



Министерство сельского хозяйства
Российской Федерации
Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего
профессионального образования
«Самарская государственная
сельскохозяйственная академия»
Кафедра «Тракторы и автомобили»

КОМПЛЕКСНЫЙ РАСЧЕТ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СРЕДСТВА

**Методические указания
для выполнения курсового проекта**

Кинель
РИЦ СГСХА
2014

УДК 631.372.011:621.431.73 (07)

ББК 40.72 Р

К-63

К-63 Комплексный расчет энергетического средства : методические указания для выполнения курсового проекта / сост. А. П. Быченин, Г. А. Ленивец, О. С. Володько [и др.]. – Кинель : РИЦ СГСХА, 2014. – 136 с.

В учебном издании рассмотрена методика проектирования, расчета и оценки технико-экономических показателей энергетических средств АПК.

Методические указания предназначены для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению 110800 «Агроинженерия», профиль подготовки «Технические системы в агробизнесе», и направлению 051000 «Профессиональное обучение», профиль подготовки «Агроинженерия».

© ФГБОУ ВПО Самарская ГСХА, 2014

© Быченин А. П., Ленивец Г. А.,

Володько О. С., Черников О. Н.,

Мусин Р. М., Мингалимов Р. Р., составление, 2014

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	5
1 Цель и задачи курсового проекта.....	6
2 Общие методические рекомендации по выполнению курсового проекта.....	9
3 Выбор и обоснование исходных данных с учетом индивидуального задания.....	14
3.1 Обоснование основных исходных данных для расчета двигателя внутреннего сгорания (д.в.с.).....	14
4 Расчет двигателя внутреннего сгорания.....	17
4.1 Расчет рабочего цикла и показателей двигателя.....	17
4.1.1 Процесс выпуска.....	18
4.1.2 Процесс сжатия.....	21
4.1.3 Процессы смесеобразования и сгорания.....	21
4.1.4 Процессы расширения и выпуска.....	26
4.1.5 Определение параметров рабочего цикла, основных показателей и размеров двигателя.....	27
4.1.6 Оптимизация показателей проектируемого двигателя по программе ПЭВМ.....	32
4.1.7 Расчет теплового баланса двигателя.....	33
4.1.8 Расчет и построение индикаторной диаграммы.....	35
4.1.9 Исследование взаимосвязи параметров рабочего цикла.....	37
4.1.10 Примеры теплового расчета двигателей внутреннего сгорания.....	38
4.2 Динамический расчет двигателя внутреннего сгорания.....	48
4.2.1 Анализ схемы сил, действующих в КШМ проектируемого двигателя.....	48
4.2.2 Обоснование входных параметров и методы динамического расчета двигателя.....	53
4.2.3 Анализ и построение диаграммы сил, приведенных к оси поршневого пальца.....	53
4.2.4 Расчет и построение диаграммы тангенциальной силы и крутящего момента двигателя.....	56
4.2.5 Расчет маховика проектируемого двигателя.....	59
4.2.6 Расчет подшипника кривошипной головки шатуна....	60
5 Тягово-динамический и топливно-экономический расчеты энергетического средства.....	62
5.1 Тяговый расчет трактора.....	62
5.1.1 Исходные и основные расчётные параметры для теоретической тяговой характеристики трактора.....	62

5.1.2	Определение основных параметров для расчёта тяговой характеристики трактора.....	63
5.1.3	Обоснование эксплуатационной массы трактора.....	63
5.1.4	Определение радиуса ведущих колёс трактора.....	64
5.1.5	Определение передаточных чисел трансмиссии.....	65
5.1.6	Методика расчёта и построения регуляторной характеристики двигателя.....	68
5.1.7	Методика расчёта показателей тяговой характеристики трактора.....	72
5.1.8	Методика графоаналитического построения тяговой характеристики трактора.....	74
5.2	Динамический и топливно-экономический расчеты автомобиля.....	78
5.2.1	Выбор исходных параметров.....	78
5.2.2	Подбор двигателя к проектируемому автомобилю.....	81
5.2.3	Динамический расчет автомобиля.....	83
5.2.4	Расчет топливной экономичности автомобиля.....	93
	Заключение.....	98
	Рекомендуемая литература.....	99
	Приложения.....	101

ВВЕДЕНИЕ

Успешное функционирование агропромышленного комплекса (АПК) неразрывно связано с реализацией различных технологических процессов в разнообразных почвенно-климатических зонах, с минимальным вредным воздействием на окружающую среду и с наименьшими затратами ресурсов с целью достижения низкой себестоимости и высокого качества сельскохозяйственной продукции. Для механизации отраслей АПК разработана система машин, включающая более двух тысяч наименований технических средств различного технологического назначения, где доля мобильной техники – автомобилей, тракторов, комбайнов – составляет 10%. Система машин служит ориентиром и программой для разработки и внедрения в производство новых энергетических средств и сельскохозяйственных машин. Основу энергетических средств АПК составляют тракторы и автомобили, обеспечивающие механизацию наиболее трудоемких полевых, транспортных и других видов работ.

Государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению «Агроинженерия» предусматривает оценку технического уровня энергетических средств АПК, направлений и методов улучшения технико-экономических и экологических параметров тракторов, автомобилей и других машин по программам дисциплин «Основы теории колесных и гусеничных машин» и «Теория и расчет энергетических средств», включающим две части:

- теория и расчет двигателя внутреннего сгорания;
- теория и расчет трактора и автомобиля.

Курсовой проект по дисциплинам «Основы теории колесных и гусеничных машин» и «Теория и расчет энергетических средств» имеет комплексный характер с полным расчетом энергетического средства (трактора или автомобиля) по индивидуальному заданию и включает:

- анализ и обоснование исходных данных и расчетных параметров;
- тепловой и динамический расчет двигателя внутреннего сгорания;
- тягово-динамический и топливно-экономический расчеты трактора или автомобиля.

1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Важным элементом самостоятельной работы при подготовке инженеров по направлению 110800 – «Агроинженерия», а также педагогов профессионального образования по направлению 051000 – «Профессиональное обучение» является выполнение курсового проекта по дисциплинам «Основы теории колесных и гусеничных машин» и «Теория и расчет энергетических средств».

Цель курсового проекта состоит в формировании у студентов системы компетенций для решения профессиональных задач по эффективному использованию энергетических средств и овладении методикой и навыками самостоятельного решения задач по проектированию, расчету и оценке технико-экономических показателей энергетических средств АПК (тракторов, автомобилей и др. мобильных машин).

Выполнение курсового проекта предусматривает решение следующих задач:

- развитие творческой самостоятельности применения полученных знаний, умение использовать литературные источники, патентную и лицензионную информацию, нормативно-техническую документацию, результаты научных исследований и другие материалы в решении инженерных задач;
- приобретение навыков и развитие творческого подхода к оценке технического уровня энергетических средств, анализу их мощностных и экономических показателей, сравнению конструктивных разработок отдельных узлов, сборочных единиц, систем и механизмов;
- приобретение навыков расчета основных параметров рабочего цикла и показателей двигателей, динамического расчета силовых механизмов двигателей, тягово-динамического и топливно-экономического расчетов энергетических средств (тракторов и автомобилей);
- освоение методики выполнения и оформления расчетных и графических работ, обобщение и развитие навыков оценки полученных результатов, использование методов программированного расчета на ПЭВМ в процессе проектирования и оценки технико-экономических показателей энергетических средств.

Выполнение курсового проекта способствует формированию

у студентов следующих профессиональных компетенций:

1) по направлению 110800 – «Агроинженерия»:

- готовность к участию в проведении исследований рабочих и технологических процессов машин;
- способность осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования.

2) по направлению 051000 – «Профессиональное обучение»:

- готовность к конструированию, эксплуатации и техническому обслуживанию учебно-технологической среды для практической подготовки рабочих (специалистов);
- готовность к формированию профессиональной компетентности рабочего (специалиста) соответствующего квалификационного уровня.

По результатам выполнения курсового проекта студент должен знать:

- основы теории двигателя, автомобиля и трактора, определяющие их эксплуатационные свойства;
- основные факторы, влияющие на работу машин, и способы обеспечения работы мобильных машин и их агрегатов с максимальной производительностью, экономичностью, безопасной эксплуатацией и выполнением экологических требований;
- требования к эксплуатационным свойствам тракторов и автомобилей;
- методику и оборудование для испытаний тракторов, автомобилей, двигателей и их систем;

уметь:

- выполнять основные тепловые, динамические, экономические и экологические расчеты двигателя, в том числе и с применением ЭВМ;
- выполнять основные тяговые и динамические расчеты мобильных машин для оценки качества их работы, в том числе и с использованием ЭВМ, находить оптимальные условия их работы;
- проводить испытания двигателей, тракторов, автомобилей, оценивать эксплуатационные показатели, проводить их анализ;
- применять полученные знания для самостоятельного освоения новых конструкций тракторов и автомобилей;

владеть:

- опытом сравнения и выбора различных энергетических средств

- по назначению, эксплуатационным и экологическим показателям;
- методикой проведения испытаний двигателей внутреннего сгорания, тракторов и автомобилей, а также обработки полученных результатов;
 - методикой анализа и оценки режимов работы двигателей, сравнения и выбора различных двигателей по назначению, эксплуатационным и экологическим показателям;
 - методикой анализа и оценки режимов работы трактора и автомобиля, сравнения и выбора различных тракторов и автомобилей по назначению, эксплуатационным и экологическим показателям.

2 ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект «Комплексный расчет энергетического средства» выполняется по индивидуальному заданию в процессе изучения дисциплин «Основы теории колесных и гусеничных машин» (направление 110800 – «Агроинженерия») и «Теория и расчет энергетических средств» (направление 051000 – «Профессиональное обучение») на 3 курсе (6 семестр) и состоит из двух частей:

- 1) расчет двигателя внутреннего сгорания;
- 2) тягово-динамический и топливно-экономический расчеты трактора или автомобиля (в соответствии с вариантом задания).

Защита курсового проекта проводится до экзаменационной сессии 6 семестра. Форма титульного листа курсового проекта представлена в приложении 1.

Индивидуальное задание на курсовой проект (прил. 2) выдается преподавателем индивидуально каждому студенту (задание на курсовой проект для студентов заочной формы обучения выбирается из приложения 40 по последним двум цифрам зачетки либо выдается преподавателем в индивидуальном порядке). Оно включает наименование (модель) прототипа энергетического средства и основные исходные данные для определения необходимой, с учетом условий работы, эффективной мощности д.в.с. (часть 1 курсового проекта), тягово-динамического и топливно-экономического расчетов трактора или автомобиля (часть 2 курсового проекта).

Основные исходные данные для проектирования и расчетов формируются на базе технических параметров и показателей модельных рядов современных и распространенных в зоне Поволжья энергетических средств. Конструктивно-технологические и агротехнические параметры задаются с учетом реальных условий эксплуатации машин и имеющихся практических рекомендаций рационального их использования.

Содержание курсового проекта

Курсовой проект состоит из расчетно-пояснительной записки и графической части.

Расчетно-пояснительная записка оформляется с учетом требований ГОСТ 7.32-2001 «Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления», рекомендаций [10] и включает

последовательно расположенные:

- титульный лист (прил. 1);
- индивидуальное задание на курсовой проект (прил. 2);
- реферат (прил. 40);
- оглавление (прил. 41);
- введение;
- выбор и обоснование исходных данных с учетом индивидуального задания;
- расчеты д.в.с. (тепловой и динамический);
- тягово-динамический и топливно-экономический расчеты ЭС (трактора или автомобиля с учетом индивидуального задания);
- выводы и предложения;
- список использованной литературы и источников;
- приложения.

Выполнение курсового проекта и оформление расчетно-пояснительной записки осуществляется по мере изучения дисциплины «Основы теории колесных и гусеничных машин» по двум частям.

Часть 1. Расчет двигателя внутреннего сгорания.

В данный период выполнения курсового проекта рекомендуется:

- внимательно ознакомиться с содержанием индивидуального задания, определить поставленные задачи и провести сбор необходимой информации (технической литературы, нормативной документации, патентов, чертежей, схем и т.д.);
- провести расчет эффективной мощности д.в.с. с учетом заданных агротехнических, динамических, тяговых и др. параметров, а также выбрать необходимые исходные данные по методическим рекомендациям;
- провести тепловой расчет д.в.с, включающий:
 - а) определение параметров рабочего цикла;
 - б) определение показателей и основных размеров д.в.с. методом ручного расчета;
- оптимизировать показатели проектируемого двигателя (эффективная мощность N_e , диаметр цилиндра D , ход поршня S и удельный расход топлива g_e) путем сравнения и анализа их значений для прототипа, по результатам ручного расчета и полученных рациональных значений при машинном расчете (по программе ПЭВМ);
- методом анализа различных вариантов машинного расчета ра-

бочего цикла д.в.с. определить и изобразить графически взаимосвязь указанных в индивидуальном задании параметров с учетом исходных данных прототипа;

- определить составляющие теплового баланса;
- провести расчет и построить индикаторную диаграмму рабочего цикла проектируемого двигателя;
- провести анализ сил, действующих в кривошипно-шатунном механизме (КШМ) проектируемого двигателя;
- обосновать исходные данные для динамического расчета д.в.с. по программе ПЭВМ;
- провести анализ результатов расчета и построение диаграммы сил, приведенных к оси поршневого пальца, с использованием метода Брикса и индикаторной диаграммы рабочего цикла;
- провести анализ результатов расчета и построение диаграммы суммарной тангенциальной силы и крутящего момента;
- определить параметры маховика проектируемого двигателя;
- провести анализ результатов расчета, построение диаграммы результирующей силы, действующей на шатунную шейку;
- определить параметры шатунного подшипника проектируемого двигателя.

Часть 2. Тягово-динамический и топливно-экономический расчеты трактора или автомобиля (в соответствии с вариантом задания).

В данный период в соответствии с индивидуальным заданием выполняется вариант А (расчет трактора) или вариант Б (расчет автомобиля), для чего рекомендуется

в варианте А (расчет трактора):

- обосновать массовые и тягово-скоростные параметры проектируемого трактора, рассчитать показатели корректорной ветви и построить регуляторную характеристику двигателя;
- освоить методику и выполнить компьютерный расчет теоретической тяговой характеристики трактора;
- построить графически и проанализировать рассчитанную теоретическую тяговую характеристику трактора;

в варианте Б (расчет автомобиля):

- выбрать исходные параметры для расчета;
- подобрать двигатель автомобиля и построить его скоростную характеристику;
- провести динамический расчет автомобиля, включающий опре-

деление динамического фактора, зависимостей ускорения и величины, обратной ускорению, от скорости автомобиля, а также зависимости времени и пути разгона от скорости автомобиля;

- провести топливно-экономический расчет автомобиля.

Оформление курсового проекта:

- обобщить результаты расчетов 1 и 2 частей курсового проекта и заполнить общие формы и разделы: титульный лист; индивидуальное задание; реферат; оглавление; введение; выводы и предложения; список использованной литературы и источников; приложения. Выводы и предложения должны включать анализ результатов по всему курсовому проекту.

Графическая часть курсового проекта включает графики и диаграммы.

Часть 1:

- индикаторная диаграмма рабочего цикла проектируемого двигателя в сочетании с диаграммой сил, приведенных к оси поршневого пальца (с учетом поправки Брикса);
- диаграмма тангенциальной силы одного цилиндра и суммарной, совмещенной на одном графике;
- диаграмма результирующей силы, приведенной к оси шатунной шейки;
- график влияния заданного в индивидуальном задании параметра на мощностные и экономические показатели двигателя.

Часть 2

Вариант А (трактор):

- график регуляторной характеристики двигателя;
- график тяговой характеристики трактора.

Вариант Б (автомобиль):

- график скоростной (внешней) характеристики двигателя;
- график динамической характеристики автомобиля;
- график зависимости ускорения автомобиля от скорости;
- график зависимости величин, обратных ускорению автомобиля, от скорости;
- график зависимости времени разгона автомобиля от скорости;
- график зависимости пути разгона автомобиля от скорости;
- график экономической характеристики автомобиля.

Графическая часть курсового проекта должна выполняться в соответствии с требованиями ГОСТ 2.107-68; ГОСТ 2.109-73; ГОСТ 2.315-68; ГОСТ 2.104-68; ГОСТ 2.105-69; ГОСТ 2.106-69

и методических рекомендаций вуза [4, 8, 10, 11]. Графическая часть может быть выполнена на листах А1, А2 или А4 (допускается выполнение на миллиметровой бумаге или компьютерное исполнение).

Пояснительная записка оформляется на листах А4 машинным текстом с использованием ПЭВМ с соблюдением следующих правил:

- поля: левое – 30 мм, правое – 10 мм, верхнее – 15 мм, нижнее – 20 мм;
- шрифт размером 14 пт, Times New Roman;
- межстрочный интервал полуторный;
- отступ красной строки – 1,25;
- выравнивание текста – по ширине;
- расстановка переносов – авто;
- нумерация рисунков, таблиц и формул – сквозная или в пределах раздела;
- порядковый номер таблицы проставляется в правом верхнем углу над ее названием после слова «Таблица»;
- заголовок над таблицей, по центру, точка в конце не ставится.

Защита курсового проекта

- Выполненный курсовой проект представляется руководителю с целью окончательной проверки, подписи и допуска к защите.
- Защита проводится публично перед комиссией в форме доклада о выполненной работе (5-8 мин) и ответов на вопросы членов комиссии и присутствующих. Доклад должен включать информацию о результатах расчетов и основные выводы об эффективности проектируемого энергетического средства.
- Дифференцированная оценка результатов защиты, как правило, учитывает содержание доклада, качество оформления пояснительной записки и графической части, результаты расчетов и ответы на вопросы комиссии.

3 ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ С УЧЕТОМ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ЗАДАНИЯ

В данном разделе курсового проекта необходимо выбрать и обосновать достаточное количество исходных данных и параметров для расчета д.в.с. и ЭС по существующим методикам [1, 4, 7, 10] с учетом индивидуального задания.

Индивидуальное задание для курсового проекта определяет прототип ЭС, на параметры которого следует ориентироваться в расчетах, а также основные исходные данные, определяющие условия эксплуатации и технические характеристики ЭС. Дополнительные исходные данные, предусмотренные методиками расчетов, принимаются авторами курсового проекта на основании анализа материалов дисциплины «Основы теории колесных и гусеничных машин», технической информации по вопросам автотракторостроения и эксплуатации сельскохозяйственной техники.

3.1 Обоснование основных исходных данных для расчета д.в.с.

При расчете энергетического средства в частях 1 и 2 курсового проекта должны быть четко согласованы эффективная мощность двигателя N_e и частота вращения коленчатого вала n_n с точки зрения совместной работы двигателя и трансмиссии ЭС. По прототипу ЭС рационально выбрать тип двигателя:

- по расположению цилиндров (Р – рядный, V – образный);
- по числу цилиндров (2, 4, 6, 8 и т.д.);
- по типу топлива и способу смесеобразования (К – карбюраторный, И – инжекторный, Г – газовый, Д – дизельный, Г-Д – газодизельный, Б-Д – биодизельный);
- по наличию наддува (Н – с наддувом).

С учетом условий работы и назначения двигателя, как правило, задаются частота вращения коленчатого вала и степень сжатия.

Одним из важных этапов выполнения курсового проекта является выбор параметров для теплового расчета. Правильный выбор этих параметров позволит получить высокие мощностные и экономические показатели, отвечающие современному уровню развития двигателестроения. Основные данные современных автотракторных двигателей приведены в приложениях 3, 4.

Исходные параметры рекомендуется выбирать, используя

данные прототипа. Степень сжатия задается или выбирается в зависимости от типа двигателя и его назначения.

Для современных автотракторных двигателей степень сжатия находится в следующих пределах:

двигатели карбюраторные и газовые	6-12
двигатели с распределенным впрыском топлива	8,5-12
дизели без наддува	16-20
дизели с наддувом	12-15

Средняя скорость поршня:

карбюраторные и газовые двигатели	9-15 м/с
двигатели с распределенным впрыском топлива	10-20 м/с
дизели	5-12 м/с

Коэффициент наполнения:

карбюраторные двигатели	0,75-0,85
двигатели с распределенным впрыском топлива	0,85-0,95
дизели без наддува	0,80-0,90
дизели с наддувом	0,80-0,95

Коэффициент избытка воздуха:

карбюраторные двигатели	0,75-0,95
двигатели с распределенным впрыском топлива	0,96-1,0
газовые двигатели	0,95-1,0
дизели с неразделенными камерами сгорания и объемным смесеобразованием	1,5-1,8
дизели с пленочным смесеобразованием	1,45-1,55
дизели с наддувом	1,35-2,00

Необходимая с учетом условий эксплуатации номинальная эффективная мощность энергетического средства (трактора или автомобиля) определяется методом тягово-динамического расчета при заданных исходных параметрах.

А. Расчет необходимой эффективной номинальной мощности д.в.с. трактора.

Мощность двигателя определяется из условий реализации заданной крюковой силы на первой передаче с определенной скоростью:

$$N_{en} = \frac{(P_{kp1} + P_f) V_{T1}}{3600 \cdot \eta_{mp} \cdot X_{\varnothing}}, \text{ кВт}, \quad (3.1)$$

где V_{T1} – заданная теоретическая скорость движения трактора на первой передаче, км/ч;

η_{mp} – КПД трансмиссии, принимается для колесных тракторов 0,91-0,92, для гусеничных – 0,86-0,88;

X_{Σ} – коэффициент эксплуатационной загрузки двигателя, принимается равным 1.

P_f – сила сопротивления перекачиванию трактора определяется по формуле:

$$P_f = f m_{\Sigma} g, \text{ Н}, \quad (3.2)$$

где f – коэффициент сопротивления качению;

m_{Σ} – эксплуатационная масса трактора;

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

Б. Расчет необходимой эффективной номинальной мощности д.в.с. автомобиля.

Величина лобовой площади автомобиля определяется по формуле:

$$F = 0,778 \cdot B \cdot H, \text{ м}^2, \quad (3.3)$$

где B и H – ширина и высота автомобиля, м.

Сила сопротивления воздуха определяется по формуле

$$P_w = \frac{k \cdot F \cdot V^2}{13}, \text{ Н}, \quad (3.4)$$

где k – коэффициент сопротивления воздуха, $\frac{\text{Н} \cdot \text{с}^2}{\text{м}^4}$;

F – лобовая площадь автомобиля, м^2 ;

V – скорость движения автомобиля, км/ч .

Мощность двигателя, необходимая для обеспечения максимальной скорости движения автомобиля, определяется по формуле:

$$N_v = \frac{N_f + N_w}{\eta_{mp}}, \text{ кВт}. \quad (3.5)$$

N_f определяется по формуле

$$N_f = \frac{f \cdot m_a \cdot g \cdot V_{\max}}{3600}, \text{ кВт}, \quad (3.6)$$

где m_a – полная масса автомобиля, кг ;

f – коэффициент сопротивления дороги;

V_{\max} – максимальная скорость движения автомобиля, км/ч .

Для определения мощности N_w может быть использована

формула

$$N_w = \frac{k \cdot F \cdot V_{\max}^3}{46000}, \text{ кВт}, \quad (3.7)$$

где $k \cdot F$ – фактор сопротивления воздуха, $\frac{\text{Н} \cdot \text{с}^2}{\text{м}^2}$.

Подсчитанная по приведенной формуле (3.5) мощность N_v является максимальной для дизельного двигателя. Для бензинового двигателя максимальная мощность $N_{e \max}$ подсчитывается по формуле Лейдермина

$$N_{e \max} = \frac{N_v}{a \cdot \left(\frac{n_v}{n_n}\right) + b \cdot \left(\frac{n_v}{n_n}\right)^2 - c \cdot \left(\frac{n_v}{n_n}\right)^3}, \text{ кВт}, \quad (3.8)$$

где n_v и n_n – частота вращения коленчатого вала двигателя соответственно при максимальной скорости и максимальной мощности;

a, b, c – постоянные коэффициенты.

Для карбюраторных двигателей $a = b = c = 1$.

Отношение $\frac{n_v}{n_n}$ для автомобилей с бензиновыми двигателями изменяется в пределах 1,05-1,2.

4 РАСЧЕТ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

4.1 Расчет рабочего цикла и показателей двигателя

Двигатель, как силовая установка мобильного энергетического средства, является его основой, преобразующей различные виды энергии в механическую работу. Современные тракторы и автомобили, являющиеся основными энергетическими средствами в сельскохозяйственном производстве, оборудованы тепловыми двигателями внутреннего сгорания, где реализуются действительные рабочие циклы с учетом назначения и типа двигателя, вида топлива, способов смесеобразования, воспламенения и сгорания топливозвоздушной смеси.

Для построения индикаторной диаграммы определяют параметры состояния газов в цилиндре двигателя (абсолютное давление p и абсолютную температуру T) в характерных точках индикаторной диаграммы. Такими точками являются: a – конец впуска; c – конец сжатия; z – конец сгорания; b – конец расширения; r – конец выпуска.

При впуске анализируется взаимодействие свежего заряда (P_0, T_0) и остаточных газов предыдущего цикла (P_r, T_r).

В двигателях без наддува воздух в цилиндры поступает из атмосферы, и при расчете рабочего цикла давление окружающей среды принимается равным $P_0 = 0,1$ МПа, а температура $T_0 = 288$ К.

В двигателе с наддувом давление и температуру окружающей среды при расчете принимают равными давлению P_k и температуре T_k воздуха на выходе из нагнетателя.

В зависимости от степени наддува принимаются следующие значения давления P_k наддувочного воздуха:

низкий наддув	$1,5P_0$;
средний наддув	$(1,5-2,2)P_0$;
высокий наддув	$(2,2-2,5)P_0$.

Температура воздуха за компрессором:

$$T_K = T_0 \cdot \left(\frac{P_K}{P_0} \right)^{\frac{n_K - 1}{n_0}}, \text{ К}, \quad (4.1)$$

где n_K – показатель политропы сжатия воздуха в компрессоре.

По опытным данным значения n_K принимают в следующих пределах: для осевых и центробежных нагнетателей $n_K = 1,4-2,0$.

Для автотракторных двигателей без наддува и с наддувом давление остаточных газов:

$$P_r = (1,05 \dots 1,25) \cdot P_0, \text{ МПа}. \quad (4.2)$$

Для двигателей с высокой частотой вращения принимают большие значения P_r .

Для двигателей с газотурбинным наддувом:

$$P_r = (0,75 \dots 0,98) \cdot P_K, \text{ МПа}. \quad (4.3)$$

Температура остаточных газов T_r в зависимости от конструктивных параметров и режимов работы для четырехтактных двигателей принимается в следующих пределах:

карбюраторные двигатели и двигатели с распределенным впрыском топлива	900-1100 К;
газовые двигатели	750-1000 К;
дизели без наддува и с наддувом	600-900 К.

Температура подогрева заряда ΔT по опытным данным составляет:

карбюраторные и газовые двигатели и двигатели с распределенным впрыском топлива	5-25°;
дизели без наддува	20-40°;
дизели с наддувом	0-10°.

Давление в конце впуска:

$$P_a = P_0 - \Delta P_a, \text{ МПа}; \quad (4.4)$$

$$P_a = P_\kappa - \Delta P_a, \text{ МПа}. \quad (4.5)$$

Современные автотракторные четырехтактные двигатели значения ΔP_a имеют в следующих пределах:

карбюраторные и газовые двигатели	(0,05-0,20) P_0 ;
дизели без наддува	(0,03-0,18) P_0 ;
дизели с наддувом	(0,03-0,10) P_κ .

Температура в конце впуска:

$$T_a = \frac{T_\kappa + \Delta T + \gamma_r \cdot T_r}{1 + \gamma_r}, \text{ К}, \quad (4.6)$$

где γ_r – коэффициент остаточных газов.

$$\gamma_r = \frac{T_\kappa + \Delta T}{T_r} \cdot \frac{P_r}{\varepsilon \cdot P_a - P_r}. \quad (4.7)$$

Для четырехтактных двигателей без наддува в расчетах принимают $T_\kappa = T_0$, $P_\kappa = P_0$.

Значения γ_r для современных автотракторных двигателей находятся в следующих пределах:

карбюраторные и газовые двигатели	0,04-0,08;
двигатели с распределенным впрыском топлива	0,03-0,05;
дизели без наддува и с наддувом	0,03-0,06.

Современные четырехтактные автотракторные двигатели имеют значение T_a в пределах:

карбюраторные, газовые и двигатели с распределенным впрыском топлива	320-380 К;
дизели без наддува	310-350 К;
дизели с наддувом	320-400 К.

4.1.2 Процесс сжатия

Расчет давления P_c и температуры T_c в конце сжатия проводят по уравнениям политропического процесса:

$$P_c = P_a \cdot \varepsilon^{n_1}, \text{ МПа}; \quad (4.8)$$

$$T_c = T_a \cdot \varepsilon^{n_1 - 1}, \text{ К}, \quad (4.9)$$

где n_1 – средний показатель политропы сжатия, который определяется по эмпирической формуле:

$$n_1 = 1,41 - \frac{100}{n}, \quad (4.10)$$

где n – частота вращения коленчатого вала, мин^{-1} .

Значения n_1 , P_c и T_c для современных автотракторных двигателей находятся в следующих пределах:

карбюраторные и газовые двигатели:

$n_1 = 1,34-1,39$; $P_c = 0,9-1,6$ МПа; $T_c = 650-800$ К;

двигатели с распределенным впрыском топлива:

$n_1 = 1,36-1,38$; $P_c = 2,0-2,6$ МПа; $T_c = 780-820$ К;

дизели без наддува:

$n_1 = 1,38-1,42$; $P_c = 3,5-5,5$ МПа; $T_c = 700-900$ К;

дизели с наддувом:

$n_1 = 1,35-1,38$; $P_c = 6-8$ МПа; $T_c = 900-1000$ К.

4.1.3 Процессы смесеобразования и сгорания

Процессы смесеобразования и сгорания являются основными в реализации рабочего цикла двигателя, в течение которого теплота, выделяющаяся при сгорании топливовоздушной смеси, идет на повышение внутренней энергии рабочего тела и на совершение механической работы.

В автотракторных двигателях широко используются минеральные жидкие топлива (бензин, дизельное топливо), сжатые или сжиженные газы (природный, промышленный или синтезированный).

ный), альтернативные растительные топлива (рапсовое масло, биодизель, смесевое минерально-растительное топливо, МЭРМ – метиловый эфир рапсового масла и т.д.). Характеристики основных видов топлива приведены в приложении 3.

Теоретически необходимое количество воздуха для полного сгорания 1 кг жидкого или 1 м³ газообразного топлива определяется по его элементарному составу.

Для жидких топлив соответственно в l_0 [кг воздуха / кг топлива] и L_0 [киломолярный воздух / кг топлива]:

$$l_0 = \frac{1}{0,23} \cdot \left(\frac{8}{3C} + 8H - O_T \right); \quad (4.11)$$

$$L_0 = \frac{1}{0,21} \cdot \left(\frac{C}{12} + \frac{H}{4} - \frac{O_T}{32} \right); \quad (4.12)$$

$$l_0 = m_B \cdot L_0, \quad (4.13)$$

где 0,23 и 0,21 – соответственно значения массового и объемного содержания кислорода в 1 кг воздуха;

m_B – масса 1 киломоля воздуха ($m_B = 28,96$ кг/кмоль);

C, H, O_T – соответственно массовые доли углерода, водорода и кислорода, содержащихся в топливе (средние значения их приведены в приложении 5).

Для газообразного топлива в [моль воздуха / моль топлива] или [м³ воздуха / м³ топлива]:

$$L'_0 = \frac{1}{0,21} \left[\frac{r_{CO}}{2} + \frac{r_{H_2}}{2} + \sum r_{C_m H_n} \cdot \left(m + \frac{n}{2} \right) - r_{O_2} \right], \quad (4.14)$$

где n, m, r – соответственно число атомов углерода (0-5), водорода (0-12) и кислорода (0-2).

Действительное количество воздуха, поступившее в цилиндр:

$$M_1 = L = \alpha \cdot L_0, \quad (4.15)$$

где α – коэффициент избытка воздуха.

Количество остаточных газов в цилиндре двигателя равно:

$$M_r = \gamma_r \cdot M_1 = \gamma_r \cdot \alpha \cdot L_0. \quad (4.16)$$

Для газообразного топлива количество остаточных газов:

$$M_r = \gamma_r \cdot (\alpha \cdot L'_0 + 1), \quad (4.17)$$

где γ_r – коэффициент остаточных газов.

Число киломолей продуктов сгорания 1 кг жидкого топлива в [кмоль/кг]:

$$M_2 = \alpha \cdot L_0 + \frac{H}{4} + \frac{O_T}{32} \text{ при } \alpha \geq 1; \quad (4.18)$$

$$M_2 = \alpha \cdot L_0 + \frac{H_2}{4} + \frac{O_T}{32} + 0,21 \cdot L_0 (1 - \alpha) \text{ при } \alpha < 1. \quad (4.19)$$

Для газообразного топлива:

$$M_2 = M_{CO_2} + M_{H_2O} + M_{N_2} + M_{O_2}, \quad (4.20)$$

где M_{N_2} – количество азота в воздухе.

Состав продуктов сгорания одного киломоля газообразного топлива в кмоль/кмоль, состав которого дается в объемных долях, определяется по формулам:

$$M_{CO_2} = r_{CO} + \sum r_{C_m H_n} \cdot m + r_{CO_2}; \quad (4.21)$$

$$M_{H_2O} = r_{H_2} + \sum r_{C_m H_n} \cdot n/2 + r_{H_2O}; \quad (4.22)$$

$$M_{N_2} = 0,79\alpha \cdot L'_0 + r_{N_2}; \quad (4.23)$$

$$M_{O_2} = 0,21(\alpha - 1)L'_0. \quad (4.24)$$

Действительный коэффициент молекулярного изменения рабочей смеси характеризует изменение объема газов при сгорании и равен:

$$\beta = \frac{M_z}{M_c} = \frac{M_2 + M_r}{M_1 + M_r}, \quad (4.25)$$

для карбюраторных двигателей и двигателей

с распределенным впрыском топлива

$$\beta = 1,05-1,08;$$

для дизелей

$$\beta = 1,01-1,05;$$

для газовых двигателей

$$\beta = 0,95-1,07.$$

Давление в конце сгорания определяют по формулам:
карбюраторные двигатели:

$$P_z = \beta \cdot P_c \cdot \frac{T_z}{T_c}; \quad (4.26)$$

дизели:

$$P_z = \lambda \cdot P_c, \quad (4.27)$$

где λ – степень повышения давления.

Значение λ для автотракторных двигателей составляет:

карбюраторные двигатели	3-4;
газовые двигатели и двигатели	
с распределенным впрыском топлива	3-5;
дизели	1,2-2,5.

Температура в конце сгорания определяется из уравнения сгорания, которое имеет вид:

карбюраторные двигатели:

$$C_{V_1} \cdot T_c + \frac{\xi \cdot (Q_H - \Delta Q_H)}{\alpha \cdot L_0(1 + \gamma_r)} = \beta \cdot C'_V \cdot T_z; \quad (4.28)$$

дизели:

$$(C_{V_1} + 8,315 \cdot \lambda) \cdot T_c + \frac{\xi \cdot Q_H}{\alpha \cdot L_0(1 + \gamma_r)} = \beta \cdot C'_p \cdot T_z; \quad (4.29)$$

газовые двигатели:

$$C_{V_1} \cdot T_c + \frac{\xi \cdot Q_H \cdot 10^3}{(\alpha \cdot L'_0 + 1)(1 + \gamma_r)} = \beta \cdot C''_V \cdot T_z, \quad (4.30)$$

где ξ – коэффициент использования тепла, значение которого находится в пределах:

двигатели с распределенным впрыском топлива	0,88-0,98;
карбюраторные двигатели	0,85-0,95;
газовые двигатели	0,80-0,85;
дизели	0,70-0,90.

Q_H – низшая теплотворная способность топлива, значение которой для различных топлив приведены в приложении 3;

ΔQ_H – потеря части теплотворности из-за химической непол-

ноты сгорания топлива при $\alpha < 1$.

$$\Delta Q_H = 12 \cdot (1 - \alpha) \cdot L_0 \cdot 10^4, \text{ кДж/кг топлива.} \quad (4.31)$$

Средние молекулярные теплоемкости в кДж/(кмоль·К) подсчитываются по следующим формулам:

для свежего заряда:

$$C_{V_1} = 20,16 + 1,738 \cdot 10^{-3} \cdot T_c, \quad (4.32)$$

где T_c – температура в конце сжатия, К;

для продуктов сгорания:

$$C'_V = (18,4 + 2,6 \cdot \alpha) + (15,5 + 13,8 \cdot \alpha) \cdot 10^{-4} \cdot T_z \quad (\text{при } \alpha < 1); \quad (4.33)$$

$$C'_p = 8,315 + \left(20 + \frac{0,92}{\alpha}\right) + \left(15,5 + \frac{13,8}{\alpha}\right) \cdot 10^{-4} \cdot T_z \quad (\text{при } \alpha \geq 1);$$

для продуктов сгорания газовых двигателей:

$$C''_V = \sum r_k \cdot C_{V_1}, \quad (4.34)$$

где r_k – объемная доля каждого газа, входящего в состав продуктов сгорания;

C_{V_1} – теплоемкость этого компонента.

Объемная доля каждого газа, входящего в состав продуктов сгорания:

$$r_k = \frac{M_k}{M_2}, \quad (4.35)$$

где M_k – число киломолей этого газа, образующегося при сгорании одного киломоля газового топлива.

В этих двигателях считается, что продукты сгорания состоят из CO_2 , O_2 , N_2 и H_2O .

Уравнения для вычисления средних молекулярных теплоемкостей газов при изменении температуры конца сгорания T_z до 2800°К имеют следующий вид:

$$C_{V_1} = 25,5 + 4,19 \cdot 10^{-3} \cdot T_z \quad (\text{для } H_2O);$$
$$C_{V_1} = 38,5 + 3,35 \cdot 10^{-3} \cdot T_z \quad (\text{для } CO_2); \quad (4.36)$$

$$C_{V_1} = 22,2 + 1,26 \cdot 10^{-3} T_z \quad (\text{для } N_2);$$

$$C_{V_1} = 23 + 1,67 \cdot 10^{-3} \cdot T_z \quad (\text{для } O_2).$$

Определив числовые значения всех параметров, уравнения сгорания (4.28-4.30) приводят к квадратному уравнению:

$$a \cdot T_z^2 + b \cdot T_z + c = 0. \quad (4.37)$$

Из этого уравнения определяется значение температуры T_z :

$$T_z = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4 \cdot a \cdot c}}{2 \cdot a}, \text{ К.} \quad (4.38)$$

Значения температуры и давления газов в конце сгорания для современных автотракторных двигателей при работе с полной нагрузкой составляют:

для карбюраторных двигателей:

$$T_z = 2400-2900 \text{ К; } P_z = 3,5-6,5 \text{ МПа;}$$

для двигателей с распределенным впрыском топлива:

$$T_z = 2700-3100 \text{ К; } P_z = 8-10 \text{ МПа;}$$

для дизелей:

$$T_z = 1800-2300 \text{ К; } P_z = 5-12 \text{ МПа;}$$

для газовых двигателей:

$$T_z = 2200-2500 \text{ К; } P_z = 3-5 \text{ МПа.}$$

4.1.4 Процессы расширения и выпуска

Значения давления P_b и температуры T_b газов в конце процесса расширения рассчитывают по уравнениям политропического процесса:

для карбюраторных и газовых двигателей:

$$P_b = \frac{P_z}{\varepsilon^{n_2}}; T_b = \frac{T_z}{\varepsilon^{n_2-1}}; \quad (4.39)$$

для дизелей:

$$P_b = \frac{P_z}{\delta^{n_2}}; T_b = \frac{T_z}{\delta^{n_2-1}}, \quad (4.40)$$

где δ – степень последующего расширения:

$$\delta = \frac{V_b}{V_z} = \frac{\varepsilon}{\rho}, \quad (4.41)$$

где ρ – степень предварительного расширения:

$$\rho = \frac{V_z}{V_c} = \frac{\beta \cdot T_z}{\lambda \cdot T_c}. \quad (4.42)$$

Для автотракторных дизелей:

$$\delta = 10-18; \quad \rho = 1,2-2,4.$$

Показатель политропы расширения n_2 для современных автотракторных двигателей определяется по формуле:

$$n_2 = 1,22 + \frac{130}{n}. \quad (4.43)$$

При номинальной нагрузке находится в пределах:

для карбюраторных двигателей и двигателей с распределенным впрыском топлива	1,23-1,30;
для газовых двигателей	1,25-1,35;
для дизелей	1,18-1,28.

Значения давления и температуры для современных автотракторных двигателей составляют:

для бензиновых и газовых двигателей:

$$P_b = 0,35-0,60 \text{ МПа}, \quad T_b = 1400-1700 \text{ К};$$

для дизелей:

$$P_b = 0,2-0,5 \text{ МПа}, \quad T_b = 1000-1400 \text{ К}.$$

Для проверки теплового расчета и правильности выбора параметров процесса выпуска можно использовать формулу профессора Е. К. Мазинга:

$$T_r = \frac{T_b}{\sqrt[3]{P_b / P_r}}. \quad (4.44)$$

Если полученная величина T_r значительно (более 15%) отличается от ранее выбранной, то необходимо внести уточнения в тепловой расчет.

4.1.5 Определение параметров рабочего цикла, основных показателей и размеров двигателя

Теоретическое среднее индикаторное давление можно определить по построенной индикаторной диаграмме (рис. 4.1):

$$P_{i \text{ расч}} = \mu_p \cdot \frac{F}{l}, \quad (4.45)$$

где F – площадь индикаторной диаграммы (a, c, z, z', b, a), мм²;

μ_p – масштаб индикаторной диаграммы по оси давлений (1 мм = μ МПа);

l – длина индикаторной диаграммы, мм.

При ориентировочных расчетах нижняя граница индикаторной диаграммы устанавливается по линии внешнего атмосферного давления, т.е. часть площади диаграммы ($P_r - P_0$) V_h не учитывается.

Величина среднего теоретического индикаторного давления подсчитывается аналитическим путем на основании формулы (для четырехтактных дизелей):

$$P'_i = \frac{P_c}{\varepsilon - 1} \cdot \left[\lambda(\rho - 1) + \frac{\lambda \cdot \rho}{n_2 - 1} \left(1 - \frac{1}{\delta^{n_2 - 1}}\right) - \frac{1}{n_1 - 1} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_1 - 1}}\right) \right] \quad (4.46)$$

для двигателей с искровым зажиганием:

$$P'_i = \frac{P_c}{\varepsilon - 1} \left[\frac{\lambda}{n_2 - 1} \cdot \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_2 - 1}}\right) - \frac{1}{n_1 - 1} \cdot \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_1 - 1}}\right) \right] \quad (4.47)$$

Точность построения индикаторной диаграммы оценивается коэффициентом погрешности:

$$\delta_n = \left[\frac{(P'_{i \text{ расч}} - P'_i)}{P'_{i \text{ расч}}} \right] \cdot 100\% \quad (4.48)$$

Коэффициент δ_n не должен превышать 3-4%.

Действительное среднее индикаторное давление определяется из уравнения:

$$P_i = P'_i \cdot \nu - \Delta P_i, \quad (4.49)$$

где ν – коэффициент полноты индикаторной диаграммы (для двигателей с искровым зажиганием – $\nu = 0,94-0,97$; для дизелей – $\nu = 0,92-0,95$).

$\Delta P_i = P_r - P_a$ – потери индикаторного давления на выполненные вспомогательных ходов.

Величина среднего индикаторного давления для автотрактор-

ных двигателей имеет следующие значения:

двигатели с искровым зажиганием	0,6-1,6 МПа;
двигатели с распределенным впрыском топлива	1,2-1,6 МПа;
дизели без наддува	0,6-1,1 МПа;
дизели с наддувом	0,8-2,2 МПа.

Среднее давление механических потерь в двигателе определяется по следующим выражениям:

для двигателей с искровым зажиганием:

$$\text{при } S/D > 1 \quad P_m = 0,05 + 0,0155 \cdot C_n, \text{ МПа}; \quad (4.50)$$

$$\text{при } S/D < 1 \quad P_m = 0,04 + 0,0135 \cdot C_n, \text{ МПа}; \quad (4.51)$$

для дизелей с неразделенной камерой сгорания:

$$P_m = 0,105 + 0,012 \cdot C_n, \text{ МПа}; \quad (4.52)$$

для дизелей с разделенной камерой сгорания:

$$P_m = 0,105 + 0,014 \cdot C_n, \text{ МПа}; \quad (4.53)$$

где C_n – скорость поршня при номинальной мощности.

Среднее эффективное давление:

$$P_e = P_i - P_m. \quad (4.54)$$

Механический КПД двигателя:

$$\eta_m = \frac{P_e}{P_i}. \quad (4.55)$$

Механический КПД двигателей находится в следующих пределах:

двигатели с искровым зажиганием	0,7-0,9;
дизели без наддува	0,7-0,82;
дизели с наддувом	0,8-0,9.

Среднее эффективное давление для современных автотракторных двигателей составляет:

двигатели с искровым зажиганием	0,5-1,3 МПа;
дизели без наддува	0,55-0,85 МПа;
дизели с наддувом	0,70-1,75 МПа.

Исходя из заданной величины эффективной мощности N_e , номинальной частоты вращения n , числа цилиндров i , тактности τ и среднего эффективного давления P_e , определяется рабочий объём

ем цилиндра двигателя по формуле:

$$V_h = \frac{30 \cdot N_e \cdot \tau}{P_e \cdot n \cdot i} . \quad (4.56)$$

Рабочий объем цилиндра, с другой стороны, равен:

$$V_h = \pi \cdot S \cdot \frac{D^2}{4} , \quad (4.57)$$

где D – диаметр цилиндра, дм;

S – ход поршня, дм.

Диаметр цилиндра определяется из выражения:

$$D = 100 \cdot \sqrt[3]{\frac{4 \cdot V_h}{\pi \cdot k}} , \text{ мм}, \quad (4.58)$$

где $k = S/D$ – отношение хода поршня к диаметру цилиндра.

Современные автотракторные двигатели проектируются с невысоким значением k :

двигатели с искровым зажиганием 0,7-1,0;

двигатели дизельные 0,90-1,3.

Ход поршня:

$$S = D \cdot k . \quad (4.59)$$

Полученные значения S и D округляют до целых четных чисел или до нуля целых и пяти десятых.

