

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Филиал федерального государственного автономного образовательного
учреждения высшего образования
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(национальный исследовательский университет)»
в г. Миассе
Факультет «Машиностроительный»
Кафедра «Технология производства машин»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
И.о. зав. кафедрой, к.т.н.
_____ Ю.Г. Миков
« ____ » _____ 2019 г.

УЧАСТОК МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ
НАКОНЕЧНИКА НАРУЖНОГО

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
ЮУрГУ – 15.03.05.2019.582.00.00 ВКР ПЗ ВКР

Консультант:
Строительный раздел
Старший преподаватель
кафедры ТПМ
О. Б. Кучина _____
« ____ » _____ 2019 г.

Руководитель:
И.о. зав. кафедрой, к.т.н.
Ю. Г. Миков _____
« ____ » _____ 2019 г.

Консультант:
БЖД
Старший преподаватель
кафедры ТПМ
Е. С. Шапранова _____
« ____ » _____ 2019 г.

Автор:
Студент группы 546
К. А. Зверев _____
« ____ » _____ 2019 г.

Консультант:
Старший преподаватель
кафедры ТПМ
Я. В. Высогорец _____
« ____ » _____ 2019 г.

Нормоконтролер:
Старший преподаватель
кафедры ТПМ
Е. С. Шапранова _____
« ____ » _____ 2019 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	6
1.1 Описание детали	6
1.2 Анализ технологичности детали	6
1.3 Выбор метода получения заготовки.....	9
1.4 Выбор оборудования	10
1.1 Разработка маршрута процесса обработки детали.....	12
1.2 Размерный анализ	19
1.2.1 Линейный размерный анализ.....	19
1.3 Расчет режимов резания	24
1.4 Расчет норм времени	35
2 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ	38
2.1 Проектирование и расчет станочного приспособления.....	39
2.2 Расчет контрольного приспособления для проверки перпендикулярности.	43
2.4 Проектирование РТК	45
2.4.1 Управляющая программа для токарного станка (005 операция)	47
3 АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ.....	48
3.1 Проектирование приспособления с помощью САД-систем	48
3.2 Написание управляющей программы на токарную операцию САМ- системой, визуализация технологической обработки.....	53
3.3 Разработка ТП изготовления детали с использованием САПР «Вертикаль»	56
4 СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ	59
4.1 Выбор здания.....	59
4.2 Расчет количества оборудования.	61
4.3 Выбор варианта расположения оборудования на участке.....	63
4.4 Проектирование подсистемы удаления стружки.....	63
4.5 Проектирование подсистемы раздачи СОТС.....	64
4.6 Выбор подъемно-транспортных устройств.....	66

					<i>15.03.05.2019.582.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		4

1 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

1.1 Описание детали

Деталь «Наконечник наружный» представляет собой деталь типа - корпус, имеет сложную форму, сквозные и глухие отверстия, резьбовые поверхности, паз, радиуса и фаски.

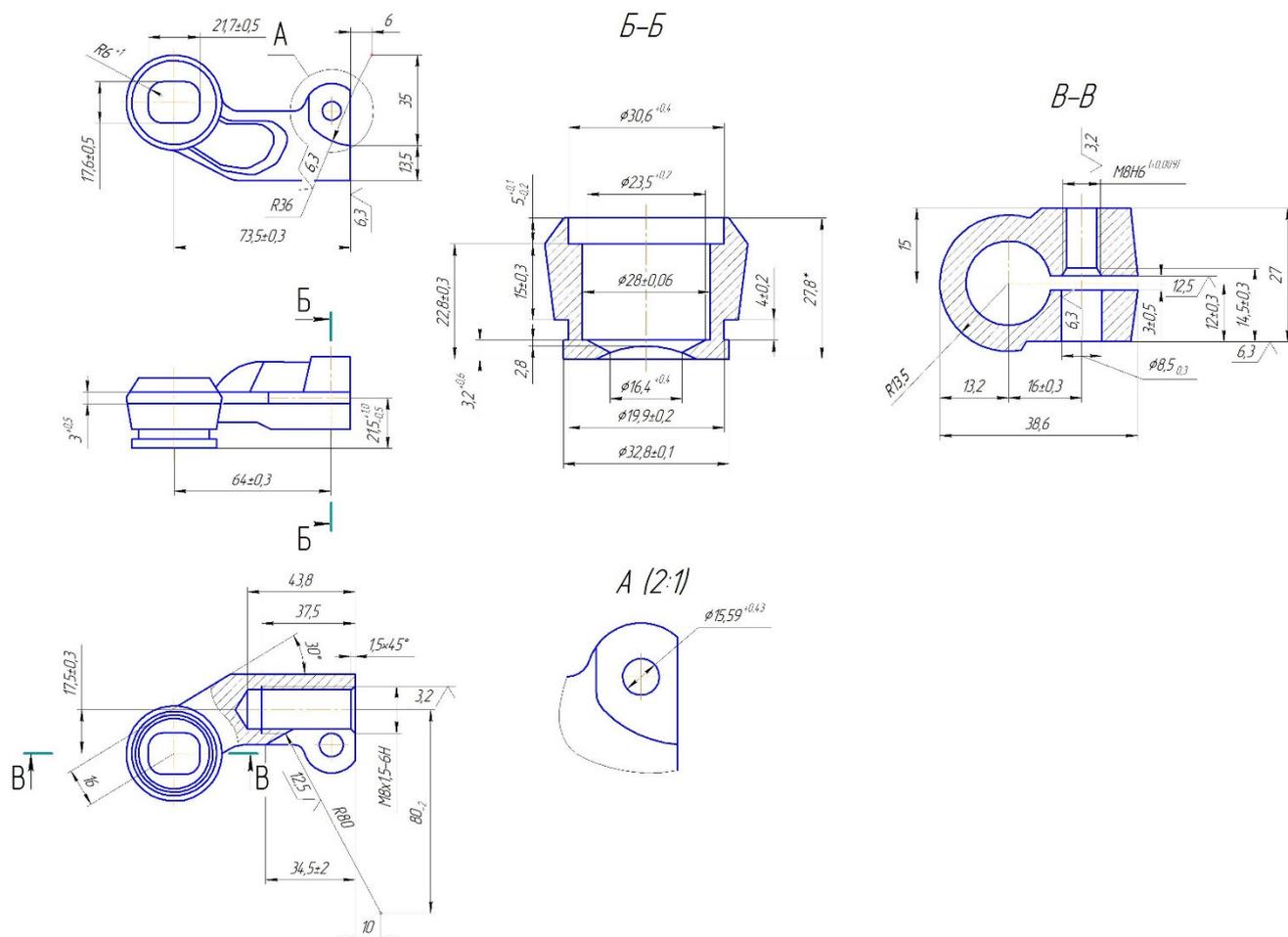


Рисунок 1 – Эскиз «Наконечник наружный»

1.2 Анализ технологичности детали

Одним из факторов, существенно влияющих на характер технологических процессов, является технологичность конструкции детали.

Технологичность конструкции детали – это совокупность свойств конструкции детали, проявляемых в возможности оптимальных затрат труда, средств, материала, и времени при технической подготовке производства, изготовлении, эксплуатации и ремонте и при обеспечении технологичности сборочной единицы.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

15.03.05.2019.582.00.00 ПЗ

Лист

6

Требования к технологичности конструкции детали согласно ГОСТ 14.204-73 следующие:

1. Конструкция детали должна состоять из стандартных и унифицированных конструктивных элементов или быть стандартной в целом.

2. Детали должны изготавливаться из стандартных и унифицированных заготовок или заготовок, полученных рациональным способом.

3. Размеры и поверхности детали должны иметь оптимальные степени точности и шероховатости.

4. Физические и механические свойства материала, жесткость детали, её формы и размеры должны соответствовать требованиям технологии изготовления.

5. Показатели базовой поверхности (точность, шероховатость) детали должны обеспечивать точность установки, обработки и контроля.

6. Конструкция детали должна обеспечивать возможность применения типовых и стандартных технологических процессов её изготовления.

Показатели технологичности для детали «полумуфта отбора мощности»:

1. Конструкция детали состоит из стандартных элементов:

- цилиндрические поверхности и плоскости;
- фаски;
- шлицы;
- метрическая резьба;
- проточки для выхода режущего инструмента;
- большинство свободных размеров унифицировано (то есть оканчиваются на «0» или «5»).

Назначение устройства:

Рулевой наконечник — это элемент рулевого управления в автомобиле обеспечивающий подвижность и поворот колес на нужный угол. В его принцип заложено шаровое соединение. На одной стороне наконечник прикреплен к рулевой тяге, а на другой соединен с поворотным кулаком. Основные «враги» рулевого наконечника является влага, грязь и плохие дороги.

									Лист
									7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2019.582.00.00 ПЗ				

Данная деталь выполняет важнейшую функцию – передачу двигательного усилия в цепочке «рулевая колонка-управляемые колеса» между деталями с изменяемым углом соприкосновения. Поэтому наконечник рулевой тяги выполняется в виде шарнирного элемента, имея в конструкции подвижные части. Зависимо от типа и особенностей автомобильной системы управления, в одной машине встречается от четырех до шести наконечников.

Рулевые наконечники в подавляющем большинстве автомобилей отличаются предельной простотой, что обеспечивает высокий уровень их надежности. В целом, данная деталь состоит из восьми основных частей, это:

- корпус, в который встроена полуось;
- шаровый палец, на котором нарезана резьба; вкладыш, чаще всего из тефлона, предназначенный для фиксации и ограничения перемещения шарового пальца; крышка, которой закрывается корпус устройства, что предотвращает попадание внутрь мусора, способного повредить наконечник; чехол из неопрена, который защищает механизм от посторонних предметов со стороны пальца; кольцо, с помощью которого чехол фиксируется на пальце; пружина, которой чехол крепится к корпусу; гайка для пальца.

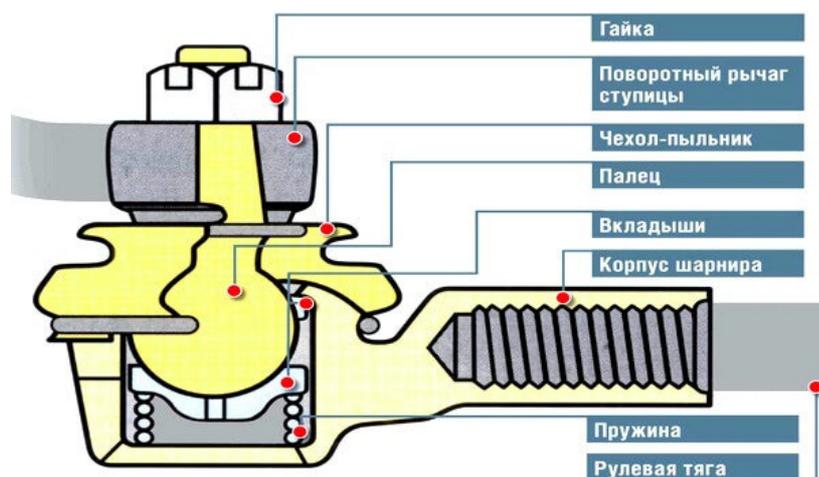


Рисунок 2 - Устройство рулевого наконечника

Практически все рулевые наконечники имеют одинаковую конструкцию, различаясь преимущественно размерами и материалами, из которых изготавливаются их детали.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2019.582.00.00 ПЗ

Лист

8

1.3 Выбор метода получения заготовки

Способ получения заготовки определяется типом производства и материалом детали и обеспечивает оптимальный технологический процесс механической обработки.

Для наконечника наружного используем штамповку на КГШП, как наиболее продуктивный метод получения заготовок. Кривошипные горячештамповочные прессы предназначены для выполнения различных технологических процессов горячей объемной штамповки и горячего прессования поковок из сортового проката. КГШП представляют собой вертикальные двухстоечные одно кривошипные закрытые прессы с открытым и закрытым приводом.

Деталь изготавливается из Стали 40 ГОСТ 1050-88, имеющей следующие механические свойства: твердость 217НВ, предел прочности – 640 МПа.

2. Химический состав: С 0,36-0,40; Si: 0,17-0,37 %; Mn: 0,5-0,8%; Ni: до 0,3%; S до 0,035%; P до 0,035%; Cu до 0,3%; Fe 97%.

Конструкция детали характеризуется формой, позволяющей вести обработку детали на станках с ЧПУ, то есть допускает применение высокопроизводительных методов обработки. Обработка на станках с ЧПУ позволяет получить деталь с точностью по 7-8 квалитетам, а деталь имеет размеры с допусками по 8-12 квалитету.

Шероховатость механически обрабатываемых поверхностей – от Ra 2,5 до Ra 12,5.

Размеры и поверхности имеют экономически достижимые квалитеты и шероховатости. Все размеры технологически увязаны и доступны для измерения.

Конструкция детали - жесткая. Нет глубоких канавок, проточек для выхода режущего инструмента.

В качестве основных баз используется предварительно обработанные торцы и наружные поверхности. На большинстве операций деталь базируется по ним.

Коэффициент использования материала по действующему технологическому процессу:

									Лист
									9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2019.582.00.00 ПЗ				

$$K_{им} = \frac{G_0}{G_3}, \quad (1)$$

где $K_{им}$ - коэффициент использования материала;

G_0 - масса детали, кг;

G_3 - масса заготовки, кг.

$$K_{им} = \frac{0,659}{0,892} = 0,73$$

1.4 Выбор оборудования

При выборе оборудования в первую очередь необходимо руководствоваться такими параметрами, как максимальный размер обрабатываемой детали, мощность двигателя станка, параметры точности, получаемые при обработке на данном оборудовании, возможность обработки конкретных поверхностей и т.п.

