

Энгельсский технологический институт (филиал) федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Оборудование и технологии обработки материалов»

Оценочные материалы по дисциплине

Б.1.3.4.2 «Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов»

направления подготовки

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных
производств»

профиль

«Технология машиностроения»

Энгельс 2024

1. Перечень компетенций и уровни их сформированности по дисциплинам (модулям), практикам в процессе освоения ОПОП ВО

В процессе освоения образовательной программы у обучающегося в ходе изучения дисциплины «Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов» должны сформироваться компетенции: ПК-1, ПК-4

Критерии определения сформированности компетенций на различных уровнях их формирования

| Индекс компетенции | Содержание компетенции |
|--------------------|---|
| ПК-1 | Способен участвовать в разработке, осваивать на практике и внедрять оптимальные технологии и средства машиностроительных производств. |

| Код и наименование индикатора достижения компетенции | Виды занятий для формирования компетенции | Оценочные средства для оценки уровня сформированности компетенции |
|--|--|--|
| ИД-10 _{ПК-1} Способен применять на практике и внедрять электрофизические и электрохимические методы обработки материалов деталей машиностроительных производств | лекции, практические занятия, самостоятельная работа | Устный опрос, решение задач, вопросы для проведения экзамена, тестовые задания |

Уровни освоения компетенции

| Уровень освоения компетенции | Критерии оценивания |
|------------------------------|--|
| Продвинутый (отлично) | Знает: технологические особенности выполнения основных операций; технологические характеристики основных технологических процессов размерной обработки электрофизическими и электрохимическими методами – производительность, точность, качество, экономичность; основную документацию регламентирующую безопасность и экологичность производства деталей, получаемых электроэрозионной и электрохимической обработкой. Умеет: применять электрофизические и электрохимические методы обработки материалов деталей машиностроительных производств; рассчитывать нормы расхода инструментального материала. Владеет/имеет навыками внедрения в технологический процесс изготовления детали методов электроэрозионной и электрохимической обработок. |
| Повышенный (хорошо) | Знает: в достаточной степени технологические особенности выполнения основных операций; технологические характеристики основных технологических процессов размерной обработки электрофизическими и электрохимическими методами – производительность, точность, качество, экономичность; основную |

| | |
|--|---|
| | <p>документацию регламентирующую безопасность и экологичность производства деталей, получаемых электроэрозионной и электрохимической обработкой.</p> <p>Умеет: в достаточной степени применять электрофизические и электрохимические методы обработки материалов деталей машиностроительных производств; рассчитывать нормы расхода инструментального материала.</p> <p>Владеет/имеет практический опыт в достаточной степени навыками внедрения в технологический процесс изготовления детали методов электроэрозионной и электрохимической обработок.</p> |
| <p>Пороговый (базовый) (удовлетворительно)</p> | <p>Знает: частично технологические особенности выполнения основных операций; технологические характеристики основных технологических процессов размерной обработки электрофизическими и электрохимическими методами – производительность, точность, качество, экономичность; основную документацию регламентирующую безопасность и экологичность производства деталей, получаемых электроэрозионной и электрохимической обработкой.</p> <p>Умеет: на минимально приемлемом уровне применять электрофизические и электрохимические методы обработки материалов деталей машиностроительных производств; рассчитывать нормы расхода инструментального материала.</p> <p>Владеет/имеет практический опыт: на минимально приемлемом уровне навыками внедрения в технологический процесс изготовления детали методов электроэрозионной и электрохимической обработок.</p> |

| Индекс компетенции | Содержание компетенции |
|--------------------|--|
| ПК-4 | Способность участвовать в проведении предварительного технико-экономического анализа и разработке проектов изделий машиностроения, с учетом технологических, эксплуатационных, эстетических, экономических, управленческих параметров и использованием современных информационных технологий и вычислительной техники. |

| Код и наименование индикатора достижения компетенции | Виды занятий для формирования компетенции | Оценочные средства для оценки уровня сформированности компетенции |
|---|--|--|
| ИД-4 _{ПК-4} Способность участвовать в проведении предварительного технико-экономического анализа и разработке проектов технологических процессов изделий машиностроения, с применением электрофизических и электрохимических методов обработки | лекции, практические занятия, самостоятельная работа | Устный опрос, решение задач, вопросы для проведения экзамена, тестовые задания |

Уровни освоения компетенции

| Уровень освоения компетенции | Критерии оценивания |
|------------------------------|--|
| Продвинутый (отлично) | <p>Знает: основные современные электрофизические и электрохимические методы обработки материалов, физические основы процессов протекающих при обработке заготовок электрофизическими и электрохимическими методами, основы построения технологических процессов; технологические возможности различных методов обработки; рекомендуемые области применения в соответствии со свойствами обрабатываемых материалов; номенклатуру материалов и инструмент, применяемых для электрофизических и электрохимических методов обработки; технологические особенности выполнения основных процессов электрофизической и электрохимической обработки; технологические характеристики основных технологических процессов – производительность, точность, качество, экономичность.</p> <p>Умеет: применять электрофизические и электрохимические методы обработки материалов для решения задач проектирования технологических процессов, выбирать модель оборудования для реализации метода обработки, определять технологические приемы и режимы обработки, осуществлять выбор инструментов и средств технологического оснащения; определять размеры исходного контура заготовки в зависимости от метода обработки; разработать плоские и объемные цифровые модели для моделирования векторов обработки с использованием современных САД систем моделирования и визуализации обработки электрофизическими и электрохимическими методами.</p> <p>Владеет/имеет практический опыт: проектирования технологических процессов и инструментов, реализующих методы электрофизической и электрохимической обработки высокопрочных материалов. Навыками работы с технической документацией на оборудование; навыками теоретического подхода к управлению технологическими процессами электрофизической и электрохимической обработки материалов.</p> |
| Повышенный (хорошо) | <p>Знает: в достаточной степени основные современные электрофизические и электрохимические методы обработки материалов, физические основы процессов протекающих при обработке заготовок электрофизическими и электрохимическими методами, основы построения технологических процессов; технологические возможности различных методов обработки; рекомендуемые области применения в соответствии со свойствами обрабатываемых материалов; номенклатуру материалов и инструмент, применяемых для электрофизических и электрохимических методов обработки; технологические особенности выполнения основных процессов электрофизической и электрохимической обработки; технологические характеристики основных технологических процессов – производительность, точность, качество, экономичность.</p> <p>Умеет: в достаточной степени применять электрофизические и электрохимические методы обработки материалов для решения</p> |

| | |
|--|--|
| | <p>задач проектирования технологических процессов, выбирать модель оборудования для реализации метода обработки, определять технологические приемы и режимы обработки, осуществлять выбор инструментов и средств технологического оснащения; определять размеры исходного контура заготовки в зависимости от метода обработки; разработать плоские и объемные цифровые модели для моделирования векторов обработки с использованием современных САД систем моделирования и визуализации обработки электрофизическими и электрохимическими методами.</p> <p>Владеет/имеет практический опыт: на достаточном уровне навыками проектирования технологических процессов и инструментов, реализующих методы электрофизической и электрохимической обработки высокопрочных материалов. Навыками работы с технической документацией на оборудование; навыками теоретического подхода к управлению технологическими процессами электрофизической и электрохимической обработки материалов.</p> |
| <p>Пороговый (базовый) (удовлетворительно)</p> | <p>Знает: частично основные современные электрофизические и электрохимические методы обработки материалов, физические основы процессов протекающих при обработке заготовок электрофизическими и электрохимическими методами, основы построения технологических процессов; технологические возможности различных методов обработки; рекомендуемые области применения в соответствии со свойствами обрабатываемых материалов; номенклатуру материалов и инструмент, применяемых для электрофизических и электрохимических методов обработки; технологические особенности выполнения основных процессов электрофизической и электрохимической обработки; технологические характеристики основных технологических процессов – производительность, точность, качество, экономичность.</p> <p>Умеет: на минимально приемлемом уровне применять электрофизические и электрохимические методы обработки материалов для решения задач проектирования технологических процессов, выбирать модель оборудования для реализации метода обработки, определять технологические приемы и режимы обработки, осуществлять выбор инструментов и средств технологического оснащения; определять размеры исходного контура заготовки в зависимости от метода обработки; разработать плоские и объемные цифровые модели для моделирования векторов обработки с использованием современных САД систем моделирования и визуализации обработки электрофизическими и электрохимическими методами.</p> <p>Владеет/имеет практический опыт: на минимально приемлемом уровне навыками проектирования технологических процессов и инструментов, реализующих методы электрофизической и электрохимической обработки высокопрочных материалов. Навыками работы с технической документацией на оборудование; навыками теоретического подхода к управлению технологическими процессами электрофизической и электрохимической обработки материалов.</p> |

2. Методические, оценочные материалы и средства, определяющие процедуры оценивания сформированности компетенций (элементов компетенций) в процессе освоения ОПОП ВО

2.1 Оценочные средства для текущего контроля¹ Вопросы для устного опроса

Тема 1. Введение. Основные понятия дисциплины.

Обзор методов изменения формы, размеров, шероховатости и физико-механических свойств заготовок, использующих физико-химических явлениях.

Классификация методов обработки по характеру воздействия и их видам: электрохимические и электроэрозионные; силовые воздействия импульсных магнитных полей и электрогидравлические явления; тепловое воздействие, возникающее под действием потока электронов, сфокусированного излучения, потока плазмы; акустические явления и др.

Основные технологические схемы обработки. Области рационального применения, достоинства и недостатки перечисленных методов технической физики

Тема 2. Методы обработки, связанные с прохождением электрического тока.

Электрохимическая обработка (ЭХО).

Принцип ЭХО. Достоинства и недостатки ЭХО.

Физико-химические процессы обработки.

Классификация процессов обработки.

Технологические характеристики и типовые схемы обработки. Схемы установок для ЭХО. Электролиты. Electroды-инструменты.

Средства технологического оснащения: станки, источники питания, оборудование для подачи и очистки рабочей жидкости.

Типовые операции: объемное копирование, калибрование, маркирование, шлифование, заточка, суперфиниширование, хонингование, отделка.

Электроэрозионная обработка (ЭЭО).

Физическая сущность метода электроэрозионной обработки (ЭЭО).

Достоинства и недостатки электроэрозионной обработки.

Классификация разновидностей метода: электроискровая, электроимпульсная, высокочастотная и электроконтактная.

Типовые схемы обработки и основные технологические характеристики. Выбор и управление режимами обработки.

Рабочие жидкости, используемые при ЭЭО.

Electroды-инструменты.

Средства технологического оснащения: станки, источники питания, оборудование для подачи и очистки рабочей жидкости.

¹ Перечень оценочных средств, рекомендованных к использованию при формировании оценочных материалов представлены в Приложении 2.

Типовые операции ЭЭО: объемное копирование, прошивка отверстий, клеймение, шлифование, извлечение сломанных инструментов (сверл, метчиков и т.п.).

Электрогидроимпульсная обработка (ЭГИО).

Физическая сущность ЭГИО. Типовые схемы обработки и основные технологические характеристики.

Выбор и управление режимами обработки.

Рабочие жидкости, используемые при ЭГИО.

Разрядные камеры.

Средства технологического оснащения: станки, источники питания.

Типовые операции: штамповка, вырубка.

Индукционный нагрев (ИН).

Теоретические основы ИН.

Типовые схемы обработки и основные технологические характеристики.

Выбор и управление режимами обработки. Индукторы.

Источники питания.

Типовые операции: нагрев, термообработка, пайка.

Тема 3. Лучевые методы обработки.

Электронно-лучевая обработка (ЭЛО).

Физическая сущность ЭЛО.

Типовые схемы обработки и основные технологические характеристики.
Установки ЭЛО.

Лазерная обработка (ЛО).

Физическая сущность ЛО.

Типовые схемы обработки и основные технологические характеристики. Виды оптических квантовых генераторов.

Установки ЛО. Выбор и управление режимами обработки.

Типовые операции ЛО: резка, сварка, пайка.

Плазменная обработка (ПО).

Физическая сущность ПО. Плазмотроны.

Плазмообразующие газы. Оборудование для ПО.

Типовые схемы обработки и основные технологические характеристики.
Выбор и управление режимами обработки.

Процессы ПО: плавление и рафинирование металлов, резка, строгание, полирование, изменение свойств поверхности заготовки, нанесение покрытий, наплавка

Тема 4. Магнитная обработка.

Магнитно-абразивная обработка (МАО).

Физическая сущность МАО.

Типовые схемы обработки и основные технологические характеристики.
Магнито-абразивные порошки. Магнитные индукторы.

Оборудование для МАО.

Выбор и управление режимами обработки.

Процессы МАО: шлифование, полирование, хонингование, очистка, удаление заусенцев и окалины.

Магнитно-импульсная обработка (МИО).

Физическая сущность МИО. Оборудование для МИО.

Типовые схемы обработки и основные технологические характеристики. Выбор и управление режимами обработки.

Процессы МИО: обжим, раздача, штамповка.

Тема 5. Ультразвуковая обработка.

Физические основы и классификация разновидностей ультразвуковой обработки (УЗО).

Концентраторы и источники питания.

Технологическое оборудование и режимы обработки.

