

РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧЕРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»

Институт Технологий и инженерной механики  
Кафедра Материаловедение

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор  
Института технологий и инженерной  
механики



*Могильная Е.П.*  
Могильная Е.П.  
(подпись)

« 18 » 04 2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
«НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УПРОЧНЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ»

По направлению подготовки 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов

Магистерская программа: «Структурные и фазовые превращения при деформационно-термической обработке»

Лист согласования РПУД

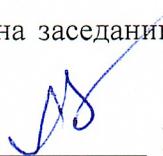
Рабочая программа учебной дисциплины «Новые технологии упрочнения материалов» по направлению подготовки 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов. – 13 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Новые технологии упрочнения материалов» составлена с учетом государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 24.04.2018 № 306 редакция с изменениями от 26.11.2020 №1456.

СОСТАВИТЕЛЬ:

Доктор техн. наук, профессор Рябичева Л.А.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры материаловедения «18» 04 2023 г., протокол № 3.

Заведующая кафедрой материаловедения \_\_\_\_\_  Рябичева Л.А.

Переутверждена: «  » \_\_\_\_\_ 20   г., протокол № \_\_\_\_\_

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института Технологий и инженерной механики

«18» 04 2023 г., протокол № 3.

Председатель учебно-методической комиссии института \_\_\_\_\_

 Ясуник С.Н.

## Структура и содержание дисциплины

### 1. Цели и задачи дисциплины, её место в учебном процессе

Цель изучения дисциплины – изучить механизм и технологии упрочнения деталей машин, инструмента, штампов, пресс-форм, ножей, фильер, подшипников качения и др. изделий со специальными свойствами поверхности.

Задачи:

- изучить механизмы упрочнения;
- изучить методы поверхностного упрочнения;
- изучить микроструктуру и свойства упрочнённых слоёв детали.

### 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Новые технологии упрочнения материалов» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений. Условиями для освоения дисциплины являются знания, умения и навыки, полученные при изучении дисциплин: «Физическая химия», «Физика», «Математическое моделирование и современные проблемы наук о материалах и процессах» и служит основой для написания магистерской диссертации.

### 3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ПК-6. Способен организовать проведение анализа и анализировать структуру новых материалов, адаптировать методики исследования свойств материалов к потребностям производства и разрабатывать специальные методики.	ПК-6.1. Организует проведение анализа структуры новых материалов, адаптирует методики исследования свойств материалов к потребностям производства и разрабатывает специальные методики.	Знать методы проведения анализа структуры новых материалов, адаптировать методики исследования свойств материалов к потребностям производства и разрабатывать специальные методики Уметь разрабатывать анализ структуры новых материалов, адаптировать методики исследования свойств материалов к потребностям производства и разрабатывать специальные методики Владеть навыками разработки и анализа структуры новых материалов, адаптировать методики исследования свойств материалов к потребностям производства и разрабатывать специальные методики

## 4. Структура и содержание дисциплины

### 4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	216 (6,0 зач. ед)	
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего) в том числе:	60	
Лекции	30	
Семинарские занятия	-	
Практические занятия	30	
Лабораторные работы	-	
Курсовая работа (курсовой проект)	-	
Другие формы и методы организации образовательного процесса ( <i>расчетно-графические работы, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинг, компьютерные симуляции, интерактивные лекции, семинары, анализ деловых ситуаций и т.п.</i> )	-	
<b>Самостоятельная работа студента (всего)</b>	<b>156</b>	
Итоговая аттестация	экзамен	

### 4.2. Содержание разделов дисциплины

#### Тема 1. Механизмы упрочнения деталей машин

Связь механизмов упрочнения со структурными несовершенствами кристаллов. Четыре основных механизма упрочнения металлических материалов: субструктурное, твердорастворное, поликристаллическое и многофазное упрочнение.

#### Тема 2. Механические методы поверхностного упрочнения деталей машин

Параметры состояния поверхностного слоя деталей машин. Основные виды обработки поверхностным пластическим деформированием. Сущность упрочнения пластическим деформированием. Структура и свойства поверхностного слоя.

