

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Максимов Алексей Борисович

Должность: директор департамента по образовательной политике

Дата подписания: 07.09.2023 10:56:02

Уникальный программный ключ:

8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета машиностроения



/Е.В.Сафонов

2022г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**«Электрофизические и электрохимические технологии в
машиностроении»**

Направление подготовки:

15.04.01 МАШИНОСТРОЕНИЕ

Профиль подготовки:

Комплексные высокоэффективные технологии в машиностроении

Квалификация выпускника

Магистр

(прием 2022)

Форма обучения

Очная

Москва, 2022 год

Программа дисциплины «**Электрофизические и электрохимические технологии в машиностроении**» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по специальности **15.04.01 «Машиностроение»** и профилю подготовки «**Комплексные высокоэффективные технологии машиностроения**».

Программу составили:

Доц., к.т.н.

Проф., д.т.н.



/М.Ю.Моргунов/



/Б.П. Саушкин/

Программа дисциплины «**Электрофизические и электрохимические технологии в машиностроении**» по специальности **15.04.01 «Машиностроение»** и профилю подготовки «**Комплексные высокоэффективные технологии машиностроения**» утверждена на заседании кафедры «Технологии и оборудование машиностроения» «29» августа 2022 г., протокол № 1-22/23

Заведующий кафедрой,
доцент, к.т.н.



/А.Н. Васильев/

Программа согласована с руководителем образовательной программы по специальности **15.04.01 «Машиностроение»**, и профилю подготовки «**Комплексные высокоэффективные технологии машиностроения**»

проф., д.т.н.



/М.В. Вартанов/
«12» сентября 2022г

Программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета машиностроения «13» сентября 2022 г. протокол № 14-22

Председатель комиссии,
доцент, к.т.н.



/А.Н. Васильев/

Присвоен регистрационный номер	15.04.01.01/03.2022/ 024
--------------------------------	--------------------------

1. Цели освоения дисциплины

К **основным целям** освоения дисциплины «**Электрофизические и электрохимические технологии в машиностроении**» относятся:

- формирование знаний и навыков проектирования высокоэффективных технологических процессов электроэрозионной (ЭЭО) и электрохимической (ЭХО) обработки изделий машиностроения, обеспечивающих заданный объем выпуска и высокое качество продукции при минимальных удельных ресурсозатратах;
- формирование знаний и навыков управления процессами разработки и освоения новой продукции и наукоемких технологий, основанных на физико-химических явлениях электрической эрозии металлов и сплавов (ЭЭО) и высокоскоростного анодного растворения их в условиях электролиза (ЭХО).

К **основным задачам** освоения дисциплины «**Электрофизические и электрохимические технологии в машиностроении**» относятся:

- освоение методологии определения области эффективного применения электрофизических и электрохимических технологий, повышения их конкурентоспособности среди альтернативных технологий, определения их роли и места в общем технологическом процессе изготовления машиностроительной продукции;
- формирование умений и навыков по обоснованному выбору или разработке высокоэффективных средств технологического оснащения для операций ЭЭО и ЭХО;
- освоение методики выбора или расчета параметров режима обработки изделий на операциях ЭХО и ЭЭО выполнением работ по нормированию удельных ресурсозатрат.

2. Место дисциплины в структуре ООП магистрата

Дисциплина «**Электрофизические и электрохимические технологии в машиностроении**» относится к числу **элективных** учебных дисциплин основной образовательной программы магистрата.

Дисциплина «**Электрофизические и электрохимические технологии в машиностроении**» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

В обязательной части (Б1.1):

- «Компьютерные технологии и моделирование в машиностроении»;
- «Стандартизация, унификация и управление качеством»;
- «Математическое моделирование машин и процессов в машиностроении».

В части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.2):

- «Технология и автоматизация производства»;
- «Комплексные технологические процессы»;
- «Инновационные технологии машиностроения».

В элективных дисциплинах:

- «Технологическая оснастка многономенклатурных производств».