В силу небольшой программы выпуска (1000 шт/год), а так-же для обеспечения гибкости проектируемого производственного участка, принимаем горизонтально-фрезерный обрабатывающий центр модели Haas EC 400.



Рисунок 3 – Горизонтально-фрезерный ОЦ

Таблица 1 - Основные технические характеристики ОЦ

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2019.582.00.00 ПЗ

Лист

10

Система управления	HAAS
Перемещение по осям X / Y / Z	508 x 508 x 508 мм
Размер стола	400 x 400 мм
Макс. нагрузка на стол	454 кг
Автоматически сменных инструментов	24 шт
Конус шпинделя	SK40
Точность позиционирования $\pm 0,005$ мм, Ускоренный ход X / Y / Z	25 м/мин
Обороты шпинделя	12000 об/мин
Мощность шпинделя	14 кВт
Суммарная мощность станка	22 кВт
Габариты станка ДхШхВ	2591 x 3480 x 4039 мм
Вес станка	9072 кг

Для 015 операции обработки детали необходима моечная машина АМЕСО 500.



Рисунок 4 – Моечная машина АМЕСО 500

Таблица 3 – Технические характеристики АМЕСО 500

Производитель	Россия
Диаметр корзины	500 мм

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2019.582.00.00 ПЗ

Лист

11

Продолжение таблицы 3

Грузоподъемность	80 кг
Производит. насосов	120 л/мин
Емкость бака	420 л
Давление насоса	2,5атм
Температура жидкости	0...75 °С
Мощность нагревателей	20 кВт
Мощность насосов	0,75 кВт
Материал	Нержавеющая сталь.
Вес	60 кг
Габариты (ДхШхВ)	605×835×1000 мм

1.1 Разработка маршрута процесса обработки детали
000 Заготовительная (Поковка)

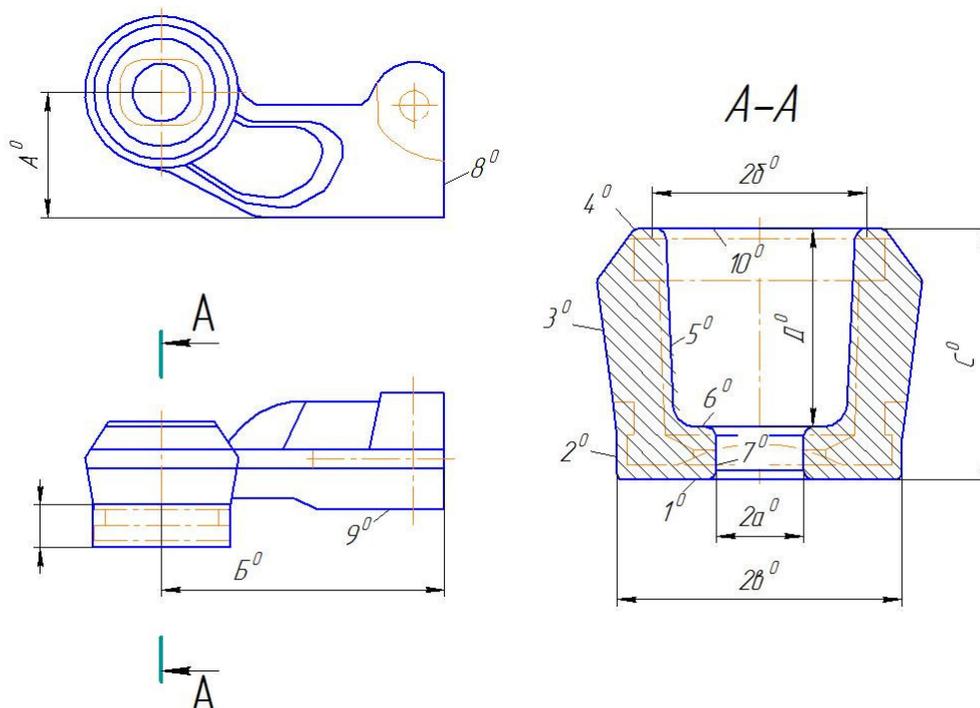


Рисунок 5 - Заготовка

$TA^0 = 0,7$ мм; $TB^0 = 1,2$ мм; $TЖ^0 = 0,58$ мм; $TD^0 = 0,84$ мм;

$TC^0 = 0,84$ мм.

$T2a^0 = 0,7$ мм; $T26^0 = 0,84$ мм; $T2B^0 = 1,0$ мм.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

15.03.05.2019.582.00.00 ПЗ

Лист

12

$3^0; 2^0 \leq 0,8$

$3^0; 4^0 \leq 0,8$

$3^0; 5^0 \leq 0,8$

$3^0; 7^0 \leq 0,5$

005 Операция. Координатно-фрезерная.

Переход 1: Торцевая фреза Coromant R245-050Q22-12М, пластина R245-12
Т3 М-РМ 4230

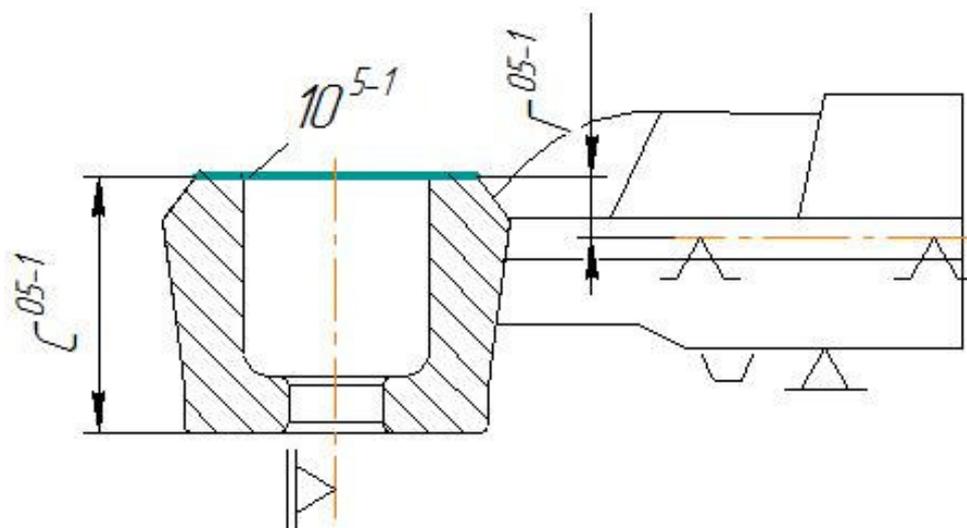


Рисунок 6 – Фрезерование плоскости

$ТГ^{5-1} = 0,18$ мм; $ТС^{5-1} = 0,21$ мм.

Переход 2: Торцевая фреза Coromant R245-050Q22-12М, пластина R245-12
Т3 М-РМ 4230

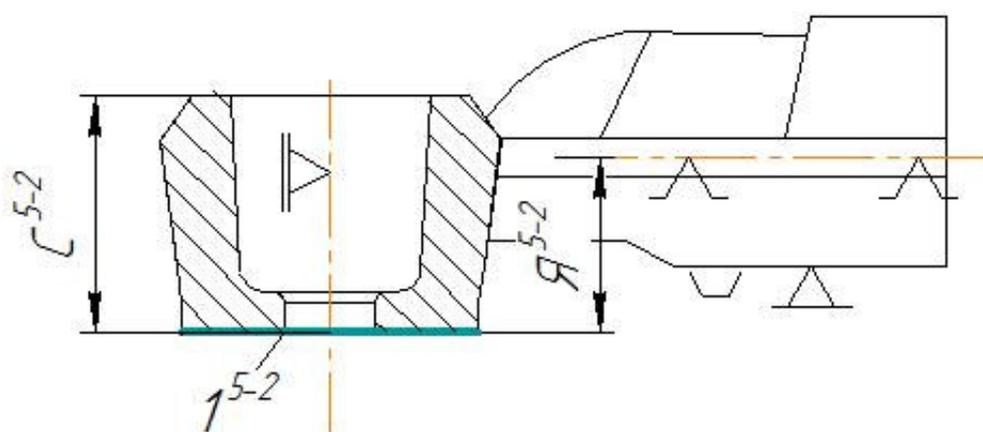


Рисунок 7 - Фрезерование плоскости

$ТС^{5-2} = 0,21$ мм; $ТЯ^{5-2} = 0,21$ мм.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2019.582.00.00 ПЗ

