Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 09.09.2025 11:14:00
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

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

Факультет машиностроения

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета машиностроения
_____ /Е.В. Сафонов/

«27» февраля 2025г.

РАБОЧАЯПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Покрытия и методы их исследований»

Направление подготовки
22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Профиль
«**Перспективные материалы и технологии**»

Квалификация
бакалавр

Формы обучения
очная

Москва, 2025 г.

Разработчик:

профессор, д.т.н., профессор  /В.В. Овчинников/

Согласовано:

Заведующий кафедрой «Материаловедение»,
д.т.н., профессор  /В.В. Овчинников/

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине ... 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы ... 5
3. Структура и содержание дисциплины ... 5
   - 3.1. Виды учебной работы и трудоемкость ... 5
   - 3.2. Тематический план изучения дисциплины ... 6
   - 3.3. Содержание дисциплины ... 6
   - 3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий ... 7
   - 3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ) ... 8
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение ... 8
   - 4.1. Основная литература ... 8
   - 4.2. Дополнительная литература ... 8
   - 4.3. Электронные образовательные ресурсы ... 8
   - 4.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение ... 9
   - 4.5. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы ... 9
5. Материально-техническое обеспечение ... 9
6. Методические рекомендации ... 10
   - 6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения ... 10
   - 6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины ... 11
7. Фонд оценочных средств ... 12

Приложение 1 ... 13

Приложение 2 ... 19

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

К **основным целям** освоения дисциплины «Покрытия и методы их исследований» следует отнести:

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

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

К **основным задачам** освоения дисциплины «Покрытия и методы их испытаний» 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.

Обучение по дисциплине «Покрытия и методы их испытаний» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций в соответствии с ФГОС 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов», утверждённым приказом Минобрнауки России от 02.06.2020 N 701:

Код и наименование компетенций	**Индикаторы достижения компетенции**
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-2Способен 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

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина «Покрытия и методы их испытаний» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

- Химия материалов;
- Физика;
- Метрология, стандартизация и сертификация;
- Перспективные материалы;
- Технология конструкционных материалов;
- Технологические процессы получения и об работки материалов;
- Оборудование и технологии обработки концентрированными потоками энергии
- Металлические материалы.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц (216 часов).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры	
			5	6
	Аудиторные занятия	**90**	**54**	**36**
	В том числе:			
1	Лекции	36	18	18
2	Семинарские/практические занятия	36	18	18
3	Лабораторные занятия	18	18	
	Самостоятельная работа	**126**	**72**	**54**
	В том числе:			

1	Подготовка к семинарским/практическим и лабораторным занятиям	90	54	36
2	Самостоятельное изучение	36	18	18
	Промежуточная аттестация			
	Зачет/диф.зачет/экзамен		зачет	зачет
	Итого	**216**	126	90

3.2 Тематический план изучения дисциплины

Размещён в приложении 1 к рабочей программе.

3.3 Содержание дисциплины

Тема 1. Вводная часть

Значение и задачи курса. Роль покрытий материалов в современной технике. Критерии оценки и выбора покрытий. Работы отечественных и современных ученых в области материаловедения и теории упрочнения материалов. Классификация методов упрочнения материалов.

Тема 2. Физико-химические основы упрочнения материалов

Механизмы упрочнения сталей. Дислокационное упрочнение сталей. Деформационное упрочнение. Твердорастворное упрочнение. Зернограничное упрочнение. Термическое упрочнение. Термодеформационное упрочнение.

Тема 3. Получение покрытий металлических материалов путем химико-термической обработки

Диффузионное насыщение сплавов металлами и неметаллами. Новые методы химико-термической обработки. Лазерная химико-термическая обработка. Применение нанопорошков при поверхностном лазерном легировании.

Общие закономерности химико-термической обработки. Диффузионное насыщение сплавов углеродом и азотом. Применение атмосфер с автоматическим регулированием потенциала углерода для процесса цементации и нитроцементации.

Азотирование стали. Стали для азотирования, режимы их термической обработки, области применения процесса. Процесс низкотемпературного газового и жидкого азотирования, их особенности и области применения.

Ионное азотирование и цементация. Одновременное насыщение поверхности стали углеродом и азотом.

