Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 07.11.2024 11:58:48
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d4

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета машиностроения
_____ /Е.В. Сафонов/

«15» февраля 2024г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Комплексные процессы обработки деталей машин»

Направление подготовки
15.03.01 «Машиностроение»
Профиль «Высокоэффективные технологические процессы и оборудование»

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Москва 2024 г.

Разработчик:



доцент, к.т.н. /Моргунов Ю.А./

Согласовано:
Заведующий кафедрой «Технологии
и оборудование машиностроения»,



к.т.н., доцент /А.В. Александров/

1. Цели освоения дисциплины.

К **основным целям** освоения дисциплины «**Комплексные процессы обработки деталей машин**» следует отнести:

– формирование знаний и практических навыков проектирования комплексных технологических процессов изготовления и упрочнения изделий машиностроения с помощью методов и технологий электро-физико-химической обработки (ЭФХО)**;**

– подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра по данному направлению, в том числе формирование умений и навыков по выявлению необходимых усовершенствований и разработке новых наукоемких технологий изготовления изделий.

К **основным задачам** освоения дисциплины «**Комплексные процессы обработки деталей машин**» следует отнести:

– освоение методологии выбора и обоснования необходимости применения того или иного метода обработки изделия с использованием ЭФХО;

– формирование умений и навыков по обоснованному выбору средств технологического оснащения для реализации технологий ЭФХО;

– освоение методик нормирования наукоемких операций и оценки их экономической целесообразности в конкретных производственных условиях.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «**Комплексные процессы обработки деталей машин**» относится к числу профессиональных учебных дисциплин вариативной части базового цикла (Б1) основной образовательной программы бакалавриата.

«**Комплексные процессы обработки деталей машин**» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

В обязательной части блока (Б1):
- «Технология машиностроения»;
- «Материаловедение»;
- «Основы аддитивных технологий»

В части, формируемой участниками образовательных отношений блока (Б1):
- «Мехатроника, современные приводы установок физико-химической обработки»;
- «Теоретические основы физико-химической обработки»;
- «Технологические основы физико-химической обработки материалов»;
- «Основы теория резания, станки, инструмент»;

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компе-тенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-9	Способен внедрять и осваивать новое технологическое оборудование	**знать:** • методику выбора технологического оборудования и технологической оснастки • особенности и требования по размещению технологического оборудования для ЭФХО в производственных условиях **уметь:** • рассчитывать или назначать параметры режима обработки и нормировать операции ЭФХО. **владеть:** • навыками оформления планировки размещения технологического оборудования
ПК-1	Способен разрабатывать технологические процессы изготовления машиностроительных изделий средней сложности серийного (массового) производства	**знать:** • различные технологии изготовления изделий, основанные методах электро-физико-химической обработки (ЭФХО) • методику разработки комплексных технологических процессов (ТП) изготовления изделий, выбора средств технологического оснащения (СТО) **уметь:** • выбрать оптимальный метод обработки изделия и СТО для конкретных производственных условий и обосновать необходимость его применения **владеть:** навыками оформления технологической документации.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, т.е. 180 академических часа (из них 90 часов – самостоятельная работа студентов).

Дисциплина читается на четвертом курсе в 7 семестре: лекции - 2 часа в неделю (36 час.), лабораторные работы - 1 часа в неделю (18 час.), практические занятия - 2 час. в неделю (36 час.). Форма промежуточной аттестации – экзамен. В ходе семестра обучающиеся должны выполнить курсовой проект.

Структура и содержание дисциплины по срокам и видам работы отражены в приложении.

Содержание разделов дисциплины

4.1 Основные понятия и определения курса

Классификация методов ЭФХО. Основные преимущества и недостатки методов ЭФХО. Классификация методов ЭФХО. Рациональные области применения. Основные этапы выбора оптимального метода обработки.

4.2 Технологические процессы поверхностного упрочнения деталей

Технологии лазерного термоупрочнения, преимущества и недостатки. Оборудование и технологическая оснастка. Требования, предъявляемые к лазерным технологическим комплексам. Механизм лазерного термоупрочнения стали и чугуна. Вспомогательные операции и их назначение. Основные параметры процесса лазерного термоупрочнения и виды режимов при лазерной обработке. Требования, предъявляемые к расположению лазерного оборудования на участке, различные варианты планировки. Состав энергетического и электромеханического комплекса лазерной установки. Технология лазерного термоупрочнения гильзы цилиндров.

Технология местного электро-термодиффузионного **(МЭТД)-упрочнения**. Эластичный графит, его особенности и свойства. Процессы, происходящие в зоне контакта «графит-металл». Технология и оборудование для производства эластичного графита. Примеры применения ламинированного графита. Технология локального упрочнения червяка при помощи МЭТД-процесса. Схема МЭТД-упрочнения витков червяка. Установка СВАН-01, ее основные узлы и характеристики. Расчет циклограммы работы установки.

