплектом инструмента и трактористом. Максимальная эксплуатационная масса тягача

$$m_{\max} = \frac{P_{кр.н.}}{(\varphi \cdot \lambda_k - f) \cdot g},$$

где $P_{кр.н.}$ – номинальное тяговое усилие, развиваемое тягачом, Н, (см. исходные данные);

φ – коэффициент сцепления, определяемый характером поверхности качения, (см. исходные данные);

λ_k – коэффициент загрузки ведущих колёс (для гусеничных машин и колёсных тягачей со всеми ведущими мостами $\lambda_k = 1,0$; для колёсных тракторов и тягачей с колёсной формулой 4×2 $\lambda_k = 0,75 \dots 0,85$); колёсная формула для колёсных тягачей выбирается самостоятельно;

f – коэффициент сопротивления качению, зависящий от характера поверхности качения и давления воздуха в шинах, (см. исходные данные);

g – ускорение свободного падения, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$.

Определение номинальной мощности двигателя

Номинальная мощность двигателя $N_{ен}$, кВт, определяется из условия реализации номинального тягового усилия $P_{кр.н.}$, Н, для заданной номинальной рабочей скорости тягача:

$$N_{ен} = \frac{P_{кр.н.} \cdot V_n}{3600 \cdot \eta_m \cdot \eta_{им} \cdot \eta_{хх}},$$

где $\eta_{им}$ – коэффициент использования мощности, учитывающий запас мощности двигателя для преодоления повышения момента сопротивления без переключения передач, принимается равным $0,9 \dots 0,95$;

$\eta_{хх}$ – коэффициент, учитывающий затраты мощности на привод вспомогательных механизмов (вентилятора, компрессора и др.), принимается равным $0,85 \dots 0,9$;

V_n – номинальная рабочая скорость тягача, км/ч, (см. исходные данные);

η_m – тяговый КПД,

$$\eta_m = \eta_{тр} \cdot \eta_{дв} \cdot \eta_{\delta} \cdot \eta_f,$$

где $\eta_{тр}$ – КПД трансмиссии (см. исходные данные);

$\eta_{дв}$ – КПД движителя; принимается для колёсного движителя приближённо равным единице, для гусеничного движителя в общем случае может быть определён из уравнения

$$\eta_{дв} = \frac{0,95}{1 + f(0,25 + 3 \cdot 10^{-6} \cdot V_n^2)},$$

где η_δ – скоростной КПД движителя, учитывающий буксование машины; принимается для колёсного движителя равным 0,82...0,85, для гусеничного – 0,94...0,96;

η_f – силовой КПД, учитывающий потери мощности на преодоление сопротивления качению,

$$\eta_f = \frac{P_{кр.н.}}{P_f + P_{кр.н.}},$$

где P_f – окружная сила, необходимая для перекаtywания трактора, Н,

$$P_f = m_{\max} \cdot g \cdot f.$$

Построение скоростной и регуляторной характеристик дизельного двигателя

Основным параметром для построения характеристик является номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя $n_{ен}$, об/мин, (см. исходные данные), при которой двигатель тягача развивает номинальную мощность $N_{ен}$. Для дальнейших расчётов необходимо определить частоту вращения коленчатого вала на холостом ходу,

$$n_{xx} = (1,07...1,1) \cdot n_{ен},$$

а также частоту вращения коленчатого вала при максимальном крутящем моменте, создаваемом двигателем,

$$n_{ем} = 0,5 \cdot 1,13 \cdot n_{ен}.$$

Мощность двигателя на частоте вращения холостого хода n_{xx} принимается равной нулю $N_{xx} = 0$, причём характер изменения эффективной мощности N_e на регуляторной ветви характеристики от $n_{ен}$ до n_{xx} линейный.

Значения текущей мощности двигателя N_{ei} , кВт, на перегрузочной ветви скоростной характеристики от $n_{ем}$ до $n_{ен}$ вычисляются по формуле

$$N_{ei} = N_{ен} \left[0,87 \frac{n_{ei}}{n_{ен}} + 1,13 \left(\frac{n_{ei}}{n_{ен}} \right)^2 - \left(\frac{n_{ei}}{n_{ен}} \right)^3 \right],$$

где n_{ei} – текущие значения частоты вращения коленчатого вала двигателя, об/мин; значения n_{ei} выбираются не менее чем в трёх точках через одинаковые промежутки в пределах от $n_{ен}$ до $n_{ем}$.

Текущие значения крутящего момента двигателя M_{ei} , Н·м, определяются для текущих значений мощности N_{ei} , кВт, и соответствующих значений частоты вращения коленчатого вала n_{ei} , об/мин, по формуле

$$M_{ei} = \frac{9555 \cdot N_{ei}}{n_{ei}}.$$

Текущие значения удельного (эффективного) расхода топлива g_{ei} , г/кВт, могут быть найдены из эмпирической формулы

$$g_{ei} = g_{en} \cdot \left[1,55 - 1,55 \frac{n_{ei}}{n_{en}} + \left(\frac{n_{ei}}{n_{en}} \right)^2 \right],$$

где g_{en} – значение расхода топлива, г/кВт, при номинальной мощности N_{en} (см. исходные данные).

Текущие значения часового расхода топлива G_{Ti} , кг/ч, определяются из выражения

$$G_{Ti} = \frac{g_{ei} \cdot N_{ei}}{1000}.$$

Часовой расход топлива на холостом ходу двигателя G_{Txx} , кг/ч,

$$G_{Txx} = 0,0815 \cdot N_{en}.$$

Все полученные в разделе данные заносятся в табл. 1. По результатам расчётов на миллиметровой бумаге форматом А4 или в системе КОМПАС строятся скоростная и регуляторная характеристики, примеры графического построения которых представлены на рис. 1 и рис. 2.

Таблица 1 – Расчётные показатели работы двигателя в зависимости от числа оборотов коленчатого вала

Показатели	Текущие значения частоты вращения коленчатого вала двигателя, об/мин					
	n_{em}	n_{e1}	n_{e2}	n_{e3}	n_{en}	n_{xx}
N_{ei} , кВт						0
M_{ei} , Н·м						0
g_{ei} , г/кВт						∞
G_{Ti} , кг/ч						G_{Txx}

