

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе ЛГТУ

  
А.П. Кашченко  
«10» марта 2021 г.  


**УТВЕРЖДАЮ**

Заместитель генерального директора ООО

«Перспектива»

- исполнительный директор по ООО «ЛМЗ»

  
Е.А. Масасин

«10» марта 2021 г.  


## **ПРОГРАММА**

**дополнительного профессионального обучения студентов ЛГТУ в ООО «ЛМЗ»  
(ДПО)**

**Направление подготовки «Производство, модернизация и ремонт  
гусеничных тягачей»**

**Дата введения 01.09.2021 г.**

Липецк - 2021

## Пояснительная записка

Настоящая программа и учебный план предназначены для дополнительного профессионального обучения студентов ЛГТУ 3-5 курсов специалитета по специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства», специализация «Автомобили и тракторы» – участников корпоративной программы ДПО.

Цель программы – проведение дополнительной практико-ориентированной подготовки студентов для обеспечения ранней адаптации выпускников к производственным условиям в ООО «ЛМЗ» и успешной деятельности на предприятии ООО «ЛМЗ» соответствии с полученной квалификацией «специалист».

Программа рассчитана:

- на срок 3 года с общим объемом занятий 1244 ч.

Обучение проводится по 2-м блокам:

Блок 1 «Курс для вновь принятого персонала»;

Блок 2 «Специальные знания».

Обучение проводится в учебных и производственных подразделениях ООО «ЛМЗ» и ЛГТУ специалистами ООО «ЛМЗ» и преподавателями ЛГТУ в соответствии с расписанием занятий, утверждаемым перед началом каждого семестра руководителем службы персонала ООО «ЛМЗ», согласованным с деканом факультета инженеров транспорта ЛГТУ.

Промежуточная аттестация по итогам каждого семестра предусматривает отчеты студентов на круглых столах. Итоговая аттестация предусматривает предварительную защиту выпускных квалификационных работ по актуальной тематике ООО «ЛМЗ» на заседании круглого стола. Круглые столы проводятся с обязательным привлечением специалистов ООО «ЛМЗ» и ведущих преподавателей кафедры «Транспортные средства и техносферная безопасность» ЛГТУ.

После окончания обучения по программе ДПО студенты в приоритетном порядке трудоустраиваются в ООО «ЛМЗ».

## УЧЕБНЫЙ ПЛАН

Наименование блоков, модулей	Кол-во часов			Курс	Семестр
	Всего	ООО «ЛМЗ»	ЛГТУ		
<b>БЛОК 1 «КУРС ДЛЯ ВНОВЬ ПРИНЯТОГО ПЕРСОНАЛА<sup>1</sup>»</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>0</b>		
Модуль 1 О предприятии	4	4	0	3	5
Модуль 2 Культура безопасности ООО «ЛМЗ»	4	4	0	3	5
<b>БЛОК 2 «СПЕЦИАЛЬНЫЕ ЗНАНИЯ» СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ «Автомобили и тракторы»</b>	<b>1236</b>	<b>224</b>	<b>1012</b>		
Модуль 1 Конструкция гусеничной техники	64	32	32	3	5
Модуль 2 Заготовительное производство	64	0	64	3	5
Модуль 3 Основы теории резания конструкционных материалов	64	0	64	3	5
НИР по программе ДПО (подготовка к отчету на круглом столе)*	30	0	30	3	5
Модуль 4 Механическая обработка деталей	64	24	40	3	6
Модуль 5 Электрооборудование гусеничных тягачей	64	8	56	3	6
Модуль 6 Технология сварочных процессов	64	16	48	3	6
НИР по программе ДПО (подготовка к отчету на круглом столе)*	30	0	30	3	6
Модуль 7 САМ гусеничных тягачей	64	0	64	4	7
Модуль 8 Технологии упрочнения деталей	64	0	64	4	7
Модуль 9 Технология сборочных процессов	64	24	40	4	7
НИР по программе ДПО (подготовка к отчету на круглом столе)*	30	0	30	4	7
Модуль 10 Оборудование машиностроительных производств	64	32	32	4	8
Модуль 11 Обслуживание и ремонт металлорежущего оборудования	64	8	56	4	8
Модуль 12 Технология окраски изделий машиностроения	64	16	48	4	8
НИР по программе ДПО (подготовка к отчету на круглом столе)*	30	0	30	4	8
Модуль 13 Испытание гусеничных тягачей	64	32	32	5	9
Модуль 14 Техническое обслуживание и ремонт гусеничной техники	64	24	40	5	9
Модуль 15 Восстановление изношенных деталей гусеничной техники	64	0	64	5	9
НИР по программе ДПО (подготовка к отчету на круглом столе)*	30	0	30	5	9
Модуль 16 Моделирование технологических процессов	64	0	64	5	10
Модуль 17 Промышленная безопасность	32	8	24	5	10
Инновационные разработки в рамках выпускной квалификационной работы (согласно индивидуальным планам работы)*	30	0	30	5	10
<b>ИТОГО:</b>	<b>1244</b>	<b>232</b>	<b>1012</b>		

\* часы указаны в расчете на одного студента

## СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ ОБУЧЕНИЯ

### БЛОК 1 «КУРС ДЛЯ ВНОВЬ ПРИНЯТОГО ПЕРСОНАЛА»

#### Модуль 1 Предприятие «Липецкий механический завод» (4 ч)

История предприятия, производственно-техническая инфраструктура предприятия и его продукция, перспективы развития предприятия.

Экскурсия по структурным подразделениям завода.

#### Модуль 2 Культура безопасности ООО «ЛМЗ» (4 ч)

Вводный инструктаж по технике безопасности.

Оказание первой помощи пострадавшим.

Производственная санитария и гигиена труда в ООО «ЛМЗ».

### БЛОК 2 «СПЕЦИАЛЬНЫЕ ЗНАНИЯ»

#### СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ «Автомобили и тракторы»

#### Модуль 1 Конструкция гусеничной техники

Тема 1. Общее описание гусеничного шасси

Введение. Назначение шасси. Технические данные. Состав шасси. Устройство шасси.

Тема 2. Устройство гусеничного шасси

Корпус с кабиной и кузовом. Силовая установка. Трансмиссия. Ходовая часть. Воздушная система. Система выключения подвески. Электрооборудование. Средства защиты. Средства связи. Дополнительное оборудование. Система кондиционирования воздуха. Комплект ЗИП.

Тема 3. Корпус гусеничного шасси

Корпус шасси. Кабина. Кузов. Аппаратурное отделение. Силовое отделение.

Тема 4. Силовая установка

Двигатель. Система питания двигателя топливом. Система питания двигателя воздухом. Система смазки двигателя. Система охлаждения двигателя. Система подогрева.

Тема 5. Трансмиссия

Конический редуктор. Коробки передач. Бортовая передача. Гидросистема управления и смазки трансмиссии. Приводы управления трансмиссией.

Тема 6. Ходовая часть

Гусеничный движитель. Подвеска. Система выключения подвески.

Тема 7. Воздушная система

Назначение и состав воздушной системы. Работа воздушной системы. Устройство и работа составных частей воздушной системы.

#### Тема 8. Средства защиты

Назначение и состав системы защиты. Приборный комплекс. Фильтровентиляционное устройство. Противопожарное оборудование. Механизм останковки двигателя. Элементы управления и контроля работы системы защиты.

#### Тема 9. Средство электроснабжения (СЭС)

Состав СЭС. Устройство и работа СЭС. Размещение аппаратуры СЭС.

#### Тема 10. Дополнительное оборудование

Редуктор отбора мощности. Дополнительное электрооборудование. Система кондиционирования воздуха. Креномер.