Лист

13

Переход 3: Сверло спиральное Coro Drill 880-D2300L25-02

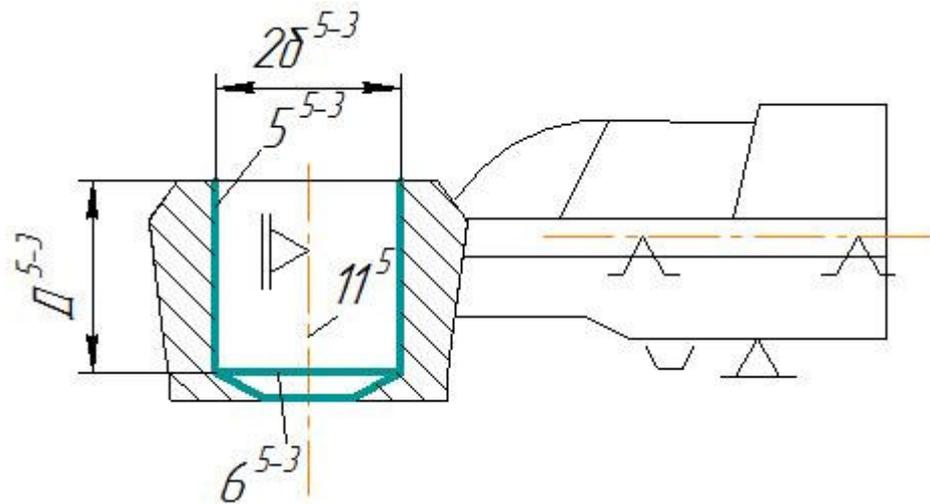


Рисунок 8 – Рассверливание отверстия

$$TД^{5-3} = 0,21 \text{ мм}; T26^{5-3} = 0,21 \text{ мм}$$

$$11^5; 5^{05-3} \leq 0,25$$

Переход 4: Концевая фреза Coromant R390-018A20-11M, пластина R390-11T3 08M-PM

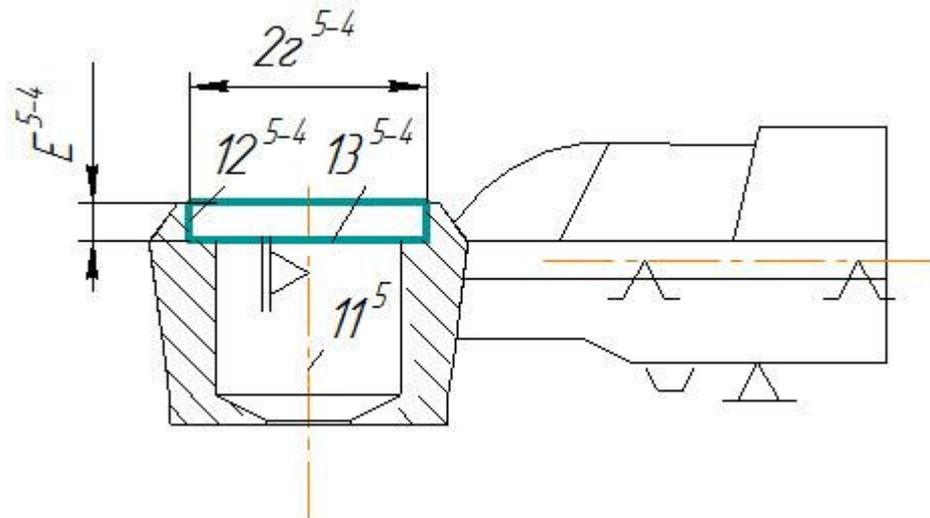


Рисунок 9 – Фрезерование уступа

$$TЕ^{5-4} = 0,075 \text{ мм}; T2Г^{5-4} = 0,16 \text{ мм}$$

$$11^5; 12^{05-4} \leq 0,2$$

Переход 5: Концевая фреза Coromant R390-018A20-11M, пластина R390-11T3 08M-PM

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2019.582.00.00 ПЗ

Лист

14

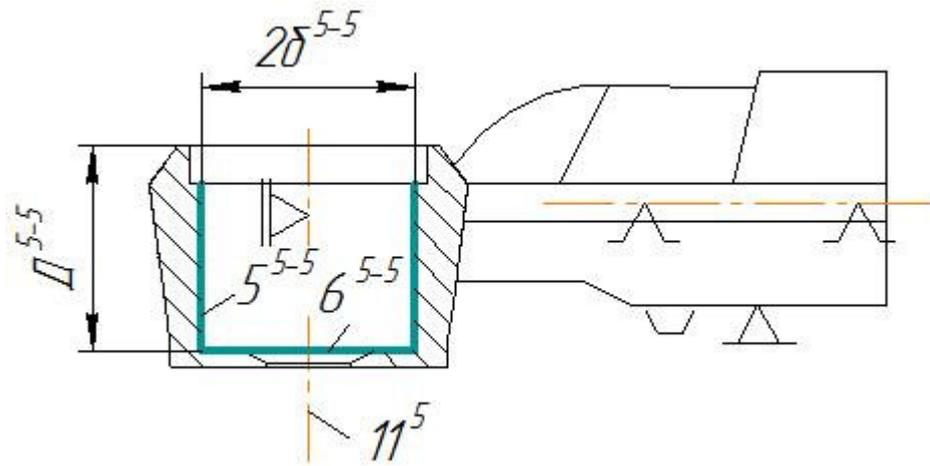


Рисунок 10 – Фрезерование отверстия

$$TД^{5-5} = 0,052 \text{ мм}; T2б^{5-5} = 0,16 \text{ мм}$$

$$11^5; 5^{05-5} \leq 0,08$$

Переход 6: Концевая фреза Coromant R390-018A20-11M, пластина R390-11T3 08M-PM

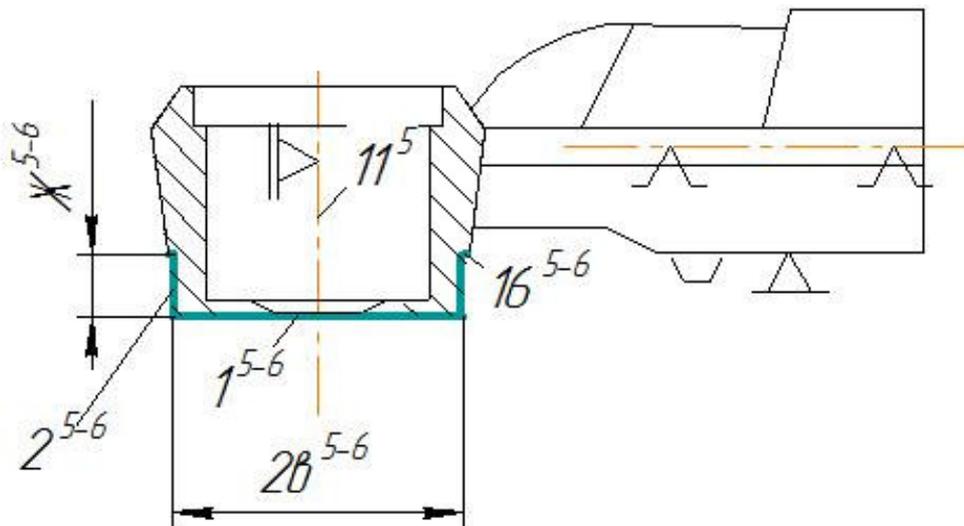


Рисунок 11 – Фрезерование плоскости

$$TЖ^{5-6} = 0,09 \text{ мм}; T2В^{5-6} = 0,16 \text{ мм}$$

$$11^5; 2^{05-6} \leq 0,2$$

Переход 7: канавочная фреза Coromant R327-16B42EC-12, пластина R327 R12-2241545-GM

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2019.582.00.00 ПЗ

Лист

15

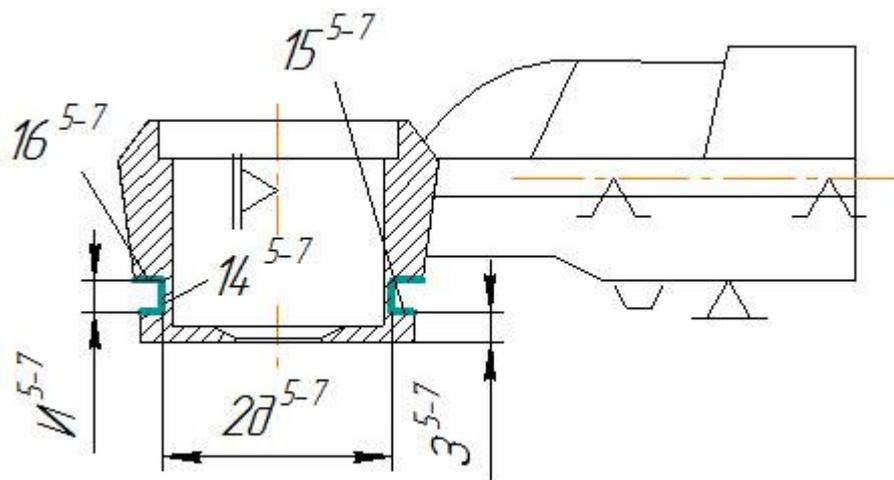


Рисунок 12 – Фрезерование канавки

$TN^{5-7} = 0,075$ мм; $TЗ^{5-7} = 0,075$ мм; $T2д^{5-7} = 0,13$ мм

$11^5; 14^{05-7} \leq 0,16$

Переход 8: Концевая фреза Coromant R390-018A20-11M, пластина R390-11T3 08M-PL

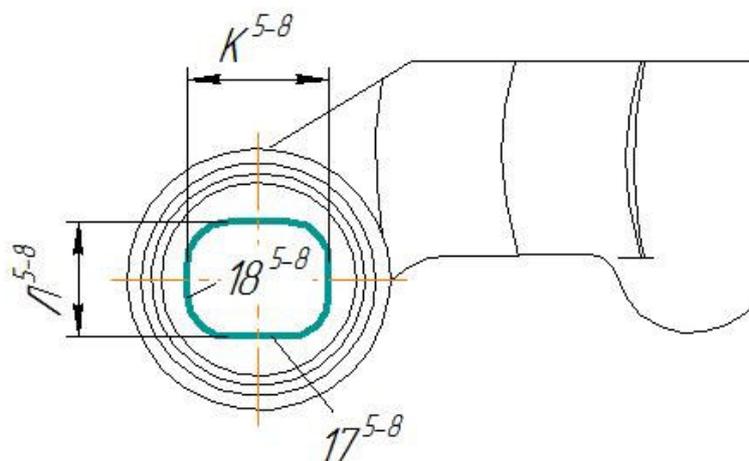
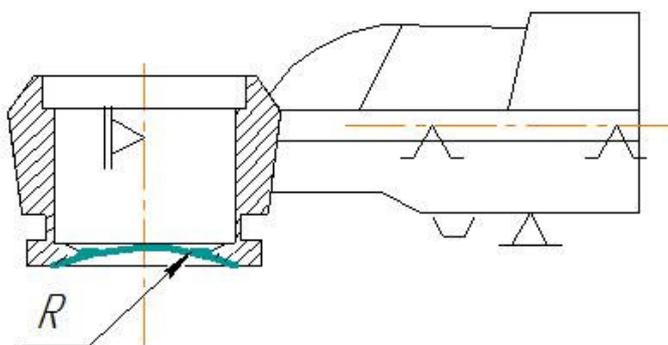


Рисунок 13 – фрезерование прямоугольного отверстия

$TL^{5-8} = 0,11$ мм; $TK^{5-8} = 0,13$ мм

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2019.582.00.00 ПЗ

Лист

16

010 Координатно-фрезерная с ЧПУ.

Переход 1: Сверло спиральное Coro Drill 880-D2300L25-02

Переход 2: Метчик машинный, материал режущей части P6M5

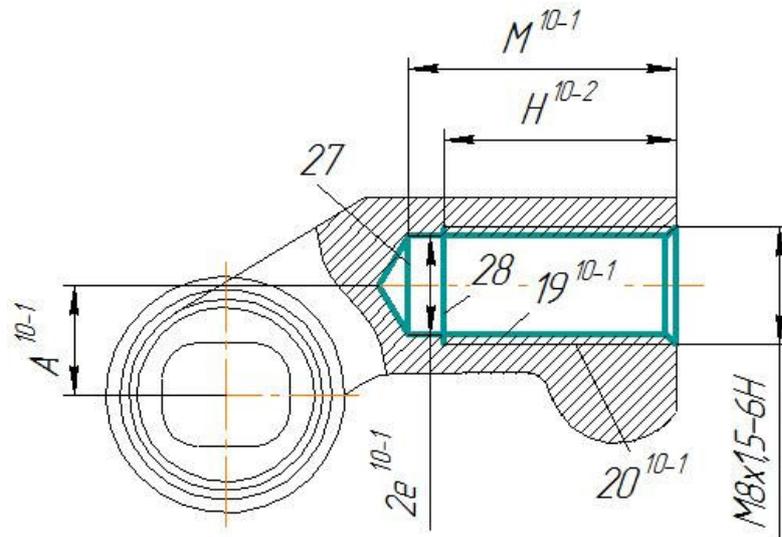


Рисунок 14 – Сверление, нарезание резьбы

$TМ^{10-1} = 0,16$ мм; $TН^{10-2} = 0,16$ мм; $TА^{10-1} = 0,11$ мм.

$T2e^{10-1} = 0,09$ мм.

Переход 3: Сверло спиральное Coro Drill 880-D2300L25-02

Переход 4: Сверло спиральное Coro Drill 880-D2300L25-02

Переход 5: Метчик машинный, материал режущей части P6M5

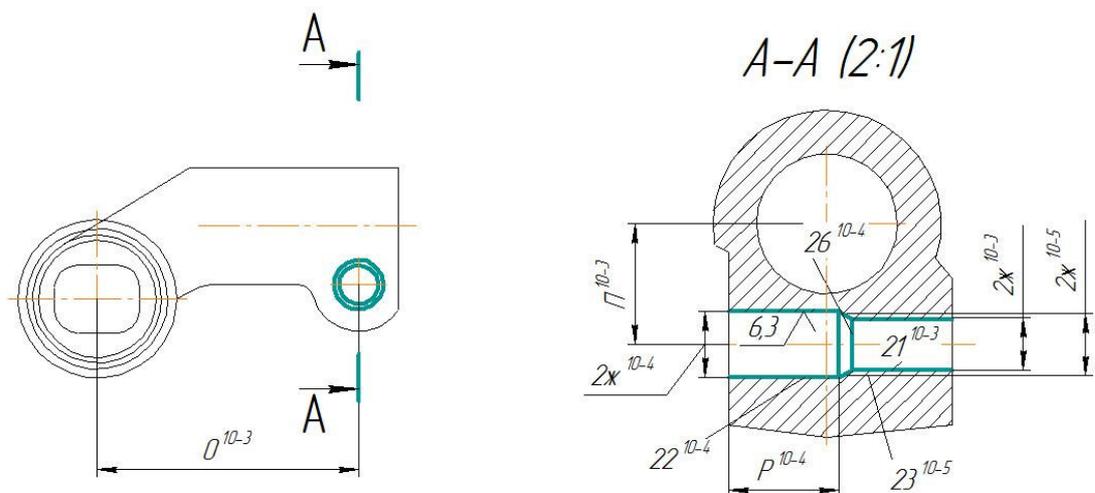


Рисунок 15 – Сверление, рассверливание, нарезание резьбы

$TО^{10-3} = 0,19$ мм; $TП^{10-3} = 0,11$ мм; $TР^{10-4} = 0,11$ мм.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

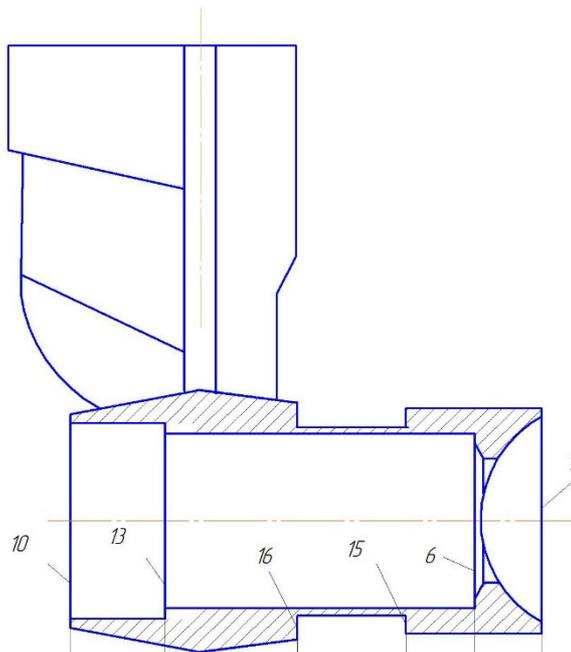
15.03.05.2019.582.00.00 ПЗ

Лист

17

1.2 Размерный анализ

1.2.1 Линейный размерный анализ



005-7				W^{5-7}	3^{5-7}
005-6				$Ж^{5-6}$	$[z_{10}^{5-6}]$
005-5			$Л^{5-5}$		$[z_6^{5-5}]$
005-4		E^{5-4}			
005-3			$Л^{5-3}$		$[z_6^{5-3}]$
005-2			$С^{5-2}$		$[z_7^{5-2}]$
005-1			$С^{5-1}$		$[z_{10}^{5-1}]$
000				$Ж^0$	
				$Л^0$	
				$С^0$	

