

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»
Институт машиностроения
(наименование института полностью)
Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»
(наименование кафедры)
15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных
производств»
(код и наименование направления подготовки)
Технология машиностроения
(профиль)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Технологический процесс изготовления компонентов форсунки газопла-
менной горелки и технологический процесс сборки форсунки

Студент(ка)	<u>Федосеева Е.А.</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Руководитель	<u>Резников Л.А.</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Консультанты	<u>Виткалов В.Г.</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>Краснопевцева И.В.</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	_____	_____	(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой
к.т.н, доцент

Н.Ю. Логинов

(личная подпись)

« _____ » _____ 2017 г.

Тольятти 2017

АННОТАЦИЯ

Технологический процесс изготовления компонентов форсунки газопламенной горелки и технологический процесс сборки форсунки

Бакалаврская работа. Тольятти. Тольяттинский государственный университет. Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»

Выполненная бакалаврская работа посвящена вопросу совершенствования технологии и разработки импортозамещающих технологий в области обработки компонентов и сборки конструктивов специальный плазменных горелок. .

Рассмотрены основные исполнения современных газовых горелок, при помощи которых осуществляется широкий спектр работ по наплавке различных материалов, в том числе сталей, чугунов, легкосплавных изделий. Определены основные требования к подобным системам, выработаны критерии оценки показателей качества и надежности работы. Определены существенные признаки импортных изделий. Поставлены задачи для разработки технологического процесса механической обработки компонентов горелки, а также сборки с использованием современных технологических процессов лазерной сварки, в том числе с применением лазеров последнего поколения – на базе оптоволоконных излучателей с модулями диодного подогрева.

Выполнена оценка существующих конструктивов лазерных установок, выпускаемых в нашей стране. Исследованы основные возможности с использованием лазерной установки ЛКД-4 (находящейся в Тольяттинском государственном университете).

В работе выполнено обоснование экономических показателей при реализации разрабатываемых технологических процессов. Выполнены оценочные и инженерные мероприятия по безопасности объектов труда, реализуемых в современном машиностроительном производстве.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА И ИСХОДНЫХ ДАННЫХ	6
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ РАБОТЫ	9
3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СОСТАВЛЯЮЩИХ ЛАЗЕРНОГО ОБРАБАТЫВАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА	18
4 ЭКОЛОГИЧНОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ ОБЪЕКТОВ ТЕХНИКИ	30
5 ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ	36
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	51
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	52
ПРИЛОЖЕНИЯ: ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ	55

ВВЕДЕНИЕ

Значительное количество российских предприятий нефтегазовой сферы, промышленного сектора, машиностроения используют решения, связанные с наличием элементов горения – так называемые горелки. Горелки могут быть газо-пламенные либо газоплазменные. До недавнего времени значительную часть горелок составляли изделия, покупаемые вне нашей страны. Однако в настоящее время возникла значительная и обоснованная необходимость изготовления горелок и их компонентов у нас в стране. Это направление является импортозамещающим. Изготовление таких изделий требует достаточно высоких технологий, которые представлены как в области лезвийной обработки, так и в направлении сварки-пайки жаропрочных компонентов горелок. До недавнего времени максимально широко использовались универсальные станки для механической обработки компонентов горелок из жаропрочной стали, а для сварки и сопряжения этих же компонентов использовались методы аргоно – дуговой сварки.

Требования времени диктуют необходимость использования современного оборудования, которое претерпело значительное совершенствование и развитие. Механическая обработка выполняется на современных станках с числовым программным управлением. Сварочные процессы часто реализуются при помощи высококонцентрированных источников энергии – в том числе при помощи лазерных установок.

Целью бакалаврской работы является совершенствование технологического процесса изготовления форсунки горелки, а также совершенствование технологии сварки – сборки горелки с применением последних достижений науки и техники.

1 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА И ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

При прохождении преддипломной практики нами были изучены основные виды газовых горелок, в составе которых используются форсунки. В качестве примера приведем горелку, представленную на Рисунке 1.1.

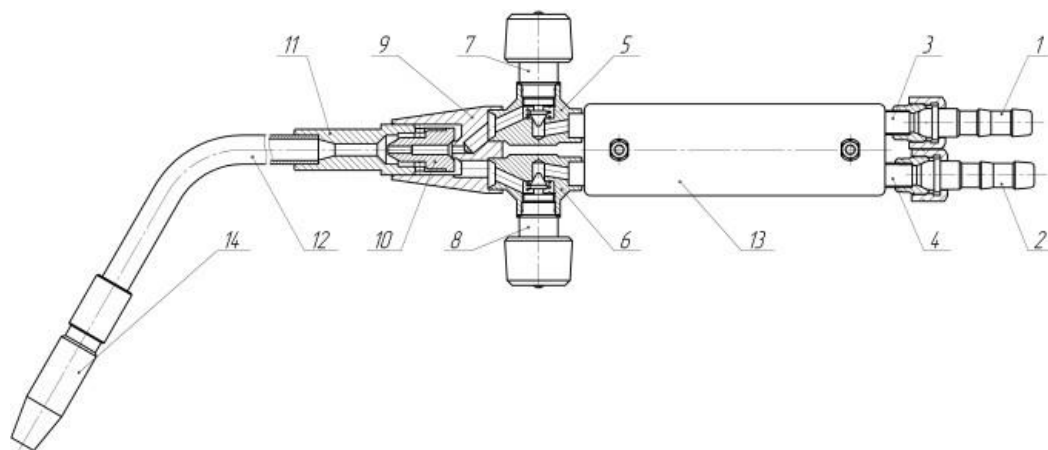


Рисунок 1.1 – Общий вид газовой горелки

На Рис. 1.1 представлены подающие сопряжения 1 и 2, с помощью которых горелка подключается к системе газового питания. Сопряжение коннекторов с корпусом горелки производится с помощью коннекторов 3, 4. Регулировка интенсивности прохождения газа и кислорода производится при помощи регуляторов 5 и 6. Камера смешивания 10 находится в корпусе 9. К быстросъемному сопряжению 11 подсоединяется выходная трубка 12, с другой стороны которой крепится форсунка 14.

Через форсунку проходит смесь в виде газа и кислорода. На выходе из форсунки смесь воспламеняется (в случае взаимодействия с источником огня).

В качестве базовой форсунки, которую мы изучали при прохождении производственной и преддипломной практики выбрана форсунка американской корпорации «SER-gasoline». Фото данной форсунки представлено на Рисунке 1.2. Следует отметить, что представленный американский образец изготовлен, судя по всему, с применением аргоно – дуговой сварки. Данная сварка характеризуется значительной зоной термического влияния, что может привести к поводке тонкостенных деталей, выполняемых из жаропрочной стали 20X23H18.



Рисунок 1.2 –Фото импортной газовой форсунки

Все компоненты форсунки изготовлены из указанной стали. На Рисунке 1.3 приведен эскиз жиклера форсунки

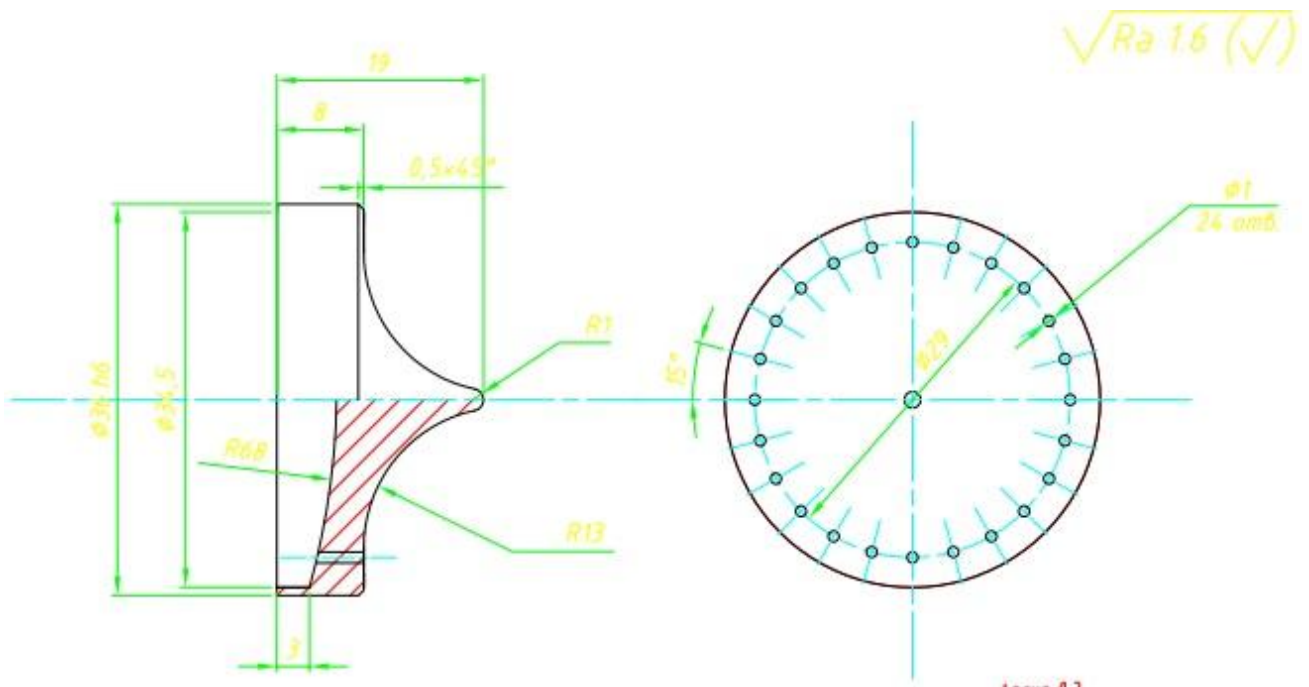


Рисунок 1.3 – Жиклер форсунки

Особенностью жиклера является наличие двадцати четырех маломерных отверстий (диаметром 1 мм).

На Рисунке 1.4 приведен эскиз трубки форсунки. Особенностью трубки является то, что она относится к группе тонкостенных втулок, что, в свою очередь, диктует особые требования для обработки этой детали.

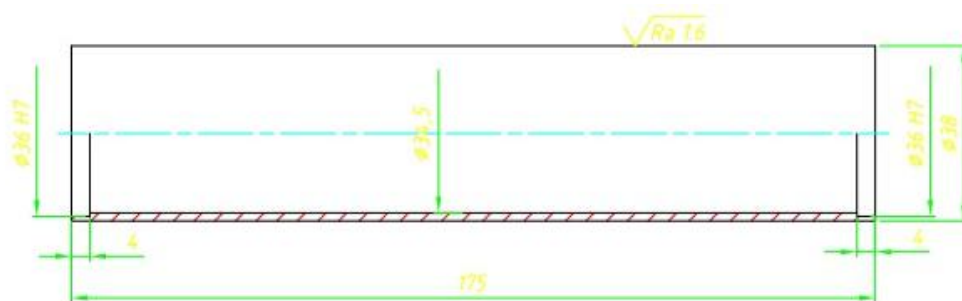


Рисунок 1.4 – Эскиз трубки форсунки

На Рисунке 1.5 Представлен корпус форсунки.