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 компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-2	Способностью разработки технологических процессов изготовления опытных образцов машиностроительных изделий средней сложности	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методы уменьшения влияния технологических факторов, вызывающих погрешности изготовления при ЭХО и ЭЭО. <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выявлять основные технологические задачи, решаемые при разработке технологических процессов ЭХО и ЭЭО. <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками разработки маршрутных технологических процессов и операций изготовления изделий машиностроения
ПК-3	Способностью разработки технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности серийного (массового) производства	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - типовые технологические процессы изготовления машиностроительных изделий, основанные методах ЭХО и ЭЭО <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выбирать и назначать технологические режимы технологических операций <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками выбора средств технологического оснащения (СТО) для реализации технологических процессов изготовления изделий - навыками разработки технологических операций и их нормирования при изготовлении изделий

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, т.е. 144 академических часов (из них 116 часов – самостоятельная работа студентов).

Дисциплина читается на втором курсе в 4 семестре: лекции - 1 час в неделю (14 час), практические занятия - 1 час в неделю (14 час.). Форма промежуточной аттестации – **зачет**. Структура и содержание дисциплины по срокам и видам работы отражены в приложении 1.

Содержание разделов дисциплины

4.1. Основные понятия и определения курса

История создания ЭЭО и ЭХО, основоположники электрофизических и электрохимических методов и технологий, роль отечественных ученых в развитии технологий. Основные этапы

развития ЭФЭХМО, современное состояние технологий ЭЭО и ЭХО и перспективы их развития. Мировой рынок оборудования и основные производители оборудования.

Явление электрической эрозии токопроводящих материалов, процесс низковольтного электрического разряда в жидкой диэлектрической среде, метод и способы электроэрозионной обработки, технологические операции ЭЭО и их характеристика.

Электрохимическая система (ячейка, гальванический элемент), анодные и катодные электродные процессы, высокоскоростное анодное растворение металлов и сплавов, метод и способы ЭХО, технологические операции ЭХО и их характеристика.

4.2. Метод и технологии электроэрозионной обработки

Физико-химические основы электроэрозионной обработки: низковольтный электрический разряд в жидкой диэлектрической среде, тепловые процессы в зоне разряда, удаление металла с поверхности электродов и образование единичной лунки, суперпозиция лунок и формирование припуска, гидромеханические процессы в МЭП и эвакуация продуктов разряда из зоны обработки, термомеханические и термохимические процессы.

Технологические основы электроэрозионной обработки: технологические операции ЭЭО, технологические характеристики операций ЭЭО (производительность, точность, качество поверхностного слоя). Методика проектирования операций ЭЭО, нормирование операций.

Средства технологического оснащения и методики их проектирования: технологическое оборудование, оснастка и инструмент - особенности проектирования и эксплуатации. Область эффективного применения технологий ЭЭО. Особенности технико-экономических расчетов операций ЭЭО.

4.3. Метод и технологии электрохимической размерной обработки

Физико-химические основы электрохимической обработки: Электрические процессы в электролизере, электрохимические процессы при электролизе, тепловые и гидродинамические процессы. Законы Ома и Фарадея для межэлектродного промежутка (МЭП). Электрохимический эквивалент и выход по току. Массовая, объемная и линейная скорость электрохимического растворения металлов. Понятие об электродном потенциале: поляризация электрода и перенапряжение реакции. Основные сведения о кинетике электродных процессов.

Технологические основы электрохимической обработки: технологические операции ЭХО, технологические характеристики операций ЭХО (производительность, точность, качество поверхностного слоя), Методика проектирования операций ЭХО, нормирование операций.

Средства технологического оснащения и методики их проектирования: технологическое оборудование, оснастка и инструмент - особенности проектирования и эксплуатации. Область эффективного применения технологий ЭХО. Особенности технико-экономических расчетов операций ЭХО.

5. Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины «**Электрофизические и электрохимические технологии в машиностроении**» и реализация современного методологического подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих форм проведения групповых, индивидуальных и аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой и возможностями дистанционного общения с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

- лекционные занятия (в очном или дистанционном формате) с использованием презентаций и тематических видеороликов;
- подготовка и выполнение практических работ в аудиториях и лабораториях вуза и их защита;
- обсуждение и защита студентами рефератов по различным темам данной дисциплины.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «**Электрофизические и электрохимические технологии в машиностроении**» и в целом по дисциплине составляет 25% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 50% от объема 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 практических работ и их защита, тестирование по отдельным разделам курса или по материалам реферата.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные вопросы по всем разделам дисциплины, комплект тестов, защита практических работ и рефератов.

