

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»

Институт технологий и инженерной механики  
Кафедра обработки металлов давлением и сварки

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института



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

18 » 04 2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
«ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ ЗАЩИТНЫХ И УПРОЧНЯЮЩИХ  
ПОКРЫТИЙ»

По направлению подготовки 15.04.01 Машиностроение  
Профиль: «Оборудование и технология сварочного производства»

Луганск – 2023



Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Основы создания защитных и упрочняющих покрытий» по направлению подготовки 15.04.01 Машиностроение. – \_\_\_ с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Основы создания защитных и упрочняющих покрытий» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.04.01 Машиностроение, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 14 августа 2020 года № 1025.

СОСТАВИТЕЛЬ:

канд. техн. наук, доцент Бояршина Л.А.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры обработки металлов давлением и сварки «11» 04 2023 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой

обработки металлов давлением и сварки А.С.В. Стоянов А.А.

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

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института \_\_\_\_\_  
«18» 04 2023 г., протокол № 3.

Председатель учебно-методической

комиссии института технологий и инженерной механики С.Н.И. Ясуник С.Н.

## Структура и содержание дисциплины

### 1. Цель и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Целями освоения дисциплины «Основы создания защитных и упрочняющих покрытий» является формирование у студентов теоретических знаний и практических навыков в области высоких технологий, высокоэффективных методов термической и иных упрочняющих обработок заготовок и деталей, связанной с выбором необходимых методов оценки, анализа и исследования свойств материалов, применяемых в технологических процессах изготовления конкурентоспособной продукции.

Задачи: подготовка к проектно-конструкторской и производственно-технологической работе в области высоких технологий, высокоэффективных методов термической и иных упрочняющих обработок заготовок и деталей, связанной с выбором необходимых методов оценки, анализа и исследования свойств материалов, применяемых в технологических процессах изготовления конкурентоспособной продукции.

### 2. Место дисциплины в структуре ООП ВО.

#### Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Дисциплина «Основы создания защитных и упрочняющих покрытий» относится к циклу дисциплин профессиональной и практической подготовки.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин «Технология конструкционных материалов», «Наплавка и напыление», «Послесварочная обработка» и знания, полученные в ходе изучения данной дисциплины, будут использованы для выполнения курсовых проектов и работ, научно-исследовательских работ, а также подготовки к написанию выпускной квалификационной работы.

### 3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ПК-2. Способность к руководству деятельностью сварочного производства и обеспечением ее контроля	<p>ПК 2.1. Знает методы исследования и проводить эксперименты по совершенствованию методов и технологии по выполнению сварочных работ.</p> <p>ПК 2.2. Умеет проводить научно-исследовательские и экспериментальные работы по сварочному производству.</p> <p>ПК 2.3. Владеет методами проведения исследований и разработок в области совершенствования технологии и организации свароч-</p>	<p>Знать: роль, значение и способы обеспечения и оценки качества поверхностных слоев рабочих органов и деталей машин; основные мировые тенденции в развитии, а также экологические и экономические аспекты инженерии поверхности; основные методы обеспечения требуемых свойств поверхностных слоев при изготовлении деталей; основные методы модифицирующей обработки поверхностных слоев и нанесения за-</p>

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
	ных работ, а, так же, навыками контроля за обеспечением производства необходимой нормативной, технической и производственно-технологической документацией.	<p>щитных и функциональных покрытий.</p> <p>Уметь: определять параметры качества поверхностно упрочняемых деталей; выбирать способы поверхностной упрочняющей обработки и получения покрытий; выбирать материалы для нанесения покрытий.</p> <p>Владеть: навыками описывать технологические процессы</p>

## 4. Структура и содержание дисциплины

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

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Заочн. форма
<b>Общая учебная нагрузка (всего)</b>	<b>180</b> <b>(5,0 зач. ед)</b>	<b>180</b> <b>(5,0 зач. ед)</b>
<b>Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)</b> <b>в том числе:</b>	<b>70</b>	<b>10</b>
Лекции	28	4
Семинарские занятия	-	-
Практические занятия	28	4
Лабораторные работы	14	2
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-
Другие формы и методы организации образовательного процесса	-	-
<b>Самостоятельная работа студента (всего)</b>	<b>110</b>	<b>170</b>
Итоговая аттестация	зачет	зачет

### 4.2. Содержание разделов дисциплины

**Тема 1.** Теоретические проблемы обеспечения работоспособности поверхностных слоев деталей и инструментов и придания им специальных функциональных свойств антифрикционности, износостойкости, жаростойкости, коррозионной стойкости, специальных физических свойств и пр.