Тема 4. Получение покрытий деталей машин методами отделочно-упрочняющейобработки

Насыщение поверхности сталей различными элементами. Упрочнение методами электролитического осаждения и растворения. Упрочнение с созданием покрытия на поверхности. Осаждение химической реакцией (оксидирование, сульфидирование, фосфатирование, нанесение упрочняющего смазочного материала, осаждение из газовой фазы). Электролитическое осаждение (хромирование, никелирование, электрофорез, никельфосфатирование, борирование, борохромирование, хромофосфатирование).

Механизм модифицирования стальных образцов водными растворами на основе силиката натрия.

Тема 5. Упрочняющая поверхностная обработка

Поверхностное упрочнение закалкой токами высокой частоты. 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.

Лазерная поверхностная обработка. Лазерная закалка из твердого и жидкого состояния. Структура поверхностного слоя. Влияние параметров обработки на свойства поверхностного слоя. Лазерная закалка сталей и титановых сплавов.

Тема 6.Получение покрытий методами наплавки

Сущность наплавки. Классификация наплавочных материалов. Классификация способов наплавки. Газовая наплавка. Ручная дуговая наплавка штучными электродами. Полуавтоматическая и автоматическая дуговая наплавка. Электрошлаковая наплавка. Плазменная наплавка. Индукционная наплавка. Лазерная наплавка. Электронно-лучевая наплавка. Электроконтактная наплавка. Плакирование прокаткой и экструдированием. Плакирование с использованием энергии взрыва. Наплавка трением.

Тема 7. Нанесение покрытий методами газотермического напыления

Классификация видов газотермического напыления. Материалы для газотермического напыления. Газопламенное и газоэлектрическое напыление. Дуговая и высокочастотная металлизация. Сущность плазменного напыления. Технология плазменного напыления. Детонационное напыление. Газодинамическое "холодное" напыление. Лазерное напыление. Определение свойств покрытий. Применение газотермического напыления.

Тема 8.Нанесение покрытий ионно-плазменными вакуумными методами

Вакуумное ионно-плазменное упрочнение. Ионное распыление. Магнетронное распыление. Сущность процесса магнетронного распыления. Магнетронные распылительные системы пониженного давления. Магнетронные распылительные системы несбалансированного типа. Магнетронные распылительные системы с замкнутой областью. Реактивные ионно-плазменные процессы нанесения. Ионное осаждение покрытий. Ионно-диффузионное насыщение. Характеристики процесса ионного распыления. Вакуумное технологическое оборудование.

Тема 9. Электроискровое нанесение покрытий

Сущность процесса электроискрового легирования. Параметры электроискрового легирования. Свойства покрытий. Область эффективного применения электроискрового легирования.

Тема 10. Ионная имплантация

Ионное легирование (имплантация). Сущность процесса ионной имплантации. Процессы, протекающие при ионной имплантации металлических мишеней. Параметры процесса ионной имплантации. Особенности имплантации ионов газов и металлов. Структура поверхностных слоев металлических мишеней после имплантации. Свойства имплантированных конструкционных металлических материалов.

Тема 11. Магнитное упрочнение деталей

Электромагнитное поле. Классификация методов магнитной обработки. Методы обработки постоянным магнитным полем. Методы импульсной магнитной обработки. Перспективные методы импульсной магнитной обработки.

Тема 12.Технико-экономический выбор покрытий материала

Причины снижения работоспособности материала: усталостное разрушение, хрупкое разрушение, фрикционный износ, абразивный износ, контактная усталость, фреттинг–коррозия, схватывание и заедание поверхностей трения. Материалы и методы их упрочнения при различных видах нагрузки деталей.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1.Семинарские/практические занятия

1. Семинар «Химические методы получения покрытий».
2. Семинар «Лазерная обработка сталей».
3. Семинар «Наплавочные материалы».

4. Семинар «Лазерная наплавка».
5. Семинар «Структура и свойства напыленного слоя покрытия».
6. Семинар «Характеристики процесса ионного распыления».
7. Семинар «Область эффективного применения электроискрового легирования».
8. Семинар «Повышение эксплуатационных свойств материалов методами ионной имплантации».
9. Семинар «Выбор методов упрочнения конструкционных материалов».

3.4.2.Лабораторные занятия

1. Лабораторная работа «Определение свойств химико-термических покрытий».
2. Лабораторная работа «Определение свойств покрытий, полученных наплавкой».
3. Лабораторная работа «Испытания покрытия, полученных наплавкой».
4. Лабораторная работа «Определение свойств покрытий».
5. Лабораторная работа «Виды износа конструкционных материалов при трении»

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Курсовые работы по данной дисциплине не предусмотрены.