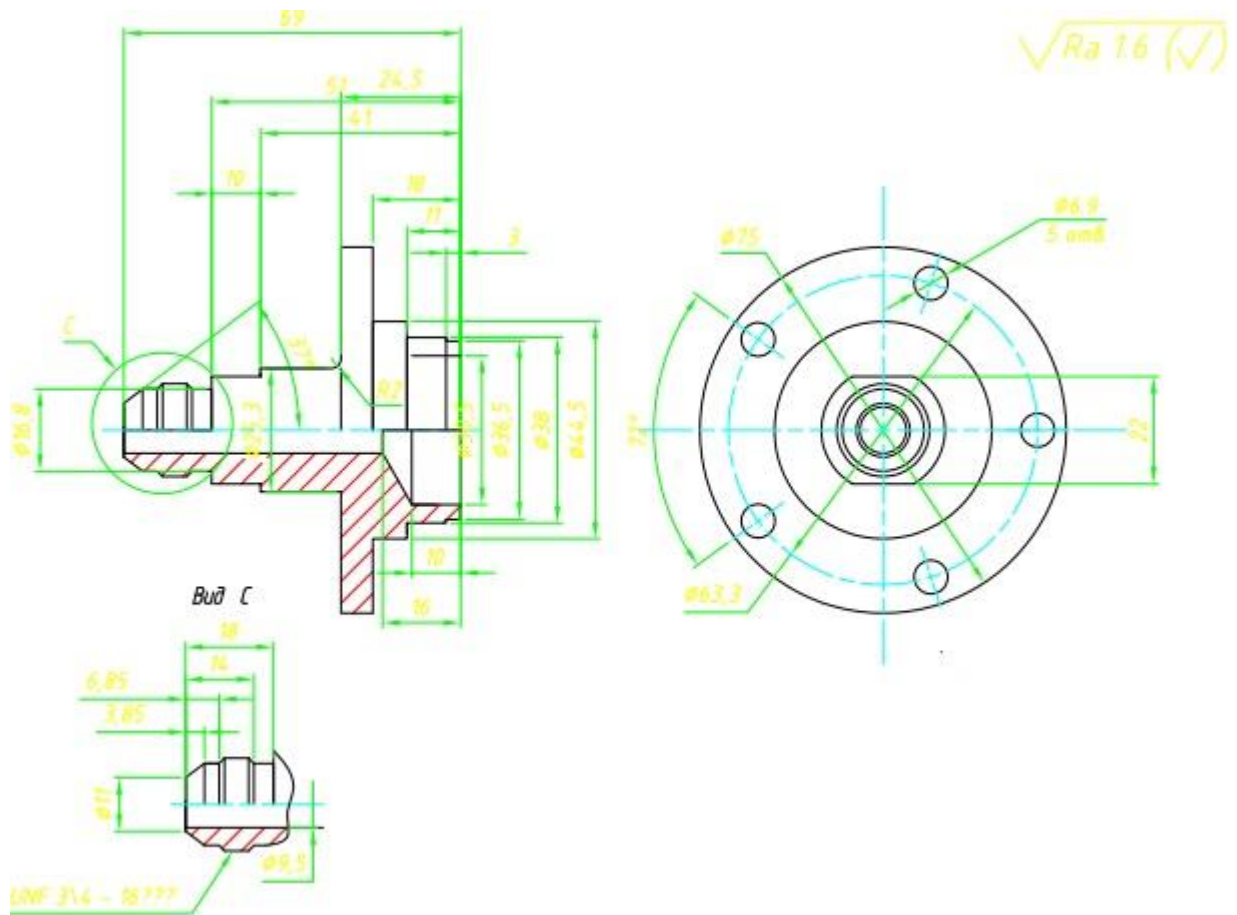


Рисунок 1.5 Корпус форсунки.

В следующем разделе бакалаврской работы требуется разработать технологический процесс изготовления форсунки газовой горелки. Разрабатываемый технологический процесс призван использовать современные достижения науки и техники, а также современные станки и оснастку.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ РАБОТЫ

Разработаем маршрут механической обработки корпуса жиклера

Таблица 2.1 – Маршрут получения детали для заданных производственных условий

Номер операций	Содержание операции	Поверхности в обработке	Точность поверхности, квалитет	Качество поверхности, Rz
1	2	3	4	5
0000	Заготовительная			
0010	Точение черновое	1,7, 7	Квал.10	12,5
0020	Точение получистовое	1,4,8	Квал 8	3,2
030	Точение чистовое	8,12,9, 12,15	Квал 10	12,5
040	Точение тонкое	14,19	Квал 8	3,2
050	Фрезерование получистовое	12,20	Квал 9	3,2
060	Фрезерование чистовое	13,15,21	Квал 8	3,2
070	Фрезерование чистовое	12,20	Квал 8	3,2
080	Фрезерование черновое	28,29,30,31	Квал 10	12,5
0090	Фрезерование	7,12,14	Квал 8	6,25
0100	Фрезерование	23	Квал 10	25
0110	Фрезерование	23	Квал 8	6,25
0120	Фрезерование	7,12,21	Квал 8	25
0130	Фрезерование получистовое	14,17, 18	Квал 8	12,5

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5
0140	Фрезерование	15,16,17,18	Квал 7	3,2
0150	Сверление	7,13,18	Квал 7	0,8
0160	Мойка		-	-
0170	Контроль		-	-

Последовательность переходов, определенную согласно заданным условиям сводим в таблицу

Таблица 2.2 - Переходы и их последовательность

Номер и название операции	Номер установки	Требования к элементу
1	2	3
0000 Операция заготовительная		Заготовка, круглый прокат, сталь 20Х23 Н18
0005 Операция установочная	01	Устанавливают и крепят заготовку в патроне токарного станка
0010 Операция токарная		Предварительно точение поверхностей 1, 4 и 7 жиклера с припуском 0,5 – 0,7 мм
0015 Операция фрезерная		Получистовая фрезеровка плоскостей 1,4 и 7
0045 Фрезерная		Выполняют чистовое фрезерование поверхностей 8,14
0050 Контрольная		Контролируют основные размеры
0055 Установочная	3	Устанавливают заготовку на рабочем столе
0060 Фрезерная		Производят черновое фрезерование поверхностей 13,14 с припуском 0,7 мм

Продолжение таблицы 2.2

1		3
0065 Фрезерная		Производят чистовое фрезерование поверхностей 13,14 с припуском 0,4 мм
0070 Фрезерная		Производят черновое фрезерование рабочего витка ротора 15
0075 Фрезерная		Производят чистовое фрезерование рабочего витка ротора 15
0080 Фрезерная		Производят черновое фрезерование поверхностей 15,18,21
00085 Фрезерование		Получистовое фрезерование 15,16,17,18
0090 Фрезерование		Чистовое фрезерование 15,16,17,18
0095 Сверление		Доводка центровых фасок
0100 Сверление		Сверление отверстия 29
0105 Сверление		Сверление технологических отверстий 27
0010 Сверление		Сверление технологических отверстий 28
0115 Мойка		
0120 Контроль		Контролировать параметры витка ротора по шаблону

При обработке компонентов форсунки, в том числе жиклера, трубки, корпуса, следует оптимальным образом проводить выбор металлорежущего инструмента, чтобы обеспечить параметры качества и заложенных показателей себестоимости механической обработки.

Таблица 2.3 – Данные с выбором металлорежущего инструмента

Номер и наименование операции	Выбранные инструменты
1	2
0000 Операция заготовительная	
0005 Операция установочная	
0010 Операция токарная	Резец специальный фирмы Sandvik Coromant с обозначением sxk87189
0015 Операция фрезерная	
0020 Операция установочная	
0025 Операция фрезерная	Фреза специальная черновая фирмы Sandvik Coromant с обозначением sx87188
0030 Операция фрезерная	Специальная монолитная фреза фирмы Секо Тулс 2378
0035 Операция фрезерная	Специальная монолитная фреза фирмы Секо Тулс 2378
0040 Операция фрезерная	
0045 Операция фрезерная	
0050 Операция контрольная	
0055 Операция установочная	
0060 Фрезерная	
0065 Фрезерная	Специальная монолитная фреза фирмы Секо Тулс. 2378

Продолжение таблицы 2.3

1	2
0070 Фрезерная	Специальная монолитная фреза фирмы Секо Тулс. 2378
0075 Фрезерная	Специальная монолитная фреза фирмы Секо Тулс. 2378
0080 Фрезерная	Специальная монолитная фреза фирмы Секо Тулс. 2378
0085 Фрезерная	Специальная монолитная фреза фирмы Секо Тулс. 2378
0090 Фрезерная	Специальная монолитная фреза фирмы Секо Тулс 2378
0095 Сверлильная	Специальная монолитная фреза фирмы Секо Тулс 2378
0100 Сверлильная	Сверло ф15 мм, фирма Гарлин, твердосплавное, ф15-150
0105 Сверлильная	Сверло, ф10,2 мм, фирма Гарлин, твердосплавное 10.2-144
0110 Операция сверлиль- ная	Сверло диаметр ф16 мм, фирма Секо Тулс
0115 Операция моечная	
0120 Операция контроль- ная	

Расчет режимов резания

Оптимально выбранные и аналитически подсчитанные режимы резания

позволяют реализовать все заложенные на стадии проектирования параметры технологического процесса, обеспечить качество и точность процесса механической обработки.

Подбор информации по режимам резания будем производить по каталогам фирм –производителей, а также по справочной литературе. Данные с режимами резания приведены на листах графической части работы, а также в таблицах программного пакета.

Нормирование операций

Нормирование является важной частью работ при подготовке и отладке технологического процесса изготовления изделия.

Нормирование несет следующие функции:

- 1)определяется необходимое количество персонала
- 2) делаются коррекции по технологической стоимости изделия, то есть выискивается актуальная для заказчика и изготовителя информация;

Нормирование труда должно быть выполнено оптимальным для данного типа производства. Назначаем нормы времени согласно таблиц программного пакета фирмы Delcam (пакет Power Mill). Результаты технического нормирования сводим в таблицу:

Таблица 2.4 – Результаты технического нормирования

Номер операции	Частота вращения шпинделя	Основное время на операцию
1	2	3
0005	122	2.4
0010	1270	2.3
0015	1270	2.3
0020	1540	1.9
0025	1540	1.9
0030	867	3.8

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3
0035	2120	1.7
0040	312	6.7
0045	1220	2.6
0060	1220	3.4
0065	1220	42
0070	1220	4.2
0075	1220	4.2
0080	1202	4.2
0085	1220	4.1
0090	1200	4.1
0095	25	4,8
0100	15	1.6
0105	30	0.9

На Рисунке 2.1 представлены изготовленные промышленные образцы компонентов форсунки.