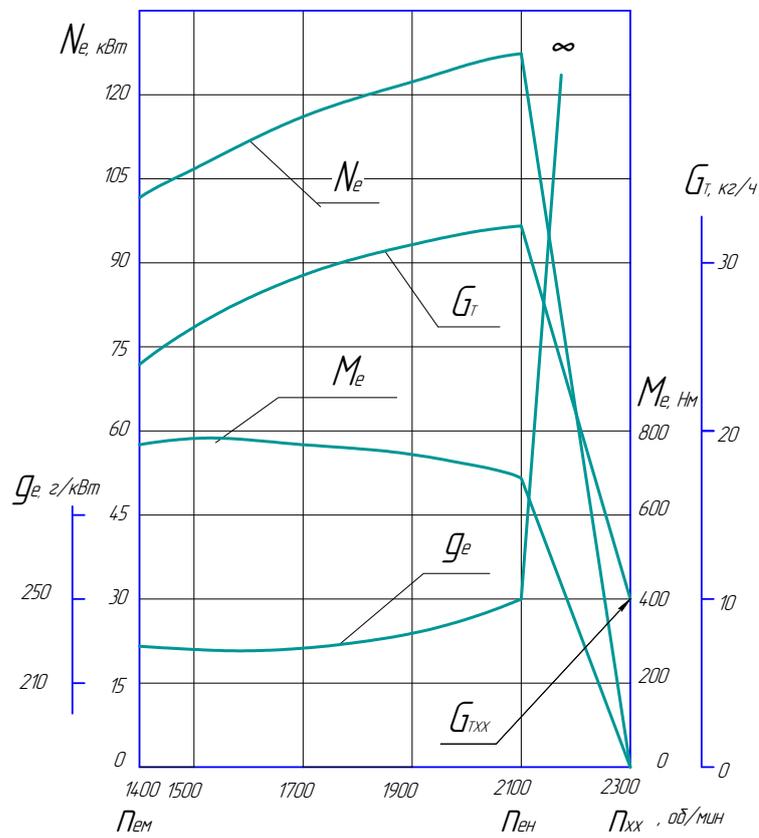


Рис. 1. Пример графического построения скоростной характеристики

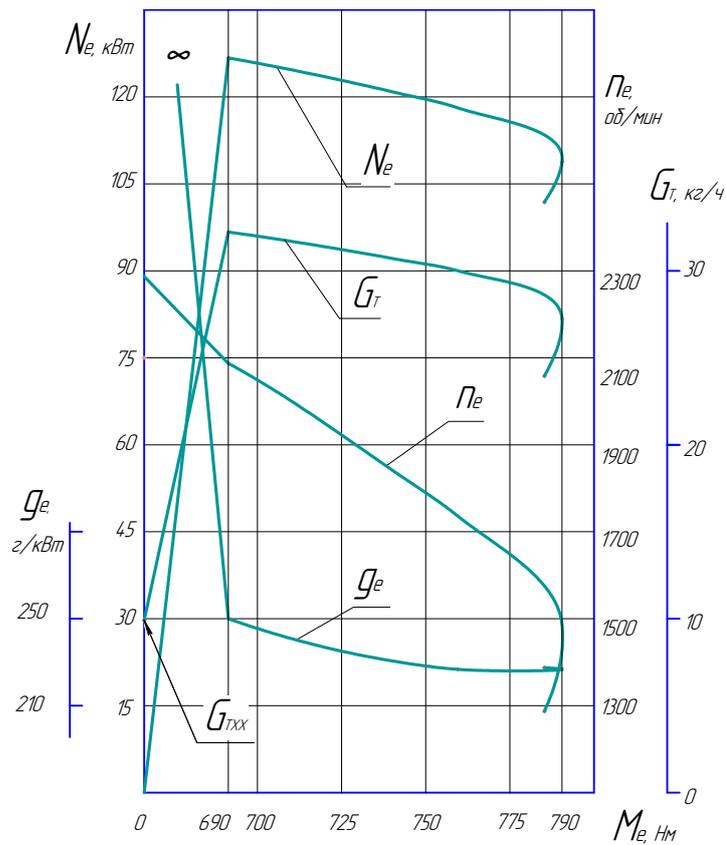


Рис. 2. Пример графического построения регуляторной характеристики

Построение потенциальной тяговой характеристики тягача

Потенциальная тяговая характеристика – это идеальная характеристика, которую может иметь тягач, оборудованный бесступенчатой коробкой перемены передач, обеспечивающий во всём диапазоне тяговых усилий $P_{кр}$ передачу номинальной мощности $N_{ен}$, развиваемой двигателем.

Потенциальная тяговая характеристика представляет собой графическую зависимость буксования δ , потерь мощности в трансмиссии и движителе $N_{тр\delta}$, потерь мощности на буксование N_{δ} , потерь мощности на преодоление сопротивления качению N_f , тяговой мощности $N_{кр}$, теоретической скорости V_T и действительной скорости V_D от тягового усилия $P_{кр}$. При этом считается, что номинальная мощность $N_{ен}$, развиваемая двигателем, постоянна во всём диапазоне тяговых усилий.

При любом значении тягового усилия $P_{кр}$ должно выполняться условие

$$N_{ен} = \frac{N_{тр\delta} + N_{\delta} + N_f + N_{кр}}{\eta_{ум} \cdot \eta_{хх}},$$

или

$$N_{кр} = N_{ен} \cdot \eta_{ум} \cdot \eta_{хх} - (N_{тр\delta} + N_{\delta} + N_f),$$

где $N_{ен} \cdot \eta_{ум} \cdot \eta_{хх} = N_{есв}$ – свободная мощность, реализуемая в трансмиссии и движителе.

Начальным этапом при построении потенциальной тяговой характеристики является расчёт значений коэффициента буксования по эмпирической формуле

$$\delta = A \cdot (P_{кр} / R) + B \cdot (P_{кр} / R)^n,$$

где A , B – коэффициенты, величина которых зависит от поверхности качения (см. исходные данные);

n – число передаточных чисел трансмиссии (количество передач, см. исходные данные);

R – реакция грунта на ведущие колёса, Н, для гусеничных и колёсных тягачей можно принять

$$R = m_{\max} \cdot g.$$

При расчёте коэффициента буксования δ отношение значений тягового усилия к реакции грунта на ведущие колёса $P_{кр} / R$ принимается по таблице 2. Отношение $P_{кр} / R$ изменяется в пределах от 0 до 0,95 через интервал 0,05.

Таблица 2 – Результаты вычисления параметров потенциальной тяговой характеристики

$P_{кр} / R$	Показатели							
	δ	$\delta\%$	$P_{кр}$, Н	V_T , км/ч	V_D , км/ч	N_{δ} , кВт	N_f , кВт	$N_{кр}$, кВт
0,00								
0,05								
0,10								
0,15								
0,20								
0,25								
0,30								

0,35								
0,40								
0,45								
0,50								
0,55								
0,60								
0,65								
0,70								
0,75								
0,80								
0,85								
0,90								
0,95		100						

Для построения кривой буксования $\delta\% = f(P_{кр})$ (см. рис. 3) и дальнейших вычислений расчётные значения коэффициента буксования δ переводятся в проценты

$$\delta\%_i = \frac{\delta_i \cdot 100}{\delta_{0,95}},$$

где δ_i - текущее значение коэффициента буксования;

$\delta_{0,95}$ - значение коэффициента буксования, которое соответствует величине $P_{кр} / R = 0,95$ (см. табл. 2).

Текущее значение величины $P_{кр}$, используемое при построении характеристики, определяется для всех значений отношения $P_{кр} / R$ (см. табл. 2).