Технологические особенности разновидностей процессов: абразивной обработки свободными зёрнами и абразивным инструментом; резания, давления, сварки, очистки.

Тема 6. Методы поверхностно-пластической деформации.

Физические основы и классификация разновидностей методов ППД.

Введение в теорию обработки ППД.

Статические методы ППД.

Динамические методы ППД.

Тема 7. Комбинированные методы обработки.

Сочетание различных методов электрофизической и электрохимической обработки друг с другом и с механической обработкой резанием и давлением.

Практические задания для текущего контроля

Тема 2. Методы обработки, связанные с прохождением электрического тока.

Задание 1

Определить необходимые для обеспечения заданного качества обработанной поверхности заготовки показатели электрического режима ЭЭО: энергию импульсов $A_{и}$, емкость зарядного конденсатора $C_{ГИ}$, среднее напряжение пробоя $U_{пр}$, силу тока короткого замыкания $I_{к}$, среднее значение силы тока $I_{ср}$, частоту следования импульсов f , период повторения им-пульсов $t_{пр}$, длительность импульсов $t_{и}$; определить ожидаемую толщину дефектного слоя H и дать заключение о вероятности возникновения микротрещин на обработанной поверхности заготовки после ЭЭО

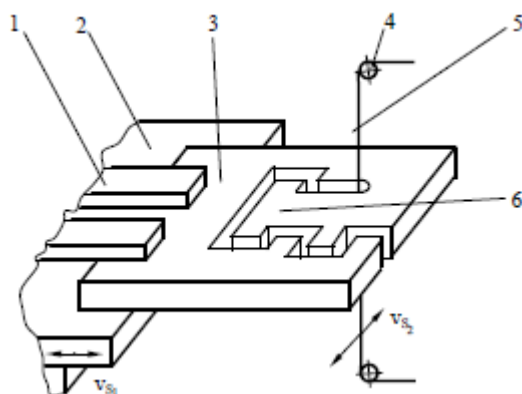


Рис. 1. Кинематическая схема ЭЭО проволочным ЭИ: 1 – прихват; 2 – стол электроэрозионного станка; 3 – заготовка (матрица); 4 – направляющий ролик проволочного ЭИ; 5 – проволочный ЭИ; 6 – заготовка (пуансон); v_{s1} – движение подачи стола; v_{s2} – движение подачи проволочного ЭИ; ванна с диэлектрической рабочей жидкостью условно не показана

| Номер варианта | R_m , мкм | β_1 | $\kappa_{нв}$, м/Дж ^{0,333} | q | $U_{ххв}$, В | Вид обработки | Материал заготовки | Модель станка | Модель ГИ |
|----------------|-------------|-----------|---------------------------------------|-----|---------------|-----------------|--------------------|---------------|--------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | 6,3 | 1,5 | 55 | 14 | 110 | предварительная | 45 | СВЭИ-2 | ГКИ-300-200А |
| 2 | 6,3 | 1,5 | 55 | 20 | 120 | предварительная | 45 | СВЭИ-2 | ГКИ-300-200А |
| 3 | 3,2 | 1,4 | 50 | 10 | 25 | предварительная | 20Х | 4532Ф3 | ГКИ-250 |
| 4 | 3,2 | 1,4 | 50 | 15 | 40 | предварительная | 20Х | 4531Ф3 | ГКИ-250 |
| 5 | 3,2 | 1,4 | 70 | 20 | 50 | предварительная | ХН77ГЮР | МА4738Ф3 | ГКИ-250 |
| 6 | 6,3 | 1,5 | 20 | 20 | 140 | предварительная | ВК6 | СВЭИ-7 | ГКИ-300-200А |
| 7 | 6,3 | 1,5 | 20 | 22 | 60 | предварительная | ВК6 | 4531П | ГКИ-250 |
| 8 | 6,3 | 1,5 | 30 | 25 | 150 | предварительная | ВК15 | 4735Ф3 | ГКИ-300-200А |
| 9 | 3,2 | 1,4 | 30 | 30 | 130 | предварительная | ВК15 | 4732Ф3М | ГКИ-300-200А |
| 10 | 6,3 | 1,5 | 130 | 17 | 110 | предварительная | АЛ6 | СВЭИ-7 | ГКИ-300-200А |
| 11 | 3,2 | 1,4 | 130 | 20 | 125 | предварительная | АЛ6 | СВЭИ-2 | ГКИ-300-200А |
| 12 | 6,3 | 1,5 | 110 | 15 | 55 | предварительная | Д1 | 4531Ф3 | ГКИ-250 |
| 13 | 12,5 | 1,5 | 110 | 40 | 160 | предварительная | Д1 | СВЭИ-7 | ГКИ-300-200А |
| 14 | 3,2 | 1,4 | 70 | 22 | 60 | предварительная | М1 | 4532Ф3 | ГКИ-250 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 15 | 6,3 | 1,5 | 65 | 12 | 35 | предварительная | М2 | СВЭИ-2 | ГКИ-300-200А |
| 16 | 1,6 | 1,3 | 55 | 5 | 175 | окончательная | 45 | СВЭИ-2 | ГКИ-300-200А |
| 17 | 1,6 | 1,3 | 55 | 6 | 180 | окончательная | 45 | СВЭИ-2 | ГКИ-300-200А |
| 18 | 1,6 | 1,3 | 55 | 7 | 185 | окончательная | 45 | СВЭИ-2 | ГКИ-300-200А |
| 19 | 1,6 | 1,3 | 50 | 8 | 190 | окончательная | 20Х | СВЭИ-7 | ГКИ-300-200А |
| 20 | 1,6 | 1,3 | 50 | 9 | 195 | окончательная | 20Х | СВЭИ-7 | ГКИ-300-200А |
| 1 | 0,8 | 1,2 | 50 | 4 | 200 | окончательная | 20Х | СВЭИ-7 | ГКИ-300-200А |
| 22 | 0,8 | 1,2 | 20 | 3 | 175 | окончательная | ВК6 | 4732Ф3 | ГКИ-300-200А |
| 23 | 0,8 | 1,2 | 20 | 4 | 180 | окончательная | ВК6 | 4732Ф3 | ГКИ-300-200А |
| 24 | 0,8 | 1,2 | 20 | 5 | 185 | окончательная | ВК6 | 4732Ф3 | ГКИ-300-200А |
| 25 | 0,8 | 1,2 | 30 | 6 | 190 | окончательная | ВК15 | 4735Ф3 | ГКИ-300-200А |
| 26 | 0,4 | 1,1 | 30 | 7 | 195 | окончательная | ВК15 | 4735Ф3 | ГКИ-300-200А |
| 27 | 0,4 | 1,1 | 30 | 8 | 200 | окончательная | ВК15 | 4735Ф3 | ГКИ-300-200А |
| 28 | 0,4 | 1,1 | 110 | 9 | 180 | окончательная | Д1 | СВЭИ-2 | ГКИ-300-200А |
| 29 | 0,4 | 1,1 | 70 | 6 | 185 | окончательная | М1 | СВЭИ-2 | ГКИ-300-200А |
| 30 | 0,4 | 1,1 | 130 | 8 | 200 | окончательная | АЛ6 | СВЭИ-2 | ГКИ-300-200А |

Задание 2

Определить технико-экономические показатели ЭЭО заготовок: производительность Q , основное технологическое время T_0 , суммарные энергозатраты $A_э$, расход ЭИ по массе M_n

| № варианта | κ_2 | $\kappa_3 \times 10^{-10}$, М ² /(сВ/А) | $d_{из}$, мм | R_{max} , мм | Вид обработки | $r_{из}$, мм | $v_{пр}$, мм/с | ρ_1 , кг/м ³ | Эскиз вырезаемой заготовки (контур внутренний) | Размеры, мм | | | | | | | |
|------------|------------|--|------------------|-------------------|---|------------------|--------------------|---------------------------------|--|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
| | | | | | | | | | | A_1 | A_2 | A_3 | A_4 | A_5 | A_6 | A_7 | b |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| 1 | 1,02 | 5,87 | 0,25 | - | предварительная по сплошному металлу | 0,125 | 25 | 8440 (Л63) | | 4 | 8 | 12 | 9 | 10 | 7 | 25 | 3 |
| 2 | 1,05 | 5,87 | 0,30 | - | предварительная по сплошному металлу | 0,15 | 30 | 8440 (Л63) | | 6 | 10 | 14 | 11 | 12 | 9 | 27 | 5 |
| 3 | 1,02 | 6,00 | 0,25 | - | предварительная по сплошному металлу | 0,125 | 15 | 8600 (Л68) | | 8 | 12 | 16 | 13 | 14 | 11 | 29 | 7 |
| 4 | 1,05 | 6,00 | 0,30 | - | предварительная по сплошному металлу | 0,15 | 20 | 8600 (Л68) | | 10 | 14 | 18 | 15 | 16 | 13 | 31 | 9 |
| 5 | 1,02 | 5,28 | 0,25 | - | предварительная по сплошному металлу | 0,125 | 15 | 8440 (Л63) | | 12 | 16 | 20 | 17 | 18 | 15 | 33 | 11 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| 6 | 1,05 | 5,00 | 0,30 | 0,07 | предварительная по сформированной поверхности | 0,15 | 30 | 8600 (Л68) | | 5 | 10 | 30 | 25 | 7 | 15 | 12 | 20 |
| 7 | 1,03 | 5,00 | 0,25 | 0,07 | предварительная по сформированной поверхности | 0,125 | 10 | 8600 (Л68) | | 7 | 12 | 32 | 27 | 9 | 17 | 14 | 25 |
| 8 | 1,01 | 5,23 | 0,30 | 0,07 | предварительная по сформированной поверхности | 0,15 | 12 | 8440 (Л63) | | 9 | 14 | 34 | 29 | 11 | 19 | 16 | 30 |
| 9 | 1,00 | 5,23 | 0,25 | 0,04 | предварительная по сформированной поверхности | 0,125 | 15 | 8440 (Л63) | | 11 | 16 | 36 | 31 | 13 | 21 | 18 | 35 |
| 10 | 0,95 | 4,00 | 0,30 | 0,07 | предварительная по сформированной поверхности | 0,15 | 28 | 8600 (Л68) | | 13 | 18 | 38 | 33 | 15 | 23 | 20 | 40 |
| № варианта | κ_2 | $\kappa_3 \times 10^{-10}$, М ² /(сВ/А) | $d_{из}$, мм | R_{max} , мм | Вид обработки | $r_{из}$, мм | $v_{пр}$, мм/с | ρ_1 , кг/м ³ | Эскиз вырезаемой заготовки (контур внутренний) | Размеры, мм | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | A_1 | A_2 | D | b | | | | |
| 11 | 1,00 | 4,00 | 0,30 | - | предварительная по сплошному металлу | 0,15 | 30 | 8440 (Л63) | | 5 | 10 | 30 | 5 | | | | |
| 12 | 1,00 | 4,00 | 0,30 | - | предварительная по сплошному металлу | 0,15 | 20 | 8440 (Л63) | | 7 | 12 | 32 | 7 | | | | |
| 13 | 1,00 | 4,00 | 0,30 | - | предварительная по сплошному металлу | 0,15 | 25 | 8440 (Л63) | | 9 | 14 | 34 | 9 | | | | |
| 14 | 1,00 | 4,00 | 0,25 | - | предварительная по сплошному металлу | 0,125 | 25 | 8600 (Л68) | | 11 | 16 | 36 | 11 | | | | |
| 15 | 1,00 | 4,00 | 0,25 | - | предварительная по сплошному металлу | 0,125 | 28 | 8600 (Л68) | | 13 | 18 | 38 | 13 | | | | |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | |
|------------|-------|--|---------------------|-----------------------|---|---------------------|------------------------|----------------------------|--|-------------|-------|-------|-------|-----|
| 16 | 0,91 | 5,87 | 0,1 | 0,02 | окончательная по сформированной поверхности | 0,05 | 10 | 19300 (БА-1-Г) | | 30 | 12 | 30 | 20 | |
| 17 | 0,94 | 5,87 | 0,15 | 0,02 | окончательная по сформированной поверхности | 0,075 | 10 | 8440 (Л63) | | 35 | 17 | 35 | 25 | |
| 18 | 0,92 | 5,87 | 0,20 | 0,02 | окончательная по сформированной поверхности | 0,10 | 15 | 8600 (Л68) | | 40 | 22 | 40 | 30 | |
| 19 | 0,85 | 6,00 | 0,05 | 0,02 | окончательная по сформированной поверхности | 0,025 | 15 | 10200 (МЧ-1-Г) | | 25 | 7 | 25 | 35 | |
| 20 | 0,87 | 6,00 | 0,10 | 0,02 | окончательная по сформированной поверхности | 0,05 | 20 | 19300 (БА-1-Г) | | 20 | 5 | 20 | 35 | |
| № варианта | K_2 | $K_3 \times 10^{-10}, \text{М}^2/(\text{с} \cdot \text{В} \cdot \text{А})$ | $d_{\text{н}}$, мм | $R_{\text{нзв}}$, мм | Вид обработки | $r_{\text{н}}$, мм | $v_{\text{нр}}$, мм/с | ρ , кг/м ³ | Эскиз вырезаемой заготовки (контур внутренних) | Размеры, мм | | | | |
| | | | | | | | | | | A_1 | R_1 | R_2 | R_3 | b |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 21 | 0,91 | 6,00 | 0,10 | – | окончательная по сплошному металлу | 0,05 | 8 | 8440 (Л63) | | 3 | 4 | 7 | 5 | 20 |
| 22 | 0,96 | 5,00 | 0,15 | – | окончательная по сплошному металлу | 0,075 | 9 | 8600 (Л68) | | 6 | 5 | 8 | 6 | 25 |
| 23 | 0,98 | 5,00 | 0,20 | – | окончательная по сплошному металлу | 0,10 | 10 | 8600 (Л68) | | 9 | 6 | 9 | 7 | 30 |
| 24 | 0,91 | 5,00 | 0,05 | – | окончательная по сплошному металлу | 0,025 | 11 | 19300 (БА-1-Г) | | 12 | 7 | 10 | 8 | 35 |
| 25 | 0,95 | 5,23 | 0,10 | – | окончательная по сплошному металлу | 0,05 | 12 | 19300 (БА-1-Г) | | 5 | 9 | 12 | 10 | 10 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 26 | 0,93 | 5,23 | 0,05 | 0,005 | окончательная по сформированной поверхности | 0,025 | 14 | 10200 (МЧ-1-Г) | | 8 | 11 | 14 | 12 | 15 |
| 27 | 0,95 | 5,23 | 0,10 | 0,005 | окончательная по сформированной поверхности | 0,05 | 15 | 10200 (МЧ-1-Г) | | 11 | 13 | 16 | 14 | 20 |
| 28 | 0,97 | 4,00 | 0,15 | 0,005 | окончательная по сформированной поверхности | 0,075 | 5 | 8600 (Л68) | | 14 | 15 | 18 | 16 | 25 |
| 29 | 0,96 | 4,00 | 0,15 | 0,005 | окончательная по сформированной поверхности | 0,075 | 10 | 8440 (Л63) | | 6 | 10 | 12 | 11 | 30 |
| 30 | 0,91 | 4,00 | 0,05 | 0,005 | окончательная по сформированной поверхности | 0,025 | 15 | 19300 (БА-1-Г) | | 9 | 14 | 17 | 15 | 35 |