### **Практические занятия**

1. Устройство корпуса гусеничного шасси.
2. Компоновка силовой установки.
3. Устройство и работа конического редуктора.
4. Устройство и работа гидросистемы трансмиссии.
5. Устройство и работа гусеничного движителя.
6. Устройство и работа подвески.
7. Устройство и работа воздушной системы.
8. Устройство и работа системы защиты.

## **Модуль 2. Заготовительное производство**

Тема 1. Основы технико-экономического сравнительного анализа при выборе способа получения заготовок

Факторы влияющие на себестоимость производства в машиностроении. Основные положения к выбору оптимальной заготовки. Размеры, масса и конфигурация детали. Возможности имеющегося оборудования.

#### Тема 2. Технико-экономический сравнительный анализ выбора заготовки

Производственная себестоимость. Технологическая себестоимость. Технологическая себестоимость изготовления литых, кованных и штампованных заготовок. Определение критической программы.

#### Тема 3. Требования, предъявляемые к литейным сплавам

Жидкотекучесть. Склонность к поглощению газов. Усадка. Ликвация. Химический состав и механические свойства отливок. Характеристика и примеры применения отливок из се-

рого чугуна. Механические свойства чугунов в зависимости от толщины стенки. Химический состав и механические свойства ковких чугунов. Химический состав и способ изготовления отливок.

Тема 4. Особенности формирования и технологические требования к конструкции литых заготовок

Механические свойства отливок из алюминиевых сплавов. Точность и качество поверхности отливок при изготовлении их различными способами литья. Элементы сопряжения стенок отливок. Сечения и конструктивные элементы, приводящие к появлению литейного брака. Конструктивные уклоны в зависимости от высоты элемента поверхности детали.

Тема 5. Способы получения литых заготовок

Литье в оболочковые формы. Литье по выплавляемым моделям. Литье в металлические формы. Литье под давлением. Центробежное литье.

Тема 6. Основные положения к выбору способа литья

Факторы, влияющие на выбор различных способов литья. Точность и шероховатость поверхности отливок, получаемых различными способами.

Тема 7. Получение заготовок обработкой металлов давлением

Материалы, применяемые при обработке металлов давлением. Области применения стали и сплавов различных марок. Химический состав и механические свойства алюминиевых, магниевых, медных деформируемых сплавов.

Тема 8. Заготовки, получаемые обработкой металлов давлением

Прокатка. Поперечно-винтовая прокатка в винтовых калибрах. Виды проката, области применения и способы обработки. Ковка. Горячая объемная штамповка. Штамповка в закрытых штампах. Штамповка в штампах для выдавливания. Экономические показатели при штамповке. Штамповка на кривошипных горячештамповочных прессах. Штамповка на горизонтально-гибочных машинах. Вальцовка. Штамповка на радиально-обжимных и ротационно-ковочных машинах. Калибровка. Листовая штамповка. Вытяжка. Высокоэнергетические импульсные методы штамповки. Применение разделительных штампов в зависимости от характера производства.

Тема 9. Основные технико-экономические положения к выбору способа получения заготовок обработкой давлением

Методика проведения технико-экономического обоснования выбора способа получения заготовки обработкой давлением. Сравнительная себестоимость изготовления деталей разными способами при различной серийности производства.

Тема 10. Специальные способы получения заготовок

Порошковая металлургия. Экономически эффективные программы применения метода порошковой металлургии для изготовления деталей. Общая характеристика и назначение конструкционных порошковых материалов.

Тема 11. Основы структурно-факторного анализа технологического процесса при выборе способа получения заготовки

Зависимость себестоимости заготовки и статей затрат от программы выпуска. Зависимость средней производительности оборудования от числа и времени переналадок инструмента.

### **Практические занятия**

1. Факторы, влияющие на выбор способа получения заготовок.
2. Выбор вида заготовки.
3. Кодирование заготовки.
4. Определение и расчет припусков на обработку.
5. Техничко-экономическое обоснование выбора заготовки.

## **Модуль 3. Основы теории резания конструкционных материалов**

Тема 1. Основные понятия, термины и определения теории резания

Классификация основных способов и видов обработки резанием. Элементы конструкции и геометрические параметры режущей части инструмента. Инструментальные геометрические параметры лезвия резца (углы заточки). Статические углы режущей части резца. Кинематические (рабочие) углы режущей части инструмента. Особенности выбора геометрических параметров режущего лезвия токарных резцов

Тема 2. Элементы режима резания и параметры сечения срезаемого слоя материала

Элементы режима резания и параметры сечения срезаемого слоя при точении. Кинематика процесса, элементы конструкции, геометрические параметры инструмента и сечения срезаемого слоя при сверлении. Кинематика процесса, элементы конструкции, геометрические параметры инструментов и сечения срезаемого слоя при фрезеровании. Схемы резания и параметры сечения срезаемого слоя при фрезеровании цилиндрическими фрезами. Схемы резания и параметры сечения срезаемого слоя при фрезеровании торцевыми фрезами. Элементы конструкции, кинематика процесса, геометрические параметры протяжки и сечения срезаемого слоя. Элементы конструкции, кинематика процесса, геометрические параметры режущей части метчика и сечения срезаемого слоя при нарезании резьбы.

Тема 3. Инструментальные материалы

Требования, предъявляемые к инструментальным материалам. Инструментальные стали. Углеродистые и легированные инструментальные стали. Быстрорежущие стали.

#### Тема 4. Твердые сплавы

Вольфрамо-кобальтовые сплавы (ВК). Титано-вольфрамо-кобальтовые сплавы (ТК). Титано-тантало-вольфрамо-кобальтовые сплавы (ТТК). Безвольфрамовые (титановые) твердые сплавы (БВТС). Краткие рекомендации по выбору твердых сплавов. Международная классификация современных инструментальных материалов по стандарту ISO и определение условий эффективного использования твердых сплавов. Режущая керамика.

#### Тема 5. Сверхтвердые материалы инструментального назначения

Особенности получения инструментальных материалов на основе алмаза и плотных модификаций нитрида бора. Основные свойства и области применения поликристаллов синтетического алмаза (ПКА). Основные свойства и области применения ПСТМ на основе плотных модификаций нитрида бора. Инструментальные материалы с износостойкими покрытиями.

#### Тема 6. Основы физики процесса резания (часть 1)

Некоторые сведения о пластической деформации металлов. Способы изучения зоны стружкообразования. Типы стружек при резании пластичных и хрупких материалов. Процесс образования сливной стружки при свободном прямоугольном резании. Схема образования сливной стружки с единственной плоскостью сдвига. Определение степени деформации стружки.

#### Тема 7. Основы физики процесса резания (часть 2)

Особенности процессов косоугольного и несвободного резания. Схема образования элементной стружки. Методы моделирования процессов деформации при резании пластичных материалов. Трибология процесса резания материалов. Наростообразование при резании материалов. Контактные явления на задней поверхности инструмента. Взаимосвязь явлений в процессе стружкообразования.

#### Тема 8. Статика и динамика процесса резания

Сила и мощность при резании. Система сил при резании. Теоретические методы расчета сил резания. Экспериментальные методы и приборы для измерения составляющих силы резания. Построение эмпирических формул для их определения. Закономерности влияния условий резания на его силу и мощность. Практическое использование силовых зависимостей. Расчет сил и мощности для различных видов обработки.

#### Тема 9. Колебания при резании (динамика резания)

Вынужденные колебания. Влияние условий резания на интенсивность автоколебаний. Влияние колебаний при резании на стойкость инструментов и качество обработанной поверхности. Способы гашения автоколебаний.

