

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор

Инженерной школы новых
производственных технологий

А.Н. Яковлев

« 30 » 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2019 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Технологии модифицирования поверхности и нанесения покрытий

Направление подготовки/ специальность	22.03.01 Материаловедение и технологии материалов		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Материаловедение и технологии материалов		
Специализация	Материаловедение в машиностроении		
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	3	семестр	5
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	32	
	Практические занятия	32	
	Лабораторные занятия	24	
	ВСЕГО	88	
Самостоятельная работа, ч		128	
ИТОГО, ч		216	

Вид промежуточной
аттестации

экзамен

Обеспечивающее
подразделение

ОМ ИШНПТ

Заведующий кафедрой -
руководитель отделения
материаловедения (на правах
кафедры)

Руководитель ООП

Преподаватель

В.А. Клименов

О.Ю. Ваулина

Б.С. Зенин

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код	Наименование
ПК(У)-3	Готов использовать методы моделирования при прогнозировании и оптимизации технологических процессов и свойств материалов, стандартизации и сертификации материалов и процессов	ПК(У)-3.35	Знает физико-химические основы формирования упрочненной поверхности при ее модифицировании и при нанесении покрытия
		ПК(У)-3.У5	Умеет классифицировать методы поверхностной обработки материалов и проводить сравнительный анализ различных способов упрочнения поверхности
		ПК(У)-3.В3	Владеет опытом правильного выбора схем моделирования
ПК(У)-7	Способен выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов	ПК(У)-7.33	Знает современные подходы в моделировании технологических процессов упрочнения поверхности
		ПК(У)-7.У3	Умеет выбирать оптимальные параметры процесса упрочнения для заданной детали
		ПК(У)-7.В3	Владеет знаниями о различных способах упрочнения поверхности и информацией о практическом применении различных методов упрочнения поверхности в условиях современного производства
ДПК(У)-1	Способен применять знания об основных типах современных неорганических и органических материалов, принципах выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности, экологических последствий их применения при проектировании высокотехнологичных процессов	ДПК(У)-1.37	Знает основные принципы выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности
		ДПК(У)-1.У7	Умеет разрабатывать технологические процессы получения упрочненной поверхности, использовать специальную техническую и справочную литературу
		ДПК(У)-1.В6	Владеет знаниями о различных способах упрочнения поверхности и нанесения покрытий, информацией о практическом применении различных методов упрочнения поверхности

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к базовой части Блока 1 учебного плана образовательной программы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Код	Наименование	Компетенция
РД-1	Знать прогрессивные процессы, современные достижения науки и техники в области технологии машиностроения.	ПК(У)-7
РД-2	Умение разрабатывать технологические процессы изготовления деталей; обосновывать целесообразность их применения в конкретных условиях; использовать специальную техническую и справочную литературу,	ПК(У)-3

	нормативные документы и руководящие материалы.	
РД-3	Владение навыками самостоятельного решения частных инженерных задач в области технологии машиностроения.	ДПК(У)-1

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

4. Структура и содержание дисциплины Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел 1. Качество изделий машиностроения. Долговечность. Роль поверхности.	РД-1	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	0
		Самостоятельная работа	8
Раздел 2. Основы создания упрочненной поверхности.	РД-1	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	0
		Самостоятельная работа	12
Раздел 3. Механические методы упрочнения поверхности.	РД-2	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	10
Раздел 4. Термическая обработка поверхности.	РД-2	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	10
Раздел 5. Химико-термическая обработка.	РД-2	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	22
Раздел 6. Механические и химические методы нанесения покрытий.	РД-2, РД-3	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	22
Раздел 7. Напыление покрытий.	РД-2, РД-3	Лекции	6
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	22
Раздел 8. Высокотермические методы упрочнения поверхности	РД-1, РД-3	Лекции	8
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	22

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Качество изделий машиностроения. Долговечность. Роль поверхности.

В разделе рассматриваются общие проблемы использования конструкционных материалов в современном машиностроении. Условия эксплуатации современных машин и механизмов и влияние их на срок службы.

Темы лекций:

1. Требования к конструкционным материалам в машиностроении. Конструкционные машиностроительные материалы. Важные свойства конструкционных материалов. Долговечность. Повышение долговечности одна из центральных задач современного машиностроения. Три вида долговечности. Физическая, Моральная, Экономическая.