#### Тема 3. Химико-термическая обработка

Общие закономерности. Диффузионное насыщение сплавов углеродом и азотом. Ионное азотирование и цементация. Одновременное насыщение поверхности стали азотом и углеродом. Диффузионное насыщение сплавов металлами и неметаллами. Поверхностная закалка стали.

#### Тема 4. Методы лазерного, электронно-лучевого, плазменного и детонационного упрочнения деталей машин

Лазерное упрочнение. Механизм упрочнения. Лазерная наплавка. Лазерное оборудование. Электронно-лучевая обработка. Электронно-лучевое оборудование. Влияние лазерного упрочнения на микроструктуру и твёрдость деталей машин.

Методы детонационного и плазменного нанесения покрытия. Механизм упрочнения. Оборудование для детонационного нанесения покрытия. Влияние детонационного и плазменного нанесения покрытия на микроструктуру и твёрдость деталей машин.

Плазменное поверхностное упрочнение деталей. Механизм упрочнения. Оборудование для плазменного упрочнения деталей. Влияние плазменного упрочнения на микроструктуру и твёрдость деталей машин.

**Тема 5.** Вакуумное ионно-плазменное упрочнение, ионное, магнетронное распыление, ионное легирование

Вакуумное ионно-плазменное упрочнение. Ионное распыление. Магнетронное распыление. Ионное осаждение покрытий. Ионно-диффузионное насыщение. Ионное легирование (имплантация). Изменение микроструктуры и твёрдости деталей машин при упрочнении.

**Тема 6.** Магнитное упрочнение деталей машин

Методы магнитной обработки. Механизм магнитного упрочнения. Изменение микроструктуры и механических свойств.

**Тема 7.** Лазерная термическая обработка

Лазерная химико-термическая обработка. Влияние на структуру и свойства.

### 4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Механизмы упрочнения деталей машин	6	
2	Механические методы поверхностного упрочнения деталей машин	4	
3	Химико-термическая обработка	4	
4	Методы лазерного, электронно-лучевого, плазменного и детонационного упрочнения деталей машин	4	
5	Вакуумное ионно-плазменное упрочнение, ионное, магнетронное распыление, ионное легирование	4	
6	Магнитное упрочнение деталей машин	4	
7	Лазерная термическая обработка	4	
	<b>Итого</b>	<b>30</b>	

### 4.4. Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены

#### 4.5. Практические занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочн. форма
1	Механизмы упрочнения деталей машин	4	
2	Дорнование отверстий	4	
3	Обкатка роликом поверхности матрицы	4	
4	Ионное азотирование автомобильных клапанов, технология, структура и свойства.	6	
5	Лазерное упрочнение деталей машин	6	
6	Влияние на структуру и свойств лазерной химико-термической обработки	6	
<b>Итого:</b>		<b>30</b>	

#### 4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Механизмы упрочнения деталей машин	изучение лекционного материала, подготовка к практическим занятиям	30	
2	Механические методы поверхностного упрочнения деталей машин		20	
3	Химико-термическая обработка		20	
4	Методы лазерного, электронно-лучевого, плазменного и детонационного упрочнения деталей машин		26	
5	Вакуумное ионно-плазменное упрочнение, ионное, магнетронное распыление, ионное легирование		15	
6	Магнитное упрочнение деталей машин		20	
7	Лазерная термическая обработка		15	
8	Подготовка к экзамену		10	
<b>Итого:</b>			<b>156</b>	

#### 4.7. Курсовые работы/проекты не предусмотрены учебным планом.

#### 5. Образовательные технологии

В процессе обучения для достижения планируемых результатов освоения дисциплины используются следующие образовательные технологии:

- информационно-коммуникационная технология, в том числе визуализация, создание электронных учебных материалов;
- технология коллективного взаимодействия, в том числе совместное решение проблемных задач, ситуаций, кейсов;
- технология проблемного обучения, в том числе в рамках разбора проблемных ситуаций;

- технология развивающего обучения, в том числе постановка и решение задач от менее сложных к более сложным, развивающих компетенции студентов;

- технология адаптивного обучения, в том числе проведение консультаций преподавателя.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:**

### **а) основная литература:**

1. Физическое металловедение. В 3-х т. – 3-е изд., перераб. и доп. / Подред. Р.У. Кана, П. Хаазена. Т.2. Фазовые превращения в металлах и сплавах и сплавы с особыми физическими свойствами /Пер. с англ. – М.: Металлургия, 1987. – 624 с.