4.3 Технологии химико-термического упрочнения деталей

Зависимость точности изготовления деталей машин от вида химико-термической обработки. **Ионно-плазменное азотирование**. Физическая сущность процесса, Оборудование и оснастка. Требования, предъявляемые к расположению оборудования для ИПА на участке, различные варианты планировки

4.4 Газотермические методы и технологии нанесения упрочняющих и защитных покрытий

Сущность процесса **детонационного напыления** (ДН) и области рационального применения. Виды и характеристика детонационных покрытий. Состав энергетического и электромеханического комплекса установки ДН, требования к ее размещению на участке. Особенности эксплуатации, требования безопасности.

Процессы **плазменной наплавки и напыления**, преимущества и недостатки, рациональная область применения. Роботизированные плазменные комплексы для напыления. Типы покрытий, получаемых с помощью плазменного напыления, и их характеристики. Основные параметры процесса плазменного напыления. Методика проектирования технологических процессов нанесения покрытий.

4.5 Технология изготовления штампосварных конструкций

Технологии электронно-лучевой сварки (ЭЛС). Требования к элементам сварных конструкций. Примеры характерных для ЭЛС сварных соединений и их анализ. Технологический маршрут изготовления биметаллического подшипника скольжения. Состав энергетического и электромеханического комплекса установки для ЭЛС.

Технологии лазерной сварки. Влияние характеристик процесса лазерной сварки на геометрию сварного шва. Вспомогательные операции и их назначение. Влияние формы импульса на продольное сечение сварного шва при импульсной лазерной сварке. Технология лазерной сварки полусепараторов шарикоподшипников.

4.6 Технологии разделительной резки

Обзор критериев для выбора технологии раскроя листового материала.

Лазерная разделительная резка. Разновидности лазерной резки. Физика процесса резания лазерным излучением. Характеристики качества реза. Средства технологического оснащения. Различные типы лазерного оборудования и их сравнение. Параметры оптической системы лазера. Оборудование для лазерной резки. Технологические параметры лазерной резки. Общие рекомендации по качественной лазерной резке металлов. Требования безопасности при лазерной резке.

Гидроабразивная резка материалов (ГАР). Особенности процесса и взаимодействие струи с материалом. Преимущества и недостатки ГАР. Основные факторы и выходные параметры ГАР. Насосы высокого давления и их особенности. Типы режущих головок по способу введения в жидкость абразивных частиц. Конструкция, принцип работы и характеристики эжекционной и инжекционной режущих головок. Три типа реза и их характеристики. Оценка качества и точности реза в соответствии с Европейскими нормами и стандартами (ISO 9001.2000). Влияние рабочего давления, расхода абразивного материала и скорости резки на выходные параметры ГАР.

4.7 Обзорная лекция.

5. Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины «**Комплексные процессы обработки деталей машин**» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих форм проведения групповых, индивидуальных и аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

– подготовка к выполнению лабораторных и практических работ в лабораториях вуза

– защита и индивидуальное обсуждение выполняемых этапов курсового проекта;

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Комплексные процессы обработки деталей машин» и в целом по дисциплине составляет 50% аудиторных занятий.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

- подготовка к выполнению лабораторных и практических работ и их защита;
- тестирование по отдельным разделам курса;
- выполнение курсового проекта (по индивидуальному заданию для каждого обучающегося);

Курсовой проект представляет собой работу, посвященную разработке технологии изготовления изделий машиностроительного производства с подробной разработкой операции ЭФХО в объеме, предусматривающем реализацию теоретических и практических навыков, обучающихся по данному направлению. Примерные темы курсового проекта приведены в фонде оценочных средств (ФОС).

Структура и содержание курсового проекта определяются методическими указаниями по выполнению курсового проекта. Основой выполнения курсового проекта являются материалы собранные обучающимися в ходе прохождения производственной практики на машиностроительных предприятиях. Примерное содержание расчетно-пояснительной записки и графической части проекта, а также требования по их оформлению приведены в методических

указаниях к курсовому проекту.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные вопросы для контроля освоения обучающимися разделов дисциплины, комплект тестов по каждому разделу, защита лабораторных и практических работ, защита курсового проекта.

Примерные темы курсовых проектов, контрольные вопросы для проведения текущего контроля, примеры тестовых вопросов, образцы экзаменационных билетов приведены в приложении.

6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ОПК-9	Способен внедрять и осваивать новое технологическое оборудование
ПК-1	Способен разрабатывать технологические процессы изготовления машиностроительных изделий средней сложности серийного (массового) производства

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

6.1.3. Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

Форма промежуточной аттестации: <u>экзамен</u>

Промежуточная аттестация обучающихся проходит в комбинированной форме: итоговое тестирование-экзамен. Промежуточная аттестация проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки с учетом результата итогового тестирования. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Комплексные процессы обработки деталей машин» (защита курсового проекта с положительной оценкой,

самостоятельное тестирование по разделам дисциплины с положительным результатом (более 80%), выполнение и успешная защита лабораторных и практических работ, защита реферата, выполнение заданий на самостоятельную работу и пр.).

