

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 технологий
и инженерной механики
Могильная Е.П.
« 25 » 02 2025 года



**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по учебной дисциплине**

«Основы создания защитных и упрочняющих покрытий»

15.04.01 Машиностроение

«Оборудование и технология сварочного производства»

Разработчик:
доцент, к.т.н.  А.В. Каленская

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры обработки металлов
давлением и сварки
от « 25 » 02 2025 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой  А.А. Стоянов
(подпись)

Луганск 2025

**Комплект оценочных материалов по дисциплине
«Основы создания защитных и упрочняющих покрытий»**

Задания закрытого типа

Задания закрытого типа на выбор правильного ответа

1. Выберите один не правильный ответ.

Что из перечисленного не относится к видам упрочнения с изменением структуры поверхностного слоя?

- А) физико-термическая обработка
- Б) термическая обработка
- В) механическая обработка
- Г) электрофизическая обработка
- Д) наплавка легированным элементом

Правильный ответ: Б

Компетенции (индикаторы): ПК-2

2. Выберите один правильный ответ.

При какой толщине наплавленного слоя наплавку желательно вести в два слоя для уменьшения глубины проплавления?

- А) более 1 мм
- Б) более 2 мм
- В) более 3 мм
- Г) более 4 мм
- Д) более 5 мм

Правильный ответ: Д

Компетенции (индикаторы): ПК-2

3. Выберите один правильный ответ.

Процесс нанесения с помощью сварки на поверхность детали слоя металла для восстановления ее первоначальных размеров называется:

- А) сварка
- Б) заправка
- В) резка
- Г) наплавка

Правильный ответ: Г

Компетенции (индикаторы): ПК-2

4. Выберите один правильный ответ.

На сколько классов делят методы поверхностного упрочнения деталей?

- А) 4

Б) 5

В) 6

Г) 7

Д) 8

Правильный ответ: Б

Компетенции (индикаторы): ПК-2

5. Выберите несколько правильных ответов.

Какие свойства поверхностного слоя можно получить путем нанесения покрытий?

А) жаростойкость

Б) теплопроводность

В) коррозионная стойкость

Г) антифрикционные свойства

Д) износостойкость

Правильный ответ: А, Б

Компетенции (индикаторы): ПК-2

6. Выберите несколько правильных ответов.

Выберите верные утверждения:

А) при наплавке металл поверхностного слоя не расплавляется

Б) чем меньше глубина проплавления, тем меньше основного металла будет в наплавленном

В) обычно химический состав присадочного металла и металла наплавки выравнивается во втором-третьем слое

Г) для прекращения процесса наплавки плазматрон необходимо опустить в емкость с чистой водой

Д) чем больше глубина проплавления, тем меньше глубина ослабленного участка

Правильный ответ: Б, В

Компетенции (индикаторы): ПК-2

Задания закрытого типа на установление соответствия

1. Установите правильное соответствие. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

Понятие

Определение

- | | |
|-----------------------|---|
| 1) Газообъемный метод | А) метод определения химического состава, основанный на изучении атомных спектров вещества, возбуждаемых в горячих источниках света. Спектр – излучение, разложенное по длинам волн, включает в себе информацию о качественном и количественном |
|-----------------------|---|

- составах анализируемого объекта.
- 2) Кулонометрический метод Б) основан на сжигании навески исследуемого материала в токе кислорода при температуре 1300–1350 °С с последующим поглощением образовавшегося углекислого газа раствором едкого калия. Содержание углерода определяется по разности между первоначальным объемом газов и объемом газов, полученных после поглощения углекислого газа раствором едкого калия
- 3) Атомно-эмиссионный спектральный анализ В) основан на возбуждении характеристического рентгеновского излучения элементов в образце и последующем измерении его интенсивности.
- 4) Рентгено-спектральный анализ Г) основан на способности определяемого вещества или его окрашенной аналитической формы поглощать электромагнитные излучения. Суть метода — измерение интенсивности светового потока инфракрасного, видимого человеческим глазом или ультрафиолетового света, который прошёл сквозь исследуемую субстанцию или раствор
- 5) Фотометрический анализ Д) также основан на сжигании навески исследуемого материала в трубчатой электропечи в токе кислорода при температуре 1300–1350 °С. Образующийся углекислый газ поглощается поглотительным раствором, вызывая повышение кислотности — показатель рН. Это изменение фиксируется рН-метром. В этом методе используется экспресс-анализатор АН-9 и др.

