

13/4/5

Одобрено кафедрой  
«Локомотивы и локомотивное  
хозяйство»

Утверждено  
деканом факультета  
«Транспортные средства»

## ЛОКОМОТИВНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ

Рабочая программа  
для студентов V курса

специальности  
150700 ЛОКОМОТИВЫ (Т)



Москва – 2005

Рабочая программа составлена в соответствии с Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования на основании примерной учебной программы данной дисциплины в соответствии с государственными требованиями к минимуму содержания и уровню подготовки инженера специальности 150700.

С о с т а в и т е л и: канд. техн. наук, проф. Н.М. Хуторянский  
канд. техн. наук, доц. В.Д. Шаров

## 1. ЦЕЛЬ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Современный автономный локомотив представляет собой сложнейшую машину, сочетающую первичный источник энергии, систему передачи и преобразования энергии в работу силы тяги, устройства для обеспечения работы энергетической цепи и ее управления. Понимание сложных взаимосвязей энергетических процессов создания силы тяги локомотива требует знаний принципов действия источников энергии и их конструкции, основных рабочих процессов, способов диагностики двигателей.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучив дисциплину, студент должен:

*2.1. Знать и уметь использовать:* принципиальные основы работы энергетических установок; основные положения расчета параметров рабочего процесса тепловых двигателей для различных условий эксплуатации и различных видов топлива; методы расчета динамических усилий для различных схем кривошипно-шатунных механизмов; методы уравнивания двигателей; системы автоматического регулирования частоты вращения коленчатого вала и нагрузки двигателя; системы автоматической защиты локомотивных энергетических установок; основные методы моделирования рабочих процессов на ЭВМ; методы гашения крутильных колебаний валопровода; режимы эксплуатации и методы анализа надежности локомотивных энергетических установок и их узлов; теоретические и экспериментальные методы оценки топливной экономичности энергетических установок в условиях эксплуатации и методы оценки их экологической безопасности.

*2.2. Владеть:* основами выявления неисправностей локомотивных энергетических установок в процессе эксплуатации, технического обслуживания и ремонта; современными контрольно-измерительными приборами и средствами диагности-

рования при измерении контролируемых параметров; методами проведения испытаний локомотивных энергетических установок при их сдаче после изготовления и в процессе эксплуатации; основами расчета технико-экономических параметров основных и вспомогательных систем локомотивных энергетических установок; основами испытаний энергетических установок: снятие и обработка индикаторных диаграмм, скоростных, нагрузочных, регулировочных характеристик; определение фаз газораспределения; настройка угла опережения подачи топлива.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего часов	Курс V
Общая трудоемкость дисциплины	217	
Аудиторные занятия:	32	
лекции	16	
лабораторный практикум	16	
Самостоятельная работа	140	
Курсовой проект		1
Вид итогового контроля		Зачет, экзамен

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Лекции, ч	Лабораторный практикум, ч
1	Локомотивные энергетические установки	4	—
2	Устройство и конструкция ЛЭУ	—	2
3	Системы ЛЭУ	—	—
4	Рабочие процессы	4	4
5	Кинематика и динамика шатунно-кривошипного механизма поршневого двигателя	4	2
6	Работа ЛЭУ в эксплуатации	4	4
7	Испытания и диагностика ЛЭУ	—	4

## 4.2. Содержание разделов дисциплины

### Раздел 1. Локомотивные энергетические установки

История развития локомотивных энергетических установок (ЛЭУ).

Принципы работы паросиловой установки, двигателя внутреннего сгорания, газотурбинного двигателя.

### Раздел 2. Устройство и конструкция ЛЭУ

Классификация и технические характеристики ЛЭУ. Принципиальные, компоновочные и кинематические схемы ЛЭУ. Конструкционные особенности основных узлов современных тепловозных дизелей: остовы (блоки цилиндров), крышки цилиндров, газораспределительные механизмы, втулки цилиндров, поршни, коленчатые валы, шатунные и коренные подшипники.

### Раздел 3. Системы ЛЭУ

Системы воздухообеспечения, подачи топлива, автоматического регулирования, смазки трущихся деталей, охлаждения теплонапряженных узлов, пуска и остановки, автоматической защиты от аварийных режимов работы.

Конструкции, принципы работы и характеристики основных агрегатов и узлов систем.