Например: $P_{кр} / R = 0,5$, $R = m_{\max} \cdot g = 20000 \text{ Н}$, следовательно, $P_{кр} = 0,5 \cdot 20000 = 10000 \text{ Н}$.

Зависимость $N_{есв} = f(P_{кр})$ (см. рис. 3) выражается прямой, которая строится параллельно оси абсцисс во всём диапазоне тяговых усилий

$$N_{есв} = N_{ен} \cdot \eta_{ум} \cdot \eta_{хх} = const.$$

Вниз от прямой $N_{есв} = f(P_{кр})$ откладываются значения потерь мощности в трансмиссии и двигателе $N_{трд}$

$$N_{трд} = N_{есв} (1 - \eta_{тр} \cdot \eta_{ДВ}).$$

Разность между свободной мощностью $N_{есв}$, реализуемой в трансмиссии и двигателе, и потерями мощности $N_{трд}$ представляет собой мощность на ведущих колёсах тягача $N_{вк}$

$$N_{вк} = N_{есв} - N_{трд}$$

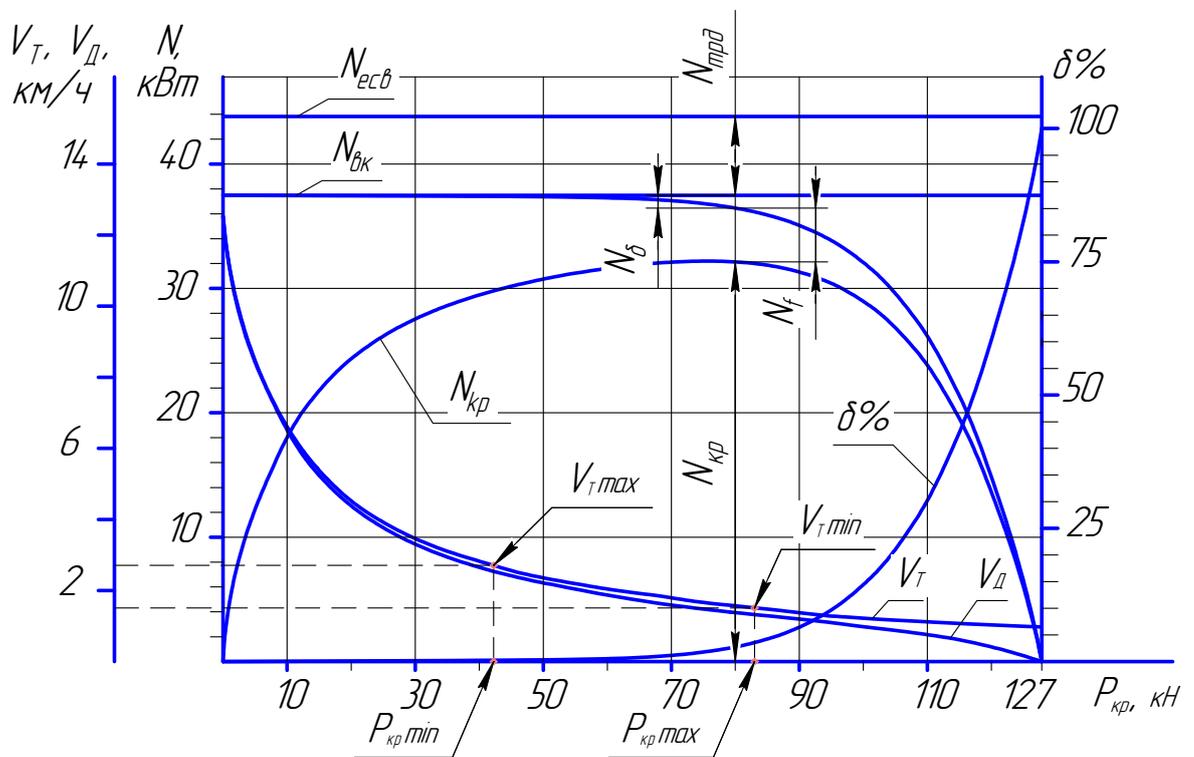


Рис. 3. Пример схемы построения потенциальной тяговой характеристики тягача

Так как $N_{трд}$ во всём диапазоне тяговых усилия принимается постоянной, линия $N_{вк}$ будет параллельной линии $N_{есв}$ и оси абсцисс.

По зависимости $N_{\delta} = \frac{N_{вк} \cdot \delta\%}{100}$ вычисляются и откладываются вниз от линии $N_{вк}$ значения потерь мощности на буксование N_{δ} , кВт, (см. рис. 3).

По формуле

$$V_T = \frac{3600 \cdot N_{вк}}{P_{кр} + P_f}$$

находятся значения теоретической скорости V_T , км/ч.

Значения действительной скорости V_D , км/ч, определяются следующим образом

$$V_D = V_T \left(1 - \frac{\delta\%}{100} \right).$$

По формуле

$$N_f = \frac{P_f \cdot V_D}{3600}$$

определяются величины потерь мощности на преодоление сопротивления качению N_f , кВт. Эти значения откладываются вниз от линии, полученной при определении потерь мощности на буксование N_{δ} (см. рис. 3).

Разность $N_{есв} - N_{трд} - N_{\delta} - N_f$ определяет значения тяговой мощности $N_{кр}$ в данных точках для конкретных тяговых усилий.

Для обеспечения точности последующих расчётов потенциальную тяговую характеристику необходимо строить на миллиметровой бумаге формата А3 или в системе КОМПАС.

Пример потенциальной тяговой характеристики показан на рис. 3. Результаты вычислений в данном разделе заносятся в табл. 2.

Определение скоростей тягача и передаточных чисел трансмиссии на различных передачах

Определение минимальной $V_{p.\min}$ и максимальной $V_{p.\max}$ скоростей тягача, км/ч, в рабочем диапазоне производится по значениям максимального и минимального тяговых усилий на крюке, соответствующих данным скоростям. Следует учитывать, что в схеме трансмиссии тракторов, кроме рабочего диапазона скоростей может быть в наличии транспортный и замедленный диапазоны.

За максимальное усилие на крюке $P_{кр.\max}$, Н, принимается усилие, реализуемое тягачом при максимальном коэффициенте сцепления, то есть

$$P_{кр.\max} = \varphi_{\max} \cdot m_{\max} \cdot g \cdot \lambda_k - P_f.$$

Установлено, что наивысшая производительность труда на землеройных работах достигается в случае

$$\varphi_{\max} = (1,10 - 1,15) \cdot \varphi,$$

где φ – коэффициент сцепления, при котором тягач развивает номинальную силу тяги (см. исходные данные).

При величине $P_{кр.\max}$ на потенциальной характеристике определяется минимальная скорость в рабочем диапазоне $V_{p.\min}$ (определять для графика теоретической скорости V_T см. рис. 3).