Рисунок 2.1 – Изготовленные опытные образцы форсунок

На Рисунке 2.2 представлена фотография, изготовленных согласно предлагаемой технологии жиклеров форсунки

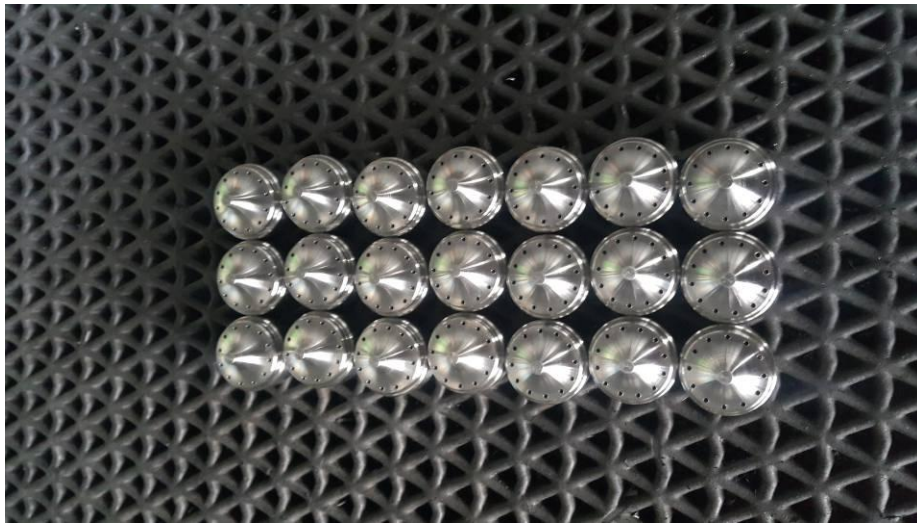


Рисунок 2.2 – Изготовленные жиклеры форсунок

3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СОСТАВЛЯЮЩИХ ЛАЗЕРНОГО ОБРАБАТЫВАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА

Выбор установки и ее описание

Выбираем машину лазерную ЛКД4-015.150, которая предназначена для следующих видов лазерной обработки металлических и неметаллических материалов и изделий:

- прецизионной точечной и шовной лазерной сварки деталей и элементов, выполняемых из различных конструкционных сплавов;
- резки и прошивки отверстий в металлических и неметаллических материалах.
- глубокой лазерной гравировки изделий из металла по заданному чертежу;
- лазерной обработки поверхностей миниатюрных металлических деталей;
- поверхностной наплавки металлических деталей.

Имеется возможность отработки различного вида сварочных швов (на опциональных вращательных оснастках).

Рабочий стол с обрабатываемой деталью перемещается вверх-вниз собственным Z^1 -приводом.

Имеется возможность подачи газов в зону обработки. При работах по сварке, резке или гравировке возможен автоматический поддув защитного газа, кислорода или воздуха через отверстие сопла, а также снизу или сбоку через специальные насадки.

Для защиты Оператора установлена откидная шторка из прозрачного материала, с оптической плотностью не менее чем 10^6 на длине волны лазерного излучения и контуром блокировки работы излучателя при открытом положении шторки.

СОСТАВ МАШИНЫ ЛАЗЕРНОЙ.

Установка содержит следующие блоки и модули:

- каркас опорный с подкатным столом (для размещения излучателя, координатных столов, и блоков питания и управления машиной);
- координатная XYZZ¹ система;
- иттербиевый лазерный волоконный излучатель ЛК-150/1500-QCW-АС;
- оптическая система с ТВ-каналом и ТВ-монитором;
- оптическая система визуального прицеливания с микроскопом ОГМЭ;
- блок управления приводами кинематической системы (БУД);
- блок коммутации и управления машиной (БКУ);
- управляющий компьютер в конфигурации МЛК-4;
- вспомогательные системы: освещение, газовые и пневмосистемы;

Кроме того в комплект поставки входят:

- комплект Эксплуатационно-Технической Документации;
- комплект ЗИП;

В составе прикладного программного обеспечения поставляется Программа управления «ML49.exe», сконфигурированная в соответствии с комплектностью поставки машины и работающая под ОС Windows XP Prof.

В качестве дополнительного оборудования опционно могут быть поставлены:

- вращательные оснастки для сварки/обработки кольцевых швов на деталях вращения;

Внешний вид машин серии ЛКД4-015.150 приведен на Рисунке 3.1



Рисунок 3.1 - Внешний вид машины лазерной серии ЛКД4-015.150

1. Размещение и эксплуатация оборудования производится в соответствии с ГОСТ Р 50723-94 и СанПиН 5804-91.
2. Условия эксплуатации УХЛ 4.1 ГОСТ 15150-69 (+15° +25°С, влажность до 80% при 25° С);
3. Сеть электрическая по ГОСТ 21021-85: 220В±10%, 50±1Гц, 2.5 кВА, 1Р+N+РЕ (заземление);
4. Сеть осушенного сжатого воздуха с давлением 0.2...0.6 МПа (без масла, не выше 2 класса загрязненности по ГОСТ 17433-80).
5. Аргон, азот и др. – при технологической потребности, в баллонах или от рампы. Макс. давление на выходе редуктора – не более 0,6 МПа;
6. Воздушная вытяжка с расходом не менее 160 м³/час (лучше до 600 м³/час);

Укрупненно обозначим три подсистемы машины:

- лазерная система;
- координатная система;
- управляющая система на базе компьютера.

В «Ручном» режиме с пульта управления лазером Оператор может включить или выключить лазер с необходимыми параметрами, перемещать столы координатной системы с помощью кнопок клавиатуры или кнопок пульта ручного перемещения, включать освещение, открывать клапаны пневмо- и газовых каналов поддува и т.д.

Ниже опишем основные органы и элементы управления машиной и их назначение.

Каркас опорный машины лазерной МЛК4.

1. Механизм перемещения по Z и Z₁.
2. Механизм перемещения по Y.
3. Рабочий стол (установлен на X-оси) и вращательный привод.
4. Оптическая система с узлом подсветки рабочего поля.
5. Лазерный коллиматор с узлом телескопического расширителя.
6. Микроскопная головка ОГМЭ (только опционально)
7. Силовой шкаф и отсек с управляющим компьютером.

8. Консоль Оператора.
9. Монитор компьютера и клавиатура с «мышью».
10. Монитор ТВ-канала.
11. Лазер иттербиевый импульсный ЛК-150/1500-QCW. Установлен в стойке.
12. Элементы управления электропитанием (в стойке)
13. Педаль управления лазером.

Управление.

Включение/выключение электропитания осуществляется кнопками, расположенными на передней панели стойки в левой части машины.

Ручное и автоматическое управление машиной при настройке режимов и параметров осуществляется с консоли Оператора, в правой части машины.

Настройка параметров, управление и запуск работы в автоматическом режиме осуществляется посредством клавиатуры и «мышки» управляющего компьютера, расположенном в «ДИСТАНЦИОННОМ» режиме (т.е. режиме автоматического управления) управление осуществляется полностью от управляющего компьютера машины.



Рисунок 3.2 - Расположение элементов управления электропитанием машины ЛКД4-015

В левом силовом шкафу машины расположены (сверху вниз) автоматы защиты и контроля сетевого электропитания, вторичные источники стабилизированного питания (ВИПы) +24В (для питания шести ШД-приводов SMD-42), три ВИПа на +5В и ±12В для питания электроники и блоков управления, микропроцессорная плата управления источником питания лазера и вспомогательными системами подачи газов, и плата силовых ключей.

Пульт предназначен для управления освещением и электроклапанами газовой и пневмосистем.

В соответствии с этим на пульте расположены следующие кнопки и индикаторы:

- зона включения и контроля электропитания;
- зона ручного управления блоком питания лазера (индикатор и кнопки в левой части панели блока лазера);

На выносном пульте управления расположены пять или восемь кнопок ручного управления координатными столами X, Y и Z. При одновременном нажатии и на центральную кнопку «*» происходит ускоренное перемещение столов. Кнопки работоспособны только при включенном компьютере.

Фотодатчик ИЭМ установлен непосредственно за поворотным зеркалом. В некоторых случаях фотодатчик ИЭМ устанавливается за задним («глухим») зеркалом излучателя.

При заводской калибровке ИЭМ настраивается таким образом, чтобы высвечиваемые значения соответствовали (с точностью не хуже 10%) энергии в Джоулях и мощности в Ваттах.

Однако необходимо отметить, что данный прибор не является метрологически достоверным измерителем, а всего лишь индикатором относительных значений и для получения достоверных значений его необходимо периодически калибровать по метрологически аттестованному прибору.

ИЭМ-4-1 исполнения «002» представляет собой отдельно устанавливаемый индикаторный блок с габаритными размерами 90x100x45 мм, к которому подключены фотоприемная головка (Ø30x70 мм) и внешний источник питания.

Индикаторный блок в свою очередь состоит из:

- модуля аналогового;
- модуля АЦП и управления с индикатором.

На передней панели индикаторного блока ИЭМ-4 расположены элементы включения, управления и индикации. Кнопки «ТЕСТ», «ДЛИТ», «ЧАСТ» и «МОЩН» предназначены для переключения ИЭМ в режим калибровки/тестирования, измерения длительности лазерного импульса, измерения частоты повторения лазерных импульсов и измерения средней мощности лазерного излучения соответственно.



Рисунок 3.3 - Элементы управления на лицевой панели индикатора ИЭМ-4-1

Фотоприемник. Компоненты фотоприемника собраны в защитном металлическом корпусе-«стакане» (с установочной резьбой или посадочным фланцем) и соединены с измерительным блоком экранированным кабелем. В корпусе с необходимым зазором установлены: собирающая линза, ИК и молочные светофильтры, калибровочные нейтральные светофильтры и фотодиод

В качестве чувствительного фотоприемника в базовой поставке используется фотодиод ФД-7К, включенный со смещением. Для нормализации величины светового потока и уменьшения зонной чувствительности фотоприемника в корпусе перед фотоприемником может быть установлен набор из нескольких нейтральных фильтров (НС) и матовое молочное стекло, Отрезающий ИК-фильтр

служит для уменьшения фонового светового потока. Положительная линза с фокусным расстоянием $f = 30$ мм (устанавливается при необходимости) позволяет уменьшить поперечный размер пятна, так, чтобы он всегда был меньше размера чувствительной площадки фотодиода.

В составе лазерных установок серии МЛ или ЛТА корпус фотоприемника, как правило, крепится в специальное гнездо на корпусе оптической системы (за последним поворотным зеркалом). При таком расположении излучение, попадающее на вход фотоприемника всегда ослаблено и фотоприемник работает в режиме малых сигналов без насыщения.

После включения ИЭМ кнопкой СЕТЬ (или при подаче питания на индикаторный блок) измеритель автоматически переходит в режим самотестирования ТЕСТ. Если все устройства ИЭМ работают правильно, то в процессе тестирования на индикаторе последовательно появляются цифровые тестовые значения измерения известной аналоговой величины. По окончании теста на экране индикатора высвечивается «0». Индикатор переходит в режим ожидания прихода первого импульса излучения. В противном случае, высвечивается один из следующих кодов ошибки:

Е1 – ошибка на входе определения наличия импульса;

Е2 – «ноль» интегратора слишком велик;

Е3 – константа калибровки слишком мала;

Е4 - константа калибровки слишком велика;

С появлением импульсного излучения на входном окне фотоприемника, на индикаторе высвечивается значение, пропорциональное энергии импульса излучения в Джоулях.

Оптическая схема.

