Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 03.10.2023 15:03:54
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

35

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета машиностроения

_____ **Е. В. Сафонов** /
"13" декабря 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Оборудование и технологии обработки концентрированными потоками энергии»

Направление подготовки
22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»

Профиль подготовки (образовательная программа)
«Перспективные материалы и технологии»

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Москва 2022 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов», профиль подготовки "Перспективные материалы и технологии "

Программу составил:
д.т.н., проф. _____ /Овчинников В.В./

Программа дисциплины «Оборудование и технологии обработки концентрированными потоками энергии» по направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» утверждена на заседании кафедры материаловедения
«23» 06 2022 г., протокол № 11

Зам. зав. кафедрой
к.т.н., проф. _____ /Давыденко Л.В./

Программа согласована с руководителем образовательной программы «Перспективные материалы и технологии»

_____ /Якутина С.В./
«23» 06 2022 г.

Программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета машиностроения

Председатель комиссии _____ / Васильев А.Н./

«13» 09 20___ г. Протокол: 14 - 22

Присвоен регистрационный номер:	**22.03.01.01/01.2022. 35**

1. Цели освоения дисциплины

К **основным целям** освоения дисциплины «Оборудование и технологии обработки концентрированными потоками энергии» следует отнести:

– подготовка студента к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой по направлению;

– познание природы и свойств материалов, а также методов их упрочнения для наиболее эффективного использования в технике.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Оборудование и технологии обработки концентрированными потоками энергии» следует отнести:

– освоение основных связей между строением материалов и их свойствами (твердостью, прочностью, износостойкостью, пластичностью и др.);

– приобретение знаний о методах упрочнения материалов;

– получение навыков правильно выбрать оптимальный метод упрочнения деталей в конкретных условиях эксплуатации;

– формирование навыков использования современных методов упрочнения;

– применение полученных знаний, навыков и умений в последующей профессиональной деятельности.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Оборудование и технологии обработки концентрированными потоками энергии» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений

Дисциплина «Оборудование и технологии обработки концентрированными потоками энергии» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

– Химия материалов;
– Физика;
– Метрология, стандартизация и сертификация;
– Композиционные материалы;
– Перспективные материалы;
– Технологические процессы получения и обработки материалов;
– Металлические материалы.

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

В результате освоения дисциплины (модуля) 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	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

ПК-1	Способен выполнять комплексные исследования и испытания материалов (изделий), обрабатывать, анализировать и представлять результаты исследований	ИПК-1.1 Знает: цели и задачи проводимых исследований, методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации; ИПК-1.2 Умеет: проводить наблюдения и измерения, составлять отчеты по результатам проведенных экспериментов, обрабатывать и представлять полученные результаты; ИПК-1.3 Имеет навыки проведения измерений и наблюдений, обработки результатов, составления отчетов и представления полученных данных
ПК-2	Способен осуществлять выбор материалов и технологических процессов для получения заданного комплекса свойств	ИПК-2.1 Знает: металлические и неметаллические конструкционные и инструментальные материалы, их свойства, способы упрочнения, технологические возможности термической обработки, методы проведения структурного анализа и определения эксплуатационных свойств деталей и инструментов ИПК-2.2 Умеет: выбирать материалы для деталей машин, приборов и инструментов, вид термической обработки, проводить структурный анализ и измерения показателей, характеризующих эксплуатационные свойства деталей и инструментов, устанавливать причины их отклонения от заданных параметров; ИПК-2.3 Имеет навыки: выбора материалов для различных изделий, вид термической обработки, проведения структурного анализа, измерения показателей, характеризующих эксплуатационные свойства деталей и инструментов, устанавливать причины их отклонения от заданных параметров

4. Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, т.е. 216 академических часов (из них 108 час – самостоятельная работа студентов).

Разделы дисциплины «Оборудование и технологии обработки концентрированными потоками энергии» изучаются на третьем курсе.

Пятый семестр: лекции – 18 часов, лабораторные работы – 18 часов, семинары – 18 часов, форма контроля – зачет.

Шестой семестр: лекции – 18 часов, лабораторные работы – 18 часов, семинары – 18 часов, форма контроля – экзамен.

Структура и содержание дисциплины «Оборудование и технология обработки концентрированными потоками энергии» по срокам и видам работы отражены в Приложении 1.

Содержание разделов дисциплины.

1. Физико-химические основы упрочнения металлических материалов

Механизмы упрочнения сталей. Дислокационное упрочнение сталей. Деформационное упрочнение. Твердорастворное упрочнение. Зернограничное упрочнение. Термическое упрочнение. Термодеформационное упрочнение. Роль поверхностного упрочнения с использованием концентрированных потоков энергии в повышении качества и работоспособности различных изделий. Поверхностное упрочнение закалкой токами высокой частоты. Физические основы индукционной закалки сталей и сплавов. Основные схемы и типы установок. Охрана труда при работе на установках для индукционной закалки.