По принятым значениям D и S (в мм) определяют основные параметры и показатели двигателя:

рабочий объем цилиндра:

$$V_h = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot S}{4 \cdot 10^6} , \text{ л}, \quad (4.60)$$

эффективная мощность:

$$N_e = \frac{P_e \cdot V_h \cdot i \cdot n}{30 \cdot \tau} , \text{ кВт}; \quad (4.61)$$

эффективный крутящий момент:

$$M_k = 9550 \cdot \frac{N_e}{n} , \text{ Н} \cdot \text{ м}; \quad (4.62)$$

средняя скорость поршня:

$$C_n = \frac{S \cdot n}{3 \cdot 10^4}, \text{ м/с.} \quad (4.63)$$

Оценка работы двигателя, с точки зрения использования рабочего объема, а также тепловой и динамической напряженности, производится по удельной литровой и поршневой мощностям:

$$N_l = \frac{N_e}{V_h \cdot i} = \frac{P_e \cdot n}{30 \cdot \tau}, \text{ кВт/л;} \quad (4.64)$$

$$N_n = \frac{N_e}{F_n \cdot i} = \frac{P_e \cdot S \cdot n}{30 \cdot \tau}, \text{ кВт/дм}^2. \quad (4.65)$$

Значения литровой N_l и поршневой N_n мощностей для авто-тракторных двигателей находятся в следующих пределах:

	N_l	N_n
двигатели с искровым зажиганием	20-55;	25-45;
двигатели дизельные	10-25;	20-35.

В качестве измерителей топливной экономичности двигателя при работе его на номинальной мощности принимаются:

эффективный удельный расход топлива:

$$g_e = \frac{3,6 \cdot 10^6}{Q_n \cdot \eta_e}, \text{ г/(кВт} \cdot \text{ч)}, \quad (4.66)$$

где $\eta_e = \eta_i \cdot \eta_m$ – эффективный КПД двигателя.

Часовой расход топлива:

$$G_T = \frac{g_e \cdot N_e}{1000}, \text{ кг/ч.} \quad (4.67)$$

Индикаторный КПД двигателя вычисляется по выражению:

$$\eta_i = \frac{P_i \cdot l_0 \cdot \alpha}{Q_n \cdot \rho_0 \cdot \eta_v}, \quad (4.68)$$

где $l_0 \approx 14,5$ кг/кг;

α – коэффициент избытка воздуха;

Q_n – низшая теплотворная способность топлива, кДж/кг;

η_v – коэффициент наполнения;

$$\eta_v = \frac{(P_a \cdot \varepsilon - P_r) \cdot T_k}{P_k (\varepsilon - 1) \cdot (T_k + \Delta T)}. \quad (4.69)$$

ρ_0 – плотность заряда на впуске, кг/м³:

$\rho_0 = P_0 \cdot 10^6 / (B \cdot T_0)$ или $\rho_k = P_k \cdot 10^6 / (B \cdot T_k)$ – при наддуве,
где B – удельная газовая постоянная [$B = 287$ Дж/кг·К].

Для современных двигателей η_i составляет:

двигатели с искровым зажиганием	0,26-0,35;
дизели	0,38-0,50.

Эффективный КПД для автотранспортных двигателей находится в следующих пределах:

двигатели с искровым зажиганием	0,21-0,31;
дизели	0,31-0,42.

Эффективный удельный объемный расход газа (для газового двигателя) определяется по формуле:

$$\nu_e = 87,8 / (Q_n \cdot \eta_e), \text{ м}^3 / (\text{кВт} \cdot \text{ч}). \quad (4.70)$$

Удельный эффективный расход теплоты:

$$g_e = (\nu_e \cdot Q_n) / 24,4, \text{ МДж} / (\text{кВт} \cdot \text{ч}). \quad (4.71)$$

Значение эффективного удельного расхода топлива составляет:

карбюраторные двигатели	300-370 г/(кВт·ч);
дизели с неразделенными камерами сгорания	225-260 г/(кВт·ч);
газовые двигатели (расход теплоты)	14-17 МДж/(кВт·ч).

Часовой расход топлива для газовых двигателей (при $T_0 = 288\text{К}$; $P_0 = 0,098$ МПа):

$$G_T = \nu_e \cdot N_e, \text{ м}^3 / \text{ч}. \quad (4.72)$$

Полученные значения основных размеров двигателя и показатели эффективности его работы заносятся в таблицу 4.1.

4.1.6 Оптимизация показателей проектируемого двигателя по программе ПЭВМ

Результаты теплового расчета двигателя и его основные размеры записываются в таблице 4.1.

Таблица 4.1

Результаты теплового расчета двигателя

Давление газов, МПа					Температура газов, К°				Среднее давление, МПа		КПД			Удельный эффективный расход топлива	Размеры двигателя		
P_a	P_c	P_z	P'_z	P_b	T_a	T_c	T_z	T_b	P_e	P_i	η_i	η_M	η_e	g_e , г/кВт·ч	S , мм	D , мм	V_h , л

Представленные в таблице 4.1 данные являются результатом предварительного ручного расчета параметров проектируемого двигателя, которые не всегда могут быть оптимальными в сравнении с прототипом по основным показателям: эффективная мощность N_e , размеры двигателя D и S , удельный эффективный расход топлива g_e . В связи с этим, необходимо определить наиболее оптимальный вариант теплового расчета проектируемого двигателя с помощью расчетных программ ПЭВМ, имеющихся в ЦИТ Самарской ГСХА и компьютерном классе инженерного факультета, путем варьирования входными параметрами. Полученные при машинном расчете показатели двигателя корректируются с учетом данных прототипа и представляются распечаткой в пояснительной записке.

Таблица 4.2

Сравнение показателей прототипа и результатов теплового расчета проектируемого двигателя

Показатели	N_e , кВт	D , мм	S , мм	g_e , г/(кВт·ч)
Прототип				
Результаты ручного расчета				
Результаты машинного расчета				

Принятые оптимальными результаты ручного или машинного расчета используются в дальнейшем при построении индикаторной диаграммы и динамическом расчете проектируемого двигателя.

4.1.7 Расчет теплового баланса двигателя

Количество теплоты, выделяемой при сгорании вводимого в двигатель топлива за определенное время:

для жидкого топлива:

$$Q_0 = \frac{Q_H \cdot G_T}{3600}, \text{ кДж/с}, \quad (4.73)$$

где Q_H – низшая теплота сгорания, кДж/кг;
для газообразного топлива:

$$Q_0 = Q_H \cdot G_T / 87,8, \text{ кДж/с}, \quad (4.74)$$

где Q_H – низшая теплота сгорания, МДж/кмоль;
 G_T – часовой расход топлива, м³/ч.

Теплота, эквивалентная эффективной работе:

$$Q_e = N_e, \text{ кДж/с}, \quad (4.75)$$

где N_e – эффективная мощность двигателя, кВт.

Количество теплоты, передаваемой охлаждающей жидкости:

$$Q_{охл} = c \cdot i \cdot D^{1+2m} \cdot n^m \cdot \frac{Q_H - \Delta Q_H}{\alpha \cdot Q_H \cdot 1000}, \text{ кДж/с}, \quad (4.76)$$

где c – коэффициент пропорциональности (для четырехтактных двигателей $c = 0,45-0,53$);

i – число цилиндров;

D – диаметр цилиндра, см;

m – показатель степени ($m = 0,6-0,7$);

n – частота вращения коленчатого вала, мин⁻¹;

α – коэффициент избытка воздуха.

Количество теплоты, теряемое в связи с неполнотой сгорания при $\alpha < 1$:

$$\Delta Q_H = 12 \cdot 10^4 \cdot (1 - \alpha) \cdot L_0; \quad (4.77)$$

$$Q_{н.с.} = \frac{\Delta Q_H \cdot G_T}{3600}. \quad (4.78)$$

Количество теплоты, теряемой с отработавшими газами:

$$Q_2 = G_T (c'_p M_2 T'_r - c_{p1} \alpha \cdot L_0 T_0) 3,6 \cdot 10^{-3}, \text{ кДж/с}; \quad (4.79)$$

для двигателей, работающих на газовом топливе:

$$Q_2 = G_T [c'_p \cdot M_2 \cdot T'_r - c_{p1} (\alpha \cdot L_0 + 1) \cdot T_0] 87,8 \cdot 10^{-3}, \text{ кДж/с}, \quad (4.80)$$

где α – коэффициент избытка воздуха;

T'_r – температура отработавших газов ($T'_r = T_r - 70^\circ$);
 c_p и c'_p – средние молекулярные теплоемкости свежего заряда
и продуктов сгорания;

$$c_{p_1} = 8,315 + c_{v_1} ; \quad (4.81)$$

где $c'_p = 8,315 + c'_v$ – для двигателей, работающих на жидком топливе;

$$c'_p = 8,315 + c''_v \text{ – для газовых двигателей.}$$

Значения c_v , c'_v , c''_v определяются по формулам, указанным в «Тепловом расчете двигателя».

Неучтенные потери теплоты включаются в остаточный член баланса:

$$Q_{ост} = Q_0 - (Q_e + Q_{охл} + Q_z + Q_{н.с.}). \quad (4.82)$$

Составляющие теплового баланса показаны в таблице 4.3.

Таблица 4.3

Результаты расчета теплового баланса двигателя

Составляющие теплового баланса	Q , кДж/с	q , %

4.1.8 Расчет и построение индикаторной диаграммы

Индикаторная диаграмма строится совмещенной: теоретическая и действительная в координатных осях PV , в которой по оси ординат откладывается давление газов в цилиндре в МПа, а по оси абсцисс – полный объем цилиндра.

Размеры индикаторной диаграммы по оси абсцисс (объемы) рекомендуется брать не менее 100-150 мм. Высота по оси ординат (давление) должна быть больше длины в 1,2-1,5 раза.

На оси абсцисс (рис. 4.1, 4.2) откладывают произвольный отрезок, изображающий в каком-либо масштабе объем камеры сгорания V_c , этот отрезок принимается за единицу. Затем на этой оси откладываются в принятом масштабе объемы:

$$V_z = \rho \cdot V_c ; \quad V_a = \varepsilon \cdot V_c = V_c + V_h .$$

Выбираем масштаб давлений μ_p из следующих рекомендуемых значений: 0,02; 0,025; 0,04; 0,05; 0,08; 0,1 МПа/мм.

В принятом масштабе давлений по оси ординат отмечают

точки a, c, z, z', b, r , соответствующие давлениям: P_a, P_c, P_z, P_b, P_r , давление $P_{z'}=P_z$, первое из них соответствует точке V_c на оси абсцисс, второе – точке V_z .

Через точки $P_{z'}=P_z, P_0$ и P_r проводят прямые, параллельные оси абсцисс. Точки a и c соединяются политропой сжатия, а точки z и b – политропой расширения. Промежуточные точки этих кривых определяются из условия, что каждому значению V_x на оси абсцисс соответствуют следующие значения давлений:

$$P_x = P_a \cdot \left(\frac{V_a}{V_x} \right)^{n_1} \quad \text{– для политропы сжатия;}$$

$$P'_x = P_b \cdot \left(\frac{V_b}{V_x} \right)^{n_2} \quad \text{– для политропы расширения,}$$

где P_x и P'_x – искомые давления в промежуточных точках на политропах сжатия и расширения;

$V_a/V_x, V_b/V_x$ – отношение объемов, выраженных в единицах длины (по чертежу);

n_1 и n_2 – показатели политроп сжатия и расширения.

Для двигателей с искровым зажиганием отношение V_a/V_x изменяется в пределах $1 - \varepsilon$, для дизелей в первом случае от 1 до ε , во втором – $1 - \delta$, где δ – степень последующего расширения.

Для построения политроп необходимо определить значения давлений в 9 точках, включая точки a и c, z и b .

Результаты расчетов ординат точек политроп рекомендуется записать в таблицу 4.4.

Таблица 4.4

Расчет политроп сжатия и расширения

№ точек	Ox, мм	OB/Ox	Политропа сжатия			Политропа расширения		
			$(OB/Ox)^{n_1}$	P_x/μ_p , мм	P_x , МПа	$\left(\frac{OB}{Ox} \right)^{n_2}$	P'_x/μ_p , мм	P'_x

Расчет параметров таблицы 4.4 может быть выполнен по программе ПЭВМ с учетом типа двигателя.

По полученным данным строится теоретическая индикаторная диаграмма. Для получения действительной диаграммы необходи-

мо нанести скругления на теоретическую. Приближенное скругление выполняется следующим образом.

Касание политропы сжатия линии верхней мертвой точки (в.м.т.) должно быть выше точки c примерно на $1/3$ отрезка cz (рис. 4.1) или отрезка cz' (рис. 4.2), а начало видимого повышения давления на линии сжатия должно находиться до в.м.т. за $0,08V_h$ (для двигателей с искровым зажиганием) и за $0,04V_h$ (для дизелей). Действительное давление в конце сгорания составляет $0,85P_z$ (рис. 4.1). Положение точки z' (рис. 4.1) должно быть смещено вправо от линии cz на $10-15^\circ$ поворота коленчатого вала по развернутой индикаторной диаграмме.

Точка b' , характеризующая конец расширения в действительном рабочем цикле, обычно расположена на половине расстояния между точками a и b (рис. 4.1, 4.2).

Построение индикаторной диаграммы для дизеля с наддувом практически не отличается от описанного выше способа; только линия впуска будет проходить выше линии атмосферного давления и может совпадать с линией выпуска.

4.1.9 Исследование взаимосвязи параметров рабочего цикла

Технический уровень двигателя внутреннего сгорания характеризуется взаимосвязью основных параметров и показателей рабочего цикла, которые можно подразделить на следующие группы:

динамические:

- N_e , мощность эффективная, кВт;
- M_e , крутящий момент эффективный, Н·м;
- n , частота вращения коленвала, мин^{-1} ;

экономические:

- η_i , η_M , η_e , коэффициенты полезного действия (индикаторный, механический, эффективный);

- G_T , часовой расход топлива, кг/ч;
- g_e , удельный расход топлива, г/кВт·ч;

конструкционные, теплотехнические и характеристические:

- ε – степень сжатия;
- диаметр цилиндра и ход поршня, мм;
- степень повышения давления;
- коэффициент наполнения цилиндров;

- коэффициент избытка воздуха.

В данном разделе необходимо установить взаимосвязь указанных в задании параметров по результатам машинного расчета двигателя при разных значениях исследуемых параметров в характерных для современных двигателей пределах и построить график зависимости. Варьирование исследуемых параметров следует проводить при постоянных значениях прочих исходных данных для расчета проектируемого двигателя, характерных для оптимального режима, принятого за основу в тепловом расчете при сравнении результатов ручного и машинного расчетов.

4.1.10 Примеры теплового расчета двигателей внутреннего сгорания

Пример 1. Провести тепловой расчет двигателя мощностью $N_e = 59$ кВт, с частотой вращения коленчатого вала $n=5600$ мин⁻¹, степенью сжатия $\varepsilon=8,8$. Прототипом является двигатель ВАЗ-2105.

Процесс впуска

1. Принимаем: давление окружающего воздуха $P_o=0,1$ МПа; температуру окружающего воздуха $T_o= 288$ К; температуру остаточных газов $T_r = 1000$ К; температуру подогрева свежего заряда $\Delta T = 150$ К.

2. Давление остаточных газов $P_r = (1,05 \dots 1,25)P_o = 1,15 \cdot 0,1 = 0,115$ МПа.

3. Потери давления на впуске $\Delta P_a = (0,05 \dots 0,20)P_o = 0,2 \cdot 0,1 = 0,02$ МПа.

4. Давление в конце впуска $P_a = P_o - \Delta P_a = 0,1 - 0,02 = 0,08$ МПа.

5. Коэффициент остаточных газов

$$\gamma_r = \frac{T_o + \Delta T}{T_r} \cdot \frac{P_r}{\varepsilon \cdot P_a - P_r} = \frac{288 + 15}{1000} \cdot \frac{0,115}{8,8 \cdot 0,08 - 0,115} = 0,059 .$$

6. Температура в конце впуска

$$T_a = \frac{T_o + \Delta T + \gamma_r \cdot T_r}{1 + \gamma_r} = \frac{288 + 15 + 0,059 \cdot 1000}{1 + 0,059} = 341 \text{ К.}$$

Процесс сжатия

1. Показатель политропы сжатия $n_i = 1,41 - 100/n = 1,41 - 100/5600 = 1,39$.

2. Давление в конце сжатия $P_c = P_a e^{n1} = 0,08 \cdot 8,8^{1,39} = 1,65$ МПа.

3. Температура в конце сжатия $T_c = T_a e^{n1-1} = 341 \cdot 8,8^{1,39-1} = 796$ К.

Процесс сгорания

1. Теоретически необходимое количество воздуха для сгорания 1 кг топлива

$$l_0 = \left(\frac{1}{0,23} \right) \cdot \left(\frac{8}{3} C + 8H - O_T \right) =$$
$$= \left(\frac{1}{0,23} \right) \cdot \left(\frac{8}{3} \cdot 0,854 + 8 \cdot 0,142 - 0,003 \right) = 14,8 \frac{\text{кг воздуха}}{\text{кг топлива}}.$$

$$L_0 = \left(\frac{1}{0,21} \right) \cdot \left(\frac{C}{12} + \frac{H}{4} - \frac{O_T}{32} \right) =$$
$$= \left(\frac{1}{0,21} \right) \cdot \left(\frac{0,854}{12} + \frac{0,142}{4} - \frac{0,003}{32} \right) = 0,51 \frac{\text{кмоль воздуха}}{\text{кг топлива}}.$$

2. Действительно поступившее количество воздуха

$$M_1 = \alpha L_0 = 0,95 \cdot 0,51 = 0,480 \text{ кмоль.}$$

3. Количество остаточных газов $M_r = \gamma_r \cdot M_1 = 0,059 \cdot 0,480 = 0,028$ кмоль.

4. Число киломолей продуктов сгорания 1 кг жидкого топлива

$$M_2 = \alpha \cdot L_0 + H_2/4 + O_T/32 + 0,21 \cdot L_0(1 - \alpha) =$$
$$= 0,95 \cdot 0,51 + 0,142/4 + 0,003/32 + 0,21 \cdot 0,51(1 - 0,95) = 0,528 \frac{\text{кмоль}}{\text{кг}}.$$

5. Действительный коэффициент молекулярного изменения рабочей смеси

$$\beta = \frac{M_2 + M_r}{M_1 + M_r} = \frac{0,528 + 0,028}{0,480 + 0,028} = 1,09.$$

6. Средняя молекулярная теплоемкость

а) свежего заряда

$$C_{V1} = 20,16 + 1,738 \cdot 10^{-3} T_c =$$

$$= 20,16 + 1,738 \cdot 10^{-3} \cdot 796 = 21,54 \frac{\text{кДж}}{(\text{кмоль} \cdot \text{К})};$$

б) продуктов сгорания

$$C'_v = (18,4 + 2,6\alpha) + (15,5 + 13,8\alpha)10^{-4} T_z = 20,87 + 28,61 \cdot 10^{-4} \cdot T_z$$

7. Принимаем: низшая теплотворная способность топлива $Q_n = 43500$ кДж/кг; коэффициент использования тепла $\xi = 0,9$.

8. Потери части теплотворности из-за неполноты сгорания

$$\Delta Q_n = 12(1 - \alpha)L_0 \cdot 10^4 = 12(1 - 0,95) \cdot 0,51 \cdot 10^4 = 3060 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

9. Температура в конце сгорания определяется из уравнения

$$C_{v_1} T_c + \frac{\xi \cdot (Q_n - \Delta Q_n)}{\alpha \cdot L_0 (1 + \gamma_r)} = \beta \cdot C'_v T_z;$$

$$21,54 \cdot 796 + \frac{0,9(43500 - 3060)}{0,95 \cdot 0,51 \cdot (1 + 0,059)} = 1,09(20,87 + 28,61 \cdot 10^{-4} \cdot T_z) \cdot T_z;$$

$$0,0031 \cdot T_z^2 + 22,54 \cdot T_z - 87592 = 0$$

$$T_z = 2800 \text{ К}.$$

10. Давление в конце сгорания

$$P_z = \frac{\beta \cdot P_c \cdot T_z}{T_c} = \frac{1,09 \cdot 1,65 \cdot 2800}{796} = 6,32 \text{ МПа}.$$

Процесс расширения

1. Показатель политропы расширения

$$n_2 = 1,22 + \frac{130}{n} = 1,22 + \frac{130}{5600} = 1,24.$$

2. Давление в конце расширения

$$P_b = \frac{P_z}{\varepsilon^{n_2}} = \frac{6,32}{8,8^{1,24}} = 0,426 \text{ МПа}.$$

3. Температура в конце расширения

$$T_b = \frac{T_z}{\varepsilon^{n_2-1}} = \frac{2800}{8,8^{1,24-1}} = 1666 \text{ К}.$$

4. Проверка ранее принятой T_r

$$T_r = \frac{T_b}{\sqrt[3]{\frac{P_b}{P_r}}} = \frac{1666}{\sqrt[3]{\frac{0,426}{0,115}}} = 1081,8 \text{ К.}$$

Отличие от ранее принятой температуры $T_r = 1000 \text{ К}$ составляет 8,1%, что менее 15%, следовательно, корректировать расчет не требуется.

Определение среднего индикаторного давления

1. Теоретическое среднее индикаторное давление

$$P'_i = \frac{P_c}{\varepsilon - 1} \cdot \left[\frac{\lambda}{n_2 - 1} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_2 - 1}} \right) - \frac{1}{n_1 - 1} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_1 - 1}} \right) \right] =$$

$$= \frac{1,65}{8,8 - 1} \cdot \left[\frac{3,5}{1,24 - 1} \left(1 - \frac{1}{8,8^{1,24 - 1}} \right) - \frac{1}{1,39 - 1} \left(1 - \frac{1}{8,8^{1,39 - 1}} \right) \right] = 1,178 \text{ МПа.}$$

2. Потери индикаторного давления на выполнение вспомогательных ходов

$$\Delta P_i = P_r - P_a = 0,115 - 0,08 = 0,035 \text{ МПа.}$$

3. Действительное среднее индикаторное давление

$$P_i = P'_i \cdot \nu - \Delta P_i = 1,178 \cdot 0,96 - 0,035 = 1,084 \text{ МПа.}$$

Определение основных размеров двигателя и показателей его топливной экономичности

1. Скорость поршня

$$C_n = S \cdot n / 3 \cdot 10^4 = 80 \cdot 5600 / 3 \cdot 10^4 = 14,9 \text{ м/с.}$$

2. Среднее давление механических потерь

$$p_m = 0,05 + 0,0155 C_n = 0,05 + 0,0155 \cdot 14,9 = 0,281 \text{ МПа.}$$

3. Среднее эффективное давление

$$P_e = P_i - p_m = 1,084 - 0,281 = 0,803 \text{ МПа.}$$

4. Механический коэффициент полезного действия двигателя

$$\eta_m = \frac{P_e}{P_i} = \frac{0,803}{1,084} = 0,74.$$

5. Рабочий объем одного цилиндра

$$V_h = \frac{30 \cdot N_e \cdot \tau}{P_e \cdot n \cdot i} = \frac{30 \cdot 59 \cdot 4}{0,803 \cdot 5600 \cdot 4} = 0,394 \text{ л.}$$

6. Диаметр цилиндра (при $S/D=1,053$ по прототипу)

$$D = 100 \sqrt[3]{\frac{4V_h}{\pi k}} = 100 \sqrt[3]{\frac{4 \cdot 0,394}{3,14 \cdot 1,053}} = 77,8 \text{ мм} - \text{принимаем } 78 \text{ мм.}$$

7. Ход поршня $S = D \cdot k = 78 \cdot 1,053 = 82,134 \text{ мм} - \text{принимаем } 82 \text{ мм.}$

8. Из принятых D и S определяем:

а) рабочий объем цилиндра

$$V_h = \frac{\pi D^2 \cdot S}{4 \cdot 10^6} = \frac{3,14 \cdot 78^2 \cdot 82}{4 \cdot 10^6} = 0,392 \text{ л.}$$

б) эффективная мощность

$$N_e = \frac{P_e \cdot V_h \cdot i \cdot n}{30 \tau} = \frac{0,803 \cdot 0,392 \cdot 4 \cdot 5600}{30 \cdot 4} = 58,7 \approx 59 \text{ кВт.}$$

в) эффективный крутящий момент

$$M_k = 9550 \frac{N_e}{n} = 9550 \frac{58,7}{5600} = 100 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

г) средняя скорость поршня

$$C_n = \frac{S \cdot n}{30 \cdot 10^4} = \frac{82 \cdot 5600}{30 \cdot 10^4} = 15,3 \text{ м/с.}$$

9. Удельная литровая мощность

$$N_l = \frac{N_e}{V_h \cdot i} = \frac{P_e \cdot n}{30 \tau} = \frac{0,803 \cdot 5600}{30 \cdot 4} = 37,5 \text{ Вт/л.}$$

10. Удельная поршневая мощность

$$N_n = \frac{N_e}{F_n \cdot i} = \frac{P_e \cdot S \cdot n}{30 \tau} = \frac{0,803 \cdot 82 \cdot 10^{-2} \cdot 5600}{30 \cdot 4} = 30,73 \text{ кВт/дм}^2.$$

11. Плотность заряда на впуске

$$\rho_0 = \frac{P_0 \cdot 10^6}{B \cdot T_0} = \frac{0,1 \cdot 10^6}{287 \cdot 288} = 1,2 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}.$$

12. Индикаторный КПД двигателя

$$\eta_i = \frac{P_i \cdot l_0 \cdot \alpha \cdot 10^3}{Q_n \cdot \rho_0 \cdot \eta_v} = \frac{1,084 \cdot 14,8 \cdot 0,95 \cdot 10^3}{43500 \cdot 1,2 \cdot 0,8} = 0,35 .$$

13. Эффективный КПД двигателя

$$\eta_e = \eta_i \cdot \eta_m = 0,74 \cdot 0,35 = 0,26 .$$

14. Эффективный удельный расход топлива

$$g_e = \frac{3,6 \cdot 10^6}{Q_n \cdot \eta_e} = \frac{3,6 \cdot 10^6}{43500 \cdot 0,26} = 318 \frac{г}{кВт \cdot ч} .$$

15. Часовой расход топлива

$$G_T = \frac{g_e \cdot N_e}{1000} = \frac{318 \cdot 58,7}{1000} = 18,7 \frac{кг}{ч} .$$

Отклонение расчетного значения мощности от заданного составляет 0,5%, что допустимо.

Пример 2. Провести тепловой расчет двигателя мощностью $N_e = 60$ кВт, с частотой вращения коленчатого вала $n=2000$ мин⁻¹, степенью сжатия $\varepsilon=16$. Прототипом является двигатель Д-241Д. На двигателе установить турбокомпрессор.

Процесс впуска

1. Принимаем: давление окружающего воздуха $P_o=0,1$ МПа; температуру окружающего воздуха $T_o= 288$ К; температуру остаточных газов $T_r= 600$ К; температуру подогрева свежего заряда $\Delta T= 5$ К; показатель политропы сжатия $n_k=1,7$.

2. Давление надвучного воздуха

$$P_\kappa = 1,5P_o = 1,5 \cdot 0,1 = 0,15 \text{ МПа} .$$

3. Температура воздуха за компрессором

$$T_\kappa = T_o \left(\frac{P_\kappa}{P_o} \right)^{\frac{n_k-1}{n_k}} = 288 \left(\frac{0,15}{0,1} \right)^{\frac{1,7-1}{1,7}} = 340 \text{ К} .$$

4. Давление остаточных газов

$$P_r = 10,8P_\kappa = 0,8 \cdot 0,15 = 0,12 \text{ МПа} .$$

5. Потери давления на впуске

$$\Delta P_a = 0,05P_\kappa = 0,05 \cdot 0,15 = 0,0075 \text{ МПа} .$$

6. Давление в конце впуска

$$P_a = P_\kappa - \Delta P_a = 0,15 - 0,0075 = 0,1425 \text{ МПа} .$$

7. Коэффициент остаточных газов

$$\gamma_r = \frac{T_\kappa + \Delta T}{T_r} \cdot \frac{P_r}{\varepsilon \cdot P_a - P_r} = \frac{340 + 5}{600} \cdot \frac{0,12}{16 \cdot 0,1425 - 0,12} = 0,032 .$$

8. Температура в конце впуска

$$T_a = \frac{T_\kappa + \Delta T + \gamma_r \cdot T_r}{1 + \gamma_r} = \frac{340 + 5 + 0,032 \cdot 600}{1 + 0,032} = 353,5 \text{ К} .$$

Процесс сжатия

1. Средний показатель политропы сжатия $n_l = 1,41 - 100/n = 1,41 - 100/2000 = 1,36$.

2. Давление в конце сжатия $P_c = P_a \varepsilon^{n_l} = 0,1425 \cdot 16^{1,36} = 6,19 \text{ МПа}$.

3. Температура в конце сжатия $T_c = T_a \varepsilon^{n_l - 1} = 353,5 \cdot 16^{1,36 - 1} = 959 \text{ К}$.

Процесс сгорания

1. Теоретически необходимое количество воздуха для сгорания 1кг топлива

$$l_0 = \left(\frac{1}{0,23} \right) \cdot \left(\frac{8}{3} \cdot C + 8H - O_T \right) =$$

$$= \left(\frac{1}{0,23} \right) \cdot \left(\frac{8}{3} \cdot 0,857 + 8 \cdot 0,133 - 0,01 \right) = 14,5 \frac{\text{кг воздуха}}{\text{кг топлива}} ;$$

$$L_0 = \left(\frac{1}{0,21} \right) \cdot \left(\frac{C}{12} + \frac{H}{4} - \frac{O_T}{32} \right) =$$

$$= \left(\frac{1}{0,21} \right) \cdot \left(\frac{0,857}{12} + \frac{0,133}{4} - \frac{0,01}{32} \right) = 0,5 \frac{\text{кмоль воздуха}}{\text{кг топлива}} .$$

2. Действительно поступившее количество воздуха

$$M_1 = \alpha L_0 = 1,7 \cdot 0,5 = 0,85 \text{ кмоль} .$$

3. Количество остаточных газов $M_r = \gamma_r \cdot M_1 = 0,032 \cdot 0,85 = 0,027 \text{ кмоль}$.

4. Число киломолей продуктов сгорания 1 кг жидкого топлива

$$M_2 = \alpha \cdot L_0 + H/4 + O_T/32 =$$

$$= 1,7 \cdot 0,5 + 0,133/4 + 0,01/32 = 0,88 \frac{\text{кмоль}}{\text{кг}} .$$

5. Действительный коэффициент молекулярного изменения рабочей смеси

$$\beta = \frac{M_2 + M_r}{M_1 + M_r} = \frac{0,88 + 0,027}{0,85 + 0,027} = 1,03.$$

6. Средняя молекулярная теплоемкость

а) свежего заряда

$$\begin{aligned} C_{V1} &= 20,16 + 1,738 \cdot 10^{-3} T_c = \\ &= 20,16 + 1,738 \cdot 10^{-3} \cdot 959 = 21,83 \frac{\text{кДж}}{(\text{кмоль} \cdot \text{К})}; \end{aligned}$$

б) продуктов сгорания

$$\begin{aligned} C'_p &= 8,315 + \left(20 + \frac{0,92}{\alpha} \right) + \left(15,5 + \frac{13,8}{\alpha} \right) 10^{-4} T_z = \\ &= 8,315 + \left(20 + \frac{0,92}{1,7} \right) + \left(15,5 + \frac{13,8}{1,7} \right) 10^{-4} T_z = \\ &= 28,85 + 23,62 \cdot 10^{-4} \cdot T_z. \end{aligned}$$

7. Принимаем: низшая теплотворная способность топлива $Q_n = 42800$ кДж/кг; коэффициент использования тепла $\xi = 0,7$.

9. Температура в конце сгорания определяется из уравнения

$$\begin{aligned} (C_{V1} + 8,315\lambda)T_c + \frac{\xi Q_n}{\alpha \cdot L_0(1 + \gamma_r)} &= \beta C'_p T_z; \\ (21,83 + 8,315 \cdot 1,7) \cdot 959 + \frac{0,7 \cdot 42800}{1,7 \cdot 0,5(1 + 0,032)} &= \\ &= 1,03(28,85 + 23,62 \cdot 10^{-4} \cdot T_z) \cdot T_z; \\ 0,0024 \cdot T_z^2 + 29,7 \cdot T_z - 68645 &= 0; \\ T_z &= 1990 \text{ К}. \end{aligned}$$

10. Давление в конце сгорания

$$P_z = \lambda \cdot P_c = 1,7 \cdot 6,19 = 10,52 \text{ МПа}.$$

Процесс расширения

1. Показатель политропы расширения

$$n_2 = 1,22 + \frac{130}{n} = 1,22 + \frac{130}{2000} = 1,28.$$

2. Степень предварительного расширения

$$\rho = \frac{\beta \cdot T_z}{\lambda \cdot T_c} = \frac{1,03 \cdot 1990}{1,7 \cdot 959} = 1,26.$$

3. Степень последующего расширения $\delta = \frac{\varepsilon}{\rho} = \frac{16}{1,26} = 12,7.$

2. Давление в конце расширения

$$P_b = \frac{P_z}{\delta^{n_2}} = \frac{10,52}{12,7^{1,28}} = 0,41 \text{ МПа}.$$

3. Температура в конце расширения

$$T_b = \frac{T_z}{\delta^{n_2-1}} = \frac{1990}{12,7^{1,28-1}} = 975 \text{ К}.$$

4. Проверка ранее принятой T_r

$$T_r = \frac{T_b}{\sqrt[3]{\frac{P_b}{P_r}}} = \frac{975}{\sqrt[3]{\frac{0,41}{0,12}}} = 650 \text{ К},$$

Отличие от ранее принятой температуры $T_r=600$ К составляет 8,3%, что менее 15%, следовательно, корректировать расчет не требуется.

Определение среднего индикаторного давления

1. Теоретическое среднее индикаторное давление

$$\begin{aligned} P'_i &= \frac{P_c}{\varepsilon - 1} \cdot \left[\lambda(\rho - 1) + \frac{\lambda\rho}{n_2 - 1} \left(1 - \frac{1}{\delta^{n_2-1}} \right) - \frac{1}{n_1 - 1} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_1-1}} \right) \right] = \\ &= \frac{6,19}{16 - 1} \cdot \left[1,7(1,26 - 1) + \frac{1,7 \cdot 1,26}{1,28 - 1} \left(1 - \frac{1}{12,7^{1,28-1}} \right) - \frac{1}{1,36 - 1} \left(1 - \frac{1}{16^{1,36-1}} \right) \right] = \\ &= 1,2 \text{ МПа}. \end{aligned}$$

2. Потери индикаторного давления на выполнение вспомогательных ходов

$$\Delta P_i = P_r - P_a = 0,12 - 0,142 = -0,022 \text{ МПа}.$$

3. Действительное среднее индикаторное давление

$$P_i = P'_i \cdot v - \Delta P_i = 1,2 \cdot 0,93 - (-0,022) = 1,14 \text{ МПа}.$$

Определение основных размеров двигателя и показателей его топливной экономичности

1. Скорость поршня

$$C_n = S \cdot n / 3 \cdot 10^4 = 125 \cdot 2000 / 3 \cdot 10^4 = 8,3 \text{ м/с}.$$

2. Среднее давление механических потерь

$$P_m = 0,105 + 0,012 C_n = 0,105 + 0,012 \cdot 8,3 = 0,2 \text{ МПа}.$$

3. Среднее эффективное давление

$$P_e = P_i - P_m = 1,14 - 0,2 = 0,94 \text{ МПа}.$$

4. Механический коэффициент полезного действия двигателя

$$\eta_m = \frac{P_e}{P_i} = \frac{0,94}{1,14} = 0,82.$$

5. Рабочий объем одного цилиндра

$$V_h = \frac{30 \cdot N_e \cdot \tau}{P_e \cdot n \cdot i} = \frac{30 \cdot 60 \cdot 4}{0,94 \cdot 2000 \cdot 4} = 0,96 \text{ л}.$$

6. Диаметр цилиндра (при $S/D=1,136$ по прототипу)

$$D = 100 \sqrt[3]{\frac{4V_h}{\pi k}} = 100 \sqrt[3]{\frac{4 \cdot 0,96}{3,14 \cdot 1,136}} = 102,5 \text{ мм} - \text{принимаем } 102 \text{ мм}.$$

7. Ход поршня $S = D \cdot k = 102 \cdot 1,136 = 115,8 \text{ мм}$ – принимаем 116 мм.

8. Из принятых D и S определяем:

а) рабочий объем цилиндра

$$V_h = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot S}{4 \cdot 10^6} = \frac{3,14 \cdot 102^2 \cdot 116}{4 \cdot 10^6} = 0,947 \text{ л}.$$

б) эффективная мощность

$$N_e = \frac{P_e \cdot V_h \cdot i \cdot n}{30 \tau} = \frac{0,94 \cdot 0,947 \cdot 4 \cdot 2000}{30 \cdot 4} = 59,3 \approx 60 \text{ кВт}.$$

в) эффективный крутящий момент

$$Mk = 9550 \frac{N_e}{n} = 9550 \frac{59,3}{2000} = 283 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

г) средняя скорость поршня

$$C_n = \frac{S \cdot n}{3 \cdot 10^4} = \frac{116 \cdot 2000}{3 \cdot 10^4} = 7,7 \text{ м/с}.$$

9. Удельная литровая мощность

$$N_n = \frac{N_e}{V_h \cdot i} = \frac{P_e \cdot n}{30 \cdot \tau} = \frac{0,94 \cdot 2000}{30 \cdot 4} = 15,7 \text{ кВт/л}.$$

10. Удельная поршневая мощность

$$N_n = \frac{N_e}{F_n \cdot i} = \frac{P_e \cdot S \cdot n}{30 \cdot \tau} = \frac{0,94 \cdot 116 \cdot 10^{-2} \cdot 2000}{30 \cdot 4} = 18,17 \text{ кВт/дм}^2.$$

11. Плотность заряда на впуске

$$\rho_0 = \frac{P_k \cdot 10^6}{B \cdot T_k} = \frac{0,15 \cdot 10^6}{287 \cdot 340} = 1,54 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}.$$

12. Индикаторный КПД двигателя

$$\eta_i = \frac{P_i \cdot l_0 \cdot \alpha \cdot 10^3}{Q_n \cdot \rho_0 \cdot \eta_v} = \frac{1,14 \cdot 14,5 \cdot 1,7 \cdot 10^3}{42800 \cdot 1,54 \cdot 0,9} = 0,47.$$

13. Эффективный КПД двигателя

$$\eta_e = \eta_i \cdot \eta_m = 0,47 \cdot 0,82 = 0,38.$$

14. Эффективный удельный расход топлива

$$g_e = \frac{3,6 \cdot 10^6}{Q_n \cdot \eta_e} = \frac{3,6 \cdot 10^6}{42800 \cdot 0,38} = 221 \frac{\text{г}}{\text{кВт} \cdot \text{ч}}.$$

15. Часовой расход топлива

$$G_T = \frac{g_e \cdot N_e}{1000} = \frac{221 \cdot 59,3}{1000} = 13,1 \frac{\text{кг}}{\text{ч}}.$$

Отклонение расчетного значения мощности от заданного составляет 1,2%, что допустимо.

4.2 Динамический расчет двигателя внутреннего сгорания

4.2.1 Анализ схемы сил, действующих в КШМ проектируемого двигателя

В двигателях внутреннего сгорания возвратно-поступательное движение поршня при последовательной реализации действительного рабочего цикла преобразуется во вращательное движение ко-

ленчатого вала посредством кривошипно-шатунного механизма (КШМ). Динамический расчет кривошипно-шатунного механизма заключается в определении характера действия суммарных сил и моментов, возникающих от давления газов и сил инерции (рис. 4.3). С учетом этих сил рассчитывают основные детали на прочность и износ. При работе двигателя на детали КШМ действуют силы давления газов в цилиндре, силы инерции возвратно-поступательно движущихся масс, центробежные силы, давление на поршень со стороны картера и силы тяжести. Действующие силы воспринимаются полезным сопротивлением от силовой передачи машины, силами трения и опорами двигателя. Для определения характера действия сил и моментов, изменяющихся по величине и направлению, в динамическом расчете рационально их определение для отдельных положений коленчатого вала через 10-30° поворота в пределах продолжительности рабочего цикла (720° – четырехтактный цикл, 360° – двухтактный цикл).

А. Силы, приведенные к оси поршневого пальца:

1) P_r – сила давления газов.

2) P_j – сила инерции возвратно-поступательно движущихся масс.

3) Суммарная сила, приведенная к оси поршневого пальца

$$P_1 = P_r + P_j. \quad (4.83)$$

4) Нормальная сила создает обратный момент

$$N = P_1 \cdot tg\beta. \quad (4.84)$$

$$M_{обп} = -N \cdot A. \quad (4.85)$$

5) Сила, действующая вдоль шатуна

$$P_t = \frac{P_1}{\cos \beta}. \quad (4.86)$$

Б. Силы, приведенные к оси шатунной шейки (обусловлены действием силы P_t и силы инерции вращающихся масс P_c):

6) Центростремительная сила

$$Z = P_t \cdot \cos(\alpha + \beta) = P_1 \frac{\cos(\alpha + \beta)}{\cos \beta}. \quad (4.87)$$

7) Тангенциальная сила

$$T = P_t \cdot \sin(\alpha + \beta) = P_1 \frac{\sin(\alpha + \beta)}{\cos \beta} \quad (4.88)$$

создает крутящий момент двигателя

$$M_k = T \cdot r. \quad (4.89)$$

8) Суммарная сила, действующая вдоль кривошипа,

$$K = P_c + Z. \quad (4.90)$$

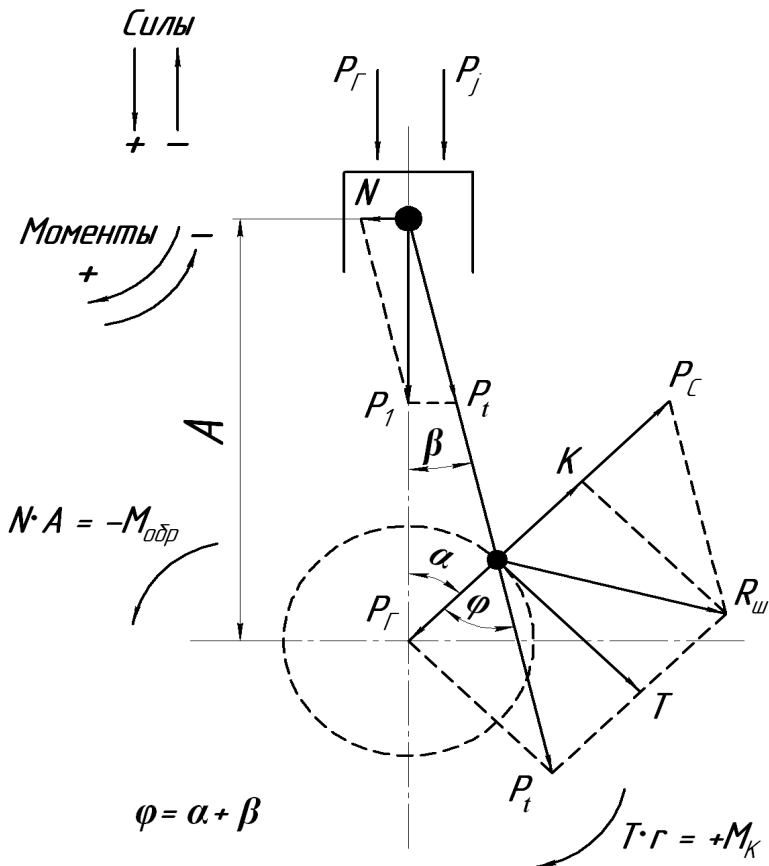


Рис.4.3. Схема сил, действующих в КШМ

9) Результирующая сила, нагружающая шатунную шейку,

$$R_{III} = \bar{P}_t + \bar{P}_c, \text{ или } R_{III} = \sqrt{K^2 + T^2}. \quad (4.91)$$

Сила R_{III} определяет величину и равномерность износа шатунной шейки, а так же нагружает коренную шейку коленвала двигателя.

Масса шатуна, отнесенная к оси шатунной шейки.

$$m_r = (0,7...0,8)m_{III} = \frac{l_{II}}{l_K} \cdot m_{III} \approx 0,725m_{III}, \quad (4.95)$$

$$P_j = P_j' + P_j'' = -\left(m_1 \omega^2 r \cos \alpha + m_1 \omega^2 r \lambda \cos 2\alpha\right), \quad (4.96)$$

P_j' – силы инерции первого порядка,

P_j'' – силы инерции второго порядка.

Направление сил P_j' и P_j'' с учетом характера изменения ускорения в функции угла поворота кривошипа показано на рисунке 4.5. Центробежная сила P_C нагружает шатунную шейку, складываясь с силой P_T .

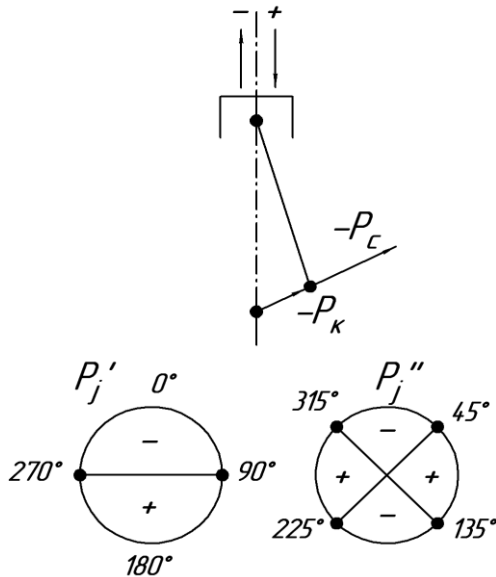


Рис.4.5. Направление действия сил инерции

Коренные шейки дополнительно нагружаются силой P_K , образуя суммарную силу P_Σ .

$$P_\Sigma = -(P_C + P_K). \quad (4.97)$$

В курсовом проекте рассматривается действие сил, приведенных в таблице приложения 9.

4.2.2 Обоснование входных параметров и методы динамического расчета двигателя

Динамический расчет предусматривает определение и анализ действия сил, приведенных к оси поршневого пальца и оси шатунной шейки, и может быть выполнен одним из двух методов:

– ручной расчет по формулам (4.83-4.97) и справочной информации приложений 4, 5 и 6 с представлением итоговой расчетной таблицы (прил. 9);

– машинный расчет по программе ПЭВМ с представлением итоговой распечатки.