Оптическая схема машины лазерной ЛКД4 включает два самостоятельных узла:

- Излучатель лазерный;
- Оптическую систему (далее ОС) для разворота лазерного пучка и заведения его на сварочную или режущую головку и на силовой фокусирующий объектив, а также для формирования канала визуального наблюдения;

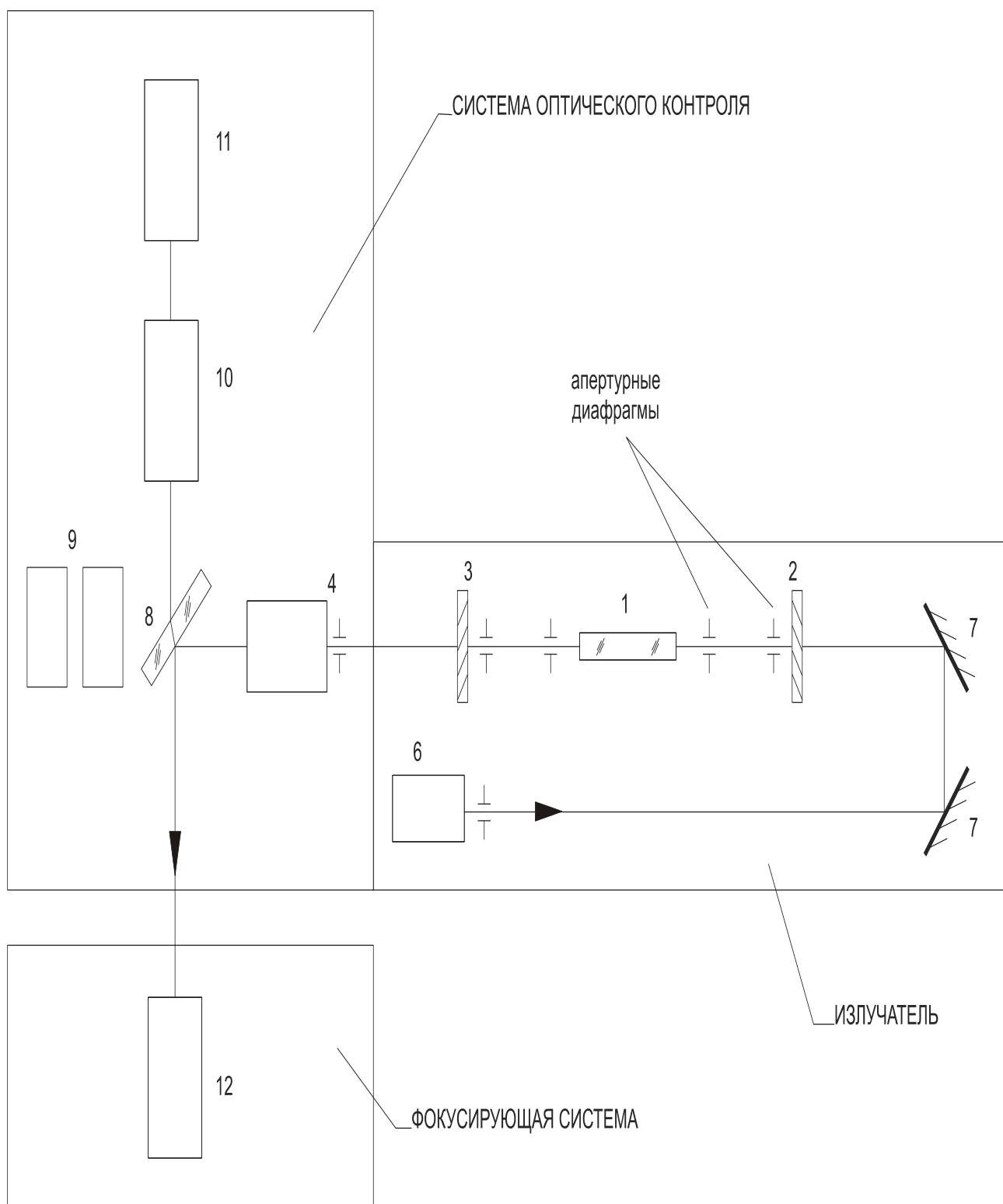


Рисунок 3.4 - Оптическая схема машин лазерных ЛКД4.

- 1- квантрон излучателя (опт. элемент)
- 2- «глухое» зеркало резонатора
- 3- выходное зеркало резонатора
- 4- телескоп

- 5- фотоприемник (опция)
- 6– юстировочный лазер-пилот
- 7- зеркала лазер-пилота
- 8- дихроичное поворотное зеркало
- 9– оптические элементы фотоприемника (опция)
- 10- объектив визуального канала, $f=100\text{мм}$
- 11- ТВ-камера
- 12- фокусирующий объектив ($f=100\text{мм}$)

Выходное излучение лазера подается на входной зрачок регулируемого телескопического расширителя (4) оптической системы. В зависимости от задачи (сварка или резка) используется различная настройка телескопического расширителя (телескопа). Телескоп устанавливается за коллиматором лазера на закрытом кронштейне, закрепляемом на передней стенке излучателя.

При поставке привода с автоматическим перемещением по Z, корпус (1) блока поворотных зеркал ОС закрепляется на верхнем неподвижном кронштейне привода Z точно напротив выходного окна телескопа, а узел с силовой оптикой и защитным соплом ввинчивается в установочную резьбу нижнего подвижного кронштейна привода по Z, строго соосно со вторым поворотным зеркалом, установленным в корпусе (1') ОС.

Сколлимированный телескопом лазерный пучок попадает точно на центр 45° поворотного зеркала (8). Зеркало разворачивает пучок вниз на фокусирующий объектив (12) сварочной, режущей или универсальной (сварочно-режущей) головки. Для защиты открытой вертикальной ветви силового оптического тракта переменной длины используется раздвижной резиновый гофр и телескопические металлические втулки (См. Рис.6).

В сварочной головке фокусирующий (силовой) объектив предварительно монтируется (сверху) в установочную резьбу механизма ручного перемещения сопла (± 3 мм).

В сварочной головке выходное отверстие сопла велико (3...6 мм). Крепление сопла выполнено таким образом, чтобы обеспечить настроенное перемещение

сопла (± 3 мм) по вертикали при неподвижном сфокусированном объективе.

В универсальной «сварочно-режущей» головке, (а также в «режущей» головке с емкостным датчиком БСЗ) фокусирующий (силовой) объектив ввинчивается снизу в установочную резьбу механизма (6) ручного перемещения объектива относительно неподвижного сопла. (Рисунок 3.5)

Для резки в универсальную головку устанавливается короткофокусный объектив ($f=64$ мм) и короткое сопло с малым отверстием (0,5...0,9 мм), его расстояние от поверхности материала поддерживается малым и постоянным (200...500 мкм) и важна точная центровка лазерного пучка по маленькому отверстию сопла и газовому потоку). Сопло с уплотняющей прокладкой ввинчивается в резьбу керамической изолирующей втулки.

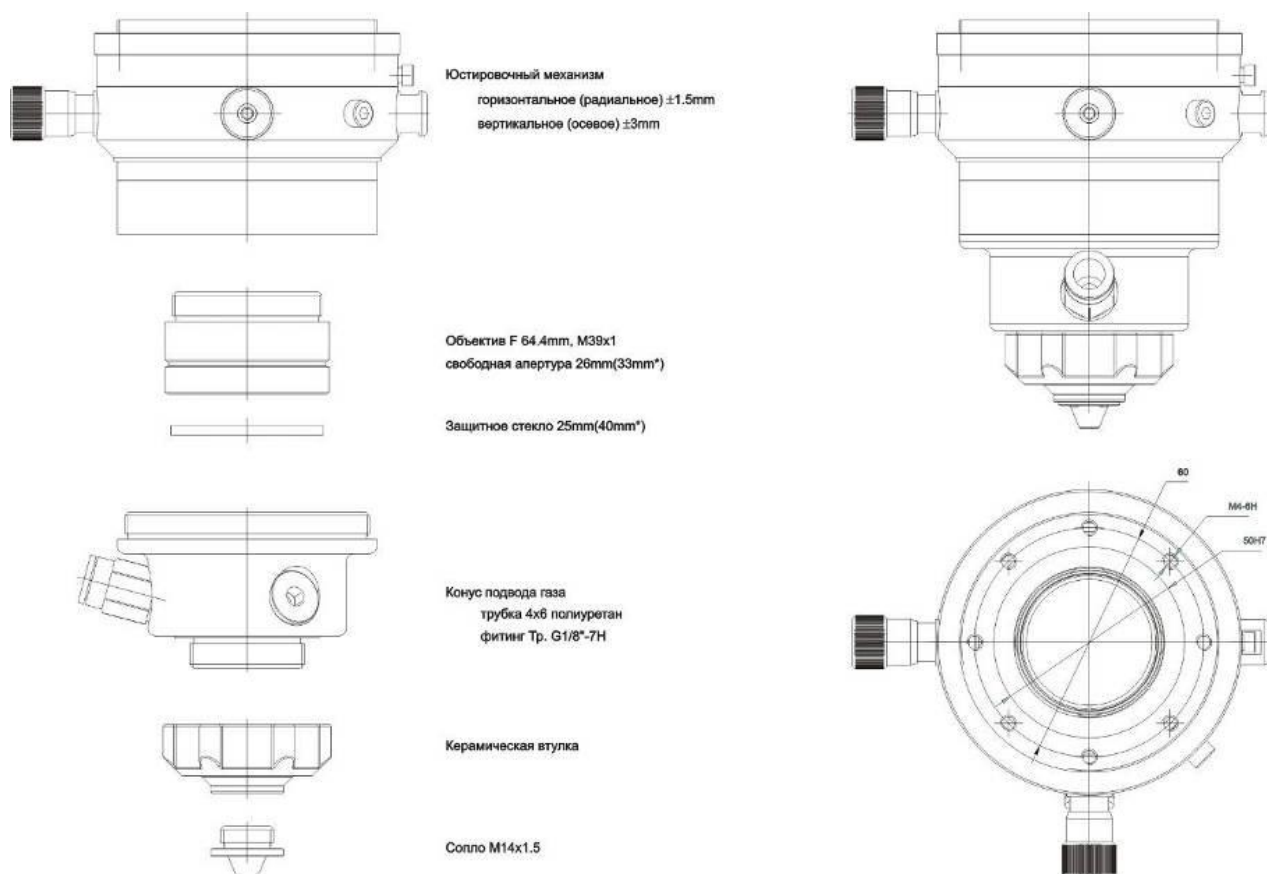


Рисунок 3.5 - Устройство «универсальной головки» (показан «режущий» объектив $f=64$ мм и короткое сопло для резки)

Для сварки устанавливается длиннофокусный объектив ($f=100$ мм) и длинное сопло с большим отверстием (3...6 мм), его расстояние от поверхности мате-

риала может быть достаточно велико (3...10 мм). Однако центровка пучка по отверстию сопла также важна, чтобы не допустить виньетирование широкого лазерного пучка.

Поэтому крепление объектива в данной головке выполнено таким образом, чтобы обеспечить его точное центровочное перемещение (регулируемыми винтами ± 2 мм влево-вправо в горизонтальной плоскости), и фокусирующее перемещение (± 3 мм по вертикали при повороте фокусирующего кольца (поворот на $\pm 360^\circ$ обеспечивает смещение объектива на ± 1 мм по оси Z)). Для удобства оператора на образующей кольца нанесена разметка через 0,1 мм.

Кинематическая система машины включает X-Y координатный стол, с размерами оговоренными предварительно и приводимый в движение шаговыми двигателями, механизм автоматической подачи силового объектива по оси Z и механизмы и приводы вращательных оснасток, опционально устанавливаемых на X-Y-стол непосредственно под задачу Потребителя.