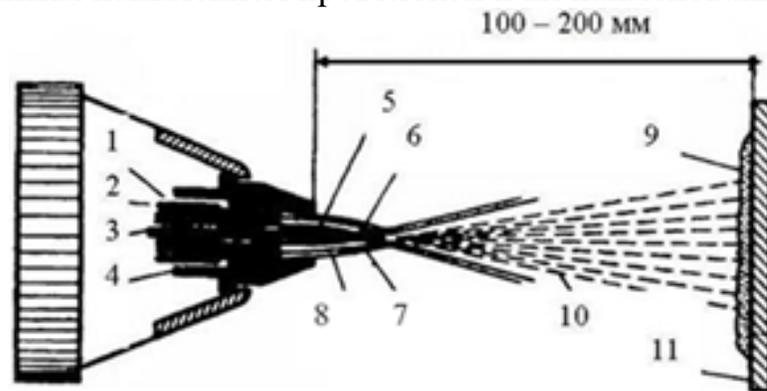
Правильный ответ: 1-Б, 2-Д, 3-А, 4-В, 5-Г

Компетенции (индикаторы): ПК-2

2. Установите правильное соответствие. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

Метод нанесения	Особенность
1) Оксидация	А) Высокая производительность, но не всегда равномерно
2) Спрей-нанесение	Б) Образование защитной оксидной пленки

4. Установите соответствие между цифровыми обозначениями позиций на схеме газопламенным напылением проволокой и их наименованием.



Цифровое обозначение позиции на схеме	Наименование позиции на схеме
1) 1	А) основной материал
2) 2	Б) проволока
3) 3	В) оплавляющий конец проволоки
4) 4	Г) воздушный поток
5) 5	Д) ацетилен-кислородная или пропан-кислородная смесь
6) 6	Е) насадок;
7) 7	Ж) ядро ацетилен-кислородного пламени
8) 8	З) факел пламени
9) 9	И) поток частиц напыляемого материала
10) 10	К) покрытие;
11) 11	Л) сжатый воздух

Правильный ответ: 1-Л, 2-Д, 3-Б, 4-Е, 5-Ж, 6-В, 7-З, 8-Г, 9-К, 10-И, 11-А
Компетенции (индикаторы): ПК-2

5. Установите соответствие между методом нанесения покрытия и его характеристиками.

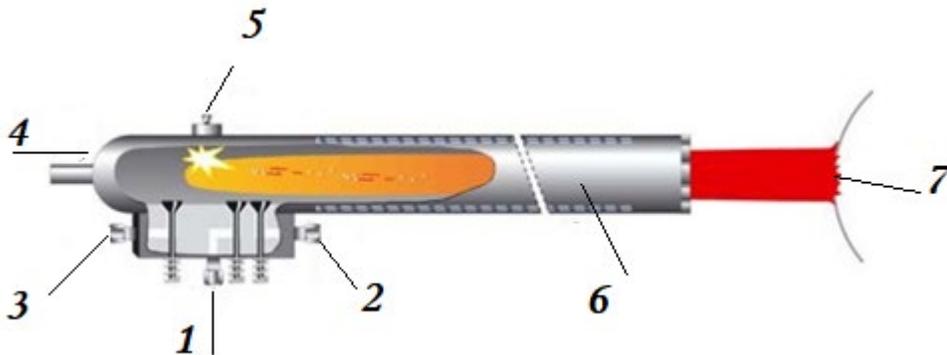
Метод нанесения	Характеристика
1) Порошковая металлизация	А) Высокая скорость нанесения
2) Гальваническое покрытие	Б) Получение слой с высокой адгезией
3) Напыление	В) Используется для защиты от коррозии и износа

- 4) Холодное и горячее нанесение Г) Обеспечивает равномерное распределение покрытия

Правильный ответ: 1-В, 2- Б, 3-А, 4-Г

Компетенции (индикаторы): ПК-2

6. Установите соответствие между цифровыми обозначениями позиций на схеме детонационного напыления и их наименованием.