Итоговое тестирование студентов проводится во время промежуточной аттестации. Студент, не прошедший итоговое тестирование получает оценку неудовлетворительно и до экзамена не допускается. Результат тестирования учитывается преподавателем при определении общей оценки за экзамен.

Шкала оценивания	***Описание***
Отлично	*Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины. Успешно сдан итоговый тест. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.*
Хорошо	*Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины. Успешно сдан итоговый тест. Студент демонстрирует неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки.*
Удовлетворительно	*Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины. Успешно сдан итоговый тест. Студент демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.*
Неудовлетворительно	*Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных рабочей программой дисциплины. Не сдан итоговый тест. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.*

Фонды оценочных средств представлены в приложении к рабочей программе.

Формой оценки курсового проекта является дифференцированный зачет с оценкой. По итогам защиты курсового проекта выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Шкала оценивания	Описание
Отлично	1. Курсовой проект выполнен самостоятельно, имеет научно-практический характер, содержит элементы новизны. 2. Обучающийся показал знание теоретического материала по используемому методу ЭФХО, умение анализировать, аргументировать свою точку зрения, делать обобщение и выводы. Отмечается творческий подход к раскрытию темы курсового проекта. 3. Материал излагается грамотно, логично, последовательно. 4. Оформление, структура, содержание расчетно-пояснительной записки и графической части соответствуют требованиям методических указаний. Графическая часть проекта выполнена в полном объеме, на высоком уровне и отвечает требованиям методических указаний. 5. Во время защиты обучающийся показал умение кратко, доступно (ясно) представить результаты своей работы, адекватно ответить на поставленные вопросы. 6. Соблюдены сроки выполнения курсового проекта.
Хорошо	1. Курсовой проект выполнен самостоятельно, имеет научно-практический характер, содержит элементы новизны. 2. Обучающийся показал знание теоретического материала по используемому методу ЭФХО, однако умение анализировать, аргументировать свою точку зрения, делать обобщения и выводы вызывают у него затруднения. 3. Материал не всегда излагается логично, последовательно. 4. Оформление, структура, содержание расчетно-пояснительной записки и графической части соответствуют требованиям методических указаний. Графическая часть проекта выполнена в полном объеме, на высоком уровне и отвечает требованиям методических указаний. Однако имеются отдельные недочеты в оформлении курсового проекта. 5. Во время защиты обучающийся показал умение кратко, доступно (ясно) представить результаты своей работы, однако затруднялся отвечать на поставленные вопросы. 6. Соблюдены сроки выполнения курсового проекта.
Удовлетвори-тельно	1. Курсовой проект выполнен самостоятельно, но не содержит элемента новизны. 2. Обучающийся не в полной мере владеет теоретическим материалом по используемому методу ЭФХО, умение анализировать, аргументировать свою точку зрения, делать обобщение и выводы вызывают у него затруднения. 3. Материал не всегда излагается логично, последовательно. 4. Оформление, структура, содержание расчетно-пояснительной записки и графической части соответствуют требованиям методических указаний. Графическая часть проекта выполнена в полном объеме и отвечает требованиям методических указаний. Однако имеются значительные недочеты в оформлении курсового проекта. 5. Во время защиты обучающийся затрудняется в представлении результатов своей работы и ответах на поставленные вопросы. 6. Соблюдены сроки выполнения курсового проекта.
Неудовлетво-рительно	Задание не выполнено или **выполнено частично**. Студент демонстрирует отсутствие требуемых знаний, умений и навыков.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Наукоемкие технологии машиностроительного производства: Физико-химические методы и технологии: учебное пособие / Ю.А.Моргунов, Д.В.Панов, Б.П.Саушкин, С.Б.Саушкин; под ред. Б.П.Саушкина. – М.: Издательство «Форум», 2013. – 928 с.: ил. – (Высшее образование)

б) дополнительная литература:

1. Маталин А.А Технология машиностроения: учебник / А. А. Маталин. – 2-е изд., испр.. – СПб. и др.: Лань. - 2008. - 512 с.

в) методические указания для проведения лабораторных и практических работ:

1. Разработка процессов упрочнения поверхностей деталей с помощью методов ЭФХО: методическое пособие к практическим занятиям / Ю.А. Моргунов - Москва: Московский Политех, 2017г.
2. Разработка процессов изготовления штампосварных изделий с помощью методов ЭФХО: методические указания к практическим занятиям / Ю.А. Моргунов - Москва: Московский Политех, 2017г.
3. Физико-химические методы и технологии получения листовых заготовок. Лазерная резка: учебно-методическое пособие/ Ю.А. Моргунов, Б.П. Саушкин, Н.В. Хомякова - Москва: Московский Политех, 2023. -58с.
4. Физико-химические методы и технологии получения листовых заготовок. Плазменная резка: учебно-методическое пособие/ Ю.А. Моргунов, Б.П. Саушкин, Н.В. Хомякова - Москва: Московский Политех, 2022. - 43с.
5. Физико-химические методы и технологии получения листовых заготовок. Гидроабразивная резка: учебно-методическое пособие/ Ю.А. Моргунов, Б.П. Саушкин, Н.В. Хомякова - Москва: Московский Политех, 2024. -65с.
6. Методические указания к лабораторной работе №1 «Установка ультразвуковой абразивной обработки СНУ-10. Конструкция и работа» М., Университет машиностроения, 2017.
7. Методические указания к лабораторной работе №2 «Исследование производительности ультразвуковой размерной обработки различных материалов». М., Университет машиностроения, 2017.
8. Методические указания к лабораторной работе №3 «Влияние режима работы источника импульсов тока на показатели процесса МДО» М., МГТУ «МАМИ», 2014.
9. Методические указания к лабораторной работе №4 «Исследование управляющих параметров процесса электроэрозионного синтеза износостойких покрытий на приращение размера и шероховатость поверхности». М., МГТУ «МАМИ», 2014.
10. Методические указания к лабораторной работе №5 «Исследование остаточных напряжений в поверхностях деталей при их комбинированном упрочнении». М., МГТУ «МАМИ», 2011.
11. Методические указания по выполнению курсового проекта по дисциплине "Комплексные процессы обработки деталей" для студентов всех форм обучения (очной, очно-заочной, заочной), обучающихся по направлению подготовки 15.03.01 «Машиностроение», профиль «Машины и технология высокоэффективных процессов обработки»: методические указания / Ю.А. Моргунов, И.Н. Зинина, Б.П. Саушкин. – М., Московский политех, 2018. – 34 с.
12. Методические указания «Производственная практика» по сбору материалов и выполнению отчета о прохождении производственной практики для студентов всех форм обучения (очной, очно-заочной и заочной), обучающихся по направлению подготовки 15.03.01 «Машиностроение», профиль «Машины и технология высокоэффективных процессов обработки»: методические указания / Ю.А. Моргунов, И.Н. Зинина, В.В. Филиппов. – Московский политехнический университет, 2018. – 20 с.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лекционные аудитории кафедры «Технологии и оборудование машиностроения" (АВ1502, АВ1508), оснащенные интерактивными панелями для показа видеофильмов, слайдов, презентаций. Для проведения практикума по дисциплине в лабораториях кафедры (АВ1104, АВ1104а, АВ2109) имеется следующее оборудование: копировально-прошивочные и проволочно-вырезные электроэрозионные станки, ультразвуковая установка, установка для электрохимической обработки, металлорежущие станки для изготовления лабораторных образцов, инструмента и оснастки, средства автоматизации производства, контрольно-измерительные приборы и пр. Кроме этого, для проведения практических занятий можно использовать производственные мощности Центра проектной деятельности.

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов разработки комплексных процессов изготовления изделий с помощью методов и технологий физико-химической обработки.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия

Задачи самостоятельной работы студента:

- развитие навыков самостоятельной учебной работы;
- освоение содержания дисциплины;
- углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к экзамену, выполнению курсового проекта.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- выполнение курсового проекта;
- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным занятиям;
- подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям;
- подготовка к тестированию и самостоятельное тестирования по разделам дисциплины;
- выполнение домашних заданий по закреплению тем;
- подготовка оформление презентаций по заданным темам для самостоятельной работы.

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы, и корректировка выполнения работы;
- рефлексия;
- презентация работы.

Вопросы, выносимые на самостоятельную работу

1. Обзор способов поверхностного упрочнения деталей
2. Схема формирования сварочной ванны при лазерной обработке с глубоким проплавлением.

3. Пути снижения величины тепловых деформаций изделий при проведении ХТО.
4. Особенности, область применения и преимущества электронно-лучевой сварки.
5. Основные характеристики процесса ЭЛО.
6. Области применения лазерной обработки в машиностроении
7. Особенности построения циклограммы работы установок ЭФХО.
8. Основные способы формирования неподвижных соединений.
9. Состав оборудования и технологической оснастки на участках разделительной резки.
10. Основные требования, предъявляемые к размещению оборудования ЭФХО.
11. Состав энергетического и электромеханического комплекса плазменной технологической установки.
12. Состав энергетического и электромеханического комплекса лазерной технологической установки.
13. Особенности лазеров, используемых для операций термоупрочнения.
14. Состав энергетического и электромеханического комплекса установки для ЭЛС.
15. Состав энергетического и электромеханического комплекса установки для ГАР.
16. Классификация абразивного материала для установок ГАР.
17. Основные технологии газотермической резки изделий.
18. Обзор методов химико-термической обработки деталей в машиностроении.
19. Особенности различных процессов создания сварных конструкций в машиностроении, области их применения.
20. Оптимизация выбора методов ЭФХО с позиции точности качества.
21. Передача лазерного излучения по светодоводам.
22. Особенности освоения производства новой продукции при различных типах производства.