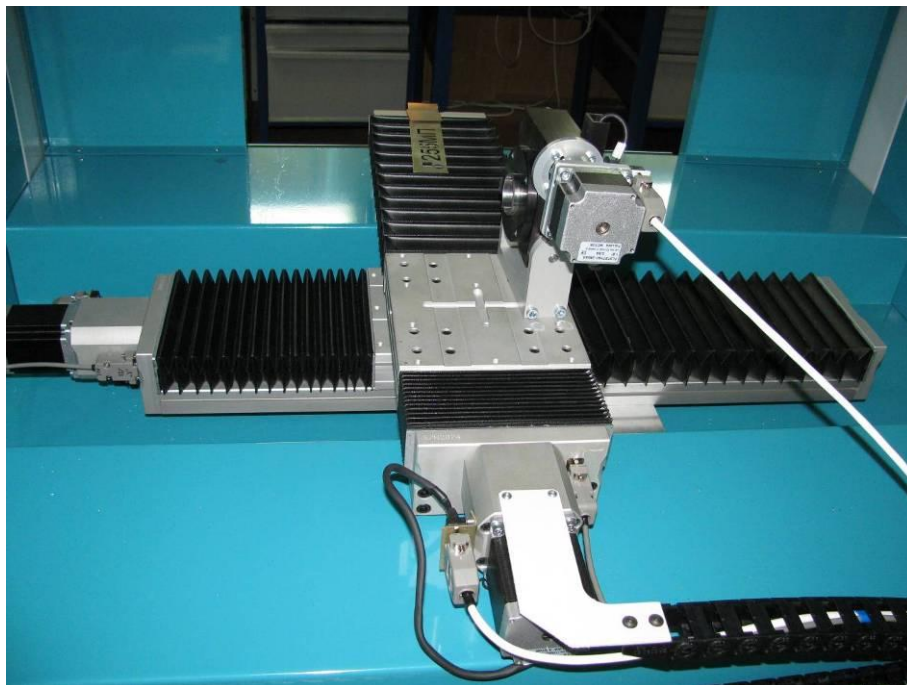


Рисунок 3.6 - Стол координатный с ходом по X-Y от 300×300мм и до 500×400 мм. Сверху показан привод вращения с конусом Морзе №4

На Рисунке 3.7 представлено фото свариваемых при помощи описанной и изученной лазерной установки форсунок. На Рисунке 3.8 показано сравнение полученного образца форсунки с образцом американской фирмы - производителя. Очевидно, что сваренная при помощи вышеописанного лазерного комплекса сборочная единица характеризуется более равномерным и минимальным сварным швом.



Рисунок 3.7 – Фото сваренных при помощи лазерной установки образцов форсунок



Рисунок 3.8 – Сравнение полученного образца форсунки с американским аналогом

4 ЭКОЛОГИЧНОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ ОБЪЕКТОВ ТЕХНИКИ

Основные характеристики объекта

Механическая обработка и сварка форсунок выполняется в производственных условиях ООО «ОстеоТех», с применением парка универсальных и специализированных станков, а также с использованием лазерной установки. К таким станкам относятся:

- 1) мойки;
- 2) токарные станки;
- 3) фрезерные станки;
- 4) вспомогательные станки для механической обработки ;
- 5) лазерная установка
- 9) устройства для механической доработки
- 10) установки и приспособления для контроля качества.

Выполнение работ может сопровождаться несчастными случаями и возникновением у персонала профессиональных заболеваний.

За соблюдением правил техники безопасности на предприятиях следит инспекция Госгортехнадзора РФ, инспектор ЦК профсоюзов, Государственная санитарная инспекция и Государственная инспекция пожарной охраны.

Таблица 4.1 – Технологический паспорт объекта

Операция, вид объекта	Наименование должности рабочего объекта	Механизмы, устройства и средства автоматизации, применяемые на объекте	Вспомогательные материалы и вещества объекта
1	2	3	4
1. Контроль исходной заготовки, мойка	Слесарь-сборщик	Моечная машина специальное приспособление	Ветошь, абразивные круги, набор ключей
2. Механическая обработка на станках с ЧПУ токарной, фрезерно – токарной и фрезерной групп	Оператор станков с числовым программным управлением	Установка для наплавки	Средства очистки рабочей зоны, ветошь, смазывающе – охлаждающие жидкости

Продолжение таблицы 4.1

1	2	3	4
3. Контроль качества	Дефектоскопист	Твердомер, параметрическая машина для замера параметров ротора компрессора	Ветошь

Идентификация рисков на производстве

Таблица 4.2 – Данные по основным профессиональным рискам

Операция технологического процесса, выполняемые работы	Опасные и вредные производственные факторы	Источники опасных и вредных производственных факторов
1. Мойка, установка в приспособления	Движущиеся части механизмов, машин, установочных элементов, оборудования. Острые кромки зажимных и базировочных приспособлений. Смыкающиеся и потенциально опасные для травмирования элементы	Машинка угловая шлифовальная, молотковая установка ММА-1, приспособление зажимное специальное
2. Механическая обработка с использованием фрезерных, фрезерно – токарных, токарных и электроискровых станков	Повышение температуры рядом с зоной обработки, подвижные части и элементы фрезерного и токарного оборудования, вероятность схода сливной стружки при выполнении операций точения и фрезерования наружных и внутренних поверхностей ротора компрессора, возникновение испарения и растворение в воздухе продуктов эрозии при реализации технологического процесса электроэрозионной обработки с использованием проволочного координатно – вырезного станка	Токарный, фрезерно – токарный станок, электроискровое (электроэрозионное оборудование).
3. Проверка и контроль качества готового изделия	Острые кромки и заусенцы на контрольных и зажимных элементах приспособлений для замера твердости, на координатно – измерительной машине	Твердомер, параметрическая установка для контроля соответствия полученных поверхностей требованиям моделей и чертежей

Предлагаемые методы и решения для снижения профессиональных рисков

Таблица 4.3 - Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов

Факторы, являющиеся вредными и опасными на производстве	Мероприятия для защиты труда персонала и минимизации действия опасных и вредных производственных факторов	Предлагаемые технические решения, средства защиты
1. Острые кромки, заусенцы и шероховатости на элементах станков, инструмента и оснастки	Инструктаж персонала по технике безопасности	Специальная одежда, защитные перчатки
2. Движущиеся части машин и механизмов, производственного оборудования	Выполнение соответствующей привлекающей внимание окраски элементов, нанесение надписей с предупреждениями об опасности	-
3. Высокое значение температуры поверхностей у оборудования и материалов	Периодический инструктаж по технике безопасности	Средства защиты в виде перчаток, спецодежда
4. Скачки напряжения и повышенное напряжение в электрической сети, питающей станки и установки	Выполнение защитного заземления энергетических установок, периодический контроль состояния электрических цепей оборудования	-
5. Загазованность и запыленность рабочей зоны в связи с выбросами в воздух продуктов эрозии (при работе эрозионных станков)	Проектирование и установка местной вентиляции	Респираторы

Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Таблица 4.4 – Предлагаемые средства для обеспечения пожарной безопасности

Средства первичные пожаротушения	Средства мобильные для тушения	Установки стационарные для тушения пожара	Пожарная автома- тика	Приме- нение пожар- ного обору- дования	Сред- ства для индиви- дуаль- ной за- щиты	Инстру- мент для пожа- роту- шения	Используй- вание по- жарной сигнализа- ции
Ящики с песком, кошма, огнетушитель ОУ-1	По- жарные авто- мобили (вызы- вают- ся)	-	-	Краны пожар- ные напор- ные по- жарные рукава	Наличие плана эвакуа- ции	Нали- чие ло- паты, багра, топора	Телефон в помещении начальника участка, кнопка из- вещения о пожаре

Таблица 4.5 - Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок, подразде- ление	Оборудо- вание	Класс пожа- ра	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факто- ров пожара
Участок лазерной сварки	Выпрями- тель сва- рочный ВД-252, полуавто- мат ПДГ- 525, ма- шинка шлифо- вальная	пожары, свя- занные с воспламене- нием и горе- нием ве- ществ и ма- териалов электроуста- новок, нахо- дящихся под электриче- ским напря- жением (Е)	пожары, которые протекают при воспламенении и горении веществ и материалов на электроустанов- ках, имеющих электрическое напряжение (Е)	Наличие пламени и искр; теплового по- тока; повышенной температуры окру- жающей среды; по- вышенной концен- трации токсичных продуктов горения горения и термиче- ского разложения; пониженная кон- центрация кислоро- да; снижение види- мости в дыму

Таблица 4.6 – Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Технологический процесс	Вид реализуемого организационного или технического мероприятия	Требования для обеспечения пожарной безопасности, достигаемый эффект
Ремонтная наплавка	Ознакомление рабочего персонала и служащих с правилами пожарной безопасности, использование средств наглядной агитации по пожарной безопасности, проведение с производственным персоналом учений по обеспечению пожарной безопасности	Необходимо в достаточном количестве наличие на участке первичных средств пожаротушения, применять защитные экраны для ограничения разлёта искр.

Обеспечение экологической безопасности технологического объекта

Таблица 4.7 – Идентификация экологических факторов технического объекта

Реализуемый технологический процесс	Составляющие операции технологического процесса	Отрицательное влияние технического объекта на атмосферу	Отрицательное влияние технического объекта на гидросферу	Отрицательное влияние технического объекта на литосферу
Механическая обработка	Установка, базирование, обработка	Пары смазывающе – охлаждающей жидкости (на станках с открытой рабочей зоной)	Проявитель и закрепитель рентгеновских снимков	упаковка от порошка бумажная и полиэтиленовая; металлолом, преимущественно стальной; бытовой мусор.

Таблица 4.8 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду

Наименование технического объ- екта	Ремонтная сварка
Мероприятия по снижению нега- тивного антропо- генного воздей- ствия на литосфе- ру	Необходимо произвести установку контейнеров, для селек- тивного сбора бытового мусора и производственных отхо- дов. Предусмотреть отдельный контейнер для металлолома. Нанести на контейнеры соответствующие надписи. Прово- дить инструктаж среди производственного персонала по правильному складыванию в контейнеры мусора и отходов.

Заключение по разделу

При выполнении данного раздела выявлены опасные и вредные производственные факторы, сопровождающие предлагаемую технологию. Произведён анализ возможности устранения и уменьшения этих факторов, показавший, что при использовании стандартных средств обеспечения безопасности и санитарии производства можно добиться безопасности работников при промышленном внедрении результатов бакалаврской работы. В разработке специальных и дополнительных средств защиты нет необходимости. Наблюдается угроза экологической безопасности. При осуществлении проектной технологии требуется соблюдать технологический регламент и производственную санитарию.

5 ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

5.1 Исходные данные для экономических расчётов

Представленная работа является научно-исследовательской и направлена на разработку методики и рекомендаций по коррекции параметров режима контактной точечной сварки в условиях шунтирования сварочного тока.

Экономическое обоснование данной научно-исследовательской работы состоит из следующих этапов:

- 1) определить трудоемкость и длительность выполнения работ;
- 2) составить линейный план-график выполнения работ в течение всего исследования.
- 3) рассчитать текущие, капитальные и полные затраты, необходимые для проведения данной научно-исследовательской работы.

Работы, которые выполняются в ходе научного данного исследования, разбиваем на отдельные стадии и этапы и сводим в таблицу 5.1.

