



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-