Задание № 3: Определить основные параметры размерной ЭХО: скорость электролитического растворителя $v_{л}$, время обработки t_3 , фактическую массу $M_{ф}$ и объем растворенного металла V_0 .

| № варианта | Материал ЭЗ (марка стали или сплава) | Электролит | $K_{стл} \times 10^{-3}, \text{ г / (А·мин)}$ | $K_{устл} \times 10^{-3}, \text{ см}^3 / (\text{А·мин})$ | η_n | $i_a, \text{ А / см}^2$ | $I, \text{ А}$ | $z, \text{ см}$ | Вид ЭХО | Модель станка |
|------------|--------------------------------------|--|---|--|----------|-------------------------|----------------|-----------------|---------|---------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 1 | 45 | NaCl 25 %-й | 13,19 | 1,72 | 0,775 | 7 | 1000 | 0,01 | ЭХУЗ | 4406 |
| 2 | У10 (зак.) | NaNO ₃ 30 %-й | 14,87 | 1,91 | 0,377 | 8 | 2000 | 0,02 | ЭХУЗ | 4407 |
| 3 | 12Х18Н9Т | NaCl 25 %-й | 16,28 | 2,16 | 0,610 | 9 | 1600 | 0,03 | ЭХУЗ | Апарат-2 |
| 4 | 30Х10Г10 | Na ₂ SO ₄ 15 %-й | 16,33 | 2,00 | 0,147 | 10 | 320 | 0,02 | ЭХОК | 4420ФЦ |
| 5 | ПХ15 (зак.) | NaNO ₃ 30 %-й | 15,86 | 2,03 | 0,320 | 11 | 3000 | 0,005 | ЭХП | ЛЭ – 166 |
| 6 | 5ХНВ (зак.) | NaCl 25 %-й | 17,28 | 2,20 | 0,980 | 12 | 3000 | 0,002 | ЭХП | ЛЭ – 166 |
| 7 | 35ХГС (зак.) | NaNO ₃ 30 %-й | 17,27 | 2,20 | 0,870 | 13 | 3000 | 0,001 | ЭХП | ЛЭ – 166 |
| 8 | ЭИ958 (зак.) | Na ₂ SO ₄ 15 %-й | 15,84 | 1,80 | 0,095 | 14 | 3000 | 0,003 | ЭХП | ЛЭ – 166 |
| 9 | БрОЦС-6-6-3 | NaCl 25 %-й | 33,68 | 3,92 | 0,850 | 15 | 100 | 0,03 | ЭХМ | СЭХО–901 |
| 10 | Л62 | Na ₂ SO ₄ 15 %-й | 26,33 | 3,19 | 0,645 | 7 | 200 | 0,04 | ЭХМ | СЭХО–901 |
| 11 | ВД17 | NaCl 25 %-й | 8,70 | 3,16 | 1,660 | 8 | 300 | 0,05 | ЭХМ | СЭХО–901 |
| 12 | ВТ8 | NaNO ₃ 30 %-й | 9,48 | 2,10 | 0,780 | 9 | 400 | 0,06 | ЭХМ | СЭХО–901 |
| 13 | ВТ3-1 | Na ₂ SO ₄ 15 %-й | 9,72 | 2,10 | 0,001 | 10 | 500 | 0,009 | ЭХМ | СЭХО–901 |
| 14 | У10 (незак.) | NaCl 25 %-й | 14,87 | 1,91 | 0,775 | 11 | 600 | 0,008 | ЭХМ | СЭХО–901 |
| 15 | ПХ15 (зак.) | Na ₂ SO ₄ 15 %-й | 15,86 | 2,03 | 0,086 | 12 | 10 | 0,001 | ЭХМ | МЭ329 |
| 16 | 5ХНВ (незак.) | NaNO ₃ 30 %-й | 17,28 | 2,20 | 0,650 | 13 | 10 | 0,0015 | ЭХМ | МЭ329 |
| 17 | 35ХГС (незак.) | Na ₂ SO ₄ 15 %-й | 17,27 | 2,20 | 0,111 | 14 | 10 | 0,002 | ЭХМ | МЭ329 |
| 18 | ЭИ958(незак.) | NaCl 25 %-й | 15,84 | 1,80 | 0,973 | 15 | 10 | 0,003 | ЭХМ | МЭ329 |
| 19 | 45 | Na ₂ SO ₄ 15 %-й | 13,19 | 1,72 | 0,086 | 14 | 1000 | 0,03 | ЭХУЗ | 4406 |
| 20 | У10 (зак.) | NaCl 25 %-й | 14,87 | 1,91 | 0,860 | 13 | 2000 | 0,04 | ЭХУЗ | 4407 |
| 21 | 45 | NaNO ₃ 30 %-й | 13,19 | 1,72 | 0,600 | 12 | 1600 | 0,05 | ЭХОК | 4421 |
| 22 | 30Х10Г10 | NaNO ₃ 30 %-й | 16,33 | 2,00 | 0,480 | 11 | 200 | 0,06 | ЭХУЗ | ЛЭ-142А |
| 23 | ПХ15(зак.) | NaCl 25 %-й | 15,86 | 2,03 | 0,920 | 10 | 10 | 0,1 | ЭХМ | ЭХОК-1 |
| 24 | Л62 | NaCl 25 %-й | 26,33 | 3,19 | 0,835 | 9 | 8 | 0,09 | ЭХМ | ЭХОК-1 |
| 25 | ВД17 | NaNO ₃ 30 %-й | 8,70 | 3,16 | 0,136 | 8 | 9 | 0,08 | ЭХМ | ЭХОК-1 |
| 26 | ВТ8 | Na ₂ SO ₄ 15 %-й | 9,48 | 2,10 | 0,002 | 10 | 3200 | 0,045 | ЭХОК | 4А423ФЦ |
| 27 | ВТ3-1 | NaCl 25 %-й | 9,72 | 2,10 | 0,780 | 12 | 3000 | 0,006 | ЭХП | ЛЭ-166 |
| 28 | Л62 | NaNO ₃ 30 %-й | 26,33 | 3,19 | 0,630 | 13 | 3000 | 0,005 | ЭХП | ЛЭ-166 |
| 29 | ВД17 | Na ₂ SO ₄ 15 %-й | 8,70 | 3,16 | 0,029 | 10 | 2000 | 0,0009 | ЭХП | ЛЭ-166 |
| 30 | У10 (зак.) | Na ₂ SO ₄ 15 %-й | 14,87 | 1,91 | 0,056 | 8 | 2500 | 0,007 | ЭХП | ЛЭ-166 |

Тема 3. Лучевые методы обработки.

Задание №1. В соответствии с исходными данными, приведенными в табл. 1, определить основные параметры режима электронно-лучевой обработки:

1. мощность $W_{и}$ (Вт/с) электронного пучка в импульсе.
2. плотность мощности излучения q (Вт/м²), т.е. отношение мощности излучения к площади его воздействия на обрабатываемую поверхность.
3. на основании заданных (табл. 3.1) и рассчитанных параметров режима, а также данных, приведенных на рис. 3.1, рекомендовать оптимальный вид ЭЛО. Обосновать результаты.

Исходные данные для расчета основных параметров режима электронно-лучевой обработки металлов

| № варианта | I , мА | U , кВ | d , мкм | f , Гц |
|------------|----------|----------|-----------|----------|
| 1,21 | 8 | 80 | 10,0 | 1500 |
| 2,22 | 10 | 80 | 15,0 | 1650 |
| 3,23 | 12 | 80 | 18,0 | 1700 |
| 4,24 | 14 | 80 | 23,0 | 1800 |
| 5,25 | 16 | 80 | 26,0 | 2000 |
| 6,26 | 18 | 15 | 28,0 | 500 |
| 7,27 | 20 | 20 | 31,0 | 600 |
| 8,28 | 22 | 40 | 33,0 | 800 |
| 9,29 | 24 | 60 | 35,0 | 1000 |
| 10,30 | 26 | 80 | 36,0 | 1200 |
| 11 | 28 | 100 | 38,0 | 2200 |
| 12 | 30 | 150 | 41,0 | 2500 |
| 13 | 32 | 200 | 43,0 | 3300 |
| 14 | 34 | 80 | 46,0 | 1750 |
| 15 | 36 | 60 | 49,0 | 1200 |
| 16 | 38 | 60 | 51,0 | 1100 |
| 17 | 40 | 40 | 53,0 | 700 |
| 18 | 42 | 30 | 55,0 | 650 |
| 19 | 44 | 20 | 57,0 | 520 |
| 20 | 46 | 15 | 62,0 | 480 |

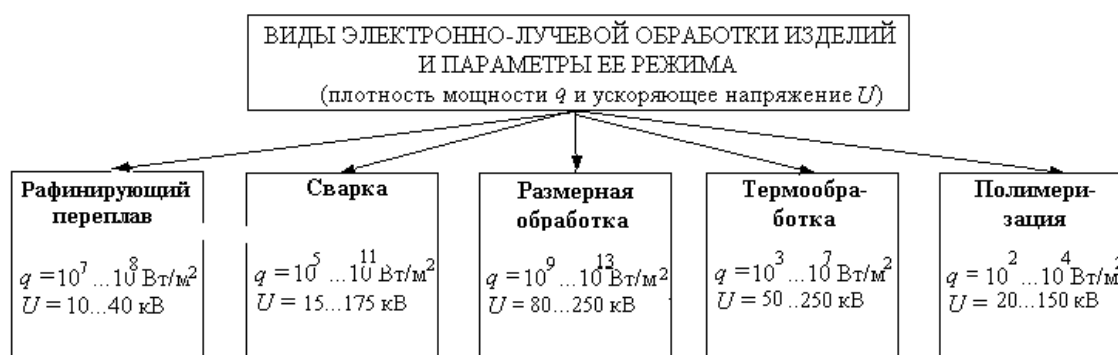


Рис. 3.1 – Различные виды электронно-лучевой обработки

Задание №2.

Ознакомьтесь с основными техническими параметрами лазеров; оцените их максимальные значения для современных типов технологических лазеров.

2. По табл. 3.2 в соответствии с номером варианта выбрать лазер с определенным веществом активного элемента и, пользуясь данными табл. 3.3, табл. 3.4, указать:

- тип данного лазера;
- материал активного элемента;
- режим работы данного лазера;
- длину волны генерируемого излучения и соответствующий диапазон (в т.ч. принятое обозначение ISO), частоту и энергию излучения;

- минимальный диаметр фокального пятна d , мкм;
 - угловую расходимость лазерного излучения;
 - мощность лазера;
 - его КПД;
 - для импульсных лазеров:
 - энергию импульса;
 - его длительность;
 - частоту повторения импульсов.
 - область применения данного лазера.
3. Сопоставить полученные значения с максимальными характеристиками для промышленных технологических лазеров.
4. Рассчитать для указанного типа лазера (с учетом режима его работы):
- величину плотности мощности излучения;
 - угол расходимости лазерного излучения;
 - удельную поверхностную энергию;
 - пиковую мощность P_p .

