ОГБПОУ СМОЛАПО

**ПРАКТИКУМ**

по междисциплинарному курсу МДК.03.01 Обеспечение реализации технологических процессов изготовления деталей

профессионального модуля ПМ.03 Внедрение технологических процессов изготовления деталей машин и осуществления технического контроля

специальность 151901 Технология машиностроения

2015 г.

Составитель: Дятлова М.Н.– Смоленск: ОГБПОУ СмолАПО, 2015.

«Практикум» представляет собой сборник практических заданий**,** обеспечивающих реализацию практической составляющей междисциплинарного курса МДК.03.01 Обеспечение реализации технологических процессов изготовления деталей для студентов, обучающихся по специальности среднего профессионального образования 151901 Технология машиностроения.

**Содержание**

Пояснительная записка …...……………………………………………………...4

Практическая работа №1 …………………………………………………..….....6

Практическая работа №2 …………………………………………………..…...21

Практическая работа №3 …………………………………………………..…...35

Практическая работа №4 …………………………………………………..…...56

Практическая работа №5 …………………………………………………..…...68

Практическая работа №6 ……………………………………………...…..…....83

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

Практикум для студентов специальности 151901 Технология машиностроения составлен в соответствии с ФГОС СПО и рабочей программой междисциплинарного курса МДК.03.01 Обеспечение реализации технологических процессов изготовления деталей и содержит 6 практических работ.

По структуре каждая работа состоит из трёх частей:

1. Инструктивная карта по выполнению практической работы, содержит цели работы, задачи её выполнения, задания с исходными данными, необходимую справочную литературу.
2. Карта допуска, содержит вопросы к практической работе по темам междисциплинарного курса, предусмотренным учебным планом.
3. Карта отчёта по практической работе содержит алгоритм выполнения практической работы, ссылки на справочную литературу.

Практикум направлен на освоение умений и закрепление усвоенных знаний, и предусматривает формирование общих и профессиональных компетенций:

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, определять методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 3. Решать проблемы, оценивать риски и принимать решения в нестандартных ситуациях.

ОК 4. Осуществлять поиск, анализ и оценку информации, необходимой для постановки и решения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии для совершенствования профессиональной деятельности.

ОК 6. Работать в коллективе и команде, обеспечивать ее сплочение, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

ОК 7. Ставить цели, мотивировать деятельность подчиненных, организовывать и контролировать их работу с принятием на себя ответственности за результат выполнения заданий.

ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.

ОК 9. Быть готовым к смене технологий в профессиональной деятельности.

ПК 3.1.Обеспечивать реализацию технологического процесса по изготовлению деталей.

ПК 3.2. Проводить контроль соответствия качества деталей требованиям технической документации

# Требования к выполнению практических работ

Перед выполнением практической работы студент обязан проработать соответствующий теоретический материал, уяснить цель работы, ознакомится с содержанием и алгоритмом выполнения работы.

Практическая работа выполняется в соответствии с алгоритмом, изложенным в Инструктивной карте.

При обосновании технических решений необходимо дать ссылки на использованную литературу с указанием страниц, таблиц, формул.

Отчёт по практической работе оформляется на листах формата А4 в соответствии с требованиями ГОСТ ЕСКД.

**Практическая работа № 1**

**Проектирование операций электроэрозионной обработки детали**

**Цель работы:**  проектирование операций электроэрозионной обработки детали

**Задачи:**

1. Определить последовательность работ при проектировании операции электроэрозионной обработки.
2. Выполнить технические расчеты при проектировании операции электроэрозионной обработки.

**Осваиваемые умения**

1. Проверять соответствие оборудования, приспособлений, режущего и измерительного инструмента требования технологической документации;
2. Определять (выявлять) несоответствие геометрических параметров заготовки требованиям технологической документации;
3. Рассчитывать нормы времени.

**Оборудование:**

ПК, раздаточный материал (чертежи деталей)

**Инструктивная карта к практической работе № 1**

**1.Теоретические положения:**

Первоначально для осуществления электроэрозионной обработки применялись исключительно искровые разряды, создаваемые конденсатором в так называемом RC-генераторе. Поэтому новый процесс назвали *электроискровой обработкой*.

Позднее были разработаны специальные генераторы импульсов, благодаря которым обработку можно было производить не на коротких искровых импульсах, а на более длительных искродуговых и дуговых разрядах. Чтобы отличить новые условия процесса, его стали называть *электроимпульсной обработкой*.

В дальнейших исследованиях этих видов обработки был выявлен так называемый полярный эффект, при котором эрозия одного электрода, больше, чем эрозия другого.

Поскольку электрод-инструмент должен подвергаться меньшей эрозии, чем обрабатываемая заготовка, то принята следующая полярность:

— при электроискровой обработке принимается прямая полярность, т.е. электрод — катод(–), заготовка — анод (+);

— при электроимпульсной обработке — обратная полярность (электрод “+”, обрабатываемая заготовка — “–“)

Процесс единичного электроэрозионного разряда, включает следующие последовательно протекающие стадии:

*Стадия* 1 — пробой межэлектродного промежутка, в процессе которого в диэлектрической среде образуется канал сплошной проводимости.

*Стадии* 2 и 3, на которых формируется канал разряда, представляющий собой быстро расширяющуюся зону сквозной проводимости, заполненную плазмой из электронов и ионов с очень высокой температурой.

Это приводит к частичному испарению, а также расплавлению поверхностей анода и катода, а за счет сжатия практически несжимаемой диэлектрической жидкости в канале создается высокое давление (до 20 МПа), а также газовый пузырь, расширяющийся с большой скоростью.

*Стадия* 4. В образовавшемся газовом пузыре давление намного превосходит атмосферное, что приводит к перегреву расплавленного металла выше его температуры плавления. После окончания разряда давление в газовом пузыре, падает ниже атмосферного и происходит его схлопывание.

Перегретый токопроводящий материал взрывообразно вскипает, что приводит к его выбросу с поверхностей электродов.

Разряд образует на поверхностях электродов лунки, которые увеличивают на локальном участке размер межэлектродного промежутка.

Длительность интервалов между импульсами должна быть достаточной для удаления из зоны разряда продуктов эрозии, а также газового пузыря. В связи с этим частота разрядов с возрастанием их энергии снижается.

Величина подводимой электрической энергии и частота электрических импульсов оказывают решающее влияние на развитие единичного электрического разряда. Среднее напряжение, при котором происходит пробой межэлектродного промежутка, почти линейно зависит от величины этого промежутка и начистовых режимах составляет 40...50, а для черновых - 70...80вольт.

Количество удаляемого материала на дуговой стадии разряда и размеры образующихся лунок значительно больше, чем на искровой стадии.

При электроэрозионной обработке используются электрические импульсы различной формы, но одной полярности, называемые иногда униполярными импульсами.

Основными параметрами электрических импульсов, подаваемых к межэлектродному промежутку, являются их частота повторения, длительность, амплитуда и скважность, а также форма, определяющие максимальную мощность и энергию. Форма и параметры импульсов оказывают существенное влияние на износ электрода-инструмента, производительность и высотные параметры шероховатости обработанной поверхности.

Одной из характеристик электроэрозионного процесса является скважность импульсов q, которой показывают отношение периода (Т) к длительности импульса . В зависимости от режима обработки диапазон скважностей может колебаться в пределах от 1 до 30.

Форма импульсов может быть различной.

**2.Оборудование**

Для осуществления процессов и операций электроэрозионной обработки (ЭЭО) применяются два основных типа оборудования:

— электроэрозионные *копировально-прошивочные* станки, на которых осуществляют прошивание различных отверстий, пазов, окон, а также объемное копирование профиля электродов при изготовлении разнообразной инструментальной оснастки;

— электроэрозионные *вырезные станки*, на которых непрофилированным электродом-инструментом в виде проволоки диаметром от 0,03 до 0,3мм, непрерывно перемещаемой через межэлектродный промежуток, вырезают в плоских заготовках фигуры любого требуемого профиля.

*Точные станки* снабжают оптической системой отсчета координат, выполняют с цифровой индикацией, с программным управлением, с управлением от ЭВМ. В крупных станках шкафы управления и генераторы электрических импульсов устанавливаются отдельно.

Для чистовой доводки вертикальных и наклонных поверхностей используют орбитальное движение электроды-инструменты (ЭИ). При орбитальном движении все точки электрода совершают в плоскостях, перпендикулярных направлению подачи, движение по круговым траекториям с одинаковыми радиусами. Для этой цели используют специальные орбитальные головки, а также *УЧПУ станков* 4Л721ФЗ и 4Л723ФЗ-01.

**3.Генераторы импульсов**

При расчете и выборе генератора импульсов исходят из условия получения формы и мощности импульса, необходимых для обеспечения требуемых технологических показателей процесса. Черновую и чистовую обработку обычно ведут от одного и того же генератора. В настоящее время в электроэрозионных станках используют релаксационные и полупроводниковые генераторы. Все отечественные копировально-прошивочные и вырезные станки оснащены широкодиапазонными генераторами импульсов.

**4.Электроды-инструменты, рабочие жидкости**

Материалы электродов должны быть электропроводными, с однородной структурой, иметь незначительные внутренние напряжения. Электроды-инструменты (ЭИ) должны быть устойчивыми к воздействию рабочей жидкости и коррозии, должны легко обрабатываться.

К универсальным материалам ЭИ относятся графит и медь, композиционные материалы на основе меди позволяют улучшить эксплуатационные свойства ЭИ. Электроды-инструменты из латуни, алюминия и композиции «медь−вольфрам» имеют ограниченное применение при ЭЭО конкретных материалов и форм деталей.

Рабочая жидкость (РЖ) для ЭЭО должна обеспечивать высокие технологические показатели в течение длительного времени, быть хорошо фильтруемой, неядовитой, иметь высокую температуру вспышки, низкие показатели испаряемости и токсичности.

Для работ в диапазоне токов от 0,5 до 45 А рекомендуется РЖ-3, для станков средней и большой мощности (10...250 А) — РЖ-8.

**Алгоритм выполнения работы:**

1. Определите способ обработки поверхности детали, выбрать схемы обработки.

2. Определите технологическую последовательность электроэрозионной обработки.

3. Выберите оборудование.

4. Рассчитайте технологические показатели процесса.

**Задания: Спроектируйте следующие технологические операции электроэрозионной обработки детали:**

1)копировально-прошивочная,

2) вырезная,

3)операции с ЧПУ.

(Задание выполняется по чертежам деталей).

**Карта допуска к практической работе №1**

**Проектирование операций ЭЭО**

1. Назначение операций электроэрозионной обработки

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. Основные виды оборудования для операций электроэрозионной обработки

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. Виды генераторов электроэрозионной обработки

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

4.Виды материалов электродов, область применения \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. Условия достижения требований по точности и качеству

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Карта отчета к практической работе №1**

**Задание 1. Проектирование копировально- прошивочной операции детали**

**Ход работы**

1. Исходные данные:

Деталь\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

Обрабатываемая поверхность \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

2. Определение способа обработки поверхности детали \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

3.Схема обработки\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

4.Характеристика марки обрабатываемого материала: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

5.Технологические свойства материала: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

6. Определение технологической последовательности электроэрозионной обработки\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

7. Выбор оборудования\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

8. Характеристика станка

1)Назначение: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

2) Технические характеристики станка:

|  |  |
| --- | --- |
| Размеры рабочей поверхности стола (длина×ширина), мм |  |
| Наибольшая масса, кг:  обрабатываемой детали  электрода-инструмента |  |
|  |
|  |
| Наибольшее расстояние от торца шпинделя до рабочей поверхности стола, мм |  |
| Рабочий ход шпинделя, мм |  |
| Наибольший ход инструмента, мм:  поперечный  продольный |  |
|  |
|  |
| Точность установки координат, мм |  |
| Наибольшая производительность при обработке деталей из стали, мм³/мин |  |
| Наибольшая потребляемая мощность, кВт |  |
| Габариты станка (длина×ширина×высота), мм |  |
| Масса станка с выносным оборудованием, кг |  |

9. Выбор генератора импульсов

Принимаем генератор импульсов модели \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1)Назначение:\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

2) Технические характеристики генератора импульсов

|  |  |
| --- | --- |
| Фиксирование частоты, кГц |  |
| Диапазон длительностей импульсов, мкс |  |
| Наибольший средний ток при работе на нагрузку, А |  |
| Наибольшая потребляемая мощность, кВт |  |
| Наибольшая производительность при обработке деталей из стали, мм³/мин |  |
| Наименьшая шероховатость обработанной поверхности стали Ra, мкм |  |
| Габариты генератора (длина×ширина×высота), мм |  |
| Масса, кг |  |

10. Выбор диэлектрической жидкости

1)Принимаем \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

2)Характеристика жидкости\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

11. Выбор инструмента

1).Материал электрода-инструмента \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Состав: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

2).Назначение: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

3).Характеристики: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

3) .Область применения: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

12. Расчёт технологических показателей процесса

1). Выбор технологического критерия, который может быть достигнут в конце операции

2). Электроискровая черновая обработка – производительность и шероховатость.