**Тема 2.** Воспроизводственный цикл машиностроения и роль инженерии поверхности. Краткая история развитие инженерии поверхности. Проблемы экологии и инженерии поверхности. Экономические аспекты инженерии поверхности. Взаимосвязь фундаментальных и прикладных дисциплин, охватывающих научное направление по инженерии поверхности.

**Тема 3.** . Физика, химия и механика поверхности твердого тела и ее составные части: физика и химия атомарно-чистых поверхностей; физика и химия реальных поверхностей; механика контактного взаимодействия твердых тел. Методы исследования структуры и контроля качества поверхности твердого тела.

**Тема 4.** Теория коррозии и защиты от нее. Физико-химическая механика материалов. Теория надежности машин и приборов. Трибология и триботехника. Теория поверхностного модифицирования. Теория формирования покрытий. Теория размерной поверхностной об-

работки. Технология поверхностного модифицирования. Материаловедение и технология покрытий.

**Тема 5.** Основные понятия и показатели надежности машин. Основные понятия и показатели надежности и долговечности машин. Работоспособность и надежность изделий. Неисправность и отказ. Надежность. Безотказность. Долговечность. Сохраняемость. Отказы и их классификация. Показатели для оценки безотказности изделия. Сроки службы трущихся деталей. Показатели для оценки долговечности изделия. Ремонтпригодность. Экономические показатели надежности. Классификация машин по надежности.

**Тема 6.** Физика и химия отказов. Закономерности изменения свойств и состояния материалов. Классификация процессов старения. Процессы повреждения материала детали (объемные явления). Процессы разъедания. Процессы наростообразования. Процессы старения, протекающие при контакте поверхностей деталей. Оценка степени повреждения материала детали. Необходимость количественной оценки степени повреждения. Характеристики полного повреждения поверхностей. Виды локальных повреждений поверхности.

**Тема 7.** Зависимость выходного параметра изделия от степени повреждения. Конструкционные и функциональные материалы. Металлические материалы. Оксиды. Тугоплавкие и твердые бескислородные соединения и материалы на их основе. Металлические тугоплавкие соединения (интерметаллиды). Аморфные и микрокристаллические материалы.

Свойства материалов с покрытиями и модифицированными слоями. Механические свойства материалов с покрытиями и модифицированными слоями. Прочность сцепления покрытия с основным материалом. Физические характеристики покрытий и модифицированных слоев

**Тема 8.** Покрытия и слои, стойкие в условиях адгезионного изнашивания, в том числе: мягкие и твердые подшипниковые покрытия, антифрикционные покрытия, самосмазывающиеся покрытия. Покрытия и слои, стойкие в условиях абразивного изнашивания, в том числе: в условиях изнашивания незакрепленными абразивными частицами при температурах до 540°C; то же при температурах свыше 540°C до 840°C; стойкие к изнашиванию закрепленными абразивными частицами при температурах до 540°C; то же при температурах свыше 540°C до 840°C; стойкие к изнашиванию волокнами и нитями.

**Тема 9.** Коррозионно-стойкие покрытия. Покрытия, стойкие к атмосферной коррозии (в промышленных регионах; морской воздушной среды; в непромышленных регионах). Покрытия и слои, стойкие к воздействию жидких сред (свежей питьевой воды, непитьевой свежей воды, свежей горячей воды, морской воды, химических и пищевых жидкостей).

Покрытия и слои со специальными свойствами. Покрытия электротехнического назначения. Электропроводные покрытия. Электроизоляционные покрытия. Покрытия, экранирующие радиопомехи. Высокотемпературные сверхпроводящие покрытия.

**Тема 10.** Покрытия для саморегулирования зазоров в подвижных соединениях деталей машин. Изнашиваемые (прирабатываемые) покрытия. Истирающие (абразивные) покрытия.

Инструментальные покрытия. Покрытия для режущих инструментов. Покрытия для измерительных инструментов. Покрытия для штампов холодной листовой штамповки. Покрытия для штампов горячей объемной штамповки.

**Тема 11.** Модифицирование поверхностных слоев в процессе выполнения формообразующих операций. Обеспечение стабильности свойств материалов и заготовок деталей машин. Обеспечение качества поверхности при обработке деталей резанием. Очистка и мойка деталей. Обеспечение точностных параметров упрочняемых деталей.