При том и другом методе необходимо выбрать и обосновать входные параметры для динамического расчета с учетом исходных данных и результатов теплового расчета проектируемого двигателя.

– Радиус кривошипа коленчатого вала $R=S/2$.

– Отношение радиуса кривошипа R к длине шатуна l : $\lambda=R/l=0,24-0,3$ (прил. 8).

– Угловая скорость коленчатого вала $\omega=(\pi n)/30, \text{ с}^{-1}$,

где $n=n_H, \text{ мин}^{-1}$ – частота вращения коленчатого вала при номинальном режиме работы.

– Массы, движущиеся возвратно-поступательно m_l , и вращающиеся массы m_r определяются по формулам (4.94) и (4.95) с учетом масс отдельных элементов КШМ по прототипу двигателя или по значениям удельных масс деталей (прил. 11), отнесенных к единице площади поршня $F_{II}=(\pi D^2)/4, \text{ м}^2$.

– Масштаб сил $\mu_F=\mu_P \cdot F_{II} \cdot 10^6, \text{ Н/мм}$, где F_{II} в м^2 , масштаб давлений μ_P в МПа/мм .

– Изменение силы давления газов P_G в функции угла поворота коленчатого вала α в пределах рабочего цикла (от 0 до 720^0 для 4-тактного и от 0 до 360^0 для 2-тактного) с интервалом значений P_G через 30^0 и с учетом поправки Ф. А. Брикса при построении развернутой индикаторной диаграммы.

4.2.3 Анализ и построение диаграммы сил, приведенных к оси поршневого пальца

Сила давления газов определяется по формуле:

$$P_2 = \frac{(P_x - P_0) \cdot \mu_P \cdot \pi \cdot D^2 \cdot 10^6}{4}, \text{ Н}, \quad (4.98)$$

где P_x – текущее значение давления газов по индикаторной диаграмме, мм;

P_0 – атмосферное давление, МПа;

μ_p – масштаб давлений, МПа/мм;

D – диаметр цилиндра, м.

Определение текущих значений давления газов P_x через каждые 30° угла поворота коленчатого вала выполняется по методу профессора Ф. А. Брикса (рис. 4.6) с целью определения действительного давления газов в цилиндре при неравномерном ходе поршня. Для этого ниже индикаторной диаграммы строится полуокружность радиусом, равным половине хода поршня S на графике. Вправо по горизонтали от центра откладывается отрезок, поправка Брикса, равный $\lambda R/2$, где R – радиус кривошипа (берется с индикаторной диаграммы); $\lambda = R/L = 0,25-0,30$ – отношение радиуса кривошипа к длине шатуна L .

При выборе λ руководствуются такими соображениями: с точки зрения уменьшения нормальных к стенке цилиндра усилий более длинный шатун (т.е. меньшее значение λ) предпочтительнее, но с увеличением L увеличиваются высота, масса шатуна и двигателя. При коротком шатуне возникает опасность задевания шатуна за нижнюю кромку цилиндра, а юбки поршня – за коленчатый вал. Значения постоянной λ кривошипно-шатунного механизма для автотракторных двигателей представлены в приложении 1.

Определив поправку Брикса, из нового центра O' проводятся лучи через каждые 30° до пересечения с полуокружностью. Точки пересечения этих лучей с полуокружностью проектируются на кривые впуска, выпуска, а так же политропы сжатия и расширения индикаторной диаграммы. Расстояния от линии P_0 до полученных точек в мм записываются в таблицу приложения 7 и используются при расчете по программе на ПЭВМ.

Из уравнения (4.98) следует, что индикаторная диаграмма в некотором масштабе представляет собой диаграмму сил давления газов P_G . Если масштаб давлений μ_p в МПа/мм, а площадь поршня F_{II} в м², то масштаб сил давления газов μ_F в Н/мм

$$\mu_F = \mu_p \cdot F_{II} \cdot 10^6. \quad (4.99)$$

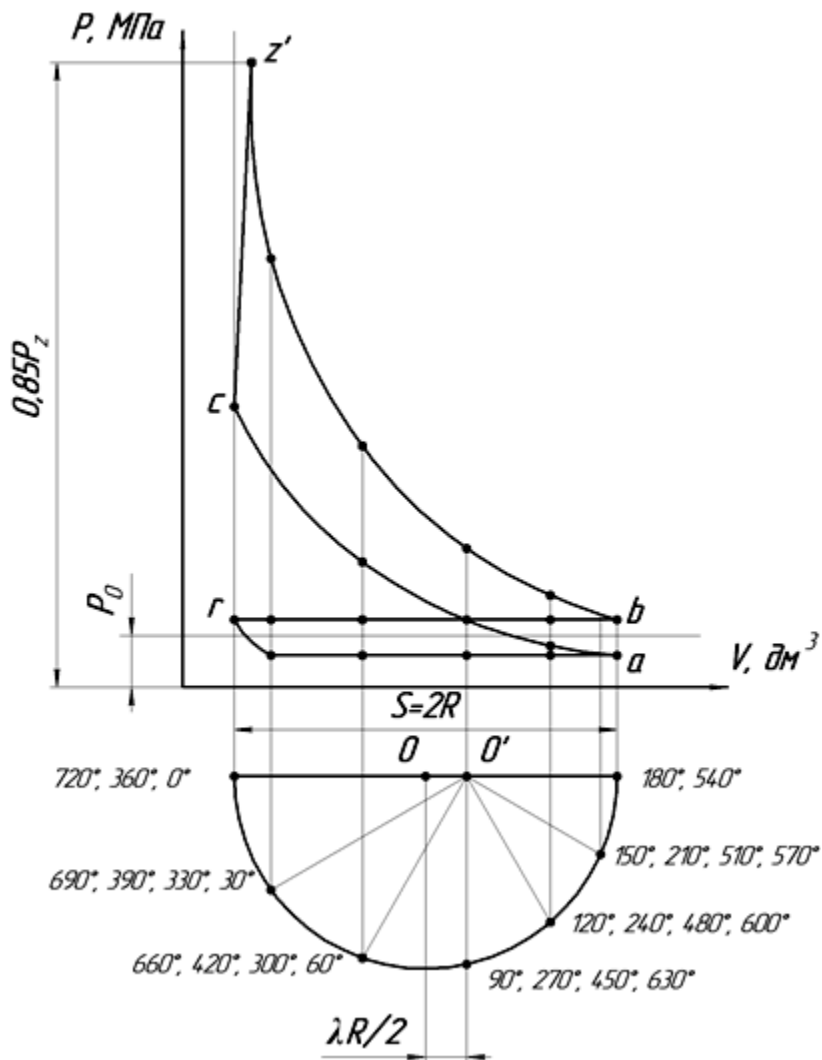


Рис. 4.6. Индикаторная диаграмма с поправкой Ф. А. Брукса

Сводную диаграмму сил давления газов P_G , сил инерции масс движущихся возвратно-поступательно P_j , и суммарной силы P_I рационально совместить с индикаторной диаграммой (рис. 4.7).

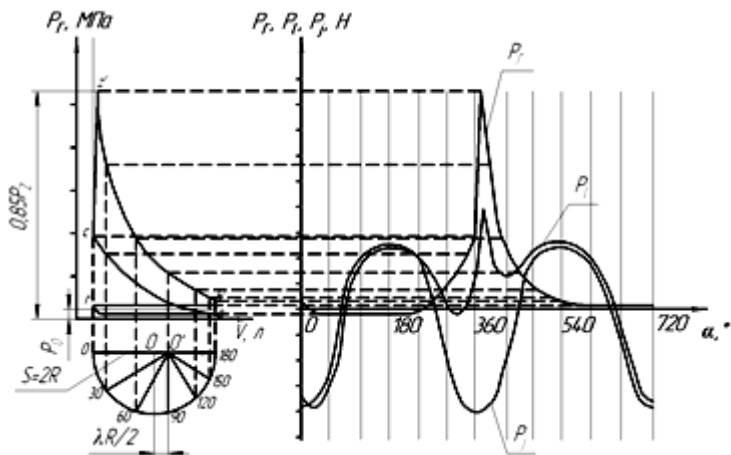


Рис. 4.7. Сводная диаграмма сил, приведенных к оси поршневого пальца

В данном случае развернутая по углу поворота коленчатого вала индикаторная диаграмма (в масштабе μ_P) будет одновременно характеризовать изменение силы давления газов P_g (в масштабе μ_F). Однако чтобы учесть атмосферное давление в картере двигателя P_0 и получить действительное значение давления газов на поршень, начало координат развернутого графика в функции α необходимо сместить вверх на уровень P_0 свернутой индикаторной диаграммы.

Значения сил P_j и P_l при различных значениях α определяются ручным расчетом по формулам (4.83) и (4.92) или машинным расчетом по программе ПЭВМ и наносятся на сводную диаграмму (рис. 4.7) в масштабе сил μ_F . При ручном расчете значения сил P_j и P_l заносятся в таблицу приложения 9.

4.2.4 Расчет и построение диаграммы тангенциальной силы и крутящего момента двигателя

Тангенциальная сила одноцилиндрового двигателя определяется ручным расчетом по формуле (4.88) или машинным расчетом по программе ПЭВМ и наносится на диаграмму (рис. 4.8).

Положительные значения силы T откладываются вверх по оси абсцисс, а отрицательные – вниз.

Для многоцилиндровых двигателей строится суммарная диаграмма тангенциальных усилий, действующих в каждом цилиндре.

Для этого определяются углы смещения графика тангенциальных сил для отдельных цилиндров относительно графика для первого цилиндра. Так, например, на суммарной диаграмме тангенциальных усилий четырехтактного двухцилиндрового двигателя наносятся две диаграммы, сдвинутые одна относительно другой на 180° , если порядок работы цилиндров 1-2-0-0, и на 540° – при порядке работы 1-0-0-2. Для четырехцилиндровых четырехтактных рядных двигателей отдельные диаграммы должны быть последовательно сдвинуты по фазе одна относительно другой на 180° , у шестицилиндровых рядных – на 120° . У четырехцилиндровых четырехтактных двигателей на одном участке суммарной диаграммы строятся четыре отдельных графика, на остальных участках – только их результирующие (рис. 4.8). Суммарная диаграмма тангенциальных сил может быть получена аналитически.

Определение углов смещения графика тангенциальных сил для отдельных цилиндров относительно графика для первого цилиндра для четырехтактных двигателей с неравномерным чередованием вспышек осуществляется по формуле:

$$\psi_i = 720 - \sum \Theta, \quad (4.100)$$

где $\sum \Theta$ – сумма всех интервалов между вспышками в пределах от первого до i -го цилиндра.

Определив углы смещения для всех цилиндров, и используя график тангенциальной силы для одного цилиндра, заполняют таблицу (прил. 9).

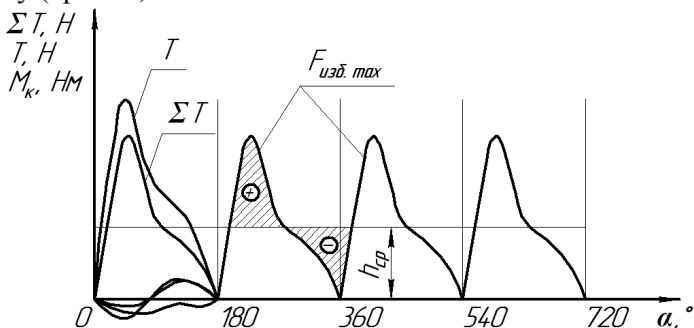


Рис. 4.8. Диаграмма суммарной тангенциальной силы и крутящего момента четырехцилиндрового двигателя:

T – тангенциальные силы одного цилиндра на разных тактах рабочего цикла;
 ΣT – суммарная тангенциальная сила; M_k – крутящий момент

Полученные значения тангенциальных сил для всех цилиндров двигателя алгебраически суммируются в каждой строке таблицы (прил. 12) и определяется значение суммарной тангенциальной силы при соответствующих углах поворота коленчатого вала.

Для двигателей с равномерным чередованием вспышек угол смещения графика тангенциальной силы относительно графика для первого цилиндра определяется по формуле:

$$\psi_i = (i - n + 1) \cdot \Theta, \quad (4.101)$$

где i – число цилиндров двигателя; n – порядковый номер вспышки; Θ – интервал между вспышками.

Для четырехтактных двигателей: $\Theta = 720^\circ/i$.

Примеры расчета углов смещения приведены в приложении 13.

После построения графика определяется среднее значение тангенциальной силы (средняя ордината диаграммы) по выражению:

$$h_{cp} = (\sum F_{пол} - \sum F_{omp}) / l, \text{ мм}, \quad (4.102)$$

где $\sum F_{пол}$ – площадь всех участков суммарной диаграммы, расположенных над осью абсцисс, мм²;

$\sum F_{omp}$ – площадь всех участков суммарной диаграммы, расположенных под осью абсцисс, мм²;

l – длина диаграммы, мм.

При аналитическом определении суммарной тангенциальной силы, средняя ордината вычисляется путем деления алгебраической суммы ординат для каждого угла α на число ординат.

Проверяется правильность построения диаграммы тангенциальных сил. Для этого необходимо:

1) Определить значение средней тангенциальной силы по формуле:

$$T_{cp} = h_{cp} \cdot \mu_T, \text{ Н}, \quad (4.103)$$

где μ_T – масштаб тангенциальной силы Н/мм.

2) Определить среднее значение суммарного крутящего момента.

$$M_k = T_{cp} \cdot R, \text{ Н}\cdot\text{м}, \quad (4.104)$$

где R – радиус кривошипа, м.

3) Определить эффективный крутящий момент двигателя при расчетной мощности.

$$M_e = M_k \cdot \eta_m, \quad (4.105)$$

где η_m – механический КПД проектируемого двигателя.

4) Определить мощность двигателя по формуле:

$$N_e = (M_e \cdot n \cdot \pi) / (3 \cdot 10^4), \text{ кВт}, \quad (4.106)$$

или

$$N_e = (M_e \cdot n) / 9550, \text{ кВт},$$

где n – частота вращения коленчатого вала, мин^{-1} .

Расхождение с расчетной мощностью не должно превышать $\pm 5\%$.

Кривые тангенциальных сил являются одновременно в некотором масштабе μ_M и кривыми индикаторных крутящих моментов M_K . Этот масштаб в Н·м/мм можно подсчитать по формуле:

$$\mu_M = \mu_T \cdot R. \quad (4.107)$$

На графике суммарной тангенциальной силы изобразить дополнительную ось с обозначением в вышеуказанном масштабе значений M_K .

4.2.5 Расчет маховика проектируемого двигателя

Для расчета массы маховика необходимо:

- определить избыточную работу крутящего момента

$$L_{изб} = F_{изб} \cdot \mu_M \cdot \mu'_\alpha, \quad (4.108)$$

где $F_{изб}$ – максимальная избыточная площадка над прямой средней тангенциальной силы, мм^2 ;

$\mu'_\alpha = 4 \cdot \pi / b$ – масштаб угла поворота коленчатого вала на диаграмме, рад/мм ;

b – длина диаграммы, мм .

- определить момент инерции маховика ($\text{кг} \cdot \text{м}^2$), способного обеспечить требуемую равномерность хода двигателя,

$$J_M \approx (0,8 \dots 0,9) \cdot \frac{L_{изб}}{\delta \cdot \omega^2}, \quad (4.109)$$

где $0,8 \dots 0,9$ – доля момента инерции маховика с учетом вращающихся масс муфты сцепления;

ω – расчетная угловая скорость коленчатого вала, рад/с,
 δ – степень неравномерности вращения коленчатого вала.
 У тракторных двигателей $\delta=0,01-0,02$.
 У автомобильных двигателей $\delta=0,01-0,03$.

Для маховика, выполненного в виде диска с массивным ободом, по моменту инерции определяют его диаметр и массу:

$$J_M \cong m_M r_{cp}^2 = m_M D_{cp}^2 / 4, \quad (4.110)$$

где D_{cp} – средний диаметр обода, м;
 m_M – масса маховика, кг.

Задаваясь диаметром обода D_{cp} , определяют необходимую массу маховика. Ориентировочно

$$D_{cp} = (2 \dots 3) \cdot S, \text{ м}, \quad (4.111)$$

где S – ход поршня, м.

Таким образом, полученное значение массы маховика

$$m_M = 4 \cdot J_M / D_{cp}^2 \quad (4.112)$$

учитывает конструкционные и динамические параметры проектируемого двигателя.

4.2.6 Расчет подшипника кривошипной головки шатуна

Результирующая сила $R_{Ш}$, приведенная к оси шатунной шейки (рис. 4.9), определяется ручным расчетом по формуле (4.91) или машинным расчетом по программе ПЭВМ, и характеризуется максимальным $R_{Шmax}$ и средним $R_{ШCP}$ значениями.

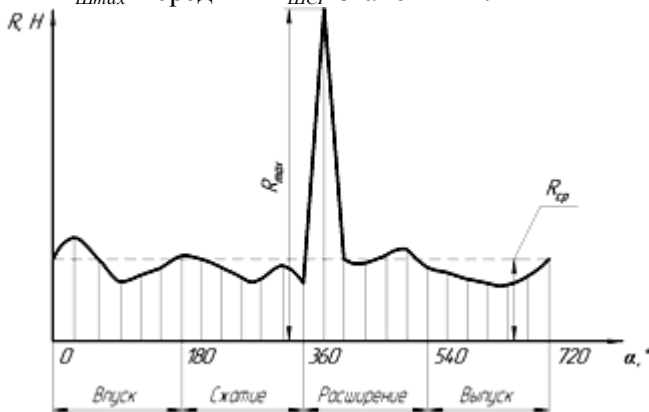


Рис. 4.9. Диаграмма результирующей силы $R_{Ш}$, приведенной к оси шатунной шейки

Конструктивные размеры шатунной шейки коленчатого вала и подшипника кривошипной головки шатуна определяются с учетом основных размеров двигателя (D – диаметр цилиндра, S – ход поршня) и характера изменения результирующей силы $R_{ш}=f(\alpha)$, приведенной к оси шатунной шейки, по следующим соотношениям:

- диаметр шатунной шейки $d_{шшш}=(0,56\dots 0,75)D$;
- толщина стенки вкладыша:
тонкостенного $t_г=(0,03\dots 0,05) d_{шшш}$;
- толстостенного $t_г=0,1d_{шшш}$;
- расстояние между шатунными болтами $l_б=(1,30\dots 1,75) d_{шшш}$;
- длина кривошипной головки $l_к=(0,45\dots 0,95) d_{шшш}$;
- рабочая ширина шатунного вкладыша $l_{шф}=l_к-2r_г$,
где $r_г=(0,06\dots 0,07) d_{шшш}$ – радиус галтели шатунной шейки;
- удельное давление на поверхность шатунных шеек:

$$\sigma_{CP} = \frac{R_{шCP}}{(d_{шшш} \cdot l_{ш})}, \quad (4.113)$$

$$\sigma_{MAX} = \frac{R_{шMAX}}{(d_{шшш} \cdot l_{ш})}. \quad (4.114)$$

Для современных двигателей удельные давления изменяются в пределах:

	σ_{CP} , МПа	σ_{MAX} , МПа
– рядные бензиновые и газовые д.в.с.	3-10;	7-20;
– V-образные бензиновые и газовые д.в.с.	4-12;	18-28;
– дизели	6-16;	20-42.

– минимально-допустимый смазочный слой в подшипнике на основе гидродинамической теории смазки на режиме максимальной мощности

$$h_{\min} = 55 \cdot 10^{-9} \mu \cdot n \cdot d_{шшш} / (\sigma_{CP} \cdot \delta_0 \cdot c), \quad (4.115)$$

где μ – динамическая вязкость масла (0,004-0,017) Н·с/м²;

n – частота вращения коленчатого вала, мин⁻¹;

$d_{шшш}$ – диаметр шатунной шейки, мм;

σ_{CP} – среднее удельное давление, МПа;

$\delta_0 = \Delta/d_{шшш}$ – относительный зазор;

$\Delta=0,007\sqrt{d_{\text{шти}}}$ – диаметральный зазор между валом и подшипником, мм;

$c=1+ d_{\text{шти}} / l_{\text{шт}}$ – коэффициент, учитывающий геометрию вала и подшипника.

– критическая толщина масляного слоя

$$h_{\text{кр}} = h_{\text{в}} + h_{\text{п}} + h_{\text{г}}, \quad (4.116)$$

где $h_{\text{в}}$ – величина микронеровностей поверхности вала, мм;

$h_{\text{п}}$ – величина микронеровностей подшипника, мм;

$h_{\text{г}}$ – искажение геометрических форм сопряжения, мм (учитывается коэффициентами δ_0 и c формулы 4.116).

Значения величин $h_{\text{в}}$ и $h_{\text{п}}$ принимаются с учетом способа обработки поверхности в пределах (3-10 мм):

алмазное растачивание – 0,30-1,6;

чистовое шлифование – 0,20-0,80;

чистовое полирование (или хонингование) – 0,10-0,40;

суперфиниширование – 0,05-0,25.

– коэффициент запаса надежности подшипника характеризуется отношением

$$k = \frac{h_{\text{мин}}}{h_{\text{кр}}} \geq 2. \quad (4.117)$$

Условие выполняется рациональным выбором конструктивных, технологических, эксплуатационных факторов и расчетных параметров работы подшипников. Примеры распечаток ПЭВМ теплового и динамического расчетов проектируемого двигателя представлены в приложениях 14 и 15.

5 Тягово-динамический и топливно-экономический расчеты энергетического средства

5.1 Тяговый расчет трактора

5.1.1 Исходные и основные расчётные параметры для теоретической тяговой характеристики трактора

Задание на тяговый расчет трактора

Исходными параметрами к тяговому расчету трактора являются: прототип трактора, крюковая сила тяги $P_{\text{кр1}}$ на первой пере-

даче, тип движителя, теоретическая скорость движения на первой передаче V_{T1} , число рабочих передач, агрофон. Эти параметры даются в задании на тяговый расчет трактора в приложении 2.

В задании на тяговый расчет указывается прототип трактора близкий по тяговому классу, назначению и эксплуатационно-конструктивным параметрам для ориентации при выборе значений основных параметров в процессе расчета теоретической тяговой характеристики трактора.

Тяговый расчет трактора выполняют для случая равномерного движения трактора по горизонтальной поверхности без отбора мощности.

5.1.2 Определение основных параметров для расчета тяговой характеристики трактора

При тяговом расчете определяют или выбирают следующие параметры:

- эксплуатационную массу трактора;
- радиус ведущих колес трактора;
- передаточное число трансмиссии;
- показатели корректорной ветви регуляторной характеристики двигателя.

5.1.3 Обоснование эксплуатационной массы трактора

От общей массы трактора зависят его тяговые свойства и топливная экономичность. При чрезмерно большой массе велики затраты на перекачивание, при малой массе повышаются потери на буксование. Поэтому при работе с любой силой тяги целесообразно иметь каждый раз оптимальную массу, т.е. такую, при которой сумма затрат энергии на перекачивание и буксование при прочих равных условиях имела бы минимальное значение.

В целях экономии металла, уменьшения потерь на качение тракторы должны быть лёгкими, но при этом необходимо применять балласт или догружать ведущие колёса массой навесной машины.

Минимальную эксплуатационную массу трактора, исходя из его сцепных свойств и заданной крюковой силы тяги на первой передаче, определяют по формуле:

$$m_{эсц} = \frac{P_{кр1}}{(\varphi\lambda - f)g}, \text{ кг}, \quad (5.1)$$

где $P_{кр1}$ – заданная крюковая сила тяги на первой передаче, Н;
 φ – коэффициент сцепления движителей трактора с почвой;
 λ – коэффициент использования сцепной массы трактора;
 $\lambda = 1,0$ – для гусеничных тракторов и тракторов со всеми ведущими колёсами;

$\lambda = [0,75 \div 0,85]$ для тракторов с задними ведущими колёсами;

f – коэффициент сопротивления качению.

Коэффициенты φ и f при расчёте $m_{эсц}$ принимают по значению, указанному в таблице приложения, в соответствии с заданным агрофоном.

При массе, равной $m_{эсц}$, в процессе трогания и разгона, когда требуется преодолевать силы инерции, а так же возникающие перегрузки, возможно полное буксование трактора. Буксование снижают, повышая массу $m_{эсц}$ за счёт массы балласта m_{δ} или догрузки ведущих колёс массой навесной машины m_n на 8-50%. Рационально для последующих расчётов принять табулированное значение эксплуатационной массы трактора прототипа $m_{эпр}$, если она будет больше $m_{эсц}$, так как буксование будет меньше и не потребуется создавать трактор другой массы.

5.1.4 Определение радиуса ведущих колёс трактора

Радиус ведущих колёс влияет на скорость и буксование тракторов и, следовательно, на их сцепные свойства. У колесных тракторов размеры колёс определяются размерами шин. Размеры шин выбирают по справочным данным. Шины нужной грузоподъёмности подбираются по нагрузке, приходящейся на колёса. У тракторов со всеми ведущими колёсами с одинаковым размером всех колёс центр масс располагается так, чтобы при работе с номинальным тяговым усилием на крюке нагрузка на передние и задние колёса была одинаковой. У тракторов со всеми ведущими колёсами, у которых передние и задние колёса не одинаковы по размеру,

коэффициент нагрузки задних колес принимают равным 0,70-0,85.

Если размеры колес даны в системе СИ, то радиус колеса

$$r_k = 0,001(0,5d + (0,8...0,85)b_k), \text{ м}, \quad (5.2)$$

где d и b_k – наружный диаметр обода колеса и ширина профиля покрышки, мм.

$[0,8...0,85]$ – коэффициент, учитывающий радиальную деформацию шин.

Если размеры указаны в дюймах, то расчет радиуса колеса производится по выражению

$$r_k = 0,0254(0,5d + (0,8...0,85)b_k), \text{ м}. \quad (5.3)$$

Для упрощения всех последующих расчетов, выполняемых по тракторам со всеми ведущими колесами, принимают, что кинематическое несоответствие между передними и задними колесами, отсутствует. Это дает основание вести дальнейшие расчеты только с использованием радиуса качения задних колёс.

Для гусеничных тракторов теоретический радиус ведущего колеса (звёздочки) определяют по формуле:

$$r_k = \frac{t_{зв} \cdot Z_k}{2\pi}, \text{ м}, \quad (5.4)$$

где $t_{зв}$ – шаг гусеничного звена, м;

Z_k – число активно действующих зубьев.

Число Z_k равно общему числу зубьев звёздочки, если каждый зуб последовательно входит в зацепление с очередным звеном гусеницы или равно половине общего числа зубьев, если зацепление происходит через зуб.

Параметры ведущих колёс принимают сопоставимо с прототипом по справочным данным.

5.1.5 Определение передаточных чисел трансмиссии

Разнообразие работ, выполняемых тракторами с различными сельскохозяйственными машинами, вызывает необходимость иметь соответствующий набор передач, обеспечивающих различные скорости движения. В целях повышения производительности тракторных агрегатов основные рабочие скорости тракторов

должны иметь максимальные значения, допустимые при современном уровне агротехники.

Основные рабочие скорости лежат в пределах 5-12 км/ч для колёсных тракторов и 5-8,5 км/ч для гусеничных тракторов с перспективным ростом в ближайшее время до 18 км/ч для колёсных и до 13 км/ч для гусеничных тракторов. Число рабочих передач выбирается из диапазона основных скоростей.

Транспортные передачи используют при работе трактора с прицепами для перевозки грузов. Транспортные скорости гусеничных тракторов находятся в пределах 8,5-15 км/ч, колёсных – 12-35 км/ч. С увеличением транспортных скоростей требуются мероприятия, улучшающие условия работы тракториста и обеспечивающие вождение трактора на повышенных скоростях.

Выбор ряда основных передач производят по геометрической прогрессии:

$$\frac{i_{mp2}}{i_{mp1}} = \frac{i_{mp3}}{i_{mp2}} = \dots = \frac{i_{mpz}}{i_{mp_{z-1}}} = q, \quad (5.5)$$

где q – знаменатель геометрической прогрессии;

i_{mp} – передаточное число трансмиссии на основных передачах.

Знаменатель геометрической прогрессии определяют по формуле:

$$q = \frac{z-1}{z} \sqrt{\frac{P_{kz}}{P_{k1}}}, \quad (5.6)$$

где P_{k1} – касательная сила тяги на первой передаче, Н;

P_{kz} – касательная сила тяги на высшей передаче, Н;

Касательная сила тяги на первой передаче равна:

$$P_{k1} = P_{kp1} + P_f, \text{ Н}, \quad (5.7)$$

где P_{kp1} – крюковая сила тяги на первой передаче, Н;

P_f – сила сопротивления перекачиванию трактора, Н.

Сила сопротивления перекачиванию трактора:

$$P_f = f \cdot m_o \cdot g, \text{ Н}, \quad (5.8)$$

где f – коэффициент сопротивления перекачиванию трактора;

m_3 – эксплуатационная масса трактора.

Касательная сила тяги на высшей передаче определяется по формуле:

$$P_{kz} = P_{kpz} + P_f, H, \quad (5.9)$$

где P_{kpz} – крюковая сила тяги на высшей передаче, Н.

$$P_{kpz} = \frac{P_{kpl}}{Z_T}, H, \quad (5.10)$$

где Z_T – диапазон рабочих тяговых усилий проектируемого класса.

Для пропашных тракторов $Z_T = 2,5-3,0$, для тракторов общего назначения $Z_T = 2-3$.

Передаточное число трансмиссии на первой передаче находят по формуле:

$$i_{mp1} = 0,377 \frac{n_{en} r_k}{V_{T1}}, \quad (5.11)$$

где n_{en} – номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя, мин^{-1} , n_{en} – принимают по прототипу трактора;

r_k – радиус колеса, м;

V_{T1} – теоретическая скорость движения трактора на первой передаче, км/ч.

Передаточное число трансмиссии на остальных передачах:

$$i_{mp2} = i_{mp1} \cdot q; \quad (5.12)$$

$$i_{mp3} = i_{mp1} \cdot q^2; \quad (5.13)$$

$$i_{mp4} = i_{mp1} \cdot q^3; \quad (5.14)$$

$$i_{mpz} = i_{mp1} \cdot q^{z-1}; \quad (5.15)$$

Общее передаточное число трансмиссии складывается из передаточных чисел механизмов, составляющих трансмиссию

$$i_{mp} = i_G \cdot i_{kn} \cdot i_k, \quad (5.16)$$

где i_k – передаточное число коробки передач;

i_G – передаточное число главной передачи;

$i_{кп}$ – передаточное число конечной передачи.

По аналогии с существующими тракторами, однотипными с проектируемыми, намечают передаточные числа главной, конечной передач, которые находятся в пределах:

$$i_{г} = 2,5-4,1; \quad i_{кп} = 3,8-6,2.$$

По принятым передаточным числам $i_{г}$ и $i_{кп}$ находят передаточные числа коробки передач по формуле (5.16).

Вычисленные передаточные числа являются ориентировочными и при практическом выборе числа зубьев шестерён их приходится корректировать.

5.1.6 Методика расчёта и построения регуляторной характеристики двигателя

Мощность двигателя определяют из условия реализации заданной крюковой силы тяги $P_{кр1}$ на первой передаче с определённой рабочей скоростью.

Расчёт номинальной мощности двигателя производят по формуле (3.1).

Регуляторная характеристика двигателя может быть взята по прототипу, если характеристику строят для уже известного двигателя. Если двигатель неизвестен, то характеристику строят по результатам расчёта.

Сначала рассчитывают корректорную ветвь характеристики. Расчёт мощности ведут по эмпирической формуле:

$$N_e = N_{ен} \left[0,7 \frac{n_e}{n_{ен}} + 1,3 \left(\frac{n_e}{n_{ен}} \right)^2 - \left(\frac{n_e}{n_{ен}} \right)^3 \right], \text{ кВт}, \quad (5.17)$$

где $N_{ен}$ – номинальная мощность двигателя, кВт;

$n_{ен}$ – номинальная частота вращения вала двигателя, мин⁻¹;

n_e – значение частоты вращения вала двигателя, мин⁻¹;

N_e – мощность двигателя при частоте n_e , кВт.

Значения n_e выбирают произвольно, например, через 1000-1200 мин⁻¹ включительно до $n_{ен}$ так, чтобы получилось 5-6 точек при

построении корректорной ветви регуляторной характеристики.

Крутящий момент двигателя M_e определяют по формуле:

$$M_e = \frac{N_e \cdot 9550}{n_e}, \text{ Н}\cdot\text{м}. \quad (5.18)$$

Эффективный удельный расход топлива g_e , определяют по выражению:

$$g_e = g_{en} \left[1,35 - 1,35 \frac{n_e}{n_{en}} + \left(\frac{n_e}{n_{en}} \right)^2 \right], \text{ г}/(\text{кВт}\cdot\text{ч}), \quad (5.19)$$

где g_{en} – эффективный удельный расход топлива при номинальной мощности, принимают по прототипу трактора.

Часовой расход топлива определяют по формуле:

$$G_T = \frac{g_e \cdot N_e}{1000}, \text{ кг}/\text{ч}. \quad (5.20)$$

Расчёт корректорной ветви регуляторной характеристики двигателя выполняют с учетом следующих принятых значений параметров: $r_k, f, m_3, \eta_{mp}, P_{кpl}, n_{en}; Z=5, V_{T1}, i_T, i_{кп}$, (конечной передачи), $X_3 = 1, g_{en}$ (по прототипу).

Данные расчётов заносят в таблицу 5.1. По данным таблицы 5.1 и по известным закономерностям взаимосвязи показателей строят регуляторную характеристику двигателя (рис. 5.1) в третьем квадранте тяговой характеристики трактора.

Таблица 5.1

Результаты расчётов корректорной ветви регуляторной характеристики двигателя

$n_e, \text{ мин}^{-1}$	$N_e, \text{ кВт}$	$M_e, \text{ Н}\cdot\text{м}$	$g_e, \text{ г}/(\text{кВт}\cdot\text{ч})$	$G_T, \text{ кг}/\text{ч}$
1000				
1200				
$n = 2200$				

Вниз от нулевого значения по вертикальной оси координат наносят масштабную шкалу момента M_e , а влево на горизонталь-

ной оси из начала координат наносят масштабную шкалу частоты вращения коленчатого вала n_e и отмечают точки, соответствующие номинальной частоте $n_{ен}$ и частоте холостого хода n_{xx} . Частоту n_{xx} определяют по формуле:

$$n_{xx} = (1,05 \dots 1,1) n_{ен}. \quad (5.21)$$

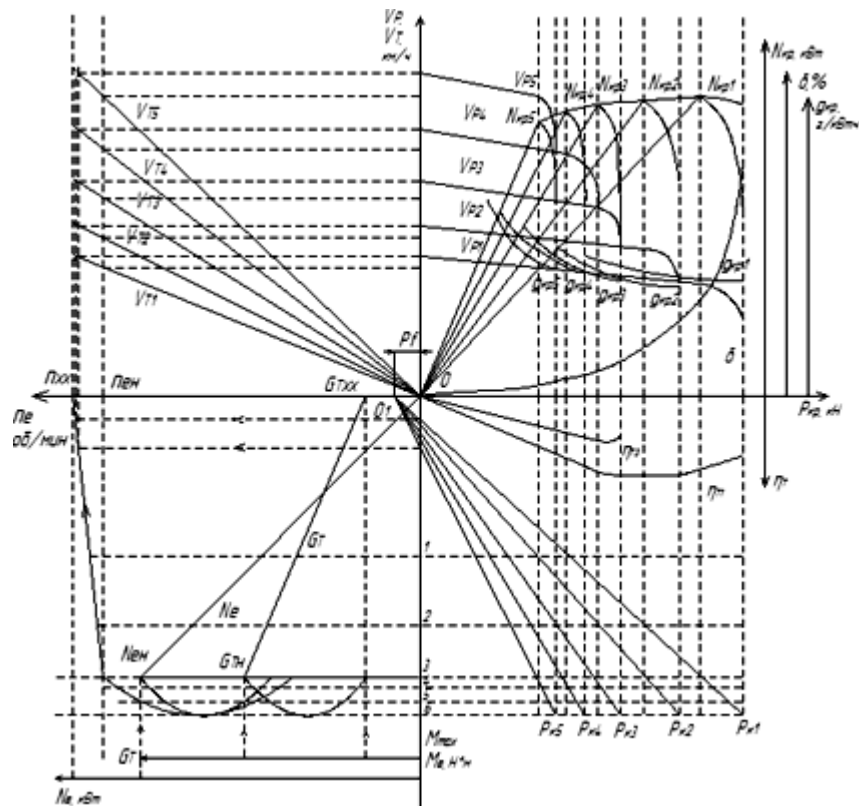


Рис. 5.1. Тяговая характеристика трактора

Из точки со значением $n_{ен}$ на оси координат проводят вертикальную прямую до пересечения с горизонтальной прямой, проведённой через номинальный момент $M_{ен}$ на оси моментов. Точку пересечения прямых соединяют прямой с точкой со значением n_{xx} на оси координат частоты вращения коленчатого вала и получают

регуляторную ветвь $n_e = f(M_e)$.

Затем, используя данные таблицы 5.1, строят корректорную ветвь $n_e = f(M_e)$ регуляторной характеристики по точкам координат M_e и n_e .

Масштабные оси координат часового расхода топлива G_T и мощности двигателя N_e располагают в нижней части графика влево от оси момента, начиная со значения 0 величин. Сначала строят регуляторную ветвь мощности двигателя N_e . Для этого на горизонтальной линии, проведённой через значение номинального момента $M_{ен}$ на оси моментов, отмечают значение номинальной мощности $N_{ен}$ в принятом масштабе. Полученную точку соединяют с началом координат $M_e = 0$, получают регуляторную ветвь мощности $N_e = f(M_e)$. Потом по данным таблицы 5.1 строят корректорную ветвь этой функции. После этого строят регуляторную ветвь часового расхода топлива $G_T = f(M_e)$. Для этого на оси координат частоты вращения коленчатого вала n_e влево от начала координат $M_e = 0$ откладывают значение расхода топлива при работе двигателя на холостом ходу $G_{Тхх}$ в выбранном масштабе. Значение $G_{Тхх}$ определяют по формуле:

$$G_{Тхх} = (0,25 \dots 0,35) G_{Тн}, \quad (5.22)$$

где $G_{Тн}$ – величина часового расхода топлива при номинальном режиме работы двигателя.

На горизонтальной прямой, проведённой через точку номинального момента $M_{ен}$ влево откладывают значение номинального расхода топлива $G_{Тн}$, полученную точку соединяют прямой с точкой $G_{Тхх}$ и получают регуляторную ветвь часового расхода топлива $G_T = f(M_e)$.

Далее строят корректорную ветвь $G_T = f(M_e)$ по данным таб-

лици 5.1 по точкам координат M_e и G_T .

Построив регуляторную и корректорную ветви характеристик n_e , N_e , $G_T = f(M_e)$, на оси координат M_e наносят шесть точек, обозначая цифрами: 1, 2, 3, 4, 5, 6, по которым определяют показатели n_e , N_e , G_T для шести режимов загрузки двигателя, необходимые при расчёте тяговой характеристики на компьютере. При этом точки 1 и 2 берут в режиме недогрузки при значениях M_e равных 0,5 и 0,75 соответственно от момента номинального $M_{ен}$. Точкой 3 отмечают номинальный момент загрузки $M_{ен}$. Загрузка двигателя более $M_{ен}$ повышается в точках 4 и 5 и достигает максимального значения $M_{e\max}$ в 6-й точке. В целом исходные данные, обоснованные эксплуатационно-конструктивные параметры и принятые значения загрузки двигателя по регуляторной характеристике используют при расчёте показателей тяговой характеристики трактора.

5.1.7 Методика расчёта показателей тяговой характеристики трактора

Тяговые характеристики считаются основным техническим документом тяговых и топливных показателей тракторов и широко используются для оценки различных эксплуатационных режимов их работы. Тяговые характеристики тракторов определяют опытным или расчётным путём. Расчётную тяговую характеристику трактора называют теоретической. При расчёте определяют следующие показатели тяговой характеристики трактора:

- касательную силу тяги

$$P_k = \frac{M_e \cdot i_{mp} \cdot \eta_{mp}}{r_k}, \text{ Н}, \quad (5.23)$$

где M_e – момент на валу двигателя, Н·м;

i_{mp} – передаточное число трансмиссии;

η_{mp} – КПД трансмиссии;

r_k – радиус ведущего колеса, м;

- крюковую силу тяги

$$P_{кр} = P_k - P_f, \text{ Н}, \quad (5.24)$$

где P_f – сила сопротивления перекатыванию, Н;

- теоретическую скорость трактора

$$V_T = \frac{0,377 \cdot n_e \cdot r_k}{i_{mp}}, \text{ км/ч}, \quad (5.25)$$

где n_e – обороты коленчатого вала, мин⁻¹;

- коэффициент буксования трактора

$$\delta = \delta_{\max} \left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{P_{кр}}{P_{кр\max}} \right)^2} \right], \quad (5.26)$$

где δ_{\max} – наибольшее допустимое буксование;

- рабочую скорость трактора

$$V_p = V_T (1 - \delta), \text{ км/ч}; \quad (5.27)$$

- тяговую мощность на крюке трактора

$$N_{кр} = \frac{P_{кр} \cdot V_p}{3600}, \text{ кВт}; \quad (5.28)$$

- удельный крюковой расход топлива

$$g_{кр} = \frac{G_T \cdot 1000}{N_{кр}}, \text{ г/кВт}\cdot\text{ч}, \quad (5.29)$$

где G_T – часовой расход топлива, кг/ч;

- тяговый КПД трактора

$$\eta_T = \frac{N_{кр}}{N_e}. \quad (5.30)$$

По вышеприведённым формулам выполняют расчёт этих показателей тяговой характеристики трактора на компьютере с программой их функциональных взаимосвязей при введении следующих исходных данных и эксплуатационно-конструктивных пара-

метров: $P_{кр1}$, $V_{Т1}$, $Z=5$, f , m_3 , r_k , i_T , $i_{кн}$ (конечной передачи), $\eta_{тр}$, $n_{ен}$, X_3 – коэффициент эксплуатационной загрузки двигателя принимают равным 1, $g_{ен}$ по прототипу и максимальное буксование δ_{max} для 6-й точки. С регуляторной характеристики двигателя, построенной в функции момента, берут для расчётов значения показателей: n_e , N_e , M_e , G_T , соответствующие шести режимам загрузки двигателя, обозначенные точками 1, 2, 3, 4, 5, 6; на оси координат M_e . Из каждой точки проводят горизонтальные прямые, пересекающие линии всех показателей, и в точках пересечения берут их значения, заносят в таблицу 5.2 и вводят в компьютер для расчёта тяговой характеристики трактора.

Ввод вышеуказанных параметров и показателей в компьютер с программой «Тяговый расчёт трактора» позволит на выходе получить таблицу 5.3 со значением показателей тяговой характеристики на всех заданных передачах и режимах загрузки трактора.

Таблица 5.2

Значение показателей режимов работы двигателя по регуляторной характеристике

№ режима работы	n_e , мин ⁻¹	N_e , кВт	M_e , Н·м	G_T , кг/ч	Примечание
1					$0,5 M_{ен}$
2					$0,75 M_{ен}$
3					$M_{ен}$
4					$>M_{ен}$
5					$>>M_{ен}$
6					M_{emax}

5.1.8 Методика графоаналитического построения тяговой характеристики трактора

По данным таблицы 5.3 строят диаграммы тяговой характеристики трактора (рис. 5.1).

Ось координат P_k , $P_{кр}$, n_e проводят горизонтально через начало координат момента $M_e = 0$. Началом координат графика функции $P_k = f(M_e)$ является точка O_1 , которая смещается влево от начала координат $P_{кр}$ точки 0 на значение силы сопротивления качению

P_f . Силы P_k , $P_{кр}$, P_f на оси координат наносят в одном и том же масштабе. График функции $P_k = f(M_e)$ линейный, поэтому достаточно взять значения P_k при номинальном режиме работы двигателя $M_{ен}$ и нанести их для каждого режима загрузки на горизонтальной линии, проведённой через точку 3 ($M_{ен}$, $P_{кн}$).

Эти точки соединяют прямыми линиями с началом координат O_1 , продолжая их до горизонтальной линии, проведённой через точку 6 ($M_{е\max}$, $P_{к\max}$). От начала координат 0 наносят шкалу значений $P_{кр}$.

Диаграмма теоретических скоростей строится в четвёртом квадранте тяговой характеристики. Теоретическую скорость трактора определяют по формуле (5.25).

Так как в формуле (5.25) n_e находится в первой степени, то график функции $V_T = f(n_e)$ – прямая линия, выходящая из начала координат 0, через точки, отложенные в масштабе оси координат V_T расчётных значений теоретических скоростей при номинальном режиме работы $n_{ен}$. Максимальные теоретические скорости $V_{T\max}$ для каждой передачи определяют графически. Для этого точки пересечения лучей касательных сил P_k с осью момента M_e проецируются на линию $n_e = f(M_e)$ и далее до линий соответствующих теоретических скоростей и на ось координат скоростей (V_T и V_p). Проекции точек на оси координат определяют максимальные значения теоретических и рабочих скоростей без нагрузки $P_{кр} = 0$ и буксования $\delta = 0$ двигателей.

В первом квадранте тяговой характеристики строят графики функций: $\delta = f(P_{кр})$; $N_{кр} = f(P_{кр})$; $V_p = f(P_{кр})$; $g_{кр} = f(P_{кр})$. Сначала строят кривую буксования. Она является общей для всех передач, так как буксование зависит только от величины тягового усилия и не зависит от передачи. По расчётным значениям таблицы 5.3 в выбранном масштабе оси координат δ строят одну графическую зависимость $\delta = f(P_{кр})$.

Таблица 5.3

Результаты расчетов тяговой характеристики трактора

Номер передачи	Номер точки	Из регуляторной характеристики				P_k , Н	P_{kp} , Н	V_T , км/ч	δ	V_p , км/ч	N_{kp} , кВт	$\frac{g_{kp}}{\Gamma}$, (кВт·ч)	η_T
		G_T , кг/ч	M_e , Н·м	N_e , кВт	n_e , мин ⁻¹								
1	1												
	2												
	3												
	4												
	5												
	6												
...	1												
	2												
	3												
	4												
	5												
	6												
z	1												
	2												
	3												
	4												
	5												
	6												

Построение V_p , $N_{кр}$, $g_{кр} = f(P_{кр})$ выполняют так же по расчётным значениям этих показателей таблицы 5.3 и в выбранном масштабе осей координат наносят их на линиях проекции режимных точек 1, 2, 3, 4, 5, 6, восстановленных с оси координат P_k и $P_{кр}$ в поле графиков функций. При $P_{кр} = 0$ и $N_{кр} = 0$, следовательно, график функций $N_{кр} = f(P_{кр})$ выходит из начала координат 0.