3). Таблица - Режим обработки

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование  операции | Частота,  http://uchu.su/83.files/image002.gif | Средний ток,  http://uchu.su/83.files/image003.gif | Среднее  напря-  жение,  http://uchu.su/83.files/image004.gif | Скваж-  ность,  http://uchu.su/83.files/image005.gif | Производи-  тельность,  http://uchu.su/83.files/image006.gif | Шерохо-  ватость,  http://uchu.su/83.files/image007.gif |
| Электроискровая |  |  |  |  |  |  |

13. Технические расчеты режимов обработки.

14. Определение времени обработки детали.

**Вывод**:

**Задание 2. Проектирование операции вырезной детали**

**Ход работы**

1. Исходные данные:

Деталь\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

2.Характеристика марки обрабатываемого материала: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

3.Технологические свойства материала: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

4.Эскиз детали с определением обрабатываемой поверхности

5. Определение технологической последовательности электроэрозионной обработки\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

6. Выбор оборудования\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

7. Характеристика станка

1)Назначение: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

2) Технические характеристики станка

|  |  |
| --- | --- |
| Размеры рабочей поверхности стола (длина×ширина), мм |  |
| Наибольшая масса, кг:  обрабатываемой детали  электрода-инструмента |  |
|  |
|  |
| Наибольшее расстояние от торца шпинделя до рабочей поверхности стола, мм |  |
| Рабочий ход шпинделя, мм |  |
| Наибольший ход инструмента, мм:  поперечный  продольный |  |
|  |
|  |
| Точность установки координат, мм |  |
| Наибольшая производительность при обработке деталей из стали, мм³/мин |  |
| Наибольшая потребляемая мощность, кВт |  |
| Габариты станка (длина×ширина×высота), мм |  |
| Масса станка с выносным оборудованием, кг |  |

8. Выбор генератора импульсов

Принимаем генератор импульсов модели \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1)Назначение: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

2) Технические характеристики генератора импульсов

|  |  |
| --- | --- |
| Диапазон длительностей импульсов, мкс |  |
| Наибольший средний ток при работе на нагрузку, А |  |
| Наибольшая потребляемая мощность, кВт |  |
| Наибольшая производительность при обработке деталей из стали, мм³/мин |  |
| Наименьшая шероховатость обработанной поверхности стали Ra, мкм |  |
| Габариты генератора (длина×ширина×высота), мм |  |
| Масса, кг |  |

9. Выбор диэлектрической жидкости

1)Принимаем \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

2)Характеристика жидкости\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

10. Выбор инструмента

1)Материал электрода-инструмента \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Состав \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

2) Назначение\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

3) Характеристики \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

3) Область применения: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

11. Расчёт технологических показателей процесса

1) Выбор технологического критерия, который может быть достигнут в конце операции

2) Электроискровая черновая обработка – производительность и шероховатость.

3) Таблица Режим обработки:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование  операции | Частота,  http://uchu.su/83.files/image002.gif | Средний ток,  http://uchu.su/83.files/image003.gif | Среднее напряжение,  http://uchu.su/83.files/image004.gif | Скважность,  http://uchu.su/83.files/image005.gif | Производительность,  http://uchu.su/83.files/image006.gif | Шероховатость,  http://uchu.su/83.files/image007.gif |
| Электро-искровая |  |  |  |  |  |  |

12. Технические расчеты режимов обработки

13. Определение времени обработки детали

**Вывод**:

**Задание 3. Проектирование операции с ЧПУ**

**Ход работы**

1. Исходные данные:

Деталь\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

Обрабатываемая поверхность \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Характеристика марки обрабатываемого материала: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. Определение способа обработки поверхности детали
2. Схема обработки\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_
3. Определение технологической последовательности электроэрозионной обработки\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_
4. Выбор оборудования\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_
5. Характеристика станка \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. Расчёт эквидистанты (кривая параллельная контура)
2. Выбор рабочей жидкости
3. Выбор проволоки и её натяжения

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Диаметр проволоки, мм | Материал проволоки | Допустимый диапазон уси­лий натяжения, Н |
|  |  |  |
|  |

1. Выбор приспособлений.
2. Базирование заготовки и позиционирование электрода-проволоки
3. Выбор генератора импульсов и его настройка на обработку

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Частота импульсов, кГц | Импульсы напряжения | | Импульс тока при нагрузке | |
| Код режима | (холостой ход) | | 0,1 Ома | |
|  | Амплитуда, А | Длительность, мкС | Амплитуда, А | Длительность, мкС |
|  |
|  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

1. Программирование технологической операции

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| %1 | № 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  | ПС |
|  | №2 |  |  |  | |  |  |  |  |  | ПС |
|  | №3 |  |  |  | |  |  |  |  |  | ПС |
|  | №4 |  |  |  | |  |  |  |  |  | ПС |
|  | №5 |  |  |  | |  |  |  |  |  | ПС |
|  | №6 |  |  |  | |  |  |  |  |  | ПС |
|  | №7 |  |  |  | |  |  |  |  |  | ПС |
|  | №8 |  |  |  | |  |  |  |  |  | ПС |
|  | №9 |  |  |  | |  |  |  |  |  | ПС |
|  | № 10 |  |  |  | |  |  |  |  |  | ПС |
|  | № 11 |  |  |  | |  |  |  |  |  | ПС |
|  | № 12 |  |  |  | |  |  |  |  |  | ПС |
|  | № 13 |  |  |  | |  |  |  |  |  | ПС |
|  | № 14 |  |  |  | |  |  |  |  |  | ПС |
|  | № 15 |  |  |  | |  |  |  |  |  | ПС |
|  | № 16 |  |  |  | |  |  |  |  |  | ПС |
|  | № 17 |  |  |  | |  |  |  |  |  | ПС |
|  | № 18 |  |  |  | |  |  |  |  |  | ПС |

16.Эскиз наладки операции.

Список литературы

1. Ю.С. Елисеев, Б.П. Саушкин. Электроэрозионная обработка изделий авиационно-космической техники. – М.: Изд–во МГТУ им. Н. Баумана. 2010.– 437 с.
2. Б.П. Саушкин Инновационные процессы в области физико-химических методов и технологий. Материалы круглого стола: «Знания – главный ресурс инновационного развития». Международный форум «Высокие технологии-2009». 2009. – С. 87–90.

**Практическая работа № 2**

**Проектирование операций электрохимической обработки(ЭХО)**

**Цель работы:**

спроектировать операцию электрохимической обработки детали

**Задачи:**

1. Определить последовательность работ при проектировании операции электрохимической обработки.
2. Выполнить технические расчеты при проектировании операции электрохимической обработки.

**Осваиваемые умения:**

1. Проверять соответствие оборудования, приспособлений, режущего и измерительного инструмента требования технологической документации;
2. Определять (выявлять) несоответствие геометрических параметров заготовки требованиям технологической документации;

**Оборудование:**

ПК, раздаточный материал (чертежи деталей).

**Инструктивная карта к практической работе № 2**

**Теоретические положения**

**1. Механизм растворения металла при ЭХО**

Электрохимическая обработка (ЭХО) основана на электрохимическом (анодном) растворении металла заготовки при высоких плотностях электрического тока.

Механизм растворения металла при ЭХО основан на электролизе.

Это процесс, при котором происходит окисление или восстановление поверхностей электродов (проводников электрического тока), соединенных с источником питания (ИП) и помещенных в токопроводящий раствор —электролит.

В процессе обработки возникают углубления и выступы, формирующие макропрофиль и шероховатость поверхности.

В зависимости от способов выполнения ЭХО все операции электрохимического растворения подразделяют на две различные группы, каждая из которых имеют свои закономерности:

— операции, выполняемые в стационарном электролите при невысокой плотности тока;

— операции, выполняемые в проточном электролите при высокой плотности тока.

Электрохимическую обработку в стационарном электролите делят на полирование, профилирование (копирование), заострение (затачивание), доводку.

Электрохимическую обработку в проточном электролите подразделяют на профилирование (копирование), прошивание каналов и отверстий, разрезание и т.д.

**2.Электрополирование**

Электрополирование имеет многообразное применение. Наилучшее качество поверхности достигается при электрополировании чистовых и однородных металлов и сплавов, из легированных и труднообрабатываемых сплавов удаляет поверхностно напряженные слои металла после механической обработки, повышает коррозионную стойкость и уменьшает шероховатость поверхности, уменьшая трудоемкости операции.

*Электролит* — растворы кислот и солей.

Заострение и *затачивание режущего инструмента* осуществляют за счет создания на лезвии повышенной плотности тока

Доводку электрохимическим методом при стационарном электролите используют для обработки *поверхностей штампов, пресс-форм и литейных форм* после электроэрозионной обработки.

При ЭХО скорость анодного растворения и точность обработки тем

выше, чем меньше межэлектродный зазор. Однако с уменьшением зазора усложняется процесс его регулирования. Следует выбирать такой размер зазора, при котором достигаются оптимальные скорость съема металла и точность формообразования.

**3.Достоинства ЭХО**

— возможность обработки нержавеющих, жаропрочных сталей, титановых сплавов, закаленных конструкционных сталей высокой производительностью;

— отсутствие или весьма малый износ электрода-инструмента;

— возможность образования сложных поверхностей в любых токопроводящих материалах;

— низкая шероховатость;

— простая кинематика и конструкция используемого оборудования.

**4.Недостатки ЭХО**

— высокая коррозионная агрессивность применяемых электролитов;

— высокая энергоемкость процесса.

С учетом вышеизложенного достоинств и недостатков методом ЭХО рекомендуется выполнять такие типовые операции:

— электрохимическое маркирование;

— электрохимическое удаление заусенцев;

— электрохимическое объемное копирование;

— электрохимическое прошивание отверстий и каналов сложнойформы;

— электрохимическое разрезание;

— электрохимическое полирование.

**5.Оборудование и инструмент**

* Типовая структура оборудования
* Электроды-инструменты
* Электролиты

**6.Типовая структура оборудования**

Типовая структура оборудования для ЭХО включает в себя:

— электрохимический станок, осуществляющий технологическую операцию;

— источник питания технологическим током (ИП) с токоподводами, которые обеспечивают подачу напряжения на электроды;

— оборудование для хранения, подачи, очистки и регулирования параметров электролита;

— систему управления работой электрохимического станка;

— технологическую оснастку для установки, базирования и крепление заготовок и ЭИ;

— устройства для отсоса, промывки заготовок и деталей (узлов)станка, сушки заготовок,

*Электрохимические станки*. По компоновке их подразделяют на станки с вертикальным (как правило, универсальные и специализированные) и горизонтальным (чаще специальные) перемещением рабочих органов.

*Источники питания (ИП*). Они являются преобразователями переменного тока в постоянный ток и обеспечивают подачу напряжения на электроды электрохимического станка. Применяют электромеханические и статические ИП.

*К оборудованию для хранения, подачи и регулированию параметров электролита* относятся ванны и агрегаты для очистки электролита.

*Ванны* служат для хранения и приготовления электролита, промывки, консервации и пассивации деталей

При нормальном протекании процесса ЭХО допустимая массовая концентрация твердых продуктов обработки в электролите зависит от размера зазора МЭП

Очистка электролита может выполняться несколькими способами.

Например, центрифугированием, очисткой прессфильтрами и вакуумными фильтрами, осаждением продуктов обработки методом отстоя с использованием коагуляторов или без них.

Для предохранения от коррозии обработанные детали первоначально промывают в проточной воде, а затем пассивируют в специальных пассивирующих растворах. Для пассивирования конструкционных легированных сталей рекомендуют водный раствор: NaNO2 — 3...5% и СаСО3 —1,5%. Хороший пассивирующий эффект достигается при добавлении в состав электролита для ЭХО конструкционных сталей 3…5% эмульсола.

**7.Электроды-инструменты**

*Материалы.* Для электродов-инструментов необходимо выбирать сплавы, обладающие коррозионной стойкостью, высокой электропроводностью, хорошей сопротивляемостью местному разрушению при коротких замыканиях, высокой адгезией к диэлектрическим покрытиям, достаточной механической прочностью и обрабатываемостью, низкой стоимостью.

Наиболее полно этим требованиям удовлетворяют медь, медные сплавы нержавеющие стали; в меньшей степени — титановые сплавы.

Если заготовку электрода-инструмента получают литьем, то в качестве материала используют латунь или бронзу.

Электроды-инструменты повышенной прочности изготовляют из нержавеющих сталей, например 12Х18Н9Т.

Покрытия должны создавать плотную беспористую пленку, исключающую проникновение электролита к металлу.

Электроды-инструменты проектируют по результатам расчета профиля рабочей части.

Электроды-инструменты для схемы разрезания рассчитывают, исходя из обеспечения требуемой жесткости.

**8.Электролиты**

При ЭХО в качестве электролитов применяют водные растворы солей, кислот и щелочей. Для получения высоких технологических показателей ЭХО необходимо, чтобы электролиты соответствовали следующим требованиям:

— полное или частичное исключение побочных реакций, снижающих

выход по току;

— анодное растворение металла заготовки только в зоне обработки, исключая растворение необрабатываемых ее поверхностей, т.е. наличие высоких локализующих свойств;

— обеспечение протекания на всех участках обрабатываемой поверхности заготовки электрического тока расчетного значения.