Контрольные вопросы для проведения текущего контроля, примеры тестовых вопросов, тематика рефератов, образцы 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
ПК-2	Способностью разработки технологических процессов изготовления опытных образцов машиностроительных изделий средней сложности
ПК-3	Способностью разработки технологических процессов 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: зачет

Промежуточная аттестация обучающихся проходит в комбинированной форме: итоговое тестирование-зачет. 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 «зачтено» или «не зачтено».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Электрофизические и электрохимические технологии в машиностроении» (самостоятельное тестирование по разделам дисциплины с положительным результатом (более 70%), выполнение и успешная защита практических работ, защита реферата, выполнение заданий на самостоятельную работу и пр.).

Итоговое тестирование студентов проводится во время промежуточной аттестации. Студент, не прошедший итоговое тестирование, к зачету не допускается.

Шкала оценивания	Описание
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины. Успешно сдан итоговый тест. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, 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.
Не зачтено	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 показателям, 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 В к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Физико-химические методы и технологии обработки: учебное пособие / Б.П. Саушкин, Ю.А. Моргунов, Н.В. Хомякова; под ред. Б.В. Шандрова. – М.: Московский Политех, 2018. – 108 с.

б) дополнительная литература:

1. Электроэрозионная обработка изделий авиационно-космической техники/ Ю.С.Елисеев, Б.П.Саушкин; под ред. Б.П.Саушкина. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2010.– 437 с.
2. Электрохимическая обработка изделий авиационно-космической техники/ В.И.Ломаев, Ю.А.Моргунов, Б.П.Саушкин, Г.Б.Саушкин; под ред. Б.П.Саушкина.– М.: ФОРУМ, 2013. – 480 с.
3. Научно-технические 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.: ФОРУМ, 2013. – 928 с. ил. (Высшее образование)
4. 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 практических работ:

1. Физико-химические методы и технологии обработки: практикум/ сост.: Б.П. Саушкин, Ю.А. Моргунов, Н.В. Хомякова. - Москва: Московский Политех, 2018. – 44с.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лекционные аудитории кафедры «Технологии и оборудование машиностроения» (АВ1502, АВ1510, АВ1508), оснащенные мультимедийными проекторами для показа видеofilмов, слайдов, презентаций. Для проведения практикума по дисциплине в лабораториях кафедры (АВ1104, АВ1104а, АВ2109) имеется следующее оборудование: копировально-прошивочные и проволочно-вырезные электроэрозионные станки, установки 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 технологий электроэрозионной и электрохимической обработки изделий.

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 зачету

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным занятиям;
- подготовка к практическим занятиям;
- выполнение домашних заданий по закреплению тем;
- оформление рефератов по отдельным темам программы;
- подготовка к тестированию.

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. Коллективные эффекты при электроэрозионной обработке. Коэффициент эрозии и коэффициент эффективности.
2. Обобщенная модель процесса электрической эрозии материалов
3. Моделирование процесса проволочной вырезки
4. Влияние параметров режима на процесс ЭЭО
5. Станки для ЭЭО и генераторы импульсов
6. Рабочие среды для ЭЭО, их свойства и выбор
7. Оформление технологической документации по ЭЭО
8. Электроискровое легирование
9. Себестоимость операций ЭЭО и ЭХО
10. Циклограммы работы электрохимических станков
11. Нормирование операций ЭЭО
12. Нормирование операций ЭХО
13. Электрохимические процессы на электродах
14. Операции электрохимического маркирования
15. Понятие наукоемкое производство, наукоемкие технологии и изделия. Кастомизация производства
16. Станочное оборудование для ЭХО.
17. Импульсная электрохимическая обработка.
18. Безопасность жизнедеятельности и экологическая безопасность при применении ЭФЭХ методов обработки
19. Основы организации системы менеджмента качества на предприятиях

10. Методические рекомендации для преподавателя

Основное внимание при изучении дисциплины «**Электрофизические и электрохимические технологии в машиностроении**» 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 ФХО 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 и ТЭО принимаемых решений. Следует ознакомиться с организацией системы менеджмента качества на предприятии.