Мощности $N_{кр}$ на всех передачах до номинальных нагрузок на крюке $P_{крн}$ возрастают прямо пропорционально до $N_{кр\max}$, при увеличении нагрузки на крюке более $P_{крн}$ (режимы, отмеченные 4, 5 и 6 точками) крюковые мощности резко снижаются по причине незначительных коэффициентов приспособляемости двигателя к перегрузке.

Проведённая огибающая линия по точкам перегиба кривых тяговых мощностей ($N_{кр\max}$) называется потенциальной тяговой характеристикой трактора.

Такая характеристика может быть достигнута при бесступенчатой трансмиссии с автоматически изменяющимся передаточным числом, обеспечивающим загрузку двигателя до номинального $N_{ен}$ и $N_{кр\max}$ на всех режимах работы трактора.

Графики функций $V_p = f(P_{кр})$ при $P_{кр} = 0$ начинаются на оси координат V_T и V_p из точек, соответствующих значениям теоретических скоростей, так как на холостом ходу буксование $\delta = 0$ и $V_p = V_T$. В масштабе шкалы скоростей из таблицы 5.3 наносят точки значений на всех режимах и передачах и строят графики $V_p = f(P_{кр})$.

По данным таблицы 5.3 строят графики $g_{кр} = f(P_{кр})$, выбрав масштаб оси координат, наносят значения точек на всех заданных передачах и режимах загрузки на крюке трактора.

На линиях проекций режимных точек 1, 2, 3, 4, 5, 6 во втором квадранте строят графики функций тягового КПД $\eta_T = f(P_{кр})$ для первой и третьей передач по расчётным значениям из таблицы 5.3

или вычисленных самостоятельно по формуле (5.30) – таблица 5.4.

Графики обеих функций строят из начала координат $P_{кр} = 0$ по отложенным на линиях проекций режимных точек значений тяговых КПД в масштабе оси η_T .

Тяговый КПД находится в пределах:

колёсные с одним ведущим мостом – 0,6-0,7;

колёсные с двумя ведущими мостами – 0,65-0,75;

гусеничные – 0,7-0,8.

Расчётные тяговые КПД трактора на 1 и 3 передачах находят-ся в нормативных значениях при номинальной загрузке.

На третьей передаче тяговый КПД меньше, так как с увеличением скорости повышаются потери на перекачивание трактора.

Таблица 5.4

Результаты расчёта тягового КПД на первой и третьей передачах

Передача	Режимные точки	$N_{кр}$, кВт	N_e , кВт	η_T	Примечание
1	1				η_T
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
3	1				η_T
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				

Выполненный графоаналитический расчёт показателей тяговой характеристики трактора позволяет оценить его тягово-скоростную эффективность и топливную экономичность в заданных условиях при различных режимах работы.

5.2 Динамический и топливно-экономический расчеты автомобиля

5.2.1 Выбор исходных параметров

За основу берутся параметры лучших существующих однотипных или близких по своим основным показателям автомобилей

отечественного и зарубежного производства. При проектировании необходимо предусмотреть повышение производительности и сокращения времени перевозок, повышение безопасности и удобства для водителя, повышение надежности, уменьшение массы автомобиля, снижение расхода топлива, выполнение требований перспективного типажа. Повышение производительности автомобиля может быть достигнуто за счет увеличения грузоподъемности и повышения скорости движения. Если известны величины коэффициента снаряженной массы или показателя использования массы, то можно определить массу m снаряженного автомобиля. Для грузового автомобиля коэффициент снаряженной массы определяется по формуле

$$\eta_c = \frac{m}{m_n}, \quad (5.31)$$

где m_n – номинальная грузоподъемность автомобиля, кг;

m – масса снаряженного автомобиля, кг.

Масса снаряженного автомобиля будет равна

$$m = \eta_c \cdot m_n, \text{ кг.}$$

Для легкового автомобиля показатель использования массы равен

$$\eta_n = \frac{m'}{L}, \quad (5.32)$$

где m' – масса снаряженного автомобиля, кг;

L – база автомобиля, мм.

Масса снаряженного автомобиля будет равна

$$m' = \eta_n \cdot L, \text{ кг.} \quad (5.33)$$

Полная масса автомобиля m_a определяется как

$$m_a = m + m_c, \quad (5.34)$$

где m – масса снаряженного автомобиля, кг;

m_c – масса нагрузки автомобиля, кг.

Для грузового автомобиля

$$m_c = m_n + 80 \cdot n, \text{ кг,} \quad (5.35)$$

где n – число мест в автомобиле для сидения, включая место для водителя;

80 – масса одного пассажира, кг.

Для легкового автомобиля

$$m_c = (80 + 10)n' + m \cdot g, \text{ кг}, \quad (5.36)$$

где 10 – масса багажа одного пассажира, кг;

80 – масса одного пассажира, кг;

n' – число пассажиров с водителем;

$m \cdot g$ – масса дополнительного снаряжения, кг.

Для подбора шин автомобиля необходимо знать осевую массу и массу, воспринимаемую одним колесом.

У преобладающего числа моделей грузовых автомобилей на заднюю ось приходится 70-75% полной массы, у автомобилей-самосвалов с колесной формулой 6×4 около 80%. У автомобилей высокой проходимости с колесной формулой 4×4 этот показатель находится в пределах 48-63%, а у автомобилей с колесной формулой 6×6 – в пределах 67-77%.

По осевой массе подсчитывается нагрузка на отдельное колесо по формулам

$$m_{\kappa 1} = \frac{m_1}{\kappa_1}, \text{ кг}, \quad (5.37)$$

$$m_{\kappa 2} = \frac{m_2}{\kappa_2}, \text{ кг}, \quad (5.38)$$

где m_1, m_2 – массы, приходящиеся соответственно на переднюю и заднюю оси;

κ_1, κ_2 – количество колес у передней и задней осей.

Шины колес выбираются по максимальной массе, приходящейся на одно колесо. Размеры колес необходимо выбирать, ориентируясь на колесо, воспринимающее наибольшую нагрузку. Определив по нагрузке и справочным данным размеры шин, нужно подсчитать действительный радиус колеса r_k .

При обозначении параметров шин в дюймах радиус определяется по формуле

$$r_k = 0,0254[0,5 \cdot d + (1 - \kappa') \cdot b], \text{ м}, \quad (5.39)$$

где d – внутренний диаметр шины, дюймов;

b – ширина шины, дюймов;

κ' – коэффициент радиальной деформации.

Для стандартных широкопрофильных шин коэффициент κ' принимается равным 0,1-0,16; для арочных шин κ' принимают равным 0,2-0,03. При обозначении параметров шин в мм радиус r_{κ} определяется по формуле

$$r_{\kappa} = 0,001[0,5 \cdot d + (1 - \kappa') \cdot b], \text{ м.} \quad (5.40)$$

5.2.2 Подбор двигателя к проектируемому автомобилю

Расчет необходимой номинальной мощности двигателя автомобиля проводится в части 1 курсового проекта по формулам 3.3-3.8. Имея величину отношения n_v/n_n (см. п. 3.1), выбирают номинальную частоту вращения коленчатого вала двигателя, т.е. соответствующую максимальной мощности n_n , руководствуясь при этом пределами изменения номинальной частоты вращения у однотипных автомобилей. Затем определяют частоту вращения коленчатого вала n_v при максимальной скорости V_{\max} автомобиля, используя соотношение n_v/n_n . После этого проверяют коэффициент частоты вращения двигателя n_s , который представляет собой отношение числа оборотов к скорости автомобиля, т.е. число оборотов двигателя при условной скорости 1 км/ч. Необходимо, чтобы коэффициент частоты вращения карбюраторного двигателя легкового автомобиля находился в пределах 30-40, карбюраторного двигателя грузового автомобиля – 40-50, а дизельного двигателя грузового автомобиля – 27-38.

Величина n_s подсчитывается по формуле

$$n_s = \frac{n_v}{V_{\max}}. \quad (5.41)$$

В случае несовпадения полученной величины n_s с рекомендуемой следует изменить величину n_v , а при необходимости согласовать целесообразность отклонения от рекомендуемой. После то-

го, как будет окончательно принято числовое значение отношения n_v / n_n , его подставляют в формулу мощности и подсчитывают величину $N_{e\max}$. Для расчета внешней скоростной характеристики двигателя выбирают числовые значения скоростей в пределах от 10 км/ч до V_{\max} (5-7 точек). Затем по формуле

$$n_v = n_s \cdot V \quad (5.42)$$

определяют частоту вращения двигателя, соответствующую выбранным скоростям и принятому коэффициенту n_s .

Данные заносятся в таблицу 5.5.

Таблица 5.5

Результаты расчета внешней характеристики двигателя

V , км/ч	10	20	50	80	...	V_{\max}
n_e , мин ⁻¹						
N_e , кВт						
M_e , Н·м						
N_{ψ} , кВт						

Текущие значения мощности двигателя при различной частоте вращения коленчатого вала определяют по формуле Лейдермана

$$N_e = N_{e\max} \cdot \left[a \cdot \left(\frac{n_e}{n_n} \right) + b \cdot \left(\frac{n_e}{n_n} \right)^2 - c \cdot \left(\frac{n_e}{n_n} \right)^3 \right], \text{ кВт.} \quad (5.43)$$

Для определения текущих значений крутящего момента используется формула

$$M_e = 9550 \cdot \frac{N_e}{n_e}, \text{ Н·м.} \quad (5.44)$$

Мощность, необходимая для движения автомобиля на прямой передаче по дороге с заданным углом подъема i_{np} при различных скоростях движения определяется по выражению

$$N_{\psi} = \frac{\left(\frac{\psi \cdot m_a \cdot g \cdot V}{3600} + \frac{K \cdot F \cdot V^3}{13 \cdot 3600} \right)}{\eta_{mp}}, \text{ кВт,} \quad (5.45)$$

где $\psi = f + i_{np}$.

Результаты расчетов заносят в таблицу 5.5. По данным этой таблицы строят графики: $N_e = f(n_e)$; $M_e = f(n_e)$; $N_\psi = f(V)$.

Проекция точки пересечения кривых $N_e = f(n_e)$ и $N_\psi = f(V)$ на ось абсцисс определяет максимальную скорость (V'_{max}) автомобиля на прямой передаче по дороге с заданным углом подъема i_{np} (рис. 5.2).

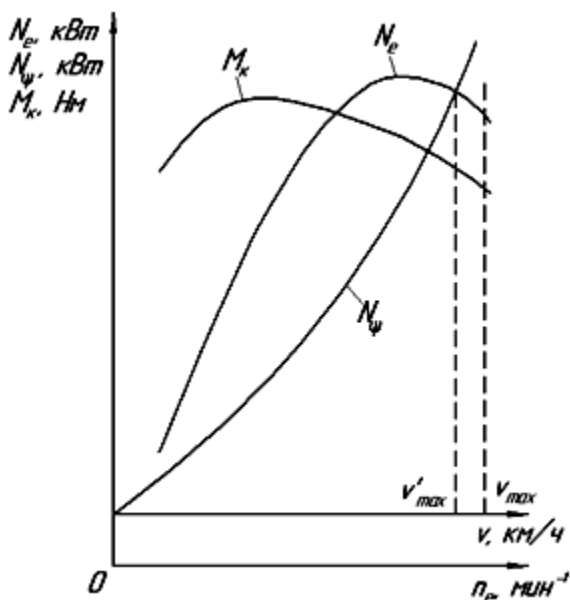


Рис. 5.2. Внешняя характеристика двигателя

5.2.3 Динамический расчет автомобиля

После построения внешней характеристики двигателя приступают к расчету передаточных чисел главной передачи и коробки передач автомобиля, а потом к определению показателей тягово-скоростных качеств.

Передаточные числа главной передачи i_0 определяют из

условия обеспечения максимальной скорости движения автомобиля на прямой передаче.

$$i_0 = 0,377 \cdot \frac{n_v \cdot r_k}{V_{\max}}, \quad (5.46)$$

где n_v – частота вращения двигателя при V_{\max} , мин^{-1} ;

r_k – радиус колеса, м.

У большинства автомобилей, применяемых в сельском хозяйстве, высшей передачей является прямая передача.

В этом случае (без учета раздаточной коробки)

$$i_{mp} = i_0, \quad (5.47)$$

где i_0 – передаточное число главной передачи.

Отсюда

$$i_0 = 0,377 \cdot \frac{n_n \cdot r_k}{V_{\max}}. \quad (5.48)$$

Затем определяют передаточное число первой передачи коробки передач i_{k1} . Передаточное число первой передачи i_{k1} должно удовлетворять двум требованиям:

- не вызывать полного буксования ведущих колес автомобиля при передаче максимального крутящего момента двигателя;
- обеспечивать преодоление максимального дорожного сопротивления ψ .

Следовательно, максимальная касательная сила тяги не должна превышать силы сцепления шин с дорогой, т.е.

$$P_{k \max} \leq P_\varphi, \quad (5.49)$$

где P_φ – сила сцепления движителей автомобиля с дорогой.

$P_{k \max}$ определяется по формуле:

$$P_{k \max} = \frac{M_{k \max} \cdot i_0 \cdot i_{k1} \cdot \eta_{mp}}{r_k}, \text{ кН}, \quad (5.50)$$

где $M_{k \max}$ – максимальный крутящий момент двигателя, Н·м;

r_k – радиус колеса, м;

i_{k1} – передаточное число коробки передач на первой передаче.

Для определения P_φ используется формула

$$P_\varphi = \varphi \cdot m_a \cdot g \cdot \lambda, \text{ кН}, \quad (5.51)$$

где m_a – полная масса автомобиля, кг;

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

λ – коэффициент использования массы автомобиля для сцепления с дорожным покрытием;

φ – коэффициент сцепления движителей с дорогой.

У автомобилей обычной проходимости $\lambda = 0,7-0,75$; у автомобилей повышенной проходимости $\lambda = 1,0$; коэффициент сцепления φ принимается в пределах 0,5-0,8.

С учетом приведенных расчетов можно записать

$$\frac{M_{\kappa \max} \cdot i_0 \cdot i_{\kappa 1} \cdot \eta_{mp}}{r_\kappa} = \varphi \cdot m_a \cdot g \cdot \lambda, \quad (5.52)$$

откуда

$$i_{\kappa 1} = \frac{m_a \cdot g \cdot \lambda \cdot \varphi \cdot r_\kappa}{M_{\kappa \max} \cdot i_0 \cdot \eta_{mp}}. \quad (5.53)$$

По максимальному коэффициенту дорожных сопротивлений ψ_{\max} находят передаточное число первой передачи.

Формула для определения передаточного числа по максимальному сопротивлению дороги имеет вид

$$i'_{\kappa 1} = \frac{m_a \cdot g \cdot \psi_{\max} \cdot r_\kappa}{M_{\kappa \max} \cdot i_0 \cdot \eta_{mp}}. \quad (5.54)$$

Обычно у отечественных автомобилей общего назначения максимальное сопротивление дороги ψ_{\max} , преодолеваемое на первой передаче, лежит в пределах 0,32-0,5.

У полноприводных автомобилей эта величина достигает 0,6-0,8. Передаточное число $i'_{\kappa 1}$ должно быть меньше или равно $i_{\kappa 1}$.

Количество ступеней коробки передач и их передаточные числа определяют способность автомобиля к преодолению подъемов, быстроте разгона, движению с различной скоростью в заданных условиях. Увеличение числа передач с одной стороны улучшает тяговые качества автомобиля и разгона, с другой стороны чрезмерное увеличение числа ступеней усложняет коробку пе-

редач и затрудняет ее использование.

У автомобилей, предназначенных для работы в сельском хозяйстве, необходимо иметь больше передач, чем для машин, работающих в хороших дорожных условиях.

Определение передаточных чисел коробки передач производится по геометрической прогрессии. Знаменатель геометрической прогрессии определяется по формуле

$$q = z - 1 \sqrt{\frac{1}{i_k}}, \quad (5.55)$$

где z – число передач в коробке передач, включая прямую.

Если в коробке передач прямой передачей является последняя, то для трехступенчатой коробки передач

$$i_{k2} = \sqrt{i_{k1}}; i_{k3} = 1,0. \quad (5.56)$$

Для четырехступенчатой коробки передач

$$i_{k2} = \sqrt[3]{i_{k1}^2}; i_{k3} = \sqrt[3]{i_{k1}}; i_{k4} = 1,0. \quad (5.57)$$

Для пятиступенчатой коробки передач

$$i_{k2} = \sqrt[4]{i_{k1}^3}; i_{k3} = \sqrt[4]{i_{k1}^2}; i_{k4} = \sqrt[4]{i_{k1}}; i_{k5} = 1,0. \quad (5.58)$$

Зная i_{k1} и знаменатель геометрической прогрессии q , передаточные числа последующих передач можно определить по формулам

$$i_{k2} = i_{k1} \cdot q; i_{k3} = i_{k1} \cdot q^2; i_{kz} = i_{k1} \cdot q^{z-1}. \quad (5.59)$$

Для отечественных автомобилей q лежит в пределах 0,55-0,65.

Определенные расчетом передаточные числа являются ориентировочными и при проектировании коробки передач могут несколько изменяться. Передаточное число заднего хода подбирают во время компоновки коробки передач.

Основными динамическими показателями автомобиля являются динамический фактор и скорость. Значения этих показателей определяют на всех передачах по прототипу при работе двигателя на внешней характеристике. Динамическая характеристика характеризует динамические качества автомобиля при равномерном

движении с разной нагрузкой на всех передачах.

Динамический фактор определяется по формуле

$$D = \frac{P_k - P_w}{m_a \cdot g} = \psi \pm \frac{\delta_{ep} \cdot j}{g}, \quad (5.60)$$

где δ_{ep} – коэффициент учета силы инерции вращающихся масс;

j – ускорение автомобиля, м/с².

Коэффициент δ_{ep} определяется по формуле

$$\delta_{ep} = 1,04 + 0,05 \cdot i_k^2, \quad (5.61)$$

где i_k – передаточное число коробки передач.

Для расчета касательной силы тяги используется формула

$$P_k = \frac{M_k \cdot i_{mp} \cdot \eta_{mp}}{r_k}, \text{ Н.} \quad (5.62)$$

Сила сопротивления воздуха определяется по выражению

$$P_w = \frac{\kappa \cdot F \cdot v^2}{13}, \text{ Н.} \quad (5.63)$$

Результаты расчетов заносятся в таблицу 5.6.

Таблица 5.6

Результаты расчета основных показателей автомобиля

Номер передачи	Номер точки	v , км/ч	n_e , мин ⁻¹	P_k , Н	P_w , Н	D	$D-\psi$	j , м/с ²	$1/j$, с ² /м	Примечания
1	1									
	2									
	3									
	4									
	5									
	6									
...	1									
	2									
	3									
	4									
	5									
	6									
z	1									
	2									
	3									
	4									
	5									
	6									

По данным таблицы 5.6 строится динамическая характеристика (рис. 5.3). Для построения динамической характеристики на каждой передаче нужно рассчитать 6-8 точек.

Ускорение, которое может развивать автомобиль, в значительной степени характеризует динамические качества автомобиля. Чем больше ускорение, тем выше разгонные качества автомобиля, его средняя скорость и производительность.

Ускорение автомобиля вычисляется по формуле

$$j = \frac{(P_k - P_c)}{\delta_{ep} \cdot m_a}, \text{ м/с}^2, \quad (5.64)$$

где $P_c = P_f + P_w$ – суммарная сила сопротивления движению автомобиля (дороги, воздуха) на горизонтальном участке пути.

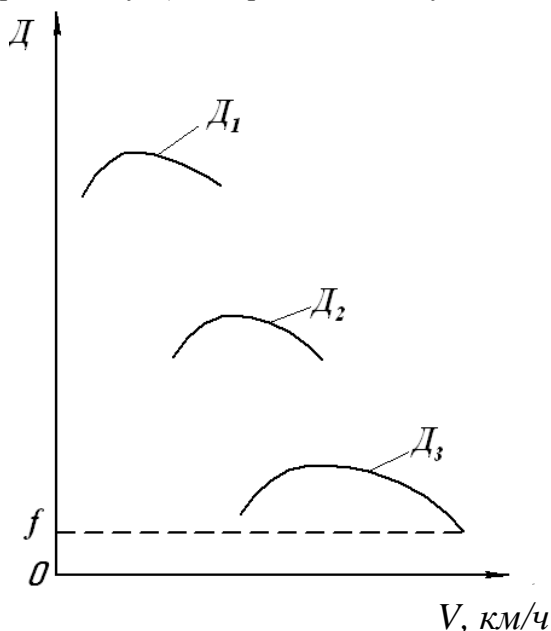


Рис. 5.3. Динамическая характеристика автомобиля

Сила P_f определяется по формуле

$$P_f = m_a \cdot g \cdot f, \text{ Н}, \quad (5.65)$$

где f – коэффициент сопротивления перекачиванию автомобиля.

Данные расчетов заносятся в таблицу 5.6. По данным таблицы 5.6 строятся графики ускорений как функции скорости автомобиля (рис. 5.4).

По графику ускорений можно установить наивыгоднейшие с точки зрения разгона моменты перехода с одной передачи на другую. Чтобы разгон происходил с максимальной интенсивностью, ускорение на данной скорости должно иметь наибольшее значение.

Время разгона автомобиля определяется по графику ускорений разгона автомобиля.

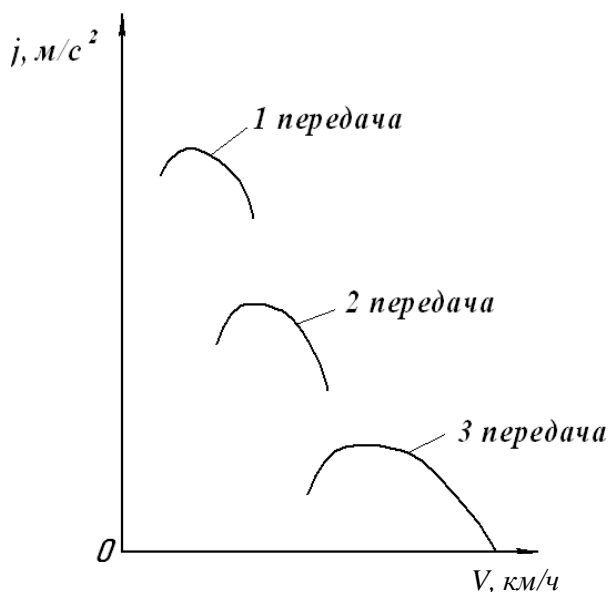


Рис. 5.4. Графики зависимости ускорения автомобиля от скорости

Известно, что ускорение есть первая производная скорости по времени

$$j = \frac{dV}{dt}, \quad (5.66)$$

отсюда

$$dt = \frac{1}{j} \cdot dV, \quad (5.67)$$

или

$$t = \frac{1}{j} \cdot \int_{V_1}^{V_2} dV. \quad (5.68)$$

Решение данного интеграла затрудняется отсутствием известных аналитических зависимостей между j и V . Обычно на практике для определения времени разгона автомобиля применяют графоаналитический метод. Для этого необходимо построить вспомогательный график величин, обратных ускорениям

$\frac{1}{j} = f(V)$ (рис. 5.5).

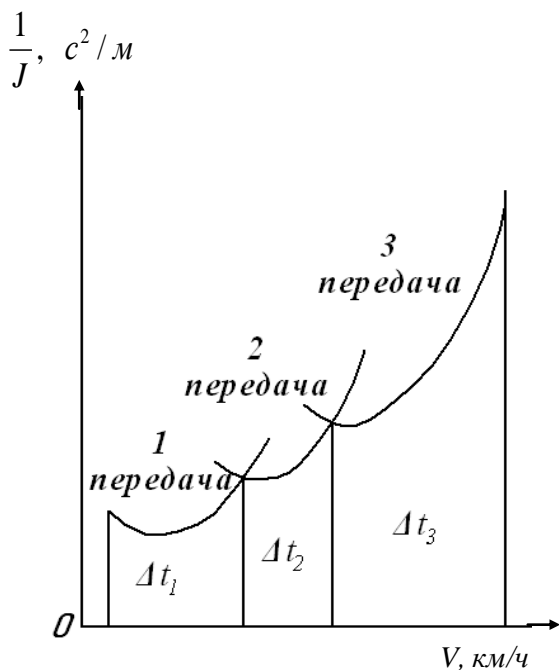


Рис. 5.5. График зависимости величин, обратных ускорению автомобиля, от скорости

Площадь графика, заключенная между осью абсцисс и кривыми $\frac{1}{j}$, разбивается несколькими вертикальными линиями

на отдельные участки. Элементарные площадки Δt суммируются нарастающим итогом.

Время разгона определяется по формуле

$$t = \frac{\sum \Delta t \cdot a \cdot b}{3,6}, \text{ с}, \quad (5.69)$$

где $\sum \Delta t$ – сумма элементарных площадок, мм²;

a – масштаб скорости, (км/ч)/мм;

b – масштаб величин, обратных ускорениям, (с²/м)/мм.

Результаты расчетов заносятся в таблицу 5.7.

Таблица 5.7

Результаты расчетов времени и пути разгона автомобиля

Разгон	Δt , мм ²	Время разгона, с	Разгон	Δs , мм ²	Путь разгона
от V_0 до V_1			от V_0 до V_1		
от V_1 до V_2			от V_1 до V_2		
от V_2 до V_3			от V_2 до V_3		
...			...		
от V_{z-1} до V_z			от V_{z-1} до V_z		

Время разгона определяется по формуле (5.69). Расчет ведут до скорости, равной 0,95 от V_{\max} , так как при V_{\max} ускорение $j = 0$, а $\frac{1}{j} = \infty$.

По данным таблицы 5.7 строят график зависимости $t = f(V)$ (рис. 5.6). График пути разгона, так же как и график времени разгона, строят для характеристики приемистости автомобиля. Известно, что скорость есть первая производная пути по времени

$$V = \frac{ds}{dt}, \quad (5.70)$$

откуда

$$ds = V \cdot dt, \quad (5.71)$$

или

$$s = \int_{t_0}^{t_1} V dt. \quad (5.72)$$

Ввиду сложности аналитического решения интеграла, для определения пути разгона автомобиля применяют графоаналитический метод. На графике времени разгона (рис. 5.6) площадь между кривой и осью ординат разбивается несколькими горизонтальными линиями на участки и определяются их площади. Каждая элементарная площадка Δs представляет собой в масштабе Vdt .

Путь разгона определяется по формуле

$$s = \frac{\sum \Delta s \cdot a \cdot c}{3,6}, \text{ м}, \quad (5.73)$$

где $\sum \Delta s$ – сумма элементарных площадок, мм^2 ;
 c – масштаб времени, с/мм .

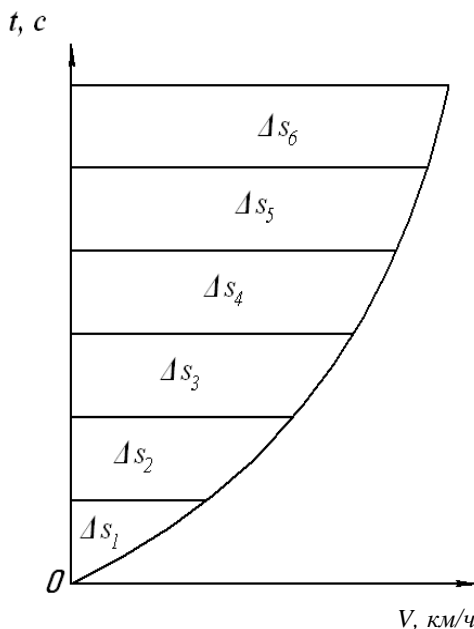


Рис. 5.6. График зависимости времени разгона автомобиля от скорости

Результаты расчетов заносятся в таблицу 5.7. По данным таблицы 5.7 строится график пути разгона автомобиля. Примерный график пути разгона $s = f(V)$ представлен на рис. 5.7.

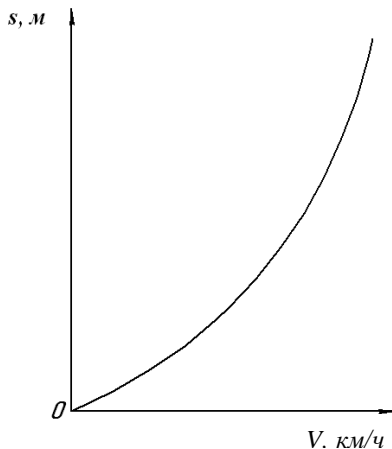


Рис. 5.7. График зависимости пути разгона автомобиля от скорости

5.2.4 Расчет топливной экономичности автомобиля

Основным показателем топливной экономичности является график экономической характеристики автомобиля.

Этот график может быть построен по данным дорожных испытаний. Если же дорожные испытания не проводятся, то экономическую характеристику автомобиля строят аналитически, проводя соответствующие расчеты.

Известно, что расход топлива автомобилем на 100 км пути равен

$$Q_s = \frac{g_e \cdot N_e}{10 \cdot V}, \text{ л/100 км,} \quad (5.74)$$

где N_e – мощность двигателя, кВт;

V – скорость движения автомобиля, км/ч;

g_e – удельный расход топлива двигателем, г/кВт·ч.

В свою очередь

$$N_e = \frac{N_\psi + N_w}{\eta_{mp}}, \text{ кВт,} \quad (5.75)$$

где N_ψ – мощность, затрачиваемая двигателем автомобиля на преодоление сопротивления дороги, кВт;

N_w – мощность, затрачиваемая автомобилем на преодоление сопротивления воздуха, кВт;

η_{mp} – КПД трансмиссии.

Мощность двигателя автомобиля, затрачиваемая на преодоление сопротивления дороги, определяется по формуле

$$N_\psi = \frac{m_a \cdot g \cdot \psi \cdot V}{3600 \cdot \eta_{mp}}, \text{ кВт}, \quad (5.76)$$

где m_a – полная масса автомобиля, кг;

ψ – суммарный коэффициент сопротивления дороги;

V – скорость движения автомобиля, км/ч.

Мощность, затрачиваемая автомобилем на преодоление силы сопротивления воздуха, определяется по уравнению

$$N_w = \frac{\kappa \cdot F \cdot V^3}{13 \cdot 3600}, \text{ кВт}, \quad (5.77)$$

где κ – коэффициент сопротивления воздуха, $(\text{Н} \cdot \text{с}^2)/\text{м}^4$;

F – лобовая площадь автомобиля, м^2 .

Для грузовых автомобилей κ лежит в пределах 0,5-0,9; у грузопассажирских – $\kappa = 0,25-0,4$.

$$F = 0,778 \cdot B \cdot H, \text{ м}^2, \quad (5.78)$$

где B и H – ширина и высота автомобиля, м.

Тогда

$$Q_s = g_e \cdot \frac{N_\psi + N_w}{10 \cdot V \cdot \eta_{mp}}, \text{ л/100 км}. \quad (5.79)$$

Удельный расход топлива двигателя для любой частоты вращения двигателя и степени использования мощности определяется по уравнению

$$g_e = g_n \cdot \kappa_n \cdot \kappa_n, \text{ г/кВт} \cdot \text{ч}, \quad (5.80)$$

где g_n – удельный расход топлива при максимальной мощности двигателя, г/кВт·ч;

κ_n – коэффициент, учитывающий изменение удельного расхода топлива в зависимости от степени использования мощности двигателя;

κ_n – коэффициент, учитывающий изменение удельного расхода топлива в зависимости от частоты вращения коленчатого вала двигателя.

График зависимости коэффициента κ_n от отношения частоты вращения коленчатого вала текущей к частоте вращения номинальной n_e/n_n приведен на рисунке 5.8. График зависимости коэффициента κ_n от степени использования мощности двигателя U для карбюраторных двигателей приведен на рисунке 5.9. График зависимости коэффициента κ_n от степени использования мощности двигателя U для дизельных двигателей – на рисунке 5.10.

Степень использования мощности двигателя U определяется по формуле

$$U = \frac{N_{\psi} + N_w}{\eta_{mp} \cdot N_e}, \quad (5.81)$$

где N_e – мощность двигателя, определяемая по скоростной характеристике, кВт.

Мощность N_{ψ} , затрачиваемая автомобилем на преодоление силы сопротивления дороги, определяется по формуле (5.85). Мощность N_w , затрачиваемая на преодоление силы сопротивления воздуха, определяется по формуле (5.86). При работе с полным использованием мощности ($U = 1$), коэффициент κ_n равен единице.

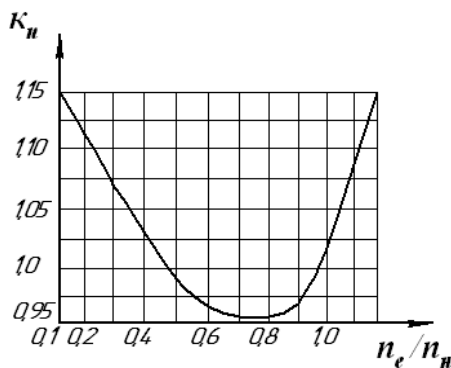


Рис. 5.8. График зависимости коэффициента κ_n от отношения частоты

вращения коленчатого вала двигателя n_e/n_n

При расчетах g_n принимается для карбюраторных двигателей равным 330 г/кВт·ч, а для дизельных – $g_n = 240$ г/кВт·ч. Также g_n может быть принято из теплового расчета двигателя. Расчет производится для условий движения автомобиля на прямой передаче по дороге с коэффициентом сопротивления $\psi = f$ для тех же значений скоростей, которые использовались при динамическом расчете. Нужно рассчитать 6-8 точек. Необходимые данные берутся из таблицы 5.6. Результаты расчетов заносят в таблицу 5.8.

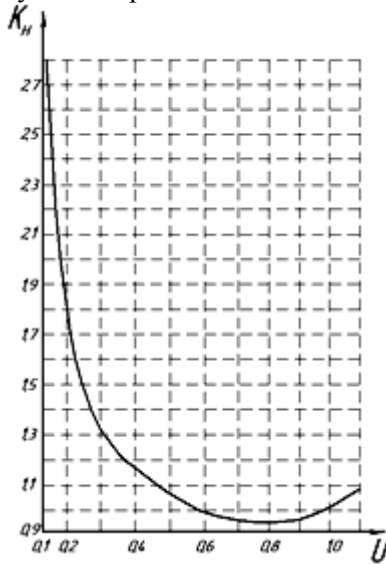


Рис. 5.9. График зависимости коэффициента K_n от степени использования мощности двигателя (карбюраторные двигатели)

Таблица 5.8

Результаты расчета экономической характеристики

Коэфф. сопротивления дороги	Номер точки	V , км/ч	n_e/n_n	K_n	N_{e_s} , кВт	N_{ψ_s} , кВт	U	K_n	Q_s , л/100 км
ψ	1								
	2								
	3								
	4								
	5								
	6								

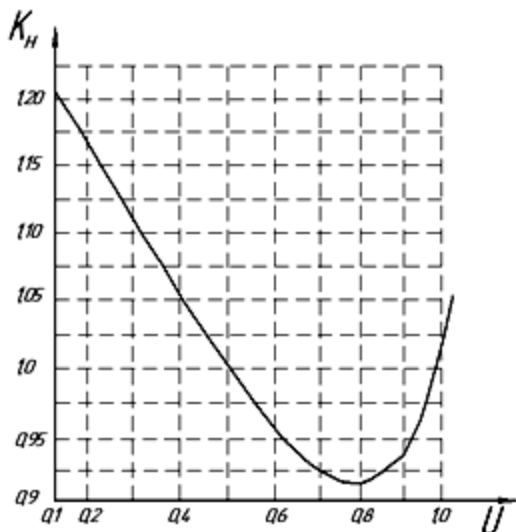


Рис. 5.10. График зависимости коэффициента K_n от степени использования мощности двигателя (дизельные двигатели)
 По данным таблицы 5.8 строится экономическая характеристика автомобиля (рис. 5.11).

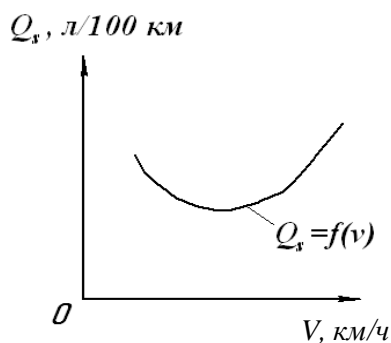


Рис. 5.11. Экономическая характеристика автомобиля

Выполненный тяговый, динамический и топливно-экономический расчет автомобиля позволяет оценить его тягово-скоростную эффективность и топливную экономичность в заданных условиях при различных режимах эксплуатации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

После завершения расчетов каждой части курсового проекта необходимо провести анализ результатов и сделать выводы. При проведении анализа числовые значения показателей мощностных, динамических и экономических качеств проектируемого двигателя сравниваются с соответствующими показателями прототипа. За основные показатели принимаются мощность двигателя, его топливная экономичность и геометрические размеры.

Числовые значения показателей тяговой характеристики трактора или динамических и экономических качеств проектируемого автомобиля сравниваются с соответствующими показателями прототипа.

В тяговом расчете трактора за основные показатели принимаются эксплуатационная масса, максимальный коэффициент буксования, крюковая сила тяги, рабочая скорость, удельный тяговый расход топлива и тяговый КПД.

В расчете автомобиля за основные показатели могут быть приняты динамические качества автомобиля (динамический фактор, ускорение, время и путь разгона) и топливная экономичность.

Произведя анализ, необходимо показать резервы, за счет которых можно улучшить технико-экономические показатели проектируемого автомобиля или трактора.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Колчин, А. И. Расчет автомобильных и тракторных двигателей : учеб. пособие для вузов / А. И. Колчин, В. П. Демидов. – 3-е изд. перераб. и доп. – М. : Высшая школа, 2002. – 496 с.
2. Николаенко, А. В. Теория, конструкция и расчет автотракторных двигателей. – М. : Колос, 1992. – 414 с.
3. Двигатели внутреннего сгорания. Теория рабочих процессов / под ред. В. Н. Луканина. – М. : Высшая школа, 1985. – 369 с.
4. Двигатели внутреннего сгорания. Динамика и конструирование / под ред. В. Н. Луканина. – М. : Высшая школа, 1985. – 319 с.
5. Уханов, А. П. Автомобильные и тракторные двигатели. Курсовое проектирование : учеб. пособие / А. П. Уханов, В. Ф. Китанин, Д. А. Уханов [и др.] ; под ред. А. П. Уханова. – Пенза : РИО ПГСХА, 2005. – 192 с.
6. Уханов, А. П. Использование нефтепродуктов, технических жидкостей и ремонтных материалов при эксплуатации мобильных машин : учебное пособие / А. П. Уханов, Ю. В. Гуськов, И. И. Артемов, А. В. Климанов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Самара : СГСХА, 2002. – 292 с.
7. Климанов, А. В. Теория и расчет автотракторных двигателей : учебное пособие / А. В. Климанов, Г. А. Ленивецев. – Самара, 2002. – 127 с.
8. Климанов, А. В. Курсовое проектирование по теории и расчету автотракторных двигателей : методические рекомендации. – Самара : Самвен, 2002. – 36 с.
9. Ленивецев, Г. А. Тракторы и автомобили. Основы теории тракторных и автомобильных двигателей : методические указания для выполнения расчетно-графической работы №1 «Тепловой расчет двигателя» / Г. А. Ленивецев, О. С. Володько, О. Н. Черников [и др.] – Кинель : РИЦ СГСХА, 2007. – 23 с.
10. Черников, О. Н. Тракторы и автомобили. Основы теории тракторных и автомобильных двигателей: методические указания для выполнения расчетно-графической работы №2 «Динамический расчет двигателя». – Кинель : РИЦ СГСХА, 2007. – 23 с.
11. Ленивецев, Г. А. Тракторы и автомобили. Конструкция тракторов и автомобилей. Основы теории тракторных и автомобильных двигателей : методические указания студентам 4 курса инженерного отделения заочного факультета для выполнения кон-

трольных работ №1 и №2 / Г. А. Ленивец, О. С. Володько, В. В. Ефимов. – Кинель, 2005. – 56 с.

12. Петрова, С. С. Методические рекомендации по оформлению курсовых работ и дипломных проектов для агроинженерных специальностей / сост. С. С. Петрова, Г. С. Бухвалов, С. В. Машков, А. П. Быченин, С. В. Денисов. – Самара : РИЦ СГСХА, 2010. – 38 с.

13. Плаксин, В. Ф. Динамический и топливно-экономический расчет автомобиля : методические рекомендации / В. Ф. Плаксин, Р. Р. Мингалимов, Р. М. Мусин [и др.]. – Кинель : РИЦ СГСХА, 2009. – Ч. 2. – 52 с.

Основные технические данные автомобильных двигателей

Марка двигателя	Расположение и число цилиндров	Д, мм	S, мм	$V_h, i, л$	ε	$N_{ен}, кВт$	$g_e, г/(кВт·ч)$	$n_n, мин^{-1}$	Топливо
МеМЗ-969А	V-4	76	66	1,2	7,2	29,4	328	4200	А-76
ВАЗ-1113	P-2	79	66	0,65	8,5	23	-	5500	Аи-92
УЗАМ-412Э	P-4	82	70	1,48	8,8	55	306	5800	Аи-93
ВАЗ-2106	P-4	79	80	1,57	8,5	59	299	5400	Аи-93
ВАЗ-2107	P-4	76	80	1,45	8,5	57	299	5600	Аи-93
УМЗ-451М	P-4	92	92	2,45	6,7	55,2	313	4000	А-76
ЗМЗ-402.10	P-4	92	92	2,45	8,2	73,5	285	4500	А-76
ЗМЗ-24Д	P-4	92	92	2,45	8,2	70	292	4500	А-76
ЗМЗ-53.11	V-8	92	80	4,25	7	88,3	300	3200	А-76
ЗиЛ-130	V-8	100	95	6	7,1	110	300	3200	А-76
ЗМЗ-53.27	V-8	92	80	4,25	7	69	-	3400	Газовое
ВАЗ-3411	P-4	82	80	1,7	23	44,2	300	4800	ДТ
ВАЗ-342	P-4	76	80	1,4	23	51,5	320	5000	ДТ
ГАЗ-3301	P-6	105	120	6,3	18	92	225	2800	ДТ
ЗиЛ-845Н	V-8	110	115	8,7	18,5	162	238	2800	ДТ
КамАЗ-7401	V-8	120	120	10,8	17	161	220	2600	ДТ
КамАЗ-640	V-6	120	120	8,2	17	117	225	2600	ДТ
ЯМЗ-238НБ	V-8	130	140	14,8	16,5	158	238	1700	ДТ
ЯМЗ-240Н	V-12	130	140	22,2	16	368	248	2100	ДТ

Приложение 4

Основные технические данные тракторных дизелей

Марка двигателя	Расположение и число цилиндров	Д, мм	S, мм	$V_h \cdot i, л$	ϵ	$N_{ен}, кВт$	$\xi, г/(кВт \cdot ч)$	$n_n, мин^{-1}$
Д-21А1	Р-2	105	120	2,08	16,5	18,4	236	1800
Д-120	Р-2	105	120	2,08	16,5	22,1	236	2000
Д-144-07	Р-4	105	120	4,15	16,5	44,2	238	2000
Д-145Т	Р-4	105	120	4,15	16,5	55,2	238	2000
Д-65Н	Р-4	110	130	4,94	17,3	45,6	238	1750
Д-240Т	Р-4	110	125	4,8	16	73,6	235	2200
Д-260Т	Р-6	110	125	7,1	15	110	236	2100
СМД-23	Р-4	120	140	9,1	15	125	224	2000
СМД-31	V-6	120	140	9,5	15	195	231	2000
СМД-60	V-6	130	115	9,1	14,5	110	234	2000
СМД-86	V-8	130	115	12,1	14,5	140	238	2000
А-41Т	Р-4	130	140	7,43	16	97	238	1750
Д-450	Р-4	130	140	7,43	14	110	231	1800
А-01Т	Р-6	130	140	7,43	14,5	129	238	1800
Д-160Б	Р-4	145	205	13,6	14	105	238	1070
Д-200	Р-6	145	205	13,6	14	147	245	1250
ЯМЗ-240Б	V-12	130	140	22,2	16,5	220	228	1900

Приложение 5

Средний элементарный состав жидких топлив и их теплотворность

Топливо	Состав в массовых долях				Низшая теплота сгорания, МДж/кг
	С	Н	О	зола и влага	
Бензин	0,854	0,142	0,003	0,001	43,5
Дизельное топливо	0,857	0,133	0,01	-	42,8
Газовое топливо	-	-	-	-	86-112

Приложение 6

Значения масс элементов кривошипно-шатунного механизма автотракторных двигателей

Элементы кривошипно-шатунного механизма	Конструктивные массы, $m' = m/F_n$, кг/м ²	
	Карбюраторные двигатели, Д = 70-100 мм	Дизельные двигатели, Д = 80-140 мм
Поршневая группа ($m'_n = m_n/F_n$): - поршень из алюминиевого сплава - поршень из чугуна	80-150 150-250	150-350 250-450
Шатун ($m'_{ш} = m_{ш}/F_n$)	100-200	250-450
Неуравновешенная часть колена вала без противовесов ($m'_к = m_к/F_n$): - стальной кованый вал - чугунный литой вал	150-200 100-200	200-450 150-350

Примечание. Большие значения m' относятся к двигателям с большим диаметром цилиндра.