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Основная литература

1. Овчинников В.В. Оборудование термических цехов: учебник для студ. высш. учеб.заведений / В.В. Овчинников – М. : ИД «ФОРУМ» : ИНФРА-М, 2013.– 368 с.
2. Богданов, А.В. Теоретические основы лазерной обработки. [Электронный ресурс] : учеб.-метод. пособие / А.В. Богданов, А.И. Мисюров, Н.А. Смирнова. — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. — 23 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/52096 — Загл. с экрана.

4.2 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, 2003, 648 с.
2. Термическая обработка сталей. Методические указания / под редакцией Г. М. Волкова – МГТУ «МАМИ», 2001.
3. Машиностроительные материалы. Методические указания / под редакцией Г. М. Волкова – МГТУ «МАМИ», 2003.
4. Овчинников В.В., Гуреева М.А. Механические испытания: металлы, сварные соединения, покрытия. – М.: ИД «ФОРУМ» : ИНФРА-М, 2015 – 272 с.

4.3 Электронные образовательные ресурсы

Проведение занятий и аттестаций возможно в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS) на основе разработанных кафедрой электронных образовательных ресурсов (ЭОР) по всем разделам программы:

Название ЭОР	Ссылка на курс
Пленки и методы их исследований	

4.4 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Наименование	Разработчик ПО (правообладатель)	Доступность (лицензионное, свободно распространяемое)	Ссылка на Единый реестр российских программ для ЭВМ и БД (при наличии)
1.	Мой Офис	ООО "НОВЫЕ ОБЛАЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ"	Лицензионное	https://reestr.digital.gov.ru/reestr/301558/?sphrase_id=943375

4.5 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Наименование	Ссылка на ресурс	Доступность
Информационно-справочные системы			
1.	Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http:// www.consultant.ru	Доступно
Электронно-библиотечные системы			
1.	Лань	https://e.lanbook.com/	Доступна в сети Интернет без ограничений
2.	IPR Books	https://www.iprbookshop.ru/	Доступна в сети Интернет без ограничений
Профессиональные базы данных			
1.	База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	http://www.elibrary.ru	Доступно
2.	Web of Science Core Collection – политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая (библиометрическая) база данных	http://webofscience.com	Доступно

5. Материально-техническое обеспечение

Аудитория для лекционных,	Столы учебные со стульями, аудиторная доска. Рабочее место преподавателя: стол, стул; переносной проектор + экран,

лабораторных, практических занятий ав.1313. 115280, г. Москва, Автозаводская, д. 16	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: МикроскопZEISSAxio; микротвердомер ПМТ-3М, лупы Бринелля, микроскопы АЛЬТАМИ, комплекты образцов для лабораторных работ; шкафы для хранения оборудования и расходных материалов, наглядные пособия.

6. Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

6.1.1. Преподаватель организует преподавание дисциплины в соответствии с требованиями "Положения об организации образовательного процесса в Московском политехническом университете и его филиалах", утверждённым ректором университета.

6.1.2. На первом занятии преподаватель доводит до сведения студентов содержание рабочей программы дисциплины (РПД) и предоставляет возможность ознакомления с программой.

6.1.3. Преподаватель особенно обращает внимание студентов на:

- виды и формы проведения занятий по дисциплине, включая порядок проведения занятий с применением технологий дистанционного обучения и системы дистанционного обучения университета (СДО Мосполитеха);
- виды, содержание и порядок проведения текущего контроля успеваемости в соответствии с фондом оценочных средств;
- форму, содержание и порядок проведения промежуточной аттестации в соответствии с фондом оценочных средств, предусмотренным РПД.

6.1.4. Доводит до сведения студентов график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД.

6.1.5. Необходимо с самого начала занятий рекомендовать студентам основную и дополнительную литературу и указать пути доступа к ней.

6.1.6. Вначале или в конце семестра дать список вопросов для подготовки к промежуточной аттестации (экзамену или зачёту).

6.1.7. Рекомендуется факт ознакомления студентов с РПД и графиком работы письменно зафиксировать подписью студента в листе ознакомления с содержание РПД.

6.1.8. Преподаватели, ведущий лекционные и практические занятия, должны согласовывать тематический план практических занятий, использовать единую систему обозначений, терминов, основных понятий дисциплины.