Рисунок 18 - Линейный размерный анализ

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

15.03.05.2019.582.00.00 ПЗ

Лист

19

Составим уравнения размерных цепей:

$$[Z_6^{05-5}] = D^{05-5} - D^{05-3};$$

$$[Z_6^{05-3}] = D^{05-3} - C^{05-1} + C^0 - D^0;$$

$$[Z_1^{05-2}] = C^{05-2} - C^{05-1};$$

$$[Z_{16}^{05-6}] = -Ж^{05-6} + C^{05-2} - C^{5-1} + Ж^0;$$

$$[Z_{10}^{05-1}] = -C^{05-1} + C^0;$$

Вычислим минимально необходимые припуски на обработку:

$$Z_{min}^i = Rz^{i-1} + h^{i-1}, \quad (2)$$

где Rz^{i-1} - высота микронеровностей на предыдущей операции;

h^{i-1} - глубина дефектного слоя на предыдущей операции;

$$[Z_6^{05-5}] = 32 + 50 = 82 \text{ мкм} = 0,082 \text{ мм};$$

$$[Z_6^{05-3}] = 1000 \text{ мкм};$$

$$[Z_1^{05-2}] = 1000 \text{ мкм};$$

$$[Z_{16}^{05-6}] = 1000 \text{ мкм};$$

$$[Z_{10}^{05-1}] = 1000 \text{ мкм};$$

Вычислим неизвестные размеры по методу max-min:

$$[Z_6^{05-5}]_{min} = D_{min}^{05-5} - D_{max}^{05-3};$$

$$1,0 = 24,6 - D_{max}^{05-3};$$

$$D_{max}^{05-3} = 23,6 \text{ мм};$$

$$D_{min}^{05-3} = 23,6 - 0,21 = 23,39 \text{ мм};$$

$$D^{05-3} = 23,705 \pm 0,105 \text{ мм};$$

$$[Z_6^{05-5}]_{max} = 1,0 + 0,21 = 1,021 \text{ мм}.$$

$$[Z_6^{05-3}]_{min} = D_{min}^{05-3} - C_{min}^{05-1} + C_{min}^0 - D_{max}^0;$$

$$1,0 = 23,39 - 29 + 30,21 - D_{max}^0;$$

$$D_{max}^0 = 23,6 \text{ мм};$$

$$D_{min}^0 = 23,6 - 0,84 = 22,76 \text{ мм};$$

$$D^0 = 23,18 \pm 0,42 \text{ мм};$$

$$[Z_6^{05-3}]_{max} = 1,0 + 0,84 = 1,84 \text{ мм.}$$

$$[Z_1^{05-2}]_{min} = C^{05-2}_{max} - C^{05-1}_{min};$$

$$1,0 = 28 - C^{05-1}_{min};$$

$$C^{05-1}_{min} = 29 \text{ мм};$$

$$C^{05-1}_{max} = 29 + 0,21 = 29,21 \text{ мм};$$

$$C^{05-1} = 29,1 \pm 0,105 \text{ мм};$$

$$[Z_1^{05-2}]_{max} = 1,0 + 0,21 = 1,021 \text{ мм.}$$

$$[Z_{10}^{05-1}]_{min} = -C^{05-1}_{max} + C^0_{min};$$

$$1,0 = -29,21 + C^0_{min};$$

$$C^0_{min} = 30,21 \text{ мм};$$

$$C^0_{max} = 30,21 + 0,84 = 31,05 \text{ мм};$$

$$C^0 = 30,63 \pm 0,42 \text{ мм};$$

$$[Z_{10}^{05-1}]_{max} = 1,0 + 0,84 = 1,84 \text{ мм.}$$

$$[Z_{16}^{05-6}]_{min} = -Ж^{05-6}_{min} + C^{05-2}_{min} - C^{5-1}_{min} + Ж^0_{max};$$

$$1,0 = -72 + 27,8 - 29 + Ж^0_{max};$$

$$Ж^0_{max} = 5 \text{ мм};$$

$$Ж^0_{min} = 5 - 0,58 = 4,42 \text{ мм};$$

$$Ж^0 = 4,71 \pm 0,29 \text{ мм};$$

$$[Z_{16}^{05-6}]_{max} = 1,0 + 0,58 = 1,58 \text{ мм.}$$

1.2.2 Диаметральный размерный анализ

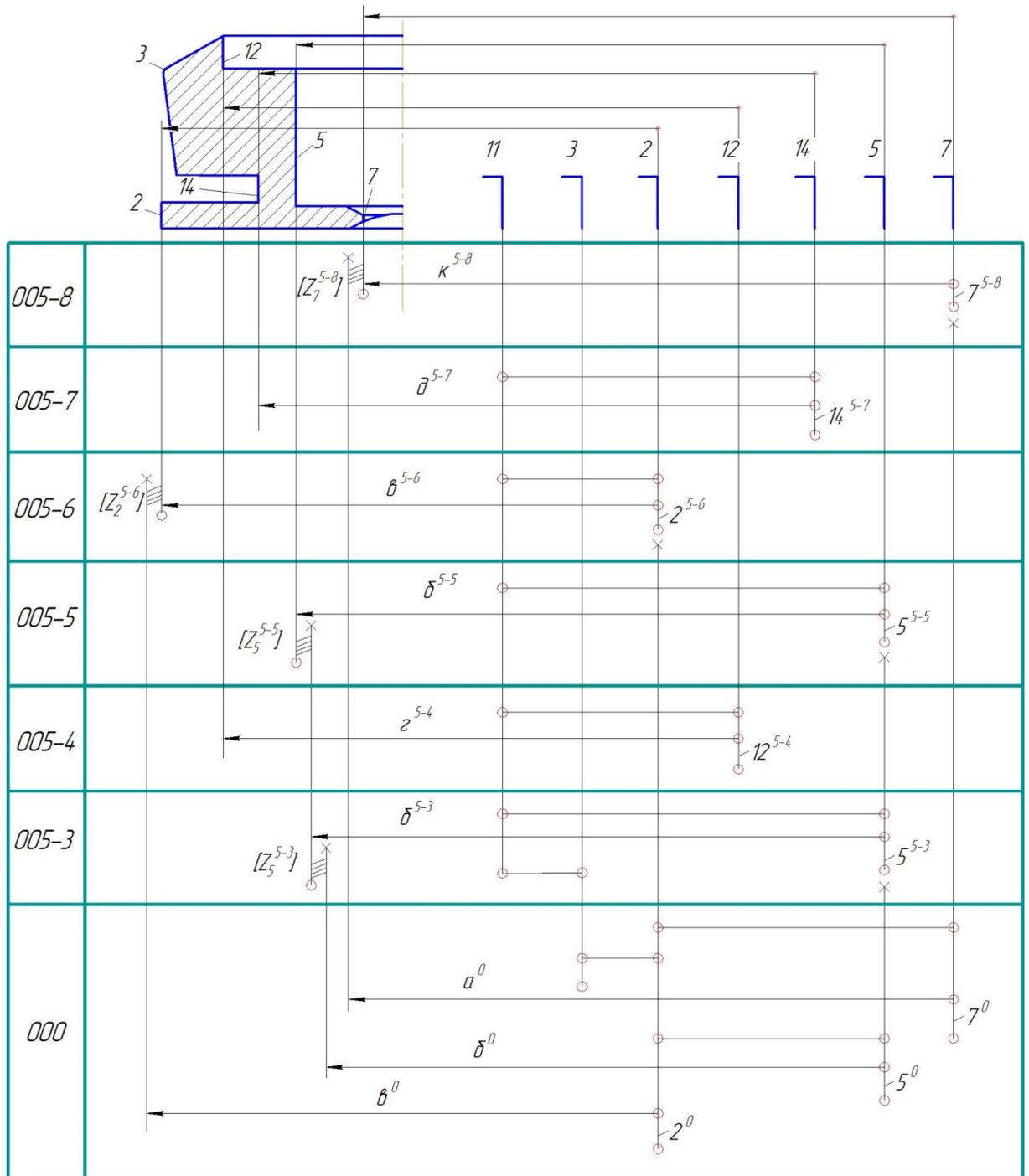


Рисунок 19 - Диаметральный размерный анализ

Составим уравнения размерных цепей:

$$[Z_7^{05-8}] = -K^{05-8} - (7^{05-8}; 11^5) - (11^5; 3^0) - (3^0; 7^0) + a^0;$$

$$[Z_2^{05-6}] = -B^{05-6} - (2^{05-6}; 11^5) - (11^5; 3^0) - (3^0; 2^0) + B^0;$$

$$[Z_5^{05-5}] = -\delta^{05-5} - (5^{05-5}; 11^5) - (11^5; 5^{5-3}) - \delta^{05-3};$$

$$[Z_5^{05-3}] = -\delta^{05-3} - (5^{05-3}; 11^5) - (11^5; 3^0) - (3^0; 5^0) + \delta^0;$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2019.582.00.00 ПЗ

Лист

22

Вычислим минимально необходимые припуски на обработку:

$$[Z_7^{05-8}] = 32 + 50 = 82 \text{ мкм} = 0,082 \text{ мм};$$

$$[Z_2^{05-6}] = 1000 \text{ мкм};$$

$$[Z_5^{05-5}] = 32 + 50 = 82 \text{ мкм} = 0,082 \text{ мм};$$

$$[Z_5^{05-3}] = 1000 \text{ мкм};$$

Вычислим неизвестные параметры по методу max-min:

$$[Z_7^{05-8}]_{\min} = -K^{05-8}_{\max} - (7^{05-8}; 11^5) - (11^5; 3^0) - (3^0; 7^0) - a^0_{\min};$$

$$0,082 = -11,1 - 0,065 - 0,4 - 0,25 - a^0_{\min};$$

$$a^0_{\min} = 10,553 \text{ мм};$$

$$a^0_{\max} = 10,553 + 0,35 = 10,903 \text{ мм};$$

$$a^0 = 10,773 \pm 0,17 \text{ мм};$$

$$2a^0 = 21,466 \pm 0,35 \text{ мм};$$

$$[Z_7^{05-8}]_{\max} = 0,082 + 0,065 + 0,4 + 0,25 + 0,35 = 1,147 \text{ мм}.$$

$$[Z_2^{05-6}]_{\min} = -B^{05-6}_{\max} - (2^{05-6}; 11^5) - (11^5; 3^0) - (3^0; 2^0) - B^0_{\min};$$

$$1,0 = -16,45 - 0,1 - 0,4 - 0,4 + B^0_{\min};$$

$$B^0_{\min} = 18,35 \text{ мм};$$

$$B^0_{\max} = 18,35 + 0,5 = 18,85 \text{ мм};$$

$$B^0 = 18,6 \pm 0,25 \text{ мм};$$

$$2B^0 = 37,2 \pm 0,5 \text{ мм};$$

$$[Z_2^{05-6}]_{\max} = 1,0 + 0,1 + 0,4 + 0,4 + 0,5 = 2,4 \text{ мм}.$$

$$[Z_5^{05-5}]_{\min} = -\sigma^{05-5}_{\min} - (5^{05-5}; 11^5) - (11^5; 5^{05-3}) + \sigma^{5-3}_{\max};$$

$$0,082 = -13,97 - 0,04 - 0,125 + \sigma^{5-3}_{\max};$$

$$\sigma^{5-3}_{\max} = 13,723 \text{ мм};$$

$$\sigma^{5-3}_{\min} = 13,723 - 0,105 = 13,618 \text{ мм};$$

$$\sigma^{5-3} = 13,668 \pm 0,05 \text{ мм};$$

$$2\sigma^{5-3} = 27,336 \pm 0,105 \text{ мм};$$

$$[Z_5^{05-5}]_{max} = 0,082 + 0,04 + 0,125 + 0,105 = 0,352 \text{ мм.}$$

$$[Z_5^{05-3}]_{min} = -\sigma^{05-3}_{min} - (5^{05-3}; 11^5) - (11^5; 3^0) - (3^0; 5^0) + \sigma^0_{max};$$

$$1,0 = -13,618 - 0,125 - 0,4 - 0,4 + \sigma^0_{max};$$

$$\sigma^0_{max} = 11,693 \text{ мм;}$$

$$\sigma^0_{min} = 11,693 - 0,42 = 11,273 \text{ мм;}$$

$$\sigma^0 = 11,483 \pm 0,21 \text{ мм;}$$

$$2\sigma^0 = 22,966 \pm 0,42 \text{ мм;}$$

$$[Z_5^{05-3}]_{max} = 1,0 + 0,125 + 0,4 + 0,4 + 0,42 = 2,345 \text{ мм.}$$

1.3 Расчет режимов резания

005 Сверлильная операция $[Z_5^{5-3}] = 2,185 \text{ мм}$

Для выполнения обработки выбираем сверло спиральное диаметром $D=27$ мм с коническим хвостовиком, параметры сверла: $L=290 \text{ мм}$, $l=170 \text{ мм}$,

[1 с.214] Материал режущей части – Р6М5

- Определяем глубину резания

$$t = 2,185 \text{ мм}$$

- Определяем подачу

$$S = 0,43 \dots 0,48 \text{ мм/об.} \quad [1, \text{ с.381}]$$

На достижение более высокого качества отверстия, в связи с последующей обработкой, вводим поправочный коэффициент $K_{os}=0,5$

$$S = 0,43 \cdot 0,5 = 0,215 \text{ мм/об.}$$

- Определяем скорость резания

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot S^Y \cdot t^x} \cdot K_V \text{ м/мин.}$$

$$C_V = 16,2$$

$$q = 0,4$$

$$x=0,2$$

$$m = 0,2$$

$$Y = 0,5$$

[1, с.383]

					15.03.05.2019.582.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

$$T = 45 \text{ мин.}$$

[1, с.384]

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{UV} \cdot K_{IV},$$

$$K_{M_v} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} - \text{поправочный коэффициент, учитывающий влияние}$$

качества обрабатываемого материала на силовые зависимости;

$$K_r = 1,0$$

[1, с.359]

$$n_v = 1,0$$

$$K_{M_v} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{640} \right)^{1,0} = 1,17$$

$K_{n_v} = 1,0$ поправочный коэффициент, учитывающий влияние состояние поверхности заготовки на скорость резания;

$K_{u_v} = 1,0$ поправочный коэффициент, учитывающий влияние инструментального материала на скорость резания; [1. с361]

$$K_V = 1,17 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,17$$

$$V = \frac{7 \cdot 27^{0,4}}{45^{0,2} \cdot 0,215^{0,5} \cdot 2,185^{0,2}} \cdot 1,17 = 26,3 \text{ м/мин.}$$

- Определяем крутящий момент

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot t^x \cdot S^Y \cdot K_p, \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$C_M = 0,09$$

$$q = 1,0$$

[1, с.386]

$$Y = 0,8$$

$$X = 0,9$$

$$K_p = K_{MP} = 0,88$$

[1, с.363]

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,09 \cdot 27^{1,0} \cdot 2,185^{0,9} \cdot 0,215^{0,8} \cdot 0,88 = 12,6 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot t^x \cdot S^Y \cdot K_p, \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$C_p = 67$$

$$q = -$$

[1, с.386]

$$Y = 0,65$$

$$x = 1,2$$

$$P_0 = 10 \cdot 67 \cdot 27 \cdot 2,185^{1,2} \cdot 0,215^{0,65} \cdot 0,88 = 1497 \text{ Н}$$

									Лист
									25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2019.582.00.00 ПЗ				

- Определяем частоту вращения шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} \text{ об/мин}$$
$$n = \frac{1000 \cdot 26,3}{3,14 \cdot 27} = 310,2 \text{ об/мин}$$

- Определяем мощность резания

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} \text{ кВт}$$
$$N_e = \frac{12,6 \cdot 310,2}{9750} = 0,4 \text{ кВт}$$
$$N \leq N_{шп} \cdot \eta$$
$$N_{шп} = 3,0 \cdot 0,75 = 2,25 \text{ кВт}$$

$0,4 \leq 2,25 \rightarrow$ условие выполняется.