2. Плазменная поверхностная обработка

Плазменная поверхностная закалка сталей. Воздействие параметров режима плазменной закалки сталей на фазовый состав и твердость поверхности в зоне термического влияния. Влияние параметров режима плазменной закалки на геометрию, фазовый состав, структуру и свойства зоны термического влияния.

3. Оборудование для лазерной и плазменной обработки

Физические основы взаимодействия концентрированных потоков энергии с веществом. Основные типы технологических лазерных и плазменных установок. Оптические системы лазерных установок. Охрана труда при работе на лазерных и плазменных установках.

4. Методы лазерной обработки материалов

Общие сведения о традиционных методах обработки материалов тепловыми источниками. Классификация и сущность методов поверхностной лазерной обработки материалов. Ударное воздействие, лазерная маркировка, лазерная термообработка, лазерное легирование, лазерная очистка поверхности.

5. Особенности структурных превращений в сталях и сплавах при обработке концентрированными потоками энергии

Особенности фазовых переходов при скоростном нагреве железоуглеродистых сплавов. Особенности структуры, образовавшейся при высоких скоростях охлаждения, и при обработке с оплавлением поверхности. Структура и строение поверхностных слоев различных сплавов после обработки концентрированными потоками энергии. Аморфизация поверхности при оплавлении. Наноструктурные дефекты в зонах обработки.

Факторы, влияющие на геометрические размеры зон лазерного и плазменного воздействия. Влияние исходного состояния и режимов обработки с использованием концентрированных потоков энергии на структуру и размеры зон упрочнения.

6. Структура и механизмы упрочнения цветных сплавов

Структура и твердость алюминиевых и медных сплавов после обработки концентрированными потоками энергии. Упрочнение титановых и циркониевых сплавов с помощью лазерного и плазменного излучения.

7. Свойства сталей и сплавов после обработки концентрированными потоками энергии

Исследование износостойкости, теплостойкости и коррозионной стойкости сплавов после обработки концентрированными потоками энергии. Исследование распределения остаточных напряжений и определение деформаций после лазерной и плазменной обработки. Механические свойства и качество поверхности сплавов после упрочнения концентрированными потоками энергии.

8. Технологические особенности методов термической обработки с использованием концентрированных потоков энергии

Основные параметры зон закалки и характеристики упрочненной поверхности. Технологические схемы лазерного и плазменного упрочнения поверхностных слоев. Конкретные примеры термической обработки с использованием концентрированных потоков энергии в машиностроении.

9. Легирование сталей и сплавов с использованием концентрированных потоков энергии

Явление массопереноса и перераспределения легирующих элементов при воздействии концентрированных потоков энергии. Лазерное и плазменное легирование поверхности различными элементами и соединениями. Технологические особенности поверхностного легирования и наплавки с использованием концентрированных потоков энергии. Составы покрытий и особенности микроструктуры зон легирования. Свойства сплавов после поверхностной химико-термической обработки с нагревом концентрированными потоками энергии и перспективы развития этих процессов.

5. Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины «Оборудование и технология обработки концентрированными потоками энергии» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

- индивидуальное обсуждение выполняемых этапов лабораторных работ;
- проведение контрольных работ.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины и в целом по дисциплине составляет 50% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 30% от объема аудиторных занятий.

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

Контроль успеваемости и качества подготовки проводится в соответствии с требованиями "Положения об организации образовательного процесса в московском политехническом университете".

Для контроля успеваемости и качества освоения дисциплины настоящей программой предусмотрены следующие виды контроля:

- текущий контроль успеваемости;
- промежуточная аттестация.

6.1. Организация и порядок проведения текущего контроля

6.1.1. Формы проведения контроля

Для проведения текущего контроля применяются следующие формы:

- лабораторные работы,
- контрольные работы,
- сообщение по темам семинаров.

6.1.2. Содержание текущего контроля

Все лабораторные и практические работы, предусмотренные данной рабочей программой должны быть отработаны. По каждой работе студенту необходимо самостоятельно составить отчет, который должен включать: название работы, расчеты, рисунки, таблицы, графики, выводы, указанные в описании работы.

По каждой работе студент получает зачет, который отмечается в журнале преподавателя и, при необходимости, в журнале успеваемости группы.

Контрольные работы проводятся на лекциях по текущей теме. По каждой контрольной работе студент получает зачет, который отмечается в журнале преподавателя и, при необходимости, в журнале успеваемости группы.

По темам семинаров студент готовит сообщение (с презентацией или без нее) по приведенным в рабочей программе вопросам или по другим вопросам по согласованию с преподавателем.

За каждое сообщение студент получает зачет, который отмечается в журнале преподавателя и, при необходимости, в журнале успеваемости группы.

6.1.3. Сроки выполнения текущего контроля и критерии оценивания результатов

Лабораторные работы и семинары должны быть отработаны, оформлены и зачтены в течение текущего семестра до промежуточной аттестации.

Контрольные работы могут быть выполнены при прохождении промежуточной аттестации (на зачете или экзамене).

Критерии оценивания результатов изложены в приложении к рабочей программе "Фонд оценочных средств".