#### Тема 10. Тепловые явления в процессе резания



Источники выделения теплоты и ее баланс при резании материалов. Экспериментальные методы исследования тепловых процессов при резании.

Тема 11. Аналитические методы расчета температурных полей в системе резания

Аналитический метод решения задачи теплопроводности в режущем лезвии. Метод источников теплоты. Методы численного моделирования тепловых явлений.

Тема 12. Влияние на температуру основных факторов процесса резания

Зависимость температуры от условий резания. Оптимальная температура резания.

Тема 13. Разрушение и изнашивание режущей части инструментов

Работоспособность инструментов. Прочность режущей части инструмента. Хрупкое разрушение лезвия. Пластическое разрушение режущего лезвия. Изнашивание режущей части инструмента. Внешнее проявление изнашивания режущей части инструмента. Физическая природа износа режущего инструмента. Критерии износа режущих инструментов. Рекомендации по назначению максимально допустимого износа инструментов.

Тема 14. Стойкость инструментов

Стойкость инструмента и скорость резания, допускаемая его режущими свойствами. Основные понятия о стойкости инструмента. Методы получения стойкостных зависимостей. Влияние условий обработки на период стойкости инструмента. Диагностика состояния режущего лезвия инструмента.

Тема 15. Формирование характеристик поверхности и поверхностного слоя детали в процессе резания

Понятие качества поверхности, обработанной резанием. Геометрические показатели качества. Влияние параметров процесса резания на шероховатость обработанной поверхности.

Тема 16. Формирование физико-механических свойств материала поверхностного слоя

Упрочнение поверхностного слоя. Формирование остаточных напряжений. Структурно-фазовые изменения в материале изделия. Изменение химического состава материала поверхностного слоя.

Тема 17. Влияние основных показателей качества на эксплуатационные свойства деталей

Влияние шероховатости. Влияние упрочнения (микротвердости) поверхностного слоя. Влияние остаточных напряжений. Влияние структуры поверхностного слоя.

Тема 18. Основные понятия о системе резания и ее составляющих

Понятие о системе резания. Рабочий процесс как физико-химическое взаимодействие элементов процесса резания.

Тема 19. Определение режимов резания (часть 1)

Последовательность определения элементов режимов резания. Общие методические указания для расчета режимов резания при точении, сверлении, фрезеровании. Выбор оборудова-

ния. Выбор режущего инструмента. Назначение глубины резания. Расчет (выбор) периода стойкости инструмента. Критерии оптимизации при определении режимов резания и назначении стойкости режущего инструмента.

#### Тема 20. Определение режимов резания (часть 2)

Аналитический способ расчета режима резания. Табличный способ расчета режимов резания. Расчет режимов резания с помощью теоретических прогнозирующих моделей. Расчет режимов резания для многоинструментной обработки на автоматизированном оборудовании. Особенности расчета режимов резания при обработке на станках с ЧПУ.

#### Тема 21. Оптимизация процесса резания

Примеры использования экономических критериев для оптимизации режима резания. Оптимизация режима резания только по скорости резания. Определение скорости резания и периода стойкости. Оптимизация режима резания по подаче и скорости резания. Использование технологических критериев для оптимизации процесса резания. Особенности оптимизации процесса резания при наличии технологических ограничений.

#### Тема 22. Смазочно-охлаждающие технологические среды при обработке резанием

Смазочное действие СОТС. Охлаждающее действие СОТС. Упрочняющее действие СОТС. Разрушающее (расклинивающее) действие СОТС. Моющее действие СОТС. Защитное действие СОТС. Применение газовых сред в качестве СОТС. Твердые и пластичные смазочные материалы. Способы подачи технологических сред в зону резания.

#### Тема 23. Обрабатываемость материалов резанием

Основные характеристики обрабатываемости и методы их определения. Методы определения обрабатываемости. Основные факторы, влияющие на обрабатываемость материалов резанием, и способы ее улучшения. Введение специальных добавок на стадии металлургического производства. Изменение структуры материалов термической обработкой. Резание с опережающим пластическим деформированием (ОПД). Сверхскоростное резание.

#### Тема 24. Процессы микро- и нанорезания

Основные понятия и определения. Нанообъекты системы нанорезания и их размерный диапазон. Основные свойства наноматериалов системы нанорезания. Процессы, происходящие в системе нанорезания материалов. Моделирование процессов нанорезания материалов. Особенности резания наноструктурированных материалов.

#### **Практические занятия**

1. Определение элементов режима резания.
2. Построение сечений токарного проходного резца.
3. Определение элементов срезаемого слоя и шероховатости обрабатываемой поверхности.
4. Инструментальные материалы.

5. Анализ сущности физических явлений в процессе стружкообразования.
6. Анализ зависимости физических явлений в зоне резания от условий резания.
7. Определение удельной силы и мощности резания.
8. Анализ зависимости износа режущего инструмента от условий резания.

#### **Модуль 4. Механическая обработка деталей**

Тема 1. Обработка наружных поверхностей тел вращения лезвийным инструментом  
Механическая обработка торцовых, ступенчатых, конических поверхностей.

Тема 2. Механическая обработка наружных поверхностей тел вращения абразивным инструментом.

Круглое шлифование. Бесцентровое шлифование. Скоростное шлифование. Шлифование кругами из синтетических алмазов и эльбора.

Тема 3. Отделочные методы обработки валов

Отделочные методы обработки валов. Методы контроля точности валов.

Тема 4. Обработка на валах элементов типовых сопряжений.

Обработка на валах шпоночных пазов. Обработка на валах шлицев и резьбовых поверхностей. Типовые маршруты изготовления валов.

Тема 5. Механическая обработка внутренних поверхностей вращения (6 часов)

Обработка внутренних поверхностей вращения лезвийным инструментом. Обработка внутренних поверхностей вращения абразивным инструментом. Обработка отверстий поверхностным пластическим деформированием. Обработка глубоких отверстий. Обработка отверстий малых размеров. Методы контроля отверстий.

Тема 6. Типовые маршруты изготовления втулок

Примеры типовых маршрутов изготовления втулок.

Тема 7. Обработка плоских поверхностей лезвийным инструментом

Обработка плоских поверхностей строганием и долблением. Обработка плоских поверхностей фрезерованием. Обработка плоских поверхностей протягиванием.

Тема 8. Обработка плоских поверхностей абразивным инструментом.

Обработка плоских поверхностей шлифованием. Обработка плоских поверхностей притиркой, полированием и шабрением.

Тема 9. Типовые маршруты изготовления корпусных деталей (4 часа)

Пример типового маршрута изготовления корпуса.

Тема 10. Методы изготовления зубьев зубчатых колес (4 часов)

Нарезание зубьев зубчатых колес методом копирования. Нарезание зубьев зубчатых колес методом обкатки. Накатывание зубьев зубчатых колес. Обработка торцовых поверхностей зубьев зубчатых колес. Методы отделочной обработки зубьев зубчатых колес.

Тема 11. Типовые маршруты изготовления зубчатых колес (4 часа)

Пример типового маршрута изготовления зубчатого колеса.

Тема 12. Технологические процессы изготовления деталей типа рычагов (4 часа)

Общие сведения. Типовые маршруты изготовления рычагов.

Тема 13. Технологическая документация (2 часа)

Маршрутная карта. Операционная карта. Карта эскизов. Карта технического контроля.

Тема 14. Обработка деталей на станках (6 часов)

Обработка на токарных станках. Обработка на токарно-карусельных станках. Обработка на токарно-револьверных станках. Обработка на одношпиндельных токарно-многолезцовых полуавтоматах. Обработка на одношпиндельных и многошпиндельных горизонтальных автоматах и полуавтоматах. Обработка на многошпиндельных вертикальных токарных полуавтоматах. Обработка на вертикально и радиально-сверлильных станках.