Модифицирование поверхностей механическим воздействием. Обработка деталей поверхностным пластическим деформированием (ППД).

**Тема 12.** Модифицирование поверхностей термическим воздействием. Поверхностная закалка. Поверхностная лазерная термическая обработка. Основные параметры импульсной лазерной закалки. Основные параметры лазерной обработки непрерывными лазерами. Лазерная закалка без оплавления поверхности. Лазерная закалка с плавлением поверхности. Изменение структуры и свойств сплавов при лазерной закалке (доэвтектоидные углероди-

стые стали, эвтектоидные и заэвтектоидные стали, легированные стали, высоколегированные инструментальные стали).

**Тема 13.** Лазерный отжиг. Лазерный отпуск. Лазерное оплавление для улучшения качества поверхности. Лазерная аморфизация поверхности. Поверхностная электронно-лучевая термическая обработка. Светолучевая обработка. Плазменно-дуговая обработка. Обработка материалов импульсной плазмой. Газовзрывная обработка. Плазменно-детонационная обработка. Электролитно-плазменная закалка.

Модифицирование поверхностей термомеханическим воздействием. Электромеханическая обработка. Электрогидроимпульсное термопластическое упрочнение. Фрикционное упрочнение.

**Тема 14.** Формирование покрытий в твердофазном состоянии. Плакирование металлов (производство биметаллов). Наплавка поверхностей. Газотермическое напыление покрытий. Припекание покрытий. Формирование покрытий из атомарных частиц. Вакуумное конденсационное напыление покрытий. Газофазное осаждение покрытий. Лазерное напыление покрытий. Электрохимические покрытия.

### 4.3. Тема

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	<b>Тема 1.</b> Теоретические проблемы обеспечения работоспособности поверхностных слоев деталей и инструментов и придания им специальных функциональных свойств антифрикционности, износостойкости, жаростойкости, коррозионной стойкости, специальных физических свойств и пр.	2	1
2	<b>Тема 2.</b> Воспроизводственный цикл машиностроения и роль инженерии поверхности. Краткая история развитие инженерии поверхности. Проблемы экологии и инженерии поверхности. Экономические аспекты инженерии поверхности. Взаимосвязь фундаментальных и прикладных дисциплин, охватывающих научное направление по инженерии поверхности.	2	
3	<b>Тема 3.</b> . Физика, химия и механика поверхности твердого тела и ее составные части: физика и химия атомарно-чистых поверхностей; физика и химия реальных поверхностей; механика контактного взаимодействия твердых тел. Методы исследования структуры и контроля качества поверхности твердого тела.	2	
4	<b>Тема 4.</b> Теория коррозии и защиты от нее. Физико-химическая механика материалов. Теория надежности машин и приборов. Трибология и триботехника. Теория поверхностного модифицирования. Теория формирования покрытий. Теория размерной поверхностной обработки. Технология поверхностного модифицирования. Материаловедение и технология покрытий.	2	
5	<b>Тема 5.</b> Основные понятия и показатели надежности машин. Основные понятия и показатели надежности и долговечности машин. Работоспособность и надежность изделий. Неис-	2	