Темы практических занятий:

1. Трение и износ. Трибология. Триботехника. Меры по борьбе с последствиями трения и износа.

Раздел 2. Основы создания упрочненной поверхности

В разделе рассматриваются вопросы повышения срока службы машин и механизмов в процессе эксплуатации за счет поверхностной обработки. На основе общих представления о связи свойств материала с его химическим составом и структурой показаны технологии, позволяющие за счет модифицирования поверхностного слоя деталей повышать качество изделий.

Темы лекций:

1. Современный подход к решению проблемы «Трение и износ», «Долговечность машин». Сущность эффекта безызносности. Поверхностная обработка деталей для увеличения долговечности машин и механизмов
2. Инженерия поверхности: изучение механизма изнашивания, разработка научных основ создания упрочненной поверхности, оптимизация конструктивных решений узлов трения, разработка технологических методов повышения износостойкости деталей машин.

Темы практических занятий:

1. Основы создания материалов с заданными свойствами.
2. Классификация методов поверхностной обработки материалов.

Раздел 3. Механические методы упрочнения поверхности

В разделе рассматриваются методы механической обработки поверхности, механизм упрочнения материала поверхностного слоя, технологические параметры процессов упрочнения.

Темы лекций:

1. Упрочнение поверхности методом поверхностной пластической деформации (ППД). Классификация методов ППД, их сравнительный анализ. Оптимизация технологических параметров.

Темы практических занятий:

1. Параметры состояния поверхностного слоя деталей машин.

Названия лабораторных работ:

1. Определение шероховатости поверхности.

Раздел 4. Термическая обработка поверхности

В разделе рассматриваются общие вопросы термической обработки металлов и

сплавов применительно к особенностям поверхностной термической обработки. Виды, методы, оптимальные технологические параметры обработки.

Темы лекций:

1. Поверхностная термическая обработка. Температурные условия в виды поверхностной термической обработки.

Темы практических занятий:

1. Оптимизация технологических параметров при поверхностной термической обработке.

Названия лабораторных работ:

1. Сравнение методов поверхностной закалки

Раздел 5. Химико-термическая обработка поверхности

В разделе рассматривается природа упрочнения поверхностного слоя деталей при химико-термической обработке. Виды, технологические условия химико-термической обработки, их достоинства и недостатки.

Темы лекций:

1. Основные характеристики и (эмпирические) закономерности (ХТО). Виды химико-термической обработки поверхности.
2. Механизм формирования упрочненного поверхностного слоя. Достоинства и недостатки разных методов ХТО поверхности.

Темы практических занятий:

1. Сравнительный анализ методов ХТО.
2. Формирования диффузионного поверхностного слоя.

Названия лабораторных работ:

1. Влияние технологических параметров на характеристики упрочненного слоя при азотировании.

Раздел 6. Механические и химические методы нанесения покрытий
--

В разделе рассматривается природа упрочнения поверхностного слоя деталей при химико-термической обработке. Виды, технологические условия химико-термической обработки, их достоинства и недостатки.

Темы лекций:

1. Назначение покрытий. Условия получения высокой адгезии. Погружение в расплав. Плакирование. Эмалирование.
2. Химическое осаждение покрытий. Электролитические покрытия.

Темы практических занятий:

1. Расчет технологических параметров при нанесении гальванических покрытий.
2. Технологией получения покрытий методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС)

Названия лабораторных работ:

1. Исследование влияния исходных условий на параметры процесса СВС методом численного моделирования.

Раздел 7. Напыление покрытий

В разделе рассматриваются особенности формирования покрытий при напылении порошковых материалов или потока атомов, ионов. Показана роль энергетических условий напыления, рабочей среды на характеристики и качество получаемого покрытия.

Темы лекций:

1. Определение и общая схема газотермического напыления покрытий. Виды газотермического напыления.
2. Условия и механизм формирования материала покрытия. Взаимодействие напыляемых частиц с поверхностью при газотермического напыления покрытий.
3. Методы вакуумного конденсационного, ионного, магнетронного напыления покрытий.