Тема 15. Обработка на расточных станках

Обработка на горизонтально-расточных станках. Обработка на координатно-расточных станках.

Тема 14. Обработка деталей на станках

Обработка на фрезерных станках. Обработка на долбежных станках. Обработка на протяжных станках. Прецизионное точение. Обработка на шлифовальных и хонинговальных станках.

Тема 15. Обработка на зубообрабатывающих станках

Зубофрезерование. Зубодолбление. Зубозакругление. Зубошевингование. Холодное накатывание зубьев. Зубохонингование. Зубошлифование. Нарезание конических зубчатых и червячных колес.

Тема 16. Обработка деталей на агрегатных станках и автоматических линиях

Особенности технологических процессов изготовления деталей. Разработка технологических процессов.

Тема 17. Обработка деталей на станках с ЧПУ

Требования к технологичности конструкции деталей, обрабатываемых на станках с ЧПУ. Обработка на токарных станках с ЧПУ. Обработка на сверлильно-фрезерно-расточных станках с ЧПУ.

### **Практические занятия**

1. Технологический контроль рабочего чертежа заданной детали.

2. Определение типа и организационной формы производства.
3. Разработка маршрута (плана) механической обработки заданной детали.
4. Установление технологических переходов, определение припусков, промежуточных (межоперационных) размеров и допусков.
5. Расчет режимов резания и норм времени для выполнения операций технологического процесса.
6. Оформление технологической документации.

## **Модуль 5 Электрооборудование гусеничных тягачей**

### Тема 1. Основные сведения об электрооборудовании гусеничных машин

Назначение электрооборудования. Классификация и состав системы электрооборудования. Условия эксплуатации электрооборудования. Основные технические требования. Номинальные параметры. Системы условных обозначений изделий электрооборудования.

### Тема 2. Основные сведения об устройстве аккумуляторных батарей

Классификация. Условия работы. Основные требования. Устройство батареи. Сепараторы. Моноблоки. Крышки. Пробки. Межэлементные перемычки. Полюсные выводы. Электролит. Необслуживаемые батареи. Условные обозначения.

### Тема 3. Генераторные установки гусеничных машин

Принципы работы и конструктивные схемы вентильных генераторов. Индукторные генераторы. Бесщеточные вентильные генераторы с укороченными полюсами. Выпрямление переменного тока. Характеристики вентильных генераторов. Схемы генераторных установок. Генераторы щеточной конструкции с клювообразным ротором. Бесщеточные генераторы с клювообразным ротором. Выпрямительные блоки.

### Тема 4. Регуляторы напряжения

Вибрационные регуляторы напряжения. Контактно-транзисторные регуляторы напряжения. Бесконтактные транзисторные регуляторы напряжения. Устройство регуляторов напряжения.

### Тема 5. Пусковое качество и системы пуска двигателей гусеничных машин

Условия надежного пуска поршневых двигателей гусеничных машин. Системы электростартерного пуска. Требования к электростартерам.

### Тема 6. Устройство электростартеров гусеничных машин

Корпус. Полюсы. Обмотка возбуждения. Якорь. Коллекторы. Щетки. Щеткодержатели. Крышки. Держатель подшипника. Тяговые электромагнитные реле. Механизмы привода.

### Тема 7. Конструкции электростартеров гусеничных машин

Установка стартеров на двигателях. Защита от посторонних тел и воды. Стартеры для гусеничных машин. Стартеры с дополнительными встроенными редукторами и постоянными магнитами.

Тема 8. Характеристики, правила эксплуатации и техническое обслуживание стартеров гусеничных машин

Характеристики электростартеров. Схемы управления электростартерами. Правила эксплуатации. Проверка технического состояния. Регулировка.

Тема 9. Облегчение пуска двигателей при низких температурах

Свечи накаливания. Свечи подогрева воздуха во впускном трубопроводе. Электрофакельные подогреватели воздуха. Техническое обслуживание электрофакельных подогревателей. Устройства для подачи пусковой жидкости. Электрические подогреватели. Предпусковой подогреватель.

Тема 10. Перспективные мультиплексные системы

Понятия об мультиплексных системах. Классы мультиплексных систем. Диагностика по CAN-шине.

## **Модуль 6 Технология сварочных процессов**

Тема 1. Ручная дуговая сварка

Классификация способов сварки. Электрическая сварочная дуга. Электроды для сварки и наплавки. Технология ручной дуговой сварки. Ручная наплавка. Характеристики процессов сварки и наплавки

Тема 2. Источники питания для дуговой сварки

Источники питания переменного тока. Источники питания постоянного тока. Специализированные источники питания. Эксплуатация источников питания.

Тема 3. Свариваемость металлов

Понятие о свариваемости. Свариваемость сталей. Сварка черных и цветных металлов. Сварка сталей. Сварка чугуна. Сварка алюминия и его сплавов. Сварка меди, латуни и бронзы.

Тема 4. Механизированные способы наплавки

Механизированные дуговые способы наплавки. Наплавка под слоем флюса. Вибродуговая наплавка. Наплавка в среде защитных газов. Наплавочные материалы. Техника механизированной наплавки. Дефекты наплавки. Плазменная наплавка.

Бездуговые способы наплавки. Электрошлаковая наплавка. Индукционная наплавка. Металлизация. Электроконтактное напекание металлических порошков.

Тема 5. Газовая сварка и резка

Газовая сварка. Кислородная резка. Кислородно-флюсовая резка. Воздушно-плазменная резка.

#### Тема 6. Основы производства сварных конструкций

Области применения сварных конструкций. Выбор материалов для сварных конструкций. Типы сварных соединений. Расчет сварных соединений на прочность. Обозначение швов сварных соединений. Сварочные напряжения и деформации. Технология производства сварных конструкций.

#### Тема 7. Контроль качества сварки

Входной контроль качества. Контроль заготовок. Контроль сборки. Контроль технологии сварки. Контроль качества сварки в готовом изделии.

#### Тема 8. Основы технического нормирования сварочных работ

Нормирование ручной дуговой сварки. Нормирование автоматической и полуавтоматической сварки. Нормирование ацетилено-кислородной сварки. Нормирование наплавочных работ.

#### Тема 9. Техника безопасности

Вентиляция. Противопожарные мероприятия. Электробезопасность. Правила безопасной работы на установках газовой сварки и резки. Средства индивидуальной защиты.

### **Модуль 7 САМ гусеничных тягачей**

#### Тема 1. Интеграция САД и САМ-систем для проектирования деталей гусеничных машин

Производственный цикл детали. Технологическая подготовка производства гусеничной техники.

#### Тема 2. Автоматизированные системы технологической подготовки производства гусеничной техники

Примеры автоматизированных систем технологической подготовки производства гусеничной техники. Настройка интерфейса и основные принципы работы с САМ-системами.

#### Тема 3. Групповая технология при производстве гусеничных машин

Сущность групповой технологии при производстве гусеничных машин. Классификация и кодирование. Системы кодирования.

#### Тема 4. Числовое программное управление

Введение в числовое программное управление процессом производства гусеничных машин. Аппаратная конфигурация станка с ЧПУ. Типы систем ЧПУ, используемых при производстве гусеничных машин.

#### Тема 5. Основы составления программ обработки деталей гусеничной техники

Системы координат. Синтаксис программы обработки. Составление программы вручную.

Тема 6. Автоматизированное составление программ обработки деталей гусеничной техники

Автоматизированное составление программ. Язык АРТ, его возможности, примеры использования. Прочие языки программирования обработки деталей.