6.2. Организация и порядок проведения промежуточной аттестации

6.2.1. Форма проведения промежуточной аттестации

Учебным планом предусмотрены следующие виды промежуточной аттестации:

5 семестр - зачёт,

6 семестр - экзамен.

Промежуточная аттестация проводится в сроки, установленные утвержденным расписанием зачётно-экзаменационной сессии.

До даты проведения промежуточной аттестации студент должен получить зачеты по всем этапам текущего контроля.

Перечень обязательных работ и форма отчетности по ним представлены в таблице :

Вид работы	Форма отчетности и текущего контроля
Лабораторные или практические работы (перечень лабораторных работ в приложении В)	Оформленные отчеты выполненных самостоятельно лабораторных или практических работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины, включающие все необходимые материалы (рисунки, графики, выводы и др.), изложенные в приложении В.
Контрольная работа	Ответы на вопросы задания
Сообщение по теме семинара	Выступление на семинаре

Если студентом не пройден один или более видов текущего контроля, преподаватель имеет право выставить ему оценку «не зачтено» или «неудовлетворительно» на промежуточной аттестации.

6.2.2. Показатели и критерии оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины, шкала оценивания

Форма промежуточной аттестации: зачёт.

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

ПК-1 Способен выполнять комплексные исследования и испытания материалов (изделий), обрабатывать, анализировать и представлять результаты исследований		
ИПК-1.1 Знает: цели и задачи проводимых исследований, методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие знаний о целях и задачах проводимых исследований, методов проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации;	Обучающийся демонстрирует знания о целях и задачах проводимых исследований, методов проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации;

ИПК-1.2 Умеет: проводить наблюдения и измерения, составлять отчеты по результатам проведенных экспериментов, обрабатывать и представлять полученные результаты	Обучающийся не может выбирать вид обработки концентрированными потоками энергии, проводить измерения показателей, характеризующих эксплуатационные свойства изделий, устанавливать причины их отклонения от заданных параметров	Обучающийся умеет выбирать вид обработки концентрированными потоками энергии, проводить измерения показателей, характеризующих эксплуатационные свойства изделий, устанавливать причины их отклонения от заданных параметров
ИПК-1.3 Имеет навыки проведения измерений и наблюдений, обработки результатов, составления отчетов и представления полученных данных	Обучающийся не имеет навыки выбора способа обработки концентрированными потоками энергии, измерения показателей, характеризующих эксплуатационные свойства деталей устанавливать причины их отклонения от заданных параметров	Обучающийся имеет навыки выбора способа обработки концентрированными потоками энергии, измерения показателей, характеризующих эксплуатационные свойства деталей устанавливать причины их отклонения от заданных параметров
ПК-2. Способность осуществлять выбор материалов и технологических процессов для получения заданного комплекса свойств		
ИПК-2.1 Знает: металлические и неметаллические конструкционные и инструментальные материалы, их свойства, способы упрочнения, технологические возможности термической обработки, методы проведения структурного анализа и определения эксплуатационных свойств деталей и инструментов	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие знаний о способах поверхностной обработки материалов, технологические возможности обработки концентрированными потоками энергии	Обучающийся демонстрирует знания о способах поверхностной обработки материалов, технологические возможности обработки концентрированными потоками энергии
ИПК-2.2 Умеет: выбирать материалы для деталей машин, приборов и инструментов, вид термической обработки, проводить структурный анализ и измерения показателей, характеризующих	Обучающийся не выбирать вид обработки концентрированными потоками энергии, проводить измерения показателей, характеризующих эксплуатационные свойства изделий, устанавливать причины их отклонения от заданных параметров;	Обучающийся умеет выбирать вид обработки концентрированными потоками энергии, проводить измерения показателей, характеризующих эксплуатационные свойства изделий, устанавливать причины их отклонения от заданных параметров;

эксплуатационные свойства деталей и инструментов, устанавливать причины их отклонения от заданных параметров		
ИПК-2.3 Имеет навыки: выбора материалов для различных изделий, вид термической обработки, проведения структурного анализа, измерения показателей, характеризующих эксплуатационные свойства деталей и инструментов, устанавливать причины их отклонения от заданных параметров	Обучающийся не имеет навыки выбора способа обработки концентрированными потоками энергии, измерения показателей, характеризующих эксплуатационные свойства деталей устанавливать причины их отклонения от заданных параметров	Обучающийся имеет навыки выбора способа обработки концентрированными потоками энергии, измерения показателей, характеризующих эксплуатационные свойства деталей устанавливать причины их отклонения от заданных параметров

Шкала оценивания	**Описание**
Зачтено	Пройдены **все этапы текущего контроля**, предусмотренные программой дисциплины. Студент на протяжении семестра демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками.
Не зачтено	Не пройден **хотя бы один этап текущего контроля**, предусмотренного программой дисциплины или студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускает значительные ошибки, проявляет отсутствие знаний, умений, навыков

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

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

ПК-1 – Способен выполнять комплексные исследования и испытания материалов (изделий), обрабатывать, анализировать и представлять результаты исследований	
Показатель	**Критерии оценивания**