10. Методические рекомендации для преподавателя

Основное внимание при изучении дисциплины «Комплексные процессы обработки деталей» следует уделять изучению основных методов и технологий физико-химической обработки изделий, определению рациональной области из применения. Внимание следует уделять вопросам выбора оптимального метода обработки изделия в зависимости от конкретных условий и требований по точности и качеству, необходимости назначения вспомогательных операций, определению места операции ЭФХО в разрабатываемом технологическом маршруте. Уделить внимание оформлению технологической документации при проектировании технологических процессов, выбору оборудования и средств технологического оснащения, методикам выбора режимов обработки и нормированию разрабатываемых операций.

Теоретическое изучение основных вопросов разделов дисциплины должно завершаться практической работой и тестированием.

Для активизации учебного процесса при изучении дисциплины эффективно применение презентаций по различным темам лекций и лабораторных и практических работ.

Для проведения занятий по дисциплине используются средства обучения:

- учебники и учебные пособия, информационные ресурсы Интернета;
- справочные материалы и нормативно-техническая документация;
- разработанные презентации по различным разделам курса;
- видеоматериалы для закрепления полученной на лекциях информации;
- методические указания для выполнения лабораторных и практических работ, а также выполнения курсового проекта.

Приложение 1

Структура и содержание дисциплины «**Комплексные процессы обработки деталей машин»**
по направлению подготовки **15.03.01 «Машиностроение»**
профиль «Высокоэффективные технологические процессы и оборудование»
(очная, набор 2024/2025)

№ п/п	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттеста-ции	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Рефр.	К/р	Э	З
1.	Основные понятия и определения курса. Технология МЭТД-упрочнения материалов.	7	1-2	4	4		14			+					
2.	Технологии лазерного термоупрочнения	7	3-4	4	4		14			+					
3	Технологии лазерного термоупрочнения. Ионно-плазменное азотирование.	7	5-6	4	4		14			+					
4.	Технологии нанесения упрочняющих покрытий Нанесение упрочняющих покрытий методом детонационного напыления.	7	7-8	4	4		14			+					
5.	Технологии плазменного напыления и наплавки. Технологии лазерного легирования и наплавки.	7	9-10-	4	4	4	14			+					
6.	Технологии изготовления штампосварных конструкций. Технологии лазерной сварки. Технологии электронно-лучевой сварки.	7	11-12	4	4	4	14			+					
7	Технологии разделительной резки. Технологии лазерной резки.	7	13-14	4	4	4	14			+					
8	Технологии гидроабразивной обработки изделий.	7	15-16	4	4	4	14			+					
9	Технологии гидроабразивной обработки изделий. Обзорная лекция по курсу.	7	17-18	4	4	2	14			Защита КП					
	Форма аттестации													**Э**	
	Всего часов по дисциплине			**36**	**36**	**18**	**126**			**+**				**+**	

Приложение 1

Аннотация рабочей программы учебной дисциплины «Комплексные процессы обработки деталей машин»

по направлению подготовки **15.03.01 «Машиностроение».**
Профиль «Высокоэффективные технологические процессы и оборудование»
(очная, набор 2024/2025)

1. Цели и задачи дисциплины

К **основным целям** освоения дисциплины «**Комплексные процессы обработки деталей машин**» следует отнести:

– формирование знаний и практических навыков проектирования комплексных технологических процессов изготовления и упрочнения изделий машиностроения с помощью методов и технологий электро-физико-химической обработки (ЭФХО)**;**

– подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра по данному направлению, в том числе формирование умений и навыков по выявлению необходимых усовершенствований и разработке новых наукоемких технологий изготовления изделий.

К **основным задачам** освоения дисциплины «**Комплексные процессы обработки деталей**» следует отнести:

– освоение методологии выбора и обоснования необходимости применения того или иного метода обработки изделия с использованием ЭФХО;

– формирование умений и навыков по обоснованному выбору средств технологического оснащения для реализации технологий ЭФХО;

– освоение методик нормирования наукоемких операций и оценки их экономической целесообразности в конкретных производственных условиях.

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина «**Комплексные процессы обработки деталей машин**» относится к числу профессиональных учебных дисциплин вариативной части базового цикла (Б1) основной образовательной программы бакалавриата.

«**Комплексные процессы обработки деталей машин**» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

В обязательной части блока (Б1):
- «Технология машиностроения»;
- «Материаловедение»;
- «Основы аддитивных технологий»

В части, формируемой участниками образовательных отношений блока (Б1):
- «Мехатроника, современные приводы установок физико-химической обработки»;
- «Теоретические основы физико-химической обработки»;
- «Технологические основы физико-химической обработки материалов»;
- «Основы теория резания, станки, инструмент»;

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Знать:

- методику выбора технологического оборудования и технологической оснастки;
- особенности и требования по размещению технологического оборудования для ЭФХО в производственных условиях;
- различные технологии упрочнения изделий, основанные методах электро-физико-химической обработки (ЭФХО);
- методику разработки технологических процессов (ТП) поверхностного упрочнения изделий, выбора средств технологического оснащения (СТО).

Уметь:

- рассчитывать или назначать параметры режима обработки и нормировать операции ЭФХО;
- выбрать оптимальный метод обработки изделия и СТО для конкретных производственных условий и обосновать необходимость его применения.