Цифровое обозначение		Наименование позиции	
1)	1	А)	кислород
2)	2	Б)	ацетилен
3)	3	В)	напыляемый порошок
4)	4	Г)	устройство поджига
5)	5	Д)	азот
6)	6	Е)	деталь
7)	7	Ж)	выходная труба с водяным охлаждением

Правильный ответ: 1-Б, 2-А, 3-Д, 4-В, 5-Г, 6-Ж, 7-Е

Компетенции (индикаторы): ПК-2

Задания закрытого типа на установление правильной последовательности

1. Установите правильную последовательность этапов контроля качества нанесенного защитного покрытия.

- А) Визуальный осмотр на наличие дефектов
- Б) Проверка адгезии
- В) Испытания на коррозионную стойкость
- Г) Тестирование на степень твердости
- Д) Оценка толщины покрытия
- Е) Подготовка и анализ заключительного отчета

Правильный ответ: А, Д, В, Г, Б, Е

Компетенции (индикаторы): ПК-2

2. Установите правильную последовательность этапов полного процесса нанесения упрочняющего покрытия.

- А) Определение метода нанесения (спрей, погружение и т.д.)
 - Б) Подбор защитного и упрочняющего материала
 - В) Подготовка основания (чистка, шлифовка, обезжиривание)
 - Г) Нанесение защитного подслоя (если требуется)
 - Д) Нанесение основного упрочняющего покрытия
 - Е) Контроль толщины покрытия
 - Ж) Отверждение и сушка
- З) Тестирование на механические свойства

Правильный ответ: Б, А, В, Г, Д, Е, Ж, З.

Компетенции (индикаторы): ПК-2

3. Установите последовательность течением ряда сложных физико-химических процессов при образовании покрытия конденсацией (нанесение покрытий в вакууме термическим испарением):

- А) Направленным массопереносом в виде потока атомов или ионов материала покрытия на поверхность основы
- Б) Испарением исходного материала покрытия
- В) Срастанием островков в сплошную пленку
- Г) Миграцией и коалесценцией (объединения) зародышей и ростом зародышей-островков до срастания
- Д) Ростом сплошной пленки и образованием покрытия необходимой толщины
- Е) Поверхностной диффузией атомов к местам предпочтительного образования зародышей покрытия
- Ж) Соударением потока с поверхностью и последующей абсорбцией или десорбцией (отделение) атомов или ионов на ней

Правильный ответ: Б, А, Ж, Е, Г, В, Д

Компетенции (индикаторы): ПК-2

4. Установите последовательность технологического процесса восстановления деталей с оплавлением покрытия:

- А) Оплавление покрытия на установке
- Б) Механическая обработка поверхности детали: снимается слой металла, чтобы после окончательной обработки напыленной детали на ее поверхности оставалось покрытие толщиной не менее 0,5 ... 0,8 мм
- В) Нанесение покрытия при режиме, рекомендованном для плазменного напыления
- Г) Обезжиривание и очистка детали
- Д) Деталь устанавливается в патрон станка, а металлизационный аппарат устанавливается на суппорт

Е) Деталь медленно охлаждают до температуры окружающей среды и обрабатывают покрытие до требуемого размера шлифованием поверхности детали до требуемого размера

Ж) Дробеструйная обработка.

Правильный ответ: Г, Б, Ж, Д, В, А, Е

Компетенции (индикаторы): ПК-2

5. Установите последовательность этапов рентгеноспектрального анализа образца:

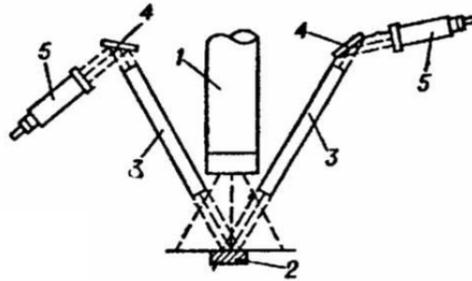


Схема рентгеновского многоканального флуоресцентного спектрометра:

1 – рентгеновская трубка; 2 – анализируемый образец; 3 – диафрагма Соллера;

4 – плоский и изогнутый (радиус – $2R$) кристалл – анализаторы;