2. Физическое материаловедение: Учебник для вузов: В 6 т. / Под общей ред. Б.А. Калина. Том 1. Физика твердого тела/ Г.Н. Елманов, А.Г.Залужный, В.И. Скрытный, Е.А. Смирнов, В.Н. Яльцев – М.: МИФИ, 2007. – 636 с.

3. Физическое материаловедение: Учебник для вузов: В 6 т. / Под общей ред. Б.А. Калина. Том 2. Основы материаловедения/ В.В. Нечаев, Е.А.Смирнов, С.А. Кохтев, Б.А. Калинин, А.А. Полянский, В.И. Стаценко – М.:МИФИ, 2007. – 608 с.

### **б) Дополнительная литература:**

4. Мартин Дж., Доэрти Р. Стабильность микроструктуры металлических систем /Пер. с англ. О.А. Алексеева и В.С. Хабарова. – М.: Атомиздат, 1978. – 280 с.

5. Гегузин Я.Е., Кривоглаз М.А. Движение макроскопических включений в твердых телах. – М.: Металлургия, 1971. – 344 с.

6. Структура и механические свойства металлов /М.Л. Бернштейн, В.А. Займовский. – М.: Металлургия, 1970. – 472 с.

### **в) методические указания**

Методические указания к выполнению практических занятий по дисциплине «Новые технологии упрочнения материалов» для студентов, обучающихся по направлению подготовки 22.04.01. Материаловедение и технологии материалов, /Сост.: Л.А. Рябичева. Луганск: Изд-во ЛНУ им. Даля, 2021.

### **г) Internet-ресурсы:**

Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.пф/>

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>

Министерство образования и науки Луганской Народной Республики – <https://minobr.su>

Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.su>

Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

### **Электронные библиотечные системы и ресурсы**

Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Освоение дисциплины «Новые технологии упрочнения материалов» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащённое компьютером с доступом в Интернет.

Программное обеспечение:

<b>Функциональное назначение</b>	<b>Бесплатное программное обеспечение</b>	<b>Ссылки</b>
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	<a href="https://www.libreoffice.org/">https://www.libreoffice.org/</a> <a href="https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice">https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice</a>
Операционная система	UBUNTU 19.04	<a href="https://ubuntu.com/">https://ubuntu.com/</a> <a href="https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu">https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu</a>
Браузер	Firefox Mozilla	<a href="http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx">http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx</a>
Браузер	Opera	<a href="http://www.opera.com">http://www.opera.com</a>
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	<a href="http://www.mozilla.org/ru/thunderbird">http://www.mozilla.org/ru/thunderbird</a>
Файл-менеджер	Far Manager	<a href="http://www.farmanager.com/download.php">http://www.farmanager.com/download.php</a>
Архиватор	7Zip	<a href="http://www.7-zip.org/">http://www.7-zip.org/</a>
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	<a href="http://www.gimp.org/">http://www.gimp.org/</a> <a href="http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8">http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8</a> <a href="http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP">http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP</a>
Редактор PDF	PDFCreator	<a href="http://www.pdfforge.org/pdfcreator">http://www.pdfforge.org/pdfcreator</a>
Аудиоплеер	VLC	<a href="http://www.videolan.org/vlc/">http://www.videolan.org/vlc/</a>

## 8. Оценочные средства по дисциплине

**Паспорт  
фонда оценочных средств по учебной дисциплине  
«Новые технологии упрочнения материалов»  
Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых  
в результате освоения учебной дисциплины (модуля)  
или практики**