### Раздел 4. Рабочие процессы

Топливо и продукты сгорания. Виды топлив и их характеристики. Коэффициент избытка воздуха для сгорания топлива, теоретические необходимое и действительное количество воздуха, количество и состав продуктов сгорания.

Теплоемкость, энтальпия, внутренняя энергия воздуха и продуктов сгорания.

Рабочий процесс поршневого комбинированного двигателя внутреннего сгорания.

Такты и фазы газораспределения четырехтактных и двухтактных двигателей. Расчетные индикаторные диаграммы.

*Процесс наполнения* цилиндра воздухом: определение температуры, давления, количества и состава рабочего тела в начале сжатия; коэффициенты остаточных газов и наполнения.

*Процесс сжатия*: геометрическая и действительная степени сжатия; теплообмен и показатель политропы сжатия; определение давлений и температур рабочего тела в процессе и в конце сжатия; подход к выбору степени сжатия.

*Процессы смесеобразования*: внутреннее и внешнее образование топливоздушнoй смеси; температура самовоспламенения топлива; характеристика факела и закон подачи топлива.

*Процесс сгорания*: четыре периода; закон и скорость выгорания топлива; степень повышения давления и ее зависимость от периода задержки воспламенения и закона подачи топлива; регулирование давления сгорания; коэффициент эффективного выделения тепла; состав рабочего тела в конце сгорания; степень предварительного расширения.

*Процесс расширения*: догорание топлива и теплообмен между рабочим телом и стенками цилиндра; показатель политропы расширения; определение давлений и температур в процессе и в конце расширения; степень последующего расширения.

Совместная работа поршневой машины и агрегатов наддува: влияние параметров воздуха во впускном коллекторе на мощность двигателя.

Построение индикаторной диаграммы.

Индикаторные мощность и КПД; механические потери; эффективные мощность и КПД двигателя.

Моделирование рабочего процесса комбинированного двигателя на ПЭВМ: математические модели рабочего процесса поршневой части двигателя, агрегатов наддува, впускных и выпускных систем.

Рабочие процессы лопаточных машин и газотурбинного двигателя.

Процесс расширения газов в турбине в координатах энтальпия — энтропия, давление — удельный объем; степень реактивности; треугольники скоростей одноступенчатой осевой

турбины; потери в турбине; КПД и мощность турбины; многоступенчатые турбины, характеристики турбины.

Процесс сжатия воздуха в компрессоре в координатах энтальпия — энтропия, давление — удельный объем; потери в компрессоре; КПД и мощность, потребляемая компрессором; характеристики компрессора.

Камера сгорания и элементы ее расчета.

Рабочий процесс простейшего газотурбинного двигателя и элементы его расчета.

## **Раздел 5. Кинематика и динамика шатунно-кривошипного механизма поршневого двигателя**

Кинематические характеристики кривошипно-шатунного механизма.

Схемы и расчет на ПЭВМ сил, действующих в механизме рядного и V-образного двигателей; уравнивание двигателей; основные понятия о крутильных колебаниях валопровода; назначение antivибраторов и демпферов.

## **Раздел 6. Работа ЛЭУ в эксплуатации**

Режимы работы. Характеристики ЛЭУ. Особенности работы на эксплуатационных режимах. Технико-экономические показатели работы ЛЭУ в эксплуатации: топливная экономичность; надежность работы. Влияние эксплуатационных факторов на показатели работы. Взаимосвязь характеристик ЛЭУ с технико-экономическими показателями локомотивов. Экологические характеристики тепловозов, мероприятия по снижению вредных выбросов в отработавших газах тепловозных дизелей.

## **Раздел 7. Испытания и диагностика ЛЭУ**

Виды испытаний ЛЭУ. Методы испытаний; методы обработки результатов испытаний. Методы диагностирования ЛЭУ.