5 – детектор излучения

А) Выбор метода анализа. В зависимости от задач исследования можно осуществлять анализ материала в точке, сканированием вдоль выбранной линии или по площади участка микрошлифа. Анализ распределения элементов может быть выполнен в качественном, полуколичественном и количественном виде

Б) Подготовка образца. Исследуемый образец должен быть идеально чистым. Если при заливке шлифов использовалась пластмасса, её удаляют с поверхности образца, так как под воздействием электронного луча она испаряется и загрязняет аппаратуру. При анализе неэлектропроводящих объектов на поверхность шлифа напыляют электропроводящие материалы: углерод, алюминий, золото

В) Анализ состава образца. По полученным данным можно приблизительно судить о составе различных участков шлифа, в частности, о распределении элементов по границам зёрен, составе вторых фаз и т. д.

Г) Получение рентгеновского растрового изображения. Когда сигнал, свидетельствующий о наличии того или иного элемента, поступает на кинескоп прибора, на экране появляется светлая точка. Плотность точек является ориентировочной мерой концентрации исследуемого элемента

Правильный ответ: Б, А, Г, В

Компетенции (индикаторы): ПК-2

Задания открытого типа

Задания открытого типа на дополнение

1. Напишите пропущенное слово (словосочетание).

Проблема пористости _____ и прочности его сцепления с основой частично решается заменой метода напыления материалов плазменной струей на метод детонационного напыления.

Правильный ответ: покрытия.

Компетенции (индикаторы): ПК-2

2. Напишите пропущенное слово (словосочетание).

Шероховатость поверхности – это совокупность _____ с относительно малыми шагами.

Правильный ответ: неровностей

Компетенции (индикаторы): ПК-2

3. Напишите пропущенное слово (словосочетание).

Структура наплавленного металла — это его микроструктура, которая зависит от химического состава и _____ охлаждения.

Правильный ответ: скорости

Компетенции (индикаторы): ПК-2

4. Напишите пропущенное слово (словосочетание).

Одним из важных параметров процесса наплавки является глубина _____ основного металла: чем меньше глубина _____, тем меньше основного металла в наплавленном.

Правильный ответ: проплавления

Компетенции (индикаторы): ПК-2

Задания открытого типа с кратким свободным ответом

1. Какова отличительная особенность детонационного напыления по характеру подачи порошка?

Правильный ответ: циклический характер подачи

Компетенции (индикаторы): ПК-2

2. Для чего применяют обработку дорнованием?

Правильный ответ: для создания на поверхности металлического изделия защитного слоя

Компетенции (индикаторы): ПК-2

3. Как называется процесс обработки поверхности сварного шва абразивными материалами, такими как диски, ленты, круги или бумага для болгарки, чтобы сделать её гладкой, ровной и блестящей?

Правильный ответ: Шлифование

Компетенции (индикаторы): ПК-2

4. Назовите конечную операцию напыления.

Правильный ответ: охлаждение деталей

Компетенции (индикаторы): ПК-2

Задания открытого типа с развернутым ответом

1. Перечислите выгодные отличия высокочастотного напыления от дугового напыления.

Время выполнения – 20 мин.

Ожидаемый результат:

Отличия высокочастотного напыления от дугового:

1. Более высокие физико-механические свойства покрытий, нанесённых высокочастотным напылением. Это объясняется более благоприятными условиями плавления материала покрытия (проволоки).

2. Снижение выгорания основных химических элементов в 4–6 раз и насыщенности покрытия окислами в 2–3 раза по сравнению с электродуговой металлизацией.

3. Повышение прочности сцепления частиц между собой и подложкой. Меньшая окисляемость частиц покрытия улучшает условия смачивания частицами восстанавливаемой поверхности детали.

4. Снижение неэффективных потерь материала покрытия (проволоки) благодаря конструкции аппаратов для высокочастотного напыления, которые обеспечивают распыление металлических частиц в форме правильного конуса с малым углом при вершине.

Критерии оценивания: содержательное соответствие, приведенному выше пояснению.

Компетенции (индикаторы): ПК-2

2. В чем заключается сущность лазерной обработки без легирования?

Время выполнения – 20 мин.