Наиболее распространенными электролитами являются нейтральные растворы неорганических солей: хлориды, нитраты и сульфаты натрия и калия.

**Алгоритм выполнения работы**

1. Определение способа обработки поверхности детали, выбор схемы обработки.

2. Определение технологической последовательности электрохимической обработки.

3. Выбор оборудования.

4. Расчет технологических показателей процесса.

**Задание:** спроектируйте следующие технологические операции электрохимической обработки детали:

1. резка труднообрабатываемых материалов;
2. электролитическое полирование;
3. размерная обработка деталей.

(Задание выполняется по чертежу детали).

**Карта допуска к практической работе №2**

**Проектирование операций ЭХО**

1. Назначение операций электрохимической обработки

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. Основные виды оборудования для операций электрохимической обработки

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. Применение операций электрополирования

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. Виды материалов электродов, область применения \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_
2. Характеристика электролитов

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Карта отчета к практической работе №2**

**Проектирование операций ЭХО**

**Задание 1. Проектирование технологической резки труднообрабатываемых материалов**

**Ход работы**

1.Исходные данные:

Деталь\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

Обрабатываемая поверхность \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

2.Характеристикеа марки обрабатываемого материала: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

3.Схема обработки

4. Выбор оборудования\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

5. Характеристика станка

1) назначение \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

2) технические характеристики станка

|  |  |
| --- | --- |
| Наибольший диаметр разрезаемой заготовки, мм |  |
| Наибольший длина разрезаемой заготовки, м |  |
| Диаметр рабочего диска инструментаинструмента, мм  наибольший  наименьший |  |
|  |
|  |
| Высота оси заготовки над нулевой отметкой, мм |  |
| Наибольшая производительность при обработке деталей из стали, мм³/мин |  |
| Мощность выпрямителя, кВт |  |
| Габариты станка (длина×ширина×высота), мм |  |
| Масса станка с выносным оборудованием, кг |  |

6. Расчёт технологических показателей процесса

1). Выбор технологического критерия, который может быть достигнут в конце операции

2). Электрохимическая обработка – производительность и шероховатость.

3). Таблица - Режим обработки:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование операции | Частота,  http://uchu.su/83.files/image002.gif | Средний ток,  http://uchu.su/83.files/image003.gif | Среднее напряжение,  http://uchu.su/83.files/image004.gif | Производительность,  http://uchu.su/83.files/image006.gif | Время | Шероховатость,  http://uchu.su/83.files/image007.gif |
| Электро-химическая |  |  |  |  |  |  |

**Задание 2. Проектирование операции электролитического полирования**

**Ход работы**

1.Исходные данные:

Деталь\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

Обрабатываемая поверхность \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

2.Характеристикеа марки обрабатываемого материала: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

3.Схема обработки\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

4.Определение технологической последовательности электрообработки\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

5.Выбор оборудования

6. Характеристика электролита

1).Таблица - Режимы обработки

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование операции | Температура,  С | Плотность  тока  А/дм2 | Длительность полирования,  мин | Материал инструмента | Шероховатость,  http://uchu.su/83.files/image007.gif |
| Электро-  полирование |  |  |  |  |  |

**Задание 3. Проектирование операции размерной обработки детали**

**Ход работы**

1. Исходные данные:

Деталь\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

Обрабатываемая поверхность \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

2.Характеристика марки обрабатываемого материала: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

3.Выбор оборудования\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

|  |  |
| --- | --- |
| Размеры рабочей поверхности стола (длина×ширина), мм |  |
| Наибольшие размеры обрабатываемой детали, мм  длина  ширина  высота |  |
|  |
|  |
|  |
| Наибольшее расстояние от торца катододержателя до рабочей поверхности стола, мм |  |
| Максимальная площадь обрабатываемой поверхности, см |  |
| Наибольший ход инструмента, мм:  поперечный  продольный |  |
|  |
|  |
| Максимальный рабочий ход электрода, мм |  |
| Максимальное давление электролита, МПа |  |
| Максимальный ток, А |  |
| Напряжение, В |  |
| Габариты станка (длина×ширина×высота), мм |  |
| Масса станка с выносным оборудованием, кг |  |

4.Характеристика электролита

5.Характеристика источника питания

6.Схема обработки\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

7.Таблица - Режим обработки:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование  операции | Частота,  http://uchu.su/83.files/image002.gif | Средний ток,  http://uchu.su/83.files/image003.gif | Среднее напряжение,  http://uchu.su/83.files/image004.gif | Производительность,  http://uchu.su/83.files/image006.gif | Время | Шероховатость,  http://uchu.su/83.files/image007.gif |
| Электро-химическая |  |  |  |  |  |  |

**Вывод**:

Список литературы:

1. Аверьянова И.О., Клепиков В.В. Технология машиностроения. Высокоэнергетические и комбинированные методы обработки: учебное пособие / И.О. Аверьянова, В.В. Клепиков. – М.: ФОРУМ, 2008. – 304с.
2. Схиртладзе А.Г. Технологические процессы в машиностроении: учебник . – 2-е издание, перераб. и доп. – Старый Оскол: ТНТ, 2008. – с. 243-247
3. «Марочник стали и сплавов», М.: Машиностроение, 2003.

**Практическая работа № 3**

**Проектирование операций ультразвуковой абразивной размерной обработки детали**

**Цель работы:**

спроектировать операции ультразвуковой абразивной размерной обработки детали

**Задачи:**

1. Определить последовательность работ при проектировании операции ультразвуковой абразивной размерной обработки.

2. Выполнить технические расчеты при проектировании операции ультразвуковой абразивной размерной обработки.

**Осваиваемые умения:**

1. Проверять соответствие оборудования, приспособлений, режущего и измерительного инструмента требования технологической документации;
2. Устранять нарушения, связанные с настройкой оборудования, приспособлений, режущего инструмента.

**Оборудование:**

ПК, раздаточный материал (чертежи деталей)

**Инструктивная карта к практической работе № 3**

**Теоретические положения**

**1.Сущность ультразвуковой обработки**

Физическая сущность всех разновидностей ультразвуковой обработки (УЗО) основана на использовании ультразвуковых колебаний материальных сред, совершаемая с частотами выше порога слышимости (> 16кГц). Получение ультразвуковых колебаний основано на явлении магнитострикции, при котором происходит удлинение или укорочение некоторых материалов под действием внешнего магнитного поля. Магнитострикцией обладают все ферромагнитные материалы, но наилучшими из них являются никель, сплав кобальта с железом (пермендюр) и сплав алюминия с железом (альфер).

Если стержень из магнитострикционного материала поместить в переменное магнитное поле, то в стержне возникнут механические колебания. Переменное магнитное поле можно создать, пропуская по обмотке электрический ток. При этом напряженность магнитного поля пропорциональна числу ампервитков.

В ультразвуковой технике для превращения электрических колебаний в механические колебания используют магнитострикционный преобразователь. Преобразователь представляет собой устройство, состоящее из пакета пластин магнитострикционного материала с двумя электромагнитными обмотками, и служит для превращения электрической энергии ультразвуковой частоты в упругие механические колебания той же частоты.

Для передачи ультразвука объекту небольших размеров (например, инструменту ультразвукового станка) используются волноводы в виде ряда последовательно соединенных стержней (рис. 5.3, б). Каждый стержень волновода представляет собой резонансное звено, его длина равна половине длины волны. Если такой стержень конусообразный, то амплитуда колебаний его тонкого конца будет больше амплитуды колебаний конца с большим диаметром.

Поскольку такие стержни увеличивают амплитуду колебаний. Их называют концентраторами

**2.Ультразвуковой метод размерной обработки**

Ультразвуковой метод размерной обработки предназначен для изготовления деталей машин и приборов из хрупких материалов. Механическая обработка деталей из таких материалов затруднительна из-за хрупкости, а также из-за низкой стойкости обрабатывающего инструмента.

Ультразвуковой метод преимущественно используется для обработки поверхностей сложной формы.

Сущность ультразвукового метода размерной обработки состоит в том, что материал обрабатываемой детали разрушается абразивными зернами под действием ударов инструмента, прижатого к ним малым статическим усилием и колеблющегося с ультразвуковой частотой. При этом инструмент углубляется в деталь, его форма копируется в ней.

Абразивные зерна вводятся в рабочую среду в виде водной суспензии. Продукты разрушения обрабатываемого материала и абразивных зерен удаляются из рабочей зоны циркулирующим через нее потоком суспензии.

**3.Процесс разрушения материала**

Процесс разрушения материала при ультразвуковой обработке состоит в следующем. Инструмент, благодаря тому, что он колеблется, приходит в контакт, с абразивными зернами в течение определенной части каждого периода колебаний. При частоте колебаний порядка 20 кГц время контакта за период не превышает 10...20 мкс. Усилие Ри, действующее в течение столь малого времени между инструментом, абразивными зернами и обрабатываемой поверхностью, имеет импульсный, ударный характер. Под действием усилия Ри крупные зерна своими острыми гранями либо вдавливаются в поверхности инструмента и обрабатываемой детали (центральный удар), либо при касательном ударе царапают эти поверхности.

В обоих случаях образование лунки или царапины в хрупком материале происходит в результате выкалывания кусочков материала, а в пластичном материале — за счет пластических деформаций. Отрыв от пластичного материала происходит лишь в результате многократных пластических деформаций как следствие усталости материала. Из этого следует, что ультразвуковой метод пригоден для обработки деталей из хрупких материалов. И наоборот, инструмент для ультразвуковой обработки, чтобы обеспечить его износостойкость, целесообразно изготовлять из пластичного материала.

Для ультразвуковой обработки применяются абразивные смеси со средним размером зерна (от 10 до 2000 мкм). Лунки, образующиеся в хрупком материале при такой обработке, по своей величине на порядок меньше размера абразивных зерен. Отрывающиеся от материала частицы (выколы) во много раз меньше самих лунок. Таким образом, разрушение материала имеет микромасштабный эрозионный характер.

**4.Основные факторы, определяющие производительность ультразвуковой обработки**

Основные факторы, определяющие производительность ультразвуковой обработки, следующие:

— физико-механические свойства обрабатываемого материала и, прежде всего, его хрупкость (закаленные стали и чугун обрабатывать ультразвуковым методом нецелесообразно);

— амплитуда колебаний инструмента: с ее увеличением производительность увеличивается примерно пропорционально.

— удельное усилие прижима инструмента;

— свойства абразивной суспензии.

— интенсивность прокачки суспензии через рабочий зазор.

Точность ультразвуковой размерной обработки определяется точностью инструмента, точностью установки и траекторией движения инструмента относительно детали, и, наконец, рациональной величиной зазорамежду инструментом и обработанной поверхностью.

Главным фактором, нарушающим точность инструмента, является его износ.

Величина зазора между инструментом и обработанной поверхность детали зависит главным образом от среднего размера зерен абразива, амплитуды колебаний инструмента.

**5.Процесс ультразвуковой очистки**

Ультразвуковая очистка осуществляется в моющей жидкости путем возбуждения в ней интенсивных упругих колебаний ультразвуковой частоты.

Применяются следующие методы ультразвуковой очистки:

— метод погружения в ванну: применяется для очистки мелких и средне размерных изделий;

— очистка непрерывно-последовательным методом: применяется для проволоки, ленты, листового материала.

— очистка контактным методом состоит в том,

**6.Достоинства ультразвуковой очистки**

Достоинствами ультразвуковой очистки являются высокое качество очистки от любых загрязнений, повышенная производительность, устранение из процесса органических и пожароопасных растворителей, благоприятные условия для механизации и автоматизации процесса.

**Алгоритм выполнения работы**

1. Определите способ обработки поверхности детали, выбрать схему обработки.

2. Определите технологическую последовательность ультразвуковой обработки.

3. Выберите оборудование.

4. Рассчитайте технологические показатели процесса.

**Задание:**

1. Изучите станки и оборудование для ультразвуковой обработки.
2. Проведите регулирование и управление процессом ультразвуковой обработки.
3. Спроектируйте операцию ультразвуковой обработки.

(Задание выполняется по чертежу детали).