Тема 7. Быстрое прототипирование и изготовление деталей гусеничной техники

Обзор технологий. Отверждение на твёрдом основании. Избирательное лазерное спекание. Трёхмерная печать. Моделирование методом наплавления. Применение быстрого прототипирования и изготовления. Программные технологии быстрого прототипирования.

Тема 8. Рабочая среда САМ-систем

Обобщённый сценарий проектирования операций механообработки при изготовлении деталей гусеничной техники. Симуляция механообработки. Моделирование токарной обработки деталей гусеничной техники. Моделирование 2,5 координатной фрезерной обработки деталей гусеничной техники. Моделирование фрезерной обработки поверхностей (3 и 5 координатная обработка) деталей гусеничной техники. Комплексная фрезерная обработка деталей гусеничной техники.

### **Практические занятия**

1. Изучение рабочей среды и встроенной технологической базы знаний САМ системы.
2. Изучение средств идентификации элементов деталей в САМ системе.
3. Моделирование 2,5 координатной механообработки – идентификация элементов выбранной детали одного из сборочных узлов гусеничной машины, расчёт программы.
4. Моделирование 2,5 координатной механообработки выбранной детали – симуляция обработки и работа над ошибками.
5. Моделирование операции «плоское фрезерование» – идентификация элементов выбранной детали одного из сборочных узлов гусеничной машины, расчёт программы.
6. Моделирование операции «плоское фрезерование» для выбранной детали – симуляция обработки и работа над ошибками.
7. Моделирование фрезерования карманов – идентификация элементов детали одного из сборочных узлов гусеничной машины, расчёт программы.
8. Моделирование фрезерования карманов для выбранной детали – симуляция обработки и работа над ошибками.
9. Моделирование операций последовательной обработки – идентификация элементов детали одного из сборочных узлов гусеничной машины, расчёт программы.



10. Моделирование операций последовательной обработки для выбранной детали – симуляция обработки и работа над ошибками.

11. Моделирование создания отверстий – идентификация элементов детали одного из сборочных узлов гусеничной машины, расчёт программы.

12. Моделирование создания отверстий для выбранной детали – симуляция обработки и работа над ошибками.

13. Моделирование фрезерования по контуру – идентификация элементов детали одного из сборочных узлов гусеничной машины, расчёт программы.

14. Моделирование фрезерования по контуру для выбранной детали – симуляция обработки и работа над ошибками.

15. Моделирование многокоординатной обработки поверхности детали одного из сборочных узлов гусеничной машины – идентификация элементов детали, расчёт программы.

16. Моделирование многокоординатной обработки поверхности выбранной детали – симуляция обработки и работа над ошибками.

## **Модуль 8 Технологии упрочнения деталей**

### Тема 1. Термическая обработка сталей

Отжиг: назначение и виды. Отжиг I рода (рекристаллизационный отжиг). Отжиг II рода: полный, изотермический, сфероидизирующий, диффузионный.

Закалка: назначение и виды. Закалка в одной среде. Закалка в двух средах. Ступенчатая закалка. Изотермическая закалка. Закалка с самоотпуском. Поверхностная закалка.

Отпуск: назначение и виды. Низкий отпуск. Средний отпуск. Высокий отпуск.

### Тема 2. Химико-термическая обработка сталей

Назначение ХТО. Цементация (газовая и твердая). Азотирование. Нитроцементация. Цианирование. Диффузионная металлизация. Алитирование.

### Тема 3. Упрочнение поверхностно-пластическим деформированием

Обкатывание (раскатывание) поверхности деталей шариками, роликами. Алмазное выглаживание. Дробеструйная обработка. Чеканка. Упрочнение статико-импульсной обработкой.

### Тема 4. Упрочнение деталей нанесением электролитических покрытий

Хромирование. Гальваноконтактное осаждение композитных покрытий на основе хрома. Гальваноконтактное осаждение композитных покрытий на основе железа. Микродуговое оксидирование.

### Тема 5. Комбинированные технологии наращивания и упрочнения поверхности деталей

Последовательное железоборирование. Нанесение покрытий газодинамическим спосо-

бом с последующим упрочнением МДО.

#### Тема 6. Полимерные композитные покрытия

Повышение фреттингостойкости и долговечности посадочных мест подшипников с эластомерным покрытием. Микро- и нанокompозитные эластомерные покрытия. Технологическое обеспечение: ультразвуковое диспергирование растворов микро- и нанокompозитов, инфракрасная сушка покрытий из микро- и нанокompозитов, калибрование покрытий из микро- и нанокompозитов.

#### Тема 7. Механическая обработка резанием покрытий после нанесения

Точение. Шлифование. Фрезерование. Электрохимические методы обработки

Электроконтактная (анодно-механическая) черновая обработка. Электрохимическое шлифование и доводка (полирование).

### **Модуль 9. Технология сборочных процессов**

#### Тема 1. Основные понятия технологии сборки машин

Общие положения. Классификация соединений деталей в машинах. Организационные формы сборки. Подготовка деталей к сборке. Качество и точность сборки.

#### Тема 2. Проектирование технологических процессов сборки машин

Исходные материалы для разработки технологии. Последовательность разработки технологического процесса сборки машины.

#### Тема 3. Проектирование технологии сборочного производства

Последовательность проектирования технологического процесса сборки. Технологические схемы сборки. Взаимосвязь методов достижения показателей точности и последовательности сборки машины. Нормирование технологического процесса сборки. Циклограмма сборки. Формирование операций сборки.

#### Тема 4. Организация и планировка участка сборки

Технико-экономическая оценка вариантов технологического процесса. Технический контроль качества сборки. Окраска изделий. Подготовка изделий к хранению и отправке потребителю. Проектирование технологических процессов автоматической сборки.

#### Тема 5. Технология сборки типовых соединений. Сборка неподвижных разъемных соединений

Сборка резьбовых соединений. Сборка шпоночных соединений. Сборка шлицевых соединений. Сборка неподвижных конических соединений.

#### Тема 6. Технология сборки типовых соединений. Сборка неподвижных неразъемных соединений

Соединения, собираемые с использованием тепловых методов. Соединения, собираемые путем пластической деформации деталей. Соединения с использованием упругих деталей. Сборка продольно-прессовых соединений. Сварка, пайка и склеивание. Сборка заклепочных соединений. Соединения, получаемые заформовкой.

#### Тема 7. Сборка типовых сборочных единиц

Сборка механических передач. Сборка зубчатых передач. Технология сборки ременных и цепных передач. Балансировка вращающихся масс. Технология сборки подшипниковых опор качения и скольжения. Сборка составных валов и муфт. Сборка гидравлических и пневматических сборочных единиц и систем. Гидравлические испытания собранных сборочных единиц.

#### **Практические занятия**

1. Сборочные соединения и способы их выполнения. Служебное назначение, конструкция и работа сборочной единицы.
2. Проектирование технологических процессов сборки.
3. Анализ исходных данных для проектирования.
4. Определение такта сборки, выбор типа производства и организационной формы сборки.
5. Анализ технологичности конструкции сборочной единицы.
6. Технологический маршрут сборки.
7. Построение сборочных операций.
8. Разработка последовательности и составление технологических схем сборки.
9. Методика проектирования сборочных приспособлений.
10. Нормирование технологического процесса сборки.
11. Технологическая документация процесса сборки.
12. Сборка составных валов и муфт.
13. Установка подшипника скольжения в корпусе.
14. Сборка подшипников скольжения на валу и укладка вала в подшипники.
15. Сборка узлов с подшипниками качения.
16. Сборка зубчатых и червячных передач.
17. Сборка маховиков и шкивов с валами.
18. Сборка резьбовых соединений.