005 Фрезерная операция $[Z_{12}^{5-4}] = 2,15 \text{ мм}$

Выбор инструмента

Принимаем концевую фрезу с коническим хвостовиком ГОСТ 17026-71, из сплава Р6М5, диаметром $D=10 \text{ мм}$, числом зубьев $z=4$, $L=92$, $l=22$. Конус Морзе №2. [1, с.256]

Геометрические параметры: (группа 5)

$\gamma = 5 \dots 8^\circ, \gamma_1 = 3 \dots 5^\circ, \alpha = 15 \dots 20^\circ, \alpha_1 = 6 \dots 8^\circ, \omega = 40^\circ, \varphi = 90^\circ, \varphi_1 = 3 \dots 5^\circ, f = 0,5 \dots 0,8$ [4, с.349]

- Определяем глубину резания

$$t = h = 2,15 \text{ мм}$$

- Определяем подачу на зуб

$S_z = 0,01 \dots 0,03 \rightarrow$ принимаем $S_z = 0,03$ [1, с. 405]

- Определяем скорость резания

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_V \text{ м/мин.}$$

где C_V, x, y, m, u, p, q – коэффициент и показатели степени для скорости.

$$C_V = 145$$

$$q = 0,44$$

										Лист
										26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2019.582.00.00 ПЗ					

$$m = 0,37$$

[1, с. 408]

$$Y = 0,26$$

$$X = 0,24$$

$$u = 0,1$$

$$p = 0,13$$

$$T = 120 \text{ мин.}$$

[1, с. 411]

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{nv} \cdot K_{ив},$$

где $K_{MV}, K_{ив}, K_{nv}$ – поправочные коэффициенты.

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}$$

[1, с. 358]

$$n_v = 0,9$$

[1, с. 358]

$$K_{MV} = 1,0 \left(\frac{750}{640} \right)^{0,9} = 1,15$$

$$K_{nv} = 0,8$$

[1, с. 361]

$$K_{ив} = 1,0$$

[1, с. 361]

$$K_V = 1,15 \cdot 1,0 \cdot 0,8 = 0,92$$

$$V = \frac{145 \cdot 10^{0,44}}{120^{0,37} \cdot 2,15^{0,24} \cdot 0,03^{0,26} \cdot 5^{0,1} \cdot 4^{0,13}} \cdot 0,92 = 92,01 \text{ м/мин.}$$

- Определяем число оборотов

$$n_\phi = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} \text{ об/мин}$$

$$n_\phi = \frac{1000 \cdot 92,01}{3,14 \cdot 10} = 1851,9 \text{ об/мин}$$

$$S_m = S_n = S_z \cdot Z \cdot n \text{ мм/мин.}$$

$$S_m = 0,03 \cdot 4 \cdot 1851,9 = 222,28 \text{ мм/мин.}$$

- Определяем силу резания

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{mp}, \text{ Н}$$

где C_p, x, y, n, q, w – коэффициент и показатели степени для силы резания.

$$C_p = 12,5$$

$$q = 0,73$$

										Лист
										27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2019.582.00.00 ПЗ					

$$Y = 0,75$$

$$X = 0,85 \quad [1, \text{с. 412}]$$

$$u = 1,0$$

$$w = -0,13$$

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n \quad [1, \text{с. 362}]$$

$$n = 0,75 \quad [1, \text{с. 362}]$$

$$K_{MP} = \left(\frac{640}{750}\right)^{0,75} = 0,88$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 12,5 \cdot 2,15^{0,85} \cdot 0,03^{0,75} \cdot 5^{1,0} \cdot 4}{10^{0,73} \cdot 1851,9^{-0,13}} \cdot 0,88 = 150,55 \text{ Н}$$

- Определяем крутящий момент

$$M_{KP} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_{KP} = \frac{150,55 \cdot 10}{2 \cdot 100} = 7,5 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

- Мощность резания

$$N_e = \frac{P \cdot V}{1020 \cdot 60} \text{ кВт}$$

$$N_e = \frac{150,55 \cdot 92,01}{1020 \cdot 60} = 0,22 \text{ кВт}$$

$$N \leq N_{\text{шп}} \cdot \eta$$

$$N_{\text{шп}} = 10 \cdot 0,75 = 7,5 \text{ кВт}$$

$$0,22 \leq 7,5 \rightarrow \text{условие выполняется.}$$

Далее все расчеты проводим аналогично предыдущим и записываем данные в сводную таблицу.

Таблица 3 – Расчетные данные режимов резания для 005 операции

№ п/п	t, мм	S _z мм/зуб	V _ф , м/мин	n, об/мин	P _z , Н	N, кВт
[Z ₁₀ ⁵⁻¹]	1,84	0,041	455	1449	117,4	0,98
[Z ₁ ⁵⁻²]	1,021	0,03	517	1646,2	95,5	0,8

Продолжение таблицы 3

$[Z_5^{5-5}]$	0,352	0,04	138,12	2013,2	91,97	0,2
$[Z_2^{5-6}]$	2,4	0,02	99,5	1770,1	190,4	0,3
$[Z_{15}^{5-7}]$	4,0	0,009	52,1	414,8	324,29	0,27
$[Z_{16}^{5-7}]$	4,0	0,009	52,1	414,8	324,29	0,27
$[Z_{17}^{5-8}]$	0,234	0,06	130,84	1987,2	74,5	0,18
$[Z_{18}^{5-8}]$	3,866	0,01	84,5	1696,3	204,1	0,35

010 Сверлильная операция $[Z^{10-1}]=3,5$ мм

Для выполнения обработки выбираем сверло спиральное диаметром $D=7$ мм с коническим хвостовиком, параметры сверла: $L=168$ мм, $l=87$ мм,

[1 с.214] Материал режущей части – P6M5

- Определяем глубину резания

$$t = 0,5 \cdot D, \text{ мм}$$

$$t = 0,5 \cdot 7 = 3,5 \text{ мм}$$

- Определяем подачу

$$S = 0,15 \dots 0,2 \text{ мм/об.} \quad [1, \text{ с.381}]$$

На достижение более высокого качества отверстия, в связи с последующей обработкой, вводим поправочный коэффициент $K_{os}=0,5$

$$S = 0,2 \cdot 0,5 = 0,1 \text{ мм/об.}$$

- Определяем скорость резания

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot S^Y} \cdot K_V \text{ м/мин.}$$

$$C_V = 7,0$$

$$q = 0,4$$

$$m = 0,2$$

[1, с.383]

$$Y = 0,7$$

$$T = 45 \text{ мин.}$$

[1, с.384]

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{UV} \cdot K_{IV}$$

$$K_{Mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} - \text{поправочный коэффициент, учитывающий влияние}$$

качества обрабатываемого материала на силовые зависимости;

										Лист
										29
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2019.582.00.00 ПЗ					

$$K_r = 1,0$$

[1, с.359]

$$n_v = 0,9$$

$$K_{M_v} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{640}\right)^{0,9} = 1,15$$

$K_{n_v} = 0,8$ поправочный коэффициент, учитывающий влияние состояние поверхности заготовки на скорость резания;

$K_{u_v} = 1,0$ поправочный коэффициент, учитывающий влияние инструментального материала на скорость резания; [1. с361]

$$K_V = 1,15 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,15$$

$$V = \frac{7 \cdot 7^{0,4}}{45^{0,2} \cdot 0,1^{0,7}} \cdot 1,15 = 41,03 \text{ м/мин.}$$

- Определяем крутящий момент

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^Y \cdot K_p, \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$C_M = 0,0345$$

$$q = 2,0$$

[1, с.386]

$$Y = 0,8$$

$$K_p = K_{mp} = 0,88$$

[1, с.363]

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 7^{2,0} \cdot 0,1^{0,8} \cdot 0,88 = 2,35 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^Y \cdot K_p, \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$C_p = 68$$

$$q = 1,0$$

[1, с.386]

$$Y = 0,7$$

$$P_0 = 10 \cdot 68 \cdot 7^{1,0} \cdot 0,1^{0,7} \cdot 0,88 = 835,7 \text{ Н}$$

- Определяем частоту вращения шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} \text{ об/мин}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 41,03}{3,14 \cdot 7} = 1866,6 \text{ об/мин}$$

- Определяем мощность резания

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} \text{ кВт}$$

$$N_e = \frac{2,35 \cdot 1866,6}{9750} = 0,44 \text{ кВт}$$

$$N \leq N_{шп} \cdot \eta$$

$$N_{шп} = 3,0 \cdot 0,75 = 2,25 \text{ кВт}$$

0,44 ≤ 2,25 → условие выполняется.

010 Сверлильная операция [$Z^{10^{-4}}$]=0,75 мм

Для выполнения обработки выбираем сверло спиральное диаметром D=8,5 мм с коническим хвостовиком, параметры сверла: L=168мм, l=87 мм,

[1 с.214] Материал режущей части – P6M5

- Определяем глубину резания

$$t = 0,5(D - d) = 0,5(8,5 - 7,0) = 0,75 \text{ мм}$$

- Определяем подачу

$$S = 0,2 \dots 0,25 \text{ мм/об.} \quad [1, \text{ с.381}]$$

На достижение более высокого качества отверстия, в связи с последующей обработкой, вводим поправочный коэффициент $K_{os}=0,5$

$$S = 0,25 \cdot 0,5 = 0,125 \text{ мм/об.}$$

- Определяем скорость резания

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^Y \cdot t^x} \cdot K_v \text{ м/мин.}$$

$$C_v = 16,2$$

$$q = 0,4$$

$$x=0,2$$

$$m = 0,2$$

[1, с.383]

$$Y = 0,5$$

$$T = 45 \text{ мин.}$$

[1, с.384]

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{IV}$$

$$K_{Mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} - \text{ поправочный коэффициент, учитывающий влияние}$$

качества обрабатываемого материала на силовые зависимости;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

15.03.05.2019.582.00.00 ПЗ

Лист

31

$$K_r=1,0$$

[1, с.359]

$$n_v=1,0$$

$$K_{M_v} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{640}\right)^{1,0} = 1,17$$

$K_{n_v} = 1,0$ поправочный коэффициент, учитывающий влияние состояние поверхности заготовки на скорость резания;

$K_{u_v} = 1,0$ поправочный коэффициент, учитывающий влияние инструментального материала на скорость резания; [1. с361]

$$K_V = 1,17 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,17$$

$$V = \frac{7 \cdot 8,5^{0,4}}{45^{0,2} \cdot 0,125^{0,5} \cdot 0,75^{0,2}} \cdot 1,17 = 26,9 \text{ м/мин.}$$

- Определяем крутящий момент

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot t^x \cdot S^Y \cdot K_p, \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$C_M = 0,09$$

$$q = 1,0$$

[1, с.386]

$$Y = 0,8$$

$$X=0,9$$

$$K_p = K_{M_p} = 0,88$$

[1, с.363]

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,09 \cdot 8,5^{1,0} \cdot 0,75^{0,9} \cdot 0,125^{0,8} \cdot 0,88 = 0,98 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot t^x \cdot S^Y \cdot K_p, \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$C_p = 67$$

$$q = -$$

[1, с.386]

$$Y = 0,65$$

$$x=1,2$$

$$P_0 = 10 \cdot 67 \cdot 8,5 \cdot 0,75^{1,2} \cdot 0,125^{0,65} \cdot 0,88 = 918,4 \text{ Н}$$

- Определяем частоту вращения шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} \text{ об/мин}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 26,9}{3,14 \cdot 8,5} = 1007,8 \text{ об/мин}$$

									Лист
									32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2019.582.00.00 ПЗ				

- Определяем мощность резания

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} \text{ кВт}$$

$$N_e = \frac{0,98 \cdot 1007,8}{9750} = 0,1 \text{ кВт}$$

$$N \leq N_{шп} \cdot \eta$$

$$N_{шп} = 3,0 \cdot 0,75 = 2,25 \text{ кВт}$$

$0,1 \leq 2,25 \rightarrow$ условие выполняется.

Далее все расчеты проводим аналогично предыдущим и записываем данные в сводную таблицу.

Таблица 4 – Расчетные данные режимов резания для 010 операции

№ п/п	t, мм	S _o мм/об	V _ф , м/мин	n, об/мин	Mкр	N, кВт
[Z ¹⁰⁻³]	3,5	0,1	41,03	1866	2,35	0,44
[Z ₁₉ ¹⁰⁻²]	1,5	1,25	112	63	108	0,3
[Z ₄ ¹⁰⁻⁵]	1,0	1,0	135,1	55	122,4	0,22

010 Фрезерная операция [Z₂₅¹⁰⁻⁶]=3,0 мм

Принимаем прорезную фрезу с МНП, пластины из твёрдого сплава Т15К6
ГОСТ 2679-93 диаметром D=40мм, B=3мм, z=48
[1,с.270]

- Определяем глубину резания

$$t = h = 3,0 \text{ мм}$$

- Определяем подачу

$$S_z = 0,009 \text{ мм/зуб} \quad (1, \text{ с.403})$$

- Определяем скорость резания

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_V \text{ м/мин.}$$

где C_V, q, m, y, x, p, u - коэффициент и показатели степени для силы резания.

$$C_V = 53$$

										Лист
										33
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2019.582.00.00 ПЗ					

$$q = 0,25$$

$$m = 0,2$$

[1, с.407]

$$Y = 0,2$$

$$X = 0,3$$

$$u = 0,2$$

$$p = 0,1$$

$$T = 120 \text{ мин.}$$

[1, с.411]

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv},$$

где K_{MV}, K_{uv}, K_{IV} – поправочные коэффициенты.