6.1.9. При подготовке **к лабораторному и практическому занятию** по перечню объявленных тем преподавателю необходимо уточнить план их проведения, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение, ознакомиться с перечнем вопросов по теме семинара.

В ходе семинара во вступительном слове раскрыть практическую значимость темы семинарского занятия, определить порядок его проведения, время на обсуждение каждого учебного вопроса. Применяя фронтальный опрос дать возможность выступить всем студентам, присутствующим на занятии.

В заключительной части семинарского занятия следует подвести его итоги: дать оценку выступлений каждого студента и учебной группы в целом. Раскрыть положительные стороны и недостатки проведенного семинарского занятия. Ответить на вопросы студентов. Выдать задания для самостоятельной работы по подготовке к следующему занятию.

6.1.10. Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS). Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

6.2.1. Студент с самого начала освоения дисциплины должен внимательно ознакомится с рабочей программой дисциплины.

6.2.2. Студенту необходимо составить для себя график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД с учётом требований других дисциплин, изучаемых в текущем семестре.

6.2.3. При проведении занятий и процедур текущей и промежуточной аттестации с использованием инструментов информационной образовательной среды дистанционного образования университета (LMS Мосполитеха) как во время контактной работы с преподавателем, так и во время самостоятельной работы студент должен обеспечить техническую возможность дистанционного подключения к системам дистанционного обучения. При отсутствии такой возможности обсудить ситуацию с преподавателем дисциплины.

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

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным занятиям;
- подготовка к семинарам и практическим занятиям;

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 самостоятельной работы.

7. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств представлен в Приложении 2 к рабочей программе и включает разделы:

1. Методы контроля и оценивания результатов обучения

2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения

3. Оценочные средства

3.1. Текущий контроль

3.2. Промежуточная аттестация

Приложение 1

Тематический план изучения дисциплины «Пленки и методы их исследований»
по направлению подготовки
22.03.01 «Материаловедение и технология материалов»
по профилю подготовки «Перспективные материалы и технологии»

№ 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	КР	КП	РГР	ДС	К/Р	Э	З
	5семестр														
1.	**Вводная часть** Необходимость нанесения пленок на поверхности конструкционных и функциональных материалов. Критерии оценки и выбора пленок. **Физико-химические основы упрочнения металлических материалов** Механизмы упрочнения сталей. Дислокационное упрочнение сталей. Деформационное упрочнение. Твердорастворное упрочнение. Зернограничное упрочнение. Термическое упрочнение. Термодеформационное упрочнение.	5	1	2			4								
2.	**Пленки в результате химико-термической обработки** Физические основы химико-термической	5	2	2			4					+			

	обработки, понятие о коэффициенте диффузии. Цементация, режимы насыщения и последующих термической обработки углеродистых и легированных сталей, виды процесса, области применения. Нитроцементация, виды процесса, режимы, области применения. Применение атмосфер с автоматическим регулированием потенциала углерода для процесса цементации и нитроцементации.														
3.	Лабораторная работа. Определение свойств химико-термических покрытий		3			4	4								
4.	Семинар. Химические методы получения покрытий.	5	4		2		4								
5.	**Пленки деталей машин после отделочно-упрочняющей обработки** Насыщение поверхности сталей различными элементами. Упрочнение методами электролитического осаждения и растворения. Упрочнение с созданием пленки на поверхности. Осаждение химической реакцией (оксидирование, сульфидирование, фосфатирование, нанесение упрочняющего смазочного материала, осаждение из газовой фазы). Электролитическое осаждение (хромирование, никелирование, электрофорез, никельфосфатирование, борирование, борохромирование, хромофосфатирование). Механизм модифицирования стальных образцов водными растворами на основе	5	5	2			4					+			

	силиката натрия.														
6.	**Упрочняющая поверхностная обработка** Поверхностное упрочнение закалкой токами высокой частоты. 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. Лазерная поверхностная обработка. Лазерная закалка из твердого и жидкого состояния. Структура поверхностного слоя. Влияние параметров обработки на свойства поверхностного слоя. Лазерная закалка сталей и титановых сплавов		6	2			2								
7.	**Получение пленок методами наплавки** Сущность наплавки. Классификация наплавочных материалов. Классификация способов наплавки. Ручная дуговая наплавка штучными электродами. Полуавтоматическая и автоматическая дуговая наплавка.	5	7	2			2					+			
8.	Семинар. Лазерная обработка сталей	5	8		4		4								
9.	Лабораторная работа. Определение свойств покрытий, полученных наплавкой					4	4								
10.	Электрошлаковая наплавка. Плазменная наплавка. Индукционная наплавка. Лазерная наплавка. Электронно-лучевая наплавка. Электроконтактная	5	9	2			4					+			