### **Модуль 10. Оборудование машиностроительных производств**

#### Тема 1. Общие сведения о металлорежущих станках

Классификация металлорежущих станков. Образование поверхностей на МРС. Кинематическая структура МРС. Коробки передач. Механизмы для преобразования вращательного движения в поступательное. Механизмы прерывистого движения. Суммирующие и реверсивные механизмы. Приводы МРС с ЧПУ. Кинематическая настройка МРС. Устройства аналогового программного управления. Устройства числового программного управления. Типовые системы ЧПУ.

Тема 2. Оборудование для обработки тел вращения и отверстий

Токарные автоматы и полуавтоматы. Токарно-карусельные и лоботокарные. Токарно-винторезные станки. Вертикально-, радиально-, горизонтально-сверлильные станки. Координатно-, горизонтально-расточные станки.

Тема 3. Оборудование для абразивной обработки, зубо-, резьбообрабатывающее оборудование

Круглошлифовальные полуавтоматы, внутришлифовальные полуавтоматы, плоскошлифовальные станки, хонинговальные станки. Станки для гидроабразивной резки. Зубообрабатывающие станки, зубофрезерные станки, резьбообрабатывающие станки.

Тема 4. Оборудование для электрофизической и электрохимической обработки

Станки для электроискровой, электроимпульсной, ультразвуковой, светолучевой, анодно-механической, электрохимической обработки.

Тема 5. Оборудование для обработки корпусных деталей

Вертикально-фрезерные, продольно-фрезерные, широкоуниверсальные станки. Многоцелевые станки. Станки с параллельной кинематикой.

Тема 6. Оборудование с прямолинейным главным движением

Продольно-строгальные и комбинированные станки, поперечно-строгальные, долбежные, протяжные станки.

Тема 7. Оборудование заготовительного производства

Ленточные пилы, дисковые пилы, правильно-отрезные станки, ножницы, станки для плазменной резки. Штамповочное оборудование. Оборудование дляковки.

Тема 8. Оборудование автоматизированного производства

Многоцелевые станки и обрабатывающие центры. Агрегатные станки. Автоматические линии. Промышленные роботы. Роботизированные технологические комплексы. Гибкие производственные системы.

### **Практические занятия**

1. Общие сведения о металлообрабатывающем оборудовании и его систематизация.
2. Формообразование поверхностей на станках

3. Технологические возможности, принцип работы, особенности конструкции и кинематики одноцелевых металлорежущих станков.
4. Многоцелевые, агрегатные станки для электрофизико-химической обработки.
5. Станочные системы. (4 часа)
6. Исследования, испытания и эксплуатация металлорежущего оборудования. (4 часа)

## **Модуль 11 Обслуживание и ремонт металлорежущего оборудования**

Тема 1. Планово-предупредительная система технического обслуживания и ремонта технологического оборудования механического цеха

Виды ремонтно-обслуживающих воздействий (РОВ): осмотр, малый ремонт, средний ремонт, капитальный ремонт. Структура ремонтного цикла металлорежущего оборудования. Периодичность РОВ.

Тема 2. Содержание РОВ

ТО оборудования. Типовой процесс капитального ремонта станка. Приемка станка в ремонт. Разборка оборудования. Очистка сборочных единиц и деталей. Сборка станка после ремонта. Приемка и испытание станков.

Тема 3. Технологическая оснастка для технического обслуживания и ремонта станков

Универсальные контрольно-измерительные приспособления. Оптические средства контроля точности направляющих. Приспособления для проверки параллельности и перпендикулярности направляющих, положения осей сборочных единиц станков, определения зазоров и жесткости шпиндельных групп. Специальные приспособления для измерения параметров станков при ремонте. Приспособления для обкатки сборочных единиц шпинделей, ремонта направляющих станков.

Тема 4. Методы ремонта направляющих станков

Условия эксплуатации и износа направляющих. Способы ремонта направляющих станков. Способы упрочнения направляющих станин станков.

Тема 5. Технология ремонта токарно-винторезных станков

Типовая технология ремонта направляющих станин. Ремонт направляющих суппортов. Ремонт корпуса передней бабки. Ремонт задней бабки.

Тема 6. Технология ремонта консольно-фрезерных станков

Ремонт направляющих станины. Ремонт направляющих консоли. Ремонт стола. Ремонт каретки.

Тема 7. Технология ремонта круглошлифовальных станков

Ремонт направляющих станины. Ремонт стола. Ремонт гидроцилиндра. Ремонт передней и задней бабок. Ремонт шлифовальной бабки.

Тема 8. Технология ремонта горизонтально-расточных станков

Ремонт направляющих станины. Ремонт направляющих передней стойки. Ремонт шпиндельной бабки. Ремонт корпусных деталей стола. Ремонт корпусных деталей задней стойки.

Тема 9. Расчет трудоемкости РОВ технологического оборудования

Категории сложности ремонта механической и электротехнической части технологического оборудования. Методика расчета годового объема РОВ технологического оборудования.

## **Модуль 12 Технология окраски изделий машиностроения**

Тема 1. Лакокрасочные материалы и покрытия

Назначение окраски. Основные виды готовых лакокрасочных материалов (ГОСТ 9825) и их характеристика: лак, краска, порошковая краска, эмаль, грунтовка, шпатлевка. Классификация лакокрасочных материалов.

Тема 2. Технология окраски машин

Приготовление лакокрасочных материалов. Цветовой круг. *Подготовка поверхности к окраске*. Механический способ очистки: пескоструйная и дробеструйная обработка, шлифование. Химический способ очистки: обезжиривание, травление, фосфатирование. *Нанесение лакокрасочных материалов*: грунтование, шпатлевание, шлифование, окраска. *Способы сушки*: естественная и искусственная (конвекционный и терморadiационный способ). Контроль толщины и качества лакокрасочного покрытия.

Тема 3. Способы нанесения лакокрасочных материалов и оборудование для окраски

Ручное окрашивание кистью и валиком. Окунание. Пневматическое и безвоздушное распыливание. Окраска в электростатическом поле. Принципиальная схема пневматической краскораспылительной установки. Ручные краскопульты марок: КРУ-1, ЗИЛ СО-71, С-512, КРМ и др. Принципиальная схема установки безвоздушного распыливания. Установки безвоздушного распыливания: Ингул ОР-5500, Факел-3, Веер-1, АБР-1М, Радуга-063, Радуга-2и др. Принципиальная схема электростатического распылителя чашечного типа. Устройство окрасочно-сушильной камеры.

Тема 4. Особенности окраски поврежденного лакокрасочного покрытия поверхности машины

Удаление поврежденного покрытия механическим или химическим способом. Подготовка поверхности к окраске. Определение кода и рецептуры, приготовление лакокрасочного материала. Маскирование (изоляция) поверхности вокруг места с поврежденным покрытием. Нане-

сение лакокрасочного покрытия на ремонтную область. Сушка. Полирование.

## **Модуль 13 Испытания гусеничных тягачей**

### Тема 1. Введение

Цели и задачи дисциплины. Требования к техническому уровню современных гусеничных тягачей, их качеству, долговечности и надёжности. Значение испытаний в создании новых и совершенствовании существующих конструкций гусеничных машин, их механизмов и агрегатов.

### Тема 2. Программа испытаний гусеничных машин

Классификация испытаний. Цели и задачи испытаний, условия и методика проведения испытаний, характеристика измерительной аппаратуры и точность измерения.

### Тема 3. Основы измерений и качество измерительной информации

Виды измерений. Условия обеспечения качества измерительной информации. Точность и погрешность измерения. Метрологические характеристики измерительных устройств.