Теоретическое изучение основных вопросов разделов дисциплины должно завершаться практической работой.

Для активизации учебного процесса при изучении дисциплины эффективно применение презентаций по различным темам лекций 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 дисциплины;
- видеоматериалы для закрепления полученной на лекциях информации;
- методические указания для выполнения практических работ.

ПРИЛОЖЕНИЯ к рабочей программе

- А. Структура и содержание дисциплины
- Б. Аннотация рабочей программы дисциплины
- В. Фонд оценочных средств

Структура и содержание дисциплины «**Электрофизические и электрохимические технологии в машиностроении**»
по направлению подготовки **15.04.01 "Машиностроение"**
профиль «**Комплексные высокоэффективные технологии машиностроения**»

№ п/п	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Рефр.	К/р	Э	З
1.	<p>Раздел1. Основные понятия и определения курса Л.1. Введение: Основные понятия и определения курса. История создания ЭЭО и ЭХО. Основные этапы развития, современное состояние технологий и перспективы их развития. Явление электрической эрозии. Анодные и катодные электродные процессы, высокоскоростное анодное растворение металлов и сплавов.</p>	4	1	2			8								
2.	<p>Разд.2. Метод и технологии электроэрозионной обработки. Л.2. Физико-химические основы электроэрозионной обработки: низковольтный электрический разряд в жидкой диэлектрической среде, тепловые процессы в зоне разряда, удаление металла с поверхности электродов и образование единичной лунки, суперпозиция лунок и формирование припуска, гидромеханические процессы в МЭП и эвакуация продуктов разряда из зоны обработки, термомеханические и термохимические процессы.</p>	4	2-4	6			24					РФ1			

	<p>Л.3. Технологические основы электроэрозионной обработки: технологические операции ЭЭО, технологические характеристики операций ЭЭО (производительность, точность, качество поверхностного слоя), технологическое оборудование, оснастка и инструмент - особенности проектирования и эксплуатации. Методика проектирования операций ЭЭО, нормирование операций. Область эффективного применения технологий ЭЭО. Особенности технико-экономических расчетов операций ЭЭО.</p> <p>Л.4. Средства технологического оснащения и методики их проектирования. Технологическое оборудование, оснастка и инструмент - особенности проектирования и эксплуатации. Область эффективного применения технологий ЭЭО.</p>														
3.	<p>Разд.3. Метод и технологии электрохимической размерной обработки.</p> <p>Л.5. Физико-химические основы электрохимической обработки: Электрические процессы в электролизере, электрохимические процессы при электролизе, тепловые и гидродинамические процессы. Законы Ома и Фарадея для межэлектродного промежутка (МЭП). Электрохимический эквивалент и выход по току. Массовая, объемная и линейная скорость электрохимического растворения металлов. Понятие об электродном потенциале: поляризация электрода и перенапряжение реакции. Основные сведения о кинетике электродных процессов.</p> <p>Л.6. Технологические основы электрохимической обработки: технологические операции ЭХО, технологические характеристики операций ЭХО (производительность, точность, качество</p>	4	5-7	6			24					РФ2			

	поверхностного слоя), технологическое оборудование, оснастка и инструмент - особенности проектирования и эксплуатации. Методика проектирования операций ЭХО, нормирование операций. Область эффективного применения технологий ЭХО. Особенности технико-экономических расчетов операций ЭХО. Л.7. Средства технологического оснащения и методики их проектирования. Технологическое оборудование, оснастка и инструмент - особенности проектирования и эксплуатации. Область эффективного применения технологий ЭХРО.													
4	Практическая работа №1 «Изучение средств технологического оснащения операций ЭЭРО и методов расчета параметров режима»	4	8-11		8		30				РГР1			
5.	Практическая работа №2 «Изучение средств технологического оснащения операций ЭХРО и методов расчета параметров режима»	4	12-14		6		30				РГР2			
	Форма аттестации													3
	Всего часов по дисциплине			14	14		116				+	+		+