Табл. 3.2

Исходные данные для определения основных технических характеристик технологических лазеров

| № варианта | Активный элемент лазера | Режим работы | Длина волны генерируемого излучения λ , мкм |
|------------|---|--------------|---|
| 1, 16 | Nd:Y ₃ Al ₅ O ₁₂ | Импульсный | 1,06 |
| 2, 17 | Cr:Al ₂ O ₃ | Импульсный | 0,69 |
| 3, 18 | CO ₂ | Импульсный | 10,6 |
| 4, 19 | Ti:Al ₂ O ₃ | Импульсный | 0,7 |
| 5, 20 | Nd:Y ₃ Al ₅ O ₁₂ | Непрерывный | 1,06 |
| 6, 21 | CO ₂ | Непрерывный | 10,6 |
| 7, 22 | Ti:Al ₂ O ₃ | Импульсный | 0,8 |
| 8, 23 | He-Ne | Импульсный | 0,63 |
| 9, 24 | Cu | Импульсный | 0,51 |
| 10, 25 | GaAs | Импульсный | 0,635 |
| 11, 26 | Ti:Al ₂ O ₃ | Импульсный | 1,0 |
| 12, 27 | InP | Импульсный | 0,95 |
| 13, 28 | Cu | Импульсный | 0,58 |
| 14, 29 | GaAs | Импульсный | 0,95 |
| 15, 30 | InP | Импульсный | 1,55 |

$V_{\text{ср}} = 5$ м/мин (непрерывный Nd-YAG-лазер);

$V_{\text{ср}} = 0,5$ м/мин (непрерывный CO₂-лазер)

Табл. 3.3

Длины волн, частота и энергия фотонов в диапазоне лазерного излучения

| Диапазон | Обозначение ISO | Длина волны λ , нм | Частота $f \cdot 10^{14}$, Гц | Энергия hf , эВ |
|--------------------------|-----------------|----------------------------|--------------------------------|-------------------|
| Вакуумный УФ-диапазон | UV-C | 100...200 | 30...15 | 12,4...6,2 |
| Дальний УФ-диапазон | UV-C | 200...280 | 15...10,7 | 6,2...4,4 |
| Средний УФ-диапазон | UV-B | 280...315 | 10,7...9,5 | 4,4...3,9 |
| Ближний УФ-диапазон | UV-A | 315...380 | 9,5...7,9 | 3,9...3,3 |
| Свет (видимое излучение) | VIS | 380...780 | 7,9...3,9 | 3,3...1,6 |
| Ближний ИК-диапазон | IR-A | 780...1400 | 3,9...2,1 | 1,6...0,9 |
| Ближний ИК-диапазон | IR-B | 1400...3000 | 2,1...1,0 | 0,9...0,4 |
| Средний ИК-диапазон | IR-C | 3000...50000 | 1,0...0,06 | 0,4...0,025 |
| Дальний ИК-диапазон | IR-C | 50000...1000000 | 0,06...0,003 | 0,025...0,001 |

Характеристика промышленных лазеров

| Название лазера | Активный элемент | Режим работы | Длина волны λ , мкм | Минимальный диаметр фокального пятна d_f , мкм | Энергия импульса E , Дж | Мощность излучения $P_{ср}$, Вт | Длительность импульса t | Частота повторения импульсов f , Гц | Угловая расходимость излучения θ , мрад | КПД, % | Область применения |
|---|---|--------------|-----------------------------|--|---------------------------|----------------------------------|---------------------------|---------------------------------------|--|--------|--|
| 1. Твердотельные лазеры | | | | | | | | | | | |
| Лазер на алюмоитриевом гранате с неодимом | $\text{Nd:Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ | Импл | 1,06 | 5 | 1 | До 10^4 | 10 мс | 10^2 | 0,2...20 | 1...3 | Обработка материалов, стекроскопии, датчики, научные исследования |
| Лазер на алюмоитриевом гранате с неодимом | $\text{Nd:Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ | Нпрф | 1,06 | 5 | - | 10...2000 | - | - | 0,2...20 | 3 | |
| Рубиновый лазер | $\text{Cr:Al}_2\text{O}_3$ | Импл | 0,69 | 2 | 0,1...50 | $10^3 \dots 5 \cdot 10^9$ | 20 пс...0,5 мс | До 10^2 | 0,4...10 | 1 | Спектроскопия, медицина (офтальмология) |
| Титан-сапфировый лазер | $\text{Ti:Al}_2\text{O}_3$ | Импл | 0,7...10 | 2 | 10^{-8} | 50 | 10 фс...0,1 пс | 10^8 | 0,4...10 | <1 | Фундаментальные исследования, (охлаждение и захват атомов и молекул), современные передовые технологии (атомная литография, оптическая метрология, высокооптопная запись информации) |

| | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-----------------|-------|------------------|----|--|--|------------------|--|---------------|--------------|---|--|
| 2. Газовые лазеры | | | | | | | | | | | | |
| CO ₂ -лазер | CO ₂ | Импл | 10,6 | 30 | 0,5 | До 10 ³ | 0,1 ... 10 мс | 10 ² ... 2,5·10 ³ | 0,4...10 | 20 | Обработка материалов, медицина, научные исследования | |
| CO ₂ -лазер | CO ₂ | Нарфр | 10,6 | 30 | - | До 10 ³ | - | - | 0,4...10 | 20 | Исследования | |
| Гелий-неоновый лазер | He-Ne | Импл | 0,63 | 10 | 10 ⁶ ... 10 ³ | 10 ² | 0,1 мкс | 10 ³ | 0,1...1 | <1 | Стереолитография, голография, измерения, датчики, научные исследования | |
| На парах меди | Cu | Импл | 0,51... 0,58 | 20 | 10 ³ | 10 ² | 10 нс | 10 ⁴ | 0,03... 10 | 1 | Научные исследования, обработка материалов | |
| 3. Полупроводниковые лазеры | | | | | | | | | | | | |
| Арсенид-галлиевый лазер | GaAs | Импл | 0,635 ...0,95 | 5 | 10 ⁻² | 10 ³ ... 5·10 ³ | 10 пс | 10 ³ | 0,2... 200 | 10... 1,5 | Информационные технологии | |
| Фосфор-индиевый лазер | InP | Импл | 0,95... 1,55 | 5 | 10 ⁻² | 10...10 ² | 0,1 нс | 10 ³ | 0,2... 200 | 10... 1,5 | (оптическая связь, хранение информации, печать, сканеры), датчики, научные исследования, медицина | |

Задание №3.

1. Ознакомиться с основными материалами, применяемыми для изготовления активных элементов твердотельных лазеров.

2. Ознакомиться с устройством, принципом работы и технологическими параметрами установок для выращивания лазерных кристаллов методом Чохральского, а также методом направленной горизонтальной кристаллизации.

3. Произвести расчет некоторых параметров выращивания кристаллов для активных элементов лазера по методу Чохральского:

Рассчитать скорость роста кристалла V , м/с:

Рассчитать время t , час, необходимое для выращивания кристалла заданной длины.

Таблица 3.5

Исходные данные для расчета параметров выращивания кристаллов для активных элементов лазера по методу Чохральского

| № варианта | Материал активного элемента | Удельная теплота плавления λ , кДж/кг | Коэффициент теплопроводности k , Вт/(м·К) | Диаметр активного элемента D , мм | Длина активного элемента L , мм |
|------------|---|---|---|-------------------------------------|-----------------------------------|
| 1,16 | Cr:Al ₂ O ₃ | 390 | 38,5 | 2,5 | 130 |
| 2,17 | Nd:Y ₃ Al ₅ O ₁₂ | 280 | 25,5 | 2,8 | 144 |
| 3,18 | Cr:Al ₂ O ₃ | 390 | 38,5 | 4,2 | 156 |
| 4,19 | Nd:Y ₃ Al ₅ O ₁₂ | 280 | 25,5 | 4,5 | 148 |
| 5,20 | Cr:Al ₂ O ₃ | 390 | 38,5 | 2,7 | 189 |
| 6,21 | Nd:Y ₃ Al ₅ O ₁₂ | 280 | 25,5 | 3,9 | 100 |
| 7,22 | Cr:Al ₂ O ₃ | 390 | 38,5 | 4,3 | 114 |
| 8,23 | Nd:Y ₃ Al ₅ O ₁₂ | 280 | 25,5 | 5,6 | 127 |
| 9,24 | Cr:Al ₂ O ₃ | 390 | 38,5 | 7,5 | 164 |
| 10,25 | Nd:Y ₃ Al ₅ O ₁₂ | 280 | 25,5 | 5,9 | 158 |
| 11,26 | Cr:Al ₂ O ₃ | 390 | 38,5 | 8,2 | 170 |
| 12,27 | Nd:Y ₃ Al ₅ O ₁₂ | 280 | 25,5 | 10,0 | 228 |
| 13,28 | Cr:Al ₂ O ₃ | 390 | 38,5 | 1,7 | 125 |
| 14,29 | Nd:Y ₃ Al ₅ O ₁₂ | 280 | 25,5 | 2,4 | 154 |
| 15,30 | Cr:Al ₂ O ₃ | 390 | 38,5 | 3,5 | 168 |

Задание №4.

1. Ознакомиться с устройством и принципом работы установки «Квант-12» с лазером на алюмоиттриевом гранате.

2. Рассчитать основные размерные показатели отверстий, полученных с помощью лазерного излучения при различных режимах работы установки «Квант-12», характеристики их точности, качества, а также производительности.

В соответствии с формулами, а также исходными данными, приведенными в табл. 3.9, рассчитать основные размерные параметры отверстий, полученных лазерным воздействием, – глубину h , мм, и диаметр d , мкм.

□ Используя необходимые данные, приведенные в табл. 3.6, 3.9, с помощью формул произвести оценку параметра шероховатости поверхности отверстия R_z , мкм, полученного в материале с помощью лазерного излучения.

□ Рассчитать объемный показатель производительности Π (минутную производительность, см³/мин). Исходные данные приведены в табл. 3.8, 3.9.

□ Рассчитать штучную производительность $\Pi_{шт}$, отв/с, приняв количество лучевых каналов в технологической установке $N = 1$; $T = 1/f$; значения времени перемещения t_n луча или заготовки после прошивки очередного отверстия приведены в табл. 3.7.

Табл. 3.6

Исходные данные для оценки параметра шероховатости поверхности отверстия R_z

| № варианта | Обрабатываемый материал | Обрабатываемость лазерным излучением | c | x | y | z |
|-------------|-------------------------|--------------------------------------|------|-----|------|------|
| 1,2,16,17 | Al | 4,57 | 10,3 | 1,3 | 0,78 | 0,24 |
| 3,18 | W | 1 | 18,4 | 1,8 | 0,97 | 0,27 |
| 4,5,19,20 | Fe | 0,9 | 19,2 | 1,9 | 0,98 | 0,28 |
| 6,7,21,22 | Cu | 1,43 | 16,1 | 1,7 | 0,95 | 0,25 |
| 8,9,23,24 | Ni | 2,35 | 14,5 | 1,4 | 0,88 | 0,26 |
| 10,25 | Pb | 35,8 | 4,6 | 1,2 | 0,58 | 0,20 |
| 11,12,26,27 | Cr | 23,3 | 5,8 | 1,3 | 0,66 | 0,22 |
| 13,14,28,29 | Mo | 1,25 | 15,4 | 1,7 | 0,96 | 0,26 |
| 15,30 | Ti | 3,50 | 12,3 | 1,5 | 0,85 | 0,23 |

Табл. 3.7

Значения времени перемещения луча или заготовки после прошивки очередного отверстия

| № варианта | Время перемещения луча или заготовки после прошивки очередного отверстия t_n , с |
|------------|--|
| 1,16 | 0,45 |
| 2,17 | 0,48 |
| 3,18 | 0,50 |
| 4,19 | 0,52 |
| 5,20 | 0,54 |
| 6,21 | 0,56 |
| 7,22 | 0,59 |
| 8,23 | 0,62 |
| 9,24 | 0,64 |
| 10,25 | 0,66 |
| 11,26 | 0,69 |
| 12,27 | 0,71 |
| 13,28 | 0,73 |
| 14,29 | 0,76 |
| 15,30 | 0,80 |

Таблица 3.8

Значения удельной энергии разрушения материалов

| Материал | L_z , кДж/см ² | Материал | L_z , кДж/см ² |
|-----------------------|-----------------------------|----------------|-----------------------------|
| <i>Твердые сплавы</i> | | <i>Металлы</i> | |
| T30K4 | 270 | Fe | 100 |
| TN20 | 240 | Ti | 45 |
| BK2 | 170 | Al | 20 |
| BK6 | 160 | Nb | 80 |
| BK20 | 140 | W | 100 |
| <i>Карбиды</i> | | Mo | 138 |
| TiC | 250 | Cu | 70 |
| WC | 150 | Zn | 39 |
| | | Ni | 64 |
| | | Pb | 14 |
| | | Cr | 16 |