### Тема 4. Датчики и способы их включения в измерительную цепь

Виды датчиков. Выбор датчиков. Способы включения датчиков в измерительную цепь.

Тема 5. Приборы для измерения тяговых усилий и крутящих моментов при испытании гусеничных машин

Приборы для измерения тягового усилия и крутящего момента. Особенности измерения тягового усилия через навесные устройства и их конструкции. Расчет тензометрического звена.

### Тема 6. Регистраторы результатов измерения при испытаниях гусеничных машин

Назначение и выбор усилителей измерительных сигналов. Схема усилителя измерительного сигнала. Типы информационно-измерительных систем и их состав. Использование ЭВМ для регистрации показаний при испытаниях гусеничных машин.

### Тема 7. Математические методы и планирование эксперимента

Основные понятия математического планирования эксперимента. Факторы, параметры оптимизации. Адекватность модели. Последовательность планирования и обработки результатов эксперимента. Критерий Кохрена при проверке однородности дисперсий. Расчет коэффициентов регрессии.

### Тема 8. Тяговые испытания гусеничных машин

Динамометрические лаборатории для тяговых испытаний гусеничных машин. Методика снятия тяговой характеристики. Показатели, регистрируемые при снятии тяговой характеристики. Расчет результатов тяговых испытаний гусеничных машин.

### Тема 9. Эксплуатационно-технологические испытания гусеничных машин

Цели и задачи эксплуатационно-технологических испытаний гусеничных машин. Программа испытаний. Расчет и комплектование агрегатов. Техническая, агротехническая и энергетическая оценка агрегата. Методы сбора информации при эксплуатационно-технологических испытаниях.

Тема 10. Испытания гидропривода в гусеничных машинах

Типы гидропередат. Элементы гидропривода. Задачи и методы испытаний гидросистемы. Особенности испытания автоматически управляемых гидравлических передач гусеничных тягачей.

## **Модуль 14 Техническое обслуживание и ремонт гусеничной техники**

Тема 1. Планово-предупредительная система технического обслуживания и ремонта (ТОиР) гусеничной техники. Ремонтно-обслуживающие воздействия (РОВ) гусеничного тягача. Структура ремонтного цикла гусеничного тягача.

Тема 2. Техническое обслуживание гусеничного тягача

Контрольный осмотр (КО): назначение, периодичность и содержание. Контрольно-технический (текущий) осмотр (КТО): назначение, периодичность и содержание. Техническое обслуживание №1 при эксплуатации (ТО-1): назначение, периодичность и содержание. назначение, периодичность и содержание. Техническое обслуживание №1 при хранении (ТО-1х): назначение, периодичность и содержание. Техническое обслуживание №2 при эксплуатации (ТО-2): назначение, периодичность и содержание. Техническое обслуживание №2 при хранении (ТО-2х): назначение, периодичность и содержание. Сезонное обслуживание: назначение, периодичность и содержание. Регламентированное техническое обслуживание при хранении (РТОх): назначение, периодичность и содержание.

Тема 3. Ремонт гусеничного тягача

*Ремонт типовых соединений и деталей.* Ремонт резьбовых соединений. Ремонт шлицевых и шпоночных соединений. Ремонт шестерен.

*Ремонт механизмов системы питания.* Ремонт деталей и сборочных единиц топливной аппаратуры. Ремонт топливопроводов и топливных баков.

Ремонт масляных насосов. Ремонт водяного насоса и вентилятора. Ремонт радиатора и термостата. Ремонт сцепления. Ремонт коробок передач. Ремонт бортового редуктора. Ремонт механизмов управления гусеничного тягача.

Ремонт ходовой части гусеничного тягача. Ремонт кареток подвески. Ремонт направляющих и ведущих колес гусениц. Ремонт гусениц.

Тема 4. Ремонт гусеничного тягача



Текущий ремонт гусеничного тягача агрегатно-узловым методом. Типовой капитальный ремонт гусеничной техники.

Тема 5. Правила безопасности труда при разборочно-сборочных работах

Правила безопасности при очистных работах. Правила безопасности при разборочно-сборочных работах. Меры безопасности при обкатке и испытании машины и агрегатов.

### **Практические занятия**

1. Контрольный осмотр гусеничного тягача.
2. Контрольно-технический (текущий) осмотр гусеничного тягача.
3. Техническое обслуживание №1 при эксплуатации гусеничного тягача.
4. Техническое обслуживание №1 при хранении гусеничного тягача.
5. Техническое обслуживание №2 при эксплуатации гусеничного тягача.
6. Техническое обслуживание №2 при хранении гусеничного тягача.
7. Сезонное обслуживание гусеничного тягача.
8. Регламентированное техническое обслуживание при хранении гусеничного тягача.

## **Модуль 15 Восстановление изношенных деталей гусеничной техники**

Тема 1. Восстановление изношенных деталей. Зарубежный и отечественный опыт.

Классификация способов восстановления. Выбор рационального способа восстановления.

Тема 2. Механизированные способы наплавки

Механизированные дуговые способы наплавки. Наплавка под слоем флюса. Вибродуговая наплавка. Наплавка в среде защитных газов. Наплавочные материалы. Техника механизированной наплавки. Дефекты наплавки. Плазменная наплавка.

Тема 3. Бездуговые способы наплавки

Электрошлаковая наплавка. Индукционная наплавка. Металлизация. Электроконтактное напекание металлических порошков.

Тема 4. Восстановление изношенных деталей гальваническими покрытиями

Сущность электролитического осаждения металлов. Подготовка деталей к нанесению гальванических покрытий. Железнение. Хромирование. Обработка деталей после наращивания

Тема 5. Восстановление изношенных деталей полимерными материалами

Ремонт корпусных деталей, имеющих трещины и пробоины, эпоксидными композициями.

Крепление фрикционных накладок к деталям синтетическими клеями.

Тема 6. Восстановление деталей поверхностно-пластическим деформированием

Правка. Осадка. Раздача. Обжатие. Накатка. Упрочнение поверхности деталей: обкатка и

раскатка шариками и роликами, алмазное выглаживание, дробеструйная обработка и чеканка.

#### Тема 7. Современные технологии восстановления

Металлизация. Импульсно-плазменное упрочнение. Электролитно-плазменное упрочнение. Микродуговое оксидирование. Упрочнение восстановленных деталей машин статико-импульсной обработкой. Комбинированная технология восстановления и упрочнения деталей последовательным железоборированием. Восстановление гильз цилиндров гальваноконтактным осаждением композитных покрытий. Восстановление подшипников скольжения типа «втулка», «вкладыш», «шестерня» полимерными композиционными наноматериалами. Восстановление неподвижных соединений «вал-подшипник» адгезивами (анаэробные герметики и акриловые клеи). Восстановление посадочных отверстий в корпусных деталях эластомерными композитами.

#### Тема 8. Механическая обработка резанием восстанавливаемых деталей

Выбор технологических баз при восстановлении деталей. *Расчет режимов механической обработки.* Выбор режимов резания при шлифовании. Выбор режимов резания при токарной обработке. Выбор режимов фрезерования.

#### Тема 9. Оценка экономической эффективности технологии восстановления

### **Модуль 16 Моделирование технологических процессов**

#### Тема 1. Моделирование. Основные понятия и определения

Модель. Моделирование. Метод моделирования. Гипотеза. Аналогия.

*Системный подход к моделированию.* Система. Подсистема. Элемент. Декомпозиция.

Структурный и функциональный подходы. Композиция. Построение модели системы.

*Классификация моделей.* Материальные (физические) и информационные (символьные) модели. Схема исследования моделируемых систем.