Приложение 7

Порядок работы и чередование вспышек четырехтактных двигателей

Расположение и число цилиндров	Порядок работы цилиндров	Интервалы чередований вспышек	Марки двигателей
P-2	1-2-0-0	180°-540°	Д-21А1, Д-120, ВАЗ-1113
P-4	1-3-4-2, 1-2-4-3	равномерно, 180°	Д-144-07, Д-145Т, Д-65Н, Д-240Т, СМД-23, А-41Т, Д-450, Д-160Б, УЗАМ-412Э, типа ВАЗ, ЗМЗ-24Д
P-6	1-5-3-6-2-4	равномерно, 120°	ГАЗ-3301, А-01Т, Д-260Т, Д-200
V-4	1-3-4-2	равномерно, 90°	МеМЗ-969А
V-6	1-4-2-5-3-6	90°, -150°, -90°, -150° и т.д.	КАМАЗ-640, СМД-31, СМД-60
V-8	1-5-4-2-6-3-7-8	равномерно, 90°	ЗМЗ-53.11, ЗМЗ-53.27, ЗИЛ-130, ЗИЛ-845Н, ЯМЗ-238НБ, СМД-86
V-12	1-12-5-8-3-10-6-7-2-11-4-9	75°, -45°, -75°, -45° и т.д.	ЯМЗ-240Б, ЯМЗ-240Н

Приложение 8

Значения постоянной λ кривошипно-шатунного механизма для автотракторных двигателей

Марка двигателя	Значение	Марка двигателя	Значение
МемЗ-969А	0,237	А-41Т, А-01Т	0,264
ВАЗ-1113, ВАЗ-2106, ВАЗ-2107, ВАЗ-3411, ВАЗ-342, УЗАМ-412Э	0,295	Д-450	0,262
ЗМЗ-402.10, ЗМЗ-24Д, ЗМЗ-53М, ЗМЗ-53.27	0,295	КамАЗ-7401, КамАЗ-640	0,268
Зил-130, Зил-845Н	0,257	Д-160Б, Д-200	0,264
Д-21А1, Д-120, Д-144	0,279	ЯМЗ-238НБ	0,264
Д-65Н, Д-240Т, Д-260Т	0,272	ЯМЗ-240Б, ЯМЗ-240Н	0,266
СМД-60, СМД-31, СМД-86	0,280	ЯМЗ-740, ЯМЗ-743	0,267

Приложение 9

Значения величин $(\cos\alpha + \lambda\cos2\alpha)$ при разных значениях α и λ

α°	Знак	$\cos\alpha + \lambda\cos2\alpha$								Знак	α°
		0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30	0,31		
0	+	1,240	1,250	1,260	1,270	1,280	1,290	1,300	1,310	+	360
30	+	0,986	0,991	0,996	1,001	1,006	1,011	1,016	1,021	+	330
60	+	0,380	0,375	0,370	0,365	0,360	0,355	0,350	0,345	+	300
90	-	0,240	0,250	0,260	0,270	0,280	0,290	0,300	0,310	-	270
120	-	0,620	0,625	0,630	0,635	0,640	0,645	0,650	0,655	-	240
150	-	0,746	0,741	0,736	0,731	0,726	0,721	0,716	0,711	-	210
180	-	0,760	0,750	0,740	0,730	0,710	0,710	0,700	0,690	-	180

Приложение 10

Значения величин $\sin(\alpha+\beta)/\cos\beta$ при разных значениях α и λ

α°	Знак	$\sin(\alpha+\beta)/\cos\beta$								Знак	α°
		0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30	0,31		
0	+	0	0	0	0	0	0	0	0	-	360
30	+	0,605	0,609	0,613	0,618	0,622	0,627	0,631	0,636	-	330
60	+	0,972	0,976	0,981	0,985	0,990	0,995	0,999	1,004	-	300
90	+	1	1	1	1	1	1	1	1	-	270
120	+	0,760	0,756	0,751	0,747	0,742	0,737	0,733	0,728	-	240
150	+	0,395	0,391	0,387	0,382	0,378	0,373	0,369	0,364	-	210
180	+	0	0	0	0	0	0	0	0	-	180

Приложение 11

Значения величин $\cos(\alpha+\beta)/\cos\beta$ при разных значениях α и λ

α°	Знак	$\cos(\alpha + \beta) / \cos \beta$								Знак	α°
		0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30	0,31		
0	+	1	1	1	1	1	1	1	1	+	360
30	+	0,806	0,803	0,801	0,798	0,795	0,793	0,790	0,788	+	330
60	+	0,317	0,309	0,301	0,293	0,285	0,277	0,269	0,261	+	300
90	-	0,245	0,256	0,267	0,278	0,289	0,300	0,311	0,322	-	270
120	-	0,683	0,691	0,699	0,707	0,715	0,723	0,731	0,739	-	240
150	-	0,926	0,929	0,931	0,934	0,937	0,939	0,942	0,944	-	210
180	-	1	1	1	1	1	1	1	1	-	180

Приложение 12

Примеры расчета углов смещения диаграммы тангенциальных усилий

Пример 1

Двигатель четырехтактный, V-6:

- порядок работы цилиндров 10-4-2-5-3-6;
- порядковый номер вспышек 1-2-3-4-5-6;
- интервал между вспышками $\theta = 90^\circ - 150^\circ - 90^\circ - 150^\circ - 90^\circ$.

Угол смещения графика тангенциальных сил, например, для пятого цилиндра, относительно графика этих сил для первого цилиндра составляет:

$$\Psi_5 = 720^\circ - (90^\circ + 150^\circ + 90^\circ).$$

Аналогично производится подсчет для остальных цилиндров.

Пример 2

Двигатель четырехтактный, V-8:

- порядок работы цилиндров 1-5-4-2-6-3-7-8;
- порядковый номер вспышек 1-2-3-4-5-6-7-8;
- интервал между вспышками $\theta = 720^\circ/8 = 90^\circ$.

Угол смещения графика тангенциальных сил для пятого цилиндра, относительно графика этих сил для первого цилиндра, составляет:

$$\Psi_5 = (8-2+1)90^\circ = 630^\circ.$$

Аналогично производится подсчет для остальных цилиндров.

Пример заполнения таблицы для расчета суммарной тангенциальной силы
многоцилиндровых двигателей

$\alpha, ^\circ$	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	TΣ, Н	TΣ/μр, мм
0	0	5223,632	-967,053	0	-698,625	0	0	599,6315	4157,586	26,2
30	-2618,69	4759,713	692,741	-2077,12	2062,406	11534,67	-2061,78	2506,463	14798,41	93,1
60	-2155,76	2956,388	-273,968	-2576,37	2568,074	6043,944	-2659,38	2046,416	5949,349	37,4
90	599,6315	0	0	-698,625	0	5223,632	-967,053	0	4157,586	26,2
120	2506,463	-2077,12	11534,67	2062,406	-2618,69	4759,713	692,741	-2061,78	14798,41	93,1
150	2046,416	-2576,37	6043,944	2568,074	-2155,76	2956,388	-273,968	-2659,38	5949,349	37,4
180	0	-698,625	5223,632	0	599,6315	0	0	-967,053	4157,586	26,2
210	-2061,78	2062,406	4759,713	-2618,69	2506,463	-2077,12	11534,67	692,741	14798,41	93,1
240	-2659,38	2568,074	2956,388	-2155,76	2046,416	-2576,37	6043,944	-273,968	5949,349	37,4
270	-967,053	0	0	599,6315	0	-698,625	5223,632	0	4157,586	26,2
300	692,741	-2618,69	-2077,12	2506,463	-2061,78	2062,406	4759,713	11534,67	14798,41	93,1
330	-273,968	-2155,76	-2576,37	2046,416	-2659,38	2568,074	2956,388	6043,944	5949,349	37,4
360	0	599,6315	-698,625	0	-967,053	0	0	5223,632	4157,586	26,2
390	11534,67	2506,463	2062,406	-2061,78	692,741	-2618,69	-2077,12	4759,713	14798,41	93,1
420	6043,944	2046,416	2568,074	-2659,38	-273,968	-2155,76	-2576,37	2956,388	5949,349	37,4
450	5223,632	0	0	-967,053	0	599,6315	-698,625	0	4157,586	26,2
480	4759,713	-2061,78	-2618,69	692,741	11534,67	2506,463	2062,406	-2077,12	14798,41	93,1
510	2956,388	-2659,38	-2155,76	-273,968	6043,944	2046,416	2568,074	-2576,37	5949,349	37,4
540	0	-967,053	599,6315	0	5223,632	0	0	-698,625	4157,586	26,2
570	-2077,12	692,741	2506,463	11534,67	4759,713	-2061,78	-2618,69	2062,406	14798,41	93,1
600	-2576,37	-273,968	2046,416	6043,944	2956,388	-2659,38	-2155,76	2568,074	5949,349	37,4
630	-698,625	0	0	5223,632	0	-967,053	599,6315	0	4157,586	26,2
660	2062,406	11534,67	-2061,78	4759,713	-2077,12	692,741	2506,463	-2618,69	14798,41	93,1
690	2568,074	6043,944	-2659,38	2956,388	-2576,37	-273,968	2046,416	-2155,76	5949,349	37,4
Сумма									199242,7	1253,4
TΣср=									8301,78	52,2

μр=

159Н в мм;

Тепловой расчет двигателя на ЭВМ
(на примере карбюраторного двигателя ГАЗ-53)

Исходные данные:	
Прототип двигателя:	ГАЗ-53А ;
Ход поршня S=	80 мм;
Диаметр поршня D=	92 мм;
Степень сжатия ε =	6,4 ;
Средняя скорость поршня C_p =	8,4 м/с;
Коэффициент наполнения η_v =	0,77 ;
Коэффициент избытка воздуха α =	0,9 ;
Температура остаточных газов T_r =	900 К;
Частота вращения коленчатого вала n=	3150 об/мин;
Номинальная мощность $N_{ен}$ =	83 кВт;
Степень повышения давления λ =	4 ;
Число цилиндров двигателя i=	8 шт;
Тактность двигателя τ =	4 ;
Расчет корректировать не требуется	
Студент	; Группа
Результаты расчета:	
Давление в конце впуска P_a =	0,095 Мпа;
Температура в конце впуска T_a =	342,2012 К;
Давление в конце сжатия P_c =	1,226999 Мпа;
Температура в конце сжатия T_c =	690,5931 К;
Давление в конце сгорания P_z =	4,907998 Мпа;
Температура в конце сгорания T_z =	2196,875 К;
Давление в конце расширения P_b =	0,472165 Мпа;
Температура в конце расширения T_b =	1352,617 К;
Среднее индикаторное давление P_i =	0,992812 Мпа;
Среднее эффективное давление P_e =	0,839412 Мпа;
Индикаторный к.п.д. η_i =	0,319722 ;
Механический к.п.д. η_m =	0,845489 ;
Эффективный к.п.д. η_e =	0,270321 ;
Удельный эффективный расход топлива g_e =	306,1492 г/кВтч;
Ход поршня S=	78 мм;
Диаметр поршня D=	90 мм;
Рабочий объем цилиндра V_h =	0,495963 л;
Средняя скорость поршня C_p =	8,19 м/с;
Эффективная мощность N_e =	87,42665 кВт;
Удельная литровая мощность N_l =	22,03457 кВт/л;
Удельная поршневая мощность N_p =	17,18696 кВт/кв. дм.;
Эффективный крутящий момент M_k =	265,0554 Нм.

Пример динамического расчета двигателя на ЭВМ

Введите в выделенные цветом ячейки требуемые значения:
 Pr (в мм) берется из индикаторной диаграммы, значения $\sin(\alpha+\beta)/\cos\beta$ и $\cos(\alpha+\beta)/\cos\beta$ берутся из справочных материалов.

$m_l = 0,744$ кг, $m_{ш} = 0,976$ кг, $m_k = 1,098$ кг, $m_j = 1,0124$ кг; $\lambda = R/L = 0,295$;
 $\mu_R = 159$ Н в мм; $R = 0,039$ м; $n = 3150$ об/мин; $\omega = 329,7$ 1/с; $m_R = 1,8056$ кг.

α , °	Pr, мм	Pr, Н	Pj, Н	α , рад	През, Н	Pс, Н	$\cos(\alpha+\beta)/\cos\beta$	Z, Н	$\sin(\alpha-\beta)/\cos\beta$	T, Н	Rш, Н	Pj, мм
0	4.2	667.6425	-5558.08	0	-4890.43	-7654.63	1	-4890.43	0	0	12545.06	-34.9647
30	3.8	604.0575	-4814.17	0.523333	-4210.11	-7654.63	0.795	-3347.04	0.622	-2618.69	11309.034	-30.285
60	3.8	604.0575	-2781.59	1.046667	-2177.54	-7654.63	0.285	-620.597	0.99	-2155.76	8551.4118	-17.4984
90	3.8	604.0575	-4.42604	1.57	599.6315	-7654.63	-0.289	-173.293	1	599.6315	7850.8535	-0.02784
120	3.8	604.0575	2773.925	2.093333	3377.983	-7654.63	-0.715	-2415.26	0.742	2506.463	10377.135	17.45019
150	3.8	604.0575	4809.742	2.616667	5413.799	-7654.63	-0.937	-5072.73	0.378	2046.416	12890.828	30.25708
180	3.8	604.0575	5558.068	3.14	6162.125	-7654.63	-1	-6162.13	0	0	13816.753	34.96465
210	4	635.85	4818.59	3.663333	5454.44	-7654.63	-0.937	-5110.81	-0.378	-2061.78	12930.867	30.31274
240	5	794.8125	2789.253	4.186667	3584.065	-7654.63	-0.715	-2562.61	-0.742	-2659.38	10557.658	17.54661
270	6	953.775	13.27812	4.71	967.0531	-7654.63	-0.289	-279.478	-1	-967.053	7992.8232	0.08353
300	13	2066.513	-2766.25	5.233333	-699.738	-7654.63	0.285	-199.425	-0.99	692.741	7884.544	-17.4019
330	33	5245.763	-4805.3	5.756667	440.4632	-7654.63	0.795	350.1683	-0.622	-273.968	7309.595	-30.2291
360	170	27023.63	-5558.05	6.28	21465.58	-7654.63	1	21465.58	0	0	13810.951	-34.9645
390	147	23367.49	-4823	6.803333	18544.49	-7654.63	0.795	14742.87	0.622	11534.67	13538.534	-30.3405
420	56	8901.9	-2796.91	7.326667	6104.994	-7654.63	0.285	1739.923	0.99	6043.944	8456.5349	-17.5948
450	33	5245.763	-22.1302	7.85	5223.632	-7654.63	-0.289	-1509.63	1	5223.632	10548.457	-0.13922
480	23	3656.138	2758.569	8.373333	6414.707	-7654.63	-0.715	-4586.52	0.742	4759.713	13133.942	17.35359
510	19	3020.288	4800.845	8.896667	7821.132	-7654.63	-0.937	-7328.4	0.378	2956.388	15271.914	30.20112
540	9.5	1510.144	5558.012	9.42	7068.155	-7654.63	-1	-7068.16	0	0	14722.783	34.96429
570	4.2	667.6425	4827.389	9.943333	5495.031	-7654.63	-0.937	-5148.84	-0.378	-2077.12	12970.864	30.3681
600	4.2	667.6425	2804.552	10.466667	3472.195	-7654.63	-0.715	-2482.62	-0.742	-2576.37	10459.514	17.64285
630	4.2	667.6425	30.98215	10.99	698.6246	-7654.63	-0.289	-201.903	-1	-698.625	7887.5304	0.194902
660	4.2	667.6425	-2750.88	11.51333	-2083.24	-7654.63	0.285	-593.723	-0.99	2062.406	8502.2821	-17.3052
690	4.2	667.6425	-4796.38	12.03667	-4128.74	-7654.63	0.795	-3282.34	-0.622	2568.074	11234.427	-30.173
720	4.2	667.6425	-5558.08	12.56	-4890.43	-7654.63	1	-4890.43	0	0	12545.06	-34.9647

Приложение 16

Коэффициенты взаимодействия движителей тракторов с опорной поверхностью (f – коэффициент сопротивления движению, φ – коэффициент сцепления)

Агрофон	Гусеничные тракторы		Колёсные тракторы		
	f	φ	f	φ	φ
				Сухая поверхность	Мокрая поверхность
1	2	3	4	5	6
Асфальт или бетон	0,06	0,8	0,018-0,032	0,7-0,8	0,4-0,5
Дорога грунтовая сухая, удовл. состояние	0,05-0,07	0,9-1,1	0,03-0,05	0,6-0,8	-
Дорога грунтовая, укатанная:					
На глинистом грунте	0,06-0,07	0,9-1,0	0,03-0,04	0,65-0,8	0,3-0,4
На песчаном грунте	0,08-0,09	1,0-1,1	0,04-0,05	0,6-0,7	0,3-0,45
На чернозёме	-	0,9-1,2	0,05	0,6-0,7	-
Снежная укатанная	0,06-0,07	0,5-0,7	0,025-0,04	0,3-0,4	-
Дорога грунтовая, неровная и грязь	-	-	0,05-0,10	-	-
Булыжное покрытие	-	-	0,035-0,045	-	-
Мягкая песчаная дорога	0,10	-	-	-	-
Луг:					
Скошенный	0,075	1,1-1,2	0,07-0,09	0,7-0,8	0,5...0,6
Нескошенный	-	0,9-1,0	0,08-0,10	0,6-0,7	0,4-0,5
Целина, плотная залежь	0,06-0,07	1,0-1,2	0,05-0,07	0,7-0,9	-
2,3-летняя залежь	0,06-0,07	0,9-1,1	0,06-0,08	0,6-0,8	-
стерня	0,06-0,09	0,8-1,0	0,08-0,10 0,10-0,12	0,6-0,8	0,5
Залежь сухая, дёрн	0,07	1,0	-	0,7	-
Слеж. пахота	0,08-0,09	0,6-0,7	0,12-0,14	0,4-0,6	-
Поле:					
Свежевспаханное	0,10-0,12	0,7	0,18-0,22	0,3-0,6	-
культивированное	0,08-0,12	0,6-0,7	0,16-0,20	0,4-0,6	-
вспаханное	0,18-0,11	0,6-0,8	0,12-0,18	0,5-0,7	-

1	2	3	4	5	6
Песок:					
Влажный	0,10-0,12	0,5-0,6	0,08-0,15	-	0,4-0,6
Сухой	0,09-0,15	0,4-0,55	0,15-0,30	0,2-0,3	-
Глубокая грязь	0,10-0,15	0,4-0,5	-	-	-
Глубокий снег (0,4 м)	0,18	0,25	0,18-0,20	-	0,2-0,25
Болото задерновое	0,12-0,18	0,3-0,4	0,200,25	-	0,2-0,25
Болотно-торфяная целина осушенная	0,11-0,14	0,4-0,6	-	-	-

Приложение 17

Передаточные числа главной и конечной передач
некоторых тракторов

Марка трактора	Передаточное число главной передачи, $i_{г}$	Передаточное число конечной передачи, $i_{кп}$
Т-30-69	2,38	4,75
ВТЗ-2032	2,38	4,75
МТЗ-80	3,4	5,3
Бел. 1221	3,4	5,3
Бел. 1523	3,4	5,3
Т-25-А1	2,38	4,75
ЮМЗ-6М	3,4	5,3
Т-150К	4,45	4,6
К-701	6	2,92
К-744	6	2,92
МТЗ-55А	3,47	6,3
ДТ-75Д	4,5	5,55
ВТ-100	4,5	5,55
Т-4А.01	3,63	4,39
Т-150	4,45	4,6
ВТ-200	4,5	5,55

Краткая техническая характеристика отечественных
колёсных тракторов

Показатели	T-3069	BT3-2032	MT3-80	Беларус-1221	Беларус-1523	T-25A	ЮМЗ-64	T-150	K-744	K-701	ЛТЗ-55А
Тяговый класс	0,6	0,6	1,4	1,4	1,4	0,6	1,4	3	5	5	0,9
Марка двигателя	Д-120	Д-120	Д-240	Д-245	Д-260	Д-21А	Д-65Н	СМД-62	ЯМЗ-238НД	ЯМЗ-240НБ	Д-144
Колесная формула	4×2	4×4	4×2	4×4	4×4	4×2	4×2	4×4	4×4	4×4	4×4
Номинальная частота вращения коленчатого вала	2000	2000	2200	2100	2100	1800	1750	2100	1500	1500	1800
Номинальная мощность	22,1	22,1	55,2	77,96	114	19,5	45,6	121	221	230	36,8
Размер шин задних колёс	9,5-32	9,5-32	15,5-38	18,4R38	18,4R38	9,5-32	15,5-38	530-610	28,1R26	28,1R	26
Удельный расход топлива	245	245	229	226	220	235	238	241	220	228	
Заправочные жидкости	81	241	241	340	340	81	233	514	948	949	
Эксплуатационная масса	2390	2390	3300	5300	5500	1800	3350	8005	14900	12500	3075

Приложение 19

Краткая техническая характеристика
отечественных гусеничных тракторов

Показатели	ДТ-75Д	ВТ-150Д	ВТ-200	Т-4А	ХТЗ-150
Тяговый класс	3	3	3	4	3
Марка двигателя	Д-440	Д-442	СМД-62	А-0,1	СМД-61
Номинальная частота, мин ⁻¹	1750	1850	2000	1750	2000
Номинальная мощность, кВт	70	110	125	130	117
Удельный расход г/(кВт·ч)	238	228	228	173	
Заправочные жидкости, кг	411	514	516	501	506
Эксплуатационная масса, кг	7530	7820	7600	8870	8110
Длина звена гусеницы, мм	170	174	170	175	174
Число активно действующих зубьев звёздочки	14	14	13	14	14

Приложение 20

Техническая характеристика малотоннажных грузовых автомобилей

Параметры	Марки автомобилей			
	ИЖ-2715, ИЖ-27151	ЕрАЗ-726 В	УАЗ-451М, УАЗ-452	УАЗ-451ДМ, УАЗ-452Д
1	2	3	4	5
Грузоподъемность, кг	350+2ч 400+2ч	1150	1000/800	1000/800
Максимальная мощность двигателя, кВт	55,2	55,2	55,2	55,2

Окончание прил. 20

1	2	3	4	5
Частота вращения коленчатого вала двигателя при максимальной мощности, мин ⁻¹	5800	4000	4000	4000
Собственная масса автомобиля, кг	1100/1050	1475	1540/1720	1510/1670
Полная масса, кг	1590	2625	2700/2670	2660/2620
База автомобиля, мм	2400	2700	2300	2300
Координата ц.т. продольная, мм			1100*	1100
Координата ц.т. вертикальная, мм			750*	750
Высота пола платформы над землей, мм	530	1385	770/720	1010
Ширина колеи передних колес, мм				
Ширина колеи задних колес, мм	1237	1420	1442	1442
Габаритные размеры:				
длина, мм	4100	5030	4360	4460
ширина, мм	1600	1790	1940	2044
высота, мм	1760/1470	2180	2070/2090	2070
Нагрузка (без учета массы груза):				
на переднюю ось, кг	580/570	880	860/680	850/660
на заднюю ось, кг	520/480	590	990/730	925/745
Площадь лобового сопротивления, м ²	2,1/1,8	3,05	2,9/3,0	2,9
Радиус качения колес, мм	300*	320	360	360
Максимальная скорость, км/ч	115	110	95	95
Общие передаточные числа трансмиссии на:				
1-й передаче	14,72	14,20	21,11	21,11**
2-й передаче	8,60	8,05	13,53	13,53**
3-й передаче	5,61	4,55	8,10	8,10**
4-й передаче	4,22	-	5,125	5,125**
Передаточное число главной передачи	4,22	4,55	5,125	5,125

Примечания. * Приведено ориентировочное значение. ** Без учета передаточного числа раздаточной коробки.

Приложение 21

Техническая характеристика переднеприводных
легковых автомобилей

Наименование параметра	Модель автомобиля				
	«Деу-Нексия»	ВАЗ-21099	ВАЗ-21102	ВАЗ-21103	ВАЗ-21108
Число мест	5	5	5	5	5
Снаряженная масса, кг	969	920	1020	1030	1100
Полная масса, кг	1404	1370	1495	1505	1575
Максимальная скорость, км/ч	163	154	167	185	185
Время разгона до 100 км/ч, с	14,6	13,5	14,0	12,5	13,0
Расход топлива, л/100км, 90/120/ГЦ*	5,1/6,3/9,3	5,6/7,7/8,9	5,2/6,6/8,9	5,2/6,5/8,8	5,2/6,5/8,8
Мощность, кВт (DIN) при частоте, мин ⁻¹	55/5400	51,5/5600	58/4800	68/5600	68/5600
Максимальный крутящий момент, Н·м при частоте мин ⁻¹	123 3200-3400	106,4 3400	115 2800-3000	128 3700	128 3700
Длина, мм	4482	4205	4265	4265	4440
Ширина, мм	1662	1650	1680	1680	1680
Высота, мм	1393	1402	1420	1420	1420
База, мм	2520	2460	2492	2490	2665
Колея передних/задних колес, мм	1400/1406	1400/1370	1400/1370	1400/1370	1400/1370
Дорожный просвет, мм	160	160	160		
Коэффициент аэродинамического сопротивления				0,300	0,347

Примечание. * 90/120/ГЦ – расход топлива при 90км/ч, 120 км/ч и в городском цикле (ГЦ).

Общие сведения о грузовых автомобилях и тягачах

Модель	Колесная формула	Полная масса автомобиля (автопоезда), т	Номинальная мощность, л.с.
Бортовые			
ГАЗ-33021 «Газель»	4×2	3,5	90
ГАЗ-33021 фургон изотермический	4×2	3,5	90
ГАЗ-3309 бортовой	4×2	8,1	116
ЗиЛ-5301 бортовой	4×2	6,95	105
ЗиЛ-432900	4×2	11,0	105
ЗиЛ-433100	4×2	11,75	185
ЗиЛ-433110	4×2	11,75	150
ЗиЛ-433102 шасси	4×2	11,75	185
ЗиЛ-33360	4×2	11,0	150
ЗиЛ-433420	6×6	11,17	170
ЗиЛ-133Г40	6×4	17,8	185
КамАЗ-5320	6×4	15,31	220
КрАЗ-6510	6×4	24,88	240
МАЗ-5516	6×4	28,7	300
МАЗ-55165	6×6	28	330
Урал-5557-10	6×6	16,3	180
Седельные тягачи			
ЗиЛ-442100	4×2	10,3 (18,3)	185
ЗиЛ-442160	4×2	10,3 (14,4)	150
ЗиЛ-442300	4×2	10,3(18,3)	185
ЗиЛ-13305	6×4	17,7 (25,8)	200
КамАЗ-5410	6×4	18,33(34)	220
КамАЗ-54112	6×4	19 (34)	220
КрАЗ-6444	6×4	23,5 (55)	240
КрАЗ-260В	6×6	21,48	300
МАЗ-54321	4×2	16(40)	360
МАЗ-54323-32	4×2	16 (38)	300
КамАЗ-53212	6×4	18,23	220
КамАЗ-43101	6×6	15,5	220
КрАЗ-260	6×6	21,47	300
МАЗ-63Q31	6×4	24	360
Урал-4320-10	6×6	13,3	180
Урал-4320-31	6×6	13,3	240
Самосвалы			
КамАЗ-55111	6×4	22,2	220
КамАЗ-55102	4×2	15,5 (27)	220

Техническая характеристика грузовых автомобилей

Параметры	Марки автомобилей						
	ГАЗ-66	ГАЗ-52-04	ГАЗ-53А	ЗИЛ-130	КамАЗ-5320	МАЗ-500	УРАЛ-377
1	2	3	4	5	6	7	8
Грузоподъемность, кг	2,0	2,5	4,0	5,0	8,0	7,5	7,5
Максимальная мощность двигателя, кВт	84,6	55,1	84,6	102,9	154,4	132,4	132,4
Частота вращения коленчатого вала двигателя при максимальной мощности, мин ⁻¹	3200	2900	3200	3100	2600	2100	3200
Кoeff. приспособляемости двигателя	1,12	1,11	1,11	1,15	1,10*	1,09	1,10*
Собственная масса автомобиля, кг	3470	2520	3250	4300	7080	6500	7225
Полная масса, кг	5800	5170	7400	9525	15305	14225	14950
База автомобиля, мм	3300	3700	3700	3800	3690+1320	3850	3525+1400
Координата ц.т. продольная, мм	2030	1740	1750	1800	2340	1850	1800*
Координата ц.т. вертикальная, мм	820	830	820	800	770*	900	910"
Высота пола платформы над землей, мм	1550	1260	1350	1430	1370	1450	1530
Ширина колеи передних колес, мм	1800	1577	1630	1800	2010	1950	2020
Ширина колеи задних колес, мм	1750	1650	1690	1790	1850	1900	2020
Габаритные размеры:							
длина, мм	5805	5708	6395	6675	7435	7250	7611
ширина, мм	2322	2200	2380	2500	2500	2500	2500
высота, мм	2400	2150	2220	2400	3340	2720	2560
Нагрузка (без учета массы груза):							
на переднюю ось, кг	2140	1220	1460	2120	3320	3300	3360
на заднюю ось, кг	1330	1300	1790	2180	3760**	3200	3865**
Площадь лобового сопротивления, м ²	4,4	3,2	3,6	4,1	5,08	5,0	5,17
Радиус качения колес, мм	470	436	470	480	470*	530	610*

1	2	3	4	5	6	7	8
Момент инерции массы колес, $\text{Н} \cdot \text{с}^2 \cdot \text{м}$	7,5	7,5	8,37	13	21,7*	27	29*
Момент инерции массы вращающихся частей двигателя, $\text{Н} \cdot \text{с}^2 \cdot \text{м}$	0,28	0,5	0,28	0,62	3,1*	2,4	0,8*
Максимальная скорость, км/ч							
Общие передаточные числа трансмиссии на:							
1-й передаче	44,3	42,7	44,3	48,0	Низш: 46,5 Высш: 37,8	47,6	54,9
2-й передаче	21,05	20,06	21,05	26,4	24,0 19,5	26,1	30,3
3-й передаче	11,69	11,30	11,69	14,8	14,8 12,1	13,8	15,9
4-й передаче	6,83	6,67	6,83	9,5	9,1 7,43	7,73	8,9
5-й передаче	-	-	-	6,45	5,9 4,85	5,46	6,9
Передаточное число главной передачи	6,83	6,67	6,83	6,45	5,94; 7,22 6,53	7,73	8,9

Примечания. * Приведено ориентировочное значение.

** У автомобилей с колесной формулой 6×4 нагрузка приведена на тележку.

*** В зависимости от передаточного числа главной передачи (передаточные числа трансмиссии приведены для передаточного числа главной передачи 5,94).

Координаты центра тяжести приведены для собственной массы автомобиля.

Техническая характеристика переднеприводных
легковых автомобилей

Наименование параметра	ВАЗ-2109	АЗЛК-2141 «Москвич»	АЗЛК-21412 «Алеко»	ЗАЗ-1102 «Таврия»	ВАЗ-1111 «Ока»
1	2	3	4	5	6
Тип кузова	Несущий двухобъемный				
	Пятидверный			Трехдверный	
Количество мест, включая водителя	5	5	5	4 - 5	4
Масса снаряженного автомобиля (собственная масса), кг	915	1070	1080	710	635
Габаритные размеры, мм:					
длина	4006	4350	4350	3708	3200
ширина	1620	1690	1690	1554	1420
высота в ненагруженном состоянии	1402	1400	1400	1410	1400
Минимальный дорожный просвет под нагрузкой, мм	160	165	165	162	150
Наименьший радиус поворота по оси следа внешнего переднего колеса, м	5	5	5	5	4,6
Время разгона с места с переключением передач до 100 км/ч с полной массой автомобиля, с	19	16,7	19,7	20	36
Максимальная скорость движения, км/ч	148	153	145	140	115
Максимальный подъем, преодолеваемый автомобилем с полной массой без разгона на первой передаче, %	34	30	30	36	30

Продолжение прил. 24

1	2	3	4	5	6
Тормозной путь с полной массой на сухом ровном асфальтированном шоссе со скоростью 80 км/ч на горизонтальном участке, м - при применении рабочей тормозной системы	38	43,2	43,2	43,2	38
		60 (для контура, включающего малые рабочие цилиндры передних колес)			
- при применении запасной тормозной системы (одного из контуров)	85	50 (для контура, включающего большие рабочие цилиндры передних колес)		93,3	85
Расход топлива при городском цикле езды, л/100 км	8,6	9,9	9,8	6,8	6,0
Модель двигателя	BA3-2108	2106-70	331,10	MeM3-245	BA3-1111
Тип двигателя	Четырехтактный, карбюраторный, с верхним расположением распределительного вала и клапанного механизма				
Число и расположение цилиндров	Четыре вертикально в ряд		Четыре в ряд под углом 20° к вертикали	Четыре в ряд под углом 10° к вертикали	Два вертикально в ряд
Диаметр цилиндра и ход поршня, мм	76×71	79×80	82×70	72×67	76×71
Рабочий объем, л	1,300	1,569	1,478	1,091	0,649
Степень сжатия	9,9	8,5	9,5	9,5	9,9
Номинальная мощность, кВт (л.с.), при частоте вращения коленчатого вала, мин ⁻¹	47,0 (63,7) при 5600	56,3 (76,4) при 5400	52,9 (72) при 5500	37,5 (51) при 5200-5500	21,5 (29,3) при 5600
Максимальный крутящий момент, Н·м (кг·см), при частоте вращения коленчатого вала, мин ⁻¹	94,7 (9,6) при 3500	121 (12,4) при 3000	105,8 (10,8) при 3200	78,5 (8,0) при 3000-3500	44,1 (4,51) при 3400

1	2	3	4	5	6
Передаточные числа: коробки передач					
1	3,636	3,308		3,454	3,70
2	1,950	2,050		2,056	2,06
3	1,357	1,367		1,333	1,27
4	0,941	0,946		0,969	0,90
5	0,784	0,732		0,828	-
Задний ход	3,530	3,357		3,358	3,67
Главная передача	3,940	3,900		3,588	4,54

Приложение 25

Техническая характеристика заднеприводных и полноприводных легковых автомобилей

Параметры	Марки автомобилей					
	ЗА3-968М	ВА3-2106	АЗЛК-2140	ГАЗ-3102	ВА3-2121	УАЗ-469
1	2	3	4	5	6	7
Пассажироместимость, чел.	4	5	4/5	5	4/5	4/5
Масса багажа, кг	40	50	50	50	120	400
Максимальная мощность двигателя, кВт	30,2	58,8	55,2	77,2	58,8	55,2
Частота вращения коленвала при максимальной мощности, мин ⁻¹	4200-4400	5400	5800	4750	5400	4000
Масса, кг						
собственная	840	1045	1045	1470	1150	1650
полная	1160	1445	1445	1870	1550	2450
База автомобиля, мм	2160	2424	2400	280	2200	2380
Ширина колеи, мм						
передних колес	1240	1365	1270	1484	1430	1442
задних колес	1226	1321	1270	1423	1400	1453
Габаритные размеры:						
длина, мм	3765	4116	4250	4960	3720	4025
ширина, мм	1570	1611	1550	1846	1680	1785
высота, мм	1400	1440	1480	1476	1640	2050
Нагрузка (без пассажиров), кг:						
на переднюю ось	320	560	560	780	680	890
на заднюю ось	520	485	485	690	470	760

1	2	3	4	5	6	7
Площадь лобового сопротивления, м ²	1,71*	1,81*	1,79*	2,12*	2,1*	2,85*
Радиус качения колес, мм	290	300	300	336	330	353
Максимальная скорость, км/ч	118	154	142	152	132	100
Общие передаточные числа трансмиссии на:						
1-й передаче	15,67	13,28	13,61	13,65	13,93	22,16**
2-й передаче	8,74	8,12	7,96	8,81	8,56	14,20**
3-й передаче	5,78	5,29	5,19	5,65	5,55	8,50**
4-й передаче	3,96	4,10	3,90	3,90	4,30	5,38**
Передаточное число главной передачи	4,125	4,10	3,90	3,90	4,30	5,38***

Примечания.* Приведено ориентировочное значение.

** Без учета передаточного числа раздаточной коробки.

*** С учетом передаточного числа колесного редуктора ($i_p - 1,94$).

Приложение 26

Коэффициент снаряженной массы грузовых автомобилей

Марка автомобиля	Коэффициент снаряженной массы
УАЗ-451Д	1,88
ГАЗ-51А	1,085
ГАЗ-53Ф	1,05
ГАЗ-53А	0,813
ЗИЛ-164	0,95
ЗИЛ-130	0,86
Урал-377	0,97
МАЗ-500	0,825
УАЗ-69	3,05
УАЗ-452Д	2,0
ГАЗ-63	1,6
ГАЗ-66	1,75
ЗИЛ-157К	1,23
ЗИЛ-131	1,91
Урал-375Д	1,6
МАЗ-502	1,925
КрАЗ-214	1,76

Показатели обтекаемости автомобилей при нормальных атмосферных условиях ($T_o = 293 \text{ K}$, $P_o = 101325 \text{ кПа}$)

Модель автомобиля (автопоезда)	Коэффициент об- текаемости*, $K, \text{H}^2 \cdot \text{м}^{-4}$	Площадь лобового сопротивления, $F, \text{м}^2$	Фактор обтекае- мости, $(kF), \text{H} \cdot \text{с}^2 \cdot \text{м}^{-2}$
1	2	3	4
1. Легковые автомобили			
ЗА3-968	0,30	1,7	0,51
ЗА3-1102	0,23	1,6	0,37
ВА3-2101 (03; 06)	0,33	1,8	0,59
ВА3-2105	0,34	1,8	0,61
ВА3-2108	0,25	1,9	0,48
ВА3-2121	0,24	2,2	0,53
ВА3-2109	0,29	1,89	0,55
ВА3-2110	0,21	1,96	0,41
АЗЛК-412	0,32	1,8	0,58
АЗЛК-2141	0,22	1,9	0,42
ГАЗ-3102	0,23	2,3	0,53
УАЗ-469	0,38	3,4	1,29
2. Грузовые автомобили			
ИЖ-2715	0,32	2,1	0,67
ГАЗ-53	0,61	3,8	2,31
ГАЗ-3305	0,81	4,1	3,32
ГАЗ-4509	0,68	4,5	3,06
ЗИЛ-130	0,54	5,1	2,75
ЗИЛ-4331	0,66	5,2	3,43
ЗИЛ-4331 + борто- вой прицеп	1,00	5,9	5,90
ЗИЛ-431410	0,53	5,1	2,70
ЗИЛ-131	0,64	5,4	3,46
МАЗ-500А (крытый тентом)	0,45	8,5	3,83
МАЗ-5335	0,46	5,4	2,50
МАЗ-500А	0,64	6,0	3,84
МАЗ-516 (крытый тентом)	0,49	8,5	4,16
МАЗ-5336	0,67	8,4	5,63
МАЗ-5336+887 (с тентом)	0,79	8,3	6,56
МАЗ-6422+9491	1,04	9,0	9,36
КамАЗ-5320	0,68	6,9	4,69
КамАЗ-5511	1,04	6,0	6,24

1	2	3	4
КамАЗ-5410+9370	0,87	7,9	6,87
КамАЗ-5410+9491	1,04	9,0	9,36
Урал-375Д	0,71	6,2	4,40
КрАЗ-256	0,59	6,4	3,78
КрАЗ-255Б	0,70	7,1	4,97
КрАЗ-6505	0,98	6,7	6,57
3. Автобусы			
РАФ-2203	0,27	3,6	0,97
КАВЗ-685	0,32	5,9	1,89
ПАЗ-672	0,30	5,3	1,59
ПАЗ-3202	0,39	5,3	2,07
ЛАЗ-695Е	0,25	6,3	1,58
ЛАЗ-695Н	0,38	6,3	2,39
ЛАЗ-699	0,37	6,3	2,33
ЛиАЗ-677	0,46	6,5	3,00

Примечание. *Коэффициент обтекаемости:
 легковых автомобилей – $0,20-0,35 \text{ Н}\cdot\text{с}^2\cdot\text{м}^{-4}$;
 грузовых автомобилей – $0,5-0,8 \text{ Н}\cdot\text{с}^2\cdot\text{м}^{-4}$;
 автопоездов – $0,55-1,05 \text{ Н}\cdot\text{с}^2\cdot\text{м}^{-4}$;
 автобусов – $0,25-0,50 \text{ Н}\cdot\text{с}^2\cdot\text{м}^{-4}$.

Приложение 28

Средние значения коэффициента сопротивления воздуха
по типам автомобилей

Тип автомобиля	Коэффициент сопротивления воздуха
Легковые автомобили:	
с открытым кузовом	0,040-0,050
с закрытым кузовом	0,020-0,035
высокой обтекаемости	0,015-0,020
Грузовые автомобили	0,060-0,070

Приложение 29

Показатели динамических характеристик автомобилей

Модель АТС	Максим. скорость, км/ч, V_{max}	Коэфф. суммарн. сопротивл. дороги при V_{max} ψ_{max}	Максим. динамич. фактор при V_{max}	Критическая скорость, км/ч, V_K	Максим. динамич. фактор, D_{max}	Скорость движения при D_{max} , км/ч
Легковые						
ЗАЗ-966	120	0,024	0,08	50	0,37	17
ВАЗ-2101	140	0,025	0,065	60	0,3	22
Москвич-412	140	0,037	0,07	60	0,35	23
Волга-М-24	145	0,025	0,10	65	0,4	20
Грузовые						
УАЗ-451Д	95	0,032	0,067	60	0,26	20
ГАЗ-53А	85	0,022	0,045	58	0,34	9
ЗИЛ-130	90	0,018	0,043	48	0,36	5
Урал-377*	75	0,017	0,038	45	0,33	6
КамАЗ-5320	85	0,015	0,037	50	0,35	6
КрАЗ-257	70	0,02	0,036	43	0,3	6
Зил-131*	80	0,013	0,018	40	0,57	5

Примечание. * Высшая ступень в раздаточной коробке.

Приложение 30

Коэффициенты сопротивления качению автомобильных шин

Вид опорной поверхности	Состояние опорной поверхности	Коэффициент f
Асфальтобетонное шоссе	хорошее	0,012-0,018
Гравийно-щебеночная дорога	хорошее	0,020-0,025
Бульжная мостовая	хорошее	0,025-0,030
Грунтовая дорога	сухая укатанная	0,025-0,035
	после дождя	0,050-0,150
Песок	сухой	0,150-0,300
	сырой	0,060-0,150
Снег	укатанный	0,030-0,050
	влажный	0,180-0,250
Лед	-	0,015-0,030

Показатели карбюраторных и дизельных двигателей

Марка двигателя	Литраж, л	Тип	Максимальная мощность, кВт	Частота вращения при максимальной мощности, мин ⁻¹	Максимальный крутящий момент, Н·м	Част. вращ. при макс. моменте, мин ⁻¹	Коэф. приспособл. по нагрузке, $K_{нr}$	Коэф. приспособл. по частоте, $K_{нc}$	Коэффициенты			Удельный расход топлива, г/(кВт ч)	
									<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	Минимальный, g_e	При макс. мощности $g_e(N_e)$
MeM3-968	1,197	K4P	29,4	4,3	74,5	2,8	1,14	1,54	0,65	1,5	1,15	327,3	405
BA3-2105	1,295	K4P	50,7	5,6	94,1	3,4	1,09	1,65	0,88	0,69	0,57	299,3	340
4087	1,36	K4P	36,8	4,75	91,2	2,97	1,23	1,6	0,58	2,07	1,65	326,4	390
451M	2,445	K4P	55,2	4	166,7	235	1,26	1,7	0,72	1,83	1,35	312,8	340
ГАЗ-52-04	3,48	K6P	55,2	2,80	205,9	1,5	1,09	1,87	0,97	0,46	0,43	340	360
ЗМЗ-66	4,25	K8V	88,6	3,3	284,4	2,25	1,16	1,47	0,44	2,12	1,56	306	326
ГАЗ-14	5,53	K8V	161,8	4,2	451,1	2,75	1,23	1,53	0,41	2,5	1,91	272	292
ЗИЛ-130	6	K8V	110,3	33	402	1,9	1,22	1,68	0,75	1,59	1,34	321	355
ЗИЛ-375	7	K8V	132,4	3,2	465	1,9	1,18	1,68	0,80	13	1	321	355
КамАЗ-740	10,85	D8V	154	2,6	637	1,7	1,13	1,53	0,68	1,38	1,06	224	244
ЯМЗ-236	11,15	D6V	132,4	2,1	666,7	13	1,107	1,4	0,44	1,87	1,31	223	240
ЯМЗ-238	14,84	D8V	176,5	2,1	882,6	1,5	1,09	1,4	0,48	1,73	1,21	223	240
ЯМЗ-240	22,3	DI2V	264,8	2,1	1274,8	1,5	1,061	1,4	0,68	1,07	0,75	223	240

Примечания. 1. K4P – карбюраторный, четырехцилиндровый, рядный; D6V – дизельный, шестицилиндровый, V-образный. 2. Для остальных марок дизелей можно принять: $a=0,5$; $b=1,6$; $c=1,1$.

Приложение 32

Коэффициент сопротивления качению при движении груженых автомобилей по асфальтобетонному покрытию при различных скоростях

Модель автомобиля	Коэффициент сопротивления качению $f_v = f_o + K_f v^2$			
	f_o	$K_f \cdot 10^{-6}$	f_{40}	f_{80}
ГАЗ-3102	0,0104	0,546	0,0112	0,0139
АЗЛК-2140	0,0136	0,23	0,0139	0,0151
ВАЗ-2106	0,0140	0,43	0,0147	0,0168
ГАЗ-53	0,0098	0,31	0,0103	0,0118
ЗИЛ-130	0,0105	0,30	0,0110	0,0124
ЗИЛ-130+ГКБ-187	0,0082	0,57	0,0091	0,0118
КамАЗ-5320	0,0110	0,30	0,0115	0,0129
КамАЗ-5320+ГКБ-8350	0,0100	0,12	0,0102	0,0108
МАЗ-5325	0,0093	1,25	0,0113	0,0173
МАЗ-5325+МАЗ-8926	0,0115	0,30	0,0120	0,0134

Приложение 33

Аэродинамические показатели и размер шин автомобилей

Марки автомобилей	Показатели	
	Коэффициент обтекаемости, $\text{H} \cdot \text{c}^2 \cdot \text{M}^{-4}$	Размер шин, дюйм
1	2	3
ГАЗ-66	0,686	12-18
ГАЗ-52	0,686	7,50-20
ГАЗ-53А	0,686	8,25-20
ЗИЛ-130	0,686	260-508Р (9-20)
КамАЗ-5320	0,686	260-508Р (9-20)
МАЗ-500	0,686	11-20
УРАЛ-377		1100×400-533
ЗИЛ-131	0,882	12-20
ИЖ-2715 (27151)		6,45-13
ЕрАЗ-726В		7-15
УАЗ-451М(452)		8,4-15
УАЗ-51ДМ(452Д)		8,4-15
ЗАЗ-968М «Запорожец»		6,15-13
ВАЗ-2106 «Жигули»	0,245	6,45-13
АЗЛК-2140 «Москвич»		6,45-13

Окончание прил. 33

1	2	3
ГАЗ-31-02 «Волга»		205/70P14
ВАЗ-2121 «Нива»		6,95-16
УАЗ-469		8,40-15
ВАЗ-2101 «Жигули»	0,245	6,15-13
АЗЛК-412 «Москвич»	0,245	6,45-13
ГАЗ-24 «Волга»	0,206	7,35-14
ГАЗ-21 «Волга»	0,206	6,70-15
ГАЗ-20 «Победа»	0,245	6-16
ГАЗ-13 «Чайка»	0,245	8,20-15

Примечание. Коэффициент обтекаемости легковых автомобилей 0,2-0,3 Н·с²·м⁻⁴, грузовых 0,5-0,7 Н·с²·м⁻⁴.