Максимальная скорость тягача $V_{p.\max}$ определяется по потенциальной характеристике (для графика теоретической скорости V_T см. рис. 3), при минимальном тяговом усилии равном

$$P_{кр.\min} = \frac{P_{кр.н.}}{\delta_m},$$

где δ_m – тяговый диапазон тягача,

$$\delta_m = \varepsilon \cdot \frac{P_{кр.н.}}{P'_{кр.н.}},$$

где ε – коэффициент расширения тяговой зоны (рекомендуемое значение $\varepsilon = 1,15$);

$P_{кр.н.}$ – номинальная сила тяги, Н, установленная классом тяги (см. исходные данные);

$P'_{кр.н.}$ – номинальная сила тяги, Н, установленная для тягача предыдущего в классификации тягового класса (принять $P'_{кр.н.} = 0,65 \cdot P_{кр.н.}$).

Диапазон основных скоростей определяется из соотношения

$$\delta_V = \frac{V_{p.\max}}{V_{p.\min}}.$$

На основании заданного числа передач и вычисленного диапазона основных скоростей δ_V определяется знаменатель геометрической прогрессии

$$q = \sqrt[n-1]{\delta_V},$$

где n – число передаточных чисел трансмиссии (количество передач, см. исходные данные);

Максимальное $i_{mp.\max}$ и минимальное $i_{mp.\min}$ значения передаточных чисел трансмиссии определяются следующим образом:

$$i_{mp.\max} = \frac{0,377 \cdot r_{вк} \cdot n_{ен}}{V_{p.\min}};$$

$$i_{mp.min} = \frac{0,377 \cdot r_{\text{вк}} \cdot n_{\text{ен}}}{V_{p.max}},$$

где $r_{\text{вк}}$ – радиус ведущих колёс тягача, м.

$$r_{\text{вк}} = 25,1 \cdot [0,5 \cdot d + (0,8 \dots 0,85 \cdot \epsilon)] \cdot 10^{-3},$$

где d – диаметр обода ведущих колёс, дюймы;

ϵ – ширина профиля колеса, дюймы.

Для расчётов принимать размеры ведущих колёс тягачей близких по классу тяги (см. табл. 3).

Таблица 3 – Технические данные элементов ходовой части некоторых отечественных колёсных тракторов

Марка трактора	Класс тяги, кН	Размер ведущих колёс, дюймы, $(b-d)$	Давление воздуха, $p \cdot 10^5$, Па	Допускаемая нагрузка на колёса, Н	Размер управляемых колёс, дюймы, $(b-d)$	Давление воздуха, $p \cdot 10^5$, Па	Допускаемая нагрузка на колёса, Н
Т-25	6,0	10,0-28	0,8-1,1	7800	5,50-16	1,5-2,0	2970
		9,0-32	0,8-2,0	7000	5,50-16	1,5-2,0	2970
Т-16М	6,0	9,0-32	0,8-2,0	7000	6,0-16	1,4-2,0	3400
Т-40	9,0	11,0-38	0,8-2,0	10850	6,5-16	1,4-3,5	3900
Т-40А	9,0	9,0-42	0,8-2,0	7880	8,0-20	1,4-3,5	6500
Т-40АН	9,0	13,0-30	0,8-1,1	14500	8,0-20	1,4-3,5	6500
Т-28ХЧ	9,0	9,0-42	0,8-2,0	7880	9,0-16	1,4-3,5	4500
МТЗ-50	14,0	12,0-38	0,8-1,0	13700	6,5-20	1,7	4240
		15,0-30	0,8-1,0	21100	8,0-20	1,2	5900
Т-150К	30,0	530-160	1,0-1,8	-	53-610	1,0-1,8	-
К-700	50,0	610-660	1,1-1,7	-	610-660	1,1-1,7	-

Примечания: 1. b – ширина профиля шины; d – диаметр обода.

2. Для Т-150 и К-700 размеры колёс даны в миллиметрах.

Для гусеничного тягача радиус ведущей звездочки $r_{\text{вк}}$, м, может быть определён по формуле

$$r_{\text{вк}} = \frac{z \cdot L \cdot 10^{-3}}{2 \cdot \pi},$$

где z – число звеньев гусеницы, перематываемых за один оборот ведущего колеса;

L – шаг гусеницы (длина одного трака по осям пальцев), мм.

Для расчётов принимать размеры z и L тягачей близких по классу тяги (см. табл. 4).

Таблица 4 – Технические данные элементов ходовой части некоторых отечественных гусеничных тракторов

Марка трактора	Класс тяги, кН	Число звеньев гусеницы, перематываемых за один оборот ведущего колеса	Шаг звена гусеницы, мм
Т-36М	20	14,0	174
Т-50В	20	13,0	176
ДТ-54	30	11,5	170
ДТ-75	30	13,0	170
Т-4	40	14,0	171
Т-100М	60	13,0	203
Т-180	90	10,5	240
ДЭТ-250	250	14,0	218
Т-220	150	14,0	250
Т-330	250	14,0	250
Т-500	350	14,0	250

Следует учитывать, что $i_{mp.max}$ есть передаточное число трансмиссии на первой передаче. Передаточные числа на всех остальных промежуточных передачах

$$i_{mp.i+1} = i_{mp.i} \cdot \frac{1}{q}$$

Передаточное число трансмиссии $i_{mp.}$ – это произведение передаточных чисел узлов, входящих в трансмиссию: коробки передач, увеличителя крутящего момента, раздаточной коробки, дополнительной коробки, центральной передачи, бортовой передачи и конечной передачи. Следовательно, расчёт передаточных чисел коробки передач $i_{кни}$ может быть произведён следующим образом

$$i_{кни} = \frac{i_{mp.i}}{i_{mp.min}}$$

Передаточное число коробки передач на высшей передаче принимать равным единице.

Полученные значения $i_{mp.i}$ и $i_{кни}$ занести в табл. 5.

Используя значения передаточных чисел трансмиссии, необходимо определить: теоретические скорости тягача на всех передачах $V_{Ti(n_{xx})}$, км/ч, при числе оборотов двигателя соответствующих n_{xx} ,

$$V_{Ti(n_{xx})} = \frac{0,377 \cdot n_{xx} \cdot r_{вк}}{i_{mp.i}};$$

теоретические скорости тягача $V_{Ti(n_{ен})}$, км/ч, при числе оборотов двигателя соответствующих $n_{ен}$,

$$V_{Ti(n_{ен})} = \frac{0,377 \cdot n_{ен} \cdot r_{вк}}{i_{mp.i}};$$

теоретические скорости тягача $V_{Ti(n_{ем})}$, км/ч, при числе оборотов двигателя соответствующих максимальному крутящему моменту $n_{ем}$,

$$V_{Ti(n_{em})} = \frac{0,377 \cdot n_{em} \cdot r_{вк}}{i_{mp.i}};$$

тяговые усилия тягача на различных передачах $P_{кри(M_{ен})}$, Н, при номинальном крутящем моменте $M_{ен}$,

$$P_{кри(M_{ен})} = \frac{M_{ен} \cdot i_{mp.i} \cdot \eta_{mp} \cdot \eta_{ум} \cdot \eta_{хх}}{r_{вк}};$$

и эффективный крутящий момент двигателя $M_{ei(P_f)}$, Н·м, на различных передачах при усилиях на ведущих колёсах P_k равном сопротивлению качения P_f ,

$$M_{ei(P_f)} = \frac{r_{вк} \cdot P_f}{i_{mp.i} \cdot \eta_{mp} \cdot \eta_{ум} \cdot \eta_{хх}}.$$

Результаты вычислений заносятся в табл. 5.