	2	3	4	5
ИПК-1.1 Знает: цели и задачи проводимых исследований, методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: цели и задачи проводимых исследований, методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: цели и задачи проводимых исследований, методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: цели и задачи проводимых исследований, методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации, допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: цели и задачи проводимых исследований, методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации, свободно оперирует приобретенными знаниями.
ИПК-1.2 Умеет: проводить наблюдения и измерения, составлять отчеты по результатам проведенных экспериментов, обрабатывать и представлять полученные результаты	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет проводить наблюдения и измерения, составлять отчеты по результатам проведенных экспериментов, обрабатывать и представлять полученные результаты;	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: проводить наблюдения и измерения, составлять отчеты по результатам проведенных экспериментов, обрабатывать и представлять полученные результаты;. Допускаются	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: проводить наблюдения и измерения, составлять отчеты по результатам проведенных экспериментов, обрабатывать и представлять полученные результаты;. Умения освоены,	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: проводить наблюдения и измерения, составлять отчеты по результатам проведенных экспериментов, обрабатывать и представлять полученные результаты;. Свободно

		значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
ИПК-1.3 Имеет навыки проведения измерений и наблюдений, обработки результатов, составления отчетов и представления полученных данных	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени имеет навыки проведения измерений и наблюдений, обработки результатов, составления отчетов и представления полученных данных	Обучающийся имеет навыки проведения измерений и наблюдений, обработки результатов, составления отчетов и представления полученных данных, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся частично имеет навыки проведения измерений и наблюдений, обработки результатов, составления отчетов и представления полученных данных, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме имеет навыки проведения измерений и наблюдений, обработки результатов, составления отчетов и представления полученных данных, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.
ПК-2 – Способен осуществлять выбор материалов и технологических процессов для получения заданного комплекса свойств				
Показатель	**Критерии оценивания**			
	2	**3**	**4**	**5**

ИПК-2.1 Знает: металлические и неметаллические конструкционные и инструментальные материалы, их свойства, способы упрочнения, технологические возможности термической обработки, методы проведения структурного анализа и определения эксплуатационных свойств деталей и инструментов	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: способы поверхностной обработки материалов, технологические возможности обработки концентрированными потоками энергии	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: способы поверхностной обработки материалов, технологические возможности обработки концентрированными потоками энергии . Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: способы поверхностной обработки материалов, технологические возможности обработки концентрированными потоками энергии , но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: способы поверхностной обработки материалов, технологические возможности обработки концентрированными потоками энергии , свободно оперирует приобретенными знаниями.
ИПК-2.2 Умеет: выбирать материалы для деталей машин, приборов и инструментов, вид термической обработки, проводить структурный анализ и измерения показателей, характеризующих эксплуатационные свойства	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет выбирать вид обработки концентрированными потоками энергии, проводить измерения показателей, характеризующих эксплуатационные свойства изделий, устанавливать причины их отклонения от заданных	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: выбирать вид обработки концентрированными потоками энергии, проводить измерения показателей, характеризующих эксплуатационные свойства изделий, устанавливать причины их отклонения от	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: выбирать вид обработки концентрированными потоками энергии, проводить измерения показателей, характеризующих эксплуатационные свойства изделий, устанавливать причины их отклонения от	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: выбирать вид обработки концентрированными потоками энергии, проводить измерения показателей, характеризующих эксплуатационные свойства изделий, устанавливать причины их отклонения от

деталей и инструментов, устанавливать причины их отклонения от заданных параметров	параметров.	заданных параметров. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	заданных параметров. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	заданных параметров. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
ИПК-2.3 Имеет навыки: выбора материалов для различных изделий, вид термической обработки, проведения структурного анализа, измерения показателей, характеризующих эксплуатационные свойства деталей и инструментов, устанавливать причины их отклонения от заданных параметров	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени имеет навыки выбора способа обработки концентрированными потоками энергии, измерения показателей, характеризующих эксплуатационные свойства деталей устанавливать причины их отклонения от заданных параметров	Обучающийся имеет навыки выбора способа обработки концентрированными потоками энергии, измерения показателей, характеризующих эксплуатационные свойства деталей устанавливать причины их отклонения от заданных параметров , допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся частично имеет навыки выбора способа обработки концентрированными потоками энергии, измерения показателей, характеризующих эксплуатационные свойства деталей устанавливать причины их отклонения от заданных параметров , но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме имеет навыки выбора способа обработки концентрированными потоками энергии, измерения показателей, характеризующих эксплуатационные свойства деталей устанавливать причины их отклонения от заданных параметров, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена 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. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Шкала оценивания	**Описание**
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины. 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. Студент демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущены значительные ошибки или неточности.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных рабочей программой дисциплины. 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 приложениях 1,2 к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

а) Основная литература:

Материаловедение. Учебник для студ. высш. учеб. заведений / Г. М. Волков, В. М. Зуев – М. : издательство Академия, 2011, 400 с.