Исходные данные для расчета основных технологических показателей отверстий полученных с помощью лазерного излучения

| № варианта | Обрабатываемый материал | Скрытая теплота плавления вещества $L_1, Дж/кг \cdot 10^3$ | Скрытая теплота испарения вещества $L_{40}, Дж/кг \cdot 10^6$ | Плотность материала $\rho, \text{кг/м}^3 \cdot 10^3$ | Радиус гиша фокусировки лазерного излучения $r, \text{мм}$ | Угол светового конуса луча лазера, мрад | Энергия излучения $E, Дж$ | Длительность импульса $t, \text{мс}$ | Частота следования импульсов $f, \text{Гц}$ | Количество импульсов n |
|------------|-------------------------|--|---|--|--|---|---------------------------|--------------------------------------|---|--------------------------|
| 1,16 | Алюминий | 372 | 10,53 | 2,7 | 100 | 7 | 1,5 | 1,5 | 10 | 6 |
| 2,17 | Алюминий | — | — | — | 150 | 9 | 2,0 | 4,5 | 35 | 8 |
| 3,18 | Вольфрам | 183 | 4,48 | 19,3 | 200 | 4 | 1,0 | 2,0 | 20 | 10 |
| 4,19 | Железо | 260 | 6,12 | 7,8 | 100 | 7 | 1,5 | 2,0 | 1,0 | 12 |
| 5,20 | Железо | — | — | — | 150 | 5 | 2,0 | 5,0 | 35 | 8 |
| 6,21 | Медь | 204 | 4,82 | 8,9 | 150 | 8 | 0,5 | 1,5 | 1,5 | 9 |
| 7,22 | Медь | — | — | — | 200 | 6 | 0,6 | 2,0 | 20 | 6 |
| 8,23 | Никель | 296 | 5,83 | 8,9 | 150 | 12 | 6,0 | 2,5 | 10 | 8 |
| 9,24 | Никель | — | — | — | 200 | 10 | 5,0 | 4,5 | 30 | 7 |
| 10,25 | Свинец | 24 | 0,86 | 11,3 | 100 | 4 | 0,1 | 2,0 | 10 | 3 |
| 11,26 | Хром | 128 | 0,66 | 7,2 | 100 | 15 | 0,4 | 1,5 | 10 | 4 |
| 12,27 | Хром | — | — | — | 200 | 17 | 0,5 | 5,0 | 20 | 5 |
| 13,28 | Молибден | 200 | 0,59 | 10,2 | 100 | 6 | 0,3 | 2,0 | 0,1 | 9 |
| 14,29 | Молибден | — | — | — | 200 | 5 | 0,5 | 4,0 | 3 | 7 |
| 15,30 | Титан | 360 | 8,97 | 4,5 | 150 | 20 | 4,0 | 5,0 | 15 | 7 |

Задание №5.

1. Рассчитать скорость лазерной резки различных материалов. Исходные данные приведены в табл. 3.11.

2. Сопоставить полученные результаты с рекомендуемыми значениями, рис. 3.2.

5. В соответствии с исходными данными, табл. 3.11, рассчитать максимальную шероховатость поверхности реза Rz_{max} , мкм.

6. Используя соотношение и данные, приведенные в табл. 3.10, рассчитать стоимость лазерной резки детали; $L = Vt$; $t = \pi t$.

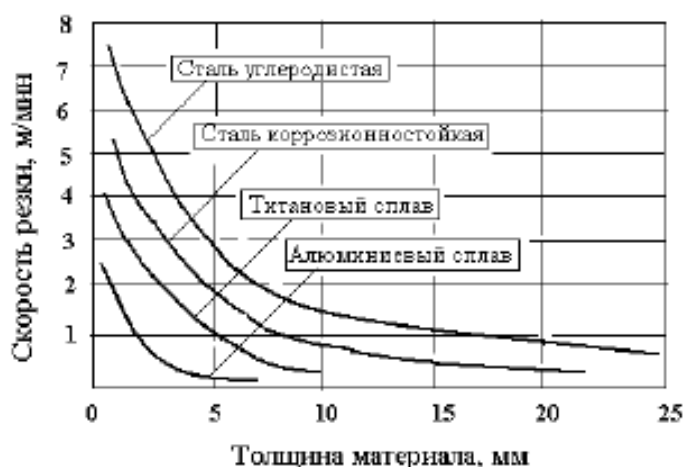


Рис. 3.2 Зависимость скорости резки от толщины материала

Табл. 3.10

–Стоимость резки различных материалов (руб/м)

| Материал | Толщина металла, мм | | | | | | | | | |
|--------------------|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-------------|--|
| | 0,5...1,5 | 1,6...2,5 | 2,6...3,0 | 3,1...4,0 | 4,1...5,0 | 5,1...6,0 | 6,1...8,0 | 8,1...10,0 | 10,0...16,0 | |
| Сталь углеродистая | 8,2 | 10,5 | 12,5 | 14,6 | 16,5 | 19,4 | 30,0 | 55,0 | 84,0 | |
| Сталь нержавеющая | 11,3 | 17,8 | 23,8 | 27,4 | 32,7 | | | | | |
| Алюминий | 13,5 | 18,5 | 24,5 | | | | | | | |
| Титан | 15,7 | 19,2 | 26,8 | | | | | | | |

Исходные данные для расчета скорости лазерной резки и шероховатости поверхности

| № варианта | Обрабатываемый материал | Толщина листа, мм | Тип лазера | Фокусное расстояние F , мм | Радиус гирны фокусировки лазерного излучения R_0 , мм | Длительность импульса τ , мс | Шаг обработки, мм | Частота следования импульсов f , Гц | Количество импульсов n | Количество часов обработки деталей T_k |
|------------|--------------------------|-------------------|------------------------|------------------------------|---|-----------------------------------|-------------------|---------------------------------------|--------------------------|--|
| 1,16 | Углеродистая сталь | 2,3 | Nd-YAG, имп. | 74 | 10 | 6 | 0,65 | 150 | 400 | 10 |
| 2,17 | Углеродистая сталь | 3,2 | Nd-YAG, имп. | 68 | 15 | 8 | 0,55 | 120 | 800 | 35 |
| 3,18 | Углеродистая сталь | 5,8 | CO ₂ , имп. | 42 | 40 | 10 | 0,25 | 150 | 600 | 28 |
| 4,19 | Углеродистая сталь | 15,7 | CO ₂ , имп. | 42 | 50 | 10 | 0,15 | 130 | 800 | 44 |
| 5,20 | Коррозионностойкая сталь | 1,4 | Nd-YAG, имп. | 74 | 12 | 8 | 0,70 | 120 | 1000 | 65 |
| 6,21 | Коррозионностойкая сталь | 2,0 | Nd-YAG, имп. | 78 | 10 | 6 | 0,65 | 130 | 1000 | 33 |
| 7,22 | Коррозионностойкая сталь | 2,2 | CO ₂ , имп. | 48 | 58 | 20 | 0,55 | 120 | 800 | 15 |
| 8,23 | Коррозионностойкая сталь | 4,4 | CO ₂ , имп. | 36 | 65 | 30 | 0,35 | 100 | 700 | 37 |
| 9,24 | Титановый сплав | 1,3 | CO ₂ , имп. | 66 | 70 | 40 | 0,55 | 100 | 300 | 77 |
| 10,25 | Титановый сплав | 1,7 | CO ₂ , имп. | 60 | 69 | 45 | 0,45 | 90 | 300 | 52 |
| 11,26 | Титановый сплав | 2,6 | CO ₂ , имп. | 68 | 75 | 50 | 0,40 | 80 | 400 | 48 |
| 12,27 | Титановый сплав | 3,0 | CO ₂ , имп. | 70 | 68 | 50 | 0,45 | 90 | 500 | 36 |
| 13,28 | Алюминиевый сплав | 0,8 | CO ₂ , имп. | 72 | 88 | 60 | 0,65 | 50 | 900 | 25 |
| 14,29 | Алюминиевый сплав | 2,3 | CO ₂ , имп. | 104 | 100 | 100 | 0,20 | 35 | 700 | 84 |
| 15,30 | Алюминиевый сплав | 2,8 | CO ₂ , имп. | 110 | 100 | 100 | 0,40 | 40 | 800 | 37 |

Задание №6.

1. Ознакомиться с сущностью лазерной сварки, ее основными достоинствами по сравнению с традиционными способами, основными разновидностями и областями применения.

2. Изучить технические возможности лазерной установки «Квант-12» при проведении сварки металлов и сплавов малых толщин.

3. Рассчитать основные технологические параметры лазерной сварки.

Используя исходные данные, табл. 3.12, в соответствии рассчитать длительность лазерных импульсов τ , с.

- Рассчитать плотность мощности лазерного излучения q , Вт/см² для реализации сварки данных заготовок.
- Рассчитать производительность (скорость) лазерной сварки V , м/с:
- Определить длительность технологического процесса t , ч
- Определить мощность теплового потока внутри заготовки P , кВт
- Определить энергоемкость процесса Q , кВт*ч
- Рассчитать стоимость лазерной сварки партии деталей, руб:

Табл. 3.12

Исходные данные для расчета параметров лазерной сварки

| № варианта | Свариваемый материал | Температуропроводность a , см ² /с | Глубина проплавления δ , мм | Энергия импульса E , Дж | Диаметр пятна фокусировки d , мм | Коэффициент перекрытия световых импульсов $k_{\text{п}}$ | Частота следования импульсов f , Гц | Длина сварного шва L , м |
|------------|---------------------------|---|------------------------------------|---------------------------|------------------------------------|--|---------------------------------------|----------------------------|
| 1,21 | Углеродистая сталь | 0,119 | 0,25 | 8 | 0,40 | 0,2 | 20 | 2,0 |
| 2,22 | Коррозионно-стойкая сталь | 0,056 | 0,30 | 10 | 0,45 | 0,3 | 25 | 3,5 |
| 3,23 | Алюминий | 0,474 | 0,45 | 12 | 0,55 | 0,4 | 30 | 0,43 |
| 4,24 | Вольфрам | 0,62 | 0,80 | 9 | 0,67 | 0,5 | 35 | 0,55 |
| 5,25 | Углеродистая сталь | 0,119 | 0,47 | 11 | 0,60 | 0,6 | 40 | 0,62 |
| 6,26 | Медь | 0,95 | 0,78 | 10 | 0,72 | 0,7 | 45 | 1,7 |
| 7,27 | Медь | 0,95 | 0,87 | 11 | 0,74 | 0,8 | 50 | 2,2 |
| 8,28 | Железо | 0,21 | 0,42 | 12 | 0,77 | 0,9 | 27 | 3,8 |
| 9,29 | Алюминий | 0,474 | 0,55 | 13 | 0,81 | 0,2 | 38 | 4,9 |
| 10,30 | Медь | 0,95 | 0,64 | 14 | 0,83 | 0,3 | 49 | 5,7 |
| 11 | Никель | 0,24 | 0,45 | 7 | 0,84 | 0,4 | 54 | 6,6 |
| 12 | Никель | 0,24 | 0,30 | 9 | 0,85 | 0,5 | 68 | 0,75 |
| 13 | Нерж сталь | 0,056 | 0,33 | 9 | 0,92 | 0,6 | 23 | 0,82 |
| 14 | Алюминий | 0,474 | 0,48 | 10 | 0,96 | 0,7 | 42 | 3,5 |
| 15 | Никель | 0,24 | 0,45 | 11 | 1,00 | 0,8 | 54 | 4,4 |
| 16 | Титан | 0,08 | 0,26 | 6 | 1,10 | 0,9 | 68 | 0,59 |
| 17 | Титан | 0,08 | 0,36 | 7 | 1,20 | 0,5 | 36 | 0,63 |
| 18 | Вольфрам | 0,62 | 0,89 | 9 | 0,50 | 0,4 | 45 | 0,78 |
| 19 | Вольфрам | 0,62 | 0,54 | 10 | 0,60 | 0,6 | 55 | 0,81 |
| 20 | Титан | 0,08 | 0,65 | 12 | 0,55 | 0,7 | 27 | 1,0 |

Табл. 3.13 –

Удельная стоимость лазерной сварки $C_{уд}$ (руб/м)

| Материал | Глубина проплавления, мм | | | | | | | |
|--------------------|--------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | 0,1...0,25 | 0,3...0,45 | 0,5...0,65 | 0,7...0,85 | 0,9...1,05 | 1,1...1,25 | 1,3...1,45 | 1,5...1,65 |
| Сталь углеродистая | 0,4 | 0,55 | 0,65 | 0,76 | 0,85 | 0,95 | 3,0 | 5,5 |
| Сталь нержавеющая | 1,1 | 1,7 | 2,38 | 2,74 | 3,27 | 3,58 | 4,25 | 4,73 |
| Никель | 1,15 | 1,72 | 2,40 | 2,81 | 3,35 | 3,62 | 4,57 | 5,38 |
| Алюминий | 1,35 | 1,85 | 2,45 | 3,24 | 3,89 | 4,86 | 5,46 | 6,53 |
| Медь | 1,45 | 1,92 | 2,64 | 3,38 | 3,97 | 4,97 | 5,68 | 6,65 |
| Титан | 1,57 | 2,32 | 3,48 | 3,94 | 4,53 | 5,45 | 6,67 | 6,95 |
| Вольфрам | 1,71 | 2,57 | 4,35 | 4,78 | 5,21 | 5,93 | 7,25 | 7,78 |

Табл. 3.14

Количество деталей в партии

| № варианта | Количество деталей |
|------------|--------------------|
| 1,11,21 | 24 |
| 2,12,22 | 55 |
| 3,13,23 | 45 |
| 4,14,24 | 110 |
| 5,15,25 | 32 |
| 6,16,26 | 47 |
| 7,17,27 | 17 |
| 8,18,28 | 8 |
| 9,19,29 | 13 |
| 10,20,30 | 32 |

Тема 4. Магнитная обработка.