	<p>правность и отказ. Надежность. Безотказность. Долговечность. Сохраняемость. Отказы и их классификация. Показатели для оценки безотказности изделия. Сроки службы трущихся деталей. Показатели для оценки долговечности изделия. Ремонтпригодность. Экономические показатели надежности. Классификация машин по надежности.</p>		
6	<p><b>Тема 6.</b> Физика и химия отказов. Закономерности изменения свойств и состояния материалов. Классификация процессов старения. Процессы повреждения материала детали (объемные явления). Процессы разъедания. Процессы наростобразования. Процессы старения, протекающие при контакте поверхностей деталей. Оценка степени повреждения материала детали. Необходимость количественной оценки степени повреждения. Характеристики полного повреждения поверхностей. Виды локальных повреждений поверхности.</p>	2	1
7	<p><b>Тема 7.</b> Зависимость выходного параметра изделия от степени повреждения. Конструкционные и функциональные материалы. Металлические материалы. Оксиды. Тугоплавкие и твердые бескислородные соединения и материалы на их основе. Металлические тугоплавкие соединения (интерметаллиды). Аморфные и микрокристаллические материалы.</p> <p>Свойства материалов с покрытиями и модифицированными слоями. Механические свойства материалов с покрытиями и модифицированными слоями. Прочность сцепления покрытия с основным материалом. Физические характеристики покрытий и модифицированных слоев</p>	2	
8	<p><b>Тема 8.</b> Покрытия и слои, стойкие в условиях адгезионного изнашивания, в том числе: мягкие и твердые подшипниковые покрытия, антифрикционные покрытия, самосмазывающиеся покрытия. Покрытия и слои, стойкие в условиях абразивного изнашивания, в том числе: в условиях изнашивания незакрепленными абразивными частицами при температурах до 540°C; то же при температурах свыше 540°C до 840°C; стойкие к изнашиванию закрепленными абразивными частицами при температурах до 540°C; то же при температурах свыше 540°C до 840°C; стойкие к изнашиванию волокнами и нитями.</p>	2	
9	<p><b>Тема 9.</b> Коррозионно-стойкие покрытия. Покрытия, стойкие к атмосферной коррозии (в промышленных регионах; морской воздушной среды; в непромышленных регионах). Покрытия и слои, стойкие к воздействию жидких сред</p>	2	1

	<p>(свежей питьевой воды, непитьевой свежей воды, свежей горячей воды, морской воды, химических и пищевых жидкостей).</p> <p>Покрытия и слои со специальными свойствами. Покрытия электротехнического назначения. Электропроводные покрытия. Электроизоляционные покрытия. Покрытия, экранирующие радиопомехи. Высокотемпературные сверхпроводящие покрытия.</p>		
10	<p><b>Тема 10.</b> Покрытия для саморегулирования зазоров в подвижных соединениях деталей машин. Изнашиваемые (прирабатываемые) покрытия. Истирающие (абразивные) покрытия.</p> <p>Инструментальные покрытия. Покрытия для режущих инструментов. Покрытия для измерительных инструментов. Покрытия для штампов холодной листовой штамповки. Покрытия для штампов горячей объемной штамповки.</p>	2	
11	<p><b>Тема 11.</b> Модифицирование поверхностных слоев в процессе выполнения формообразующих операций. Обеспечение стабильности свойств материалов и заготовок деталей машин. Обеспечение качества поверхности при обработке деталей резанием. Очистка и мойка деталей. Обеспечение точностных параметров упрочняемых деталей.</p> <p>Модифицирование поверхностей механическим воздействием. Обработка деталей поверхностным пластическим деформированием (ППД).</p>	2	1
12	<p><b>Тема 12.</b> Модифицирование поверхностей термическим воздействием. Поверхностная закалка. Поверхностная лазерная термическая обработка. Основные параметры импульсной лазерной закали. Основные параметры лазерной обработки непрерывными лазерами. Лазерная закалка без оплавления поверхности. Лазерная закалка с плавлением поверхности. Изменение структуры и свойств сплавов при лазерной закалке (доэвтектоидные углеродистые стали, эвтектоидные и заэвтектоидные стали, легированные стали, высоколегированные инструментальные стали).</p>	2	
13	<p><b>Тема 13.</b> Лазерный отжиг. Лазерный отпуск. Лазерное оплавление для улучшения качества поверхности. Лазерная аморфизация поверхности. Поверхностная электронно-лучевая термическая обработка. Светолучевая обработка. Плазменно-дуговая обработка. Обработка материалов импульсной плазмой. Газовзрывная обработка. Плазменно-детонационная обработка. Электролитно-плазменная закалка.</p>	2	



	Модифицирование поверхностей термомеханическим воздействием. Электромеханическая обработка. Электрогидроимпульсное термопластическое упрочнение. Фрикционное упрочнение.		
14	<b>Тема 14.</b> Формирование покрытий в твердофазном состоянии. Плакирование металлов (производство биметаллов). Наплавка поверхностей. Газотермическое напыление покрытий. Припекание покрытий. Формирование покрытий из атомарных частиц. Вакуумное конденсационное напыление покрытий. Газофазное осаждение покрытий. Лазерное напыление покрытий. Электрохимические покрытия.	2	
<b>Итого:</b>		<b>28</b>	<b>4</b>

#### 4.4. Практические занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Расчет режимов автоматическая наплавка под слоем флюса	3	2
2	Расчет режимов вибродуговой наплавки	3	
3	Расчет режимов наплавке в среде углекислого газа	3	
4	Расчет режимов плазменной наплавки	3	
5	Расчет режимов электроконтактной наплавке лентой	2	
<b>Итого:</b>		<b>14</b>	<b>2</b>