б) Дополнительная литература:

1. Материаловедение. Учебник для вузов / под редакцией Б. Н. Арзамасова, Г. Г. Мухина / Арзамасов Б. Н., Макарова В. И., Мухин Г. Г. и др. – М. : издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001, 648 с.

2. Термическая обработка сталей. Методические указания / под редакцией Г. М. Волкова – МГТУ «МАМИ», 2008.

3. Машиностроительные материалы. Методические указания / под редакцией Г. М. Волкова – МГТУ «МАМИ», 2003.

в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте Московского Политеха в разделе «Библиотека. Электронные ресурсы» http://lib.mami.ru/lib/content/elektronnyy-katalog

Полезные учебно-методические и информационные материалы представлены на сайтах:

http://mospolytech.ru/index.php?id=308

http://mospolytech.ru/index.php?id=308

http://materiall.ru/

http://supermetalloved.narod.ru/links.htm

www.knorus.ru/upload/knorus_new/pdf/7090.pdf

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Аудитория для лекционных, лабораторных, практических занятий ав.1313. 115280, г. Москва, Автозаводская, д. 16	Столы учебные со стульями, аудиторная доска. Рабочее место преподавателя: стол, стул; переносной проектор + экран, компьютер. Учебное и лабораторное оборудование: твердомер ТР 5006; шкафы для хранения с учебно-методической и научной литературой, наглядные пособия (плакаты).
Аудитория для лекционных, лабораторных, практических занятий ав.1304. 115280, г. Москва, Автозаводская, д. 16	Столы учебные со стульями, аудиторная доска. Рабочее место преподавателя: стол, стул Учебное лабораторное оборудование: микроскопы ZASILACZMIKPOSKOPOWYtypTVO 6/20.; твердомер ТР 5006 микротвердомеры ПМТ-3М лупы Бринелля.; микроскопы АЛЬТАМИ комплекты образцов для лабораторных работ; шкафы для хранения оборудования и расходных материалов, наглядные пособия.
Аудитория для лекционных, лабораторных и практических занятий №Ав1318. 115280, г. Москва, Автозаводская, д. 16	Столы учебные со стульями, аудиторная доска, переносной проектор, экран, наглядные пособия. Рабочее место преподавателя: стол, стул. Учебное лабораторное оборудование: штангенциркули.; пресс для запрессовки образцов; лупа Бринелля; микрометр.; твердомер ТР.; твердомер ТР5006-02микротвердомер ПМТ-3М.; микроскоп Метам-РВ. Подсобные помещения: рабочее место инженера –стол, стулья, шкафы для хранения образцов и методических пособий, комплекты образцов.

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов упрочнения поверхности конструкционных материалов, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины.

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.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным занятиям;
- подготовка к лабораторным работам;

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.

Вопросы, выносимые на самостоятельную работу

- Конструкционная прочность и методы её оценки (ПК-1,2)
- Аморфные металлы (ПК-1,2).
- Остаточные напряжения, их влияние на усталостную прочность (ПК-1,2).
- Стали с пониженной и регламентированной прокаливаемостью для поверхностной закалки (ПК-1,2).
- Способы металлизации и области применения (ПК-1,2).
- Имплантация ионов (ПК-1,2).
- Схемы магнетронного напыления (ПК-1,2).
- Лазерная порошковая наплавка (ПК-1,2).
- Электроискровое легирование поверхностного слоя (ПК-1,2).

10. Методические рекомендации для преподавателя

Основное внимание при изучении дисциплины «Оборудование и технология обработки концентрированными потоками энергии» следует уделять изучению состава, структуры и свойств современных металлических материалов; освоению основ термической, химико-термической и термомеханической обработки, методов стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий, параметрам процессов поверхностного упрочнения конструкционных материалов.

Теоретическое изучение основных вопросов разделов дисциплины должно завершаться практической работой.

Для активизации учебного процесса при изучении дисциплины эффективно применение презентаций по различным темам.

Целесообразно на лекциях отводить время для заслушивания сообщений студентов. В зависимости от темы занятия доклад студента может предшествовать теоретическому материалу, а может завершать занятие. Темы сообщений студенты выбирают заблаговременно и

согласовывают план сообщения с преподавателем. Если тема довольно большая, можно предложить студентам совместные выступления. Желательно побуждать студентов к активному обсуждение услышанного материала.

Приложение 1

Структура и содержание дисциплины **«Оборудование и технологии обработки концентрированными потоками энергии»**
по направлению подготовки
22.03.01 Материаловедение и технология материалов
по профилю подготовки **«Перспективные материалы и технологии»**

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	КР	КП	РГР	Реф.	К/Р	Э	З
5 семестр														
1. Физико-химические основы упрочнения металлических материалов. Механизмы упрочнения сталей. Дислокационное упрочнение сталей. Деформационное упрочнение. Твердорастворное упрочнение. Зернограничное упрочнение. Термическое упрочнение. Термодеформационное упрочнение.	5	1	4			4								
Семинар "Упрочнение поверхности деталей поверхностной химико-термической обработкой"	5	2-3		4		4								
Лабораторная работа «Влияние					4	4								