**Карта допуска к практической работе №3**

**Проектирование операций ультразвуковой обработки детали**

1.Назначение ультразвуковой обработки \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

2.Виды ультразвуковой обработки \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

3.Виды инструмента для ультразвуковой обработки\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

4.Виды абразива и рабочая среда ультразвуковой обработки

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

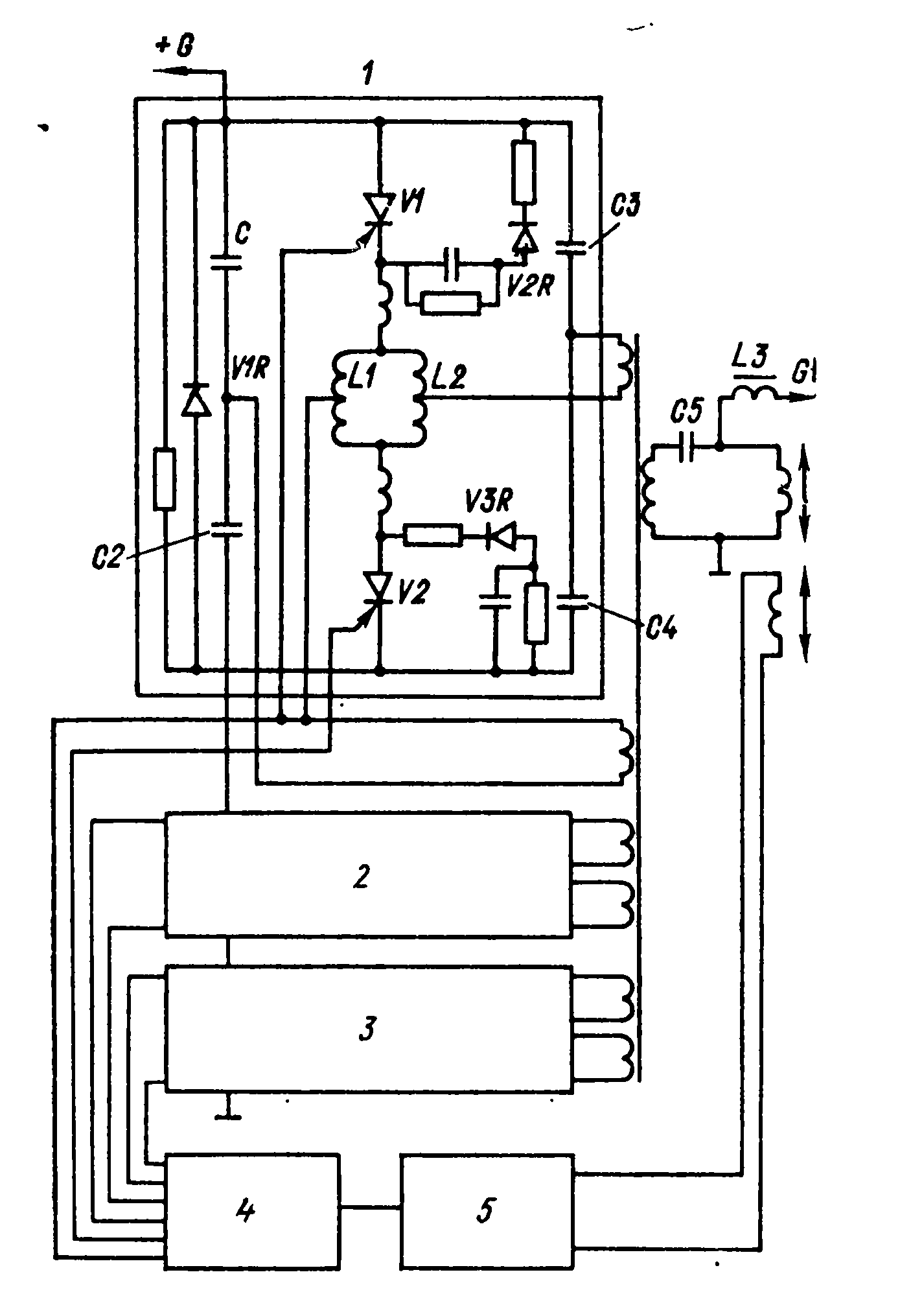
**Карта отчета к практической работе №3**

**Проектирование операций ультразвуковой обработки**

**Задание1. Изучите станки и оборудование для ультразвуковой обработки.**

**Ход работы.**

1. Изучение схемы ультразвукового генератора



Определение и назначение комплектующих элементов:

1-

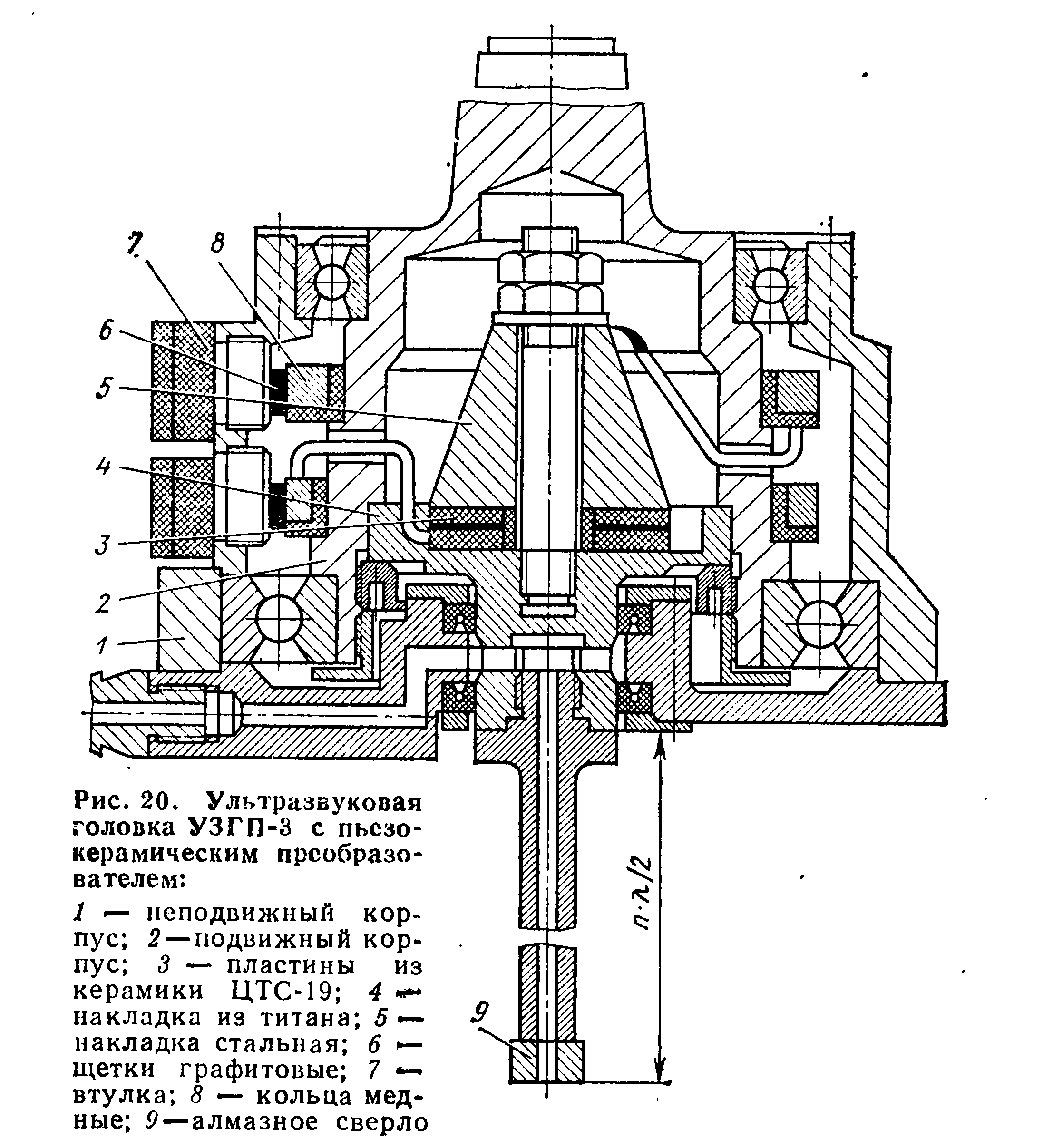
2-

3-

4-

5-

1. Изучение устройства ультразвуковой головки УЗГП-3



Назначение комплектующих элементов:

1 -\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

2-\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

3-\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

4-\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

5-\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

6-\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

7-\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

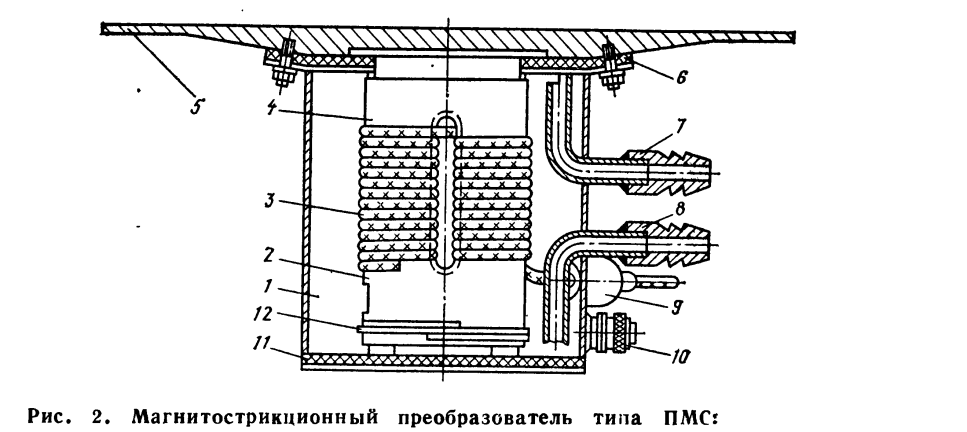
8-\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

9-\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. Изучение устройства магнитострикционного преобразователя



Определение и назначение комплектующих элементов:

1-

2-

3-

4-

5-

6-

7-

8-

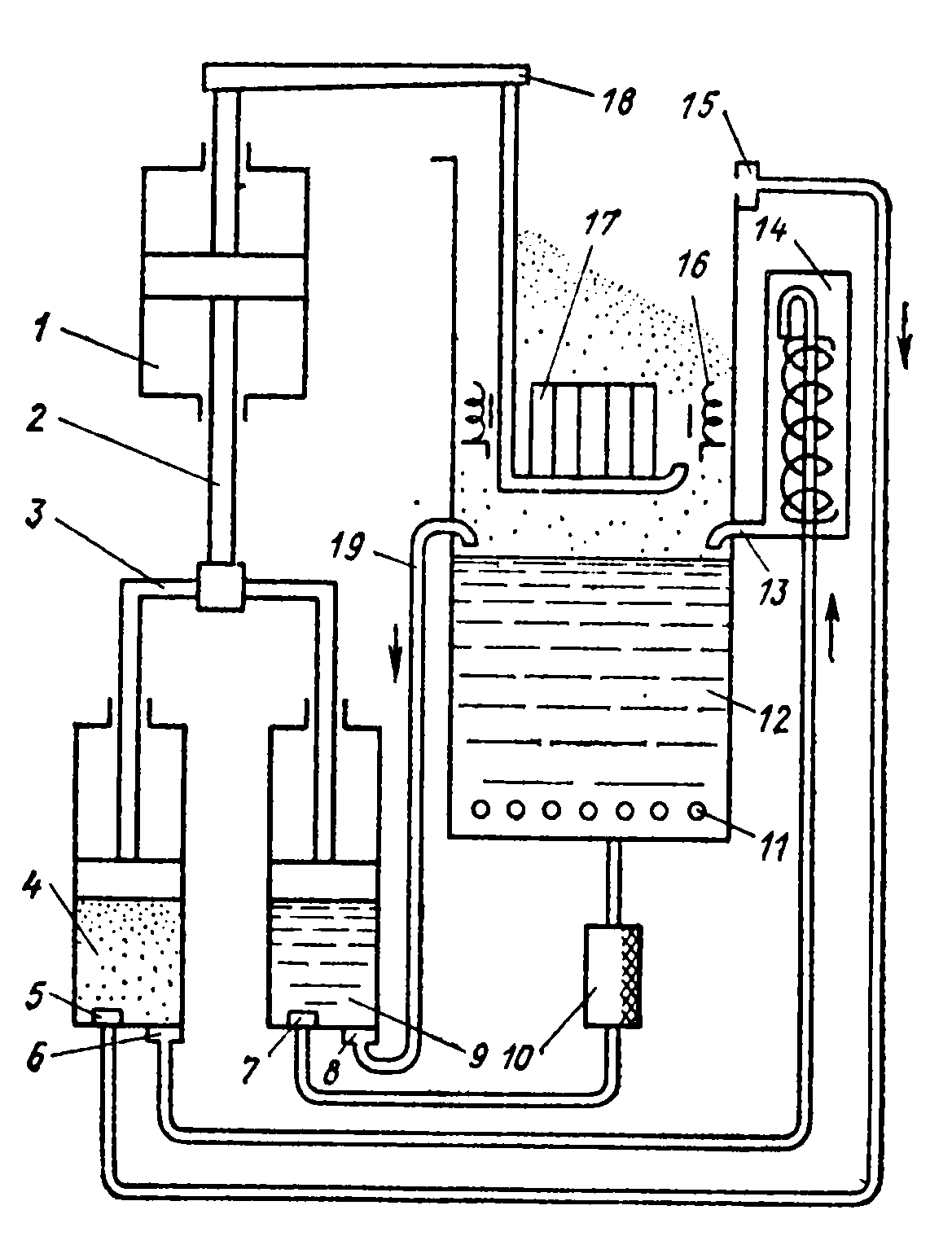
9-

10-

11-

12-

1. Изучение схемы ультразвуковой установки для очистки УОФ-2



Определение и назначение комплектующих элементов:

1-

2-

3-

4-

5-

6-

7-

8-

9-

10-

11-

12-

13-

14-

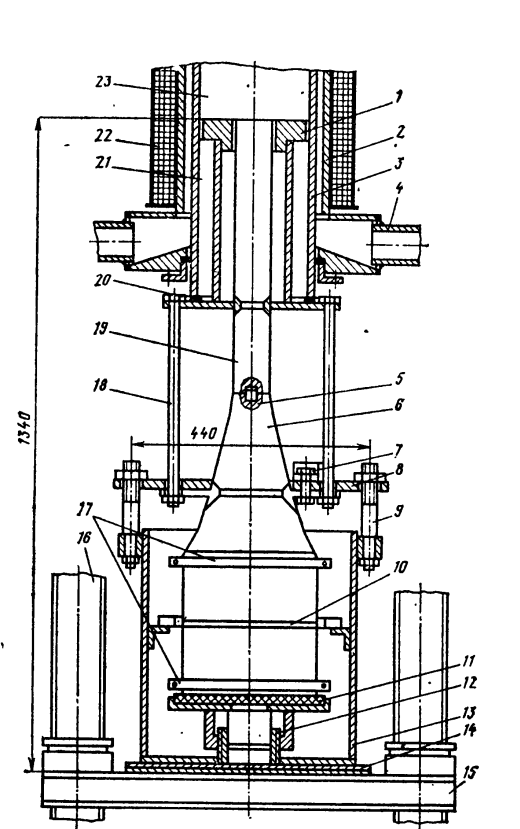
15-

16-

17-

18-

1. Изучение схемы ультразвуковой установки для обработки металлического расплава



Определение и назначение комплектующих элементов:

1-

2-

3-

4-

5-

6-

7-

8-

9-

10-

11-

12-

13-

14-

15-

16-

17-

18-

19-

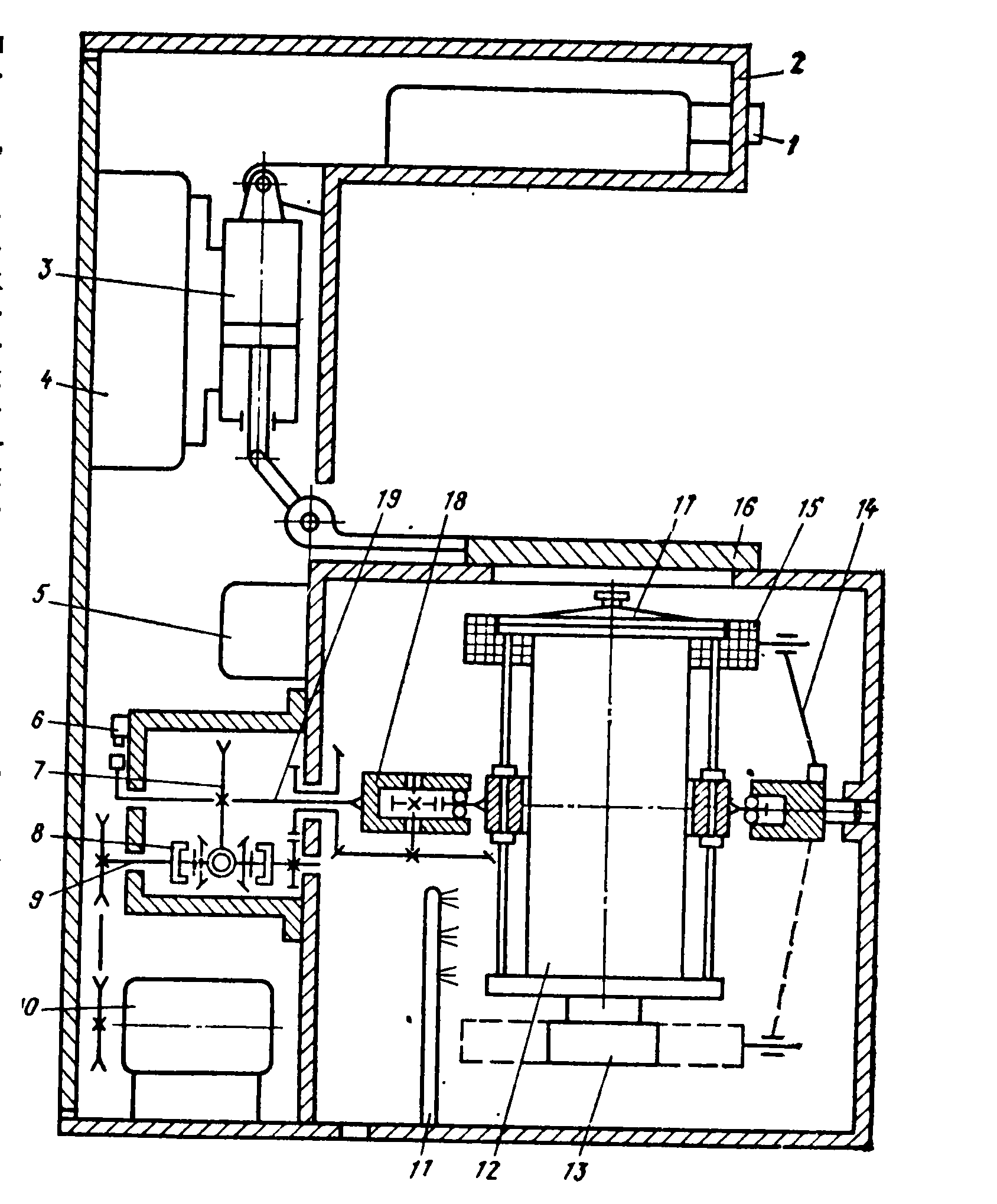
20-

21-

22-

23-

1. Изучение схемы установки УЗВД-8М для снятия заусенцев



Определение и назначение комплектующих элементов:

1-

2-

3-

4-

5-

6-

7-

8-

9-

10-

11-

12-

13-

14-

15-

16-

17-

18-

19-

**Вывод**:

**Задание 2.** Регулирование и управление процессом ультразвуковой обработки.

**Ход работы**

1.)Регулирование и управление процессом ультразвуковой размерной обработки.

- анализ схемы процесса ультразвуковой обработки

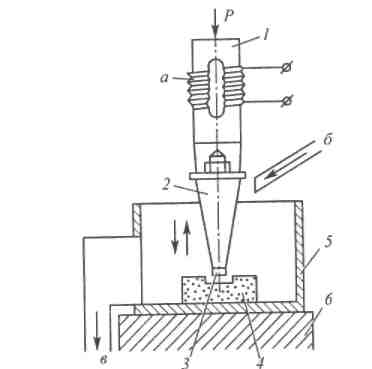


Схема процесса ультразвуковой обработки:

/ — магнито-стрикционный преобразователь; *2* — ванна; *3 —* стол ультразвукового станка; *4 —* заготовка; 5 — инструмент; *б —* концентратор; *а —* подвод тока от генератора; *6* — подвод абразивной суспензии; *в —* отвод продуктов процесса и суспензии; *Р*— сила прижима инструмента к заготовке

— влияние на процесс амплитуды колебаний инструмента:

— влияние на процесс удельного усилие прижима инструмента:

— влияние на процесс свойства абразивной суспензии:

— влияние на процесс интенсивности прокачки суспензии через рабочий зазор**:**

— влияние на процесс точности инструмента, точности установки и траектории движения инструмента:

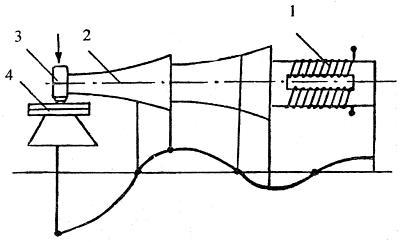
— влияние на процесс материала инструмента

— влияние на процесс величины зазора между инструментом и обрабатываемой поверхностью

— влияние на процесс способа подачи абразивной суспензия в зону обработки

2.)Регулирование и управление процессом ультразвуковой сварки

- анализ схемы процесса ультразвуковой сварки



Ультразвуковая сварка:

1 — трансформатор упругих колебаний; 2 — наконечник; 3 — рабочий инструмент; 4 — свариваемые детали.

— влияние на процесс типа колебательной системы:

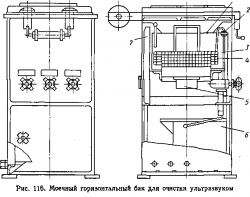
— влияние на процесс формы сварочного наконечника:

— влияние на процесс твердости и кристаллической структуры материала:

— влияние на процесс материала инструмента

3.)Регулирование и управление процессом ультразвуковой очистки.

- анализ схемы процесса ультразвуковой очистки

[](http://instrumentalchik.ru/uploads/posts/2010-04/1271711107_oborudovanie_termicheskih_tsehov_rustem_s.l-119.png)

1. крышка;2- звукоизоляционный кожух; 4- змеевик;5- магнитострикционный преобразователь;6- сливной бак,7- бортовой отсос

— влияние на процесс метод погружения в ванну:

— влияние на процесс материала излучателя колебаний:

— влияние на процесс типа преобразователя:

—метода очистки:

**Вывод**:

**Задание 3. Проектирование операции ультразвуковой обработки детали**

**Ход работы**

1. Исходные данные:

Деталь\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

Обрабатываемая поверхность \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. Эскиз детали и обрабатываемой поверхности
2. Характеристика марки обрабатываемого материала:
3. Технологические свойства материала:
4. Определение технологического вида ультразвуковой обработки
5. Выбор оборудования
6. Характеристика станка

1).Назначение

2). Технические характеристики станка

|  |  |
| --- | --- |
| Размеры рабочей поверхности стола (длина×ширина), мм |  |
| Наибольшая масса, кг:  обрабатываемой детали  электрода-инструмента |  |
|  |
|  |
| Наибольшее расстояние от торца шпинделя до рабочей поверхности стола, мм |  |
| Рабочий ход шпинделя, мм |  |
| Наибольший ход инструмента, мм:  поперечный  продольный |  |
|  |
|  |
| Точность установки координат, мм |  |
| Наибольшая производительность при обработке деталей из стали, мм³/мин |  |
| Наибольшая потребляемая мощность, кВт |  |
| Габариты станка (длина×ширина×высота), мм |  |
| Масса станка с выносным оборудованием, кг |  |

1. Выбор ультразвукового генератора

Технические характеристики ультразвукового генератора

|  |  |
| --- | --- |
| Фиксирование частоты, кГц |  |
| Диапазон длительностей импульсов, мкс |  |
| Наибольший средний ток при работе на нагрузку, А |  |
| Наибольшая потребляемая мощность, кВт |  |
| Наибольшая производительность при обработке деталей из стали, мм³/мин |  |
| Наименьшая шероховатость обработанной поверхности стали Ra, мкм |  |
| Габариты генератора (длина×ширина×высота), мм |  |
| Масса, кг |  |

1. Выбор ультразвуковой головки
2. Выбор магнитострикционного преобразователя
3. Выбор инструмента
4. Расчёт технологических показателей процесса

1). Выбор технологического критерия, который может быть достигнут в конце операции,

2). Ультразвуковая обработка – производительность и шероховатость.

3).Таблица - Режим обработки:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование  операции | Частота,  http://uchu.su/83.files/image002.gif | Шероховатость,  http://uchu.su/83.files/image007.gif | Время обработки  *мин* |
| Ультразвуковая |  |  |  |

**Вывод**:

Список литературы:

* 1. «Инструментальщик. Энциклопедический справочник-каталог. Том 2»/ Я.А.Музыкант, Я.Арпаз, Г.В.Боровский, В.А.Гречишников, В.С.Гузенков.- Издательство «Наука и технологии», 2013.-432 с.
  2. Аверьянова И.О., Клепиков В.В. Технология машиностроения. Высокоэнергетические и комбинированные методы обработки: учебное пособие / И.О. Аверьянова, В.В. Клепиков. – М.: ФОРУМ, 2008. – 304с.
  3. В.Н.Алехнович, А.В.Алифанов, А.И.Гордиенко, И.П.Поборь. Электронно-лучевая обработка материалов.М.:Машиностроение, 2007, -319 с.

**Практическая работа № 4**

**Проектирование операций электронно-лучевой обработки детали**

**Цель работы:**

Спроектировать операцию электронно-лучевой обработки

**Задачи:**

1. Определить последовательность работ при проектировании операции электронно-лучевой обработки.

2.Выполнить технические расчеты при проектировании операции электронно-лучевой обработки.

**Осваиваемые умения:**

1. Проверять соответствие оборудования, приспособлений, режущего и измерительного инструмента требования технологической документации.

**Оборудование:**

ПК, раздаточный материал (чертежи деталей)

**Инструктивная карта к практической работе №4**

**Теоретические положения**

**1.Электронно-лучевая обработка**

Электронно-лучевыми называются методы, при которых для техно-логических целей используют остросфокусированный пучок электронов, движущихся с большой скоростью. Метод электронно-лучевой обработки (плавки, сварки, резки) основан на использовании тепла, выделяющегося при столкновении потока электронов с поверхностью обрабатываемой заготовки. При электронно-лучевой обработке деталь помещают в герметическую камеру, в которой благодаря непрерывной работе вакуумных насосов обеспечивается высокая степень разрежения (до Па). Так как электроны не изменяют химических свойств твердого тела, то обработка ими в вакууме является существенным достоинством этого метода. При этом виде обработки не происходит химического загрязнения заготовки газами.