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}$$

[1, с.360]

$$K_r = 1,0$$

$$n_v = 1,0$$

$$K_{MV} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{640} \right)^{1,0} = 1,17$$

$$K_{uv} = 1,0$$

$$K_{nv} = 1,0$$

$$K_V = 1,17 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,17$$

$$V = \frac{53 \cdot 40^{0,25}}{120^{0,2} \cdot 3^{0,3} \cdot 0,009^{0,2} \cdot 3^{0,2} \cdot 48^{0,1}} \cdot 1,17 = 51,45 \text{ м/мин.}$$

- Определяем число оборотов

$$n_\phi = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} \text{ об/мин}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 51,45}{3,14 \cdot 40} = 409,6 \text{ об/мин}$$

$$S_M = S_n = S_z \cdot Z \cdot n \text{ мм/мин.}$$

$$S_M = 0,009 \cdot 48 \cdot 409,6 = 176,9 \text{ мм/мин.}$$

- Определяем силу резания

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP} \text{ Н}$$

где C_M, q, y, x, u, w – коэффициент и показатели степени для силы резания.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2019.582.00.00 ПЗ

Лист

34

$$C_p = 261$$

$$q = 1,1$$

$$Y = 0,8$$

$$X = 0,9$$

[1, с.412]

$$u = 1,1$$

$$w = 0,1$$

$$K_{Mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{640}{750}\right)^{1,0} = 0,85$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 261 \cdot 3^{0,9} \cdot 0,009^{0,8} \cdot 3 \cdot 48}{40^{1,1} \cdot 409,6^{0,1}} \cdot 0,85 = 188,3 \text{ Н}$$

- Определяем крутящий момент

$$M_{KP} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_{KP} = \frac{188,3 \cdot 40}{2 \cdot 100} = 37,66 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

- Мощность резания

$$N_e = \frac{P \cdot V}{1020 \cdot 60} \text{ кВт}$$

$$N_e = \frac{188,3 \cdot 409,6}{1020 \cdot 60} = 1,26 \text{ кВт}$$

$$N \leq N_{шп} \cdot \eta$$

$$N_{шп} = 10 \cdot 0,8 = 8,0 \text{ кВт}$$

$1,26 \leq 8,0 \rightarrow$ условие выполняется.

1.4 Расчет норм времени

1) Расчет норм времени для фрезерования (операция 005):

$$t_{шт} = t_{опер} + t_{обс} + t_{отл}, \text{ МИН.}$$

$t_{шт}$ — штучное время:

Основное время t_0 рассчитывается по формуле:

$$t_0 = \frac{L_{p.x.}}{n \cdot S_m}, \text{ МИН.}$$

$$L_{p.x.} = l_d + l_{вр} + l_{подв} + l_{пер}, \text{ ММ,}$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2019.582.00.00 ПЗ

Лист

35

где: $L_{р.х.}$ — длина рабочего хода, рассчитывается по формуле:

l_d — обрабатываемая длина детали;

$l_{вр}$, $l_{подв}$, $l_{пер}$ — длины врезания, подвода и схода соответственно.

Таблица 5 - Расчет основного времени

t_o^{10} (пер.1)	t_o^1 (пер.2)	t_o^5 (пер.3)	t_o^{12} (пер.4)	t_o^5 (пер.5)	t_o^2 (пер.6)	t_o^{15} (пер.7)	t_o^{16} (пер.7)
0,61	0,71	0,35	0,27	0,3	2,9	1,67	1,67
t_o^{17} (пер.8)	t_o^{18} (пер.8)	$\sum t_o$					
0,36	2,18	11,02					

Вспомогательное время $t_{всп}$:

$$t_{всп} = t_{в1} + t_{в2} + t_{в3}, \text{ мин.}$$

где: t_{e1} — время, связанное с установкой и снятием заготовки;

t_{e2} — время, связанное с переходом (включение, выключение станка, управление станком, подвод инструмента, смена инструмента):

t_{e3} — время, связанное с измерением.

$$t_{e1} = 0.33 \text{ мин /11.с.38/; } t_{e2} = 0.43 \cdot 5 \text{ мин; /11.с.152 } t_{e3} = 0.22 \cdot 3 \text{ мин.}$$

$$t_{всп} = 0,33 + 0,43 \cdot 5 + 0,22 \cdot 3 = 3,14 \text{ мин.}$$

Оперативное время:

$$t_{опер} = t_o + t_e, \text{ мин;}$$

$$t_{опер} = 11,02 + 3,14 = 14,16 \text{ мин;}$$

Время на обслуживание /11.с.148/:

$$t_{обс} = 4\% \cdot t_{оп}, \text{ мин;}$$

$$t_{обс} = 4\% \cdot 14,16 = 0,56 \text{ мин,}$$

Время на отдых и личные надобности/11.с.203/:

$$t_{отл} = 4\% \cdot t_{оп}, \text{ мин;}$$

$$t_{отл} = \% \cdot 14,16 = 0,56 \text{ мин,}$$

$$t_{ум} = 14,16 + 0,56 + 0,56 = 15,29 \text{ мин.}$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

15.03.05.2019.582.00.00 ПЗ

Лист

36

2) Расчет норм времени для сверления (операция 010):

$$t_{ум} = t_{опер} + t_{обс} + t_{отл}, \text{ МИН.}$$

$t_{ум}$ — штучное время:

Основное время t_0 рассчитывается по формуле:

$$t_0 = \frac{L_{р.х.}}{n \cdot S_M}, \text{ МИН.}$$

$$L_{р.х.} = l_d + l_{вр} + l_{подв} + l_{пер}, \text{ ММ,}$$

где: $L_{р.х.}$ — длина рабочего хода, рассчитывается по формуле:

l_d — обрабатываемая длина детали;

$l_{вр}$, $l_{подв}$, $l_{пер}$ — длины врезания, подвода и схода соответственно.

Таблица 6 - Расчет основного времени

t_o^{19} (пер.1)	t_o^{19} (пер.2)	t_o (пер.3)	t_o (пер.4)	t_o (пер.5)	t_o^{25} (пер.6)	$\sum t_o$
0,23	0,47	0,14	0,11	0,22	0,95	2,12

Вспомогательное время $t_{всп}$:

$$t_{всп} = t_{в1} + t_{в2} + t_{в3}, \text{ МИН.}$$

где: $t_{в1}$ — время, связанное с установкой и снятием заготовки;

$t_{в2}$ — время, связанное с переходом (включение, выключение станка, управление станком, подвод инструмента, смена инструмента):

$t_{в3}$ — время, связанное с измерением.

$$t_{в1} = 0.33 \text{ мин /11.с.38/; } t_{в2} = 0.43 \cdot 6 \text{ мин;/11.с.152 } t_{в3} = 0.22 \cdot 2 \text{ мин./11.с.191/}$$

$$t_{всп} = 0,33 + 0,43 \cdot 6 + 0,22 \cdot 2 = 3,35 \text{ мин.}$$

Оперативное время:

$$t_{опер} = t_0 + t_{в}, \text{ МИН;}$$

$$t_{опер} = 2,12 + 3,35 = 5,47 \text{ мин;}$$

Время на обслуживание /11.с.148/:

$$t_{обс} = 4\% \cdot t_{оп}, \text{ МИН;}$$

$$t_{обс} = 4\% \cdot 5,47 = 0,134 \text{ мин,}$$

Время на отдых и личные надобности/11.с.203/:

$$t_{отл} = 4\% \cdot t_{оп}, \text{ мин};$$

$$t_{отл} = \% \cdot 5,47 = 0,134 \text{ мин},$$

$$t_{ум} = 5,47 + 0,134 + 0,134 = 5,738 \text{ мин}.$$

Таблица 7 – Расчетные данные нормы времени

Номер операции	Нормы времени		
	штучное время	вспомогательное время	основное технологическое (машинное) время
005	15,29	3,14	11,02
010	5,738	3,35	2,12

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2019.582.00.00 ПЗ

Лист

38

2. КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Проектирование и расчет станочного приспособления

Интенсификация производства в машиностроении неразрывно связана с техническим перевооружением и модернизацией средств производства на базе применения новейших достижений науки и техники. Техническое перевооружение, подготовка производства новых видов продукции машиностроения и модернизация средств производства неизбежно включают процессы проектирования средств технологического оснащения и их изготовления.

В общем объёме средств технологического отношения примерно 50% составляют станочные приспособления. Применение станочных приспособлений позволяет:

- 1) Надёжно базировать и закреплять обрабатываемую деталь с сохранением её жесткости в процессе обработки;
- 2) Стабильно обеспечивать высокое качество обрабатываемых деталей при минимальной зависимости качества от квалификации рабочего;
- 3) Повысить производительность и облегчить условия труда рабочего в результате механизации приспособлений;
- 4) Расширить технологические возможности используемого оборудования.

Создание любого вида СП, отвечающих требованиям производства, неизбежно сопряжено с применением квалифицированного труда. В последнее время в области проектирования станочных приспособлений достигнуты значительные успехи. Разработаны методики расчёта точности обработки деталей в СП, созданы прецизионные патроны и оправки, улучшены зажимные механизмы и усовершенствована методика их расчёта, разработаны различные приводы с элементами, повысившими эксплуатацию и надёжность.

2.1.1 Расчет и проектирование станочного приспособления для обработки наконечника рулевого на обрабатывающем центре с ЧПУ.

									Лист
									39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2019.582.00.00 ПЗ				

Суммарная погрешность при выполнении любой операции механической обработки состоит из погрешностей: установки детали, настройки станка и погрешности обработки, возникающей в процессе изготовления детали.

Погрешность установки заготовки E_y возникает при установке в приспособлении и складывается из погрешностей базирования E_b и погрешности закрепления E_z :

$$E_y = \sqrt{E_b^2 + E_z^2}, \text{ где} \quad (2.1)$$

погрешность закрепления $E_z = 0$, т.к. сила зажима будет направлена перпендикулярно поверхности установочных элементов, т.е. перпендикулярно

выполняемому размеру:

$$E_y = \sqrt{E_b^2} = E_b, \quad (2.2)$$

При обработке на станке с ЧПУ заготовка должна быть лишена всех шести степеней свободы.

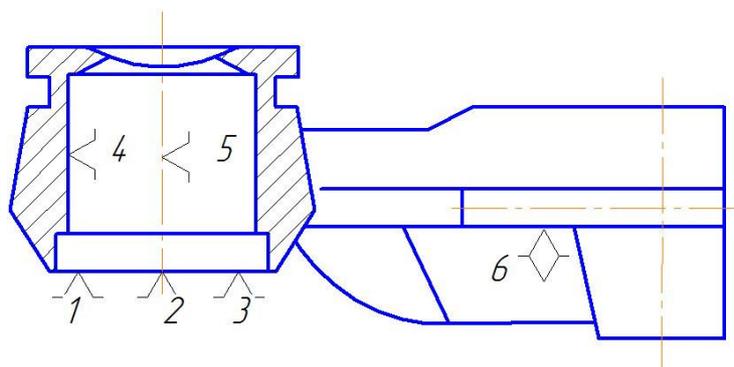


Рисунок 20 – Схема базирования

Зажим действует на заготовку сверху, прижимая деталь к установочным элементам.

Приспособление является комплексным, т.е. предназначено для выполнения нескольких операций за один установ, а именно сверление, нарезание резьбы и фрезерования паза.