Темы практических занятий:

1. Методы повышения адгезии покрытий.
2. Холодное газодинамическое напыление.
3. Напыляемые материалы: металлы, сплавы, керамика. Условия формирования покрытия.

Названия лабораторных работ:

1. Технология газотермического напыления покрытий.

Раздел 8. Высокоэнергетические методы упрочнения поверхности

В разделе представлены характеристики высокоэнергетических процессов. Рассматриваются виды и особенности лазерной и электроннолучевой обработки материалов. Особое внимание уделяется поверхностной упрочняющей обработке и нанесению покрытий.

Темы лекций:

1. Характеристика концентрированных потоков энергии. Виды и особенности обработки поверхности высокоэнергетическими потоками (лучами).
2. Обработка поверхности лазерным лучом.
3. Электронно-лучевые технологии обработки поверхности.
4. Обработка поверхности методом ионной имплантации.

Темы практических занятий:

1. Общая характеристика, параметры концентрированных потоков энергии.
2. Модифицирование поверхности при обработке лазерным лучом.
3. Модифицирование поверхности при обработке электронным лучом.
4. Модифицирование поверхности при ионной имплантации.

Названия лабораторных работ:

1. Современные методы упрочнения поверхности и нанесения покрытий. Сравнительный анализ и область применения.

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;

- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим занятиям;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература:

1. Сысоев С.К. Технология машиностроения. Проектирование технологических процессов: учебное пособие [Электронный ресурс] / С.К. Сысоев, А.С. Сысоев, В.А. Левко. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2016. - 352 с. - ISBN 978-5-8114-1140-5. - Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/71767>
2. Жарский И. М.. Технологические методы обеспечения надежности деталей машин [Электронный ресурс] / Жарский И. М., Баршай И. Л., Свидунович Н. А., Спиридонов Н. В.. - Минск: Вышэйшая школа, 2010. - 336 с.. - Гриф Министерства образования. Учебник. - Книга из коллекции Вышэйшая школа - Инженерно-технические науки.. - ISBN 978-985-06-1833-7. Схема доступа: https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=65606 (контент) .
3. В. П. Кривобоков, Н. С. Сочугов, А. А. Соловьёв; Плазменные покрытия (свойства и применение) : учебное пособие / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). - Томск: Изд-во ТПУ, 2011. - 135 с. (10 экз) Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m260.pdf> (контент)
4. Зенин Борис Сергеевич. Современные технологии поверхностного упрочнения и нанесения покрытий : учебное пособие [Электронный ресурс] / Б. С. Зенин, А. И. Слосман; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). - 2-е изд.. - 1 компьютерный файл (pdf; 3.7 МВ). - Томск: Изд-во ТПУ, 2011. - Заглавие с титульного экрана. - Электронная версия печатной публикации. - Доступ из корпоративной сети ТПУ.- Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2011/m449.pdf>

Дополнительная литература

1. Трофимов А.В. Основы технологии машиностроения. Проектирование технологических процессов: учебное пособие [Электронный ресурс] / А.В. Трофимов. - Санкт-Петербург: СПбГЛТУ, 2013. - 72 с. - ISBN 978-5-9239-0619-6. - Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/45321>

6.2. Информационное и программное обеспечение

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

1. Персональный сайт преподавателя <http://portal.tpu.ru/SHARED/m/ZBS>

Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы доступны по ссылке: <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ):

1. 7-Zip;
2. Adobe Acrobat Reader DC;
3. Adobe Flash Player;
4. AkelPad;
5. Ansys 2020;
6. Ascon KOMPAS-3D 18 Education Concurrent MCAD ECAD;

7. Cisco Webex Meetings;
8. Dassault Systemes SOLIDWORKS 2020 Education;
9. Document Foundation LibreOffice;
10. Google Chrome;
11. Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic;
12. Mozilla Firefox ESR;
13. Oracle VirtualBox;
14. ownCloud Desktop Client;
15. Tracker Software PDF-XChange Viewer;
16. WinDjView;
17. Zoom Zoom.

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, 108	Комплект учебной мебели на 11 посадочных мест; Шкаф для одежды - 1 шт.; Шкаф для документов - 1 шт.; Тумба стационарная - 1 шт.; Проектор - 2 шт.; Компьютер - 13 шт.
2	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, 144	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 36 посадочных мест; Проектор - 1 шт.; Компьютер - 1 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов, специализация «Материаловедение в машиностроении» (приема 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	ФИО
Доцент ОМ	Зенин Б.С.