Задание №1. Определить длительность процесса магнитно-абразивного полирования t .

| Номер варианта | T , мин | Q_{I_2} , мг / (см ² · мин) | Q_{min} , мг / (см ² · мин) | m |
|----------------|-----------|--|--|-----|
| 1 | 10 | 100 | 20 | 0,5 |
| 2 | 5 | 46 | 18 | 0,3 |
| 3 | 20 | 175 | 44 | 0,6 |
| 4 | 3 | 28 | 7 | 0,4 |
| 5 | 14 | 83 | 31 | 0,7 |
| 6 | 10 | 90 | 10 | 0,4 |

Задание №2: Определить период стойкости порции магнитно-абразивного порошка T при числе i рабочих ходов.

| Номер варианта | $L_{p,x}$, мм | v_s , мм/мин | Q_2 , мг / (см ² · мин) | Q_{I_2} , мг / (см ² · мин) | m | t , мин |
|----------------|----------------|----------------|--------------------------------------|--|-----|-----------|
| 7 | 200 | 100 | 40 | 10 | 0,4 | 10 |
| 8 | 100 | 150 | 30 | 8 | 0,3 | 5 |
| 9 | 50 | 80 | 76 | 23 | 0,5 | 14 |
| 10 | 400 | 50 | 20 | 5 | 0,6 | 20 |
| 11 | 320 | 200 | 90 | 70 | 0,7 | 8 |
| 12 | 100 | 100 | 30 | 8 | 0,3 | 7 |
| 13 | 300 | 150 | 76 | 23 | 0,5 | 20 |

Задание №3: Определить производительность процесса МАО на i -м рабочем ходе Q_i

| Номер варианта | Q_{min} , МГ / (СМ ² · МИН) | m | Q_{I_2} , МГ / (СМ ² · МИН) | v_{ss} , ММ/МИН | $L_{p.x}$, ММ | t , МИН |
|----------------|---|-----|---|----------------------|-------------------|--------------|
| 14 | 32 | 0,7 | 28 | 200 | 420 | 8 |
| 15 | 17 | 0,3 | 49 | 150 | 120 | 5 |
| 16 | 21 | 0,5 | 105 | 80 | 60 | 14 |
| 17 | 45 | 0,6 | 43 | 50 | 480 | 20 |
| 18 | 8 | 0,4 | 8 | 100 | 210 | 10 |
| 19 | 31 | 0,6 | 27 | 150 | 400 | 10 |
| 20 | 20 | 0,4 | 100 | 90 | 70 | 15 |
| 21 | 7 | 0,5 | 7 | 150 | 300 | 5 |

Задание №4: Определить начальную производительность процесса МАО Q_1 при неоднократной замене порции магнитно-абразивного порошка за время t .

| Номер варианта | m | Q_{min} , МГ / (СМ ² · МИН) | t , МИН | L , ММ | v_{ss} , ММ/МИН |
|----------------|-----|---|--------------|-------------|----------------------|
| 22 | 0,3 | 25 | 7 | 1000 | 100 |
| 23 | 0,4 | 6 | 16 | 610 | 120 |
| 24 | 0,5 | 20 | 13 | 820 | 75 |
| 25 | 0,6 | 48 | 22 | 1200 | 40 |
| 26 | 0,7 | 9 | 11 | 450 | 220 |
| 27 | 0,8 | 10 | 15 | 400 | 150 |
| 28 | 0,9 | 15 | 10 | 300 | 200 |
| 29 | 0,3 | 25 | 12 | 100 | 100 |
| 30 | 0,4 | 6 | 10 | 200 | 40 |

Тема 5. Ультразвуковая обработка.

Задание №1.

1. Оценить целесообразность обработки материала ультразвуковым способом по критерию хрупкости
2. Выбрать схему обработки
3. Выбрать ультразвуковое оборудование
4. Выбрать абразивную суспензию
5. Рассчитать параметры ультразвукового инструмента
6. Определить режимы обработки

Исходные данные

| № п/п | Диаметр отверстия, мм | Допуск отверстия | Глубина отверстия, мм | Материал заготовки |
|-------|-----------------------|------------------|-----------------------|--------------------|
| 1. | 7,3 | H9 | 4,0 | Агат |
| 2. | 8,4 | F9 | 5.5 | Агат |
| 3. | 9 | H9 | 6 | Агат |

| | | | | |
|-----|-----|----|-----|------|
| 4. | 9,2 | | 4 | Агат |
| 5. | 5,6 | F9 | 4 | Агат |
| 6. | 7,8 | H9 | 4.6 | Агат |
| 7. | 6,8 | F9 | 4.8 | Агат |
| 8. | 9,5 | H9 | 3 | Агат |
| 9. | 10 | F9 | 6 | Агат |
| 10. | 4.6 | F9 | 5 | Агат |

Тема 6. Методы поверхностно-пластической деформации.

Вопросы для устного опроса по теме:

1. Классификация методов ППД.
2. Общая характеристика процессов ППД.
3. Сравнительный анализ и области рационального применения различных методов ПДД.
4. Специальные технологические процессы при ППД.
5. Контроль процессов упрочнения ППД.
6. Физическая сущность процесса ППД.
7. Напряженно-деформированное состояние.
8. Механизм образования остаточных напряжений.
9. Механизм упрочнения поверхностного слоя.
10. Технологические параметры и схемы обработки при ППД.
11. Оборудование для ППД.
12. Сущность упрочнения пластическим деформированием.
13. Схемы способов восстановления деталей пластической деформацией.
14. Классификация методов ППД.
15. Общая характеристика процессов ППД.
16. Сравнительный анализ и области рационального применения различных методов ПДД.
17. Специальные технологические процессы при ППД.
18. Контроль процессов упрочнения ППД.
19. Физическая сущность процесса ППД.
20. Напряженно-деформированное состояние.
21. Механизм образования остаточных напряжений.
22. Механизм упрочнения поверхностного слоя.
23. Технологические параметры и схемы обработки при ППД.
24. Оборудование для ППД.
25. Сущность упрочнения пластическим деформированием.
26. Схемы способов восстановления деталей пластической деформацией.

2.2 Оценочные средства для промежуточного контроля⁴

Вопросы к экзамену

1. Обзор методов изменения формы, размеров, шероховатости и физико-механических свойств заготовок, использующих физико-химических явлениях.
2. Классификация методов обработки по характеру воздействия и их видам: электрохимические и электроэрозионные; силовые воздействия импульсных магнитных полей и электрогидравлические явления; тепловое воздействие, возникающее под действием потока электронов, сфокусированного излучения, потока плазмы; акустические явления и др.
3. Основные технологические схемы обработки ЭХО.
4. Области рационального применения ЭХО, достоинства и недостатки перечисленных методов технической физики.
5. Принцип ЭХО. Достоинства и недостатки ЭХО.
6. Физико-химические процессы обработки.
7. Классификация процессов обработки ЭХО.
8. Технологические характеристики и типовые схемы обработки. Схемы установок для ЭХО. Электролиты. Электроды-инструменты.
9. Средства технологического оснащения: станки, источники питания, оборудование для подачи и очистки рабочей жидкости.
10. Типовые операции: объемное копирование, калибрование, маркирование, шлифование, заточка, суперфиниширование, хонингование, отделка.
11. Физическая сущность метода электроэрозионной обработки (ЭЭО). Достоинства и недостатки электроэрозионной обработки.
12. Классификация разновидностей метода: электроискровая, электроимпульсная, высокочастотная и электроконтактная. Типовые схемы обработки и основные технологические характеристики. Выбор и управление режимами обработки.
13. Рабочие жидкости, используемые при ЭЭО. Электроды-инструменты. Средства технологического оснащения: станки, источники питания, оборудование для подачи и очистки рабочей жидкости.
14. Типовые операции ЭЭО: объемное копирование, прошивка отверстий, клеймение, шлифование, извлечение сломанных инструментов (сверл, метчиков и т.п.).
15. Физическая сущность ЭГИО. Типовые схемы обработки и основные технологические характеристики. Выбор и управление режимами обработки. Рабочие жидкости, используемые при ЭГИО. Разрядные камеры.
16. Средства технологического оснащения: станки, источники питания. Типовые операции: штамповка, вырубка.
17. Индукционный нагрев (ИН). Теоретические основы ИН. Типовые схемы обработки и основные технологические характеристики.
18. Выбор и управление режимами обработки. Индукторы. Источники питания. Типовые операции: нагрев, термообработка, пайка.
19. Электронно-лучевая обработка (ЭЛО).

20. Физическая сущность ЭЛО. Типовые схемы обработки и основные технологические характеристики. Установки ЭЛО.
21. Лазерная обработка (ЛО). Физическая сущность ЛО. Типовые схемы обработки и основные технологические характеристики. Виды оптических квантовых генераторов.
22. Установки ЛО. Выбор и управление режимами обработки. Типовые операции ЛО: резка, сварка, пайка.
23. Плазменная обработка (ПО). Физическая сущность ПО. Плазмотроны. Плазмообразующие газы. Оборудование для ПО. Типовые схемы обработки и основные технологические характеристики. Выбор и управление режимами обработки.
24. Процессы ПО: плавление и рафинирование металлов, резка, строгание, полирование, изменение свойств поверхности заготовки, нанесение покрытий, наплавка
25. Магнитная обработка
26. Магнитно-абразивная обработка (МАО).
27. Физическая сущность МАО. Типовые схемы обработки и основные технологические характеристики. Магнито-абразивные порошки. Магнитные индукторы. Оборудование для МАО. Выбор и управление режимами обработки.
28. Процессы МАО: шлифование, полирование, хонингование, очистка, удаление заусенцев и окалины.
29. Магнитно-импульсная обработка (МИО).
30. Физическая сущность МИО. Оборудование для МИО. Типовые схемы обработки и основные технологические характеристики. Выбор и управление режимами обработки.
31. Процессы МИО: обжим, раздача, штамповка.
32. Ультразвуковая обработка
33. Физические основы и классификация разновидностей ультразвуковой обработки (УЗО).
34. Концентраторы и источники питания (УЗО). Технологическое оборудование и режимы обработки.
35. Технологические особенности разновидностей процессов: абразивной обработки свободными зёрнами и абразивным инструментом; резания, давления, сварки, очистки.
36. Методы поверхностно-пластической деформации
37. Физические основы и классификация разновидностей методов ППД. Статические методы ППД. Динамические методы ППД.
38. Комбинированные методы обработки
39. Сочетание различных методов электрофизической и электрохимической обработки друг с другом и с механической обработкой резанием и давлением.
40. Классификация методов ППД.
41. Общая характеристика процессов ППД.
42. Сравнительный анализ и области рационального применения различных методов ППД.
43. Специальные технологические процессы при ППД.

44. Контроль процессов упрочнения ППД.
45. Физическая сущность процесса ППД.
46. Напряженно-деформированное состояние.
47. Механизм образования остаточных напряжений.
48. Механизм упрочнения поверхностного слоя.
49. Технологические параметры и схемы обработки при ППД.
50. Оборудование для ППД.
51. Сущность упрочнения пластическим деформированием.
52. Схемы способов восстановления деталей пластической деформацией.
53. Классификация методов ППД.
54. Общая характеристика процессов ППД.
55. Какие требования предъявляются к активной среде лазеров?
56. Какие вещества применяют для изготовления активного элемента твердотельных лазеров?
57. Какие элементы используют для легирования активной среды твердотельных лазеров, как осуществляется их выбор?
58. Укажите наиболее распространенные кристаллические материалы активных элементов твердотельных лазеров. Каковы длины волн генерируемого излучения?
59. Укажите наиболее распространенные материалы активных элементов (на стекле) твердотельных лазеров. Каковы длины волн генерируемого излучения?
60. В чем особенности изготовления лазерных стекольных активных элементов? Каковы их геометрические параметры и в чем преимущество по сравнению с кристаллическими?
61. Каковы геометрические параметры кристаллических активных элементов в твердотельных лазерах?
62. Назовите основные методы изготовления кристаллических активных элементов лазеров.

Экзаменационные билеты.

Дисциплина: «**Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов**» Кафедра: **ОТМ**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1.

1. Обзор методов изменения формы, размеров, шероховатости и физико-механических свойств заготовок, использующих физико-химических явлениях.
2. Контроль процессов упрочнения ППД.

Дисциплина: «**Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов**» Кафедра: **ОТМ**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2.

- 1 Классификация методов обработки по характеру воздействия и их видам: электрохимические и электроэрозионные; силовые воздействия импульсных магнитных полей и электрогидравлические явления; тепловое воздействие, возникающее под действием потока электронов, сфокусированного излучения, потока плазмы; акустические явления и др.
2. Магнитно-абразивная обработка (МАО)

Дисциплина: «**Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов**» Кафедра: **ОТМ**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3.

1. Основные технологические схемы обработки ЭХО?
2. Сравнительный анализ и области рационального применения различных методов ПДД.

Дисциплина: «**Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов**» Кафедра: **ОТМ**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 4.