Существенной предпосылкой для использования в технике электронного луча как термического инструмента для обработки материалов является относительная простота получения большого количества свободных электронов. Если нагреть в вакууме металлическую, например, танталовую или вольфрамовую проволоку, то с поверхности последней эмитируются электроны (термоэлектронная эмиссия), число и скорость которых зависят от температуры нагрева. Кинематическая энергия этих электронов, беспорядочно движущихся в пространстве, окружающем эмиттер, сравнительно невелика. Ее можно существенно повысить путем ускорения движения электронов в определенном направлении воздействием электрического поля, создаваемого высокой разностью потенциалов между эмиттером, являющимся в данном случае катодом и анодом.

Для этого используют специальное устройство — электронную пушку, которая вместе с электронно-оптической системой создает остросфокусированный пучок электронов, эмитируемых катодом, ускоряемый в вакууме электрическим полем с разностью потенциалов до 150 кВ. Скорость электронов при этом может достигать 100000 км/с и более. Установки для обработки материалов сфокусированным пучком электронов состоят из трех основных устройств: электронной пушки, фокусирующей системы и рабочей камеры

Благодаря кратковременности действия электронных лучей и большой плотности потока излучения обрабатываемый материал плавится и испаряется столь быстро, что тепло не успевает распространиться в стороны от места падения луча (практически зона плавления не больше поперечного сечения луча в месте попадания его на заготовку). В направлении излучения луч электронов действует на значительно превышающую глубину, равную примерно 100 диаметрам луча. Таким образом, электронным лучом можно резать материалы без образования дефектного слоя, практически без отходов и с высокой производительностью. Электронным лучом обрабатывают детали из вольфрама, титана, твердых сплавов, синтетических камней, осуществляется сварка и пайка. Ввиду малого диаметра пучка электронных лучей, локальности действия создаваемого ими тепла и отсутствия влияния износа инструмента можно получить при обработке высокую точность размеров и малую шероховатость поверхности.

Пучки электронов диаметром 5 мкм позволяют производить прецизионную обработку с точностью ±1мкм. Пучком электронов на доводочных режимах можно получать поверхности с высотой микронеровностей до 1 мкм.

Недостатки электронно-лучевой обработки:

— необходимость ведения обработки в глубоком вакууме;

— необходимость защиты от рентгеновского излучения на установках с напряжением более 20 кВ;

— высокая стоимость оборудования.

**Алгоритм выполнения работы**

1.Определите способ обработки поверхности детали, выбрать схему обработки.

2. Определите технологическую последовательность ультразвуковой обработки.

3. Выберите оборудование.

4. Рассчитайте технологические показатели процесса.

**Задание:**

1. Изучите принцип работы электронно-лучевой установки.
2. Спроектируйте операции электронно-лучевой размерной обработки.
3. Спроектируйте операции электронно-лучевой термической обработки.

(Задание выполняется по чертежу детали).

**Карта допуска к практической работе №4**

**Проектирование операций электронно-лучевой обработки**

1. Назначение электронно-лучевой обработки

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

2.Основные обрабатываемые материалы

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. Виды работ для электронно-лучевой обработки

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

5.Условия выполнения электронно-лучевой обработки

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Карта отчета к практической работе №4**

**Проектирование операций электронно-лучевой обработки**

**Задание 1. Изучение электронно-лучевой установки**

**Ход работы.**

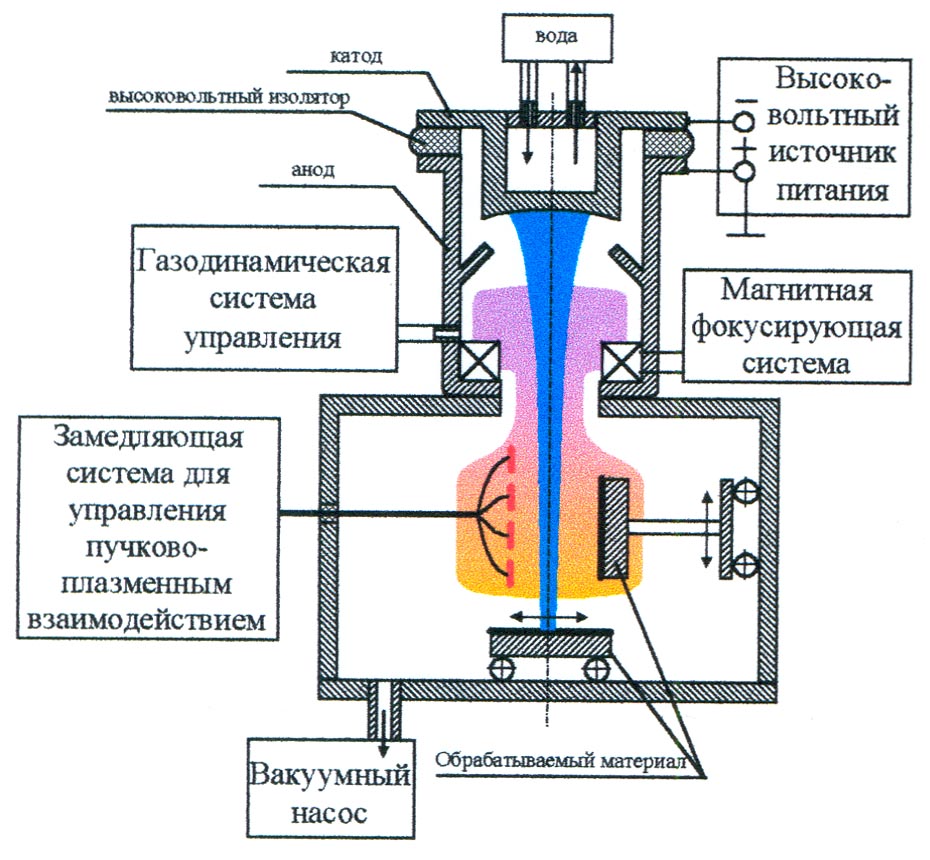
******

Схема электронно-лучевой пушки

1. Описание устройства электронной пушки.
2. Описание принципа действия электронной пушки.
3. Питание пушки электрической энергией.
4. Увеличение плотности энергии.

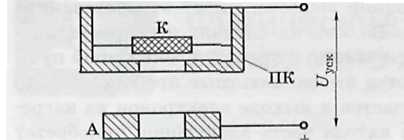


Схема двухэлектродной пушки**:** А — анод; К — катод;

ПК — прикатодный электрод; Uуск — ускоряющее напряжение

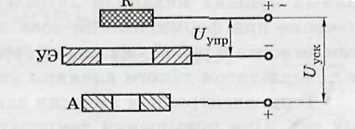


Схема трёхэлектродной пушки: А — анод; К — катод; УЭ — управляющий электрод; Uуск — ускоряющее напряжение;

Uупр — управляющее напряжение

1. Особенности работы и применения двухэлектродной и трёхэлектродной пушек
2. Станки для механической обработки с использованием электронно-лучевых установок:

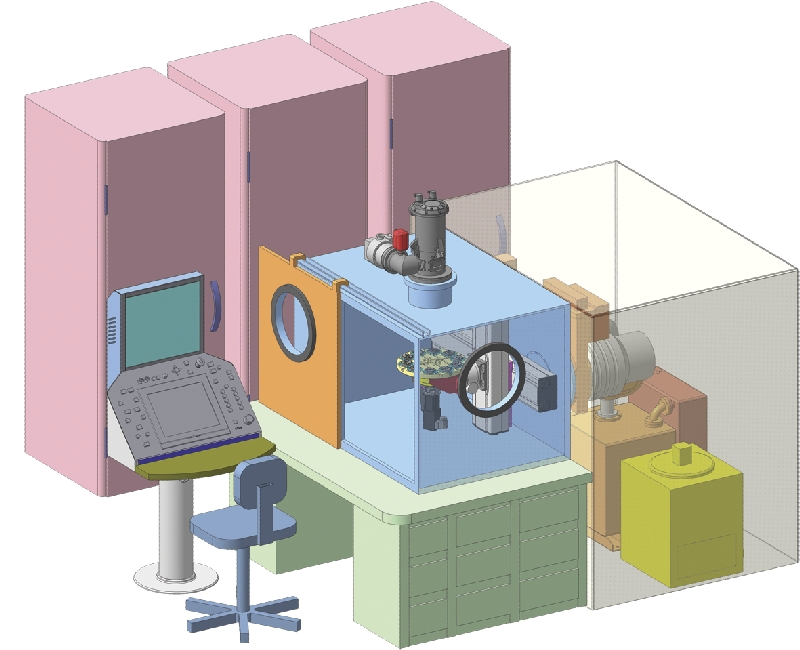
- виды работ

-обрабатываемые поверхности

-обрабатываемые материалы

-точность обработки

-производительность



Общий вид электронно-лучевой технологической установки

6. электронно-лучевые установки для сварки:

- виды работ

-обрабатываемые детали

-обрабатываемые материалы

-размеры обрабатываемой поверхности

-скорость процесса



Общий вид установок для электронно-лучевой сварки с вакуумными камерами среднего объема(модели:ЭЛСМ-5, АЭЛТК-0,9/4/0,9, ЭЛСМ-4,АЭЛТК-5и др.)

**Вывод:**

**Задание 2. Проектирование операции электронно-лучевой размерной обработки детали**

**Ход работы**

1). Проектирование работ по перфорации отверстий детали

1.1. Деталь

1.2. Параметры отверстий

1.3. Материал детали

1.4. Схема обработки

Параметры электронно-лучевой обработки

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Перфорация отверстий | Потенциал,  кВ | Средний ток, мкА | Длительность импульса, мкс | Частота, Гц |
|  |  |  |  |  |

2).Проектирование работ по сверлению единичных сквозных и глухих отверстии

2.1. Деталь

2.2. Параметры отверстий

2.3. Материал детали

2.4. Схема обработки

Параметры электронно-лучевой обработки

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Сверление отверстий | Потенциал,  кВ | Средний ток, мкА | Длительность импульса, мкс | Частота, Гц |
|  |  |  |  |  |

3*).*Проектирование работ по фрезерованию пазов

2.1. Деталь

2.2. Параметры пазов

2.3. Материал детали

2.4. Схема обработки

Параметры электронно-лучевой обработки

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Фрезерование пазов | Потенциал,  кВ | Средний ток, мкА | Длительность импульса, мкс | Частота, Гц |
|  |  |  |  |  |

**Вывод**

**Задание 3. Проектирование операции электронно-лучевой термической обработки (сварки)**

**Ход работы**

1. Материалы свариваемых деталей, свойства

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Название элемента | Химический символ | Температура плавления, ºС |
|  |  |  |
|  |  |  |

1. Размеры свариваемых деталей
2. Выбор системы сварочной пушки
3. Определение типа сварного соединения.
4. Схема обработки

Режимы электронно-лучевой сварки

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Металл | Толщина, мм | Ширина шва, мм | Ускоряющее напряжение, кВ | Сила тока луча, мА | Скорость сварки, м/ч |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

**Вывод**:

Список литературы:

1. «Инструментальщик. Энциклопедический справочник-каталог. Том 2»/ Я.А.Музыкант, Я.Арпаз, Г.В.Боровский, В.А.Гречишников, В.С.Гузенков.- Издательство «Наука и технологии», 2013.-432 с.
2. Аверьянова И.О., Клепиков В.В. Технология машиностроения. Высокоэнергетические и комбинированные методы обработки: учебное пособие / И.О. Аверьянова, В.В. Клепиков. – М.: ФОРУМ, 2008. – 304с.
3. Рыкалин Н.Н., Углов А.А., Зуев И.В. Основы электронно-лучевой обработки материалов. М.: Машиностроение, 1985

**Практическая работа № 5**

**Проектирование операций обработки материалов лазерным лучом**

**Цель работы:**

Спроектировать операцию обработки материалов лазерным лучом

**Задачи:**

1. Определить последовательность работ при проектировании операции лазерной обработки.

2. Выполнить технические расчеты при проектировании операции лазерной обработки.

**Осваиваемые умения:**

1. Проверять соответствие оборудования, приспособлений, режущего и измерительного инструмента требования технологической документации.

**Оборудование:**

ПК, раздаточный материал (чертежи деталей)

**Инструктивная карта к практической работе №5**

**Теоретические положения**

**1.Светолучевая (лазерная) обработка**

Лазер или оптический квантовый генератор (ОКГ) является источником получения световых лучей, характеризующихся высокой плотностью энергии и когерентностью. Лазерное излучение можно получать как в импульсном, так и непрерывном режиме. Существует три вида лазеров: твердотельные, газообразные и жидкостные. Для технологических целей используют лазеры на твердом теле и жидкостные.

Каждый атом или молекула (частица) вещества может обладать различным, но вполне определенным значением энергии и находиться на ряде вполне определенных дискретных энергетических уровней. Если частица изменяет свое энергетическое состояние, то она переходит с одного уровня на другой. Для перехода на более высокий энергетический уровень частица должна поглотить квант света — фотон. При переходе на нижний энергетический уровень происходит испускание порции энергии или фотонов.

Широко используется кристаллический лазер на основе синтетического рубина в форме стержня, служащего резонатором, в котором возникает и формируется луч, испускаемый лазером.