	наплавка. Плакирование прокаткой и экструдированием. Плакирование с использованием энергии взрыва. Наплавка трением. Классификация наплавочных материалов. Классификация способов наплавки.														
11.	Семинар «Наплавочные материалы»	5	10-11		4		4								
12.	Ручная дуговая наплавка штучными электродами. Полуавтоматическая и автоматическая дуговая наплавка. Электрошлаковая наплавка. Плазменная наплавка. Индукционная наплавка. Лазерная наплавка. Электронно-лучевая наплавка. Электроконтактная наплавка.		12	2			4					+			
13.	Лабораторная работа. Испытания покрытия, полученных наплавкой.					2	4								
14.	Семинар "Лазерная наплавка"	5	13		4		4								
15.	**Получение пленок методами газотермического напыления** Классификация видов газотермического напыления. Материалы для газотермического напыления. Технология плазменного напыления. Лазерное напыление. Определение свойств покрытий. Применение газотермического напыления.	5	14	2			4					+			
16.	Газопламенное и газоэлектрическое напыление. Дуговая и высокочастотная металлизация. Сущность плазменного напыления. Технология плазменного напыления. Детонационное напыление. Газодинамическое "холодное" напыление.	5	15	2			4					+			

	Лазерное напыление. Определение свойств покрытий. Применение газотермического напыления.														
17.	Лабораторная работа. Определение свойств покрытий.					4	4								
18.	Семинар "Структура и свойства напыленного слоя покрытия"	5	16		4		4								
19.	Лабораторная работа «Виды износа конструкционных материалов при трении»	5	17			2	4								
	Итоговое занятие		18			2									
	Итого в 5 семестре			18	18	18	72								+
	6 семестр														
1.	**Магнетронное напыление тонких пленок** Сущность процесса магнетронного напыления. Магнетронные распылительные системы пониженного давления. Магнетронные распылительные системы несбалансированного типа. Магнетронные распылительные системы с замкнутой областью. Вакуумное технологическое оборудование.	6	1	2			4					+			
2.	Сущность процесса магнетронного напыления. Магнетронные распылительные системы пониженного давления. Магнетронные распылительные системы несбалансированного типа. Магнетронные распылительные системы с замкнутой областью.	6	2	2			4								
3.	Семинар «Характеристики процесса ионного распыления»	6	3-4		4		6								
4.	**Пленки в результате электроискровой обработки**	6	5	2			4					+			

	Сущность процесса электроискрового легирования. Параметры электроискрового легирования. Свойства покрытий .														
5.	Семинар «Область эффективного применения электроискрового легирования»		6-7		4		6								
6.	**Ионная имплантация** Сущность процесса ионной имплантации. Процессы, протекающие при ионной имплантации металлических мишеней. Параметры процесса ионной имплантации	6	8-9	4			6					+			
7.	Влияние ионной имплантации на трибологические свойства.	6	10	2			4								
8.	Семинар «Повышение эксплуатационных свойств материалов методами ионной имплантации»	6	11-12		4		6								
9.	**Технико-экономический выбор защитных пленок материала** Основы рационального выбора материала и метода упрочнения. Причины снижения работоспособности материала: усталостное разрушение, хрупкое разрушение, фрикционный износ, абразивный износ, контактная усталость, фреттинг–коррозия, схватывание и заедание поверхностей трения.	6	13	2			4								
10.	Семинар «Выбор методов упрочнения конструкционных материалов»		14-15		4		6								
15.	Материалы и методы их упрочнения при различных видах нагрузки деталей.	6	16-17	4			4								
16.	Итоговое занятие	6	18		2										
	Итого в 6 семестре			18	18		54								+
	Итого в 5 и 6 семестрах			**36**	**36**	**18**	**126**								

Приложение 2
к рабочей программе «Эволюция структуры и свойств материалов в процессе эксплуатации»

ФОНДОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Методы контроля и оценивания результатов обучения

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

- контроль текущей успеваемости (текущий контроль);
- промежуточная аттестация (зачет, экзамен).