Наибольшее усилие закрепления возникает при фрезеровании паза, для него и рассчитаем необходимое усилие закрепления.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2019.582.00.00 ПЗ

Лист

40

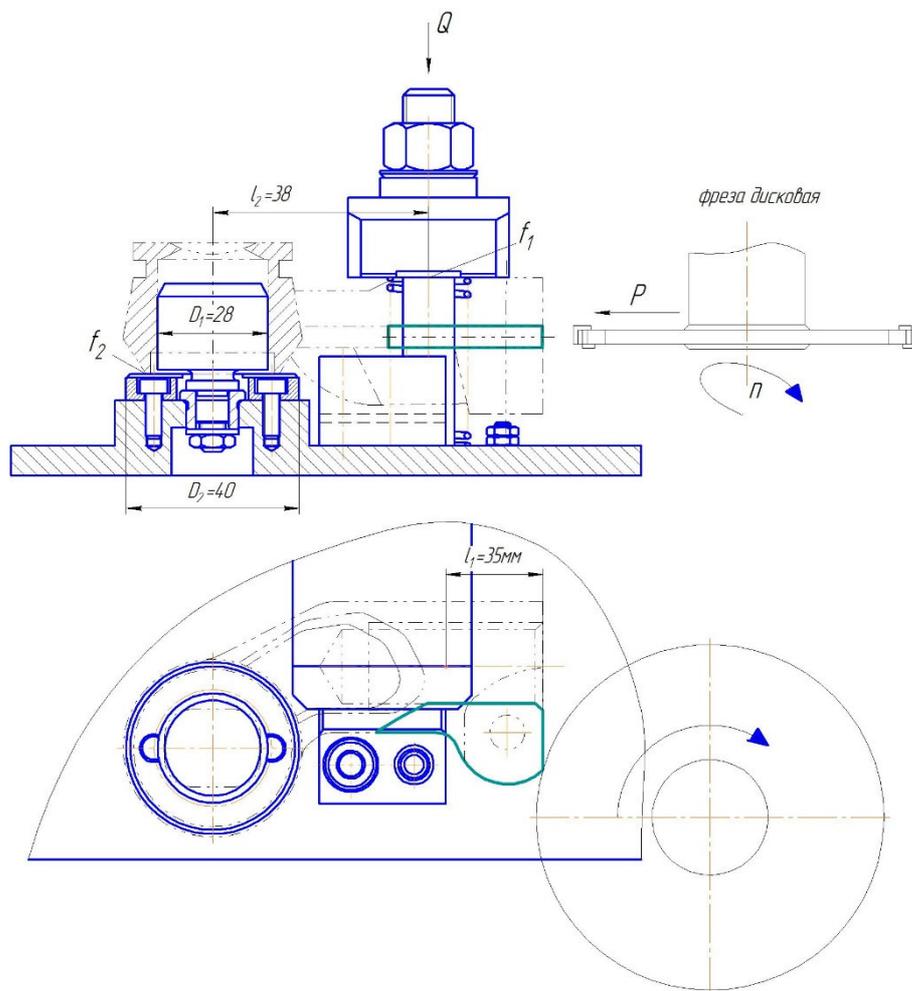


Рисунок 21 - Схема сил, действующих на заготовку
 - Расчет усилия закрепления

$$\sum M_{\text{сдв}} \cdot k = \sum M_{\text{уд}};$$

На заготовку воздействует сила P .

$$M_{\text{сдв}} = P_y \cdot l ;$$

$$M_{\text{сдв}} = 188 \cdot 0,035 = 6,58 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$\sum M_{\text{уд}} = M_{\text{тр1}} + M_{\text{тр2}};$$

$M_{\text{тр1}}$ — момент сил трения по зажимному элементу;

$M_{\text{тр2}}$ — момент сил трения по установочному элементу;

$$F_{\text{тр1}} = Q \cdot f_1 \qquad M_{\text{тр1}} = Q \cdot f_1 \cdot l_2$$

$$F_{\text{тр2}} = Q \cdot f_2 \qquad M_{\text{тр2}} = Q \cdot f_2 \cdot \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{D_1^3 - d^3}{D_1^2 - d^2} \right)$$

$$F_{\text{тр3}} = Q \cdot f_3 \qquad M_{\text{тр3}} = Q \cdot f_3 \cdot \frac{D}{\sin \alpha / 2}$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

15.03.05.2019.582.00.00 ПЗ

Лист

41

$$K \cdot M_{\text{сдв}} = Q \cdot f_1 \cdot l_2 + Q \cdot f_2 \cdot \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{D_1^3 - d^3}{D_1^2 - d^2} \right) + Q \cdot f_3 \cdot D / \sin \alpha / 2$$

$$K \cdot M_{\text{сдв}} = Q \left(f_1 \cdot l_2 + f_2 \cdot \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{D_1^3 - d^3}{D_1^2 - d^2} \right) + f_3 \cdot D / \sin \alpha / 2 \right)$$

Выражаем силу закрепления Q:

$$Q = \frac{M_{\text{сдв}} \cdot k}{f_1 \cdot l_2 + f_2 \cdot \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{D_1^3 - d^3}{D_1^2 - d^2} \right) + f_3 \cdot D / \sin \alpha / 2};$$

Коэффициент запаса k рассчитывается по формуле:

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6;$$

$k_0 = 1.5$ – гарантированный коэффициент запаса;

$k_1 = 1.2$ – учитывает увеличение сил резания из-за случайных неровностей на обрабатываемой поверхности;

$k_2 = 1.5$ – учитывает увеличение сил резания вследствие затупления режущего инструмента;

$k_3 = 1.0$ – учитывает увеличение сил резания при прерывистом резании;

$k_4 = 1.0$ – характеризует постоянство силы, развиваемой зажимным механизмом;

$k_5 = 1.0$ – характеризует эргономику немеханизированного зажимного механизма;

$k_6 = 1.5$ – учитывается при наличии моментов, стремящихся повернуть заготовку, установленную плоской поверхностью.

$$k = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,5 = 4,05; \quad [6, \text{с.51}]$$

$f_1 = f_2 = 0.16$ – коэффициент трения; [6.с 50]

$$Q = \frac{6,58 \cdot 4,05}{0,16 \left(\frac{0,04^3 - 0,028^3}{0,04^2 - 0,028^2} \right) \cdot \frac{1}{3} + 0,16 \cdot 0,018 / \sin 90 / 2} = 6730 \text{ Н}$$

Усилие на штоке пневмоцилиндра равно усилию закрепления:

$$P_{\text{шт}} = P_3 = 6730 \text{ Н}$$

$$D_{\text{ц}} = 1,4 \cdot \sqrt{\frac{Q}{P_{\text{д}}}} \text{ мм,}$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

15.03.05.2019.582.00.00 ПЗ

Лист

42

где Q – сила закрепления, Н

P_d – давление воздуха, МПа

$$D_{ц} = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{6730}{0,6}} = 122 \text{ мм}$$

Диаметр цилиндра принимается из стандартного ряда. Принимаем ближайший диаметр гидроцилиндра $D_{ц}=125$ мм.

Действительное усилие закрепления

$$Q = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \rho \cdot \eta \text{ Н}$$

$$Q = \frac{3,14 \cdot 125^2}{4} \cdot 0,6 \cdot 0,95 = 6991 \text{ Н}$$

2.2 Расчет контрольного приспособления для проверки перпендикулярности.

Выполняем расчёт погрешности измерения для допуска перпендикулярности отверстия $\varnothing 28$ относительно оси «К». $T = 0,12$ мм

$$\Delta_{изм} = \sqrt{\varepsilon^2 + \Delta_p^2 + \Delta_s^2 + \Delta_n^2}, \quad (2.18)$$

$\varepsilon_b = 0$; $\varepsilon_z = 0$;

$\varepsilon_{пр1}$ – погрешность, учитывающая погрешность изготовления установочных элементов;

При данном расчете $\varepsilon_{пр1}$ включает в себя:

Отклонение от соосности измерительных диаметров штифта - 0,02 мм;

Разность размеров измерительных диаметров штифта - 0,005 мм;

$\varepsilon_{пр1} = 0,01 + 0,005 = 0,015$.

$\varepsilon_{пр2}$ – погрешность взаимного расположения установочных элементов для установки измерительных приборов,

При данном расчете $\varepsilon_{пр2}$ включает в себя:

Отклонение от плоскостности базовой плиты приспособления - 0,05 мм;

$\varepsilon_{пр2} = 0,01$ мм;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2019.582.00.00 ПЗ

Лист

43

Δp - погрешность передаточных устройств приспособления, т. к. передаточных устройств нет (перемещение напрямую влияет на показания индикатора), $\Delta p=0$;

Δp - погрешность, вызываемая неточностью показаний прибора.

Выбираем в качестве измерительного устройства индикатор часового типа ИЧ-10 ГОСТ 577-68 /16,с.563/ с ценой деления 0,01 мм и пределами измерения 0...10 мм.

По точности исполнения этот индикатор относится к первому классу точности, т. е. погрешность при повороте стрелки на 1 оборот равна 0,005 мм.

$$\Delta_{изм} = \sqrt{0,015^2 + 0,01^2 + 0,005^2} = 0,018.$$

0,018 < 0,042 Условие выполняется.

2.3 Выбор типа и размера резца и марки инструментального материала

Для обработки выбираем инструмент фирмы «Iscar». Основными преимуществами этого инструмента являются:

- высокая точность и качество изготовления, что позволяет использовать его на любых режимах обработки;

- большой выбор инструмента с тангенциальным расположением пластин, который допускает стабильную работу на повышенных припусках без увеличения нагрузки на оборудование;

- широкий спектр сплавов и износостойких покрытий, перекрывающий весь диапазон рабочих режимов оборудования.

Исходя из размеров обработки, выбираем инструмент – фреза торцовая с твердосплавными пластинами:

Фреза F90LN D035-08-18-R-N15

(F-face) - Фреза торцовая для обработки плоскостей и уступов под углом **90** , с пластинами типа **LN** диаметром 35мм (**D035**), число зубьев **8**, посадочный диаметр под оправку **18** мм правого исполнения **R**. С нейтральной пластиной **N** размером **15** мм

									Лист
									44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2019.582.00.00 ПЗ				

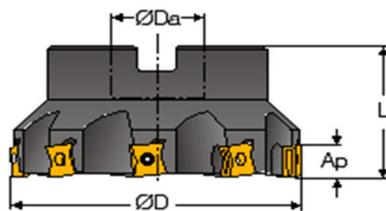


Рисунок 22 - Фреза торцовая

Пластина LNKX 1506PN-N PL

Пластина формы **L** (прямоугольник) без заднего угла (**N**- нейтральная), Класс точности - **K**, **X**-специальный символ несоответствия ISO, длина режущей кромки **15мм**, толщина пластины **06(6мм)** **PN-N-PL** - геометрия режущей части (стружколом)

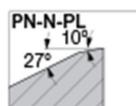
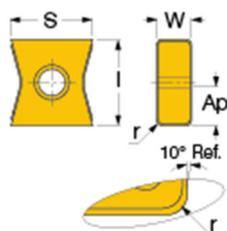


Рисунок 23 - Пластина

2.4 Проектирование РТК

Особенностями станков с ЧПУ являются:

1. Наличие управляющей программы, данные о величине, скорости и направлении перемещений узлов станка.

2. Низкая трудоемкость переналадки при переходе от выпуска одной детали к другой, для чего достаточно заменить программу обработки. Таким образом, станки с ЧПУ обладают высокой гибкостью в сочетании с достаточно высокой производительностью. Снижение трудоемкости подготовки производства при освоении предприятием новых изделий важна в условиях рыночной экономики.

3. Числовая форма представления управляющей информации позволяет использовать компьютер и создавать безбумажную технологию.

Преимуществами станков с ЧПУ являются:

1. Высокая производительность (в 2...5 раз выше по сравнению с аналогичными станками с ручным управлением).

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2019.582.00.00 ПЗ

Лист

45

2. Подготовка производства переносится в сферу инженерного труда, что снижает потребность в высококвалифицированных рабочих-станочниках.

3. Детали, изготовленные по одной УП, являются взаимозаменяемыми, что сокращает затраты времени на подгоночные работы при сборке.

4. Благодаря централизованной подготовке УП и более простой, и универсальной технологической оснастке значительно сокращаются сроки перехода на изготовление новых деталей.

Все выпускаемое оборудование с ПУ ориентировано на обеспечение его максимального использования в гибких производственных системах (ГПС) различного назначения и минимальное участие человека в процессе производства. Оборудование с ПУ выпускается для реализации всех видов технологических процессов машиностроения.

Устройства с ЧПУ (УЧПУ) базируются на работе микро-ЭВМ, в которой логика работы задается программным методом. Одно и то же УЧПУ с микро-ЭВМ может реализовывать различные функции управления за счет изменения программы управления работой микро-ЭВМ. В роли микро-ЭВМ выступает промышленный контроллер как то: микропроцессор, на котором построена встраиваемая система; программируемый логический контроллер либо более сложное устройство управления — промышленный компьютер.

Примеры расчетно-технологических карт можно увидеть в графической части дипломного проекта.

2.4.1 Управляющая программа для токарного станка (005 операция)

Таблица 8 – Карта координат опорных точек

Участок	Контур	Координаты конца участка									n, об/мин	s, мм/зуб
		x		Δx	y		Δy	z		Δz		
		мм	имп	имп	мм	имп	имп	мм	имп	имп		
0-1	прямая	-17	3400	-6600	108	10800	-1200	-	-	-	1449	УСК
1-2	прямая	-17	3400	0	90	9000	-1800	-	-	-	1449	0,04
2-3	прямая	-7	1400	-2000	90	9000	0	-	-	-	1449	0,04
3-4	окр	-	-	-	74	7400	-1600	5	500	-1300	1449	0,04
4-5	окр	-	-	-	61	6100	-1300	18	1800	1300	1449	0,04
5-6	окр	-	-	-	74	7400	1300	31	3100	1300	1449	0,04
6-7	окр	-	-	-	88	8800	1400	18	1800	-1300	1449	0,04
7-8	прямая	-17	3400	2000	90	9000	200	-	-	-	1449	0,04
8-9	прямая	-17	3400	0	108	10800	1800	-	-	-	1449	0,04
9-10	прямая	50	10000	6600	120	12000	1200	-	-	-	1449	УСК
10-11	прямая	37	7400	-2600	88	8800	-3200	-	-	-	1646	УСК
11-12	прямая	23	4600	-2800	88	8800	0	-	-	-	1646	0,03
12-13	окр	-	-	-	76	7600	-1200	32	3200	1400	1646	0,03
13-14	окр	-	-	-	63	6300	-1300	18	1800	-1400	1646	0,03
14-15	окр	-	-	-	76	7600	1300	5	500	-1300	1646	0,03
15-16	окр	-	-	-	90	9000	1400	18	1800	1300	1646	0,03
16-17	прямая	37	7400	2800	88	8800	-200	-	-	-	1646	0,03
17-18	прямая	50	10000	2600	120	12000	3200	-	-	-	1646	УСК
18-19	прямая	23	4600	-5400	102	10200	-1800	-	-	-	1851	УСК
19-20	прямая	23	4600	0	75	7500	-2700	-	-	-	1851	0,215
20-21	прямая	24	4800	200	75	7500	0	-	-	-	1851	0,215
21-22	прямая	23	4600	-200	75	7500	0	-	-	-	1851	0,215
22-23	прямая	23	4600	0	102	10200	2700	-	-	-	1851	0,215
23-24	прямая	50	10000	5400	120	12000	1800	-	-	-	1851	УСК
24-25	прямая	23	4600	-5400	102	10200	-1800	-	-	-	1993	УСК
25-26	прямая	23	4600	0	88	8800	-1400	-	-	-	1993	0,03
26-27	прямая	5	1000	-3600	88	8800	0	-	-	-	1993	0,03
27-28	окр	-	-	-	74	7400	-1400	2	200	-1600	1993	0,03
28-29	окр	-	-	-	58	5800	-1600	18	1800	1600	1993	0,03
29-30	окр	-	-	-	74	7400	1600	34	3400	1600	1993	0,03
30-31	окр	-	-	-	90	9000	1600	18	1800	-1600	1993	0,03
31-32	прямая	2	200	-800	88	8800	-200	-	-	-	1993	0,03
32-33	окр	-	-	-	74	7400	-1400	2	200	-1600	1993	0,03
33-34	окр	-	-	-	58	5800	-1600	18	1800	1600	1993	0,03
34-35	окр	-	-	-	74	7400	1600	34	3400	1600	1993	0,03
35-36	окр	-	-	-	90	9000	1600	18	1800	-1600	1993	0,03
36-37	прямая	23	4600	4400	88	8800	-200	-	-	-	1993	0,03
37-38	прямая	23	4600	0	102	10200	1400	-	-	-	1993	0,03
38-39	прямая	50	10000	5400	120	12000	1800	-	-	-	1993	УСК