#### 4.5. Лабораторные работы

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	ЛР № 1. Определение прочности сцепления покрытий с поверхностью твердого тела	4	2
2	ЛР № 2. Определение пористости напыленных и наплавленных покрытий	4	
3	ЛР №3. Определение твердости поверхности твердого тела	4	
4	ЛР № 4. Определение микротвердости поверхности твердого тела	4	
5	ЛР № 5 Металлографический анализ поверхности твердого тела	5	2
6	ЛР № 6. Испытания материалов на трение и изнашивание и определение их антифрикционных свойств	5	
<b>Итого:</b>		<b>28</b>	<b>4</b>

#### 4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Основные методы обеспечения требуемых свойств поверхностных слоев при изготовлении деталей. Основные методы модифицирующей обработки поверхностных слоев и нанесения защитных и функциональных покрытий.	Поиск, анализ, структурирование и изучение информации по темам. Подготовка к зачету	5	10
2	Физика и химия твердого тела и ее составные части: кристаллография; физика; химия; кристаллохимия; физическая химия; физика твердого тела		5	10
3	Материаловедение. Физические основы прочности. Физические основы поверхностной прочности и пластичности. Физика контактного взаимодействия		5	10
4	Технология машиностроения. Технология поверхностной размерной обработкой. Технология ремонта машин и восстановления деталей. Основы проектирования поверхностных слоев конструкций и функциональных покрытий. Электроника поверхности. Функциональные покрытия и поверхности.		5	10
5	Причины потери работоспособности машины. Источники и причины изменения начальных параметров машины. Процессы, снижающие работоспособность изделия. Классификация процессов, действующих на машину, по скорости их протекания. Допустимые и недопустимые виды повреждений деталей и сопряжений. О параметрической надежности машин.		10	10
6	Классификация отказов. Постепенные (износные) и внезапные отказы. Отказы функционирования и параметрические отказы. Фактические и потенциальные отказы. Допустимые и недопустимые отказы.		10	15
7	Методы оценки локальных повреждений. Оценка степени повреждения изделия по выходным параметрам. Показатели степени повреждения материала изделия. Закономерности протекания процессов старения во времени. Законы состояния. Законы старения. Классификация процессов старения.		10	15
8	Трещиностойкость материалов с покрытиями и модифицированными слоями. Прочность и жаростойкость		10	15

	материалов с покрытиями при высоких температурах. Специальные свойства покрытий и модифицированных поверхностных слоев.			
9	Покрытия и слои, стойкие в условиях усталостного изнашивания: стойкие к усталостному изнашиванию при циклическом нагружении; стойкие к фреттинг-коррозии при температурах до 540°C; то же при температурах выше 540°C до 840°C; стойкие к кавитационному изнашиванию.		10	15
10	Терморегулирующие покрытия. Солнечные отражатели. Солнечные поглотители. Истинные поглотители. Истинные отражатели. Эмиссионные покрытия из оксидов щелочно-земельных элементов		10	15
11	Основные методы обеспечения требуемых свойств поверхностных слоев при изготовлении деталей. Основные методы модифицирующей обработки поверхностных слоев и нанесения защитных и функциональных покрытий.		10	15
12	Подготовка к практическим занятиям.		10	15
13	Изучение теоретического материала, подготовка к зачету		10	15
<b>Итого:</b>			110	170

#### 4.7. Курсовые проекты

Учебным планом курсовая работа не предусмотрена.

#### 5. Образовательные технологии

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

- традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;
- информационно-коммуникационная технология, в том числе визуализация, создание электронных учебных материалов;
- использование электронных образовательных ресурсов при подготовке к лекциям и практическим занятиям;
- технология развивающего обучения, в том числе постановка и решение задач от менее сложных к более сложным, развивающих компетенции студентов.

В рамках перечисленных технологий основными методами обучения являются: самостоятельная работа и технология развивающего обучения.