2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения при проведении промежуточной аттестации

Форма промежуточной аттестации, предусмотренная учебным планом: 5 семестр – зачет; 6 семестр – зачет.

Шкала оценивания	**Критерии оценивания**
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. 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.

7.1 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

№ ОС	Наименование оценочного средства	Форма отчетности и текущего контроля	Представление оценочного средства в ФОС

1	Кейс-задача (К-З)	Отметка в журнале преподавателем о присутствии на занятии и выполнении обучающимсякейс-задачи.	Задания для решения кейс-задачи
2	Контрольная работа (К/Р)	Выполнение заданий и задач по темам, предусмотренным рабочей программой дисциплины с отметкой преподавателя «зачтено».	Комплект контрольных заданий по вариантам
4	Доклад, сообщение (ДС)	Оформление выступлений на семинарских занятиях в виде докладов, с отметкой преподавателя в журнале «зачтено»	Темы докладов, сообщений

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

7.3.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация - (зачет) проводится по билетам в устной форме. Регламент проведения аттестации:

- время для подготовки ответа на вопросы не более 40 мин.;
- время на ответ на заданные вопросы не более 10 мин.

Билет состоит из трех теоретических вопросов.

Перечень вопросов к зачету приведен в приложении 2 к рабочей программе.

Задания для контрольной работы
по дисциплине «**Пленки и методы их исследований**»

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?

- оценка «зачет» выставляется студенту, если он выполнил все предложенные задания и не допустил существенных ошибок;
оценка «незачет» если студент не выполнил полностью два задания.

Примеры кейс-задач
по дисциплине " **Пленки и методы их исследований** "

1. Тема «Поверхностная термическая обработка»
2. Задание: исследование темплета рельса, макрошлифа детали, закаленной ТВЧ, макрошлифа сварного соединения. По каждому образцу определяется методика травления, описывается выявленная структура.
3. Ожидаемые результаты: заключение о приемке детали с техническим обоснованием принятого решения.

1 Тема (проблема). Плазменная наплавка упрочняющего слоя на сталь 30ХГСА
2. Последовательность решения задачи: определение оптимальной глубиной проплавления стали 30ХГСА и значения толщины наплавленного слоя, установление влияния скорости наплавки на твердость, изучение микроструктуры стали после наплавки.
3 Ожидаемый результат: заключение о соблюдении правильной технологии при проведении наплавки стали 30ХГСА.

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если студент без ошибок описывает превращения, происходящие при наплавке стали; дает рекомендации по режимам наплавки стали 30ХГСА;
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если студент допускает грубые ошибки приописании структурных превращений, происходящих при наплавке стали; дает неправильные рекомендации по режимам наплавки стали 30ХГСА.

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если он выполнил работу и верно сделал заключение;
- оценка «не зачтено» выставляется, если студент не смог выполнить работу.

Темы докладов, сообщений
по дисциплине ***«*Пленки и методы их исследований»**

Плазменная поверхностная закалка сталей.
Лазерная поверхностная обработка.
Лазерная закалка из твердого и жидкого состояния.
Лазерная закалка сталей.
Лазерная закалка титановых сплавов.
Ручная дуговая наплавка штучными электродами.
Полуавтоматическая и автоматическая дуговая наплавка.
Электрошлаковая наплавка.
Плазменная наплавка.
Индукционная наплавка.
Лазерная наплавка.
Электронно-лучевая наплавка.
Электроконтактная наплавка.
Наплавка трением.
Газопламенное и газоэлектрическое напыление.
Дуговая и высокочастотная металлизация.
Детонационное напыление.
Газодинамическое "холодное" напыление.
Лазерное напыление. Определение свойств покрытий.
Магнетронные распылительные системы.
Вакуумное технологическое оборудование.
Электроискровое легирование.
Ионная имплантация.