Рабочим телом твердотельных лазеров служит рубин, представляющий собой кристалл корунда с примесью хрома, иттриево-алюминиевый гранат (ИАГ), являющийся также кристаллом корунда с примесью неодима, стекло с примесью неодима. Рабочими частицами являются примеси хрома или неодима. ОКГ на рубине и стекле работают в импульсном режиме, на ИАГ могут работать как в импульсном режиме, так и в непрерывном.

Накачка ОКГ, работающих в импульсном режиме, осуществляется импульсными ксеноновыми лампами.

Для отвода тепла от рабочего тела в некоторых случаях предусматривают принудительное охлаждение воздухом, водой или жидким азотом.

Рабочим телом газовых лазеров могут быть чистые газы: ксенон, криптон, гелий, азот или смеси газов, например, углекислого газа с азотом и гелием. Накачка осуществляется, как правило, электронами при прохождении электрического тока через газ. При столкновении электрона, движущегося с большой скоростью, с атомом или молекулой газа электрон передает энергию атому и переводит его на более высокий энергетический уровень. Газовые лазеры могут работать как в импульсном режиме, так и в режиме непрерывного излучения .Повышение температуры приводит к расплавлению материала, его испарению, вытеканию расплава из зоны облучения и образованию лунки. Высокие скорости нагревания (до °С/с) и охлаждения (до °С/с) и большие градиенты температур могут приводить и к другим механизмам разрушения, например, к растрескиванию материала под влиянием термических напряжений, воспламенению и горению, термическому разложению материала. В ряде случаев эти факторы расширяют возможности лазерной обработки. Наибольшее применение в промышленности лазеры нашли при резке различных материалов, получении отверстий и сварке.

Лазерная резка обладает существенными преимуществами по сравнению с другими методами:

обширным классом разрезаемых материалов;

— возможностью получать тонкие резы ;

— малой зоной термического влияния излучения;

— отсутствием механического контакта;

— химической чистотой процесса резки;

— возможностью автоматизации процесса;

— возможностью резки по сложному контуру в двух и даже трех измерениях.

Резку производят, как правило, с поддувом газа в зону резания. Этот процесс получил название газолазерной резки.

Газ выбирают в зависимости от обрабатываемого материала.

При резке металла в зону нагрева подается кислород. В результате экзотермической реакции окисления металла выделяется дополнительное тепло, что позволяет существенно повысить скорость резки. Ширина реза при обработке многих марок сталей толщиной 4 мм составляет от 0,8 до 1мм на входе и от 2 до 4 мм на выходе. Скорость разрезания тонколистовой стали достигает 10м/мин.

Простота управления лучом в сочетании с современными средствами программного управления позволяет получить резы сложных конфигураций и делает лазерную резку весьма перспективной.

Для сверления отверстий используют лазеры, работающие в импульсном режиме. Показатели обработки в большей степени зависят от свойств материала и параметров излучения.

Форма образующегося отверстия зависит от расфокусировки лазерного

луча и положения фокуса относительно обрабатываемой поверхности.

Освоено сверление отверстий диаметром от 0,003 до 1 мм при отношении глубины к диаметру до 10. Производительность сверления от 60 до 240 отверстий в минуту.

Лазерная сварка может быть точечной и шовной, встык, внахлест ит.д. Производительность точечной сварки около 60 операций в минуту, шовной — в зависимости от материала от 0,5 до 4 м/мин при глубине проплавления в несколько миллиметров. Детали свариваются при меньших

плотностях мощности, так как при сварке необходимы только разогрев и плавание материала, без его испарения.

Лазерное излучение позволяет сваривать материалы в вакуумной

камере или в камере с атмосферой инертного газа, что исключает окисление сварного шва. С помощью лазерной сварки можно получать соединения из нержавеющих сталей, молибдена, стекла, кварца и др. Возможна сварка разнородных материалов. Надежно свариваются детали толщиной от 0,01 до 5мм легко деформирующиеся детали.

**Алгоритм выполнения работы**

1. Определите способ обработки поверхности детали, выбрать схемы обработки.

2. Определите технологическую последовательность лазерной обработки.

3. Выберите оборудование.

4. Рассчитайте технологические показатели процесса.

**Задание**

1. Изучите технологическое оборудование для лазерной обработки.
2. Спроектируйте операции прошивки отверстия.
3. Спроектируйте операции поверхностной обработки.

(Задание выполняется по чертежу детали).

**Карта допуска к практической работе №5**

**Проектирование операций светолучевой обработки**

1. Назначение лазерной обработки

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. Основные достоинства лазерной обработки

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. Виды лазерных работ

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. Виды и назначение лазерной сварки

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. Характеристики лазерной резки

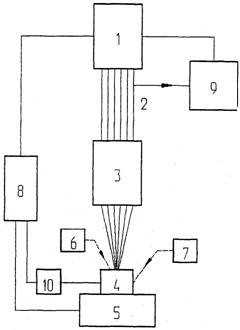
\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Карта отчета к практической работе №3**

**Проектирование операций светолучевая (лазерной) обработки**

**Задание 1. Изучение технологического оборудования для лазерной обработки**

1. Изучение устройства схемы лазерной установки

****

Структурная схема лазерной технологической установки:

Определение и назначение комплектующих элементов:

1-

2-

3-

4-

5-

6-

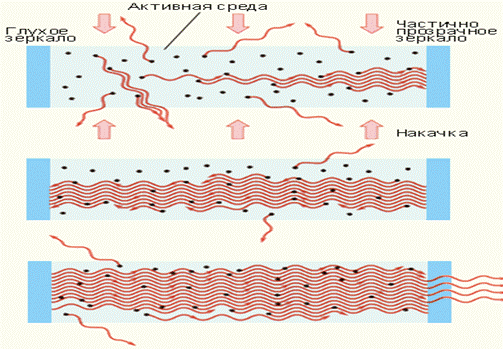
7-

8-

9-

10-

1. Изучение процесса генерации в лазере

****

Развитие лавинообразного процесса генерации в лазере.

1. Изучение схемы твердотельного ОКГ

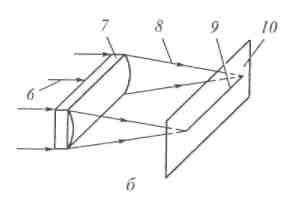
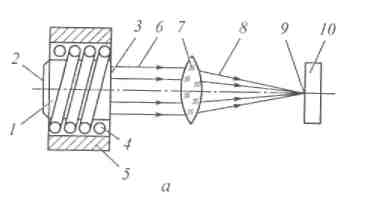
****

Схема твердотельного ОКГ:

а — ОКГ со сферической оптикой; б — ОКГ с цилиндрической оптикой

Определение и назначение комплектующих элементов:

1-

2-

3-

4-

5-

6-

7-

8-

9-

1. Изучение схемы газового ОКГ

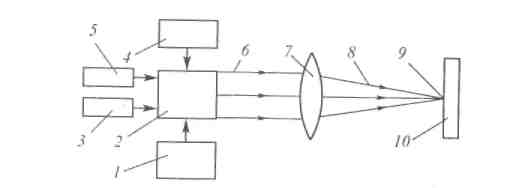
****

Схема газового ОКГ

Определение и назначение комплектующих элементов:

1-

2-

3-

4-

5-

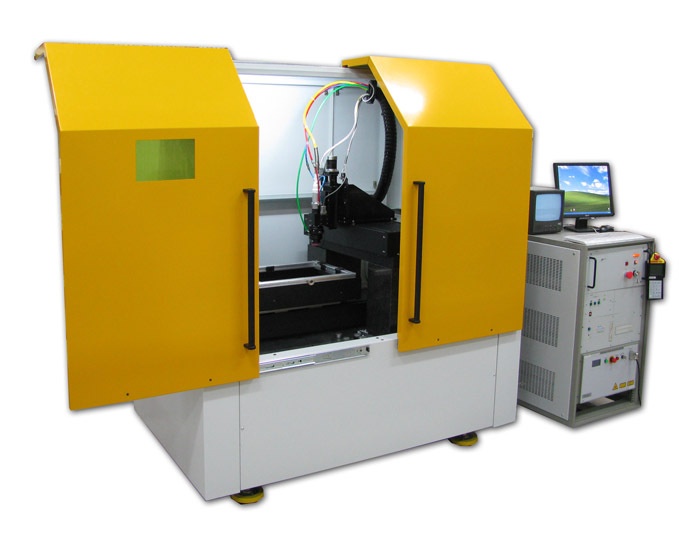
6-

7-

8-

9-

10-



Лазерная установка МЛП1-1



Высокопроизводительная система лазерной резки FL 3015

**Вывод**

**Задание 2. Проектирование операции прошивки отверстия детали**

**Ход работы**

1. Проектирование лазерного сверления отверстий в металлах

1.1. Деталь

1.2. Параметры отверстий

1.3. Материал детали

1.4. Схема обработки

Параметры лазерной обработки

Режимы сверления металлических материалов

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Металл | Толщина, мм | Диаметр отверстия, мм | | Продолжительность  сверления | Энергия лазера,  Дж |
| входного | выходного |
| Нержавеющая сталь |  |  |  |  |  |
| Никелевая сталь |  |  |  |  |  |
| Вольфрам |  |  |  |  |  |
| Магний |  |  |  |  |  |
| Молибден |  |  |  |  |  |
| Медь |  |  |  |  |  |
| Тантал |  |  |  |  |  |

1. Проектирование лазерного сверления отверстий в неметаллических материалах

1.1. Деталь

1.2. Параметры отверстий

1.3. Материал детали

1.4. Схема обработки

Параметры лазерной обработки

Режимы сверления неметаллических материалов

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Материал | Параметры отверстия | | | Режим обработки | | | |
| Диаметр, мм | Глубина, мм | Отношение глубины к диаметру | Энергия, Дж | Длительность импульса,  x10-4, с | Плотность потока, Вт/см2 | Количество импульсов на отверстие |
| Феррит |  |  |  |  |  |  |  |
| Рубин |  |  |  |  |  |  |  |
| Ситалл |  |  |  |  |  |  |  |
| Керамика |  |  |  |  |  |  |  |

**Вывод**

**Задание 3. Проектирование операции поверхностной обработки**

**Ход работы**

1. Поверхностное термическое упрочнение лучом лазера

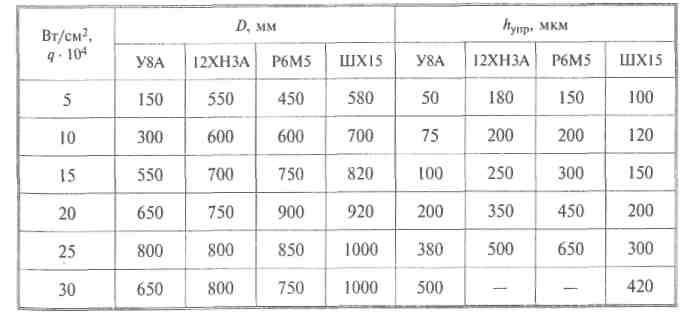
1.1. Деталь

1.2. Параметры обрабатываемой поверхности

1.3. Материал детали

1.4. Схема обработки

Зависимость диаметра пятна упрочнения - D и глубины упрочненного слоя һупр от плотности мощности излучения q (Вт/см2) приведена в таблице.



Зависимости D =ƒ(q) и һупр = ƒ (q) при упрочнении сталей

2. Лазерное легирование**.**

2.1. Деталь

2.2. Параметры обрабатываемой поверхности

2.3. Материал детали

2.4. Схема обработки

Микротвердость сплава \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_после поверхностного легирования.

|  |  |
| --- | --- |
| Легирующий элемент | Микротвердость, МПа |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
| После термообработки |  |
| Без термообработки |  |

**Вывод**:

Список литературы

1. «Инструментальщик. Энциклопедический справочник-каталог. Том 2»/ Я.А.Музыкант, Я.Арпаз, Г.В.Боровский, В.А.Гречишников, В.С.Гузенков.- Издательство «Наука и технологии», 2013.-432 с.
2. Вакс Е.Д., Миленький М.Н., Сапрыкин Л.Г. Практика прецизионной лазерной обработки.М: Техносфера, 2013.- 696 с
3. Григорьянц А.Г., Шиганов И.Н., Мисюров А.И. Технологические процессы лазерной обработки: Учеб. Пособие для вузов / Под ред. А.Г. Григорьянца. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. – 665 с.

**Практическая работа № 6**

**Проектирование операций плазменной обработки детали**

**Цель работы:**

Спроектировать операцию плазменной обработки детали

**Задачи:**

1. Определить последовательность работ при проектировании операции плазменной обработки.

2.Выполнить технические расчеты при проектировании операции плазменной обработки.

**Осваиваемые умения:**

1. Проверять соответствие оборудования, приспособлений, режущего и измерительного инструмента требования технологической документации.

**Оборудование:**

ПК, раздаточный материал (чертежи деталей).

**Инструктивная карта к практической работе №6**

**Теоретические положения**

**1.Плазменная обработка (ПО) материалов** — воздействие на обрабатываемую заготовку низкотемпературной плазмой, генерируемой дуговыми или высокочастотными плазмотронами.

*Плазма* — ионизованный газ, в котором атомы (все или значительная часть из них) потеряли по одному или по нескольким принадлежавших им электронов и превратились в положительные ионы. В общем случае плазма представляет собой смесь трех компонентов: свободные электроны, положительные ионы и нейтральные атомы (или молекулы).