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1	ПК-6	Способен организовать проведение анализа и анализировать структуру новых материалов, адаптировать методики исследования свойств материалов к потребностям производства и разрабатывать специальные методики.	ПК-6.1. Организует проведение анализа структуры новых материалов, адаптирует методики исследования свойств материалов к потребностям производства и разрабатывает специальные методики.	Тема 1. Механизмы упрочнения деталей машин Тема 2. Механические методы поверхностного упрочнения деталей машин Тема 3 Химико-термическая обработка. Тема 4. Методы лазерного, электронно-лучевого, плазменного и детонационного упрочнения деталей машин Тема 5. Вакуумное ионно-плазменное упрочнение, ионное, магнетронное распыление, ионное легирование Тема 6. Магнитное упрочнение деталей машин Тема 7. Лазерная термическая обработка	3

**Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания**

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1	ПК-6	ПК-6.1. Организует проведение анализа структуры новых материалов, адаптирует методики исследования свойств материалов к потребностям производства и разрабатывает специальные методики	Знать методы проведения анализа структуры новых материалов, адаптировать методики исследования свойств материалов к потребностям производства и разрабатывать специальные методики Уметь разрабатывать анализ структуры новых материалов, адаптировать методики исследования свойств материалов к потребностям производства и разрабатывать специальные методики Владеть навыками разработки и анализа структуры новых материалов, адаптировать методики исследования свойств материалов к потребностям производства и разрабатывать специальные методики	Тема 1. Механизмы упрочнения деталей машин Тема 2. Механические методы поверхностного упрочнения деталей машин Тема 3 Химико-термическая обработка. Тема 4. Методы лазерного, электронно-лучевого, плазменного и детонационного упрочнения деталей машин Тема 5. Вакуумное ионно-плазменное упрочнение, ионное, магнетронное распыление, ионное легирование Тема 6. Магнитное упрочнение деталей машин Тема 7. Лазерная термическая обработка	Сдача практических работ, вопросы к экзамену

## Оценочные средства для промежуточной аттестации (экзамен)

### Вопросы к экзамену:

1. Механизмы упрочнения деталей машин
2. Связь механизмов упрочнения со структурными несовершенствами кристаллов.
3. Четыре основных механизма упрочнения металлических материалов: субструктурное, твердорастворное, поликристаллическое и многофазное упрочнение.
4. Механические методы поверхностного упрочнения деталей машин
5. Параметры состояния поверхностного слоя деталей машин.
6. Основные виды обработки поверхностным пластическим деформированием.
7. Сущность упрочнения пластическим деформированием.
8. Структура и свойства поверхностного слоя.
9. Химико-термическая обработка
10. Диффузионное насыщение сплавов углеродом и азотом.
11. Ионное азотирование и цементация.
12. Одновременное насыщение поверхности стали азотом и углеродом.
13. Диффузионное насыщение сплавов металлами и неметаллами.
14. Поверхностная закалка стали.
15. Лазерное упрочнение. Механизм упрочнения.
16. Лазерная наплавка. Лазерное оборудование.
17. Электронно-лучевая обработка. Электронно-лучевое оборудование.
18. Влияние лазерного упрочнения на микроструктуру и твердость деталей машин.
19. Методы детонационного и плазменного нанесения покрытия. Механизм упрочнения.
20. Оборудование для детонационного нанесения покрытия.
21. Влияние детонационного и плазменного нанесения покрытия на микроструктуру и твердость деталей машин.
22. Плазменное поверхностное упрочнение деталей. Механизм упрочнения.
23. Оборудование для плазменного упрочнения деталей.
24. Влияние плазменного упрочнения на микроструктуру и твердость деталей машин.
25. Вакуумное ионно-плазменное упрочнение.
26. Ионное распыление.
27. Магнетронное распыление.
28. Ионное осаждение покрытий.
29. Ионно-диффузионное насыщение.
30. Ионное легирование (имплантация).
31. Методы магнитной обработки. Механизм магнитного упрочнения.
32. Лазерная термическая обработка

33. Лазерная химико-термическая обработка. Влияние на структуру и свойства.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «экзамен»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Ответ дан на высоком уровне (студент в полном объёме осветил рассматриваемую проблематику, привёл аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
4	Ответ дан на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привёл аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
3	Ответ дан на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
2	Ответ дан на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)