Программа одобрена на заседании выпускающего Отделения материаловедения Инженерной школы новых производственных технологий (протокол от «01» июля 2019г. № 19/1).

Заведующий кафедрой - руководитель
отделения материаловедения (на правах кафедры),
д.т.н., профессор

 / В.А. Клименов /

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании ОМ ИШНПТ (протокол)
2020/2021 учебный год	1. Обновлено программное обеспечение. 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем. 3. Обновлено содержание разделов дисциплины. 4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС.	№36/1 от 01.09.2020 г.

Ввести изменение с 2020/2021 учебного года (вставка в проект решения УС школы и в ОХ ООП, ОХ АООП)

Изменение в ООП по направлению 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов, специализация «Материаловедение в машиностроении» от «01» сентября 2020 г.

Внести изменения в раздел «4. Структура и содержание дисциплины» настоящей РП дисциплины и изложить в следующей редакции:

**4. Структура и содержание дисциплины
Основные виды учебной деятельности**

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел 1. Качество изделий машиностроения. Долговечность. Роль поверхности.	РД-1	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	0
		Самостоятельная работа	8
Раздел 2. Основы создания упрочненной поверхности.	РД-1	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	12
Раздел 3. Механические методы упрочнения поверхности.	РД-2	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	16
Раздел 4. Термическая обработка поверхности.	РД-2	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	16
Раздел 5. Химико-термическая обработка поверхности.	РД-2	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	12
Раздел 6. Механические и химические методы нанесения покрытий.	РД-2, РД-3	Лекции	6
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	0
		Самостоятельная работа	16
Раздел 7. Напыление покрытий.	РД-2, РД-3	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	16
Раздел 8. Высокотермические методы упрочнения поверхности	РД-1, РД-3	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	0
		Самостоятельная работа	12
Раздел 9. Упрочнение деталей наплавкой	РД-1, РД-3	Лекции	6
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	20

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Качество изделий машиностроения. Долговечность. Роль поверхности.

В разделе рассматриваются общие проблемы использования конструкционных материалов в современном машиностроении. Условия эксплуатации современных машин и механизмов и влияние их на срок службы.

Темы лекций:

1. Требования к конструкционным материалам в машиностроении. Конструкционные машиностроительные материалы. Важные свойства конструкционных материалов. Долговечность. Повышение долговечности одна из центральных задач современного машиностроения. Три вида долговечности. Физическая, Моральная, Экономическая.

Темы практических занятий:

1. Трение и износ. Трибология. Триботехника. Меры по борьбе с последствиями трения и износа.

Раздел 2. Основы создания упрочненной поверхности

В разделе рассматриваются вопросы повышения срока службы машин и механизмов в процессе их эксплуатации за счет поверхностной обработки. На основе общих представления о связи свойств материала с его химическим составом и структурой показаны технологии, позволяющие за счет модифицирования поверхностного слоя деталей повышать качество изделий.

Темы лекций:

1. Современный подход к решению проблемы «Трение и износ», «Долговечность машин». Поверхностная обработка деталей для увеличения долговечности машин и механизмов
2. Инженерия поверхности: изучение механизма изнашивания, разработка научных основ создания упрочненной поверхности, оптимизация конструктивных решений узлов трения, разработка технологических методов повышения износостойкости деталей машин.

Темы практических занятий:

1. Основы создания материалов с заданными свойствами. История развития трибологии.
2. Параметры состояния поверхностного слоя, влияющие на износостойкость материала.

Названия лабораторных работ:

1. Испытание материалов на износостойкость при трении о жестко закрепленные абразивные частицы

Раздел 3. Механические методы упрочнения поверхности

В разделе рассматриваются методы механической обработки поверхности, механизм упрочнения материала поверхностного слоя, технологические параметры процессов упрочнения.

Темы лекций:

1. Упрочнение поверхности методом поверхностной пластической деформации (ППД). Классификация методов ППД, их сравнительный анализ. Оптимизация

технологических параметров.

Темы практических занятий:

1. Примеры использования на практике методов поверхностного пластического деформирования.