**2Получение плазмы**

Чтобы перевести газ в состояние плазмы, нужно оторвать хотя бы часть электронов от атомов, превратив эти атомы в ионы. Такой отрыв от атомов называют ионизацией. В природе и технике ионизация может производиться различными путями. Самые распространенные из них:

• Ионизация тепловой энергией

• Ионизация электрическим разрядом.

• Ионизация давлением.

• Ионизация лазерным излучением.

Общепринятым способом получения плазмы в лабораторных условиях и технике является использование электрического газового разряда.

К самостоятельным разрядам относятся искровой, дуговой и тлеющий разряды, которые принципиально отличаются друг от друга по способам образования электронов у катода или в межэлектродном промежутке.

Дуговой разряд возможен и между тугоплавкими металлическими электродами, с этим связаны многочисленные практические применения плазмы дугового разряда в мощных источниках света, в электродуговых печах для плавки высококачественных сталей, при электросварке металлов, а также в генераторах непрерывной плазменной струи – так называемых плазмотронах.

**3.Плазмотрон** — газоразрядное устройство для получения низкотемпературной (104 К) плазмы. Главным образом плазмотроны используются в промышленности в технологических целях, но устройства, аналогичные плазмотронам, применяют и в качестве плазменных двигателей. Наиболее широкое распространение получили дуговые и высокочастотные плазмотроны.

**4.Дуговой разряд (ДР**) является одним из типов стационарного электрического разряда в газах. Формированию ДР предшеству­ет короткий нестационарный процесс в пространстве между электродами, который называется разрядным промежутком.

Широкое распространение ПО получила благодаря высокой по промышленным стандартам температуре плазмы, большому диапазону регулирования мощности и возможности сосредото­чения потока плазмы на обрабатываемом изделии. При этом эффекты ПО достигаются как тепловым, так и механическим дей­ствием плазмы

Плазма представляет собой ионизированный газ с высокой температурой, способный проводить электрический ток. Плазменная дуга получается изобычной в специальном устройстве – плазмотроне – в результате ее сжатия и вдувания в нее плазмообразующего газа. Различают две схемы:

- плазменно-дуговая резка ,

- резка плазменной струей.

Плазменная резка экономически целесообразна для обработки:

* алюминия и сплавов на его основе толщиной до 120 мм;
* меди толщиной до 80 мм;
* легированных и углеродистых сталей толщиной до 50 мм;
* чугуна толщиной до 90 мм;

Плазменная поверхностная закалка

Плазменная поверхностная закалка(ППЗ) — нагрев поверх­ности детали пламенем смеси горючих газов (ацетилена и кисло­рода).

Плазменное напыление поверхностей деталей

Использование плазменной обработки при обработке труднообрабатываемых материалов резанием

Плазменная сварка отличается большой равномерностью проплавления кромок, более стабильным горением дуги поверхно­сти с аргонодуговой сваркой неплавящимся электродом.

**Алгоритм выполнения работы**

1. Определите способ обработки поверхности детали, выбрать схему обработки

2. Определите технологическую последовательность ультразвуковой обработки.

3. Выберите оборудование.

4. Рассчитайте технологические показатели процесса.

**Задание:**

1. Изучите устройство и принцип работы плазмотрона.
2. Спроектируйте операцию плазменной резки.
3. Спроектируйте операции плазменной обработки для труднообрабатываемых материалов.

(Задание выполняется по чертежу детали).

**Карта допуска к практической работе №6**

**Проектирование операций плазменной обработки детали**

1. Плазмотрон - это

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. Область применения плазмотронов

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. В качестве плазмообразующих в дуговых плазмотронах используют такие вещества как

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

4. Аппаратом «Мультиплаз-2 500» для резки, сварки и пайки соответственно используется рабочая жидкость

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Карта отчета к практической работе №6**

**Проектирование операций плазменной обработки**

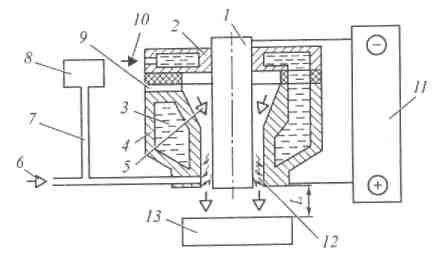
Цель работы: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Задание 1. Изучение устройства плазмотрона**

**Ход работы**

1. Принципиальная схема плазматрона

****

Принципиальная схема плазматрона

Определение и назначение комплектующих элементов:

1-

2-

3-

4-

5-

6-

7-

8-

9-

10-

11-

12-

13-

1. Виды плазмотронов

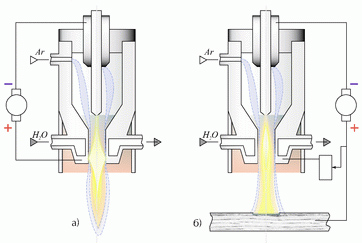
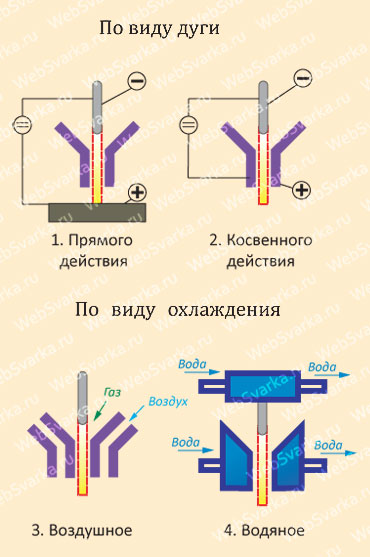
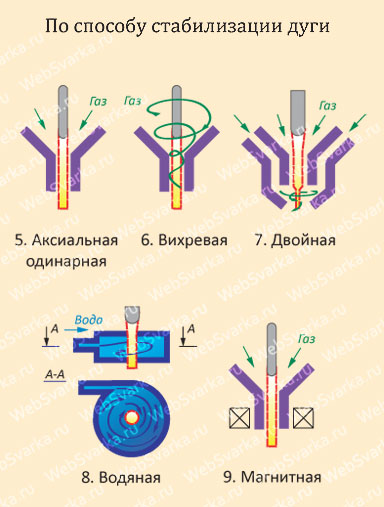


Схема плазматронов. а) - плазматрон косвенного действия;

б)- плазматрон прямого действия.





Классификация плазматронов**.**

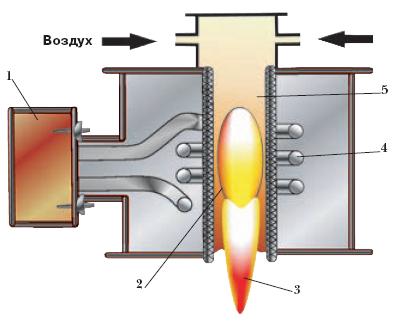


Схема высокочастотного индукционного плазмотрона.

1 — источник электропитания; 2 — разряд; 3 — плазменная струя; 4 — индуктор; 5 — разрядная камера.

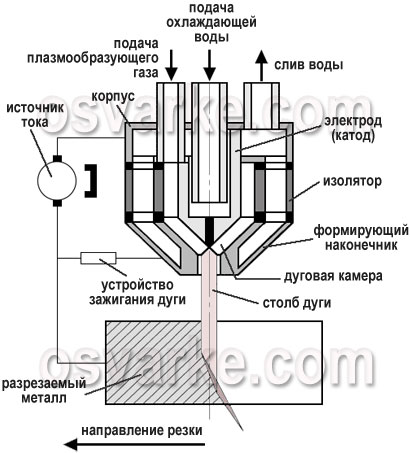


Схема режущего плазмотрона

1. Изучение схемы процесса микроплазменной резки

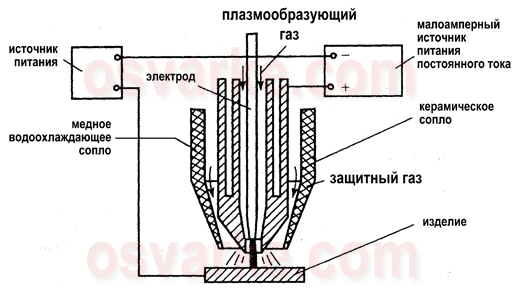


Схема процесса микроплазменной сварки

1. *Ознакомление с оборудованием плазменной резки*

**Оборудование для плазменной резки**

а) Мультиплаз-15000" - установка воздушно-плазменной резки.

б) Аппарат для автоматической плазменной резки

в) Станок плазменной резки Vanad.

г) Плазменная резка автоматом

д)Аппарат плазменной резки SAC-100

**Вывод:**

**Задание 2. Проектирование операции плазменной резки**

**Ход работы**

1) Проектирование операции торцевого фрезерования плазмотроном

1.1. Деталь

1.2. Параметры обрабатываемой поверхности

1.3. Материал детали

1.4. Схема обработки

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Обраба-тываемый  материал | Параметры режима | | | | | | |
| Припуск,  мм | Подача,  мм/мин | Сила  тока, А | Напряже-  ние, В | Расход  воздуха,  л/мин | Скорость  резки, м/мин | Время  обработки,  мин |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

2) . Проектирование операции точения плазмотроном

2.1. Деталь

2.2. Параметры обрабатываемой поверхности

2.3. Материал детали

2.4. Схема обработки

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Обраба-тываемый  материал | Параметры режима | | | | | | |
| Припуск,  мм | Подача,  мм/мин | Сила  тока, А | Напряже-  ние, В | Расход  Воздуха,  л/мин | Скорость  резки, м/мин | Время  Обработки,  мин |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

3) . Проектирование операции фрезерования концевой фрезой плазмотроном

3.1. Деталь

3.2. Параметры обрабатываемой поверхности

3.3. Материал детали

3.4. Схема обработки

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Обрабатывемый  материал | Параметры режима | | | | | | |
| Припуск,  мм | Подача,  мм/мин | Сила  тока, А | Напряже-  ние, В | Расход  воздуха,  л/мин | Скорость  резки,  м/мин | Время  обработки,  мин |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

**Вывод**

**Задание 3. Проектирование операции плазменной обработки для труднообрабатываемых материалов**

**Ход работы**

*1)* Проектирование операции плазменно-дуговой резки

1.1. Деталь

1.2. Параметры обрабатываемой поверхности

1.3. Материал детали

1.4. Схема обработки

Технические характеристики прибора

|  |  |
| --- | --- |
| Напряжение питающей сети (однофазное), В |  |
| Частота питающей сети, Гц |  |
| Потребляемая мощность, max, Вт |  |
| Габаритные размеры блока питания, мм |  |
| Масса блока питания, кг |  |
| Масса плазменной горелки, кг |  |
| Температура пламени, max, °С |  |
| Расход рабочей жидкости, max, л/ч (вода или смесь «вода-спирт») |  |
| Напряжение «холостого хода» (сопло-металл), не более, В |  |
| Толщина свариваемого стального листа, мм |  |
| Толщина разрезаемого стального листа, мм |  |
| Скорость резки листовой стали толщиной 2 мм, мм/с |  |
| Скорость резки листовой стали толщиной 10 мм, мм/с |  |

Режимы плазменно-дуговой резки металла

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Разрезаемый  материал | Параметры режима | | | | | | |
| Толщина,  мм | Диаметр  сопла, мм | Сила  тока, А | Напряже-  ние, В | Расход  воздуха,  л/мин | Скорость  резки, м/мин | Средняя  ширина  реза, мм |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

2) . Проектирование операции резки плазменной струей

2.1. Деталь

2.2. Параметры обрабатываемой поверхности

2.3. Материал детали

2.4. Схема обработки

Технические характеристики прибора

|  |  |
| --- | --- |
| Напряжение питающей сети (однофазное), В |  |
| Частота питающей сети, Гц |  |
| Потребляемая мощность, max, Вт |  |
| Габаритные размеры блока питания, мм |  |
| Масса блока питания, кг |  |
| Масса плазменной горелки, кг |  |
| Температура пламени, max, °С |  |
| Расход рабочей жидкости, max, л/ч (вода или смесь «вода-спирт») |  |
| Напряжение «холостого хода» (сопло-металл), В, не более |  |
| Толщина свариваемого стального листа, мм |  |
| Толщина разрезаемого стального листа, мм |  |
| Скорость резки листовой стали толщиной 2 мм, мм/с |  |
| Скорость резки листовой стали толщиной 10 мм, мм/с |  |

Режимы резки плазменной струей

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Разрезаемый  материал | Параметры режима | | | | | | |
| Толщина,  мм | Диаметр  сопла, мм | Сила  тока, А | Напряже-  ние, В | Расход  воздуха,  л/мин | Скорость  резки, м/мин | Средняя  ширина  реза, мм |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

**Вывод**:

Список литературы

1. «Инструментальщик. Энциклопедический справочник-каталог. Том 2»/ Я.А.Музыкант, Я.Арпаз, Г.В.Боровский, В.А.Гречишников, В.С.Гузенков.- Издательство «Наука и технологии», 2013.-432 с.
2. Берлин Е.В., Коваль Н.Н., Сейдман Л.А., Плазменная химико-термическая обработка поверхности стальных деталей, Издательский центр «Техносфера», М, 2012.-464 с.