#### Тема 2. Виды и теоремы подобия

Геометрическое, аффинное и конформное подобия материальных систем. Виды подобия по степени соответствия: абсолютное, полное, не полное, приближенное. Виды подобия по физической природе: физическое подобие, математическое подобие. Три теоремы подобия.

#### Тема 3. Физическое моделирование

Физическая модель подшипникового узла со статическим механизмом нагружения. Физическое моделирование при исследовании долговечности полимерных посадок подшипников с использованием критерия подобия в условиях циклического нагружения.

#### Тема 4. Основы математического моделирования

*Информационные (символьные модели).* Графические, вербальные, концептуальные,

функционально-логические, математические модели.

*Классификация математических моделей.* Аналитические (теоретические), статистические (эмпирические) и комбинированные. Одномерные и многомерные модели. Линейные и нелинейные модели. Статические и динамические модели. Стационарные и нестационарные модели. Модели с параметрами, сосредоточенными или распределенными в пространстве. Модели, дискретные и непрерывные (во времени). Детерминированные и стохастические (вероятностные) модели.

*Взаимодействие объекта моделирования со средой.* Среда. Входные и выходные параметры. Возмущающие параметры. Параметры состояния. Управляющие факторы.

*Свойства математических моделей и требования к ним.* Целенаправленность и точность модели. Непротиворечивость и реалистичность модели. Устойчивость, удобство использования, универсальность модели. Адаптивность и возможность изменения модели. Экономичность, простота, физический смысл и адекватность модели. Порядок разработки математической модели. Математическая модель формирования покрытия из раствора полимера на наружном кольце подшипника.

#### Тема 5. Построение эмпирических регрессионных моделей

*Планирование активного эксперимента по планам первого порядка.* Предпланирование активного эксперимента. Понятие плана эксперимента и его критериев оптимальности. Полный факторный эксперимент типа  $2^n$ . Дробный факторный эксперимент типа  $2^{n-p}$ . Поисковые методы экспериментальной оптимизации.

*Планирование активного эксперимента по планам второго порядка.* Ортогональный центрально-композиционный план. Ротатабельные планы. Симметричные композиционные планы типа В. Определение координат точки экстремума по регрессионной модели и построение двумерного сечения поверхности отклика.

Регрессионные модели технологического процесса термической обработки композитных материалов.

#### **Практические занятия**

1. Исследование деформационно-прочностных свойств композитного материала.
2. Исследование трибологических параметров контакта нагруженных тел с дорожками качения в подшипнике с полимерной посадкой.
3. Регрессионный анализ. Построение матрицы ПФЭ  $2^n$ . Рандомизация. Определение выпадающей точки по критерию Романовского. Проверка значимости различия двух выборочных средних значений отклика. Проверка однородности дисперсий по критерию Бартлетта и Кохрена.

4, 5 Расчет и оценка значимости коэффициентов регрессии. Проверка адекватности и работоспособности регрессионной модели технологического процесса термической обработки композитного материала.

6. Оптимизация регрессионной модели. Определение координат точки экстремума по регрессионной модели и построение двумерного сечения поверхности отклика. Определение оптимального режима термической обработки композитного материала.

## **Модуль 17. Промышленная безопасность**

Тема 1. Основные понятия промышленной безопасности

Техногенные риски в современной промышленности. Чрезвычайные ситуации техногенного характера.

Тема 2. Законодательство РФ в области промышленной безопасности

Конституция РФ. Международные конвенции и договоры. Федеральные законы РФ в области промышленной безопасности. Нормативные акты в области промышленной безопасности. Виды ответственности за нарушение требований промышленной безопасности.

Тема 3. Государственный надзор и контроль в области промышленной безопасности

Госрегулирование безопасности при использовании Атомной энергии. Федеральный государственный надзор в области промышленной безопасности. Государственный горный и металлургический надзор. Государственный строительный надзор. Государственный энергетический надзор. Организация лицензионно разрешительной деятельности в области промышленной безопасности ОПО. Основные права государственных инспекторов Ростехнадзора.

Тема 4. Основные требования промышленной безопасности (Федеральный закон № 11-ФЗ)

Критерии отнесения промышленных объектов к категории опасных. Классы опасных производственных объектов.

Тема 5. Требования к техническим устройствам, применяемым ОПО, и их фиксация

Основные принципы стандартизации технических устройств. Порядок разработки, принятия, изменения и отмены технических регламентов согласно № 184-ФЗ. Основные требования к техническим регламентам. Государственный надзор и контроль над соблюдением требований технических регламентов.

Тема 6. Идентификация опасных производственных объектов

Цели и принципы идентификации ОПО. Порядок проведения идентификации опасностей на объекте. Порядок оформления и представления результатов идентификации. Контрольные вопросы.

Тема 7. Требования к промышленной безопасности опасных производственных объектов  
Особенности проектирования и строительства опасных производственных объектов.  
Приемка в эксплуатацию опасного производственного объекта. Требования промышленной безопасности при эксплуатации опасного производственного объекта. Аттестация работников организаций, осуществляющих эксплуатацию опасных производственных объектов. Обязанности работников при эксплуатации опасного производственного объекта. Требования промышленной безопасности по готовности к действиям по локализации и ликвидации аварии на опасном объекте.

Тема 8. Декларирование промышленной безопасности производственного объекта

Разработка декларации промышленной безопасности опасного объекта. Структура и содержание Декларации промышленной безопасности. Обоснования безопасности опасного производственного объекта.

Тема 9. Экспертиза промышленной безопасности

Организационная структура системы экспертизы промышленной безопасности. Аккредитация экспертных организаций. Квалификационные требования к экспертам. Порядок проведения экспертизы промышленной безопасности. Требования к оформлению заключения экспертизы промышленной безопасности.

Тема 10. Государственная регистрация опасных производственных объектов

Основные разделы и данные, содержащиеся в Государственном реестре опасных производственных объектов. Порядок действий по регистрации опасного производственного объекта. Структура документации по регистрации опасного объекта в государственном реестр.

Тема 11. Страхование ответственности за причинение вреда при аварии на ОПО

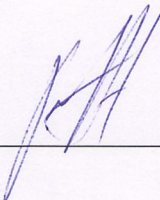
Страховой случай по Федеральному закону № 225-ФЗ. Страховые суммы по Федеральному закону № 225-ФЗ. Страховая премия и тарифы по Федеральному закону № 225-ФЗ. Страховые выплаты по Федеральному закону № 225-ФЗ. Права и обязанности страхователя. Права и обязанности Страховщика по ФЗ № 225-ФЗ.

### **Практические занятия**

1. Определение показателей и анализ травматизма.
2. Проведение и оформление инструктажа по охране труда.
3. Определение состава средств индивидуальной защиты для работающих.
4. Разработка мероприятий по безопасности труда.
5. Идентификация опасных производственных объектов.

**РАЗРАБОТАНО**

Доцент кафедры «Транспортные средства  
и техносферная безопасность» ЛГТУ, к.т.н.

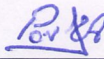


---

Ф.А. Кирсанов

**СОГЛАСОВАНО**

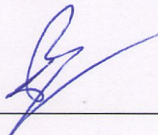
Зам. исполнительного директора ООО «ЛМЗ»



---

Е.А. Рожин

Главный технолог ООО «ЛМЗ»



---

М.А. Бирюков

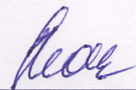
Главный конструктор ООО «ЛМЗ»



---

М.А. Волокитин

Руководитель службы персонала



---

Ю.В. Мазокина

Заведующий кафедрой «Транспортные средства  
и техносферная безопасность» ЛГТУ,  
д.т.н., профессор



---

Р.И. Ли