1. Области рационального применения ЭХО, достоинства и недостатки перечисленных методов технической физики.
2. Общая характеристика процессов ППД.

Дисциплина: «**Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов**» Кафедра: **ОТМ**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 5.

1. Принцип ЭХО. Достоинства и недостатки ЭХО?
2. Классификация методов ППД.

Дисциплина: «**Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов**» Кафедра: **ОТМ**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 6.

1. Физико-химические процессы обработки.
2. Сочетание различных методов электрофизической и электрохимической обработки друг с другом и с механической обработкой резанием и давлением.

Дисциплина: «**Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов**» Кафедра: **ОТМ**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 7.

1. Классификация процессов обработки ЭХО
2. Комбинированные методы обработки

Дисциплина: «**Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов**» Кафедра: **ОТМ**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 8.

1. Технологические характеристики и типовые схемы обработки. Схемы установок для ЭХО. Электролиты. Электроды-инструменты.
2. Физические основы и классификация разновидностей методов ППД. Статические методы ППД. Динамические методы ППД.

Дисциплина: «**Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов**» Кафедра: **ОТМ**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 9.

1. Средства технологического оснащения: станки, источники питания, оборудование для подачи и очистки рабочей жидкости.
2. Методы поверхностно-пластической деформации?

Дисциплина: «**Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов**» Кафедра: **ОТМ**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 10.

1. Типовые операции: объемное копирование, калибрование, маркирование, шлифование, заточка, суперфиниширование, хонингование, отделка.
2. Технологические особенности разновидностей процессов: абразивной обработки свободными зёрнами и абразивным инструментом; резания, давления, сварки, очистки.

Дисциплина: «**Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов**» Кафедра: **ОТМ**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 11.

1. Физическая сущность метода электроэрозионной обработки (ЭЭО). Достоинства и недостатки электроэрозионной обработки.
2. Концентраторы и источники питания (УЗО). Технологическое оборудование и режимы обработки.

Дисциплина: «**Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов**» Кафедра: **ОТМ**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 12.

1. Классификация разновидностей метода: электроискровая, электроимпульсная, высокочастотная и электроконтактная. Типовые схемы обработки и основные технологические характеристики. Выбор и управление режимами обработки.
2. Физические основы и классификация разновидностей ультразвуковой обработки (УЗО).

Дисциплина: «**Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов**» Кафедра: **ОТМ**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 13.

1. Рабочие жидкости, используемые при ЭЭО. Электроды-инструменты. Средства технологического оснащения: станки, источники питания, оборудование для подачи и очистки рабочей жидкости.
2. Ультразвуковая обработка

Дисциплина: «**Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов**» Кафедра: **ОТМ**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 14.

1. Типовые операции ЭЭО: объемное копирование, прошивка отверстий, клеймение, шлифование, извлечение сломанных инструментов (сверл, метчиков и т.п.).
2. Процессы МИО: обжим, раздача, штамповка.

Дисциплина: «**Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов**» Кафедра: **ОТМ**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 15.

1. Физическая сущность ЭГИО. Типовые схемы обработки и основные технологические характеристики. Выбор и управление режимами обработки. Рабочие жидкости, используемые при ЭГИО. Разрядные камеры.
2. Концентраторы и источники питания (УЗО). Технологическое оборудование и режимы обработки.

Дисциплина: «**Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов**» Кафедра: **ОТМ**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 16.

1. Приведите схему вытяжки деталей с утонением стенки. Охарактеризуйте напряженно-деформированное состояние деформируемой заготовки. Поясните, какие показатели используются для оценки степени формоизменения заготовки при вытяжке с утонением, как определяются размеры заготовки и количество необходимых переходов вытяжки, как рассчитывается усилие деформации при вытяжке с утонением.
2. Технологические особенности разновидностей процессов: абразивной обработки свободными зёрнами и абразивным инструментом; резания, давления, сварки, очистки.

Дисциплина: «**Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов**» Кафедра: **ОТМ**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 17.

1. Средства технологического оснащения: станки, источники питания. Типовые операции: штамповка, вырубка?
2. Физические основы и классификация разновидностей методов ППД. Статические методы ППД. Динамические методы ППД.

Дисциплина: «**Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов**» Кафедра: **ОТМ**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 18.

1. Выбор и управление режимами обработки. Индукторы. Источники питания. Типовые операции: нагрев, термообработка, пайка.
2. Механизм упрочнения поверхностного слоя.

Дисциплина: «**Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов**» Кафедра: **ОТМ**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 19.

1. Электронно-лучевая обработка (ЭЛО)
- 2.

Дисциплина: «**Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов**» Кафедра: **ОТМ**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 20.

1. Физическая сущность ЭЛО. Типовые схемы обработки и основные технологические характеристики. Установки ЭЛО.
2. Технологические параметры и схемы обработки при ППД.

Дисциплина: «**Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов**» Кафедра: **ОТМ**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 21.

1. Лазерная обработка (ЛО). Физическая сущность ЛО. Типовые схемы обработки и основные технологические характеристики. Виды оптических квантовых генераторов
2. Оборудование для ППД.

Дисциплина: «**Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов**» Кафедра: **ОТМ**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 22.

1. Установки ЛО. Выбор и управление режимами обработки. Типовые операции ЛО: резка, сварка, пайка.
2. Схемы способов восстановления деталей пластической деформацией.

Дисциплина: «**Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов**» Кафедра: **ОТМ**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 23.

1. Плазменная обработка (ПО). Физическая сущность ПО. Плазмотроны. Плазмообразующие газы. Оборудование для ПО. Типовые схемы обработки и основные технологические характеристики. Выбор и управление режимами обработки.
2. Классификация методов ППД.

Дисциплина: «**Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов**» Кафедра: **ОТМ**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 24.

1. Процессы ПО: плавление и рафинирование металлов, резка, строгание, полирование, изменение свойств поверхности заготовки, нанесение покрытий, наплавка
- 2.

Дисциплина: «**Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов**» Кафедра: **ОТМ**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 25.

1. Магнитная обработка
2. Общая характеристика процессов ППД.

Дисциплина: «**Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов**» Кафедра: **ОТМ**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 26.

1. Магнитно-абразивная обработка (МАО)
2. Какие требования предъявляются к активной среде лазеров?

Дисциплина: «**Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов**» Кафедра: **ОТМ**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 27.

1. Магнитно-абразивная обработка (МАО)
2. Какие вещества применяют для изготовления активного элемента твердотельных лазеров?

Дисциплина: «**Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов**» Кафедра: **ОТМ**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 27.

1. Физическая сущность МАО. Типовые схемы обработки и основные технологические характеристики. Магнито-абразивные порошки. Магнитные индукторы. Оборудование для МАО. Выбор и управление режимами обработки.
2. Ультразвуковая обработка

Дисциплина: «**Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов**» Кафедра: **ОТМ**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 28.

1. Процессы МАО: шлифование, полирование, хонингование, очистка, удаление заусенцев и окалины.
2. Какие элементы используют для легирования активной среды твердотельных лазеров, как осуществляется их выбор?

Дисциплина: «**Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов**» Кафедра: **ОТМ**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 29.

1. Магнитно-импульсная обработка (МИО).
2. Укажите наиболее распространенные материалы активных элементов (на стекле) твердотельных лазеров. Каковы длины волн генерируемого излучения?

Дисциплина: «**Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов**» Кафедра: **ОТМ**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 30.

1. Физическая сущность МИО. Оборудование для МИО. Типовые схемы обработки и основные технологические характеристики. Выбор и управление режимами обработки.
2. В чем особенности изготовления лазерных стекольных активных элементов? Каковы их геометрические параметры и в чем преимущество по сравнению с кристаллическими?

Оценивание результатов обучения в форме уровня сформированности элементов компетенций проводится путем контроля во время промежуточной аттестации в форме дифференцированного зачета:

а) оценка «отлично» – компетенция(и) или ее часть(и) сформированы полностью на продвинутом уровне;

б) оценка «хорошо» – компетенция(и) или ее часть(и) сформированы на повышенном уровне;

в) оценка «удовлетворительно» - компетенция(и) или ее часть(и) сформированы на пороговом уровне;

г) оценка «неудовлетворительно» - компетенция(и) или ее часть(и) не сформированы.

Критерии, на основе которых выставляются оценки при проведении текущего контроля и промежуточной аттестации приведены в табл. 1.

Оценка «неудовлетворительно» ставятся также в случаях, если обучающийся не приступал к выполнению задания, а также при обнаружении следующих нарушений:

- списывание;
- плагиат;
- фальсификация данных и результатов работы.

Таблица 1 – Критерии выставления оценок при проведении текущего контроля и промежуточной аттестации

| Шкала оценки | Оценка | Критерий выставления оценки |
|--------------------|---------------------|--|
| Пятибалльная шкала | Отлично | Обучающийся ответил на все теоретические вопросы. Показал знания в рамках учебного материала, в том числе и по заданиям СРС. Выполнил практические и лабораторные задания. Показал высокий уровень умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в расширенных рамках учебного материала. |
| | хорошо | Обучающийся ответил на большую часть теоретических вопросов. Показал знания в узких рамках учебного материала. Выполнил практические и лабораторные задания с допустимой погрешностью. Показал хороший уровень умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. |
| | удовлетворительно | Обучающиеся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий и лабораторных работ, продемонстрировал низкий уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы были допущены неправильные ответы |
| | неудовлетворительно | Обучающиеся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий и лабораторных работ, продемонстрировал крайне низкий уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов |

2.3. Итоговая диагностическая работа по дисциплине

ЗАДАНИЯ ДЛЯ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), ПРАКТИКЕ

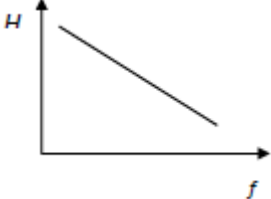
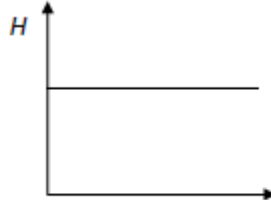
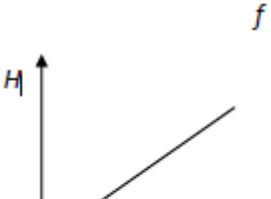
Компетенции²:

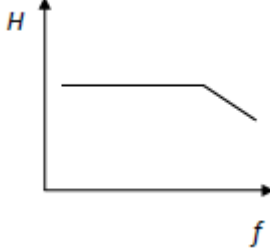
| Номер задания | Правильный ответ * | Содержание вопроса | Компетенция | Код и наименование индикатора достижения компетенции |
|---------------|--------------------|--|--------------|--|
| 1. | | <p>Основоположниками в открытии и развитии большинства электрофизических и электрохимических методов обработки материалов являются</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. швейцарские ученые 2. американские ученые 3. германские ученые 4. российские ученые 5. французские ученые | ПК-1 ПК-4 | ИД-10 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-4} |
| 2. | | <p>Это словосочетание отражает факт местного разрушения поверхности материала, вызванного электрическими явлениями в контактах “металл - металл” или “металл плазма”.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. электрическая коррозия 2. электрическая эмиссия 3. электрическая диффузия 4. электрическая эрозия 5. электрическая пассивация | ПК-1 ПК-4 | ИД-10 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-4} |
| 3. | | <p>Соответствие между условным сокращенным обозначением и названием обработки</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ЭЭВ 2. ЭЭПр 3. ЭЭОт | ПК-1 ПК-4 | ИД-10 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-4} |

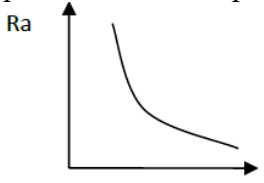
² Перечислить все компетенции, формируемые учебной дисциплиной