Таблица 5.1 - Наименование стадий и содержание этапов НИР

Наименование этапа НИР	Содержание этапа НИР
1	2
1. Знакомство с существующими в настоящее время рекомендациями и технологическими приёмами по назначению параметров режима контактной сварки и изучению температурных полей	1.1 Анализ литературы по теме исследования тепловых процессов при лазерной сварке 1.2 Изучение влияния режимов сварки на тепловые процессы при лазерной сварке 1.3 Инженерные расчёты по определению тепловыделения при лазерной сварке 1.4 Изучение влияния тепловыделения на формирование соединений при лазерной сварке

Продолжение таблицы 5.1

1	2
2. Экспериментальная изучение влияния краевых условий на формирование соединения при лазерной сварке	2.1 Математическое моделирование 2.2 Вычислительные эксперименты. 2.3 Обработка результатов вычислительного эксперимента
3. Изучение влияния шунтирования на формирование соединения при лазерной сварке	3.1 Математическое моделирование 3.2 Обоснование требований к погрешностям. 3.3 Вычислительный эксперимент 3.4 Обработка результатов вычислительного эксперимента
4. Оформление результатов и формулирование выводов по научно - исследовательской работе	4.1 Оформить отчет, отражающий этапы проведённых работы 4.2 Сформулировать выводы по результатам проведенных работ 4.3 Разработать рекомендации по использованию результатов работы в производстве и сформулировать направления проведения дальнейших исследований. 4.4 Составить фактический график выполнения работ и провести анализ причин отклонения от принятого плана. 4.5 Рассчитать фактически произведённые материальные затраты

5.2 Трудоемкость и длительность выполнения этапов работ

Назначаем длительность выполнения этапов научно-исследовательской работы: оптимистическая (наименьшая) трудоемкость T_{min} и пессимистическая (наибольшая) трудоемкость T_{max} .

Таблица 5.2 – Величина трудоёмкости проведения этапов научно-исследовательской работы

Груд-ть, чел/дни	№ этапа научно-исследовательской работы															
	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	3.3	3.4	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5
Тмин	2	1	2	3	4	7	2	12	4	2	1	3	10	2	1	4
Тмакс	4	3	3	6	5	9	5	17	7	5	5	6	13	4	3	5

1) Расчёт ожидаемой трудоёмкости выполнения каждого этапа работы (в человеко/днях) производим с применением формулы:

$$T_{ож} = \frac{3T_{\min} + 2T_{\max}}{5} \text{ (чел/дн.)}, \quad (5.1)$$

где T_{\min} – величина оптимистической (наименьшей) трудоёмкости;

T_{\max} – величина пессимистической (наибольшей) трудоёмкости.

Результаты расчета величины ожидаемой трудоёмкости представим таблично (табл. 5.3).

Таблица 5.3 – Величина ожидаемой трудоёмкости этапов научно-исследовательской работы

Тожид., чел/дн.	№ этапа научно-исследовательской работы															
	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	3.3	3.4	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5
	3	2	2,5	4	4,5	8	3	14	5	3	2,5	4	11	3	2	4,5

2) Расчёт длительности каждого этапа научно-исследовательских работ (в человеко/ днях) произведём с применением формулы:

$$T_{эт} = \frac{T_{ож}}{Ч} \text{ (чел/дн.)}, \quad (5.2)$$

где $Ч$ – количество исполнителей (человек) на данном этапе научно-исследовательской работы.

После вычисления длительности всех этапов проведения научно-исследовательской работы, назначим количество участников (человек) на каждом её этапе.

Результаты расчета величины $T_{эт}$ для каждого этапа научно-исследовательской работы сводим в таблицу 5.4.

Таблица 5.4 – Расчётная численность участников на этапах научно-исследовательской работы

№ этапа НИР	Число исполнителей			
	Инженер	Рабочий	Техник	Всего
1.1.	1	–	1	2
1.2.	1	–	1	2
1.3.	1	–	1	2
1.4.	1	–	1	2
2.1.	–	–	1	1
2.2.	1	–	–	1
2.3.	–	–	1	1
3.1.	1	1	1	3
3.2.	1	1	1	3
3.3.	1	–	1	2
3.4.	1	–	1	2
4.1.	1	–	1	2
4.2.	1	–	1	2
4.3.	1	–	1	2
4.4.	1	–	1	2
4.5.	1	–	1	2

Производим расчёт суммарной длительности научно-исследовательской работы: $T_{\text{НИР}} = \sum T_{\text{эт}}$, $T_{\text{НИР}} = 44$ дня.

3) Расчёт удельного значения каждого этапа производим по формуле:

$$U_{\text{д.эт.}} = \frac{T_{\text{эт.}}}{T_{\text{НИР}}} \cdot 100\% \quad (5.3)$$

Таблица 5.5 – Количество участников проекта по этапам НИР

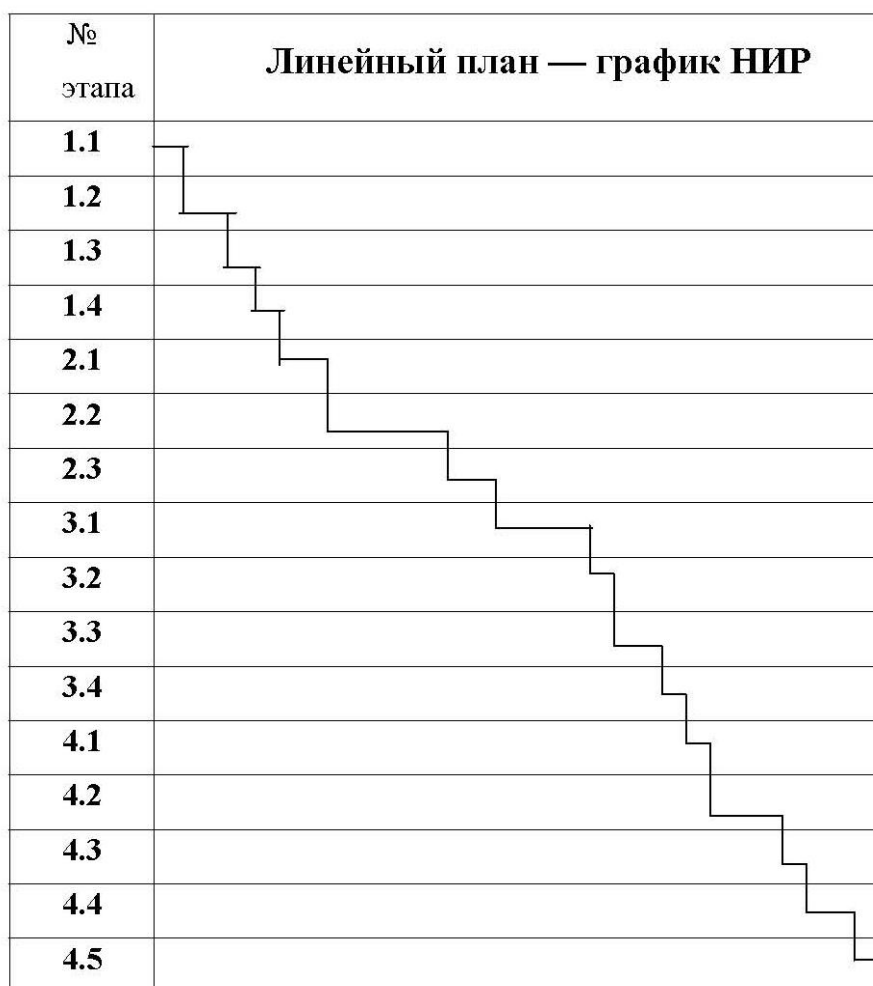
Тэт, чел/дн.	№ этапа научно-исследовательской работы															
	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	3.3	3.4	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5
	1,5	1	1,5	2	4,5	8	3	5	2	1,5	1,5	2	5,5	1,5	1	2,5

Результаты расчета величины $U_{\text{д.эт}}$ сводим в таблицу 5.6.

Таблица 5.6 – Значение удельной трудоёмкости по этапам

Уд. этапа, %	№ этапа научно-исследовательской работы											
	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	3.3		
	3,03	4,54	3,03	1,52	6,06	21,19	15,15	4,55	4,55	7,58		
Уд. этапа, %	№ этапа научно-исследовательской работы											
	3.4		4.1		4.2		4.3		4.4		4.5	
	4,55		4,55		12,12		1,52		3,03		3,03	

4) Производим построение линейного плана — графика выполнения научно-исследовательской работы. Построение графика осуществляем путем последовательного откладывания отрезков, длина которых пропорциональна длительности каждого этапа (рис. 5.1).



$$T_{\text{нир}} = 44 \text{ дня.}$$

Рисунок 5.1 – Линейный план-график выполнения научно-исследовательской работы

5.3 Текущие, капитальные и общие затраты на проведение НИР

Затраты на проведение исследований рассматриваем как полную себестоимость выполнения работы.

Расчёт текущих затрат производим как:

$$K_{тек} = \PhiЗП + Ос.с. + ЗМ + Зтех.эн. + \\ + Аоб. + Зплощ. + Зинстр. + Нр + РП пр \quad (5.4)$$

где $\PhiЗП$ – величина фонда оплаты труда;

$Ос.с.$ – величина отчислений на социальное страхование;

$ЗМ$ – объем средств, затрачиваемых на материалы;

$Зтех.эн.$ – стоимость электрической энергии;

$Аоб$ – объём затрат на амортизацию оборудования;

$Зплощ.$ – затраты на производственные площади;

$Зинстр.$ – объём средств, затраченных на приобретение инструмента, необходимого для проведения научно-исследовательской работы.

$Нр$ – величина общих накладных расходов;

$РП пр$ – величина расходов прочих прямых, которые связаны со специфической научно-исследовательской работой.

1) Рассчитываем заработную плату персонала на проведение исследований с учётом отчислений на социальное страхование

$$\PhiЗП = ЗПЛ осн + ЗПЛ доп \quad (5.5)$$

Расчёт затрат на основную заработную плату производим по формуле:

$$ЗПЛ осн = \sum Трaб \cdot Сд \cdot К пр \cdot И \quad (5.6)$$

где $Трaб$ - время работы каждого участника исследования на всех его этапах;

$Сд$ - дневная ставка каждого участника научно-исследовательской работы;

$К пр$ – значение коэффициента, учитывающего премиальные доплаты (= 1,4);

$И$ – число участников на каждом этапе научно-исследовательской работы.

Таблица 5.7 – Фонд заработной платы

№ п/п	Должность	Месячный оклад	Дневная ставка
1	И н ж е н е р	8380 рублей	349,2 рублей
2	Т е х н и к	5250 рублей	218,8 рублей
3	Р а б о ч и й	4720 рублей	196,7 рублей

$ЗПЛ_{осн} = (44 \cdot 349,2 \cdot 1,4 \cdot 1) + (44 \cdot 218,8 \cdot 1,4 \cdot 1) + (7 \cdot 196,7 \cdot 1,4 \cdot 1) = 36916,46$ рублей.

Расчёт дополнительной заработной платы производим по формуле:

$$ЗПЛ_{доп} = 10\% \text{ от } ЗПЛ_{осн} \quad (5.7)$$

$ЗПЛ_{доп} = 36916,46 \cdot 0,1 = 3691,65$ рублей.

Размер фонда оплаты труда на проведение НИР составляет:

$ФЗП = 36916,46 + 3691,65 = 40608,11$ рублей.