Ожидаемый результат:

Сущность лазерной обработки без легирования заключается в расплавлении микрообъёма металла на поверхности детали. Благодаря значительной плотности энергии в фокальном пятне луча, расплавляется очень малый объём металла, после чего луч или прекращает действовать, или перемещается из этой точки в

другую. Расплавленный металл интенсивно охлаждается, что приводит к закалке этой микроточки. Такой процесс называется самозакалкой из жидкого состояния. Следовательно, после лазерного упрочнения на поверхности будет закалённый слой.

Критерии оценивания: содержательное соответствие, приведенному выше пояснению.

Компетенции (индикаторы): ПК-2

3. Расскажите о процессе газофазного осаждения покрытий (CVD). Каковы основные его разновидности и области применения??

Время выполнения – 20 мин.

Ожидаемый результат:

Газофазное осаждение (CVD — Chemical Vapor Deposition) — это процесс получения покрытий за счет химической реакции газообразных предшественников на поверхности подложки. Основные шаги включают:

1. Подготовка подложки: Создание необходимых условий на поверхности, включая чистоту и температуру.

2. Введение газов: Газовые предшественники вводятся в реакционную камеру.

3. Химическая реакция: Происходит реакция под воздействием тепла, света или плазмы, в результате которой образуется покрытие.

Существуют различные виды CVD, такие как APCVD (атмосферное давление), LPCVD (низкое давление) и PECVD (плазменная CVD). Области применения включают полупроводниковую и оптоэлектронную технологии, а также производство покрытий для защиты от коррозии и износа.

Критерии оценивания: содержательное соответствие, приведенному выше пояснению.

Компетенции (индикаторы): ПК-2

4. Опишите технологию лазерного напыления покрытий. Какие преимущества она предлагает по сравнению с традиционными методами?

Время выполнения – 20 мин.

Ожидаемый результат:

Лазерное напыление — это процесс, при котором лазерное излучение используется для расплавления и нанесения материала на поверхность. Технология включает:

1. Лазерное расплавление: Лазер фокусируется на целевом материале, эффективно нагревая его до точек плавления.

2. Нанесение: Расплавленные капли частиц ускоряются и осаждаются на охлаждаемой поверхности.

3. Образование покрытия: После охлаждения формируется прочное и однородное покрытие.

Преимущества лазерного напыления включают высокую точность, возможность нанесения сложных форм, выбор различных материалов и минимальные термические деформации, что делает его идеальным для применения в высокоточных отраслях – медицинской, аэрокосмической и микроэлектронике.

Критерии оценивания: содержательное соответствие, приведенному выше пояснению.

Компетенции (индикаторы): ПК-2

5. Приведите описание процесса электрохимических покрытий. Какие виды электрохимического осаждения существуют и каковы их преимущества?

Время выполнения – 20 мин.

Ожидаемый результат:

Электрохимические покрытия предполагают осаждение металлов или сплавов на поверхность с помощью электрохимических реакций. Процесс включает следующие стадии:

1. Подготовка поверхности: Подложка очищается и подготавливается.

2. Электролитический процесс: Подложка помещается в электролит с растворенными ионами металла. Приложение электрического тока вызывает редукцию ионов, что приводит к осаждению металла.

Существует несколько видов электрохимического осаждения, включая электролитическое, контактное и электроосаждение в расплавах.

Преимущества электрохимических покрытий: высокая адгезия, тонкость нанесенного слоя, возможность осаждения сложных форм, экономичность и способность к созданию покрытий с различными свойствами.

Критерии оценивания: содержательное соответствие, приведенному выше пояснению.

Компетенции (индикаторы): ПК-2

Экспертное заключение

Представленный фонд оценочных средств (далее – ФОС) по дисциплине «Основы создания защитных и упрочняющих покрытий» соответствует требованиям ФГОС ВО.

Предлагаемые формы и средства текущего и промежуточного контроля адекватны целям и задачам реализации основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 15.04.01 «Машиностроение».

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины представлены в полном объеме.

Виды оценочных средств, включенные в представленный фонд, отвечают основным принципам формирования ФОС.

Разработанный и представленный для экспертизы фонд оценочных средств рекомендуется к использованию в процессе подготовки обучающихся, по указанному направлению.

Председатель учебно-методической
комиссии института технологий
и инженерной механики

 С.Н. Ясуник

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)