Таблица 5 – Результаты вычислений показателей тягача

Показатели тягача на различных передачах	Номер передачи				
	1	2	3	4	и т. д. по числу передач
Передаточные числа трансмиссии, $i_{mp.i}$					
Передаточные числа коробки передач, $i_{кни}$					
Теоретическая скорость (при $n_{хх}$) $V_{Ti(n_{хх})}$, км/ч					
Теоретическая скорость (при $n_{ен}$) $V_{Ti(n_{ен})}$, км/ч					
Теоретическая скорость (при $n_{ем}$) $V_{Ti(n_{ем})}$, км/ч					
Тяговое усилие (при $M_{ен}$), $P_{кри(M_{ен})}$, Н					
Крутящий момент двигателя (при $P_k = P_f$), $M_{ei(P_f)}$, Н·м					

Построение тяговой характеристики тягача графическим способом

Тяговая характеристика машины представляет собой графическое выражение реальных выходных тяговых параметров, являющихся результатом совместной работы колёсного или гусеничного движителя, трансмиссии и двигателя. Подобная характеристика справедлива для следующих условий движения машины:

- поверхность качения должна быть горизонтальной;
- движение машины – равномерное;
- подача топлива – максимальная;
- отбор мощности через вал отбора мощности должен отсутствовать.

Исходными данными для построения тяговой характеристики машины являются:
 – зависимости регуляторной характеристики (см. п. 3.3):

$$n_e = f(M_e), N_e = f(M_e), G_e = f(M_e);$$

- передаточные числа трансмиссии на различных передачах (см. п. 5);
- кривая буксования, полученная в результате построения потенциальной тяговой характеристики (см. п. 4);
- значение силы сопротивления качению P_f (см. п. 3.2).

Порядок построения тяговой характеристики следующий:

1. Поле, отведённое для графического построения тяговой характеристики на листе миллиметровой бумаги формата А3 или в системе КОМПАС, делится исходящими из центра O осями n_e , V_d , $P_{кр}$ и M_e на четыре сектора A , B , C и D (см. рис. 4).

С целью получения масштаба на соответствующих осях откладываются численные максимальные значения параметров n_e , V_d , $P_{кр}$ и M_e , после чего, в образованном масштабе выполняется разметка шкалы значений указанных величин, кроме V_d .

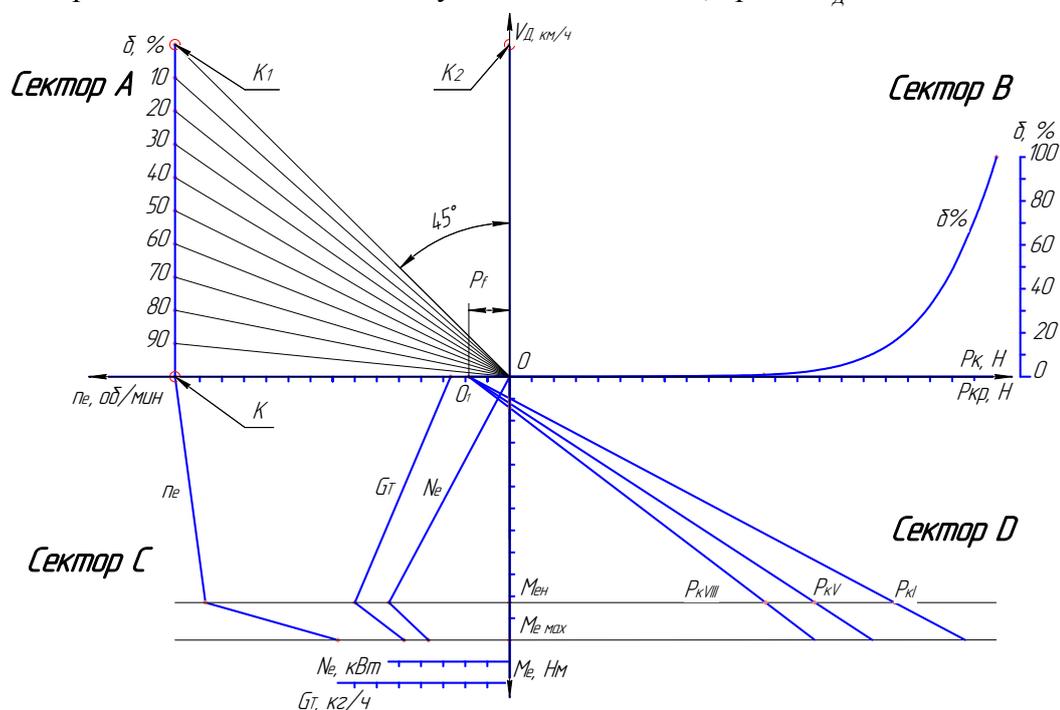


Рис. 4. Начальный этап построения тяговой характеристики тягача графическим способом

Для дальнейших построений следует учесть, что расстояние от центра O до максимального значения числа оборотов на оси n_e (точка K) и расстояние от центра O до вспомогательной точки K_2 на оси V_d должны быть равны.

2. В секторе B (см. рис. 4) строится кривая буксования:

$$\delta\% = f(P_{кр}).$$

3. Влево от точки O (см. рис. 4) откладывается в масштабе, принятом для тягового усилия $P_{кр}$, значение силы сопротивления качению P_f . Полученная точка O_1 будет началом координат при определении на оси $P_{кр}$ значения окружного усилия на ведущих колёсах $P_к$:

$$P_к = P_{кр} + P_f.$$

Шкалу значений $P_{кр}$ и $P_к$ удобнее разметить в кН.

4. Для дальнейшего построения необходимо выбрать три передачи из числа всех имеющих место в данной трансмиссии тягача. Рекомендуется выбрать первую передачу, высшую и одну из средних.

Далее, для выбранных передач из табл. 5 берутся значения крутящих моментов двигателя $M_{ei(P_f)}$, Н·м, (при $P_k = P_f$) и откладываются на оси M_e . Через полученные точки и точку O_1 проводятся прямые P_k с обозначением номера передачи, которые и будут выражать зависимость $P_k = f(M_e)$ для соответствующих передач (см. рис. 4, сектор D).

5. В секторе C с использованием данных табл. 1 строится регуляторная характеристика двигателя:

$$n_e = f(M_e), N_e = f(M_e), G_T = f(M_e).$$

Следует обратить внимание на то, что максимальное значение чисел оборотов уже выбрано и шкала на оси n_e размечена. Графики

$N_e = f(M_e)$ и $G_e = f(M_e)$ рекомендуется строить в правой половине сектора C . Оси показателей N_e и G_T удобнее расположить в правой нижней части сектора C (см. рис. 4).