ХТО на структуру и свойства сталей»														
2. Плазменная поверхностная обработка. Плазменная поверхностная закалка сталей. Воздействие параметров режима плазменной закалки сталей на фазовый состав и твердость поверхности в зоне термического влияния. Влияние параметров режима плазменной закалки на геометрию, фазовый состав, структуру и свойства зоны термического влияния.	5	4	4			4								
Лабораторная работа «Одновременное насыщение поверхности стали углеродом и азотом».	5	5-6		4	4	4								
Семинар «Определение параметров ХТО»		7-8				4								
3. Оборудование для лазерной и плазменной обработки. Физические основы взаимодействия концентрированных потоков энергии с веществом. Основные типы технологических лазерных и плазменных установок. Оптические системы лазерных установок. Охрана труда при работе на лазерных и плазменных установках.	5	9-11	6			6								

Семинар «Обозначения материалов для газотермического напыления»	5	12-13		4		4								
Лабораторная работа «Материалы для газотермического напыления»					4	4								
4. Методы лазерной обработки материалов. Общие сведения о традиционных методах обработки материалов тепловыми источниками. Классификация и сущность методов поверхностной лазерной обработки материалов. Ударное воздействие, лазерная маркировка, лазерная термообработка, лазерное легирование, лазерная очистка поверхности.	5	14-15	4			6						+		
Семинар "Методы определения свойств напыленного слоя покрытия"	5	16-17		4		6								
Лабораторная работа «Свойства напыленных слоев»					4	4								
Итоговое занятие	5	18		2	2									
Итого			18	18	18	54								
6 семестр														
5. Особенности структурных превращений в сталях и сплавах при обработке	6	1-2	4			6								

концентрированными потоками энергии. Особенности фазовых переходов при скоростном нагреве железоуглеродистых сплавов. Особенности структуры, образовавшейся при высоких скоростях охлаждения, и при обработке с оплавлением поверхности. Структура и строение поверхностных слоев различных сплавов после обработки концентрированными потоками энергии. Аморфизация поверхности при оплавлении. Наноструктурные дефекты в зонах обработки.														
Семинар "Свойства покрытий, полученных методом ионного осаждения"	6	3		4		4								
6. Структура и механизмы упрочнения цветных сплавов. Структура и твердость алюминиевых и медных сплавов после обработки концентрированными потоками энергии. Упрочнение титановых и циркониевых сплавов с помощью лазерного и плазменного излучения.	6	4-5	4			6								
Семинар "Износостойкость	6	6		4		4								

конструкционных материалов после ионной имплантации"														
Лабораторная работа «Структура и свойства алюминиевых сплавов после лазерного упрочнения»					4	4								
7. Свойства сталей и сплавов после обработки концентрированными потоками энергии. Исследование износостойкости, теплостойкости и коррозионной стойкости сплавов после обработки концентрированными потоками энергии. Исследование распределения остаточных напряжений и определение деформаций после лазерной и плазменной обработки.	6	7-8	4			4								
Семинар работа "Виды износа конструкционных материалов при трении"	6	9		4		4								
Лабораторная работа «Определение износостойкости»					4	4								
8. Технологические особенности методов термической обработки с использованием концентрированных потоков энергии. Основные параметры зон закалки и характеристики упрочненной поверхности.	6	10-11	4			4								

Технологические схемы лазерного и плазменного упрочнения поверхностных слоев. Конкретные примеры термической обработки с использованием концентрированных потоков энергии в машиностроении.														
Лабораторная работа "Расчет тепловых полей при обработке материалов концентрированными потоками энергии в среде MATHCAD".	6	12			4	4								
9. Легирование сталей и сплавов с использованием концентрированных потоков энергии. Явление массопереноса и перераспределения легирующих элементов при воздействии концентрированных потоков энергии. Лазерное и плазменное легирование поверхности различными элементами и соединениями. Технологические особенности поверхностного легирования и наплавки с использованием концентрированных потоков энергии.	6	13-14	2			2								
Семинар «Лазерное и плазменное легирование поверхности алюминиевых		15		4		4								

сплпавов»														
Лабораторная работа "Технологические особенности электроискрового легирования поверхности деталей"	6	16-17			4	4								
Итоговое занятие	6	18		2	2									
Итого			**18**	**18**	**18**	**54**								+
Всего			**36**	**36**	**36**	**108**								

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

Направление подготовки: 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов
ОП (профиль): «Перспективные материалы и технологии»
Форма обучения: очная
Типы профессиональной деятельности: научно-исследовательский, технологический

Кафедра: «Материаловедение»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Оборудование и технология обработки концентрированными потоками энергии

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств

2. Описание оценочных средств:
Вопросы к экзамену
Комплекты заданий для контрольных работ
Вопросы для зачета
Перечень лабораторных работ

Составитель:
профессор, д.т.н. Овчинников В.В.