Названия лабораторных работ:

1. Определение шероховатости поверхности.

Раздел 4. Термическая обработка поверхности
--

В разделе рассматриваются общие вопросы термической обработки металлов и сплавов применительно к особенностям поверхностной термической обработки. Виды, методы, оптимальные технологические параметры обработки.

Темы лекций:

1. Поверхностная термическая обработка. Температурные условия в виды поверхностной термической обработки.

Темы практических занятий:

1. Оптимизация технологических параметров при поверхностной термической обработке.

Названия лабораторных работ:

1. Влиянии поверхностной термической закалки токами высокой частоты на структуру и свойства поверхностного слоя детали.

Раздел 5. Химико-термическая обработка поверхности

В разделе рассматривается природа упрочнения поверхностного слоя деталей при химико-термической обработке. Виды, технологические условия химико-термической обработки, их достоинства и недостатки.

Темы лекций:

1. Химико-термическая обработка (ХТО) поверхности. Основные закономерности и виды химико-термической обработки.

Темы практических занятий:

1. Сравнительный анализ методов ХТО.

Названия лабораторных работ:

1. Влияние технологических параметров на характеристики упрочненного слоя при цементации.

Раздел 6. Механические и химические методы нанесения покрытий
--

В разделе рассматривается природа упрочнения поверхностного слоя деталей при химико-термической обработке. Виды, технологические условия химико-термической обработки, их достоинства и недостатки.

Темы лекций:

1. Назначение покрытий. Условия получения высокой адгезии.
2. Механические методы нанесения покрытий. Погружение в расплав. Плакирование. Эмалирование.
3. Химическое осаждение покрытий. Электролитические покрытия.

Темы практических занятий:

1. Физико-химические свойства поверхности твердого тела.
2. Сравнительный анализ механических видов нанесения покрытий.
3. Получение композиционных электролитических покрытий.

Раздел 7. Напыление покрытий

В разделе рассматриваются особенности формирования покрытий при напылении порошковых материалов или потока атомов, ионов. Показана роль энергетических условий напыления, рабочей среды на характеристики и качество получаемого покрытия.

Темы лекций:

1. Газотермическое напыление покрытий. Схема и виды газотермического напыления.
2. Методы вакуумного конденсационного напыления покрытий. Определение, схема и виды вакуумного конденсационного напыления покрытий.

Темы практических занятий:

1. Методы повышения адгезии покрытий. Механическая и термическая обработка газотермических покрытий
2. Напыляемые материалы: металлы, сплавы, керамика. Условия формирования покрытия.

Названия лабораторных работ:

1. Технология вакуумного конденсационного напыления покрытий.

Раздел 8. Высокоэнергетические методы упрочнения поверхности

В разделе представлены характеристики высокоэнергетических процессов. Рассматриваются виды и особенности лазерной и электроннолучевой обработки материалов. Особое внимание уделяется поверхностной упрочняющей обработке и нанесению покрытий.

Темы лекций:

1. Характеристика концентрированных потоков энергии. Виды и особенности обработки поверхности высокоэнергетическими потоками (лучами).
2. Ионная имплантация. Суть и схема процесса.

Темы практических занятий:

1. Общая характеристика, параметры концентрированных потоков энергии. Электронно-лучевая обработка поверхности.
2. Применение методов электронно-лучевой обработки поверхности.

Раздел 9. Упрочнение деталей наплавкой

В разделе рассматриваются технологии наплавки, применяемые для упрочнения поверхности и восстановления изделий. Представлено описание процессов газопламенной, плазменной, электронно-лучевой, лазерной наплавки. Особое внимание уделяется подбору наплавочных материалов, технологическим параметрам процесса наплавки и их взаимосвязи с свойствами покрытий.

Темы лекций:

1. Сущность процесса наплавки. Классификация наплавленных покрытий. Виды процессов получения наплавочных покрытий.
2. Классификация методов получения наплавленных покрытий.
3. Комбинированные способы упрочнения поверхности.

Темы практических занятий:

1. Группы материалов, используемых для электродуговой наплавки. Классификация и применение
2. Сравнение методов нанесения покрытий и наплавки.

Названия лабораторных работ:

1. Влияние электронно-лучевой наплавки на структуру и твердость покрытий.