6. В секторе A (см. рис. 4) строится вспомогательная сетка значений коэффициента буксования $\delta\%$ в зависимости от скорости. Для её построения необходимо из центра O под углом 45° провести луч до пересечения (точка K_1) с перпендикуляром, восстановленным из точки K (значение, соответствующее максимальной скорости). Полученный отрезок KK_1 делится на десять равных частей, а полученные при этом точки соединяются лучами с центром O . Каждый луч будет выражать зависимость действительной скорости тягача V_d от теоретической скорости V_T при определённом значении буксования $\delta\%$. Так, луч OK_1 будет выражать зависимость V_d при $\delta\% = 0$. Остальные лучи будут графически выражать зависимость действительной скорости при промежуточных значениях буксования $\delta\%$.

7. Зависимость $n_e = f(M_e)$, построенная в секторе C , будет выражать в графической форме зависимость теоретической скорости на высшей передаче (см. рис. 5). Следовательно, ось значений n_e одновременно будет являться осью значений теоретической скорости V_T .

Точки значений теоретической скорости соответствующие числам оборотов n_{xx} , n_{em} и n_{em} для выбранных передач при $M_e = 0$, M_{en} , $M_{e\max}$ принимаются по данным таблицы 5 и отмечаются в секторе C в соответствии с образованным масштабом на оси n_e , V_T . Соединение точек позволит получить графики скоростей на выбранных передачах (см. рис. 5, сектор C , зависимости V_{TVIII} , V_{TV} и V_{TI}).

8. На оси V_d откладывается шкала скорости, км/ч, в масштабе, полученном для теоретической скорости V_T (см. рис. 5).

9. На данном этапе графическим способом определяются значения действительных скоростей на трёх выбранных передачах.

$$N_{кр.i} = \frac{P_{кр.i} \cdot V_{Ди}}{3600},$$

где $P_{кр.i}$ – тяговое усилие на данной передаче, Н;

$V_{Ди}$ – соответствующая тяговому усилию действительная скорость на данной передаче, км/ч.

Для расчётов тяговой мощности рекомендуется использовать значения $V_{Ди}$ и $P_{кр.i}$, полученные при построении кривых $V_{Ди} = f(P_{кр})$ для трёх передач, соответствующие значению $M_{ен}$. Например, для первой передачи это значение действительной скорости в точке z_7 и соответствующее значение тягового усилия в точке z_1 (см. рис. 5). Расчётное значение тяговой мощности для первой передачи откладывается в выбранном масштабе на вспомогательной линии, перпендикулярной оси $P_{кр}$ восстановленной из точки z_1 (см. точку z_8 , рис. 6, сектор В). Окончательно построение кривой $N_{крI} = f(P_{кр})$ выполняется соединением точки z_8 с центром O , как показано на рис. 6. Таким же образом выполняется построение $N_{крV} = f(P_{кр})$ и $N_{крVIII} = f(P_{кр})$ для двух оставшихся передач.

11. Зависимость $g_T = f(P_{кр})$, г/кВт, для трёх передач, строится по результатам предыдущих вычислений с использованием формулы

$$g_{Ti} = \frac{G_{Ti}}{N_{кр.i}} \cdot 10^3,$$

где G_{Ti} , $N_{кр.i}$ – значение часового расхода топлива и тяговой мощности при данном тяговом усилии в данной передаче.

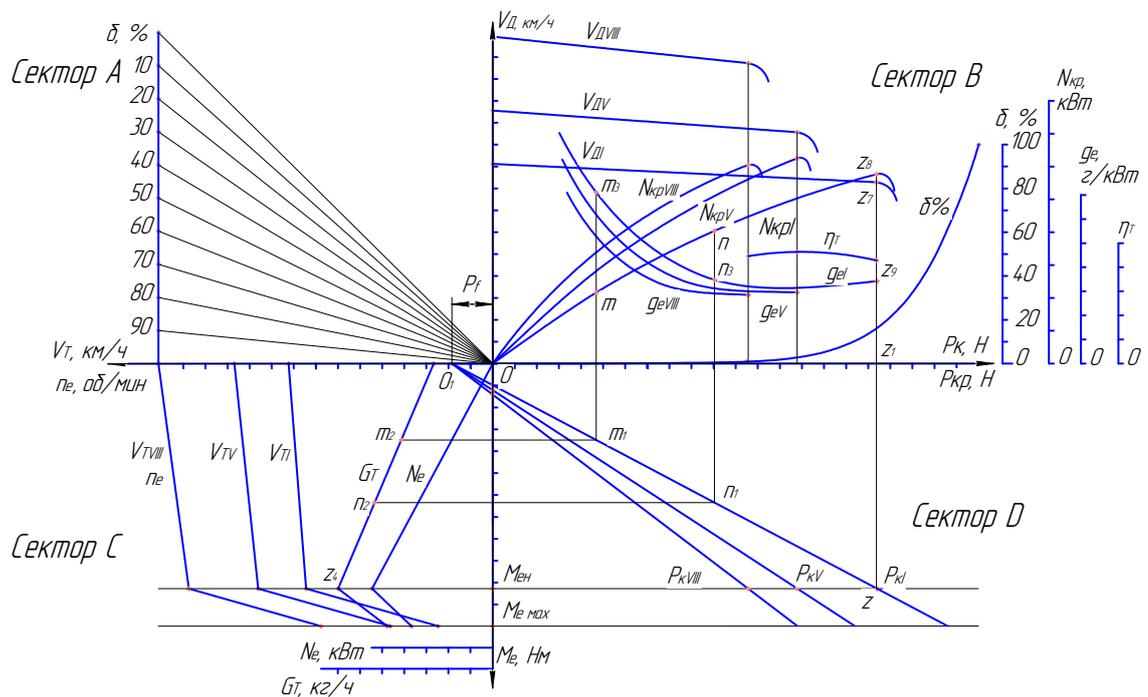


Рис. 6. Схема построения на тяговой характеристике кривых тяговой мощности, эффективного расхода топлива на единицу тяговой мощности и тягового КПД

Например, при построении кривой $g_T = f(P_{кр})$ для первой передачи на кривой $N_{крI} = f(P_{кр})$ кроме точки z_8 отметим дополнительно m и n , которым будут соответствовать определённые значения мощности $N_{крI}$. Построениями m, m_1, m_2 и n, n_1, n_2 определим значения часового расхода топлива на кривой $G_e = f(M_e)$ для точек m_2, n_2 и z_4 (см.

рис. 6 сектор *C*). После чего, в секторе *B* строится шкала g_T , а по трём расчётным значениям g_{TI} строится кривая $g_{TI} = f(P_{кр})$.

Аналогичным образом выполняется построение $g_{TV} = f(P_{кр})$ и $g_{TVIII} = f(P_{кр})$ для двух оставшихся передач.