Москва, 2022 год

Паспорт ФОС по дисциплине
«Оборудование и технологии обработки концентрированными потоками энергии»

Таблица 1

ФГОС ВО **22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»**					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие **компетенции**:					
КОМПЕТЕНЦИИ		**Перечень компонентов**	**Технология формирования компетенций**	**Форма оценочного средства****	**Степени уровней освоения компетенций**
ИН-ДЕКС	**ФОРМУЛИРОВ-КА**				
ПК-1	Способен выполнять комплексные исследования и испытания материалов (изделий), обрабатывать, анализировать и представлять результаты исследований	- **Знать**: цели и задачи проводимых исследований, методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации; - **уметь**: проводить наблюдения и измерения, составлять отчеты по результатам проведенных экспериментов, обрабатывать и представлять полученные результаты; - **иметь навыки** проведения измерений и наблюдений, обработки результатов, составления отчетов и представления полученных данных	самостоятельная работа, лабораторные работы, экзамен	ЛР, КР, зач , Э	**Базовый уровень** - способность оформлять технические задания на проведение испытаний; - способность определять оптимальные значения параметров обработки. **Повышенный уровень** - способность выбирать методы испытания и измерений технологических параметров и оформлять технические задания на них;
ПК-2	Способен осуществлять выбор	- **знать**: способы поверхностной обработки материалов,	лабораторные работы,	ЛР, КР,	**Базовый уровень** Способность проектировать технологические

	материалов и технологических процессов для получения заданного комплекса свойств	технологические возможности обработки концентрированными потоками энергии - **уметь**: выбирать вид обработки концентрированными потоками энергии, проводить измерения показателей, характеризующих эксплуатационные свойства изделий, устанавливать причины их отклонения от заданных параметров; - **иметь навыки**: выбора способа обработки концентрированными потоками энергии, измерения показателей, характеризующих эксплуатационные свойства деталей устанавливать причины их отклонения от заданных параметров	контрольные работы, экзамен	зач, Э	процессы обработки **Повышенный уровень** Способность выбирать технологические процессы обработки и проектировать их

- Сокращения форм оценочных средств см. в приложении 2 к РП.

Приложение 2
к рабочей программе

Перечень оценочных средств по дисциплине «Оборудование и технология обработки концентрированными потоками энергии»

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Контрольная работа (К/Р)	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
2	Э – экзамен	Диалог преподавателя со студентом, цель которого – систематизация и уточнение имеющихся у студента знаний, проверка его индивидуальных возможностей усвоения материала	Вопросы к экзамену

Вопросы к экзамену

по дисциплине «Оборудование и технологии обработки концентрированными потоками энергии»

1. Назначение: Используются для проведения промежуточной аттестации по дисциплине "Оборудование и технологии обработки концентрированными потоками энергии"
2. В билет включено два задания:
Задание 1. Вопрос для проверки знаний по ПК-1.
Задание 2. Задача для проверки знаний по ПК-2.
3. Комплект билетов включает 30 билетов (вопросы прилагаются).
4. Регламент экзамена: – Время на подготовку тезисов ответов – до 30 мин
– Способ контроля: устные ответы.

Перечень вопросов

(ПК-1)
1. Перечислите основные особенности лазерного упрочнения.
2. В чем состоит сущность вибродуговой наплавки?
3. Назовите способы упрочнения деталей наплавкой?
4. Какие существуют технологические методы повышения износостойкости деталей?
5. Сущность метода ионной имплантации.
6. Методы магнитной обработки.
7. Что называется лазером и какие элементы входят в состав лазера?
8. Какие изменения происходят в дислокационной структуре при импульсной магнитной обработке?
9. Перечислите основные параметры процесса лазерной термообработки материалов.
10. Как зависят результаты лазерного упрочнения от коэффициента перекрытия облученных пятен?
11. Энергетический баланс, как основа определения параметров генерации КПЭ.
12. Каким образом формируются лазерные пучки? Виды резонаторов.
13. Перечислите фазовые превращения, сопутствующие лазерному нагреванию.
14. Каковы структурные превращения при лазерном нагреве?
15. Какие напряжения возникают в материале при лазерной обработке? Их особенности.
16. Объясните механизм лазерного окисления металлов.
17. Каким образом происходит упрочнение металлов при лазерном воздействии?
18. Виды лазерного упрочнения.
19. Укажите виды термохимической лазерной обработки.
20. Метод имплантации. Сущность процесса.
21. Сущность наплавки. Механизированная электродуговая наплавка.
22. Сущность напыления. Электродуговая металлизация проволочного типа.
23. Сущность газопламенного напыления
24. Схема наплавки электронной лентой под флюсом.
25. Поверхностная закалка методом ТВЧ.
26. Сущность процессов борирования, хромирования и алитирования.
27. Поверхностная газопламенная закалка. Способы газопламенной закалки.
28. Сущность и схема электрошлаковой наплавки.
29. Лазерная закалка.
30. Сущность детонационного напыления.