Владеть:

- навыками оформления планировки размещения технологического оборудования;
- навыками оформления технологической документации.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	7 семестр
Общая трудоемкость	180 (5з.е.)	180
Аудиторные занятия (всего)	90	90
В том числе		
Лекции	36	36
Практические занятия	36	36
Лабораторные занятия	18	18
Самостоятельная работа	90	90
Курсовая работа	нет	нет
Курсовой проект	есть	есть
Вид промежуточной аттестации	экзамен	экзамен

Составители программы:
к.т.н., доцент кафедры «Технологии
и оборудование машиностроения» Ю.А. Моргунов

Приложение 2 к
рабочей программе

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки: 15.03.01 МАШИНОСТРОЕНИЕ

ОП (профиль): «Высокоэффективные технологические процессы и оборудование»
(очная, набор 2024/2025)

Вид профессиональной деятельности: (В соответствии с ФГОС ВО)

производственно-технологическая

Кафедра: "Технологии и оборудование машиностроения"

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Комплексные процессы обработки деталей машин

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств

2. Описание оценочных средств:

Составители:

Моргунов Ю.А.

Москва, 2024год

Таблица 1

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Комплексные процессы обработки деталей машин					
ФГОС ВО **15.03.01 «Машиностроение»,** профиль «Высокоэффективные технологические процессы и оборудование» (очная, набор 2024/2025)					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие **профессиональные компетенции**:					
КОМПЕТЕНЦИИ		**Перечень компонентов**	**Технология формирования компетенций**	**Форма оценочного средства****	**Степени уровней освоения компетенций**
ИН-ДЕКС	**ФОРМУЛИРОВКА**				
ОПК-9	Способен внедрять и осваивать новое технологическое оборудование	**знать:** • методику выбора технологического оборудования и технологической оснастки • особенности и требования по размещению технологического оборудования для ЭФХО в производственных условиях **уметь:** • рассчитывать или назначать параметры режима обработки и нормировать операции ЭФХО. **владеть:** навыками оформления планировки размещения технологического оборудования	лекция, самостоятельная работа, практические занятия, курсовое проектирование	УО, П, Т	**Базовый уровень:** воспроизводство полученных знаний в ходе текущего контроля и при выполнении курсового проекта. **Повышенный уровень:** практическое применение полученных знаний в процессе оформления планировок участков с размещением там как основного, так и вспомогательного оборудования и синхронизация их работы.

ПК-1	Способен разрабатывать технологические процессы изготовления машиностроительных изделий средней сложности серийного (массового) производства	**знать:** - различные технологии изготовления изделий, основанные методах электро-физико-химической обработки (ЭФХО) - методику разработки комплексных технологических процессов (ТП) изготовления изделий, выбора средств технологического оснащения (СТО) **уметь:** - выбрать оптимальный метод обработки изделия и СТО для конкретных производственных условий и обосновать необходимость его применения **владеть:** - навыками оформления технологической документации.	лекция, самостоятельная работа, практические занятия, курсовое проектирование	УО, П, Т	**Базовый уровень** - знание основных методов и технологий ЭФХО, способность разработать ТП изготовления изделия с выбором СТО и подготовить комплект КТД с учетом соответствующих стандартов и нормативной документации для стандартных изделий не высокой сложности. **Повышенный уровень** - знание основных методов и технологий ЭФХО, способность разработать ТП изготовления изделия с выбором СТО и подготовить комплект КТД с соблюдением соответствующих стандартов и нормативной документации для стандартных изделий высокой сложности.

**- Сокращения форм оценочных средств см. в приложении 3 к РП.

Примечание.
1.Студенты, освоившие повышенный уровень компетенций, на экзамене претендуют на оценку «хорошо» и «отлично» в зависимости от качества их ответов.
Студенты, освоившие базовый уровень компетенций, на экзамене претендуют на оценку «удовлетворительно».
2. Для получения зачета достаточно освоить базовый уровень знания компетенции.

Приложение 3
к рабочей программе

Перечень оценочных средств по дисциплине

«Комплексные процессы обработки деталей машин»

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Проект (П)	Конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умение обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся.	Темы групповых и/или индивидуальных проектов
2	Устный опрос собеседование, (УО)	Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
3	Тесты по разделам дисциплины, Итоговый тест	По каждому разделу дисциплины предусмотрены тесты, которые студенты должны пройти самостоятельно на компьютере. К каждому вопросу теста даны три- четыре варианта ответа. Правильным является только один. Тестирование ограничено по времени. Для каждого теста предусмотрено три попытки. Засчитывается максимальный результат. Положительный результат – 80%. Итоговое компьютерное тестирование проводится во время промежуточной аттестации: 30 вопросов, на которые отводится 30 минут, дается только одна попытка. Студент, не прошедший итоговое тестирование получает оценку неудовлетворительно и до экзамена не допускается. Результат тестирования учитывается преподавателем при определении общей оценки за экзамен.	Тесты по темам/разделам дисциплины. Итоговый тест

Вариант экзаменационного билета

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет Машиностроения, кафедра «Технологии и оборудование машиностроения»
Дисциплина «Комплексные процессы обработки деталей машин»
Образовательная программа 15.03.01 Машиностроение
Курс 4, семестр 7

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №3

1. Основные преимущества и недостатки методов ЭФХО. Области применения.
2. ГАР. Насосы высокого давления. Основные преимущества этих насосов.
3. Методика выбора оптимального метода ЭФХО. Необходимые и достаточные условия. Основные этапы выбора.