Приложение 34

Сведения о подвесках и шинах грузовых автомобилей

Параметры	ГАЗ-52	ГАЗ-53А	ЗИЛ-130	МАЗ-500А	УАЗ-469	ГАЗ-66	ЗИЛ-131	Урал-375Д
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Передняя подвеска								
Тип*	ЗР	ЗР	ЗР	ЗР	ЗР	ЗР	ЗР	ЗР
Жесткость, кН/м	152,9	180,3	255	398	98	241,1	284,2	323,4
Размер шин, дюйм	220-508	240-508	9,00-20	300-508	8,40-15	12-18	12-20	14-20
Давление в шинах кг/см ²	3,0	2,8	3,5	5,0	2,0	3,0	3,0	3,2
Жесткость шин, кН/м	951	1000	1260	941	902	784	848	990
Задняя подвеска								
Тип	ЗР	ЗР	ЗР	ЗР	ЗР	ЗР	ЗР	ЗР
Жесткость основных рессор, кН/м	623	706	706	631	175	192	1078	866
Нагрузка, при которой включаются дополнит. рессоры, т	0,98	1,4	1,5	3,285	-	-	-	-

Окончание прил. 34

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Жесткость дополнит. рес-сор, кН/м	132	158	154	514	-	-	-	-
Жесткость шин, кН/м	2117	2391	3171	1882	1000	784	1500	1960
Давление в шинах, кг/см ²	4,0	4,5	5,0	5,5	2,5	3,0	4,0	3,2

Примечание. * Тип подвески; ЗР – зависимая рессорная. Значения показателей приведены для полной массы автомобиля.

Приложение 35

Показатели скоростных и разгонных свойств автомобилей

Марка и модель	Максимальная скорость, км/ч	Время разгона, с			Путь выбега (от 60 км/ч), м
		400 м	1000 м	до $v_{зад}^*$	
ЗАЗ-1102	142,5	20	38	18	555
ВАЗ-2105	143	20	38	16,5	480
ВАЗ-2106	150	19,5	37	15	470
ВАЗ-2108	147	20	37	14,5	555
ВАЗ-2109	151	19	36,5	15,5	600
М-2141	155	20	37	15	580
ЗиЛ-130	93	34	63	30,5	910
ЗиЛ-4331	95	35	62,7	29,7	945
КамАЗ-5511	81,5	39,5	71,5	43,5	920
КамАЗ-5320+ КГБ-8350	82	45,5	82	64	800
МАЗ-64221+9386	104,5	39,5	72,5	45	1155
МАЗ-64227+9389	96	38,5	72,5	45	960

Примечание. * Для легковых – до 100 км/ч; автобусов и грузовых автомобилей – до 60 км/ч.

Время разгона автотранспортных средств
до нормативной скорости

Модель АТС	Время разгона, с
1. Легковых автомобилей до 100 км/ч	
ЗА3-968	38
ВА3-2103	19
ВА3-2106	17,5
ВА3-2121	25
М-412	19
ГАЗ-24	22
ГАЗ-14	15
ЗИЛ-117	13
2. Грузовых автомобилей, автопоездов и автобусов до 60 км/ч	
УАЗ-4512ДМ	18
ГАЗ-53А	36
ГАЗ-66	28
ЗИЛ-130	38
КамАЗ-5320	42
Урал-375	55
Урал-377	62
КрАЗ-257	55

Распределение массы легковых автомобилей на подрессоренные
и неподрессоренные части

Параметры	АЗЛК-412 «Москвич»	ГАЗ-21 «Волга»	ГАЗ-24 «Волга»	ГАЗ-13 «Чайка»	ЗИЛ-114	ВА3-2101 «Жигули»
Масса автомобиля, кг:						
без пассажиров	1040	1488	1453	2114	3275	945
с пассажирами	1445	1914	1878	2712	2800	1345
Масса неподрессоренных частей, приходящихся на колеса, кг:						
передние	66	80	80	95	138	58
задние	106	150	150	170	258	92
Масса подрессоренных частей, приходящихся на колеса (без пассажиров), кг:						
передние	489	698	669	1057	1462	457
задние	379	560	554	792	1417	338
Масса подрессоренных частей, приходящихся на колеса (с пассажирами), кг:						
передние	699	874	787	1209	1632	590
задние	574	810	861	1238	1772	605

**Распределение массы грузовых автомобилей па подрессоренные
и непрессоренные части**

Параметры	ГАЗ-53А	Зил-130	МАЗ-500А	ГАЗ-66	Зил-131	УРАЛ-375
Масса автомобиля, кг:						
без груза	3250	4300	6600	3470	6630	8400
с грузом	7400	9525	14825	5800	11030	13200
Масса непрессоренных частей, приходящихся на колеса, кг:						
передние	340	475	710	560	935	1200
задние	730	950	1550	525	1560	1950
Масса подрессоренных частей, приходящихся на колеса (без груза), кг:						
передние	1120	1645	2640	1580	2255	2300
задние	1060	1230	1700	805	1880	2950
Масса подрессоренных частей, приходящихся на колеса (с грузом), кг:						
передние	1480	2100	4115	2170	2695	2700
задние	3800	6000	8450	2545	5120	7350

Варианты задания на курсовой проект студентам заочной формы обучения

Предпоследняя цифра номера зачетной книжки	Последняя цифра номера зачетной книжки	Прототип	Обороты двигателя, н, мин ⁻¹	Степень сжатия, ε	Тип двигателя	Проанализировать зависимость	Трактор						Автомобиль						
							Прототип	$R_{фр.1}$, кН	Тип двигателя	$V_{п1}$, км/ч	Число передач	Агротфон	Автомобиль (прототип)	Грузоподъемность, (т) / кол-во мест	V_{max} , км/ч	К-т сопр. Дороги, f	Угол подъема на прямой передаче	Максимальный угол подъема	КПД трансмиссии
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Четная	1	ВАЗ-2101	5600	7,7	Р-4К	$g_e=f(\alpha)$							ВАЗ-2101	5 ч	135	1,9	30	2,1	0,92
	2	Д-245.2	1950	16	Р-4ДТ	$T_z=f(\epsilon)$	МТЗ-122	20	кол	7,2	5	стерня							
	3	ВАЗ-2105	5550	8,5	Р-4К	$M_e=f(n_n)$							ВАЗ-2105	5 ч	135	2,3	4,9	29	0,9
	4	ЗМЗ-402	4200	8	Р-4К	$g_e=f(\lambda)$							ГАЗ-3110	5 ч	160	2,7	5,7	31	0,91
	5	ЯМЗ-8481.10	1750	14,5	V-8ДТ	$g_e=f(\alpha)$	К-744	65	кол	7,2	5	стерня							
	6	Renault Logan	5500	9,9	Р-4И	$M_e=f(n_n)$							Renault Logan	5 ч	130	3	7	30	0,92
	7	Д-144	1900	16	Р-4ДВ	$T_z=f(\alpha)$	ЛТЗ-55А	9	кол	8	5	целина							
	8	УМЗ-412Э	5700	8,7	Р-4К	$g_e=f(\alpha)$							Москвич-412	5 ч	120	2,5	5,8	29	0,9
	9	ЯМЗ-8481.10	1900	14	V-8ДТ	$M_e=f(n_n)$	К-744Р2	54	кол	6,7	5	целина							
	0	ЗиЛ-130	3050	6,6	V-8К	$M_e=f(n_n)$							ЗиЛ-130	6 т	95	3,3	7,2	34	0,9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Нечетная	1	МЗМА-407	4400	7,3	Р-4К	$P_e=f(n_n)$							Москвич-407	5ч	110	2,8	7,2	29	0,92
	2	ВАЗ-2101	5500	8,7	Р-4К	$g_e=f(\alpha)$							ВАЗ-2101	5 ч	130	2,9	3,2	33,5	0,91
	3	ЗиЛ-645	2800	18,1	V-8ДТ	$T_z=f(\lambda)$							ЗиЛ-433110	5 т	90	3,1	6,5	32	0,85
	4	ВАЗ-2103	5400	8,7	Р-4К	$g_e=f(\alpha)$							ВАЗ-2103	5 ч	120	3,2	6,2	30	0,9
	5	ВАЗ-21214	5600	9,6	Р-4И	$M_e=f(\epsilon)$							ВАЗ-21214	5 ч	100	3,2	7,2	33	0,88
	6	КамАЗ-740	2500	16,1	V-8Д	$P_i=f(\epsilon)$							КамАЗ-5320	14 т	100	2,8	7,4	34	0,85
	7	ВАЗ-2111	5550	8,5	Р-4И	$P_i=f(n_n)$							ВАЗ-2111	5 ч	100	2,7	5,6	28	0,93
	8	Д-65Н	1700	17	Р-4Д	$P_i=f(\eta_v)$	ЮМЗ-6Л	20	кол	6	5	стерня							
	9	ВАЗ-2112	5600	9,2	Р-4И	$g_e=f(\alpha)$							ВАЗ-2112	5 ч	110	2,6	5,8	27	0,93
	0	ЗМЗ-53	3350	6,9	V-8К	$P_e=f(\lambda)$							ГАЗ-53	4 т	82	2,4	3	28	0,91

Пример оформления реферата

РЕФЕРАТ

Проект представлен пояснительной запиской и графической частью на двух листах миллиметровой бумаги формата А1. Пояснительная записка содержит ___ страниц машинописного текста, включает ___ таблиц, ___ рисунков и ___ наименований использованных источников.

Ключевые слова: двигатель, расчет, тепловой, динамический, автомобиль, динамический, трактор, тяговый.

Сокращения, используемые в тексте:

КПД - коэффициент полезного действия;

ДВС - двигатель внутреннего сгорания;

ВМТ - верхняя мертвая точка;

КП - коробка передач.

В проекте представлен тепловой и динамический расчет двигателя _____ и динамический расчет автомобиля _____ (тяговый расчет трактора _____). Определены основные габаритные, экономические и динамические показатели двигателя и автомобиля (трактора) в целом с учетом конкретных параметров эксплуатации, отраженных в задании на курсовой проект.

Пример оформления оглавления

Оглавление

	стр
Введение.....	2
Оглавление.....	3
Реферат.....	4
1	
1.1	
...	
2	
2.1	
...	
Выводы и предложения.....	31
Список использованной литературы и источников.....	32
Приложения.....	34

Учебное издание

КОМПЛЕКСНЫЙ РАСЧЕТ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СРЕДСТВА

Методические указания для выполнения курсового проекта

Составители:

**Быченин Александр Павлович
Ленивцев Геннадий Александрович
Володько Олег Станиславович
Черников Олег Николаевич
Мусин Рамиль Магданович
Мингалимов Руслан Рустамович**

Отпечатано с готового оригинал-макета
Подписано в печать 16.10.2014 Формат 60×84 1/16
Усл. печ. л. 7,91, печ. л. 8,5.
Тираж 50. Заказ №227.

Редакционно-издательский центр ФГБОУ ВПО Самарской ГСХА
446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная 2
Тел.: (84663) 46-2-47
Факс 46-6-70
E-mail: ssaariz@mail.ru



Министерство сельского хозяйства
Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
«Самарская государственная
сельскохозяйственная академия»
Кафедра «Педагогика, философия и история»

Г. В. Сычева, Д. В. Романов, В. В. Камуз

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**для выполнения курсовых работ по дисциплинам
«Основы общей и профессиональной педагогики»
и «Методика профессионального обучения»**

Кинель
РИЦГСХА
2014

УДК 377 (07)
ББК 74.58 Р
С-95

Сычева, Г. В.

С-95 Методические указания для выполнения курсовых работ по дисциплинам «Общая и профессиональная педагогика» и «Методика профессионального обучения» / Г. В. Сычева, Д. В. Романов, В. В. Камуз. – Кинель : РИЦ СГСХА, 2014. – 32 с.

Методические указания предназначены в помощь студентам бакалавриата, обучающимся по направлению 0510001.62 «Профессиональное обучение», профиль подготовки «Агроинженерия», при написании курсовых работ по основам общей и профессиональной педагогики, а также методике профессионального обучения.

В учебном издании изложены общие требования к выполнению курсовых работ, их оформлению и защите.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	4
1 Цели и задачи курсовой работы по дисциплинам «Общая и профессиональная педагогика» и «Методика профессионального обучения».....	6
2 Выбор темы курсовой работы.....	7
3 Требования к выполнению курсовых работ.....	10
4 Общие рекомендации по написанию разделов курсовой работы по основам общей и профессиональной педагогики.....	11
5 Общие рекомендации по написанию разделов курсовой работы по методике профессионального обучения.....	15
6 Структура курсовой работы.....	16
7 Критерии оценки курсовой работы.....	19
8 Оформление курсовой работы.....	21
9 Защита курсовой работы.....	23
Рекомендуемая литература.....	26
Приложения.....	27

ПРЕДИСЛОВИЕ

Курсовые работы являются составной частью учебного процесса и одним из видов учебно-исследовательской деятельности студентов. Они отличаются от научных докладов и аудиторных выступлений студентов тем, что их должен выполнять каждый обучающийся в письменном виде, в согласованной с научным руководителем форме и в строго обозначенные сроки.

Курсовая работа не может быть простой компиляцией и состоять из фрагментов различных статей и книг. Она должна быть научным, завершенным материалом, иметь факты и данные, раскрывающие взаимосвязь между явлениями, процессами, аргументами, действиями и содержать нечто новое: обобщение обширной литературы, материалов эмпирических исследований, в которых появляется авторское видение проблемы и ее решение. Этому общетеоретическому положению подчиняется структура курсовой работы, ее цель, задачи, методика исследования и выводы.

Успешное выполнение курсовой работы студентами позволит им не только закрепить знания и умения, но и будет способствовать формированию общекультурных и профессиональных компетенций, определенных в ФГОС по направлению подготовки бакалавриата 0510001.62 «Профессиональное обучение». Среди них: способность проектировать и осуществлять индивидуально-личностные концепции профессионально-педагогической деятельности; способность осуществлять подготовку и редактирование текстов, отражающих вопросы профессионально-педагогической деятельности; способность обосновать профессионально-педагогические действия; способность организовать учебно-исследовательскую работу; готовность к использованию концепций и моделей образовательных систем в мировой и отечественной педагогической практике; способность проектировать пути и способы повышения эффективной профессионально-педагогической деятельности.

Написание курсовой работы по «Основам общей и профессиональной педагогики» предусмотрено по учебному плану на третьем курсе в пятом семестре, по «Методике профессионального обучения» – на третьем курсе в шестом семестре.

Курсовая работа по «Методике профессионального обучения» представляет собой логическое продолжение курсовой работы по «Основам общей и профессиональной педагогики».

Методические указания написаны на основе анализа методической литературы по выполнению курсовых работ, учтены опыт педагогов профессионального обучения и содержание «Положения о курсовом проектировании» в ФГБОУ ВПО Самарская ГСХА, были использованы соответствующие разделы методического пособия для организаторов проектных работ и профессорско-преподавательских коллективов вузов, разработанных по профессионально-педагогическому образованию ФГАОУ ВПО «Российский государственный профессионально-педагогический университет».

1 Цели и задачи курсовой работы по дисциплинам «Общая и профессиональная педагогика» и «Методика профессионального обучения»

В соответствии с учебным планом студенты инженерного факультета ФГБОУ ВПО Самарской ГСХА, обучающиеся по направлению «Профессиональное обучение», выполняют курсовые работы по «Основам общей и профессиональной педагогики» и «Методике профессионального обучения». Для их качественного выполнения каждый студент должен осознавать место и роль этих работ в изучении курса. Написание курсовой работы должно способствовать расширению и углублению теоретических знаний в области педагогики, развитию педагогического мышления и умения применять знания для решения конкретных практических задач. Основной целью выполнения курсовой работы является расширение, углубление знаний студента и формирование у него умений научно-исследовательской деятельности.

В результате выполнения курсовой работы студенты должны продемонстрировать необходимый уровень развития навыков самостоятельной работы, общую подготовленность к практической работе по методике профессионального обучения.

Задачи выполнения курсовой работы:

- систематизация научных знаний по общей педагогике и методике профессионального обучения;
- углубление уровня и расширение объема профессионально значимых знаний и умений: а) развитие навыков самостоятельной работы, б) умение фиксировать нужную информацию, грамотно излагать состояние изученного вопроса, анализировать и обобщать передовой педагогический опыт различных образовательных учреждений;
- выполнение опытно-экспериментальной работы, обработка полученного результата, систематизация и выводы.

Выполнение курсовой работы традиционно включает несколько этапов: выбор темы, библиографический поиск, сбор фактического материала, составление плана, написание, редактирование рукописи, оформление.

2 Выбор темы курсовой работы

Тему курсовой работы студенты выбирают самостоятельно, руководствуясь примерным списком тем, предлагаемых кафедрой «Педагогика, философия и история», и собственными интересами и опытом.

Темы курсовой работы определяются и утверждаются на заседании кафедры «Педагогика, философия и история» с учетом современных требований к профессиональному образованию и достижений педагогической науки, а также с ориентацией на продолжение исследования при выполнении выпускной квалификационной работы.

При подборе тем для курсовой работы преподаватели должны руководствоваться следующими требованиями:

- студенты должны разрабатывать актуальные проблемы общего и профессионального обучения и воспитания студентов;
- тема должна соответствовать задачам подготовки бакалавров, предусмотренных ФГОС ВПО;
- учитывать разнообразие интересов студентов в области педагогической теории и практики;
- приобщать студентов к работе над проблемами, которые исследуют отдельные педагоги и коллектив кафедры в целом.

После того, как тема курсовой работы выбрана и согласована с научным руководителем, составляется календарный план, в котором определяются сроки выполнения этапов курсовой работы. План облегчает контроль над ходом выполнения исследования и помогает студенту самостоятельно и осознанно его выполнять.

Примерная тематика курсовых работ по дисциплине «Общая и профессиональная педагогика»

1. Модель современного рабочего, специалиста.
2. Взаимосвязь профессиональной педагогики и психологии профессиональной деятельности.
3. Развитие профессиональной мотивации в техникумах.
4. Познавательная активность обучающихся в СПО и проблема ее развития.
5. Формирование профессионально-важных качеств будущего рабочего (специалиста) в системе СПО.

6. Информационно-коммуникативные технологии и проблемы их использования в современном профессиональном образовании.

7. Креативность обучающихся в системе СПО и проблема ее развития.

8. Проблема развития качеств личности, способствующих инновационной деятельности.

9. Современные формы профессионального обучения и проблема их реализации в системе СПО

10. Организация и проведение производственной практики студентов техникумов.

11. Проблемы информатизации образовательного процесса в профессиональной школе.

12. Профессиональное самоопределение обучающихся профессиональной школы как социально-экономическая проблема.

13. Педагогический менеджмент в профессиональном образовательном учреждении.

14. Проблема управления личностным и профессиональным ростом преподавателей и мастеров производственного обучения.

15. Высшее рабочее образование и его организация.

16. Современные методы производственного (профессионального) обучения в профессиональном образовательном учреждении и проблемы их внедрения.

17. Инновационные технологии в среднем профессиональном образовании и проблемы их внедрения.

18. Инновационная деятельность в профессиональном образовательном учреждении как средство развития профессионального интереса будущих рабочих.

Примерная тематика курсовых работ по дисциплине «Методика профессионального обучения»

1. Методические основы формирования профессионально-важных качеств современного рабочего, специалиста.

2. Межпредметные связи профессиональной педагогики и психологии профессиональной деятельности как способ повышения качества обучения студентов вуза.

3. Методический аспект развития профессиональной мотивации в профессиональном образовательном учреждении.

4. Методика развития познавательной активности студентов техникумов.

5. Основные подходы к формированию профессионально-важных качеств будущего рабочего (специалиста) в системе СПО.

6. Методический аспект использования информационно-коммуникативных технологий в современном профессиональном образовании.

7. Методика развития креативности студентов в системе СПО.

8. Методические основы развития качеств личности, способствующих инновационной деятельности.

9. Современные формы профессионального обучения и способы их реализации в системе СПО

10. Методические основы организации и проведения производственной практики студентов техникумов как средство формирования интереса к профессии.

11. Методический аспект информатизации образовательного процесса в профессиональном образовательном учреждении.

12. Методика профессионального самоопределения студентов техникумов.

13. Педагогический менеджмент в профессиональной школе.

14. Проблема управления личностным и профессиональным ростом преподавателей и мастеров производственного обучения.

15. Высшее рабочее образование и методические особенности его организации.

16. Использование современных методов обучения на занятиях производственного (профессионального) обучения в профессиональном учреждении.

17. Инновационные технологии в среднем профессиональном образовании и методические рекомендации по их внедрению.

18. Инновационная деятельность в профессиональной школе и способы ее активизации.

19. Нормативно-методическое обеспечение управления профессиональной подготовкой в современных условиях.

Тема должна быть выбрана студентами в течение первого семестра, но не позднее 14-ти дней с его начала.

3 Требования к выполнению курсовых работ

Курсовая работа должна соответствовать следующим требованиям:

- быть выполнена на высоком теоретическом уровне;
- включать анализ не только теоретического, но и эмпирического материала;
- основываться на результатах самостоятельного исследования, если этого требует тема;
- иметь обязательные самостоятельные выводы после каждой главы и в заключение работы;
- иметь необходимый объем не менее 40 листов;
- быть оформленной по стандарту и выполненной в указанные сроки.

Работа над курсовой работой состоит из трех этапов: подготовительного, рабочего и заключительного.

На подготовительном этапе студент:

- определяет цель, задачи, структуру и методы исследования;
- осуществляет поиск теоретической и эмпирической информации (работает с каталогами, составляет список литературы, работает с учебниками, делает выписки, составляет тезисы, конспектирует, ксерокопирует важный и интересный материал, разрабатывает программу и инструментарий педагогического и методического исследования), определяет ее объем;
- систематизирует отобранный материал, изучает его и подготавливает краткую историографию проблемы исследования;
- составляет план курсовой работы.

На рабочем этапе студент:

- выполняет черновой вариант работы и высказывает свое мнение по рассматриваемым вопросам;
- работает над выводами по разделам и подразделам;
- оформляет научно-справочный аппарат работы (сквозные ссылки, список литературы).

На заключительном этапе студент:

- исправляет работу в соответствии с замечаниями руководителя;
- выполняет окончательный вариант работы с учетом требований научного оформления;

- представляет работу научному руководителю на отзыв;
- сдает курсовую работу на защиту;
- защищает курсовую работу.

Процесс работы выстраивается в соответствии с календарным планом.

4 Общие рекомендации по написанию разделов курсовой работы по основам общей и профессиональной педагогики

Введение включает актуальность исследования и научный аппарат курсовой работы. Здесь не следует увлекаться ссылками на литературу и особенно цитатами. Оно должно занимать не более 2–3 страниц машинописного текста.

Актуальность исследования – это степень его важности в данный момент и в конкретной ситуации для решения стоящей перед исследователем проблемы. Актуальность исследования отвечает на вопрос: почему данную проблему в настоящее время нужно изучать и указывает на необходимость решения проблемы для дальнейшего развития теории и практики общей и профессиональной педагогики.

После актуальности проблемы во введении необходимо сформулировать цель исследования. Цель исследования – это описание сути решения обозначенной в теме проблемы. Иными словами, это то, что мы хотим получить при проведении исследования. *Цель* – предполагаемый исследователем результат работы. Реализация поставленной цели происходит благодаря решению ряда частных исследовательских задач. *Задачи* исследования – это те действия, которые необходимо выполнить для достижения поставленной в работе цели. Обычно выделяют 3–4 задачи следующих направлений – анализ, обобщение, выявление, обоснование, разработка, оценка, апробация и т.д. Каждая поставленная задача может являться предметом отдельного параграфа.

Пример

Проблема: каким образом, и при каких условиях преподаватель может содействовать развитию самостоятельности студентов техникумов на занятиях информатики?

Цель исследования: определить условия эффективного развития самостоятельности студентов техникумов на занятиях информатики.

Задачи

1. Провести информационно-аналитическое исследование психолого-педагогической литературы по проблеме развития самостоятельности студентов.
2. Используя материалы передового педагогического опыта, определить современные эффективные способы развития самостоятельности студентов техникумов.
3. Выявить психологических особенностей развития самостоятельности студентов техникумов.
4. Разработать проект занятия информатики с использованием эффективных методов и приемов развития самостоятельности студентов техникумов.

Основная часть курсовой работы по основам общей и профессиональной педагогики может быть представлена несколькими параграфами (но не более 4-5). Например, первый параграф – общие подходы к проблеме исследования, второй – конкретный теоретический аспект проблемы исследования, третий – изложение и анализ опыта решения выбранной проблемы, представленный в литературе, четвертый – небольшая экспериментальная работа или описание элементов изученного опыта. Объем основной части должен составлять не менее 20 страниц (14 шрифт, полуторный интервал).

Работу следует начинать с подбора литературы по теме исследования. Для этого первоначально изучаются статьи, диссертации, монографии, а затем реферативные журналы, библиография. При написании курсовой работы следует использовать статьи в журналах: «Педагогика», «Народное образование», «Образование в России», «Мир образования», «Среднее профессиональное образование», «Профессионально-техническое образование», «Специалист», «Стандарты и мониторинг» и другие общепедагогические журналы, а также методические журналы, имеющие отношение к специальности. Тематические указатели статей за год печатаются в последних номерах журналов. Полезно также ознакомиться с обзорами литературы по определенным темам.

В результате сбора информации по теме исследования должны быть получены следующие сведения:

1. Кто из исследователей, в каких научных центрах уже работал и работает по теме исследования?
2. Где опубликованы результаты этой работы (в каких источниках)?
3. В чем конкретно они состоят?

Вся добытая студентом информация фиксируется в виде записей разного рода. По аналогии с существующей в информатике классификацией научной информации (первичная, вторичная, третичная), материалы, которые собирает и обрабатывает студент в процессе информационного поиска, также будут соответствовать им. К первичным материалам относятся записи на библиографических карточках, выписки, прямые цитаты, ксерокопии, микрофильмы, алфавитный каталог по проблеме исследования и т.д. Вторичные материалы – записи, являющиеся продуктом аналитико-синтетической переработки информации, содержащейся в одном научном документе: планы (простые и сложные), графы-схемы, самостоятельно составленные предметные указатели, аннотации, тезисы, конспекты и т.д. Третичными материалами считаются записи, обобщающие первичные и вторичные. Они представлены в виде содержательного обзора, в котором фиксируется полученное студентом знание об уже известных в науке фактах, закономерностях, теориях, объяснениях по теме исследования.

Перед составлением обзора необходимо определить основные понятия по теме исследования, чтобы использование их было однозначным. Это означает, что то или иное понятие, которое в педагогике разными авторами может трактоваться по-разному (например, воспитание в «широком» и «узком» смыслах) должно во всем тексте данной работы, от начала до конца, иметь лишь одно, четко определенное автором значение. После того, как определение понятий будет сделано, начинается поиск их толкований в следующих источниках:

- энциклопедиях, общих (БСЭ, МСЭ и др.) и специальных (например, педагогическая, психологическая, философская и др.);
- толковых словарях общих (С. Ожегова, В. Даля и др.) и специальных (например, педагогический, психологический, социологический),

- оглавлениях и предметных указателях основных учебников и монографий по теме исследования.

Найденные определения понятий фиксируются на отдельных карточках и подвергаются мыслительной обработке с помощью операций анализа, сравнения, классификации, обобщения и др.

Для упорядочения работы предлагается результаты проведенного поиска и обработки представить в виде совокупности следующих записей:

Текст №1 (констатирующий, текст-рассуждение). Описываются основные понятия исследования и логические связи между ними, т.е. создается понятийный аппарат будущей работы.

Текст №2 (констатирующий). Дается толкование основных понятий различными авторами (с указанием сносок), но без анализа, одно их перечисление.

Текст №3 (собственно творческий текст). Анализируются, сравниваются, сопоставляются различные толкования одного и того же понятия.

Классифицируются понятия по выбранному параметру. Делается предварительный вывод о тех толкованиях терминов, которые будут приняты за основу в данном исследовании, или о собственных толкованиях основных понятий работы. Именно текст №3 как итог работы над понятиями входит в основную часть курсовой разработки.

Как показала практика руководства курсовыми работами, для написания обзора по теме исследования необходимо использовать не менее 20 (двадцати) источников.

В практической части (параграфе) курсовой работы необходимо представить варианты решения изучаемой проблемы. Это могут быть конкретные рекомендации, найденные студентом в процессе изучения передового педагогического опыта в нашей профессиональной школе, а так же в работах зарубежных авторов. Это могут быть и собственные рекомендации студента, представленные в виде проекта урока, конкретной методики или модели деятельности и др.

Следующим важным моментом в работе является обобщение результатов исследования, которые отражаются в выводах по изученному вопросу в соответствии с поставленными задачами исследования.

5 Общие рекомендации по написанию разделов курсовой работы по методике профессионального обучения

Выполнение курсовой работы предусмотрено учебным планом во втором семестре третьего курса и является обязательным для каждого студента. В результате выполнения курсовой работы студент должен показать владение и готовность к применению основных умений вести научно-исследовательскую педагогическую деятельность. Тема курсовой работы выбирается студентом на основе утвержденного кафедрой примерного перечня тем по данной дисциплине (прил. 3). По решению кафедры назначается научный руководитель курсовой работы студента. После выбора темы курсовой работы и назначения научного руководителя студент совместно с руководителем уточняет круг вопросов, подлежащих изучению и исследованию, структуру работы, срок её выполнения, определяет перечень необходимых для работы источников.

Содержание курсовой работы должно соответствовать её теме и плану. В рамках выполнения курсовой работы по дисциплине «Методика профессионального обучения» студенту инженерно-педагогической специальности необходимо:

1) пользоваться библиографическими указателями по педагогике, психологии, философии, социологии и т.д. а также современными информационно-поисковыми системами для применения ресурсов Internet;

2) изучить определённый объем литературы (нормативные основы, специальные научные источники, научную и научно-популярную периодику) по теме и уметь переработать, систематизировать и зафиксировать нужную информацию;

3) грамотно изложить состояние изучаемого вопроса в современной научной литературе и научной периодике на основе её анализа;

4) собрать, проанализировать и обобщить передовой педагогический опыт в разных типах образовательных учреждений (если это предусмотрено темой);

5) выполнить опытно-экспериментальную работу, обработать полученный эмпирический материал, проанализировать, систематизировать, интерпретировать его и сделать соответствующие выводы;

б) выработать детерминированные выводами рекомендации по результатам работы, которые могли бы найти свое применение в педагогической практике того образовательного учреждения, на базе которого выполнялась курсовая работа.

6 Структура курсовой работы

Курсовая работа имеет следующую структуру:

- титульный лист (прил. 1);
- задание на курсовую работу (прил. 2);
- реферат (прил. 3);
- оглавление (прил. 4);
- введение;
- основная часть (главы, параграфы, разделы, пункты);
- выводы и предложения;
- список использованной литературы и источников;
- приложения.

I. Титульный лист должен соответствовать приложению 1.

II. В задании на курсовую работу четко формулируется название темы работы, указывается объем и содержание, этапы выполнения работы. Задание на работу выдается за подписью руководителя и датируется днем выдачи.

III. В реферате содержится краткое точное изложение содержания работы, включающее основные сведения и выводы, а также сокращения, используемые в документе. Рекомендуемый объем текста реферата 1 страница.

IV. После реферата следует оглавление. В нем содержатся названия глав и параграфов с указанием страниц. При этом их формулировки должны точно соответствовать содержанию работы, быть краткими, четкими, последовательно и точно отражать внутреннюю логику курсовой работы. Оглавление печатается через 1,5 интервала (прил. 4).

V. Во введении обосновывается актуальность темы исследования. Оно включает в себя краткий обзор литературы и эмпирических данных, оценку степени теоретической разработанности проблемы и анализ противоречий практики, обоснование темы исследования и необходимости ее дальнейшего научного изучения. Все характеристики исследования должны быть взаимосвязаны, они

коррелируют друг с другом. Во введении курсовых работ по основам общей и профессиональной педагогики и методике профессионального обучения делается обоснование выбранным методам исследования, представляется структура работы. Имеет смысл перечислить ведущих специалистов по педагогике и исследователей выбранной проблемы, направления их поисков. Во введении определяется объект и предмет исследования, формулируются цели и задачи. Рекомендуемый объем – 1-3 страницы.

VI. Основная часть разбивается на разделы и подразделы. Они, как правило, дробятся на пункты и подпункты. В них раскрываются история и теория исследуемого вопроса, дается критический анализ литературы, рассматриваются позиции ученых, занимавшихся изучением данной проблемы. Далее излагаются методы, организация и результаты самостоятельно проведенного фрагмента исследования. Экспериментальная часть представляет собой важную часть работы, её объём должен быть не менее 10-15 страниц. Ещё на этапе планирования эмпирической части исследования очень важно выделить принципы педагогики, на которые следует опираться исследователю. Исходным является принцип объективности, который требует установления соответствия реальной действительности.

Для этого необходимо:

- проводить сравнительное исследование проблемы на разных группах обучающихся;
- ориентироваться в исследовании не только на диагностику уровня развития (диагностирующее исследование), но и на выявление движущих сил развития, при которых возможно развитие определенного педагогического процесса.

Также при планировании исследования, подбора содержания экспериментального материала следует учитывать принципы научности, единства обучения, воспитания и развития, соответствия требованиям современных научных, технических, технологических исследований, преемственности содержания образования в школе и профессиональных учебных заведениях, систематичности, доступности.

Приступая к оформлению экспериментальной части работы, студент должен иметь:

- план исследования, методики, с помощью которых будет проверяться гипотеза, необходимые опросники, тексты, весь необходимый инструментарий;
- описание условий проведения исследования (характеристика испытуемых, количество, возраст, пол, способ проведения: действия экспериментатора и испытуемых);
- описание образовательного учреждения, тенденции его развития, указываются недостатки, намечаются пути их возможного устранения.

После проведения эксперимента необходимо провести обработку полученных данных. Для этого составляются свободные таблицы, графики, схемы.

VII. В выводах и предложениях обобщаются основные теоретические положения и делаются выводы, а также определяются возможные основные направления для дальнейшего исследования проблемы в выпускной квалификационной работе. Рекомендуемый объем – 1-3 страницы.

В выводах, не повторяя дословно выводов по параграфам, делаются общие выводы по изученному вопросу в соответствии с поставленными задачами исследования. Желательно ответить на вопросы, почему именно такими, а не другими получились результаты, в чем причина отрицательных результатов, если таковые будут получены. На этом этапе работы необходимо привлечь теоретические и практические данные, полученные другими авторами, проанализировать соответствие или несоответствие собственных данных результатам других исследователей, дать интерпретацию, объяснить полученные данные. Делать это целесообразно в той же последовательности, в какой представлены результаты в тексте. Это обеспечивает стройность и логику изложения.

VIII. Список использованной литературы и источников

Он оформляется согласно ГОСТ 7.1–2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание».

IX. Приложения.

Материал, дополняющий текст курсовой работы, помещается в приложениях.

Приложение оформляют как продолжение данного документа на последующих его листах или выпускают в виде самостоятельного документа. Приложения могут быть обязательными и информационными. Информационные приложения могут быть рекомен-

дуемого и справочного характера. В тексте документа на все приложения должны быть даны ссылки. Степень обязательности приложений при ссылках не указывается. Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте документа. Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием наверху посередине страницы слова «Приложение» и его обозначения, а под ним в скобках для обязательного приложения пишут слово «обязательное», а для информационного «рекомендуемое» или «справочное».

Какое приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой. Приложение начинается с новой страницы и имеет заголовок с указанием сверху страницы слова «Приложение» и его обозначения (русскими буквами, кроме Ё, Й, Ъ, Ы, Ь). Можно обозначить приложения и буквами латинского алфавита, исключая буквы I и O. В том случае, если в работе использованы уже все допущенные буквы русского или латинского алфавитов, то далее приложения необходимо обозначить арабскими цифрами. Если же в работе всего 1 приложение, его необходимо обозначить «ПРИЛОЖЕНИЕ А». Текст в рамках одного приложения (например, ПРИЛОЖЕНИЕ А) может быть поделен на разделы. Нумеровать составные части приложения необходимо в пределах каждого приложения: обозначение, затем его № (ПРИЛОЖЕНИЕ А №1). Иногда приложения оформляются по-иному. В правом верхнем углу пишется Приложение 1, Приложение 2, Приложение 3, Приложение 4 и т.д.

7 Критерии оценки курсовой работы

Оценка качества курсовой работы проводится по ряду показателей, среди которых основными являются следующие:

- актуальность и обоснование выбора темы;
- полнота и четкость освещения введения: цель, задачи, предмет, объект, методы исследования, гипотеза;
- раскрытие основных теоретических источников;
- представление результатов практической части работы; творческий подход и самостоятельность в анализе, обобщениях и выводах.
- точность и полнота сделанных по работе выводов, их соответствие выдвинутой гипотезе;

– качество публичного выступления: точное, последовательное, полное, научно обоснованное изложение основных положений работы с соблюдением регламента;

– ответы на вопросы: аргументированность, логичность, убедительность, научная эрудиция;

– полнота охвата научной литературы;

– качество оформления курсовой работы и демонстрационных материалов, научный стиль изложения;

– применение новых технологий современного математического и программного обеспечения, компьютерных технологий;

– самостоятельность и инициатива в подходе к исследованию.

Курсовая работа может быть оценена на «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Оценка представляется на титульном листе за подписью руководителя.

Оценкой «отлично» оценивается работа, при выполнении которой студент опирался на достаточно полную источниковедческую базу, раскрыл исследуемую педагогическую проблему многогранно и многоаспектно, проследил конкретное явление на широком историко-культурном фоне, предложил новые подходы к рассмотрению исследуемого историко-педагогического явления с учетом ранее неизвестных или ранее не изученных факторов и обстоятельств. Работа, получившая оценку «отлично», предполагает широкое использование научных методов исследования, глубокое научно-теоретическое обоснование выдвигаемых положений и рекомендаций, должна быть изложена литературным языком с соблюдением требований научного стиля, выстроена в четкой логической последовательности. Она должна отвечать всем, без исключения, требованиям, предъявляемым к курсовой работе.

Оценкой «хорошо» оценивается работа, которая содержит достаточно глубокий теоретический анализ избранной проблемы, выдвигает научно-обоснованные рекомендации по изучению той или иной педагогической проблемы, и в целом отвечает основным требованиям, предъявляемым к курсовой работе.

Оценкой «удовлетворительно» оценивается работа, в которой недостаточно глубоко разработана научно-теоретическая база исследуемой проблемы, достаточно узка источниковедческая база, исследуемая проблема раскрыта односторонне и схематично, не учтены основные требования, предъявляемые к курсовой работе.

Оценкой «неудовлетворительно» оценивается работа, которая не содержит научно-теоретического и практического исследования избранной проблемы и не отвечает основным требованиям, предъявляемым к курсовой работе.

Оценка вносится в зачетно-экзаменационную ведомость и зачетную книжку.

Отрицательная оценка в зачетную книжку не вносится. Полные названия курсовых работ (проектов) вносятся в приложение к диплому. В соответствии с «Инструкцией о порядке выдачи государственных документов о высшем профессиональном образовании, изготовления и хранения соответствующих бланков документов», утвержденной приказом Минобрнауки России от 10 марта 2005г. № 65, запись названия курсовой работы в приложении к диплому сопровождается указанием оценки.

Несвоевременное выполнение курсовой работы считается академической задолженностью и ликвидируется в установленном порядке. Студенты, не получившие положительной оценки по курсовой работе, к сессии не допускаются. Курсовая работа по дисциплине учебного плана, оцененная на «неудовлетворительно», перерабатывается и возвращается на проверку тому же преподавателю.

8 Оформление курсовой работы

Оформление курсовой работы должно соответствовать ГОСТ (ГОСТ 7.1–2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание», ГОСТ 7.82–2001 «Библиографическая запись. Библиографическое описание электронных ресурсов», ГОСТ Р 7.0.11–2011 «Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления», ГОСТ 7.12–93 «Библиографическая запись. Сокращение слов на русском языке. Общие требования и правила», ГОСТ 2.105–95 «ЕСКД. Общие требования к текстовым документам»). Работа должна быть, как правило, предоставлена в печатанном виде. Допускается и рукописный вариант, при этом объем работы увеличивается в 1,5 раза.

Курсовая работа должна быть напечатана на стандартном листе писчей бумаги в формате А4 с соблюдением следующих требований:

поля: левое – 30 мм, правое – 10 мм, верхнее – 15 мм, нижнее – 20 мм;

шрифт размером 14 пт, Times New Roman;

межстрочный интервал – полуторный;

отступ красной строки – 1,25;

выравнивание текста – по ширине.

Каждый структурный элемент содержания работы начинается с новой страницы. Наименование структурных элементов следует располагать по центру строки без точки в конце, без подчеркивания, отделяя от текста тремя межстрочными интервалами.

Иллюстрированные материалы следует располагать в работе непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые. На все иллюстрации должны быть ссылки в работе. Иллюстрации (чертежи, графики, схемы, документы, рисунки, снимки) должны быть пронумерованы и иметь названия под иллюстрацией. Нумерация иллюстраций может быть сквозной по всему тексту работы или в пределах раздела.

Таблицы в курсовой работе располагаются непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице. На все таблицы должны быть ссылки в тексте. Нумерация таблиц может быть сквозной по всему тексту в пределах раздела или работы. Порядковый номер таблицы проставляется в правом верхнем углу над ее названием после слова «Таблица». Тематический заголовок таблицы размещается над таблицей и выравнивается по центру строки, точка в конце заголовка не ставится.

Цитирование различных источников в курсовой работе оформляется ссылкой на данный источник с указанием его порядкового номера в списке использованной литературы в квадратных скобках после цитаты. В необходимых случаях в скобках указываются страницы. Возможны и постраничные ссылки.

Все листы работы и приложений аккуратно подшиваются (брошюруются) в папку. Страницы курсовой работы, включая приложения, нумеруются арабскими цифрами с соблюдением сквозной нумерации. Порядковый номер страницы размещают по центру нижнего поля страницы.

Библиографический список содержит библиографические описания использованных источников. Именно по нему можно судить о степени осведомленности исследователя в имеющейся

литературе по изучаемой проблеме. Список должен включать в себя литературные источники, на которые есть ссылки в тексте. Он составляется в алфавитном порядке, при этом сначала идут публикации на русском языке, затем – на иностранных и ссылки на интернет-сайты. Если в тексте ссылки сделаны на номера, то и источники в списке нумеруются.

9 Защита курсовой работы

Защита курсовых работ должна быть проведена до начала экзаменационной сессии. Защита курсовой работы проводится в установленное кафедрой время в виде публичного выступления студента перед специальной комиссией, создаваемой заведующим кафедрой с участием руководителя работы. Непосредственная подготовка к защите курсовой работы сводится к написанию тезисов доклада и оформлению иллюстративных материалов (презентации). Для иллюстрации доклада студентом могут быть использованы графические материалы, специально подготовленные плакаты или слайды. При необходимости доклад может быть проиллюстрирован демонстрацией образцов созданной в ходе проектирования продукции. Защита состоит из доклада продолжительностью 5-8 мин., ответов на вопросы комиссии и присутствующих. Рекомендуется такая последовательность изложения:

- 1) тема курсовой работы;
- 2) постановка задачи и проблематики;
- 3) анализ состояния изучаемого вопроса;
- 4) обоснование и принятие решений по теме курсовой работы;
- 5) выводы и предложения по результатам исследований.

Основные положения доклада, в частности результаты исследований, желательно представить в виде графиков или таблиц, делая по ходу выступления необходимые пояснения. Ответы на вопросы необходимо формулировать четко, ясно и по существу. Защита должна показать самостоятельность выполнения студентом работы, если в результате защиты выяснилось, что работа выполнена не самостоятельно, то она снимается с защиты и студенту выставляется неудовлетворительная оценка. На защите студент в течение 5-8 минут излагает основное содержание выполненной работы и выводы по ней. Присутствующие задают вопросы студенту по отдельным неясным или спорным местам работы,

а также для выявления общего теоретического уровня подготовки автора.

При оценке курсовой работы учитывается:

- полнота и правильность раскрытия темы;
- глубина и полнота изучения литературы по теме;
- грамотность проведения эмпирического исследования и выводов по нему;
- ясность, четкость и доказательность изложения материала.

При защите курсовой работы следует применять принципы трансформации письменного научного текста для устного выступления.

Рекомендуется:

- включать средства диалогизации речи (Обратите внимание. Давайте вернемся ...);
- включать в структуру вопрос-ответ. Что такое метод? Метод – это...;
- упростить текст в грамматическом отношении (избавиться от причастных и деепричастных оборотов);
- реже использовать отглагольные существительные;
- избегать цепочек слов сущ.+сущ. в родительном падеже;
- трансформировать сложноподчиненные предложения, разбив их на более короткие и соединив сочинительной связью.

Лучшие курсовые работы могут быть представлены на конкурсы студенческих научных работ для публикации. В случае неудовлетворительной оценки курсовой работы студент должен предоставить новую курсовую работу на другую или прежнюю тему. Без зачета курсовой работы студент не может быть допущен к очередным экзаменам. Результаты опытно-экспериментальной работы могут быть представлены в таблицах, графиках, диаграммах и т.д. К таблицам, рисункам следует сделать подписи – краткие, понятные, под рисунками поместить пояснения, расшифровку сокращений. Все иллюстрации нужно выполнять аккуратно. Работа должна быть написана логически последовательно, литературным языком. Не рекомендуется вести изложение от первого лица единственного числа: «я наблюдал», «я считаю», «по моему мнению» и т.п. Можно использовать выражения: «на наш взгляд», «по нашему мнению», однако предпочтительнее писать «по мнению автора», (курсовой работы) или выражать ту же мысль в безличной форме: «изучение педагогического опыта свидетельствует о том,

что ...», «на основе выполненного анализа можно утверждать», «проведенные исследования подтвердили...» и т.п.