ПК-2

31. Объясните зависимость твердости упрочненных зон от плотности мощности лазерного излучения.
32. Для каких деталей рекомендуется поверхностная закалка с индукционным нагревом?
33. В чем состоит основное преимущество лазерной закалки сталей из твердого состояния перед лазерной закалкой из жидкого состояния?
34. Достоинства вакуумного ионно-плазменного упрочнения, ионного магнетронного распыления и ионного легирования.
35. Как проводится и каковы преимущества закалки с индукционным нагревом?
36. Почему температура нагрева под закалку при индукционном нагреве выше, чем при нагреве в печи? В каком случае будет получено более мелкое зерно аустенита?
37. Каким образом определяют оптимальные параметры процесса индукционной закалки?
38. Оцените степень влияния структурного состояния сталей после индукционной закалки на их механические свойства.
39. Перечислите преимущества нагрева плазменной дугой прямого действия по сравнению с печным нагревом, с поверхностным лазерным и электронно-лучевым нагревом.
40. Почему использование воздуха как плазмообразующего газа предпочтительнее, чем инертных газов, водорода, азота и др.?
41. Зачем при плазменной поверхностной закалке применяется электромагнитное сканирование плазменной дуги?
42. Исходя из каких условий выбираются режимы плазменной поверхностной закалки?
43. Опишите особенности строения и свойства упрочненных зон на сталях после поверхностной воздушно-плазменной закалки.
44. Назовите виды лазерной поверхностной обработки в зависимости от плотности мощности лазерного излучения.
45. Каковы преимущества лазерной закалки перед известными традиционными способами закалки?
46. Каковы особенности строения зоны лазерного воздействия на сталях?
47. Из каких соображений выбирается плотность мощности лазерного излучения при импульсной лазерной обработке без оплавления поверхности?
48. Какой предварительной обработке подвергаются изделия перед проведением лазерной термообработки?
49. Обоснуйте выбор схем лазерного облучения отрезных резцов, концевых фрез и вырубных штампов.
50. Каким образом проводится корректировка режимов лазерной обработки для инструмента различного функционального назначения?
51. Технология наплавки.
52. Схема плазменной наплавки.
53. Схема плазменного напыления
54. Изложите основные сведения о физике процессов, происходящих при нанесении покрытий на установке типа «Булат».
55. Опишите конструктивные особенности установки для осаждения покрытий методом КИБ.
56. Перечислите основные стадии технологического процесса нанесения покрытий на установке «Булат».
57. Как можно оценить качество адгезии покрытий, полученных методом КИБ, к стальной основе образцов?
58. Понятие о концентрированных потоках энергии (КПЭ) и электрофизических технологических процессах.

59. Классификация КПЭ и устройств для их формирования.
60. Классификация видов разрушения деталей машин. Процесс изнашивания деталей машин.

Комплекты заданий для контрольных работ (ПК-1,2)

по дисциплине «Оборудование и технологии обработки концентрированными потоками энергии»

- оценка «отлично» выставляется студенту, если студент выполнил все предложенные задания и не допустил существенных ошибок;
- оценка «хорошо» выставляется студенту, если студент выполнил все предложенные задании, но допустил 1-2 существенные ошибки;
- оценка «удовлетворительно», если студент не выполнил полностью одно задание;
- оценка «неудовлетворительно» если студент не выполнил полностью два задания.

Вариант №1
1. Лазерная термическая обработка в режиме с оплавлением поверхности и без оплавления поверхности детали.
2. Плазменное напыление. Сущность процесса. Повышение прочности и адгезии напыленных слоев с подложкой.

Вариант №2
1. Способы плазменной наплавки с подачей порошков. Шликерная наплавка. Критерии выбора способов плазменной наплавки.
2. Лазерное напыление покрытий.

Вариант №3
1. Лазерное оплавление поверхности деталей для улучшения ее качества.
2. Особенности и преимущества процессов обработки концентрированными потоками энергии по сравнению с традиционными процессами.

Вариант №4
1. Классификация процессов обработки концентрированными потоками энергии по виду энергетического воздействия и технологиям применения.
2. Плазмообразующие среды. Требования к выбору плазмообразующих сред. Виды плазмообразующих сред, используемых для плазменной обработки.

Вариант №5
1. Характеристики газов и газовых смесей, используемых в качестве плазмообразующих сред: Ar, He, N2, воздух и их смесей.
2. Процессы плавления и поверхностного испарения материала в зоне воздействия луча. Образование сварочной ванны при лучевых способах сварки.

Вариант №6
1. Какими факторами определяется интенсивность процесса диффузионного насыщения при химико-термической обработке.
2. Фокусировка электронного луча и ее влияние на геометрию зоны проплавления.

Вариант №7
1. Сущность процесса электронно-лучевого испарения в вакууме.
2. Типы и особенности конструкции золотниковых вакуумных насосов.

Вариант №8
1. Технологические особенности импульсных электронно-лучевых методов получения тонких пленок.
2. Поглощение лазерного излучения металлами.

Вариант №9
1. Нанесение износостойких и коррозионно-стойких покрытий гальваническими и химическими способами.
2. Термическая и химико-термическая обработка деталей.

Вариант №10
1. Нанесение износостойких металлических покрытий наплавкой и напылением.
2. В чем различие ионно-плазменного и ионно-лучевого процесса нанесения пленок?