Утверждено на заседании кафедры «__» _____ 20__ г., протокол №__

Зав. кафедрой _____ /_____/

Примерный перечень вопросов на экзамен

Вопросы к экзамену
Основные преимущества и недостатки методов ЭФХО. Области применения.
ГАР. Насосы высокого давления. Основные преимущества этих насосов.
Особенности различных процессов создания сварных конструкций в машиностроении. Области их применения. Условия эффективного использования ЭФХО для сварки изделий.
Методика выбора оптимального метода ЭФХО. Необходимые и достаточные условия. Основные этапы выбора.
Основные параметры шовной лазерной сварки деталей. Влияние параметров на глубину проплавления и форму сварного шва.
Методика определения стоимости 1 погонного метра реза при газолазерной резке.
Основные критерии для выбора целесообразного метода листового раскроя.
Особенности технологии и оборудования ГАР
Лазерная сварка полусепараторов шарикоподшипников. Схема процесса, оборудование и оснастка, режимы, преимущества и область применения.
Схема процесса, оборудование и оснастка, режимы, преимущества и область применения лазерной сварки полусепараторов.
Анализ различных конструкций стыка свариваемых элементов карданного вала.
Назначение змейковых сепараторов в конструкции радиальных шарикоподшипников.
Типы режущих головок по способу введения в жидкость абразивных частиц.
Эжекционная режущая головка для ГАР. Конструкция, принцип работы и характеристики.
Схема формирования сварочной ванны при лазерной сварке с глубоким проплавлением.
Основные параметры лазерной резки и их оптимизация.

Качество и точность обработки при ГАР. Три типа реза и их характеристики. Формы реза при гидроабразивной резке.
Инжекционная режущая головка для ГАР. Конструкция, принцип работы и характеристики.
Различные методы сварки элементов карданного вала. Выбор оптимального метода сварки и его обоснование.
Физическая сущность экзотермической реакции окисления железа при кислородно-лазерной резке.
Нормирование операции лазерной резки. Состав неперекрываемого вспомогательного времени. Состав подготовительно-заключительного времени.
Особенности конструкции и назначение биметаллических подшипников скольжения. Схемы ЭЛС элементов подшипника скольжения и их анализ.
Особенности процесса и взаимодействие струи с материалом. Преимущества и недостатки ГАР.
Основные этапы выбора оптимального метода обработки
Особенности процесса электронно-лучевой сварки. Основные характеристики процесса ЭЛО.
ГАР. Зона чистого реза, остаточная поверхность и их характеристики. Оценка качества реза в соответствии с Европейскими нормами и стандартами (ISO 9001.2000).
Три группы режимных факторов при лазерной сварке металлов. Целесообразные области их применения.
Газы, которые целесообразно использовать при лазерной резке различных групп материалов.
Основные факторами и выходные процессы гидроабразивной резки.
Технологический маршрут изготовления подшипника скольжения. Схемы базирования и установки подшипника на операции ЭЛС.
Основные параметры оптической системы лазера
Технологические параметры лазерной резки.
Влияние формы импульса на продольное сечение сварного шва при импульсной лазерной сварке элементов карданного вала.
Режимы ЭЛС подшипника и расчет штучного времени операции. Циклограмма работы электронно-лучевой установки.
Общие рекомендации по качественной лазерной резке материалов
Циклограмма работы установки для лазерной сварки карданного вала.
Состав энергетического и электромеханического комплекса установки для ЭЛС.
Варианты загрузочных устройств, которые могут быть использованы на лазерных раскройных комплексах
Три традиционных способа соединения полусепараторов, их особенности и недостатки.
Вспомогательные операции перед процессом лазерной сварки элементов карданного вала и их назначение.
Принцип работы системы автоматической смены паллет лазерного раскройного комплекса.
Влияние остаточных деформаций на ресурс работы карданной передачи. Преимущества при использовании технологии лазерной сварки элементов карданного вала.
Влияние плотности мощности электронного луча на характер проплавления. Требования к элементам сварных конструкций. Виды и назначение подкладок при ЭЛС.
Особенности и достоинства процесса лазерной сварки. Точечная лазерная сварка, ее особенности и область применения.
Влияние скорости резки на выходные параметры процесса лазерной резки.
Влияние рабочего давления, расхода абразивного материала и скорости резки на выходные параметры ГАР.
Особенности эксплуатации, требования безопасности при работе на установках детонационного напыления.
Методика подготовки порошка для операции детонационного напыления
Состав энергетического и электромеханического комплекса установки ДН
Классификация технологических установок для детонационного напыления.