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

а) основная литература:

1. Павлов А.Ю. Основы газотермического напыления защитных покрытий: учебное пособие / Павлов А.Ю., Овчинников В.В., Шляпин А.Д.. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2020 — 300 с. — ISBN 978-5-9729-0500-3. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/98432.html>

2 Защитные покрытия : учебное пособие / М. Л. Лобанов, Н. И. Кардонина, Н. Г. Россина, А. С. Юровских ; под редакцией Ю. Г. Эйсмонтт. — Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2014 — 200 с. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/69595.html>

б) дополнительная литература:

3. Защитные покрытия : учебное пособие для СПО / М.Л. Лобанов [и др.]. - Саратов, Екатеринбург : Профобразование, Уральский федеральный университет, 2019 - 197 с. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/87802.html>

4 Бардин И.В. Защитные лакокрасочные покрытия : курс лекций / Бардин И.В., Рачок А.Г., Гладкова А.А.. — Москва : Издательский Дом МИСиС, 2014 — 68 с. — ISBN 978-5-87623-839-9. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/97837.html>

в) Интернет-ресурсы:

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

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

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

ГОСТы и стандарты — <https://standartgost.ru/>

Союз сварщиков России — <https://сварщики-россии.рф/>

**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>

**Информационный ресурс библиотеки образовательной организации**

Научная библиотека имени А. Н. Коняева — <http://biblio.dahluniver.ru/>

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

Освоение дисциплины «Основы создания защитных и упрочняющих покрытий» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Лекционные и практические занятия: демонстрационный материал; аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет, рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с



доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
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

#### оценочных средств по учебной дисциплине

«Основы создания защитных и упрочняющих покрытий»

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-2	ПК-2. Способность к руководству деятельностью сварочного производства и обеспечением ее контроля	<p>ПК 2.1. Знает методы исследования и проводить эксперименты по совершенствованию методов и технологии по выполнению сварочных работ.</p> <p>ПК 2.2. Умеет проводить научно-исследовательские и экспериментальные работы по сварочному производству.</p> <p>ПК 2.3. Владеет методами проведения исследований и разработок в области совершенствования технологии и организации сварочных работ, а, так же, навыками контроля за обеспечением производства необходимой нормативной, технической и производственно-технологической документацией.</p>	<b>Тема 1.</b> Теоретические проблемы обеспечения работоспособности поверхностных слоев деталей и инструментов.	2
				<b>Тема 2.</b> Воспроизводственный цикл машиностроения и роль инженерии поверхности.	2
				<b>Тема 3.</b> . Физика, химия и механика поверхности твердого тела и ее составные части: физика и химия атомарно-чистых поверхностей; физика и химия реальных поверхностей; механика контактного взаимодействия твердых тел.	2
				<b>Тема 4.</b> Теория коррозии и защиты от нее. Физико-химическая механика материалов.	2
				<b>Тема 5.</b> Основные понятия и показатели надежности машин.	2
				<b>Тема 6.</b> Физика и химия отказов. За-	2

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
				кономерности изменения свойств и состояния материалов.	
				<b>Тема 7.</b> Зависимость выходного параметра изделия от степени повреждения. Конструкционные и функциональные материалы.	2
				<b>Тема 8.</b> Покрытия и слои, стойкие в условиях адгезионного изнашивания, в том числе: мягкие и твердые подшипниковые покрытия, антифрикционные покрытия, самосмазывающиеся покрытия.	2
				<b>Тема 9.</b> Коррозионно-стойкие покрытия.	2
				<b>Тема 10.</b> Покрытия для саморегулирования зазоров в подвижных соединениях деталей машин. Изнашиваемые (прирабатываемые) покрытия. Истирающие (абразивные) покрытия.	2
				<b>Тема 11.</b> Модифицирование поверхностных слоев в процессе выполнения формообразующих операций.	2
				<b>Тема 12.</b> Модифицирование поверх-	2

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
				ностей термическим воздействием.	
				<b>Тема 13.</b> Лазерный отжиг. Лазерный отпуск. Лазерное оплавление для улучшения качества поверхности. Лазерная аморфизация поверхности.	2
				<b>Тема 14.</b> Формирование покрытий в твердофазном состоянии. Плакирование металлов (производство биметаллов). Наплавка поверхностей. Газотермическое напыление покрытий. Припекание покрытий.	2

### 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-2. Способность к руководству деятельностью сварочного производства и обеспечением ее контроля	ПК 2.1. Знает методы исследования и проводить эксперименты по совершенствованию методов и технологии по выполнению сварочных работ. ПК 2.2. Умеет проводить научно-исследовательские и экспериментальные работы по сварочному производ-	Знать: роль, значение и способы обеспечения и оценки качества поверхностных слоев рабочих органов и деталей машин; основные мировые тенденции в развитии, а также экологические и экономические аспекты инженерии по-	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4 Тема 5, Тема 6, Тема 7, Тема 8, Тема 9, Тема 10, Тема 11, Тема 12 Тема 13 Тема 14	Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала, практические занятия, лабораторные работы, рефераты, зачет