Расчёт отчислений на социальное страхование производим как:

$$Ос.с. = 40\% \text{ от } ФЗП \quad (5.8)$$

$О с.с. = 0,4 \cdot 40608,11 = 16243,24$ рублей.

2) Расчёт затрат на материалы для проведения научно-исследовательских работ.

Затраты на материалы включают в себя затраты средств на приобретение канцелярских товаров, расходуемых в процессе эксперимента и на изготовление опытных образцов для проведения натуральных экспериментов

$$ЗМ = ЗМ_{расх.} + ЗМ_{образц.} + ЗМ_{вспом.} \quad (5.9)$$

где $ЗМ_{расх.}$ – объём затрат на приобретение расходных материалов, используемых в экспериментах;

$ЗМ_{образц.}$ – объём затрат на материал для изготовления образцов, используемых в экспериментах;

$ЗМ_{вспом.}$ – объём затрат на приобретение вспомогательных материалов: электродов для контактной машины и технологическую воду для охлаждения.

Составляем таблицу расходных материалов, которые используются в процессе проведения исследований.

Расчёт затрат на образцы и электроды производим по формуле:

$$\text{ЗМ образц.} = \text{Нр} \cdot \text{Цм} \cdot \text{U} \quad (5.10)$$

где Нр – расход металла на изготовление одного образца;

Цм – цена 1 кг металла изготовления образцов;

U - количество образцов, используемых при проведении эксперимента.

U = 26 штук.

Таблица 5.8 – Расчёт стоимости материалов

№ п/п	Расходный материал	Единица измерения	Количество	Стоимость
1.	Офисная бумага	пачка	1/2	70
2.	Заправка чернил принтера	штук	1	120
3.	Ручка шариковая	штук	2	17
4.	Карандаш простой	штук	2	12
5.	Ластик	штук	1	4
6.	Линейка пластмассовая	штук	1	3
7.	Степлер малый	штук	1	20
ИТОГО				246

Таблица 5.9 – Расчёт затрат на образцы

Расход металла на один образец	Цена металла
0,02 кг	19,7 руб./кг

ЗМ образц. = 0,02 · 19,7 · 26 = 10,24 рублей.

Примем объём затрат на приобретение вспомогательных материалов (элек-

тродов для контактной сварки технологическую и воду) 10% от объёма затрат на образцы.

$$\text{ЗМ вспом.} = 10\% \text{ ЗМ образц.} \quad (5.11)$$

ЗМ вспом. = $10,24 \cdot 0,1 = 1,02$ рублей.

ЗМ = $246 + 10,24 + 1,02 = 257,26$ рублей.

3) Расчёт затрат на амортизацию оборудования (Аоб) производим следующим образом.

- расчёт амортизации компьютерной техники производим по формуле:

$$A_{об}^1 = \Sigma Ц_{об} \cdot \frac{Н_a \cdot T_{раб.}}{\Phi_{об} \cdot 100} \quad (5.12)$$

где $Н_a$ – норма амортизации для персональных компьютеров, $Н_a = 54\%$;

$\Sigma Ц_{об}$ – цена оборудования, применяемого для выполнения НИР;

$\Phi_{об}$ – фонд работы оборудования;

$T_{раб.}$ – время работы оборудования, принимается приблизительно 70 часов.

- расчёт амортизации сварочного оборудования производим по формуле:

$$A_{об}^2 = \Sigma Ц_{об} \cdot \frac{Н_a \cdot T_{исп.}}{\Phi_{об} \cdot 100} \quad (5.13)$$

где $Н_a$ – норма амортизации сварочного оборудования, $Н_a = 18\%$;

$\Sigma Ц_{об}$ – цена оборудования, применяемого для проведения НИР;

$\Phi_{об}$ – фонд работы оборудования;

$T_{исп.}$ время работы оборудования, принимается приблизительно 12 часов.

Таблица 5.10 – Стоимость оборудования, применяемого для выполнения научно-исследовательской работы

№ п/п	Оборудование	Количество	Стоимость
1	Монитор	1	12000
2	Системный блок	1	15000
3	Принтер	1	10092
4	Сканер	1	3172

Продолжение таблицы 5.10

1	2	3	4
5	Компьютерная мышь	1	200
6	Компьютерная клавиатура	1	300
7	Универсальная контактная сварочная машина МТПУ-300	1	277000

Расчёт фонда времени работы оборудования (Фоб) производим следующим образом:

$$\Phi_{об} = (D_{к} - D_{вых.} - D_{пр.}) \cdot T_{см} \cdot S \cdot (1 - k_{р.п.}) \quad (5.14)$$

где $D_{к}$ – число календарных дней (365);

$D_{вых.}$ – число выходных дней (106);

$D_{пр.}$ – число праздничных дней (8);

$T_{см.}$ – продолжительность смены (8час);

S – количество смен – 1;

$k_{р.п.}$ – значение коэффициента, учитывающего потери времени на техническое обслуживание и переналадку оборудования ($k_{р.п.}=0,09$).

$$\Phi_{р} = (365 - 106 - 8) \cdot 8 \cdot 1 \cdot (1 - 0,09) = 1827 \text{ часов}$$

$$A_{об}^1 = \frac{(12000 + 15000 + 10092 + 3172 + 200 + 300) \cdot 54 \cdot 70}{100 \cdot 1827} = 843,4 \text{ руб.}$$

$$A_{об}^2 = \frac{(250000 + 27000 \cdot 2) \cdot 18 \cdot 12}{100 \cdot 1827} = 359,41 \text{ руб.}$$

$$A_{об} = A_{об}^1 + A_{об}^2 = 843,4 + 359,41 = 1202,81 \text{ руб.}$$

4) Расчёт затрат на электрическую энергию.

Расчёт производим исходя из мощности оборудования и времени его работы.

При компьютера:

$$Z_{тех.эн.} = \frac{M_{об} \cdot T_{раб.} \cdot \text{Ц}_{эл.эн.}}{\text{КПД}} \quad (5.15)$$

где $M_{об}$ – мощность оборудования;

$\text{Ц}_{\text{эл-эн}}$ – стоимость 1 кВт · часа электроэнергии;

КПД – коэффициент полезного действия оборудования;

Траб – время работы оборудования, (час).

Составляем сводную таблицу, содержащую необходимые для данной формулы параметры работы оборудования:

Таблица 5.11 – Расчёт затрат на электрическую энергию

№ п/п	Наименование оборудования	Мощность оборудования, кВт	Коэффициент полезного действия	Время работы, час.
1	Монитор	0,1	0,8	70
5	Системный блок	0,3	0,8	70
2	Принтер	0,15	0,8	70
3	Сканер	0,1	0,85	70
4	Универсальная контактная сварочная машина МТПУ-300	20	0,85	12

$$Z_{\text{тех.эн.}} = P_{\text{тех.эн.}}^{\text{монитор.}} + P_{\text{тех.эн.}}^{\text{сист.блок}} + P_{\text{тех.эн.}}^{\text{принт.}} + P_{\text{тех.эн.}}^{\text{скан.}} \quad (5.16)$$

$$P_{\text{тех.эн.}}^{\text{монитор.}} = \frac{0,1 \cdot 70 \cdot 1,1}{0,8} = 9,63 \text{ руб.}$$

$$P_{\text{тех.эн.}}^{\text{сист.блок.}} = \frac{0,3 \cdot 70 \cdot 1,1}{0,8} = 15,27 \text{ руб.}$$

$$P_{\text{тех.эн.}}^{\text{принт.}} = \frac{0,15 \cdot 70 \cdot 1,1}{0,8} = 14,44 \text{ руб.}$$

$$P_{\text{тех.эн.}}^{\text{скан.}} = \frac{0,1 \cdot 70 \cdot 1,1}{0,85} = 9,06 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{тех.эн.}} = 9,63 + 15,27 + 14,44 + 9,06 = 48,4 \text{ руб.}$$

В процессе проведения эксперимента:

$$Z_{\text{тех.эн.}} = \frac{M_{\text{маш.}} \cdot T_{\text{исп.}} \cdot \text{Ц}_{\text{эл.эн.}}}{\text{КПД}} \quad (5.17)$$

где $M_{\text{маш.}}$ – мощность применяемой сварочной машины по справочнику = 20 КВА;

$C_{\text{ЭЛ-ЭН}}$ – стоимость 1 кВт · часа электроэнергии;

$KПД$ – коэффициент полезного действия сварочной машины.

$$З_{\text{тех.ЭН.}} = \frac{20 \cdot 12 \cdot 1,1}{0,85} = 310,59 \text{ руб.}$$

Расчёт полных затрат на электрическую энергию:

$$З_{\text{тех.ЭН.}} = 48,4 + 310,59 = 358,99 \text{ руб.}$$

5) Расчёт затрат на содержание и эксплуатацию производственных площадей производим по формуле:

$$З_{\text{пл.}} = \frac{\sum C_{\text{пл.}} \cdot \sum S_{\text{пл.}} \cdot N_{\text{пл.}} \cdot \sum t_{\text{шт}}}{100 \cdot \Phi_p} \quad (5.18)$$

где $C_{\text{пл.}}$ - цена 1м² производственной площади, руб;

$N_{\text{а пл.}}$ - норма амортизационных отчислений на здания, %;

$\sum S_{\text{пл.}}$ – суммарная площадь, занимаемая оборудованием, необходимым для проведения работ, м² ;

$\sum t_{\text{шт}}$ – суммарное время выполнения работ на производственных площадях, (час).

$$З_{\text{пл.}} = \frac{3000 \cdot (7,5 + 10) \cdot 2 \cdot (70 + 12)}{100 \cdot 1827} = 47,13 \text{ руб.}$$

6) Расчёт затрат на инструмент приобретаемый для проведения исследований.

Перечень инструмента, который приобретается для проведения экспериментов, представлен в табл. 5.12

Таблица 5.12 – Затраты на инструменты

№ п/п	Наименование инструмента	Количество, шт	Стоимость, руб.
1	2	3	4
1	Ножницы	1	700
2	Маркер	1	15

Продолжение таблицы 5.12

1	2	3	4
3	Линейка металлическая	1	35
4	Молоток	1	70
5	Дрель	1	600
	Итого:		1420

$$Z_{\text{инстр.}} = \frac{\Sigma C_{\text{инстр.}} \cdot N_{\text{а инстр.}} \cdot t_{\text{шт}}}{T_{\text{инстр.}} \cdot 100 \cdot \Phi_p} \quad (5.19)$$

где $\Sigma C_{\text{инстр.}}$ - суммарная цена инструмента, руб.;

$N_{\text{а инстр.}}$ - норма амортизационных отчислений на инструмент.

$T_{\text{инстр.}}$ - срок службы инструмента, лет.