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если он подобрал материал, изучил, сделал сообщение;

- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если он не подготовил сообщение

Вопросы к зачету

1. Технологические методы повышения износостойкости деталей
2. Концентрация напряжений. Остаточные напряжения, определение, классификация
3. Влияние пластической деформации на структуру и свойства материалов
4. Механизм упрочнения
5. Деформационное упрочнение
6. Дисперсионное твердение
7. Химико-термическая обработка: цементация, азотирование стали
8. Нитроцементация стали
9. Диффузионная металлизация: алитирование, хромирование и т.п.
10. Термомеханическая обработка. Основные виды
11. Структура и свойства материалов после термомеханической обработки
12. Поверхностное упрочнение металлов и сплавов путем воздействия концентрированных потоков энергии
13. Композиционные материалы. Принципы создания, свойства, области применения
14. Способы плазменной наплавки с подачей порошков
15. Шликерная наплавка. Критерии выбора способов плазменной наплавки
16. Особенности соединения металлов с образованием общей ванны расплава при наплавке
17. Особенности соединения металлов в твердожидком состоянии при наплавке
18. Наплавочные материалы для плазменной наплавки, их свойства и основные компоненты
19. Технологические особенности плазменной наплавки
20. Показатели качества наплавленного валика. Трещинообразование и меры борьбы с ним.
21. Последующая механическая обработка валиков, полученных при проведении плазменной наплавки
22. Плазменное напыление. Сущность процесса
23. Повышение прочности и адгезии напыленных слоев с подложкой
24. Плазменно-механическая поверхностная обработка (плазменный нагрев)
25. Негативные изменения, происходящие в поверхностных слоях деталей при плазменно-механической обработке, и методы их снижения
26. Сущность электронно-лучевого воздействия на материал. Параметры электронного луча в импульсно-периодическом и непрерывном режимах генерации
27. Электронно-лучевая обработка. Закономерности потерь энергии электронов в конденсированных и газовых средах
28. Эмиссия электронов из зоны воздействия. Эффективный и термический КПД электронно-лучевой обработки. Энергетический баланс процесса
29. Технологические особенности импульсных электронно-лучевых методов получения тонких пленок
30. Сущность процесса лазерной наплавки. Ее преимущества и недостатки в сравнении с другими видами наплавки
31. Технологические особенности процессов лазерного переплавления напыленных покрытий и лазерного объемного формообразования переплавлением дополнительного присадочного материала
32. Технологические особенности лазерной газопорошковой наплавки
33. Технологические особенности лазерной наплавки по шликерному покрытию
34. Перечислите основные особенности лазерного упрочнения
35. В чем состоит сущность вибродуговой наплавки?

36. Назовите способы упрочнения деталей наплавкой?
37. Какие существуют технологические методы повышения износостойкости деталей?
38. Сущность метода ионной имплантации
39. Достоинства вакуумного ионно-плазменного упрочнения, ионного магнетронного распыления и ионного легирования
40. Методы магнитной обработки
41. Какие изменения происходят в дислокационной структуре при импульсной магнитной обработке?
42. Для каких деталей рекомендуется поверхностная закалка с индукционным нагревом?
43. Как проводится и каковы преимущества закалки с индукционным нагревом?
44. Почему температура нагрева под закалку при индукционном нагреве выше, чем при нагреве в печи? В каком случае будет получено более мелкое зерно аустенита?
45. Каким образом определяют оптимальные параметры процесса индукционной закалки?
46. Оцените степень влияния структурного состояния сталей после индукционной закалки на их механические свойства
47. Перечислите преимущества нагрева плазменной дугой прямого действия по сравнению с печным нагревом, с поверхностным лазерным и электронно-лучевым нагревом
48. Почему использование воздуха как плазмообразующего газа предпочтительнее, чем инертных газов, водорода, азота и др.?
49. Зачем при плазменной поверхностной закалке применяется электромагнитное сканирование плазменной дуги?
50. Исходя из каких условий выбираются режимы плазменной поверхностной закалки?
51. Опишите особенности строения и свойства упрочненных зон на сталях после поверхностной воздушно-плазменной закалки
52. Что называется лазером и какие элементы входят в состав лазера?
53. Назовите виды лазерной поверхностной обработки в зависимости от плотности мощности лазерного излучения.
54. Каковы преимущества лазерной закалки перед известными традиционными способами закалки?
55. Каковы особенности строения зоны лазерного воздействия на сталях?
56. В чем состоит основное преимущество лазерной закалки сталей из твердого состояния перед лазерной закалкой из жидкого состояния?
57. Из каких соображений выбирается плотность мощности лазерного излучения при импульсной лазерной обработке без оплавления поверхности?
58. Какой предварительной обработке подвергаются изделия перед проведением лазерной термообработки?
59. Обоснуйте выбор схем лазерного облучения отрезных резцов, концевых фрез и вырубных штампов.
60. Перечислите основные параметры процесса лазерной термообработки материалов.