Влияние химико-термической обработки (ХТО) на точность изготовления деталей машин (на примере шестерни)
Различие между процессами легирования, наплавки и напыления
Эксплуатационные характеристики легированных поверхностей.
Физическая сущность процесса ионно-плазменного азотирования (ИПА).
Преимущества ИПА перед альтернативными методами химико-термической обработки
Физическая сущность процесса местного электро-термодиффузионного (МЭТД)-упрочнения
Примеры применения ламинированного графита.
Технология производства эластичного графита и его особенности.
Технологический комплекс для производства эластичного графита, его состав и структура
Технологическая оснастка для МЭТД-процесса
Основные факторы, определяющие эффективность процесса ИПА.
Технологический маршрут ИПА шестерен
Технология термоупрочнения червячного вала с помощью МЭТД-процесса
Преимущества и недостатки технологии лазерного термоупрочнения.
Четыре схемы упрочнения непрерывным лазерным излучением
Структура поверхностного слоя после упрочнения.
Варианты нанесения лазерных треков на зеркало гильзы цилиндра и выбор лучшего из них
Особенности лазеров, используемых для операций термоупрочнения
Понятие лазерного трека. Необходимость последующей механической обработки термоупрочненных поверхностей.
Обоснование необходимости лазерного термоупрочнения гильзы цилиндров
Вспомогательные операции, необходимые для осуществления лазерного термоупрочнения и их характеристики
Типы покрытий, получаемых с помощью плазменного напыления
Основные параметры процесса плазменного напыления
Высокоскоростные газодинамические методы нанесения упрочняющих покрытий

Курсовой проект

по дисциплине **«Комплексные процессы обработки деталей машин»**

Курсовой проект как элемент учебной дисциплины должен способствовать формированию указанных компетенций. Курсовой проект базируется на материалах отчета, который был собран во время прохождения студентами производственной практики, в процессе которой либо руководитель практики, либо будущий руководитель курсового проекта выдает каждому студенту задание на курсовой проект. Примерное содержание пунктов и разделов расчетно-пояснительной записки, состав графической части проекта, а также требования по их оформлению приведены в методических указаниях к курсовому проекту.

Структура и содержание курсового проекта определяются требованиями методических указаний по выполнению курсового проекта.

Примерные темы курсовых проектов

- «Технология лазерного термоупрочнения витков червячного вала редуктора лебедки лифта».
- «Разработка операции детонационного напыления створок газотурбинного двигателя».
- «Технология плазменного термоупрочнения зеркала гильзы цилиндров автомобиля «КАМАЗ».
- «Технологический процесс электронно-лучевой сварки ведущей шестерни легкового автомобиля с конусом синхронизатора».
- «Разработка технологии газолазерной резки листового материала».

- «Разработка технологии изготовления отверстий малого диаметра в форсунке топливной аппаратуры".

- "Технология изготовления вырубной штамповой оснастки с помощью проволочно-вырезной электроэрозионной обработки"

- "Технология прошивки отверстий малого диаметра в труднообрабатываемых материалах при ультразвуковом алмазном сверлении".

-"Разработка технологии химико-термической обработки ответственных деталей с применением ионно-плазменного азотирования ответственных деталей

- Процесс изготовления "окон" в деталях топливной аппаратуры с помощью электрохимической размерной обработки (ЭХРО).

- "Технология изготовления штамповой оснастки с помощью профильно-копировальной электроэрозионной обработки".

- Технология получения аэродинамических занижений на детали типа "гайка" авиационного двигателя".

- Технология изготовления проставок газотурбинного двигателя с подробной разработкой процесса детонационного напыления".

- "Процесс изготовления плоскостных изделий с помощью технологии плазменного раскроя".

Примеры тестовых заданий

1. К методам ЭФХО относятся …

1. ЭЭО, ЭХО, лазерная наплавка, электронно-лучевая сварка, плазменная резка, ультразвуковая сварка
2. ЭЭО, ЭХО, лазерная сварка, электронно-лучевая обработка, плазменная обработка, гидростатическая штамповка, сварка трением
3. ЭЭО, ЭХ полирование, лазерная обработка, электронно-лучевая прошивка отверстий, плазменное напыление, суперфиниш, ультразвуковая обработка

2. Что является технологической средой для МЭТД-процесса?

1. глубокий вакуум
2. ламинированный пластик
3. ламинированный графит
4. диэлектрические жидкости

3. Преимущества ИПА перед традиционным процессом термоупрочнения детали:

1. улучшается размерная точность
2. процесс полностью автоматизирован
3. отсутствие деформации деталей после обработки

4. В каких случаях для технологий послойной лазерной наплавки целесообразна подача материала в виде наплавочной проволоки?

1. если требуется снизить расход дорогостоящего материала
2. если к изделию предъявляются повышенные требования к точности изготовления изделия
3. при относительно несложной геометрии формируемых изделий.