12. Зависимость тягового КПД тягача η_T от тягового усилия строят по максимальным значениям тягового КПД на каждой передаче для выбранных передач (в данном случае для *I*, *V* и *VIII*) по формулам

$$\eta_{TI} = \frac{N_{кр \max I}}{N_{ен}}; \eta_{TV} = \frac{N_{кр \max V}}{N_{ен}}; \eta_{TVIII} = \frac{N_{кр \max VIII}}{N_{ен}}.$$

В выбранном масштабе в правой части сектора *B* тяговой характеристики строится шкала η_T , отмечаются расчётные значения тягового КПД и соединяются кривой $\eta_T = f(P_{кр})$ (см. рис. 6).

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) – преподаватель использует для:

- получения информации при подготовке к лабораторным работам;
- создания презентационного материала для лабораторных работ;
- пакет прикладных программ (Microsoft, Autodesk);
- ОС Windows; OpenOffice; LibreOffice и др.

11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

<i>Вид занятия</i>	<i>Наименование аудитории</i>	<i>Перечень основного оборудования</i>	<i>№ ЛР, ПЗ</i>
1	2	3	4
Лк	дисплейный класс с доступом к сети интернет	ПК класса Пентиум – 10 шт., программный комплекс Microsoft Excel, Word	№ 1- № 9
ЛР	дисплейный класс с доступом к сети интернет	ПК класса Пентиум – 10 шт., программный комплекс Microsoft Excel, Word	№ 1- № 17
ПЗ	дисплейный класс с доступом к сети интернет	ПК класса Пентиум – 10 шт., программный комплекс Microsoft Excel, Word	№ 1- № 6
КР	дисплейный класс с доступом к сети интернет	ПК класса Пентиум – 10 шт., программный комплекс Microsoft Excel, Word	-
СР	ЧЗ-1	-	-

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	ФОС
ОПК-2	Способность применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы.	1. Вводные сведения. Теоретические и действительные циклы, индикаторные и эффективные показатели работы ДВС. Характеристики двигателей.	Вопросы к экзамену (1.1 - 1.14)
ПК -4	Способность в составе коллектива исполнителей участвовать в разработке конструкторско-технической документации новых или модернизируемых образцов двигателей внутреннего сгорания и автотракторного оборудования.	2. Основы теории автомобилей.	Вопросы к экзамену (2.1 - 2.5)
		3. Основы теории тракторов.	Вопросы к экзамену (3.1 - 3.4)

2. Экзаменационные вопросы

п/п	Компетенции		ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ	№ и наименование раздела
	Код	Определение		
	2	3	4	5
1.	ОПК-2	Способность применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы.	<p>1.1 Краткая история двигателестроения и классификация ДВС.</p> <p>1.2 Основные преимущества и недостатки ДВС по сравнению с другими видами тепловых двигателей.</p> <p>1.3 Диаграмма фаз газораспределения четырёхтактного двигателя.</p> <p>1.4 Основные газовые законы, используемые в теории ДВС.</p> <p>1.5 Понятие о круговых процессах тепловых двигателей. Цикл Карно.</p> <p>1.6 Термодинамические циклы ДВС. Цикл со смешанным подводом теплоты. Цикл с подводом теплоты при постоянном объёме.</p> <p>1.7 Действительные циклы ДВС. Рабочий цикл карбюраторного четырёхтактного двигателя. Рабочий цикл четырёхтактного дизеля.</p> <p>1.8 Топлива и способы смесеобразования в ДВС. 1.9 Моторные масла.</p> <p>1.10 Индикаторная работа. Понятие о среднем индикаторном давлении. Индикаторная мощность двигателя. Расходы топлива.</p> <p>1.11 Нагрузочная характеристика двигателя.</p> <p>1.12 Внешняя скоростная характеристика карбюраторного двигателя. Внешняя скоростная характеристика дизельного двигателя.</p> <p>1.13 Регуляторные характеристики дизелей.</p> <p>1.14 Регулировочные характеристики дизельных и карбюраторных двигателей.</p>	<p>1. Вводные сведения. Теоретические и действительные циклы, индикаторные и эффективные показатели работы ДВС. Характеристики двигателей.</p>
2.	ПК-4	Способность в составе коллектива исполнителей участвовать в разработке конструкторско-технической документации новых или модернизируемых образцов двигателей внутреннего сгорания и автотракторного оборудования.	<p>2.1 Понятие о динамичности автомобиля.</p> <p>2.2 Понятие о тяговом расчёте автомобиля. Тормозные свойства автомобиля.</p> <p>2.3 Топливная экономичность автомобиля. Понятие о проходимости автомобиля</p>	<p>2. Основы теории автомобилей.</p>

		<p>2.4 Понятие об устойчивости автомобиля</p> <p>2.5 Понятие об управляемости автомобиля.</p>	
		<p>3.1 Уравнение тягового баланса трактора.</p> <p>3.2 Тяговый расчёт трактора.</p> <p>3.3 Динамические свойства трактора.</p> <p>3.4 Тяговая характеристика трактора.</p>	<p>3. Основы теории тракторов.</p>

3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p>Знать: (ОПК-2) методики исследования конструкций наземных транспортно-технологических систем; (ПК-4) основы конструкторско-технической документации новых или модернизируемых образцов наземных транспортно-технологических машин и комплексов;</p> <p>Уметь: (ОПК-2) проводить исследования конструкций наземных транспортно-технологических систем; (ПК-4) разрабатывать основы конструкторско-технической документации новых или модернизируемых образцов наземных транспортно-технологических машин и комплексов;</p> <p>Владеть: (ОПК-2) методиками исследования конструкций наземных транспортно-технологических систем; (ПК-4) навыками разработки конструктор-</p>	<p>отлично</p>	<p>Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он демонстрирует полное освоение теоретического содержания дисциплины; представляет практические навыки работы на учебных стендах учетом основных требований безопасности; все учебные задания выполнены правильно, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.</p>
	<p>хорошо</p>	<p>Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если в усвоении учебного материала им допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание ответа; допущены один – два недочета в формировании навыков решений практических задач.</p>
	<p>удовлетворительно</p>	<p>Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если в его ответе содержание теоретического материала раскрыто неполно, но показано общее понимание вопроса.</p>

ско-технической документации новых или модернизируемых образцов наземных транспортно-технологических машин и комплексов.	неудовлетворительно	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие знаний основных понятий конструкций двигателей внутреннего сгорания и автотракторного оборудования, навыков решения практических задач на учебных стендах.
--	----------------------------	--

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности

Изучение дисциплины «Конструкция наземных транспортно-технологических машин» охватывает круг вопросов, относящихся к научно-исследовательскому и проектно-конструкторскому видам профессиональной деятельности выпускника в соответствии с компетенциями и видами деятельности, указанными в учебном плане.

При подготовке к экзамену рекомендуется особое внимание уделить следующим вопросам:

1. Вводные сведения. Теоретические и действительные циклы, индикаторные и эффективные показатели работы ДВС. Характеристики двигателей.
2. Основы теории автомобилей.
3. Основы теории тракторов.