$t_{\text{шт}}$ - время использования рабочего инструмента = 5 час.

$$Z_{\text{инстр.}} = \frac{14200 \cdot 12 \cdot 5}{2 \cdot 100 \cdot 1827} = 0,23 \text{ руб.}$$

7) Расчёт общих накладных расходов: $H_p = 55\% \text{ ФЗП}$

$$H_p = 0,55 \cdot 40608,11 = 22334,46 \text{ руб.}$$

8) Расчёт прочих прямых расходов: $РП_{\text{пр}} = 5\% \text{ ФЗП}$

$$РП_{\text{пр}} = 0,05 \cdot 40608,11 = 2030,41 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{тек}} = \text{ФЗП} + \text{Ос.с.} + \text{ЗМ} + \text{Аоб.} + \\ + \text{Зтех.эн.} + \text{Зплощ.} + \text{Зинстр.} + \text{H}_p + \text{РП}_{\text{пр}} \quad (5.20)$$

$$K_{\text{тек}} = 36916,46 + 3691,65 + 16243,24 + 1202,81 + 358,99 + 257,26 + 47,13 + \\ 0,23 + 22334,46 + 2030,41 = 83082,64 \text{ руб.}$$

9) Калькуляция себестоимости проведения НИР

Таблица 5.13 – Себестоимость проведения НИР

№	СТАТЬИ ЗАТРАТ	Условные обозначения	Величина затрат (руб.)
1	Основная заработная плата персонала	Зосн	36916,46
2	Дополнительная заработная плата персонала	Здоп	3691,65
3	Отчисления на социальные нужды	Осс	16243,24
4	Амортизация оборудования	Аоб	1202,81
5	Затраты на технологическую энергию	З тех. эн.	358,99
6	Затраты на материалы	ЗМ	257,26
7	Затраты на производственные Площади	Зплоч.	47,13
8	Затраты на инструмент	Зинстр.	0,23
9	Общие накладные расходы	Нр	22334,46
10	Прочие прямые расходы	РП пр	2030,41
	Себестоимость проведения НИР (текущие расходы)	$C_{НИР} = K_{ТЕК}$	83082,64

5.4 Капитальные затраты

Расчёт капитальных затрат производим следующим образом:

$$K_{\text{кап.}} = \sum Ц \text{ пр. об.} + Ц \text{ изг. об.} + P_{\text{т}} + P_{\text{м}} \quad (5.21)$$

где $Ц \text{ пр. об.}$ – цена приобретаемого оборудования;

$Ц \text{ изг. об.}$ – цена изготавливаемого оборудования;

$P_{\text{т}}, P_{\text{м}}$ – затраты на проведение транспортировки и монтажа оборудования.

Капитальные вложения в оборудование, которое необходимо для осуществления НИР, заключаются в затратах на измеритель сварочных процессов МИКС-2М.

$$K_{\text{кап.}} = 27000 \cdot 2 = 54000 \text{ руб.}$$

4.5 Общие затраты на проведение работ

$$K_{\text{общ.}} = K_{\text{тек.}} + K_{\text{кап.}} \quad (5.22)$$

$$K_{\text{общ.}} = 83082,64 + 54000 = 137082,64 \text{ руб.}$$

Вывод.

Затраты на проведение научно-исследовательских работ составят 137082,64 рублей. Для их компенсации необходимо заключение договора на проведение научно-исследовательских работ с предприятием.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе была поставлена цель совершенствование технологического процесса изготовления форсунок, применяемых в пламенных горелках.

На основании выполненного анализа исходных данных рассмотрены основные актуальные конструктивные исполнения форсунок газовых горелок. Определены требования к конструктивам. Выявлены недостатки (технологической направленности) у импортных аналогов форсунок, производимых американской фирмой. Определены актуальные пути создания импортозамещающего конструктива форсунки горелки.

В технологической части работы проведено проектирование основных операций процессов лезвийной обработки компонентов форсунки (жиклера, трубки и корпуса). С применением предложенных технических решений выполнена первая промышленная партия форсунок (являющаяся импортозамещающей продукцией).

Определены и рассмотрены основные виды лазерных установок, с помощью которых может быть осуществлена высокоуровневая сварка компонентов форсунки. Разработаны методики работы с лазерными установками, в том числе использующих в своем составе современные оптоволоконные и диодные лазерные блоки.

Экономические расчёты позволили установить объём средств, затраченных на проведение полноценной исследовательской работы, который составил порядка 137 тысяч рублей. Для компенсации понесённых затрат необходимо заключение договора на проведение научно-исследовательских работ.

Результаты работы получили практическое применение при изготовлении первой промышленной партии форсунок.

Таким образом, цель бакалаврской работы достигнута.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Звонцов, И.Ф. Проектирование и изготовление заготовок деталей общего и специального машиностроения: учебное пособие. [Электронный ресурс] / И.Ф. Звонцов, К.М. Иванов, П.П. Серебrenицкий. — Электрон. дан. — СПб. : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2015. — 179 с.
2. Афонькин, М.Г. Производство заготовок в машиностроении. / М.Г. Афонькин, В.Б. Звягин – 2-е изд., доп. и пер.ера. СПб: Политехника, 2007 – 380с.
3. Боровков, В.М. Заготовки в машиностроении : учеб. пособие для вузов по спец. 1201 "Технология машиностроения" / В. М. Боровков [и др.] ; ТГУ. - Гриф УМО; ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2007. - 67 с. : ил. - 34-00.
4. Клименков, С.С. Проектирование заготовок в машиностроении. Практикум. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Минск : Новое знание, 2013. — 269 с.
5. Богодухов, С.И. Основы проектирования заготовок в автоматизированном машиностроении: учебник. [Электронный ресурс] / С.И. Богодухов, А.Г. Схиртладзе, Р.М. Сулейманов, Е.С. Козик. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2009. — 432 с.
6. Климов, А. С. Контактная сварка. Вопросы управления и повышения стабильности качества / А. С. Климов. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011. – 216 с.
7. Подола, Н. В. Оценка влияния параметров режима на размеры ядра при точечной сварке / Н. В. Подола, В. Г. Квачев, А. А. Урсатьев // Автоматическая сварка. – 1979. – № 11. – С. 24–27.
8. Лобасов, И. М. Расчёт сварочного тока на ЭВМ при точечной сварке с учётом типа контактной машины / И. М. Лобасов // Сварочное производство. – 1986. – № 4.
9. Оборудование для контактной сварки: Справочное пособие / Под ред. В.В. Смирнова. – СПб.: Энергоатомиздат, 2000. – 848 с.
10. Zhou, M. Relationships between Quality and Attributes of Spot Welds / M. Zhou, H. Zhang and S.J. Hu // Welding Journal. – 2003. – № 4. – P. 179s–183s.
11. Сорокин, В.Г. Марочник сталей и сплавов / В.Г. Сорокин [и др.] // М.:

Машиностроение. – 1989. – 630 с.

12. Сварка в машиностроении: Справочник. В 4-х т. / Ред. кол.: Г. А. Николаев (пред.) [и др.] – М.: Машиностроение, 1978 – т.2. / Под ред. А. И. Акулова, 1978. – 462 с.

13. Кочергин, К. А. Контактная сварка / К. А. Кочергин // Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние. 1987. – 240 с.

14. Козловский, С. Н. Разработка теоретических основ технологии программированных режимов контактной точечной сварки узлов летательных аппаратов: дис. ... докт. тех. Наук : 05.03.06 / Сергей Никифорович Козловский : Рос. гос. технол. ун-т им. К.Э. Циолковского (МАТИ). – Москва. – 2007. – 237 с.

15. Куликов, В. П. Магнитно–тепловой метод контроля сварочных соединений, полученных контактной точечной сваркой / В. П. Куликов // Сварочное производство. – 2003. – № 9. – С. 16–20.

16. Способ автоматического управления термическим циклом контактной сварки и устройство для его осуществления : а.с. 1412908 СССР : МПК В 23 К 11/10 / Ю. А. Мишунин, С. Н. Смеляков. - опубл. 30.07.88, Бюл. № 28.

17. Control of spot weld quality by infrared thermal sensing : пат. 2073443 Великобритания : МПК В 23 К 11/24. / Alan C. Traub, Riccardo Vanzetti; заявл. 02.04.80; Опубл. 14.10.81.

18. Быковский, А. Г. Математическое моделирование теплового состояния металла при контактной точечной сварке / А. Г. Быковский, А. Л. Горбунов // Сварочное производство. – 1990. – № 6. – С. 36–37.

19. Гонтаровский, П. П. Моделирование методом конечных элементов электротермических процессов при КТС / П. П. Гонтаровский, М. Г. Пантелят // Проблемы машиностроения. – 1990. – № 34. – С. 42–47.

20. Гельман, А. С. Контактная электросварка / А. С. Гельман. – М.: Машгиз. – 1949. – 496 с.

21. ГОСТ 297–80. Машины контактные. Общие технические условия. – Введ. 1983–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1981. – 27 с.

22. Духанин, Ю. А. Техника безопасности и противопожарная техника /

Ю. А. Духинан. – М.: Машиностроение, 1973 – 320 с.

23. Бычков, В.Я. Безопасность жизнедеятельности. Учебное пособие. [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Я. Бычков, А.А. Павлов, Т.И. Чибисова. - Электрон. дан. - М. : МИСИС, 2009. - 146 с.

24. Горина, Л. Н., Фесина, М.И. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие. / Л. Н. Горина, М.И. Фесина - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. – 51с.

25. Брауде, М. З. Охрана труда при сварке в машиностроении / М. З. Брауде, Е. И. Воронцова, С. Я. Ландо. – М.: Машиностроение, 1978. – 144 с.

26. Манойлов, В. Е. Основы электробезопасности / В. Е. Манойлов. – Л.: Энергоатомиздат, Ленинградское отделение, 1991. – 480 с.

27. Краснопевцева, И. В. Экономическая часть дипломного проекта: метод. указания / И. В. Краснопевцева – Тольятти: ТГУ, 2008. – 38 с.

28. Кудинова, Г. Э. Организация производства и менеджмент: метод. указания к выполнению курсовой работы. / Г. Э. Кудинова. – Тольятти: ТГУ, 2005. – 35 с.

29. Егоров, А. Г. Правила оформления выпускных квалификационных работ по программам подготовки бакалавра и специалиста: учебно-методическое пособие / А. Г. Егоров, В. Г. Виткалов, Г. Н. Уполовникова, И. А. Живоглядова – Тольятти, 2012. – 135 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Дубл.		Взам.		Подп.														
А	цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Плз.	Тшт.		
Б	Код, наименование оборудования					Обозначение документа*												
33Т	391810XXX-	шлифовальный круг ЗП 600х20х305 24А16СМ28К; 393120XXX-					калибр-скоба ГОСТ 2216-84											
34Т	393120XXX-	шаблон ГОСТ 9038-83;																
35																		
36А	XXXXXX	030	4260	Фрезерная ИОТ И 37.101.7026-89					2	18632	411	1Р	1	1	236	1	32	1,507
37Б	3816XXX	ЕС-300НЕ																
380	Сверлить отв., выдерж. разм. 1-3																	
390	Фрезеровать пов., выдерж. разм. 4-6																	
400	Фрезеровать паз, выдерж. разм. 7-11																	
410	Контроль исполнителем																	
42Т	391267XXX-	сверло спиральное комбинированное Ø10 ГОСТ 10903-77 Р6М5;																
43Т	391810XXX-	фреза шпоночная Ø 3 Р6М5 ГОСТ 15162-82; 393120XXX-					шаблон ГОСТ 9038-83											
44Т	391810XXX-	фреза концевая Ø 15 ГОСТ 17025-71 Р6М5; 393120XXX-					калибр-пробка ГОСТ 14807-69											
45																		
46А	XXXXXX	035	0100	Слесарная ИОТ И 37.101.7419-85														
47Б	391758XXX	4407																
48																		
49А	XXXXXX	040	0130	Моечная ИОТ И 37.101.XXXX-XX*														
50Б	375698XXX	КММ																
МК																		