№ п/п	Код контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
		<p>ству. ПК 2.3. Владеет методами проведения исследований и разработок в области совершенствования технологии и организации сварочных работ, а, так же, навыками контроля за обеспечением производства необходимой нормативной, технической и производственно-технологической документацией.</p>	<p>верхности; основные методы обеспечения требуемых свойств поверхностных слоев при изготовлении деталей; основные методы модифицирующей обработки поверхностных слоев и нанесения защитных и функциональных покрытий. Уметь: определять параметры качества поверхностно упрочняемых деталей; выбирать способы поверхностной упрочняющей обработки и получения покрытий; выбирать материалы для нанесения покрытий. Владеть: навыками описывать технологические процессы</p>		

### Вопросы к зачету:

- 1 Какие основные цели упрочнения деталей?
- 2 Какие основные группы методов упрочнения деталей существуют?
- 3 В чем основное различие между упрочнением поверхности и упрочнением объема?
- 4 Какие методы упрочнения используются для увеличения износостойкости материалов?
- 5 Какие методы упрочнения применяются для увеличения усталостной прочности материалов?
- 6 Каковы основные характеристики упрочненных материалов?
- 7 Какие процессы происходят при термическом упрочнении металлов?
- 8 Какие параметры влияют на эффективность термического упрочнения?
- 9 Каковы основные методы термического упрочнения?
- 10 Каковы основные характеристики поверхностного упрочнения?
- 11 Какие методы поверхностного упрочнения существуют?
- 12 Что представляет собой индукционное упрочнение?
- 13 Какие параметры влияют на эффективность индукционного упрочнения?
- 14 Каков принцип действия метода ультразвукового упрочнения?

- 15 В чем заключается метод лазерного упрочнения?
- 16 Какие особенности имеет метод электроимпульсного упрочнения?
- 17 Какова роль химического упрочнения в повышении прочности деталей?
- 18 Что представляет собой метод упрочнения за счет механической обработки?
- 19 Какие методы упрочнения могут быть применены к полимерным материалам?
- 20 Какие методы упрочнения применяются для керамических материалов?
- 21 Какие процессы происходят при ультразвуковом упрочнении металлов?
- 22 Каковы основные преимущества метода упрочнения деталей через закалку?
- 23 Каковы основные принципы метода магнитно-импульсного упрочнения?
- 24 В чем заключается метод упрочнения деталей за счет диффузионного насыщения?
- 25 Какие факторы влияют на эффективность ультразвукового упрочнения?
- 26 В чем состоит метод механического упрочнения металлов?
- 27 Какие виды упрочнения могут быть применены для деталей, работающих в агрессивных средах?
- 28 Каким образом осуществляется упрочнение при помощи плазмы?
- 29 Какие принципы лежат в основе метода магнитоупругого упрочнения?
- 30 Каковы основные характеристики метода упрочнения деталей через нанесение покрытий?
- 31 Какие материалы чаще всего используются для упрочнения поверхности деталей?
- 32 Каковы преимущества упрочнения деталей при помощи остаточных напряжений?
- 33 В чем заключается метод упрочнения деталей при помощи электроэрозии?
- 34 Какие методы упрочнения применяются для увеличения коррозионной стойкости материалов?
- 35 Каким образом осуществляется упрочнение при помощи газовой плазмы?
- 36 В чем заключается метод упрочнения поверхности при помощи азотирования?
- 37 Какие методы упрочнения деталей используются для увеличения износостойкости режущего инструмента?
- 38 Какие параметры влияют на эффективность упрочнения при помощи ультразвука?
- 39 Каковы основные этапы процесса ультразвукового упрочнения?
- 40 Какие методы упрочнения применяются для увеличения пластичности материалов?
- 41 В чем заключается метод упрочнения деталей при помощи импульсного напряжения?
- 42 Каким образом осуществляется упрочнение при помощи ионной имплантации?
- 43 Какие принципы лежат в основе метода упрочнения деталей при помощи наплавки?
- 44 Какие методы упрочнения применяются для увеличения прочности сварных соединений?