В курсовой работе должно быть соблюдено единство стиля изложения, обеспечена орфографическая, синтаксическая и стилистическая грамотность в соответствии с нормами современного русского языка. Необходима однозначная трактовка ключевых для данной работы понятий.

Защита производится публично. На защите присутствуют, как правило, все студенты группы. При защите курсовых работ могут присутствовать заведующий кафедрой, декан, представители УМУ, представители ректората. Положительные оценки по результатам защиты проставляются членами комиссии в протокол защиты, а в зачётно-экзаменационную ведомость и в зачетную книжку студента оценка выставляется по решению комиссии, ведущего преподавателя.

Неудовлетворительные оценки проставляются только в зачётно-экзаменационную ведомость. В случае неявки студента на защиту в установленное время в зачётно-экзаменационную ведомость вносится запись «не явился». Заведующий кафедрой обязан выяснить причину неявки студента на защиту в течение трех дней. В случае признания причины неуважительной, студенту выставляется неудовлетворительная оценка за защиту курсовой работы. В отдельных случаях деканом факультета по представлению заведующего кафедрой разрешается одна повторная защита курсовой работы с целью повышения положительной оценки, о чем издается распоряжение о проведении повторной защиты. Повторная защита курсовой работы по одной и той же учебной дисциплине допускается не более двух раз. График повторных защит утверждается заведующим кафедрой в течение 3-х дней после окончания экзаменационной сессии.

Студентам, получившим неудовлетворительную оценку по курсовой работе, предоставляется право выполнения курсовой работы по новой теме или, по решению руководителя курсового проектирования и заведующего кафедрой, доработки прежней темы и определяется новый срок для ее защиты.

Студенты, не предъявившие работу к защите до начала экзаменационной сессии или получившие при защите неудовлетворительную оценку, считаются имеющими академическую задолженность.

Рекомендуемая литература

1. Государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования 3-го поколения «Профессиональное обучение» (по отраслям). – М., 2009. – 33 с.
2. Положение о курсовом проектировании СМК 04-30-2013 (рассмотрено на заседании Ученого совета академии протокол №2 от 15 ноября 2013 года) [утверждено 21.11.2013].
3. Безрукова, В. С Как написать реферат, курсовую и дипломную работу. – СПб. : Речь, 2008. – 176 с.
4. Бордовская, Н. В Педагогика : учебное пособие / Н. В. Бордовская, А. А. Реан. – СПб. : Питер, 2008. – 299 с.
5. Кругликов, Г. И. Методика профессионального обучения с практикумом : учебное пособие. – М. : Академия, 2009. – 286 с.
6. Педагогика : учебник / Л. П. Крившенко, М. Е. Вайндорф-Сысоева, Т. А. Юзефовичус [и др.] ; под ред. Л. П. Крившенко. – М. : Проспект, 2008. – 428 с.
7. Методика профессионального обучения : методические указания / сост. : А. С. Степанова-Быкова, Е. Е. Савченко, А. С. Карманова, О. В. Константинова. – Красноярск : ИПК СФУ, 2009. – 15 с.
8. Методика профессионального обучения : методические указания / сост. : А. С. Степанова-Быкова, Е. Е. Савченко, А. С. Карманова, О. В. Константинова. – Красноярск : ИПК СФУ, 2009. – 21 с.
9. Эрганова, Н. Е. Методика профессионального обучения : учебное пособие. – М. : Академия, 2007. – 160 с.

Образец оформления титульного листа

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Самарская государственная сельскохозяйственная академия»

кафедра _____

Курсовая работа

по дисциплине:

«Общая и профессиональная педагогика»

Тема: _____

Выполнил:

Студент ___ курса

Группы _____

Специальности (*направление подготовки*)

051001 Профессиональное обучение

Личный номер _____
(номер зачетной книжки)

(Фамилия, Имя, Отчество студента полностью)

К защите допущен: _____ / _____ /
(подпись) (инициалы, фамилия)

Оценка _____ / _____ / _____ / _____
(цифрой и прописью) подписи членов комиссии расшифровка подписи

Самара 20___

Пример оформления задания

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Самарская государственная сельскохозяйственная академия»

кафедра _____
(наименование кафедры)

ЗАДАНИЕ на курсовую работу по дисциплине

Студенту _____
(Фамилия, Имя, Отчество, полностью)

Тема работы _____

Исходные данные на курсовую работу

Задание выдано « ___ » _____ 20__ г.

Руководитель _____

Пример оформления реферата

РЕФЕРАТ

Курсовая работа содержит 69 страниц машинописного текста, 8 рисунков, 10 таблиц, список из 20 использованных источников.

Ключевые слова: МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, РАБОЧАЯ ПРОГРАММА, ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН, ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ СТАНДАРТ, ТЕСТЫ, НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ, ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА, МЕТОД КОНТРОЛЯ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ.

В курсовой работе проведен анализ учебно-программной документации: государственного образовательного стандарта по подготовке рабочих по профессии «Сварщик» (электросварочные и газосварочные работы), профессиональной характеристики, учебного плана, рабочей программы по предмету: «Контроль качества сварных соединений». Проведен анализ учебной литературы. Разработан план учебных действий преподавателя и обучающихся. Определены методы и средства проведения лабораторных работ.

Разработано методическое обеспечение для проведения лабораторного практикума по предмету: «Контроль качества сварных соединений».

Подобран теоретический материал по темам: «Определение дефектов магнитографическим методом контроля» и «Цветной метод контроля сварных соединений».

**Пример оформления оглавления курсовой работы
по методике профессионального обучения**

ОГЛАВЛЕНИЕ	
ВВЕДЕНИЕ.....	.00
ОГЛАВЛЕНИЕ.....	00
РЕФЕРАТ.....	00
1 ТЕСТИРОВАНИЕ КАК МЕТОД ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	00
1.1 Анализ создания тестов в педагогической науке и практике.....	00
1.2 Сущность базовых понятий педагогического тестирования00
1.3 Классификация тестов	00
2 ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ	00
2.1 Роль педагогического тестирования в образовательной практи- ке.....	00
2.2 Принципы разработки педагогических тестов.....	00
2.3 Методический аспект разработки тестов и тестовых заданий	00
ВЫВОДЫ	00
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	00
ПРИЛОЖЕНИЯ	00

Порядок расположения в списке литературы нормативных правовых актов по степени их юридической силы

1. Международные правовые акты.
2. Конституция Российской Федерации от 12 декабря 1993 г.
3. Законы РФ о внесении изменений и дополнений в Конституцию РФ.
4. Федеральные конституционные законы.
5. Кодексы РФ, законы РФ и федеральные законы.
6. Решения Конституционного Суда РФ.
7. Конституции республик и уставы (основные законы) иных субъектов РФ.
8. Законы субъектов РФ.
9. Нормативные акты Президента РФ:
 - 9.1. Указы Президента РФ;
 - 9.2. Распоряжения Президента РФ.
10. Акты палат Федерального собрания РФ.
 - 10.1. Решения (постановления) Государственной Думы Федерального собрания РФ;
 - 10.2. Решения (постановления) Совета Федерации Федерального собрания РФ.
11. Нормативные акты Правительства РФ:
 - 11.1. Постановления Правительства РФ;
 - 11.2. Распоряжения правительства РФ.

Учебное издание

**Сычева Галина Викторовна
Романов Дмитрий Владимирович
Камуз Валентина Владимировна**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**для выполнения курсовых работ по дисциплинам
«Основы общей и профессиональной педагогики»
и «Методика профессионального обучения»**

Отпечатано с готового оригинал-макета
Подписано в печать 19.06.2014. Формат 60×84 1/16
Усл. печ. л. 1,86, печ. л. 2,0
Тираж 20, заказ №108

Редакционно-издательский центр Самарской ГСХА
446442, Самарская обл., пос. Усть-Кинельский, ул. Учебная 2
Тел.: (84663) 46-2-44, 46-2-47
Факс 46-2-44
E-mail: ssaariz@mail.ru



Министерство сельского хозяйства
Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
«Самарская государственная
сельскохозяйственная академия»

Кафедра «Педагогика, философия и история»

Н. В. Пудовкина

Психология профессионального образования

**Методические указания
для написания и оформления курсовой работы**

Кинель
РИЦ СГСХА
2015

УДК 378
ББК 74.58
П-88

Пудовкина, Н. В.

П-88 Психология профессионального образования : методические указания для написания и оформления курсовой работы / Н. В. Пудовкина. – Кинель : РИЦ СГСХА, 2015. – 35 с.

Учебное издание содержит нормы по выполнению учебно-исследовательской работы по дисциплине «Психология профессионального образования» в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования; знакомит студентов с требованиями к структуре и содержанию курсовой работы, ее литературному оформлению и защите.

Методические указания составлены на основе «Положения о курсовом проектировании», принятого в ФГБОУ ВПО Самарская ГСХА, и предназначены для студентов, обучающихся по направлению подготовки 44.03.04 – «Профессиональное обучение».

© Пудовкина Н. В., 2015
© ФГБОУ ВПО Самарская ГСХА, 2015

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	4
1 Общие требования	5
2 Требования к выполнению курсовой работы	6
3 Выбор темы курсовой работы	8
4 Сбор научной информации по теме исследования, ее предварительный анализ и составление плана курсовой ра- боты	8
5 Структура курсовой работы	9
6 Язык и стиль курсовой работы	15
7 Оформление курсовой работы	21
8 Защита курсовой работы	23
9 Критерии оценки курсовой работы	24
Приложения	26

ПРЕДИСЛОВИЕ

Методические указания для написания и оформления курсовой работы являются частью учебно-методического комплекса по дисциплине «Психология профессионального образования». Основная цель данного издания, по замыслу автора, состояла в том, чтобы повысить эффективность подготовки и защиты курсовой работы студентами, помочь им создать более четкие представления о работе над научным исследованием на заданную тему и тем самым подготовить их к выполнению выпускной квалификационной работы.

Курсовая работа по дисциплине «Психология профессионального образования» является одним из основных элементов учебного процесса по подготовке бакалавров по направлению «Профессиональное обучение». Выполнение курсовой работы предполагает отражение уровня общетеоретической специальной подготовки студента, его способности к научному творчеству, умение использовать полученные навыки в научных исследованиях по избранной специальности. Курсовая работа по дисциплине «Психология профессионального образования» предназначена для развития у студентов умений решать практические задачи данной отрасли психологии через знание ее теоретико-методологических основ, а также для формирования следующих профессиональных компетенций будущих педагогов профессионального образования:

- способность развивать профессионально важные и значимые качества личности будущего рабочего (специалиста);
- готовность к осуществлению диагностики и прогнозирования развития личности рабочего (специалиста);
- способность прогнозировать результаты профессионально-педагогической деятельности.

Предлагаемое учебное издание содержит требования к структуре, содержанию, стилистике и оформлению курсовой работы по психологии профессионального образования, а также информацию относительно этапов ее выполнения, критериев оценки и процедуры защиты.

Методические указания построены таким образом, чтобы каждый студент, даже не имеющий опыта выполнения курсовой работы, смог бы воспользоваться ими самостоятельно в качестве инструкции и добиться при этом высокого результата.

1 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

Курсовая работа представляет собой самостоятельное научное исследование студента по конкретной теме изучаемого предмета. Написание курсовой работы по дисциплине «Психология профессионального образования» является для студентов первым опытом самостоятельного творческого научного исследования и способствует:

- приобретению, систематизации, расширению и закреплению знаний по теории и практике психологии профессионального образования;
- развитию навыков самостоятельной работы и овладению методикой научного исследования при решении поставленных в курсовой работе проблем;
- формированию умений и навыков работы с учебно-научной и научной литературой, а также нормативными документами в области профессионального образования;
- овладению психолого-педагогической терминологией;
- формированию умений правильно оформлять научно-справочный аппарат работы;
- усвоению правил цитирования, оформления библиографических ссылок и списка использованных источников и литературы;
- развитию умений правильно формулировать и раскрывать теоретические положения, аргументировать самостоятельные выводы и предложения на основе сопоставления различных мнений и точек зрения;
- развитию творческой инициативы студентов при самостоятельном решении поставленных перед ними задач и стремления к поискам оригинальных решений;
- подготовке студентов к написанию выпускной квалификационной работы как завершающей стадии обучения и профессиональной подготовки.

Значимость курсовой работы и ее теоретический уровень определяются степенью самостоятельности исследования, тем, насколько в ней отражено знание студентом ведущих тенденций теории и практики психологии профессионального образования, ее основных категорий и закономерностей взаимодействия с другими сферами психолого-педагогической науки и общественной жизни.

Курсовая работа отличается от научных докладов и аудиторных выступлений студентов тем, что ее должен выполнять каждый обучающийся в письменном виде, в согласованной с научным руководителем форме и в строго обозначенные сроки. Между тем, проблематика курсового проектирования может быть использована в устном выступлении на семинарском или лабораторном занятии по курсу психологии профессионального образования.

2 ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая работа по дисциплине «Психология профессионального образования» должна соответствовать следующим требованиям:

- быть выполненной на достаточном теоретическом уровне;
- включать анализ не только теоретического, но и эмпирического материала;
- основываться на результатах самостоятельного исследования, если этого требует тема;
- иметь обязательные самостоятельные выводы после каждой главы и в заключении работы;
- иметь необходимый объем;
- быть оформленной по стандарту и выполненной в указанные сроки.

При выборе темы студент должен учитывать:

- ее актуальность;
- познавательный интерес к ней;
- возможность последующего более глубокого исследования проблемы (написание выпускной квалификационной работы).

Работа над темой состоит из трех этапов: подготовительного, рабочего и заключительного.

На подготовительном этапе студент:

- определяет цель, задачи, структуру и методы исследования;
- осуществляет поиск теоретической и эмпирической информации (работа с каталогами, составление списка литературы, работа с книгой, выписки, тезисы, конспектирование, ксерокопирование важного и интересного материала, разработка программы

и инструментария психолого-педагогического исследования) и определяет ее объем;

- тщательно систематизирует отобранный материал, изучает его и подготавливает краткую историографию проблемы исследования;
- составляет план курсовой работы.

На рабочем этапе студент:

- выполняет черновой вариант работы и высказывает свое мнение по рассматриваемым вопросам;
- работает над выводами по разделам и подразделам;
- оформляет научно-справочный аппарат работы (сквозные ссылки, список литературы).

На заключительном этапе студент:

- исправляет работу в соответствии с замечаниями руководителя;
- выполняет окончательный вариант работы с учетом требований научного оформления;
- представляет работу научному руководителю на отзыв;
- сдает курсовую работу на защиту.

Процесс работы выстраивается в соответствии с календарным планом:

- тема курсовой работы должна быть выбрана в течение первого месяца семестра, но не позднее 14 дней со дня его начала;
- первый месяц семестра – поиск, подбор, систематизация и анализ материалов по теме курсовой работы, составление плана курсовой работы и обсуждение его с руководителем;
- второй месяц семестра – написание чернового варианта курсовой работы;
- третий месяц семестра – подготовка окончательного варианта курсовой работы;
- четвертый месяц семестра – представление курсовой работы руководителю и ее защита.

В зависимости от индивидуальных особенностей студента, уровня его теоретической подготовки и общей исследовательской культуры, работа может быть выполнена в более короткие сроки.

3 ВЫБОР ТЕМЫ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Тематика курсовых работ соответствует задачам изучения дисциплины «Психология профессионального образования» и подготовке бакалавров по направлению 44.03.04 – «Профессиональное обучение» (прил. 1). Тема курсовой работы выбирается студентом по своему желанию в соответствии с утвержденной кафедрой «Педагогика, философия и история» на данный учебный год тематикой курсовых работ. При выборе темы учитывается ее актуальность, интерес студента к данной теме, наличие необходимой литературы.

Студент вправе предложить свою собственную тему исследования, отсутствующую в предложенном перечне, согласовав ее с научным руководителем.

Тематика курсовых работ утверждается распоряжением декана инженерного факультета по представлению заведующего кафедрой «Педагогика, философия и история».

Курсовая работа, выполненная по несогласованной и неутвержденной теме, к защите не принимается.

4 СБОР НАУЧНОЙ ИНФОРМАЦИИ ПО ТЕМЕ ИССЛЕДОВАНИЯ, ЕЁ ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И СОСТАВЛЕНИЕ ПЛАНА КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Выполнение курсовой работы необходимо начинать с предварительного подбора научной информации по теме исследования (учебной и научной литературы, статей, опубликованных в периодической печати, нормативной базы исследования и т.д.).

Вначале целесообразно ознакомиться с соответствующим разделом учебников по психологии профессионального образования, понять содержание темы, определить ее место и значение в изучаемом курсе, отметить, на какие работы делаются ссылки. Далее нужно ознакомиться с литературой в доступных студенту библиотеках. При этом не следует ограничиваться поиском только заранее намеченной литературы, а необходимо полностью просмотреть соответствующий раздел каталога библиотеки. Помимо учебной и научной литературы обязательным является использо-

вание статей, опубликованных в педагогических и психологических журналах.

Логика обзора литературы может быть основана:

- на переходе рассмотрения общих проблем к описанию конкретных вопросов;
- на хронологии исследований в данной области;
- на подходах к исследованию проблемы;
- на изучении логических аспектов динамики психических явлений применительно к сфере профессионального образования;
- на изучении отдельных сторон проблемы.

После предварительного ознакомления с литературой по теме исследования студент составляет план курсовой работы. Правильно составленный план является одной из важнейших составляющих написания курсовой работы. Наличие плана курсовой работы позволяет осветить в ней только те вопросы, которые относятся к теме, обеспечить четкость и последовательность в изложении материала, избежать пробелов и повторений, научно организовать самостоятельный труд, сэкономить время. План должен состоять из введения, названия нескольких разделов, выводов и предложений. Для более четкого определения круга вопросов, которые необходимо рассмотреть, разделы работы можно разделить на параграфы (подпункты). При этом следует помнить, что включение в план большого количества вопросов может привести к перегруженности работы, чрезмерному увеличению ее объема, к повторениям или поверхностному раскрытию вопросов.

Студенту рекомендуется согласовать план с научным руководителем, так как неудачно составленный план может затруднить всю последующую работу. После уточнения плана необходимо оценить достаточность подобранной учебной и научной литературы, статей, опубликованных в периодической печати, и в случае необходимости скорректировать данный список, исключив ненужные источники, либо добавив дополнительную литературу.

5 СТРУКТУРА КУРСОВОЙ РАБОТЫ

После подбора литературы и составления плана студент приступает к самой важной стадии выполнения курсовой работы – анализу собранного материала и изложению темы.

Курсовая работа имеет следующую структуру:

- титульный лист (прил. 2);
- задание на курсовую работу (прил. 3);
- реферат (прил. 4);
- оглавление (прил. 5);
- введение;
- основная часть (главы, параграфы, разделы, пункты);
- выводы и предложения;
- список использованной литературы и источников;
- приложения.

Титульный лист должен соответствовать приложению 2.

В **задании на курсовую работу** четко формулируется название темы работы, указывается объем и содержание, этапы выполнения работы. Задание на работу выдается за подписью руководителя и датируется днем выдачи.

В **реферате** содержится краткое точное изложение содержания работы, включающее основные сведения и выводы, а также сокращения, используемые в документе. Рекомендуемый объем текста реферата 1 страница.

После реферата следует **оглавление**. В нем содержатся названия глав и параграфов с указанием страниц. При этом их формулировки должны точно соответствовать содержанию работы, быть краткими, четкими, последовательно и точно отражать внутреннюю логику курсовой работы. Оглавление печатается через

1,5 интервала (прил. 5).

Во **введении** автор курсовой работы должен:

1) обосновать актуальность темы, ее теоретическую и практическую значимость;

2) показать степень разработанности темы в научной литературе (какие аспекты проблемы изучены достаточно, какие частично, какие требуют дальнейшей разработки), указать литературу, составившую базу научного исследования при написании работы;

3) сформулировать цель и задачи курсовой работы. Цель курсовой работы должна вытекать из названия работы. Она состоит в рассмотрении наиболее важных дискуссионных вопросов отдельной темы, недостаточно изученных проблем. Задачи производны от цели курсовой работы. При определении задач курсовой работы

следует отметить составные части рассматриваемой темы, анализ которых необходим и достаточен для достижения цели.

Каждый из перечисленных пунктов описывается, начиная с нового абзаца, не нумеруется и не оформляется в виде заглавия. Однако полезно ключевые слова (актуальность работы, предмет исследования, цель работы, задачи работы и т.д.) выделять подчеркиванием, или жирным шрифтом, или курсивом, но не заключать в кавычки.

Рекомендуемый общий объем Введения – не более 1,5-2 страниц.

После введения следует **основная часть работы**. В основной части курсовой работы последовательно раскрываются поставленные вопросы. При этом необходимо соблюдать логику изложения, используя основные способы – от общего к частному или от частного к общему. Любой вопрос завершают обобщения (краткие выводы), изложенные в нескольких коротких предложениях. Выводы не должны быть цитатами из документов или изученной литературы – их следует формулировать самостоятельно.

В основной части работы обязательно должны быть приведены и проанализированы существующие точки зрения по дискуссионным вопросам темы, сделаны ссылки на ту литературу, в которой эти взгляды изложены. Сопоставление различных суждений, присутствие элементов научной полемики – неперемное условие выполнения курсовой работы. В работе должно быть показано глубокое понимание сущности избранной темы, знание используемых источников, умение сопоставлять различные мнения и делать необходимые личные обобщения и выводы. Важно не механическое сопоставление отдельных позиций или их бездоказательная критика, а стремление к тому, чтобы главные моменты были подкреплены теоретическими положениями, фактами и примерами практической деятельности.

Структура основной части курсовой работы зависит от конкретных особенностей рассматриваемой темы. В соответствии с логикой исследования основная часть работы должна быть разделена на разделы. Обычно рекомендуется делить текст основной части курсовой работы на 2-3 раздела (1, 2, 3 ...), один посвящен анализу литературы по проблеме, а другой (другие) – описанию

эмпирического исследования. Разделы могут быть разделены на подразделы или параграфы (1.1, 1.2 ..., 2.1, 2.2 ...).

Эмпирическая (экспериментальная часть) представляет собой важную часть работы, в которой излагаются методы, организация и результаты самостоятельно проведенного фрагмента исследования. Еще на этапе планирования эмпирической части исследования очень важно выделить принципы психологии и педагогики, на которые следует опираться исследователю. Исходным является принцип объективности, который требует установления соответствия реальной действительности.

Для реализации этого принципа необходимо:

- приводить сравнительное исследование проблемы на разных группах испытуемых;
- ориентироваться в исследовании не только на диагностику уровня развития (диагностирующее исследование), но и на выявление движущих сил развития, при которых возможно развитие определенного психолого-педагогического процесса.

Также при планировании исследования, подбора содержания экспериментального материала следует учитывать принципы научности, единства обучения, воспитания и развития, соответствия требованиям современных научных, технических, технологических исследований, преемственности содержания образования в школе и профессиональных учебных заведениях, систематичности, доступности и т.д.

Приступая к оформлению экспериментальной части курсовой работы, студент должен иметь:

- план исследования;
- инструментарий исследования (методики, с помощью которых будет проверяться гипотеза, опросники, тесты и т.д.);
- описание условий проведения исследования (характеристика испытуемых, их количество, возраст, пол, способ проведения исследования);
- описание базы исследования (образовательное учреждение, тенденции его развития и функционирования, имеющиеся недостатки и возможные пути их устранения).

После проведения экспериментального исследования необходимо провести обработку полученных данных. Для этого составляются сводные таблицы, графики, схемы, диаграммы.

Объем экспериментальной части курсовой работы должен быть не менее 10-15 страниц.

Следует особо отметить, что необходимо избегать больших диспропорций в объеме отдельных разделов. Также следует помнить, что слишком большие подразделы (более 7 страниц) затрудняют понимание читателем логики изложения. Однако короткие подразделы (1-2 страницы) также нецелесообразны, так как не дают достаточного места для полного раскрытия даже небольшой проблемы или вопроса.

Каждый раздел и подраздел должен иметь заголовок, отражающий его тему и содержание. Названия типа «Основная часть», «Литературный обзор», «Практическая часть» и т.п. не допускаются. Также названия отдельных разделов не должны повторять названия курсовой работы, названия подразделов не должны совпадать с названием раздела. Все названия должны представлять собой простые повествовательные предложения. Не рекомендуется называть разделы курсовой работы в стиле газетной публицистики – вопросительными или восклицательными предложениями. Название раздела и подраздела должно четко отражать его основное содержание.

Без крайней необходимости не следует вводить эпитафии как к работе в целом, так и к отдельным разделам или подразделам курсовой работы.

Заголовок каждого раздела, подраздела в тексте работы печатается прописными буквами или жирным шрифтом, нумеруется соответствующим образом, располагается в середине строки и отделяется от предшествующего и последующего текста тройным интервалом. Кавычки для выделения заголовков не используются. Переносы слов в заголовках не допускаются.

Важный способ структурирования работы – выделение в тексте абзацев. Каждый абзац начинается отступом от левого края текста. Начало нового абзаца обычно соответствует началу новой мысли или нового фрагмента информации и поэтому помогает логичному восприятию материала читателем.

Выводы и предложения курсовой работы служат для подведения итогов работы и для изложения основных результатов исследования. В данном разделе не следует пересказывать содержание работы: здесь необходимо кратко, на 2-3 страницах, подвести

итоги исследования, включая выводы отдельных разделов, сформулировать общие итоги работы.

Выводы должны соответствовать сформулированным во введении цели и задачам курсовой работы, важно подчеркнуть, что нового автор курсовой работы сумел выявить в ходе исследования, чем его работа отличается от работ его предшественников. Каждый вывод рекомендуется выделить в отдельный абзац.

В выводах уместно также оценить перспективы дальнейших исследований по данной теме, наметить цели и задачи следующих этапов исследования (если в дальнейшем предполагается продолжить изучение данной темы).

Обязательной составной частью курсовой работы является библиографический **список использованной литературы и источников**. Список использованной литературы и источников показывает, не только степень изученности рассматриваемой темы, но и глубину авторской работы над темой.

Список использованной литературы и источников представляет собой перечисление всех документов, монографий, статей и других публикаций, использованных при работе над темой.

Недопустимо использование в качестве названия данного раздела курсовой работы термина «Библиография», так как термин «Библиография» подразумевает полную и исчерпывающую информацию о публикациях по данной теме.

Все публикации в списке использованной литературы и источников размещаются в алфавитном порядке и нумеруются. Книжки и статьи – в алфавитном порядке фамилий авторов, коллективные монографии (имеющие более трех авторов) – в соответствии с первой буквой названия книги.

Не рекомендуется включать в список использованной литературы и источников публикации, не являющиеся научными или информационными, прежде всего художественную литературу.

Образцы оформления библиографических описаний для списка использованной литературы и источников приводятся в приложении 6.

В качестве **приложений** к курсовой работе приводятся схемы, таблицы, графики, диаграммы, изобразительные материалы. В случае, если материал (например, таблица), включенный в курсовую работу в качестве приложения, взят автором курсовой работы из какой-либо публикации, необходимо в обязательном порядке

привести сведения об источнике информации (название книги, статьи, документа, выходные данные данной публикации, указание на страницу, с которой взята информация).

Каждая систематизированная группа материалов, прилагаемая к курсовой работе, считается отдельным приложением. Приложения нумеруются по порядку. Каждому приложению дается самостоятельное название, характеризующее содержание приложения.

Каждый структурный элемент содержания работы (введение, новый раздел, выводы и предложения, список использованной литературы и источников, приложения) начинается с новой страницы. Подразделы начинать с новой страницы не рекомендуется.

Объем курсовой работы должен составлять 30-35 страниц (без учета списка использованной литературы и источников, а также приложений, если последние имеются).

6 ЯЗЫК И СТИЛЬ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Язык и стиль курсовой работы как часть письменной научной речи сложились под влиянием, так называемого, академического этикета, суть которого заключается в интерпретации собственной и привлекаемых точек зрения с целью обоснования научной истины.

Специфика языка курсовой работы как научного исследования проявляется в следующем:

- **формальнологический способ изложения материала.** Это находит свое выражение во всей системе речевых средств. Научное изложение состоит главным образом из рассуждений, целью которых является доказательство истин, выявленных в результате исследования фактов действительности;

- широко используется **понятийный аппарат** (законы, категории, формы, показатели, отношения, свойства закономерностей и иные понятия психолого-педагогической науки);

- идет **процесс саморазвития понятий и категорий, реализуется принцип выводимости категорий.** При этом необходима строгая последовательность изложения. Основной текст нужно очищать от всего того, что вредит логике повествования;

- широко используется **метод полемики**. Анализируются различные подходы к изучаемой проблеме, выявляются их сильные стороны и недостатки. В то же время следует помнить, что нужно полемизировать по серьезным принципиально важным для исследования вопросам;

- формируется **система аргументации, выдвигаемых тезисов**. Это предполагает знания основ формальной логики, умение опереться на литературу по исследуемому вопросу, и психолого-педагогическую практику, использование экскурсов в историю;

- **формулировки положений и выводов** должны отвечать, во-первых, требованиям формальной логики (однозначность трактовки, непротиворечивость, доказательность), во-вторых, принципам литературного изложения (ясность, отсутствие излишней усложненности, краткость).

Смысловая точность – одно из главных условий, обеспечивающих научную и практическую ценность заключенной в тексте работы информации. Действительно, неправильно выбранное слово может существенно исказить смысл написанного, дать возможность двоякого толкования той или иной фразы, придать всему тексту нежелательную тональность.

Ясность – это умение писать доступно и доходчиво. Практика показывает, что особенно много неясностей возникает там, где авторы вместо точных количественных значений употребляют слова и словосочетания с неопределенным или слишком обобщенным значением. Очень часто авторы пишут «и т.д.» в тех случаях, когда не знают, как продолжить перечисление, или вводят в текст фразу «вполне очевидно», когда не могут изложить доводы.

Краткость – третье необходимое и обязательное качество научной речи, более всего определяющее ее структуру. Реализация этого качества означает умение избежать ненужных повторов, излишней детализации и словесного мусора. Каждое слово и выражение служит здесь той цели, которую можно сформулировать следующим образом: как можно не только точнее, но и короче донести суть дела. Поэтому слова и словосочетания, не несущие никакой смысловой нагрузки, должны быть полностью исключены из текста курсовой работы;

- для научного текста характерна **смысловая законченность, целостность и связность**. Важнейшим средством выражения

логических связей являются здесь специальные функционально-синтаксические средства связи, указывающие на последовательность развития мысли (*вначале, прежде всего, затем, во-первых, во-вторых, значит, так и др.*), противоречивые отношения (*однако, между тем, в то время как, тем не менее*), причинно-следственные отношения (*следовательно, поэтому, благодаря этому, согласно с этим, вследствие этого, кроме того, к тому же*), переход от одной мысли к другой (*прежде чем перейти к..., обратимся к..., рассмотрим, остановимся на..., рассмотрев, перейдем к..., необходимо остановится на..., необходимо рассмотреть*), итог, вывод (*итак, таким образом, значит, в заключение отметим, все сказанное позволяет сделать вывод, подведя итог, следует сказать...*).

В качестве средств связи могут использоваться местоимения, прилагательные и причастия (*данные, этот, такой, названные, указанные и др.*). Такие слова и словосочетания разъясняют внутреннюю последовательность изложения, а потому в научном тексте очень полезны;

- научный стиль написания работы подразумевает **отказ от употребления «разговорных» речевых оборотов и речевых штампов**, излишних вводных слов. Текст работы не должен быть эмоционально окрашен – его задача показывать объективность авторского подхода к исследуемым явлениям;

- стиль письменной научной речи – это **безличный монолог**. Поэтому изложение обычно ведется от третьего лица, так как внимание сосредоточено на содержании и логической последовательности сообщения, а не на субъекте.

Сравнительно редко употребляется форма первого и совершенно не употребляется форма второго лица местоимений единственного числа. Авторское «я» как бы отступает на второй план. Сейчас стало негласным правилом, когда автор работы выступает во множественном числе и вместо «я» употребляет «мы», считая, что выражение авторства как формального коллектива придает больший субъективизм изложению. Действительно, выражение авторства через «мы» позволяет отразить свое мнение как мнение определенной группы людей, научной школы или научного направления. И это вполне объяснимо, поскольку современную науку характеризуют такие тенденции, как интеграция, коллективность творчества, комплексный подход к решению проблем.

Местоимение «мы» и его производные как нельзя лучше передают и оттеняют эти тенденции. Став фактом научной речи, местоимение «мы» обусловило целый ряд новых значений и производных от них оборотов, в частности, с притяжательным местоимением типа «по нашему мнению». Однако нагнетание в тексте местоимения «мы» производит малоприятное впечатление. Поэтому авторы научных работ стараются прибегать к конструкциям, исключающим употребление этого местоимения. Такими конструкциями являются неопределенноличные предложения (например, «Вначале производят отбор образцов для анализа, а затем устанавливают их соответствие ...»). Употребляется также форма изложения от третьего лица (например, «автор полагает...»).

Аналогичную функцию выполняют предложения со страдательным залогом (например, «Разработан комплексный подход к исследованию»). Такой залог устраняет необходимость в фиксации субъекта действия и тем самым избавляет от необходимости вводить в текст курсовой работы личные местоимения;

- у письменной научной речи имеются и чисто **стилистические особенности**. Объективность изложения – основная стилевая черта такой речи, которая вытекает из специфики научного познания, стремящегося установить научную истину. Отсюда наличие в тексте научных работ вводных слов и словосочетаний, указывающих на степень достоверности сообщения. Благодаря таким словам тот или иной факт можно представить как вполне достоверный (конечно, разумеется, действительно), как предполагаемый (видимо, надо полагать), как возможный (возможно, вероятно).

Обязательным условием объективности изложения материала является также указание на то, каков источник сообщения, кем высказана та или иная мысль, кому конкретно принадлежит то или иное выражение. В тексте это условие можно реализовать, используя специальные вводные слова и словосочетания (по сообщению; по сведениям; по мнению; по данным; по мнению автора и др.);

- на стилистическое оформление текста научного исследования существенно влияют **грамматические особенности научной речи**.

С точки зрения морфологии следует отметить наличие в ней большого количества существительных с абстрактным значением, а также отглагольных существительных (исследование, рассмотрение, изучение и т.п.).

В научной прозе широко представлены относительные прилагательные, поскольку именно такие прилагательные в отличие от качественных способны с предельной точностью выражать достаточные и необходимые признаки понятий. Как известно, от относительных прилагательных нельзя образовать формы степеней сравнения. Поэтому в тексте при необходимости использования качественных прилагательных предпочтение отдается аналитическим формам сравнительной и превосходительной степени. Для образования превосходной степени чаще всего используются слова «наиболее», «наименее». Не употребляется сравнительная степень прилагательного с приставкой «по» (например, «повыше», «побыстрее»), а также превосходная степень прилагательного с суффиксами -айш-, -ейш-, за исключением некоторых терминологических выражений, например, «мельчайшие физиологические образования».

Особенностью языка научной прозы является также отсутствие экспрессии. Отсюда доминирующая форма оценки – констатация признаков, присущих определяемому слову. Поэтому большинство прилагательных являются здесь частью терминологических выражений. Отдельные прилагательные употребляются в роли местоимений. Так, прилагательное «следующие» заменяет местоимение «такие» и везде подчеркивает последовательность перечисления особенностей и признаков.

Глагол и глагольные формы в тексте научных работ несут особую информационную нагрузку. Авторы обычно пишут «рассматриваемая проблема», а не «рассмотренная проблема». Эти глагольные формы служат для выражения постоянного свойства предмета (в научных законах, закономерностях, установленных ранее или в процессе данного исследования), они употребляются также при описании хода исследования, доказательства. Основное место в научной прозе занимают формы несовершенного вида глагола и формы настоящего времени, так как они не выражают отношение описываемого действия к моменту высказывания. Часто употребляется изъявительное наклонение глагола, редко – сослагательное наклонение и почти совсем не употребляется повелительное наклонение. Широко используются возвратные глаголы, пассивные конструкции, что обусловлено необходимостью подчеркнуть объект действия, предмет исследования (например, «В данной статье рассматриваются...», «Необходимо выделить

профессионально значимые качества...»). В научной речи очень распространены указательные местоимения «этот», «тот», «такой». Они не только конкретизируют предмет, но и выражают логические связи между частями высказывания (например, «Эти данные служат достаточным основанием для вывода...»). Местоимения «что-то», «кое-что», «что-нибудь» в силу неопределенности их значения в тексте работ обычно не используются;

- **синтаксис научной речи также имеет свои особенности.**

Поскольку такая речь характеризуется строгой логической последовательностью, здесь отдельные предложения и части сложного синтаксического целого, все компоненты (простые и сложные), как правило, очень тесно связаны друг с другом, каждый последующий вытекает из предыдущего или является следующим звеном в повествовании или рассуждении. Поэтому для текста работы, требующего сложной аргументации и выявления причинно-следственных отношений, характерны сложные предложения различных видов с четкими синтаксическими связями.

Преобладают сложные союзные предложения. Отсюда богатство составных подчинительных союзов «благодаря тому что», «между тем как», «так как», «вместо того чтобы», «ввиду того что», «от того что», «вследствие того что», «после того как», «в то время как» и др. Особенно употребительны производные отыменные предлоги «в течение», «в соответствии с...», «в результате», «в отличие от», «наряду с», «в связи с» и т.п.

В научном тексте чаще встречаются сложноподчиненные, а не сложносочиненные предложения. Это объясняется тем, что подчинительные конструкции выражают причинные, временные, условные, следственные и тому подобные отношения, а также тем, что отдельные части в сложноподчиненном предложении более тесно связаны между собой, чем в сложносочиненном. Части же сложносочиненного предложения как бы нанизываются друг на друга, образуя своеобразную цепочку, отдельные звенья которой сохраняют известную независимость и легко поддаются перегруппировке. Безличные, неопределенно-личные предложения в тексте научных работ используются при описании фактов, явлений и процессов. Номинативные предложения применяются в названиях разделов, глав и параграфов, в подписях к рисункам, диаграммам, иллюстрациям.

7 ОФОРМЛЕНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Оформление курсовой работы должно соответствовать ГОСТам (ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание», ГОСТ 7.82-2001 «Библиографическая запись. Библиографическое описание электронных ресурсов», ГОСТ Р 7.0.11-2011 «Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления», ГОСТ 7.12-93 «Библиографическая запись. Сокращение слов на русском языке. Общие требования и правила», ГОСТ 2.105-95 «ЕСКД. Общие требования к текстовым документам»).

Работа должна быть, как правило, предоставлена в отпечатанном виде. Допускается и рукописный вариант, при этом объем работы увеличивается в 1,5 раза.

Курсовая работа должна быть напечатана на стандартном листе писчей бумаги в формате А 4 с соблюдением следующих требований:

- поля: левое – 30 мм, правое – 10 мм, верхнее – 15 мм, нижнее – 20 мм;
- шрифт размером 14 пт, Times New Roman;
- межстрочный интервал – полуторный;
- отступ красной строки – 1,25;
- выравнивание текста – по ширине.

Иллюстрационный материал следует располагать в работе непосредственно после текста, в котором он упоминается впервые. На все иллюстрации должны быть ссылки в работе. Иллюстрации (диаграммы, графики, схемы, документы, рисунки, снимки) должны быть пронумерованы и иметь названия под иллюстрацией. Нумерация иллюстраций может быть сквозной по всему тексту работы (например: рисунок 1, рисунок 2. и т.д.) или в пределах раздела (например, рисунок 1.1, 2.1. и т.д.).

Таблицы в курсовой работе располагаются непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые или на следующей странице. На все таблицы должны быть ссылки в тексте. Нумерация таблиц может быть сквозной по всему тексту в пределах раздела или работы. Порядковый номер таблицы проставляется в правом верхнем углу над ее названием после слова «Таблица».

Тематический заголовок таблицы размещается над ней и выравнивается по центру строки, точка в конце заголовка не ставится.

Формулы приводятся сначала в буквенном выражении, затем дается расшифровка входящих в них индексов, величин в той же последовательности, в которой они даны в формуле. Уравнения и формулы следует выделять из текста в отдельную строку. Уравнения и формулы нумеруются в круглых скобках справа от формулы. Нумерация уравнений и формул должна быть сквозной по всему тексту курсовой работы.

Цитирование различных источников в курсовой работе оформляется ссылкой на данный источник указанием его порядкового номера в списке использованной литературы в квадратных скобках после цитаты. Например, «А. Н. Леонтьев [9], С. Л. Рубинштейн [15] считают ...». В необходимых случаях в скобках указываются страницы: «В своей работе Л. С. Выготский [4, С. 27] писал ...». При ссылке на многотомное издание указывают также и номер тома, например, [3, Т.2, С. 54]. Если ссылаются на две и более работы одного автора или на работы нескольких авторов, то в скобках указывают номера этих работ, например: «Ряд авторов [4, 9, 15] считают ...». Обязательно должны быть подтверждены библиографическими ссылками прямые цитаты, статистические и другие цифровые данные. Ссылаться можно только на издания, реально использованные автором курсовой работы при ее подготовке. Библиографические ссылки представляют сведения об источниках информации, содержащейся в тексте работы. Библиографическая ссылка подтверждает, что данный материал выявлен автором курсовой работы в документе, монографии, статье или другом издании. При использовании в тексте аббревиатуры необходимо ее пояснение. При этом рекомендуется постепенно вводить читателя в ее понимание. Сначала целесообразно написать все выражение полностью, а в скобках – его аббревиатуру. В последующих двух-трех фрагментах текста, где употребляется данное выражение, пишется уже аббревиатура, но в скобках указывается полный разъяснительный текст. Только после этого можно ограничиваться использованием аббревиатуры без пояснения.

Все листы работы и приложений аккуратно подшиваются (брошюруются) в папку. **Титульный лист** считается первым листом курсовой работы, номер на нем не ставится. Второй лист

работы – **оглавление**, он также не нумеруется. Все листы курсовой работы (кроме титульного и оглавления), включая приложения, нумеруются арабскими цифрами с соблюдением сквозной нумерации. Порядковый номер страницы размещают по центру нижнего поля страницы.

8 ЗАЩИТА КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Защита курсовой работы имеет своей целью выявление степени раскрытия автором темы, самостоятельности и глубины изучения проблемы, а также обоснованности сделанных студентом выводов и предложений. Курсовая работа защищается перед специальной комиссией, в состав комиссии входят три преподавателя кафедры «Педагогика, философия и история», научный руководитель входит в состав комиссии. На защите курсовых работ присутствуют все студенты группы. График защиты курсовых работ утверждается заблаговременно и сообщается студентам не менее чем за месяц до защиты, примерный график утверждается и вывешивается в начале учебного года.

Подготовленная и правильно оформленная курсовая работа предварительно представляется научному руководителю, который утверждает и допускает курсовую работу к защите. Курсовая работа должна быть представлена научному руководителю не менее чем за две недели до срока защиты, установленного графиком защиты курсовых работ.

Порядок защиты

1) *Краткое сообщение* автора курсовой работы о проведенном исследовании и его основных результатах. Продолжительность выступления должна составлять 5-8 минут. В сообщении должны быть представлены: формулировка темы; цель и задачи работы; степень изученности темы (кратко); источниковая база исследования; основные результаты работы и выводы автора.

Основные положения доклада, в частности результаты исследования, желательно представить в виде графиков, диаграмм или таблиц, давая по ходу выступления необходимые пояснения.

Для наглядности доклад сопровождается презентацией. Презентация должна содержать следующие основные элементы:

- титульный лист;
- цель и задачи курсовой работы;
- слайды основной части доклада (количество слайдов 6-8);
- выводы и предложения.

Желательно излагать сообщение свободно и как можно меньше читать письменный текст. Речь должна быть ясной, грамматически точной, уверенной, что делает ее понятной и убедительной. При выступлении следует стремиться к выразительности, которая зависит от темпа, громкости и интонации речи. Если докладчик говорит торопливо, проглатывая окончания слов или очень тихо и невнятно, то качество выступления от этого очень сильно снижается.

2) *Обсуждение сообщения* автора курсовой работы и вопросы к докладчику. Участвовать в обсуждении и задавать вопросы имеют право все присутствующие на защите. Ответы должны быть четкими, логичными и аргументированными. Они могут исключать последующие вопросы. На вопросы следует отвечать уверенно, желательно давать самый короткий из всех возможных ответов и не повторять положения прозвучавшего сообщения.

3) *Выставление оценки*. Оценка курсовой работы выставляется на закрытом заседании комиссии, как правило, по завершении прослушивания всех сообщений и обсуждения всех представленных на защиту курсовых работ. Результаты работы оформляются протоколом защиты, объявляются публично и вносятся научным руководителем в зачетную книжку студента.

Для студентов, не защитивших курсовую работу в установленные сроки по уважительной причине, подтвержденной документально, заведующим кафедрой назначается специальное время для защиты в течение трех дней после окончания экзаменационной сессии. Повторная защита курсовой работы допускается не более двух раз.

9 КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Критериями оценки курсовой работы являются:

- актуальность и степень разработанности темы;
- творческий подход и самостоятельность в анализе, обобщениях и выводах;

- полнота охвата первоисточников и исследовательской литературы;
- уровень овладения методикой исследования;
- научная обоснованность и аргументированность обобщений, выводов и рекомендаций;
- научный стиль изложения;
- соблюдение всех требований к оформлению курсовой работы и сроков ее исполнения.

В соответствии с установленными правилами курсовая работа оценивается на «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Эта оценка складывается из предварительной оценки, которую выставляет научный руководитель после прочтения работы и итогов защиты работы.

Оценка **«отлично»** ставится за актуальную работу, выполненную в соответствии с предъявляемыми требованиями, на высоком теоретическом уровне на основе самостоятельного анализа изучаемого материала с учетом новых процессов в развитии психолого-педагогической науки и практики, содержащую выводы и интересные предложения. Студент продемонстрировал творческий подход к изложению материала, в том числе с демонстрацией дискуссионности данной проблематики.

Оценка **«хорошо»** ставится за работу, в которой полно и всесторонне раскрываются основные теоретические и практические аспекты темы, содержатся ценные обобщения и выводы.

Оценка **«удовлетворительно»** ставится за курсовую работу, в которой недостаточно полно освещены узловые вопросы темы, работа написана на базе очень небольшого количества источников, притом устаревших.

Оценка **«неудовлетворительно»** ставится за работу, в которой заявленная тема не раскрыта или за заимствованную работу (с одного или нескольких источников).