Закрепление всех вопросов, рекомендуемых для лабораторных работ, а также при подготовке к зачету, к экзамену, требует основательной самостоятельной подготовки. Учитывая значимость самостоятельной работы, литература, вопросы для самопроверки - в разделах «Практическая работа» и «Фонд оценочных средств».

Работа с литературой является обязательной. При этом приветствуется привлечение дополнительных источников из Интернета. В случае возникновения определенных вопросов, обучающийся может обратиться к преподавателю за консультацией как на лабораторных работах, так и во время индивидуальных консультаций.

Предусмотрено проведение аудиторных занятий в виде лекций, лабораторных работ в сочетании с внеаудиторной работой.

АННОТАЦИЯ
рабочей программы дисциплины
Двигатели внутреннего сгорания и автотракторное оборудование

1. Цели и задачи дисциплины

Цель: осуществление информационного поиска по двигателям внутреннего сгорания и автотракторному оборудованию; участие в составе коллектива исполнителей в разработке технических условий на проектирование и техническое описание конструкций двигателей внутреннего сгорания и автотракторного оборудования; участие в составе коллектива исполнителей в проектировании и эксплуатации двигателей внутреннего сгорания и автотракторного оборудования.

Задачи:

- осуществление информационного поиска по двигателям внутреннего сгорания и автотракторному оборудованию;
- участие в составе коллектива исполнителей в разработке технических условий на проектирование и техническое описание конструкций двигателей внутреннего сгорания и автотракторного оборудования;
- участие в составе коллектива исполнителей в проектировании и эксплуатации двигателей внутреннего сгорания и автотракторного оборудования.

2. Структура дисциплины

2.1 Распределение трудоемкости по отдельным видам учебных занятий, включая самостоятельную работу: ЛР – 34 час., ПЗ – 17 час., Лк-17 час., СР – 76 час.
Общая трудоемкость дисциплины составляет 180 час, 5 зачетных единиц.

2.2 Основные разделы дисциплины:

1. - Вводные сведения. Теоретические и действительные циклы, индикаторные и эффективные показатели работы ДВС. Характеристики двигателей.
2. - Основы теории автомобилей.
3. - Основы теории тракторов.

3. Планируемые результаты обучения (перечень компетенций)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-2 - способность применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы;

ПК-4 - способность в составе коллектива исполнителей участвовать в разработке.

4. Вид промежуточной аттестации: экзамен.

*Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе
на 20__-20__ учебный год*

1. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие дополнения:

2. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие изменения:

Протокол заседания кафедры СДМ №__ от «__» _____ 20__ г.,

Заведующий кафедрой _____

(подпись)

(Ф.И.О.)

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО
КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	ФОС
ОПК-2	Способность применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы.	1. Вводные сведения. Теоретические и действительные циклы, индикаторные и эффективные показатели работы ДВС. Характеристики двигателей.	Отчеты по ЛР; отчеты по ПЗ, курсовая работа
		2. Основы теории автомобилей.	Отчеты по ПЗ
		3. Основы теории тракторов.	Отчеты по ПЗ, курсовая работа
ПК-4	Способность в составе коллектива исполнителей участвовать в разработке конструкторско-технической документации новых или модернизируемых образцов двигателей внутреннего сгорания и автотракторного оборудования.		

3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии оценки курсовой работы
Знать: (ОПК-2) методики исследования конструкций наземных транспортно-технологических систем; (ПК-4) основы конструкторско-технической документации новых или модернизируемых образцов наземных транспортно-	отлично	Обучающийся продемонстрировал усвоение ранее изученных сопутствующих вопросов, сформированность и устойчивость используемых при ответе умений и навыков: умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их при выполнении практического задания; отвечал самостоятельно без наводящих вопросов преподавателя. Структура оформления курсовой работы соблюдена.
		При защите курсовой работы обучающийся до-

<p>технологических машин и комплексов; Уметь: (ОПК-2) проводить исследования конструкций наземных транспортно-технологических систем; (ПК-4) разрабатывать основы конструкторско-технической документации новых или модернизируемых образцов наземных транспортно-технологических машин и комплексов; Владеть: (ОПК-2) методиками исследования конструкций наземных транспортно-технологических систем; (ПК-4) навыками разработки конструкторско-технической документации новых или модернизируемых образцов наземных транспортно-технологических машин и комплексов.</p>	<p>хорошо</p>	<p>пустил небольшие пробелы, не исказившие логического и информационного содержания ответа: один-два недочета при освещении основного содержания, исправленные по замечанию преподавателя; при ответе на дополнительные вопросы допущено не более 2-3 ошибок. Структура оформления курсовой работы соблюдена.</p>
	<p>удовлетворительно</p>	<p>Содержание материала раскрыто не полностью, но показано общее понимание темы курсовой работы, продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения программного материала, обучающийся продемонстрировал затруднения или допустил ошибки в определении понятий, использовании терминологии, блок-схем и выкладках, исправленные после нескольких наводящих вопросов преподавателя; при проверке знаний теоретического материала выявлена недостаточная сформированность основных умений и навыков. При оформлении курсовой работы допущены ошибки.</p>
	<p>неудовлетворительно</p>	<p>Не раскрыто основное содержание курсового проекта, обнаружено незнание или непонимание обучающимся большей или наиболее важной части учебного материала. При дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения курсовой работы.</p>

Программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 23.03.02 Наземные транспортно-технологические комплексы от «06» марта 2015г. №162

для набора 2014 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для заочной формы обучения от «03» июля 2018г. № 413;

для набора 2015 года: и учебными планами ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «13» июля 2015г. № 474, для заочной формы обучения от «01» октября 2015г. № 587;

для набора 2016 года: и учебными планами ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «06» июня 2016г. № 429, для заочной формы обучения от «06» июня 2016г. № 429; для заочной ускоренной формы обучения от «06» июня 2016г. № 429;

для набора 2017 года: и учебными планами ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «06» марта 2017г. № 125, для заочной формы обучения от «06» марта 2017г. № 125; для заочной ускоренной формы обучения от «04» апреля 2017г. № 203;

для набора 2018 года: и учебными планами ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «12» марта 2018г. № 130, для заочной формы обучения от «12» марта 2018г. № 130.

Программу составил:

Плеханов Г.Н., к.т.н., доцент

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры СДМ от «__» _____ 2018 г., протокол № ____

И. о. заведующего кафедрой СДМ

К.Н. Фигура

СОГЛАСОВАНО:

И. о. заведующего выпускающей кафедрой СДМ

К.Н. Фигура

Директор библиотеки

Т.Ф. Сотник

Рабочая программа одобрена методической комиссией МФ от «__» _____ 20 __ г., протокол № _____

Председатель методической комиссии МФ

Г.Н.Плеханов

СОГЛАСОВАНО:

Начальник
учебно-методического управления

Г.П. Нежевец

Регистрационный №