**Критерии и шкала оценивания по оценочному средству –  
комбинированный контроль усвоения теоретического материала**

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
зачтено	Ответ дан на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
незачтено	Ответ дан на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

**Практические занятия:**

Практическое занятие 1. Расчет режимов автоматическая наплавка под слоем флюса

Практическое занятие 2. Расчет режимов вибродуговой наплавки

Практическое занятие 3. Расчет режимов наплавке в среде углекислого газа

Практическое занятие 4. Расчет режимов плазменной наплавки

Практическое занятие 5. Расчет режимов электроконтактной наплавке лентой

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству –  
*практические занятия*

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
зачтено	Ответ дан на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
незачтено	Ответ дан на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

**Лабораторные работы**

ЛР № 1. Определение прочности сцепления покрытий с поверхностью твердого тела

ЛР № 2. Определение пористости напыленных и наплавленных покрытий

ЛР №3. Определение твердости поверхности твердого тела

ЛР № 4. Определение микротвердости поверхности твердого тела

ЛР № 5 Металлографический анализ поверхности твердого тела

ЛР № 6. Испытания материалов на трение и изнашивание и определение их антифрикционных свойств

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству –  
*Лабораторные работы*

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
зачтено	Ответ дан на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
незачтено	Ответ дан на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

**Темы рефератов:**

1. Основные методы обеспечения требуемых свойств поверхностных слоев при изготовлении деталей. Основные методы модифицирующей обработки поверхностных слоев и нанесения защитных и функциональных покрытий.

2. Физика и химия твердого тела и ее составные части: кристаллография; физика; химия; кристаллохимия; физическая химия; физика твердого тела

3. Материаловедение. Физические основы прочности. Физические основы поверхностной прочности и пластичности. Физика контактного взаимодействия

4. Технология машиностроения. Технология поверхностной размерной обработкой. Технология ремонта машин и восстановления деталей. Основы проектирования поверхностных слоев конструкций и функциональных покрытий. Электроника поверхности. Функциональные покрытия и поверхности.

5. Причины потери работоспособности машины. Источники и причины изменения начальных параметров машины. Процессы, снижающие работоспособность изделия. Классификация процессов, действующих на машину, по скорости их протекания. Допустимые и недопустимые виды повреждений деталей и сопряжений. О параметрической надежности машин.

6. Классификация отказов. Постепенные (износные) и внезапные отказы. Отказы функционирования и параметрические отказы. Фактические и потенциальные отказы. Допустимые и недопустимые отказы.

7. Методы оценки локальных повреждений. Оценка степени повреждения изделия по выходным параметрам. Показатели степени повреждения материала изделия.

8. Закономерности протекания процессов старения во времени. Законы состояния. Законы старения. Классификация процессов старения.

9. Трещиностойкость материалов с покрытиями и модифицированными слоями. Прочность и жаростойкость материалов с покрытиями при высоких температурах. Специальные свойства покрытий и модифицированных поверхностных слоев.

10. Покрытия и слои, стойкие в условиях усталостного изнашивания: стойкие к усталостному изнашиванию при циклическом нагружении; стойкие к фреттинг-коррозии при температурах до  $540^{\circ}\text{C}$ ; то же при температурах свыше  $540^{\circ}\text{C}$  до  $840^{\circ}\text{C}$ ; стойкие к кавитационному изнашиванию.

11. Терморегулирующие покрытия. Солнечные отражатели. Солнечные поглотители. Истинные поглотители. Истинные отражатели. Эмиссионные покрытия из оксидов щелочно-земельных элементов

12. Основные методы обеспечения требуемых свойств поверхностных слоев при изготовлении деталей. Основные методы модифицирующей обработки поверхностных слоев и нанесения защитных и функциональных покрытий.

#### Критерии и шкала оценивания по оценочному средству – *реферат*

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
зачтено	Ответ дан на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
незачтено	Ответ дан на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)



## **Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков**

Дисциплина «Основы создания защитных и упрочняющих покрытий» предусматривает практические занятия, выполнения рефератов и самостоятельную работу студентов.

Текущий контроль осуществляется в процессе проведения практических занятий, выполнения рефератов, используя приведенные выше способы оценивания освоения дисциплины по усмотрению преподавателя и в соответствии с рабочей программой учебной дисциплины.

Промежуточный контроль осуществляется в соответствии с графиком учебного процесса в письменной форме.