Студентам, получившим неудовлетворительную оценку по курсовой работе, предоставляется право выполнения курсовой работы по новой теме, или по решению руководителя курсового проектирования и заведующего кафедрой, доработки прежней темы и определяется новый срок ее защиты.

**Тематика курсовых работ по дисциплине
«Психология профессионального образования»**

1. Актуальные проблемы психологии профессионального образования учащихся профессиональных школ.
2. Актуальные проблемы психологии профессионального образования работников.
3. Актуальные проблемы психологии профессионального образования незанятого населения.
4. Проблемы психологии профессионального образования в зарубежной психологии.
5. Вклад отечественных психологов в становление психологии профессионального образования.
6. Уровни методологического анализа психологии профессионального образования.
7. Ведущие модели развивающего образования.
8. Профессиональное самоопределение человека на этапе молодости.
9. Психологическая характеристика производственной адаптации молодежи.
10. Содержание профессионально обусловленных противоречий человека на этапе молодости и способы их преодоления.
11. Психологическое сопровождение человека на этапе молодости.
12. Психологическое сопровождение человека на этапе зрелости.
13. Профилактика девиантного поведения подростков в рамках учреждений профессионального образования.
14. Особенности ценностей людей на возрастных этапах онтогенеза (юность, молодость, зрелость, поздний период жизни).
15. Проблема возрастной социализации человека.
16. Взаимосвязь эффективности профессиональной деятельности с уровнем профессионального выгорания.
17. Особенности мотивационной сферы профессионала как фактор профессионального выгорания.

18. Динамика мотивационной сферы специалистов на разных этапах профессионализации.
19. Факторы, препятствующие возникновению профессионального выгорания.
20. Взаимосвязь личностных особенностей с эффективностью профессиональной деятельности.
21. Личностный выбор и жизненный путь в подростково-юношеский период развития, в период ранней зрелости.
22. Молодость – кризис встречи со зрелостью.
23. Взаимосвязь самооценки и успеваемости у студентов.
24. Взаимосвязь самооценки и успеваемости в младшем школьном возрасте.
25. Взаимосвязь самооценки и уровня адаптации студентов.
26. Взаимосвязь самооценки и коммуникативных способностей у подростков.
27. Взаимосвязь самооценки и агрессивности у подростков.
28. Взаимосвязь самооценки и тревожности у студентов.
29. Взаимосвязь самооценки и школьной тревожности у подростков.
30. Взаимосвязь самооценки и аффилиации у студентов.
31. Взаимосвязь самооценки и мотивации к успеху у подростков.
32. Взаимосвязь самооценки и мотивации к успеху у студентов.
33. Взаимосвязь самооценки и локуса контроля у подростков и молодежи.
34. Диагностика и коррекция трудностей обучения школьников.
35. Взаимосвязь профессиональных интересов и особенностей личности выпускников школ.
36. Динамика профессиональных интересов старшеклассников.
37. Особенности профессионального самоопределения современных школьников.
38. Личностные особенности и их связь с профессиональным самоопределением.

39. Динамика развития психических процессов в онтогенезе.
40. Динамика развития познавательных процессов в период обучения.
41. Психологические особенности мотивации учебной и учебно-профессиональной деятельности школьников и студентов.
42. Психологические особенности мотивации профессиональной деятельности работников образовательных и иных учреждений.
43. Психологическая адаптация школьников и студентов к условиям образовательного учреждения.
44. Отношения межличностной значимости в семье, учебных и профессиональных группах.
45. Особенности референтных отношений как фактор групповой динамики и формирования ценностных ориентаций учащихся.

Пример оформления титульного листа

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Самарская государственная сельскохозяйственная академия»

Кафедра «Педагогика, философия и история»

Курсовая работа

по дисциплине: Психология профессионального образования

Тема: «Взаимосвязь самооценки и успеваемости
в младшем школьном возрасте»

Выполнил:

Студент 2 курса

Группы 4

направления подготовки 44.03.04 – Профессиональное обучение

личный номер 143029

(номер зачетной книжки)

Проскурякова Наталья Сергеевна

(Фамилия, Имя, Отчество студента полностью)

К защите допущен _____ / доцент, к.п.н. Пудовкина Н.В. /
(подпись) (инициалы, фамилия)

Оценка _____ / _____ / _____
(цифрой и прописью)

*подписи членов комиссии расшифровка
подписи*

Самара 20____

Пример оформления задания

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Самарская государственная сельскохозяйственная академия»

Кафедра «Педагогика, философия и история»

ЗАДАНИЕ
на курсовую работу

по дисциплине: Психология профессионального образования

Студенту _____

Тема работы _____

Исходные данные на курсовую работу _____

Задание выдано «_____» _____ 20____ г.

Руководитель _____
(подпись) (расшифровка подписи)

Пример оформления реферата

РЕФЕРАТ

Курсовая работа содержит 35 страниц машинописного текста, включает 3 рисунка, 5 таблиц, 2 диаграммы, 21 наименование использованных литературных источников, 5 приложений.

САМООЦЕНКА, ЛИЧНОСТЬ, ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА, МЛАДШИЙ ШКОЛЬНЫЙ ВОЗРАСТ, ОЦЕНКА УЧИТЕЛЯ, КОРРЕЛЯЦИЯ.

Курсовая работа состоит из введения, двух разделов, выводов и предложений.

Во введении обосновываются выбор темы и ее актуальность, определяются объект, предмет, цель и задачи, методы исследования.

В первом разделе проведен анализ исследований по проблеме самооценки в младшем школьном возрасте, дана психолого-педагогическая характеристика данного возраста, проанализирована структура самооценки как психологической характеристики личности младшего школьника.

Во втором разделе представлено эмпирическое исследование взаимосвязи оценки учителя и самооценки учащихся младшего школьного возраста.

Завершают курсовую работу выводы и предложения по внедрению результатов исследования в педагогическую практику образовательного учреждения.

Образец оформления оглавления

ОГЛАВЛЕНИЕ

	ВВЕДЕНИЕ	3
1	ПРОБЛЕМА САМООЦЕНКИ В МЛАДШЕМ ШКОЛЬНОМ ВОЗРАСТЕ	5
1.1	Психолого-педагогическая характеристика младшего школьного возраста	5
1.2	Самооценка как психологическая характеристика личности младшего школьника	13
2	ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ ОЦЕНКИ УЧИТЕЛЯ И САМООЦЕНКИ УЧАЩЕГОСЯ МЛАДШЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА	21
2.1	Организация процедуры и характеристика методов исследования	21
2.2	Анализ результатов исследования и их внедрение в педагогическую практику	28
	Выводы и предложения	34
	Список использованной литературы и источников ...	35
	Приложения	36

*Примеры оформления
списка использованной литературы и источников*

Книга одного-трех авторов

Зеер, Э. Ф. Психология профессионального образования : учебник для студ. высш. учебн. заведений / Э. Ф. Зеер. – М. : Издательский центр «Академия», 2009. – 384 с.

Зеер, Э. Ф. Психология профессионального образования : практикум / Э. Ф. Зеер, А. М. Павлова. – М. : Издательский центр «Академия», 2008. – 144 с.

Бездухов, В. П. Теоретические проблемы становления педагогической компетентности учителя / В. П. Бездухов, С. Е. Мишина, О. В. Правдина. – Самара, 2001. – 185 с.

Книга, имеющая более трех авторов, указывают первых трех и добавляют «и др.».

Кустов, Ю. А. Социальная компетенция педагога : монография / Ю. А. Кустов, О. Ю. Щербакова, Е. М. Садыкова [и др.]. – Самара : Издательство ФГОУ СПО «Самарский государственный колледж», 2010. – 235 с.

Книга авторского коллектива под редакцией

Чугунова, Э. С. Социально-психологический анализ профессиональной деятельности инженера / Э. С. Чугунова, В. Н. Панферов, С. М. Михеева // Промышленная социальная психология / под ред. Е. С. Кузьмина, А. Л. Свенцицкого. – Л., 1982. – С. 181-184.

Журнал и продолжающееся издание

Гурьянова, М. П. Подготовка земледельца – проблема социально-педагогическая / М. П. Гурьянова // Педагогика. – 1998. – №8. – С. 62-74.

Зимняя, И. А. Социальные компетентности выпускников вузов в контексте государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования и проекта TUNING / И. А. Зимняя, М. Д. Лаптева, Н. А. Морозова // Высшее образование сегодня. – 2007. – №11. – С. 22-27.

Статья из сборника научных трудов

Махмутов, М. И. Принцип профессиональной направленности обучения / М. И. Махмутов // Принципы обучения в современной педагогической теории и практике : межвузовский сборник научных трудов. – Челябинск : ЧГПИ, 1985. – С. 88–100.

Пузанков, Д. В. Современное образование: содержание, технологии, качество : сборник научно-методических трудов. Вып. 8 / Д. В. Пузанков и [др.]. – СПб. : Изд. СПбГЭТУ, 2006. – 200 с.

Многотомные издания

Леонтьев, А. Н. Избранные психологические произведения : в 2 т. / А. Н. Леонтьев. – М. : Педагогика, 1983. – Т.1. – 392 с.

Электронные ресурсы

Вишневский, Ю. Р. Студент 90-х – социокультурная динамика [Электронный ресурс] / Ю. Р. Вишневский, Л. Я. Рубина. Режим доступа: [http : // www.isras.ru / socis_2000_5. html](http://www.isras.ru/socis_2000_5.html) (дата обращения: 17.02.2015).

Зимняя, И. А. Общая культура и социальная компетентность человека [Электронный ресурс] / И. А. Зимняя. – Режим доступа: <http://www.eidos.ru/jonal/2006/0504.htm> (дата обращения 25.01.2015).

Учебное издание

Н. В. Пудовкина

Психология профессионального образования

**Методические указания
для написания и оформления курсовой работы**

Отпечатано с готового оригинал-макета
Подписано в печать 06.05.2015. Формат 60×84 1/16
Усл. печ. л. 2,03, печ. л. 2,19.
Тираж 30. Заказ №134.

Редакционно-издательский центр ФГБОУ ВПО Самарской ГСХА
446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная 2
Тел.: (84663) 46-2-47
Факс 46-6-70
E-mail: ssaariz@mail.ru



Министерство сельского хозяйства
Российской Федерации
Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального
образования
«Самарская государственная
сельскохозяйственная академия»
Кафедра «Технический сервис»

Учебная практика в мастерских

Методические указания

Кинель
РИЦ СГСХА
2014

УДК621.9
ББК 34.671
У-91

У-91 Учебная практика в мастерских : методические указания /
сост. М. П. Макарова, В. В. Шигаева. – Кинель : РИЦ СГСХА,
2014. – 33 с.

В методических указаниях представлены индивидуальные задания и требования к выполнению отчёта по учебной практике в мастерских.

Методические указания предназначены для бакалавров, обучающихся по направлениям: 110800.62 – «Агроинженерия», 051000.62 – «Профессиональное обучение», 190600.62 – «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов».

© ФГБОУ ВПО Самарская ГСХА, 2014
© Макарова М. П., Шигаева В. В., составление, 2014

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	4
Общие требования к оформлению отчёта.....	5
Варианты индивидуальных заданий.....	9
Тесты для самоконтроля.....	15
Критерии оценки защиты отчета по учебной практике в мастерских.....	22
Приложение.....	23
Рекомендуемая литература.....	32

ПРЕДИСЛОВИЕ

Цель данных методических указаний – помочь студентам самостоятельно подготовить отчёт по учебной практике в мастерских. Учебная практика является составной частью основной образовательной программы высшего профессионального образования и представляет собой одну из форм организации учебного процесса, заключающуюся в профессионально-практической подготовке студентов в учебных мастерских ФГБОУ ВПО Самарской ГСХА.

Задача учебной практики в мастерских – это формирование следующих компетенций:

- стремление к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства, владение навыками самостоятельной работы;
- способность обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и норм охраны труда и природы;
- развитие профессионально важных качеств личности современного рабочего (специалиста).

Основным документом, подтверждающим выполнение программы учебной практики, регламентирующим учебную деятельность студента, сформированность компетенций и профессионально значимых качеств – является отчёт по практике. Руководитель практики от кафедры в соответствии с графиком прохождения учебной практики выдает индивидуальные задания по вариантам и указывает дату проверки отчёта. Далее отчёт студента проверяется на качество выполненного реферата, и в частности на плагиат. Отчет по практике состоит из двух частей. В первой части дается тема и план написания. Во второй части представлено задание по выполнению технологической карты изготовления металлического изделия «болт» или «гайка». В данном задании заложен метод направляющих текстов, основанных на образовательной технологии когнитивного инструктирования. Сущностью направляющего текста является кодирование и сообщение учащемуся с помощью словесно-знаковых средств информации сравнительно небольшого объема для индивидуального восприятия.

Для самостоятельной работы в методических указаниях представлены тематические тесты, которые обеспечивают студентам возможность проводить самоконтроль уровня знаний по изучаемым темам.

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ОТЧЁТА

Отчёт по учебной практике в мастерских выполняется в машинописном виде. Объём отчёта: 15-20 страниц формата А4.

Отчет содержит следующие структурные элементы:

титульный лист;

оглавление;

основная часть;

список используемой литературы и источников.

Примеры оформления представлены в приложениях 1-3.

Требования по оформлению текста

Поля: левое 30 мм, правое 10 мм, нижнее 20 мм и верхнее – 15 мм. Интервал: основной текст и список используемой литературы и источников – 1,5 строки; примечания (постраничные сноски) – 1 (одинарный). Гарнитура: Times New Roman. Размер кегля: основной текст и список литературы – 14 пт.; примечания (постраничные сноски) – 10 пт. Название глав и параграфов – 16 пт., жирный. Название рисунков и таблиц: 14 пт.

Выравнивание: основной текст, список литературы и постраничные сноски – по ширине; названия глав и параграфов – по центру.

Абзацы печатаются с красной строки; от левого поля имеется отступ 1,25 см. Расстояние между абзацами = 0 (см. Формат □→ Абзац).

Расстояние между названиями глав и параграфов выдерживается в 1 интервал. Расстояние между текстом предыдущего параграфа и названием следующего должно равняться двум интервалам. Каждая глава начинается с новой страницы. После написания названия главы точку не ставят.

Нумерацию страниц в отчёте начинают с титульного листа, на котором номер страницы не ставится. Кроме титульного листа все страницы отчёта нумеруются арабскими цифрами, которые ставятся внизу страницы по центру. Кавычки должны иметь вид «Текст» (печатные кавычки). Использование кавычек вида “Текст” допускается лишь в случае двойного цитирования («Текст: “Текст1”»). Использование кавычек вида “Текст” не допускается.

Требования по оформлению рисунков

Рисунки в тексте должны иметь сплошную нумерацию. Словом «рисунок» обозначаются все иллюстративные примеры, графики, диаграммы и т.п. На все рисунки должны быть указания в тексте отчета в следующем виде:

Текст текст текст текст (рис. n). Текст текст текст текст.*

Пример оформления подрисуночной надписи.

Рис. 5. Приспособления для плоскостной разметки

Требования по оформлению таблицы

Таблицы следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Каждая таблица должна иметь краткое, точное название, отражающее ее содержание. Слово «Таблица n*» (где n* – номер таблицы) следует помещать над таблицей справа. Название таблицы размещают на следующей строке, по центру страницы. Интервал между номером таблицы, названием таблицы и самой таблицей = 1 (одинарный). На все таблицы должны быть указания в тексте отчета в следующем виде:

Текст текст текст текст (табл. n). Текст текст текст.*

Таблицу следует располагать в отчете непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице. Столбцы таблицы должны быть пронумерованы (нумерация арабскими цифрами, под названиями столбцов).

Пример оформления таблиц.

Таблица 1

Режимы обработки деталей

<i>Текст</i>	<i>Текст</i>	<i>Текст</i>	<i>Текст</i>	<i>Текст</i>
1	2	3	4	5
<i>Текст</i>	<i>Текст</i>	<i>Текст</i>	<i>Текст</i>	<i>Текст</i>
<i>Текст</i>	<i>Текст</i>	<i>Текст</i>	<i>Текст</i>	<i>Текст</i>

При переносе части таблицы на другую страницу название помещают только над первой частью таблицы, нижнюю горизонтальную черту, ограничивающую таблицу, не проводят. Над дру-

гими частями пишут «Продолжение табл. n*». Заголовки граф и строк таблицы следует писать с прописной («большой») буквы в единственном числе, а подзаголовки граф – со строчной («маленькой») буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение.

Правила оформления ссылок

Ссылки на использованную литературу и источники оформляются следующим способом:

– в тексте («затекстовые ссылки»): после составления пронумерованного списка литературы в основном тексте работы приводятся указания на источники цитат, которые помещают в квадратные скобки (например, [24, с. 44], что означает 24-й источник, 44 страница).

Правила оформления списка литературы

Список литературы должен включать не менее 5 источников и оформляться по следующим правилам (ГОСТ 7.1-2003).

В списке литературы сначала указываются источники законодательной базы (ГОСТы), затем – научные публикации (книги, статьи). Интернет сайты, послужившие материалами для отчёта, указываются в конце списка.

Обратите внимание!

- После фамилии автора ставится запятая.
- Между точкой и двоеточием в обозначении издательства ставится пробел (М. :).
- После названия источника ставится пробел и через косую черту указываются инициалы и фамилия автора. Только затем пишутся выходные данные.
- Указание количества страниц в источнике обязательно.
- В конце литературного источника обязательно ставится точка.

Примеры оформления списка литературы

Описание нормативно-правовых актов

ГОСТ 2310-77 Молотки слесарные стальные. Технические условия: межгосударственный стандарт. – М. : Стандартинформ. 24 с.

Описание книги одного автора

Новиков, В. Ю. Слесарь-ремонтник / В. Ю. Новиков. – М. : Издательский центр «Академия», 2003. – 304 с.

Описание книги 2, 3-х авторов

В заголовке описания книги двух или трех авторов приводят фамилию одного автора, как правило, первого из указанных на титульном листе.

Покровский, Б. С. Слесарное дело / Б. С. Покровский, В. А. Скакун. – М. : Издательский центр «Академия», 2003. – 320 с.

Долгих, А. И. Слесарные работы: учебное пособие / А. И. Долгих, С. В. Фокин, О. Н. Шпортько. – М. : Альфа-М, 2014. – 528 с.

Описание книги 4-х и более авторов

Долой библиотечные стандарты! / С. Д. Ильенкова, А. В. Бандурин, Г. А. Горбовцов [и др.] ; под ред. С. Д. Ильенкова. – М. : ЮТА, 2000. – 583 с.

Описание статей из газет, журналов, сборников

Критиканов, И. Т. Поле чудес в стране... / И. Т. Критиканов, В. Н. Обьянов, Е. В. Русанов [и др.] // Бухгалтерский учет. – 1996. – №38. – С. 30-34.

Описание электронных ресурсов

Макиенко, Н. И. Общий курс слесарного дела [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://publ.lib.ru/ARCHIVES/M/MAKIENKO_Nikolay_Ivanovich/Makienko_N.I..html.

ВАРИАНТЫ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ

Вариант 1

1. Изучить материал по представленной теме и выполнить реферат.

Тема: «Плоскостная разметка».

1.1 Назначение разметки.

1.2 Безопасность труда на рабочем месте.

1.3 Способы разметки.

1.4 Инструменты и приспособления для плоскостной разметки (виды инструментов, материалы).

1.5 Приемы плоскостной разметки. Накернивание разметочных линий.

1.6 Методы контроля плоскостной разметки. Брак при разметке.

2. Вычертить карту по изготовлению металлического изделия «болт» с простановкой размеров детали по заданному варианту.

Вариант 2

1. Изучить материал по представленной теме и выполнить реферат.

Тема: «Рубка металла».

1.1 Назначение и сущность рубки.

1.2 Безопасность труда на рабочем месте.

1.3 Инструменты для рубки (режущие, ударные инструменты, заточка режущих инструментов, материалы).

1.4 Процесс и приемы рубки различных металлов.

1.5 Методы контроля и выявление брака при рубке.

2. Вычертить карту по изготовлению металлического изделия «гайка» с простановкой размеров детали по заданному варианту.

Вариант 3

1. Изучить материал по представленной теме и выполнить реферат.

Тема: «Правка и рихтовка металла».

1.1 Назначение правки и рихтовки.

1.2 Безопасность труда на рабочем месте.

1.3 Приспособления и инструменты для правки (виды инструментов, материалы).

- 1.4 Методы правки (правка ударной нагрузкой и давлением, методом подогрева, правка сварных изделий).
- 1.5 Методы контроля и выявление брака при правке металла.
2. Вычертить карту по изготовлению металлического изделия «болт» с простановкой размеров детали по заданному варианту.

Вариант 4

1. Изучить материал по представленной теме и выполнить реферат.
Тема: «Гибка металла».
 - 1.1 Назначение и сущность гибки металла.
 - 1.2 Безопасность труда на рабочем месте.
 - 1.3 Приспособления и инструменты для гибки металла (виды инструментов, материалы).
 - 1.4 Определение длины заготовки изогнутой детали.
 - 1.5 Ручная гибка деталей из листового и полосового металла.
 - 1.6 Методы контроля и выявление брака при гибке металла.
2. Вычертить карту по изготовлению металлического изделия «гайка» с простановкой размеров детали по заданному варианту.

Вариант 5

1. Изучить материал по представленной теме и выполнить реферат.
Тема: «Резка металла».
 - 1.1 Сущность и способы резки.
 - 1.2 Безопасность труда на рабочем месте.
 - 1.3 Инструменты и приспособления для резки металла (виды инструментов, материалы).
 - 1.4 Правила резки.
 - 1.5 Резка сортового, листового металла и труб.
 - 1.6 Методы контроля и выявление брака при резке металла.
2. Вычертить карту по изготовлению металлического изделия «болт» с простановкой размеров детали по заданному варианту.

Вариант 6

1. Изучить материал по представленной теме и выполнить реферат.
Тема: «Опиливание металла».
 - 1.1 Назначение опилования.

- 1.2 Безопасность труда на рабочем месте.
 - 1.3 Классификация напильников (по форме насечки, по крупности зуба, по форме сечения бруска, по назначению, материалы).
 - 1.4 Содержание напильников.
 - 1.5 Приемы и виды опиливания.
 - 1.6 Методы контроля качества опиливания и выявления брака.
2. Вычертить карту по изготовлению металлического изделия «гайка» с простановкой размеров детали по заданному варианту.

Вариант 7

1. Изучить материал по представленной теме и выполнить реферат.

Тема: «Сверление».

- 1.1 Сущность сверления.
 - 1.2 Техника безопасности на рабочем месте.
 - 1.3 Части сверла, материалы.
 - 1.4 Ручное и механическое сверление.
 - 1.5 Способы крепление деталей при сверлении.
 - 1.6 Методы контроля и выявление брака при сверлении.
2. Вычертить карту по изготовлению металлического изделия «болт» с простановкой размеров детали по заданному варианту.

Вариант 8

1. Изучить материал по представленной теме и выполнить реферат.

Тема: «Зенкерование, зенкование, развертывание».

- 1.1 Назначение зенкерования, зенкования и развертывания.
 - 1.2 Техника безопасности на рабочем месте.
 - 1.3 Инструменты и приспособления.
 - 1.4 Приемы развертывания.
 - 1.5 Методы контроля и выявление брака.
2. Вычертить карту по изготовлению металлического изделия «гайка» с простановкой размеров детали по заданному варианту.

Вариант 9

1. Изучить материал по представленной теме и выполнить реферат.

Тема: «Нарезание резьбы».

- 1.1 Основные элементы и профили резьбы, виды крепежных резьб.
 - 1.2 Безопасность труда на рабочем месте.
 - 1.3 Инструменты и приспособления для нарезания внутренней и наружной резьбы.
 - 1.4 Материалы инструментов.
 - 1.5 Правила и приемы нарезания внутренней и наружной резьбы.
 - 1.6 Методы контроля и выявление брака при нарезании резьбы.
2. Вычертить карту по изготовлению металлического изделия «болт» с простановкой размеров детали по заданному варианту.

Вариант 10

1. Изучить материал по представленной теме и выполнить реферат.
Тема: «Шабрение».
 - 1.1 Сущность и назначение шабрения.
 - 1.2 Техника безопасности на рабочем месте.
 - 1.3 Инструменты и приспособления для шабрения.
 - 1.4 Виды и приемы шабрения.
 - 1.5 Методы контроля качества и выявление брака при шабрении.
2. Вычертить карту по изготовлению металлического изделия «гайка» с простановкой размеров детали по заданному варианту.

Вариант 11

1. Изучить материал по представленной теме и выполнить реферат.
Тема: «Распиливание и припасовка».
 - 1.1 Сущность распиливания и припасовки.
 - 1.2 Техника безопасности на рабочем месте.
 - 1.3 Инструменты и приспособления для распиливания и припасовки.
 - 1.4 Приемы распиливания.
 - 1.5 Особенности обработки при припасовке.
 - 1.6 Методы контроля и выявление брака.
2. Вычертить карту по изготовлению металлического изделия «болт» с простановкой размеров детали по заданному варианту.

Вариант 12

1. Изучить материал по представленной теме и выполнить реферат.

Тема: «Притирка и доводка».

1.1 Назначение притирки и доводки.

1.2 Техника безопасности на рабочем месте.

1.3 Инструменты и приспособления для притирки и доводки. Притирочные материалы.

1.4 Виды и способы притирки.

1.5 Виды и способы доводки.

1.6 Методы контроля и выявление брака.

2. Вычертить карту по изготовлению металлического изделия «гайка» с простановкой размеров детали по заданному варианту.

Вариант 13

1. Изучить материал по представленной теме и выполнить реферат.

Тема: «Пространственная разметка».

1.1 Назначение и сущность пространственной разметки.

1.2 Техника безопасности на рабочем месте.

1.3 Приспособления для разметки (виды инструментов, материалы).

1.4 Приемы и последовательность разметки.

1.5 Методы контроля и выявление брака.

2. Вычертить карту по изготовлению металлического изделия «болт» с простановкой размеров детали по заданному варианту.

Вариант 14

1. Изучить материал по представленной теме и выполнить реферат.

Тема: «Пайка и лужение».

1.1 Назначение пайки и способы лужения.

1.2 Техника безопасности на рабочем месте.

1.3 Виды паяных соединений. Припой.

1.4 Флюсы для пайки металлов и сплавов.

1.5 Инструменты и приспособления (виды инструментов, материалы).

1.6 Методы контроля и выявление брака.

2. Вычертить карту по изготовлению металлического изделия «гайка» с простановкой размеров детали по заданному варианту.

Вариант 15

1. Изучить материал по представленной теме и выполнить реферат.

Тема: «Организация труда рабочего места слесаря».

1.1 Виды слесарных работ и их назначение.

1.2 Рабочий и контрольно-измерительный инструмент слесаря.

1.3 Механизированные инструменты (назначение, область применения).

1.4 Эксплуатация и уход за рабочим инструментом.

1.5 Техника безопасности на рабочем месте.

1.6 Пожарная профилактика.

2. Вычертить карту по изготовлению металлического изделия «болт» с простановкой размеров детали по заданному варианту.

ТЕСТЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

Таблица 1

Тесты на тему: «Рубка»

1	Из каких марок стали изготавливают зубило, крейцмейсель, канавочник?	У7, У7А, У8, У8А	И7, И7А, И8, И8А	У12, У12А, У13, У13А
2	Чем различаются между собой зубило и крейцмейсель?	Длиной инструмента	Толщиной режущей кромки	Длиной и шириной режущей кромки
3	Молотки какой массы применяют для рубки металла?	От 800 до 1000 г	От 400 до 600 г	От 50 до 200 г
4	Чему равен угол заострения β для стальных изделий?	35^0	70^0	60^0
5	Какая масса молотка требуется для рубки зубилом с шириной режущей кромки 10 мм?	400 г	800 г	200 г
6	Точность обработки при рубке	0,05-0,1мм	0,5-1 мм	1-2 мм
7	Какой вид удара молотком применяется для точных и легких работ?	Кистевой	Плечевой	Локтевой
8	С помощью чего контролируют угол заточки зубила?	штангенциркуль	шаблон, угломер	линейка
9	Твердость режущей части зубила	HRC 53-59	HRC 35-45	HRC 65-70
10	Какой слой металла можно удалить за один проход ?	1 мм	2 мм	3 мм
11	Молотки какой массы применяют для рубки металла?	От 800 до 1000 г	От 400 до 600 г	От 50 до 200 г
12	Какая масса молотка требуется для рубки крейцмейселем с шириной режущей кромки 5 мм?	400 г	800 г	200 г
13	Назвать элементы зубила	Ударная, режущая, середина	Режущая часть и ручка	Боек и режущая часть
14	Из какого материала изготавливают ручки молотков	Из пластмассы	Из металла	Из твердых пород деревьев
15	Чему равен угол заострения для мягких материалов?	70^0	45^0	60^0

Окончание табл. 1

16	Какова твердость бойка молотка?	HRC 50-56	HRC 45-50	HRC 60-70
17	Какова величина заднего угла	15-20 ⁰	10-15 ⁰	3-8 ⁰
18	В каких случаях применяют зубила со скругленной режущей кромкой?	для вырубания заготовок из листового материала	для прорубания канавок	для вырубания пазов и криволинейных канавок
19	Что называется углом резания?	Угол между передней и задней поверхностью зубила	Между обработанной поверхностью и осью зубила	Угол между задней поверхностью зубила и обработанной поверхностью
20	Какой слой металла можно удалить за один проход?	1 мм	2 мм	3 мм

Таблица 2

Тесты на тему: «Опиливание»

1	Точность обработки при опиливании	От 0,5 до 0,001 м	От 0,1 до 0,01 мм	От 0,25 до 0,5 м
2	Как классифицируются напильники	-по длине; -по количеству зубьев на 10 мм рабочей длины;	-по форме насечки; -по числу насечек на 10 мм длины; -по форме сечения бруска; -по назначению	-по форме сечения бруска; -по способу нанесения насечек;
3	Какие материалы опиливают напильником с одинарной насечкой?	Неметаллические материалы	Мягкие металлы	Сталь, чугун
4	Назначение бархатного напильника?	Отделка поверхности	Чистовое опиление	Черновое опиление
5	Число насечек на 10 мм длины личного напильника	12-23	4-11	>28
6	Точность обработки поверхности драчевым напильником	0,01 мм	0,001 мм	0,1-0,2 мм
7	Какую форму сечения имеют напильники для опиления внутренних углов > 15°	Ромбические	Плоские	Круглые
8	Насколько длина напильника должна быть больше длины детали, если обрабатываем крупную деталь?	На 100 мм	На 150-200 мм	На 50 мм
9	Из какого материала изготавливают напильники?	Сталь У7; У7А	Сталь У7А; У8А	Сталь У10; У13А; 13Х; ШХ15
10	Каким инструментом проверяют качество обработанной поверхности?	Поверочная линейка, угольник	Штангенрейсмус	Штангенциркуль
11	Какой слой металла снимают драчевым напильником?	0,01-0,02 мм	0,5-1,0 мм	0,3-0,02 мм
12	Номера насечек личного напильника	4;5	2;3	0;1
13	Какое число насечек имеет бархатный напильник?	> 28	4-11	10-20
14	Из какого материала изготавливают напильники?	Сталь У7; У7А	Сталь У10; У13А; 13Х; ШХ15	Сталь У8; У8А

Окончание табл. 2

15	Как называется ненасеченный участок у напильника?	Пята	Носок	Ребро
16	Какие материалы опиливают напильником с двойной насечкой?	Цветные металлы	Сталь, чугун	Неметаллические материалы
17	Какую форму сечения имеют напильники для заточки пил по дереву?	Трехгранные	Круглые	Плоские
18	Какой длины надо взять напильник, если длина детали = 100 мм?	400 мм	250 мм	350 мм
19	Какие используют напильники для обработки мелких деталей?	Надфили	Общего назначения	Рашпили
20	Назначение личного напильника?	Отделка поверхности	Чистовое опиливание	Черновое опиливание

Таблица 3

Тесты на тему: «Разметка»

1	Точность выполнения разметки по чертежу	0,5 мм	0,1 мм	0,005 мм
2	Из какого материала изготавливают кернер?	У10, У12	У7А, У8А	У11, У13
3	Где применяется разметка по образцу?	Для изготовления нескольких одинаковых деталей	При сборке крупных деталей	При выполнении ремонтных работ
4	Каким красителем окрашивают стальную или чугунную поверхность?	Раствор медного купороса	Меловой раствор	Спиртовой лак
5	Какой инструмент применяется для разметочных линий по линейке?	Циркуль	Чертилка	Кернер
6	Расстояние между кернами на длинных разметочных линиях?	От 10 до 50 мм	От 5 до 10 мм	От 20 до 100 мм
7	Как называется вид разметки, если она выполняется на нескольких плоскостях заготовки?	Пространственная	Линейная	Плоскостная
8	Как классифицируется разметка?	Котельная, судовая, машиностроительная	Линейная, пространственная	Линейная, плотностная
9	Что называется базой?	Поверхность или Точка, от которой начинается разметка	Склад, где хранится инструмент	Одна из поверхностей обрабатываемой детали
10	Из какого материала изготавливают разметочные плиты?	Серый чугун	Сталь	Белый чугун
11	Назначение рейсмуса	Для нанесения вертикальных и горизонтальных линий	Для разметки окружности	Для нанесения центров

9. Определить тип шаберов, изображенных на рисунке 2.

1 – четырехгранный;	
2 – плоский двусторонний;	
3 – трехгранный;	
4 – плоский односторонний;	
5 – изогнутый.	

Рис. 2

10. Назовите преимущества метода шабрения «на себя», разработанного слесарем-новатором А. Барышниковым, по сравнению с шабрением методом «от себя».

- 1 – лезвие шабера врезается в металл плавно;
- 2 – глубина резания может быть доведена до 0,05 мм;
- 3 – в конце рабочего хода не остаются рифления и рванины;
- 4 – шабер при рабочем ходе сильно врезается в металл;
- 5 – лезвие шабера плавно выходит из зоны резания;
- 6 – в конце каждого рабочего хода остаются заусенцы, которые удаляются дополнительным пришабрением.

11. Установите соответствие.

Вид шабрения	Назначение
1. Черновое	А. Придание поверхности лучшего внешнего вида
2. Полушлифовое	Б. Окончательная обработка поперечного инструмента, ответственных поверхностей
3. Чистовое	В. Обработка поверхности детали режущим инструментом-шабером, которым с детали соскабливается тонкий слой металла
4. Декоративное	Г. Окончательная обработка подшипников, направляющих станин станков
	Д. Разбивка больших пятен, удаление следов инструмента на выступающих частях поверхности после опилования

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЗАЩИТЫ ОТЧЕТА ПО УЧЕБНОЙ ПРАКТИКЕ В МАСТЕРСКИХ

«Зачтено» – студент демонстрирует системные теоретические знания, владеет терминологией, логично и последовательно объясняет сущность, явлений и процессов, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, показывает свободное владение монологической речью и способность быстро реагировать на уточняющие вопросы.

Выполнены все требования к содержанию и оформлению отчета.

«Не зачтено» – студент демонстрирует незнание теоретических основ предмета, несформированные навыки анализа явлений и процессов, не умеет делать аргументированные выводы и приводить примеры, не владеет терминологией, проявляет отсутствие логичности и последовательностью изложения, делает ошибки, которые не может исправить даже при коррекции преподавателем, отказывается отвечать на занятии.

имеются существенные отступления от требований к реферированию (тема раскрыта лишь частично; отсутствует логическая последовательность в суждениях; допущены ошибки в оформлении отчета).

Пример оформления титульного листа отчета

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Самарская государственная сельскохозяйственная академия»

Инженерный факультет
Кафедра «Технический сервис»

ОТЧЕТ
по учебной практике в мастерских

Вариант 1

Выполнил: студент И-1-2
Иванов И.И.

Проверил:
доцент Шигаева В.В.

Самара 2014

Пример оформления второго листа отчета

Оглавление

1	Тема: «Плоскостная разметка».....	3
1.1	Назначение разметки.....	3
1.2	Безопасность труда на рабочем месте.....	8
1.3	Способы разметки.....	10
1.4	Инструменты и приспособления для плоскостной разметки (виды инструментов, материалы).....	15
1.5	Приемы плоскостной разметки. Накернивание разметочных линий.....	16
1.6	Методы контроля плоскостной разметки. Брак при разметке.....	18
2	Технологическая карта по изготовлению металличе- ского изделия «болт».....	17
	Список используемой литературы и источников.....	19

*Пример оформления третьего и последующих листов
отчета*

1 Тема: «Плоскостная разметка»

1.1 Назначение разметки

Правка – это *Текст Текст Текст Текст Текст Текст*

Рис. 1. Приспособления для правки

Текст Текст Текст Текст Текст Текст

Размеры болтов по ГОСТ

Параметры детали	Варианты								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	10	11	12	13	14	15			
d	6	8	10	12	14	16	18	20	22
l	40	45	50	55	60	65	70	75	80
l_1	20	25	25	30	30	35	35	40	40
H	4,8	6,4	8	9,6	11,2	12,8	14,4	16	17,6

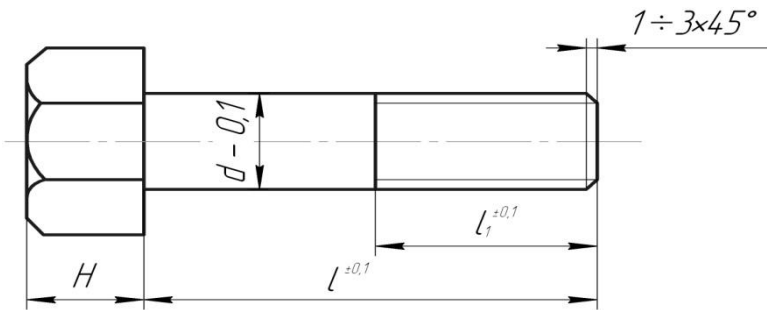
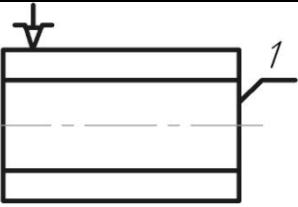
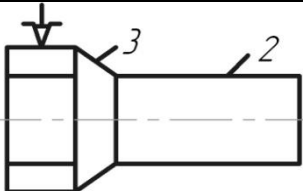
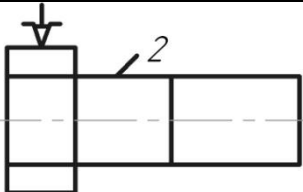
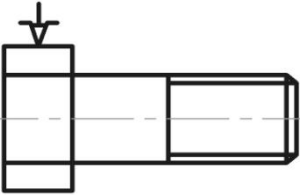
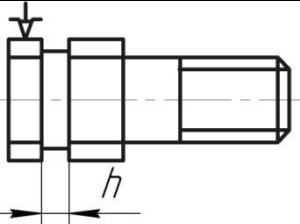
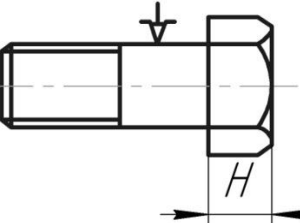


Рис. П.4.1. Деталь «Болт»

металлического изделия «болт»

№ п/п	Содержание операции и переходов	Эскиз установки	Оборудование, инструмент, приспособление			Технические указания режимов обработки
			4	5	6	
1	2	3	4	5	6	7
1	Установить заготовку в патрон станка		Станок токарно-винторезный 1616	Ключ патрона	Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1	Размер заготовки $d+7(\text{мм})$ вылет $l+H+2d$ (мм)
2	Подрезать горец 1			Резец проходной		$n = 200 \dots 400$ об/мин
3	Проточить поверхность 2 на длине диаметра d мм			Резец проходной		$t = 1 \dots 1,5$ мм $n = 300 \dots 400$ об/мин
4	Подрезать горец 3			Резец подрезной		$n = 300 \dots 400$ об/мин
5	Проточить поверхность 2 на длине до диаметра d мм			Резец подрезной		$t = 0,1 \dots 0,2$ мм $S = \text{min}$ $n = 350 \dots 400$ об/мин
6	Проточить поверхность на длине l_1 мм до диаметра d мм			Резец проходной		$t = 0,05 \dots 0,1$ мм $S = \text{min}$ $n = 350 \dots 400$ об/мин $d_{\text{ст}} = d - 0,1 \cdot S$
1	2	3	5			7

7	Снять фаску (1...3 x 45°)		Резец проходной	$n = 300 \dots 350$ об/мин
8	Нарезать резьбу диаметром d мм на длине l_1 мм		Плашка с держателем	$n = \text{min.}$ Поверхность смазывать, движение возвратно-поступательное
9	Отрезать болт на длине $l + H + 0,5 \text{ мм}$		Резец отрезной	$n = 200 \dots 300$ об/мин $h = 1,5 \dots 2$ мм ширина режущей кромки резца
10	Вынуть заготовку. Провернуть и закрепить в патроне болт		Ключ патрона	При закреплении не повредить резьбу.
11	Подрезать горец до размера H , мм		Резец проходной	$n = 300 \dots 350$ об/мин
12	Снять фаску (1...3 x 45°)		Резец проходной	$n = 300 \dots 350$ об/мин $H = 0,8 \cdot d$
13	Вынуть болт проверить размеры по чертежу		Ключ патрона	Размеры в пределах допуска

Приложение 5

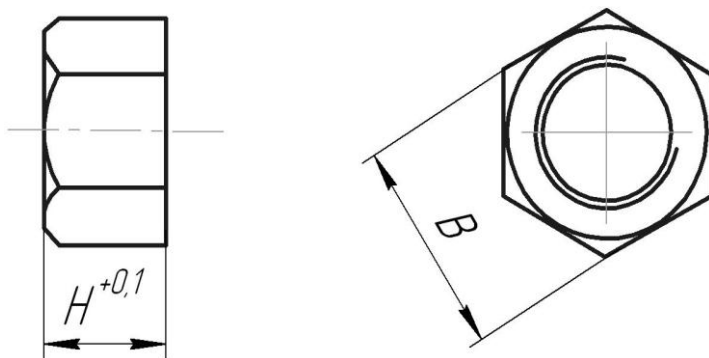


Рис. П.5.1. Деталь «Гайка»

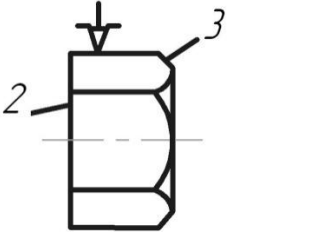
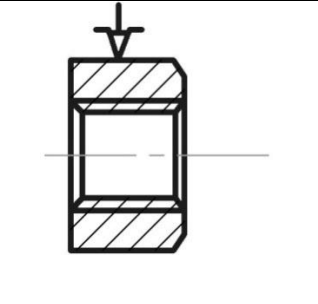
Таблица П.5.1

Параметры детали	Варианты								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	10	11	12	13	14	15			
<i>d</i>	6	8	10	12	14	16	18	20	22
<i>H</i>	4,8	6,4	8	9,6	11,2	12,8	14,4	16	17,6

Таблица П.5.2

**Технологическая карта по изготовлению
металлического изделия «гайка»**

№ п/п	Содержание операции и переходов	Эскиз установки	Оборудование, инструмент, приспособление			Технические указания режима
1	2	3	4	5	6	7
1	Установить шестигранник в патроне		Станок токарно-винторезный 1616 Штангенциркуль ШЦ – I – 125 – 0.1	Ключ патрона	Размер заготовки $d+7$ (мм) $H = 0,8 \cdot d$ вылет $L=H+15$ (мм)	
2	Подрезать торец 1			Резец проходной		
3	Установить сверло в заднюю бабку			Переходные втулки		$d_{св.} = d - S$
4	Сверлить отверстие на глубину $H+4$ мм			Сверло		$n=100...200$ об/мин
5	Отрезать заготовку на длине $H+0,5$ мм			Резец подрезной		$n=200...300$ об/мин $h=1,5 + 2$ ширина режущей кромки резца
6	Вынуть шестигранник из патрона			Ключ патрона		
7	Установить заготовку в патрон			Ключ патрона		При закреплении не перекашивать

8	Подрезать торец 2 до размера $H^{+0,1}$		Резец проходной	$n=200...400$ об/мин
9	Снять фаску 3		Резец проходной	$n=200...400$ об/мин
10	Нарезать резьбу		Вороток метчика	$n=\min.$ Поверхность смазывать, нарезают I, затем II. Движение возвратно- поступательное. Размеры в пределах допусков.
11	Вынуть гайку проверить размер по чертежу		Ключ патрона	

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. ГОСТ 3.1404-86. ЕСТД. Формы и правила оформления документов на технологические процессы и операции обработки резанием. – Введ. 01.07.1987. – М. : ИПК Издательство стандартов, 2005. – 60 с.

2. Оськин, В. А. Материаловедение. Технология конструкционных материалов. Кн.1. / В. А. Оськин, В. В. Евсиков. – М. : КолосС, 2008. – 447 с.

3. Макиенко, Н. И. Общий курс слесарного дела / Н. И. Макиенко. – 5-е изд. – М. : Высшая школа, 2005. – 334 с.

4. Покровский, Б. С. Слесарное дело: иллюстрированное учебное пособие / Б. С. Покровский, В. А. Скаун. – М. : Academia, 2011. – 320 с.

5. Фещенко, В. Н. Токарная обработка / В. Н. Фещенко, Р. Х. Махмутов. – 6-е изд. – М. : Высшая школа, 2005. – 303 с .

6. Слесарные работы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://metalhandling.ru>.

7. Техника безопасности при выполнении слесарных работ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.swaiboy.ru/mto-at/tehnika-bezopasnosti-privyipolenii-slesarnyih-rabot.html>

8. Библиотека инструкций по охране труда (полный список всех инструкций) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://ohranatruda.ru/ot_biblio/instructions/168/148129/

9. Слесарное дело : практ. пособие для слесаря / Е. М. Костенко. – М. : ЭНАС, 2006. – (Книжная полка специалиста) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://rucont.ru/efd/178894?cldren=0>.

Учебное издание

Учебная практика в мастерских
Методические указания

Составители: Макарова М. П., Шигаева В. В.

Отпечатано с готового оригинал-макета
Подписано в печать 9.09.2014. Формат 60×84 1/16.
Усл. печ. л. 1,92, печ. л. 2,06.
Тираж 100. Заказ №195.

Редакционно-издательский центр Самарской ГСХА
446442, Самарская обл., п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная 2.
Тел.: (84663) 46-2-44, 46-2-47
Факс 46-6-70.
E-mail: ssaariz@mail.ru