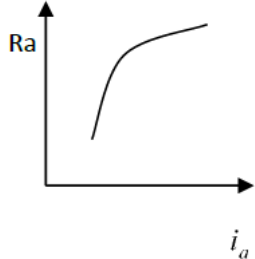
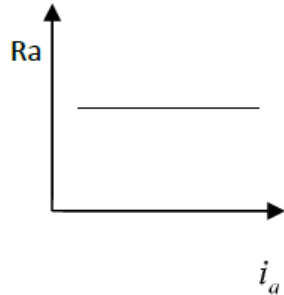
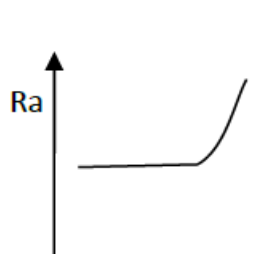
| Номер задания | Правильный ответ * | Содержание вопроса | Компетенция | Код и наименование индикатора достижения компетенции |
|---------------|--------------------|--|--------------|--|
| | | 1*. Электроэрозионное вырезание 2*. Электроэрозионное протягивание 3*. Электроэрозионное прошивание 4*. Электроэрозионная отрезка | | |
| 4. | | ... электрода - периодически повторяющийся принудительный подвод и отвод электрода для промывки межэлектродного промежутка. | ПК-1 ПК-4 | ИД-10 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-4} |
| 5. | | В первом приближении энергию импульса при электроэрозионной обработке можно рассчитать по формуле $A_u \approx \frac{I_{cp} \cdot U_{cp}}{\tau_u}$ 1. $A_u \approx (I_{cp} + U_{cp}) \cdot \tau_u$ 2. $A_u \approx \frac{I_{cp} \cdot \tau_u}{U_{cp}}$ 3. $A_u \approx I_{cp} \cdot U_{cp} \cdot \tau_u$ 4. $A_u \approx \frac{U_{cp} \cdot \tau_u}{I_{cp}}$ 5. | ПК-1 ПК-4 | ИД-10 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-4} |
| 6. | | Длительность импульсов τ_u в зависимости от их периода повторений $\tau_{пр}$ и скважности q при электроэрозионной обработке можно определить по формуле 1. $\tau_u = \frac{q}{\tau_{пр}}$ | ПК-1 ПК-4 | ИД-10 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-4} |

| Номер задания | Правильный ответ * | Содержание вопроса | Компетенция | Код и наименование индикатора достижения компетенции |
|---------------|--------------------|--|--------------|--|
| | | $\tau_u = \frac{\tau_{np}}{q}$ 2. $\tau_u = q \cdot \tau_{np}$ 3. $\tau_u = q + \tau_{np}$ 4. $\tau_u = \sqrt{\frac{\tau_{np}}{q}}$ 5. | | |
| 7. | | Наибольший коэффициент обрабатываемости имеет из предлагаемых материал марки 1. ВК8 2. 30ХГСА 3. Д1 4. БрО6Ц6С3 | ПК-1 ПК-4 | ИД-10 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-4} |
| 8. | | На отклонение размера от заданного при электроэрозионной обработки оказывает влияние 1. боковой межэлектродный зазор 2. частота следования импульсов 3. длительность импульсов 4. скважность импульсов 5. расстояние между верхней и нижней направляющими электрода-инструмента | ПК-1 ПК-4 | ИД-10 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-4} |
| 9. | | Зависимость глубины дефектного слоя Н обрабатываемой поверхности от частоты следования импульсов f при электроэрозионной обработке имеет вид | ПК-1 ПК-4 | ИД-10 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-4} |

| Номер задания | Правильный ответ * | Содержание вопроса | Компетенция | Код и наименование индикатора достижения компетенции |
|---------------|--------------------|--|-------------|--|
| | | <p>1. </p> <p>2. </p> <p>3. </p> | | |

| Номер задания | Правильный ответ * | Содержание вопроса | Компетенция | Код и наименование индикатора достижения компетенции |
|---------------|--------------------|---|--------------|--|
| | |  <p>4.</p> | | |
| 10. | | <p>Неотъемлемой составляющей частью электроэрозионного станка является</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. система ЧПУ 2. рабочий стол 3. генератор импульсов 4. ванна для рабочей жидкости 5. устройство перемотки электрода – инструмента | ПК-1 ПК-4 | ИД-10 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-4} |
| 11. | | <p>К электрохимической обработке металла заготовки за счет электролиза относится</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. электрохимическая отрезка 2. анодно-механическая обработка 3. электрохимическое шлифование 4. электрохимическое объемное копирование | ПК-1 ПК-4 | ИД-10 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-4} |
| 12. | | <p>Скорость электрохимического растворения металла с поверхности обрабатываемой электрода-заготовки V_L (см/мин) можно рассчитать по формуле</p> | ПК-1 ПК-4 | ИД-10 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-4} |
| 13. | | <ol style="list-style-type: none"> 1. $V_n = \frac{K_{всст} \cdot i_a}{\eta_a}$ | ПК-1 ПК-4 | ИД-10 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-4} |

| Номер задания | Правильный ответ * | Содержание вопроса | Компетенция | Код и наименование индикатора достижения компетенции |
|---------------|--------------------|---|--------------|--|
| | | $V_{л} = \frac{\eta_a \cdot i_a}{K_{vccn}}$ 2. $V_{л} = K_{vccn} \cdot i_a \cdot \eta_a$ 3. $V_{л} = K_{vccn} \cdot i_a^{\eta_a}$ 4. $V_{л} = \eta_a \cdot i_a^{K_{vccn}}$ 5. | | |
| 14. | | К факторам, влияющим на точность размеров и формы при ЭХО и не зависящих от процесса анодного растворения, относятся 1. погрешность технологической системы 2. приложенное к электродам напряжение 3. удельная электропроводность 4. водородный показатель 5. скорость анодного растворения 6. погрешность изготовления электрода-инструмента | ПК-1 ПК-4 | ИД-10 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-4} |
| 15. | | Зависимость влияния анодной плотности тока i_a при ЭХО на шероховатость обработанной поверхности заготовки Ra имеет вид  1. | ПК-1 ПК-4 | ИД-10 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-4} |

| Номер задания | Правильный ответ * | Содержание вопроса | Компетенция | Код и наименование индикатора достижения компетенции |
|---------------|--------------------|---|-------------|--|
| | | <p>2.</p>  <p>3.</p>  <p>4.</p>  | | |

| Номер задания | Правильный ответ * | Содержание вопроса | Компетенция | Код и наименование индикатора достижения компетенции |
|---------------|--------------------|---|--------------|--|
| 16. | | Выберите из предлагаемых моделей модель станка для электрохимического шлифования 1. 3E731ЭФ2 2. 4A840 3. 4406 4. 4462Ф3 5. АЭ-142А | ПК-1 ПК-4 | ИД-10 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-4} |
| 17. | | Интенсивное удаление припуска при МАО происходит при условии образования стружки, которое при известном радиусе скругления вершин зерен гв и глубине резания tp определяется отношением 1. $tp / гв \geq (0,008 \div 0,13)$ 2. $гв / tp \geq (0,008 \div 0,13)$ 3. $tp / гв \leq (0,008 \div 0,13)$ 4. $гв / tp \geq (0,008 \div 0,13)$ | ПК-1 ПК-4 | ИД-10 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-4} |
| 18. | | Магнитно-абразивный порошок 23АМ40Fe80 содержит 1. белый электрокорунд 23А с зернистостью М40 (массовое содержание 20%) и техническое железо ПЖ2М (массовое содержание 80%) 2. серый электрокорунд 23А с зернистостью М40 (массовое содержание 20%) и техническое железо ПЖ2М (массовое содержание 80%) 3. белый электрокорунд 23А с зернистостью М4 (массовое содержание 20%) и техническое железо ПЖ2М (массовое содержание 80%) | ПК-1 ПК-4 | ИД-10 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-4} |
| 19. | | Выберите из предлагаемых моделей модель станка для МАО 1. 16К20 2. СВЭИ-7 3. ЛЭ-166 4. МАС-1 | ПК-1 ПК-4 | ИД-10 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-4} |

| Номер задания | Правильный ответ * | Содержание вопроса | Компетенция | Код и наименование индикатора достижения компетенции |
|---------------|--------------------|---|--------------|--|
| | | 5. ЭМ-4 | | |
| 20. | | Идеальная стоячая волна ... 1. передает энергию 2. переносит частицы среды 3. переносит частицы среды и передает энергию 4. не передает энергию 5. не переносит частицы среды и передает энергию | ПК-1 ПК-4 | ИД-10 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-4} |
| 21. | | Шероховатость поверхности заготовки уменьшается при ... 1. повышении номера структуры материала заготовки 2. повышении амплитуды УЗК 3. снижении зернистости абразива 4. снижении вязкости абразивной суспензии | ПК-1 ПК-4 | ИД-10 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-4} |
| 22. | | Образование дисперсных систем, состоящих из частиц пластичных загрязнений, взвешенных в моющем растворе, называется ... 1. кавитацией 2. эрозией 3. эмульгированием 4. отслоением | ПК-1 ПК-4 | ИД-10 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-4} |
| 23. | | В основе процесса ЭКО лежит явление ... 1. контактного нагрева и плавления 2. коагуляционной адсорбции 3. электроэрозионного разрушения 4. электрохимического растворения | ПК-1 ПК-4 | ИД-10 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-4} |
| 24. | | Различают ... ЭКО 1. искровую, искро-дуговую и дуговую | ПК-1 ПК-4 | ИД-10 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-4} |

| Номер задания | Правильный ответ * | Содержание вопроса | Компетенция | Код и наименование индикатора достижения компетенции |
|---------------|--------------------|--|--------------|--|
| | | 2. электроимпульсную, контактную и дуговую 3. контактную, контактно-дуговую и дуговую 4. монополярную, биополярную и квазиполярную | | |
| 25. | | В состав оборудования для ЭКО не входит ... 1. источник питания 2. система для подачи и очистки СОЖ 3. технологическая установка 4. генератор импульсов | ПК-1 ПК-4 | ИД-10 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-4} |
| 26. | | В качестве жидких рабочих сред на водной основе в процессе ЭКО не используют ... 1. суспензии 2. растворители 3. эмульсии 4. электролиты | ПК-1 ПК-4 | ИД-10 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-4} |
| 27. | | Плотность тока термоэлектронной эмиссии катода ... 1. уменьшается при его нагреве 2. увеличивается с ростом ускоряющего напряжения 3. увеличивается при его нагреве 4. уменьшается с ростом ускоряющего напряжения | ПК-1 ПК-4 | ИД-10 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-4} |
| 28. | | Не бывает лазеров ... 1. твердотельных 2. газовых 3. жидкостных 4. аморфных 5. полупроводниковых | ПК-1 ПК-4 | ИД-10 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-4} |

| Номер задания | Правильный ответ * | Содержание вопроса | Компетенция | Код и наименование индикатора достижения компетенции |
|---------------|--------------------|--|--------------|--|
| 29. | | <p>Электрофизические и электрохимические методы обработки чаще применяются для обработки конструкционных материалов:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. имеющих низкую обрабатываемость лезвийным и абразивными инструментами; 2. имеющих высокую (хорошую) обрабатываемость лезвийным и абразивными инструментами. 3. имеющих высокую обрабатываемость давлением. | ПК-1 ПК-4 | ИД-10 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-4} |
| 30. | | <p>Электрофизические и электрохимические методы обработки чаще применяются для обработки:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. деталей сложной геометрической формы 2. деталей простой геометрической формы 3. деталей труднообрабатываемых материалов | ПК-1 ПК-4 | ИД-10 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-4} |
| 31. | | <p>При электроэрозионной обработке шероховатость обработанной поверхности при увеличении энергии электрических импульсов:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. увеличивается; 2. уменьшается; 3. не изменяется | ПК-1 ПК-4 | ИД-10 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-4} |
| 32. | | Алмазное выглаживание применяют обработки деталей? | ПК-1 ПК-4 | ИД-10 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-4} |
| 33. | | Виброупрочнение характеризуется? | ПК-1 ПК-4 | ИД-10 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-4} |
| 34. | | Дробеструйную обработку применяют для обработки? Охарактеризуйте процесс? | ПК-1 ПК-4 | ИД-10 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-4} |
| 35. | | Метод ЭЛО целесообразен при обработке заготовок? | ПК-1 ПК-4 | ИД-10 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-4} |

| Номер задания | Правильный ответ * | Содержание вопроса | Компетенция | Код и наименование индикатора достижения компетенции |
|---------------|--------------------|---|--------------|--|
| 36. | | | ПК-1 ПК-4 | ИД-10 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-4} |
| 37. | | Электронно-лучевой обработкой (ЭЛО) называют? | ПК-1 ПК-4 | ИД-10 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-4} |
| 38. | | К основным характерным операциям размерной ЭЛО можно отнести: | ПК-1 ПК-4 | ИД-10 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-4} |
| 39. | | Что относится к технологическим характеристикам ЭЛО? | ПК-1 ПК-4 | ИД-10 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-4} |
| 40. | | Что понимают под технологическими лазерами? | ПК-1 ПК-4 | ИД-10 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-4} |
| 41. | | Каковы основные технические характеристики технологических лазеров? | ПК-1 ПК-4 | ИД-10 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-4} |
| 42. | | Каковы требования к диапазону длин волн генерируемого излучения при выборе лазера для обработки различных материалов? | ПК-1 ПК-4 | ИД-10 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-4} |
| 43. | | Какие требования предъявляются к активной среде лазеров? | ПК-1 ПК-4 | ИД-10 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-4} |
| 44. | | Какие вещества применяют для изготовления активного элемента твердотельных лазеров? | ПК-1 ПК-4 | ИД-10 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-4} |
| 45. | | В чем физическая сущность лазерной резки материалов? | ПК-1 ПК-4 | ИД-10 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-4} |
| 46. | | Для электрофизических и электрохимических методов обработки в целом характерны? | ПК-1 ПК-4 | ИД-10 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-4} |
| 47. | | Охарактеризуйте электроэрозионно-химический метод обработки (ЭЭХО)? | ПК-1 ПК-4 | ИД-10 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-4} |

| Номер задания | Правильный ответ * | Содержание вопроса | Компетенция | Код и наименование индикатора достижения компетенции |
|---------------|--------------------|---|--------------|--|
| 48. | | Ультразвуковая обработка (УЗО) основана на? | ПК-1 ПК-4 | ИД-10 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-4} |
| 49. | | Преимущества ЭХО перед традиционными методами обработки металлов? | ПК-1 ПК-4 | ИД-10 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-4} |
| 50. | | Сущность метода электроэрозионной обработки ЭЭО? | ПК-1 ПК-4 | ИД-10 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-4} |