### 4.3. Лабораторный практикум

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ
1	1	Построение диаграммы перемещения поршней двухтактного тепловозного дизеля и круговой диаграммы газораспределения. Определение предполагаемого время-сечения органов газораспределения дизеля
2	2	Изучение рабочего процесса ЛЭУ. Снятие индикаторной диаграммы рабочего процесса (или расчет ее с использованием ПЭВМ). Расчет показателей работы ЛЭУ по параметрам рабочего процесса в цилиндрах
3	3	Исследование влияния угла опережения впрыска топлива на параметры рабочего процесса в цилиндре тепловозного дизеля
4	4	Исследование влияния температуры окружающего воздуха на параметры рабочего процесса в цилиндре тепловозного дизеля
5	5	Исследование влияния давления на параметры рабочего процесса в цилиндре тепловозного дизеля
6	6	Расчет с использованием ПЭВМ и построение диаграмм рабочего цикла локомотивного газотурбинного двигателя
7	7	Испытание дизеля на стенде, снятие и построение тепловозной и экономических характеристик

### 5. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Курсовой проект: расчет основных параметров рабочего цикла комбинированного тепловозного двигателя. Определение сил, действующих в шатунно-кривошипном механизме. Построение индикаторной диаграммы. Кинематических характеристик и графиков действующих сил. Компонированный чертеж ЛЭУ. Расчет системы наддува тепловозного двигателя.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### *Основная*

1. Володин А.И., Зюбанов В.З., Кузьмич В.Д., Сквородников А.И., Туров Л.С. Локомотивные энергетические установки. — М.: Транспорт, 2002. — 680 с.
2. Симсон А.Э. и др. Тепловозные двигатели внутреннего сгорания. — М.: Транспорт, 1987.
3. Орлин А.С. и др. Двигатели внутреннего сгорания. — М.: Транспорт, 1983.
4. Володин А.И. Локомотивные двигатели внутреннего сгорания. — М.: Транспорт, 1990.
5. Пойда А.А., Хуторянский Н.М., Кононов В.Е. Тепловозы. Механическое оборудование. — М.: Транспорт, 1988.
6. Володин А.И. Моделирование на ЭВМ тепловозных дизелей. — М.: Транспорт, 1985.
7. Косов Е.Е., Сухопаров С.И. Оптимизация режимов работы тепловозных дизель-генераторов. — М.: Интекст, 1999. — 184 с.

#### *Дополнительная*

8. Никитин Е.И. и др. Тепловозные дизели типа Д49. — М.: Транспорт, 1982.
9. Синенко Н.П. и др. Тепловозные дизели типа Д70. — М.: Транспорт, 1977.
10. Филонов С.П. и др. Тепловоз 2ТЭ116. — М.: Транспорт, 1985.
11. Быков В.Г. и др. Маневровый тепловоз ТЭМ2. — М.: Транспорт, 1974.
12. Меликжанов Г.С. и др. Маневровый тепловоз ТЭМ7. — М.: Транспорт, 1989.
13. Нотик З.Х. Тепловозы ЧМЭЗ, ЧМЭЗТ. — М.: Транспорт, 1996.

## 6.2. Средства обеспечения освоения дисциплины

1. Расчет кинематических характеристик движения поршня дизеля (ПРОЕКТ К).

2. Расчет индикаторной диаграммы рабочего цикла и сил, действующих в кривошипно-шатунном механизме дизеля (ПРОЕКТ D).

3. Расчет индикаторной диаграммы, кривых изменения температуры и тепловыделения в цилиндре четырехтактного тепловозного дизеля (LABOR 1).

4. Исследование влияния угла опережения впрыска топлива на параметры рабочего процесса в цилиндре дизеля (LABOR 2).

5. Исследование влияния температуры окружающего воздуха на параметры рабочего процесса в цилиндре дизеля (LABOR 3).

6. Исследование влияния давления окружающего воздуха на параметры рабочего процесса в цилиндре дизеля (LABOR 4).

7. Расчет диаграмм рабочего цикла локомотивного газотурбинного двигателя (LABOR 5).

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Лаборатория «Тепловозы».

## ЛОКОМОТИВНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ

Рабочая программа

Редактор *Д.Н. Тихонычев*  
Корректор *В.В. Игнатова*  
Компьютерная верстка *Е.Ю. Русалева*

---

Тип. зак.	Изд. зак. 246	Тираж 600 экз.
Подписано в печать 01.02.05	Гарнитура Times.	Офсет
Усл. печ. л. 0,75		Формат 60г90 <sup>1</sup> / <sub>16</sub>

---

Издательский центр РГОТУПСа,  
125993, Москва, Часовая ул., 22/2

Участок оперативной печати РГОТУПСа,  
125993, Москва, Часовая ул., 22/2