Проверка: $\sum \Delta X = 0, \sum \Delta Z = 0, \sum \Delta y = 0$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

15.03.05.2019.582.00.00 ПЗ

Лист

47

3 АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

3.1 Проектирование приспособления с помощью САД-систем

САД-система (computer-aided design компьютерная поддержка проектирования) – это система автоматизированного проектирования, предназначенная для выполнения проектных работ с применением компьютерной техники, а также позволяющая создавать конструкторскую и технологическую документацию на отдельные изделия, здания и сооружения.

Обычно, аббревиатура САД считается стандартизированным англоязычным эквивалентом термина САПР. Однако понятие САД не является полным эквивалентом САПР, как организационно-технической системы: так в ГОСТ 15971-90 это словосочетание приводится как стандартизированный англоязычный эквивалент термина «автоматизированное проектирование». Термин САПР на английский язык может также переводиться как CAD system, automated design system, CAE system.

Основная цель создания САПР — повышение эффективности труда инженеров, за счет автоматизации работ на стадиях проектирования и подготовки производства. Так, благодаря САПР, удается добиться:

- сокращения трудоёмкости проектирования и планирования;
- сокращения сроков проектирования;
- сокращения себестоимости проектирования и изготовления, уменьшение затрат на эксплуатацию;
- повышения качества и технико-экономического уровня результатов проектирования;
- сокращения затрат на натурное моделирование и испытания.

Деталь «Наконечник наружный» представляет собой деталь типа - корпус, имеет сложную форму, сквозные и глухие отверстия, резьбовые поверхности, паз, радиуса и фаски.

					<i>15.03.05.2019.582.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		48

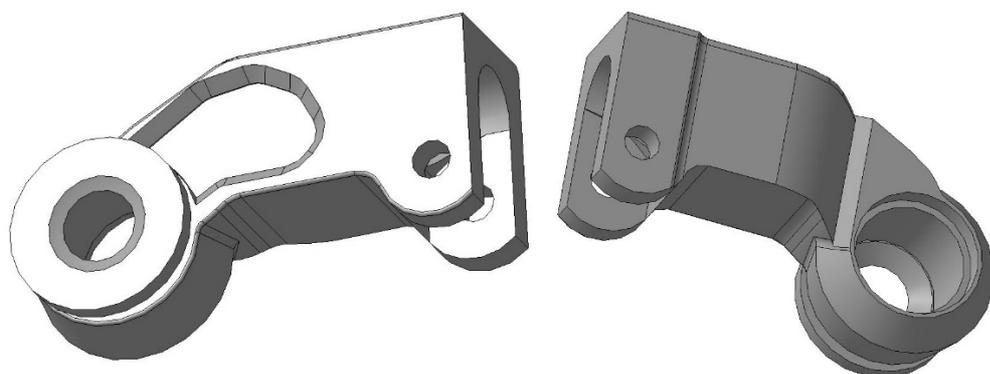


Рисунок 23 – 3D модель наконечника

В процессе написания выпускной квалификационной работы, было спроектировано и построено в CAD-систем станочное приспособление для сверления отверстий.

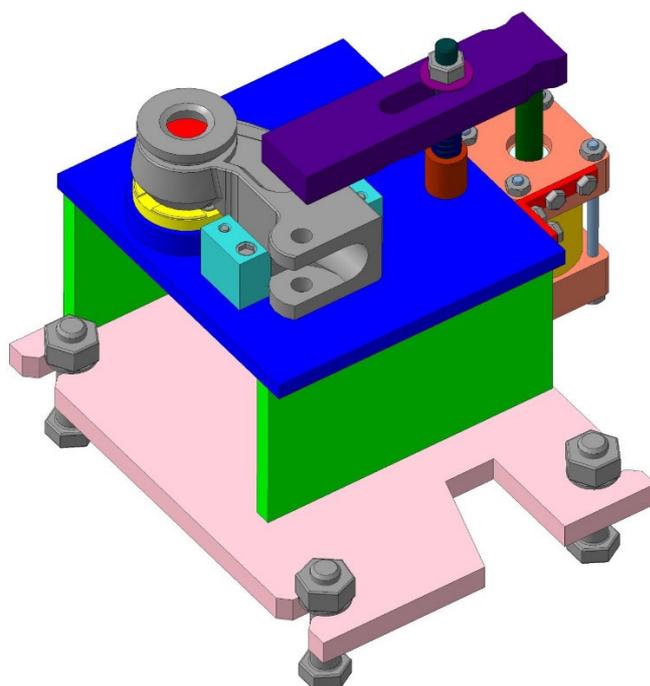


Рисунок 24 – 3D модель станочного приспособления

2Д модель станочного приспособления отображена на рисунке 25.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2019.582.00.00 ПЗ

Лист

49

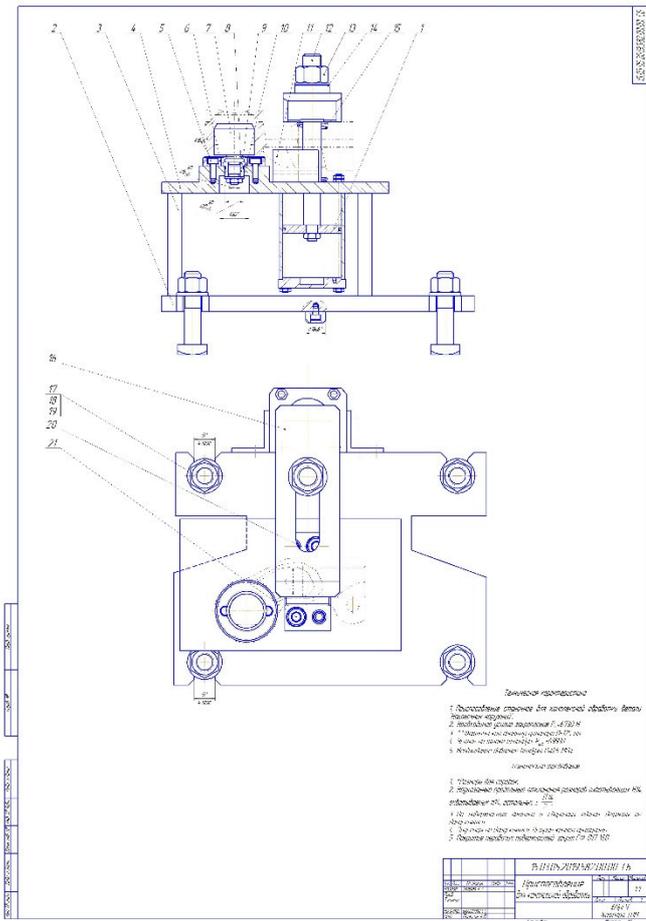


Рисунок 25 – 2D модель станочного приспособления

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2019.582.00.00 ПЗ

Лист

50

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание		
<i>Документация</i>								
А2			15.03.05.2019.582.00.00 СБ	Сборочный чертёж				
				Сборочные единицы				
Б4	1		15.03.05.2019.582.00.01 СБ	Цилиндр пневматический	1			
				Детали				
	2		15.03.05.2019.582.00.02 СБ	Основание	1			
	3		15.03.05.2019.582.00.03 СБ	Стойка	2			
	4		15.03.05.2019.582.00.04 СБ	Плита				
				Стандартные изделия				
		5		Винт М5-1 ГОСТ11738-84	2			
		6		Шайба опорная 7034-0555 ГОСТ 17777-72	1			
		7		Палец 7030-0945 12г6 ГОСТ 12211-66	1			
		8		Втулка 7030-0125 ГОСТ 12214-66	1			
		9		Шайба 7034-0555 h6 ГОСТ 17777-72	1			
		10		Гайка М10 ГОСТ5915-70	1			
		11		Призма малая ГОСТ 5346-88	1			
		12		Шпилька 16 ГОСТ 2564-89	1			
		13		Гайка М16 ГОСТ5915-70	1			
		14		Шайба 7034-0555 ГОСТ 17779-72	1			
		15		Пружина 8x55 ГОСТ1547-92	1			
		16		Прижим ГОСТ4589-91	1			
			15.03.05.2019.582.00.00 СБ					
						Лит.	Лист	Листов
						1	1	2
			Приспособление для комплексной обработки			ЮУрГУ кафедра ТПМ		
			Копировал			Формат А4		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Разраб.		Зверев К.А.						
Проб.								
Н.контр.		Шапарова Е.С.						
Утв.		Тлаксин А.В.						

Рисунок 26 – Спецификация станочного приспособления

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2019.582.00.00 ПЗ

Лист

51

3. Выбор стратегии и параметров обработки.
4. Вычисление траекторий движения инструмента.
5. Визуальный контроль траекторий (бэжплот) и их симуляция.
6. Постпроцессирование (перевод траекторий движения и вспомогательных операций в коды станка).

Написанная управляющая программа на токарную обработку представлена визуализацией на рисунке 29.

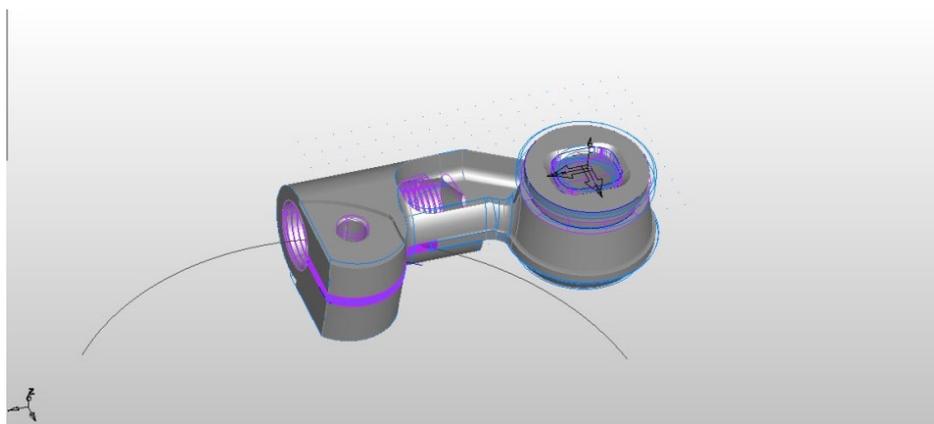


Рисунок 29 – Визуализация на механическую обработку

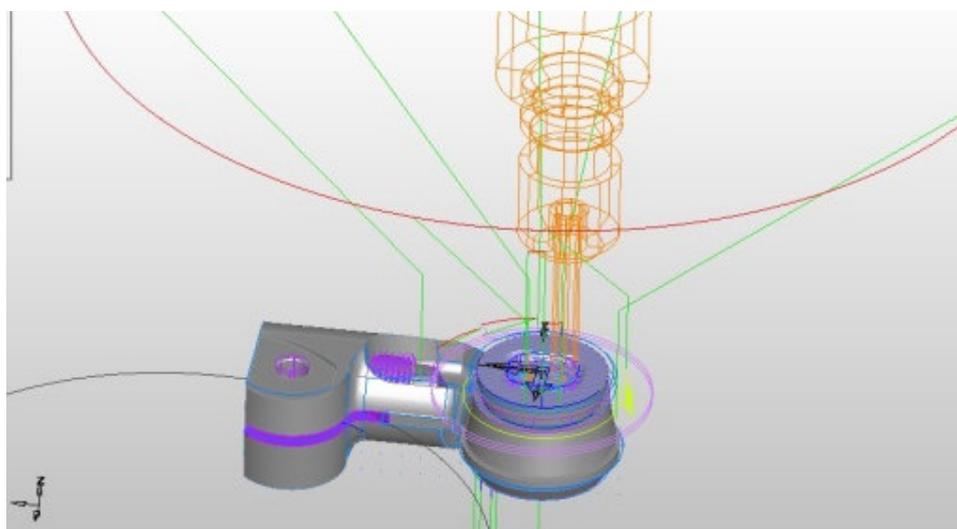


Рисунок 30 – Визуализация обработки отверстия

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2019.582.00.00 ПЗ

Лист

54

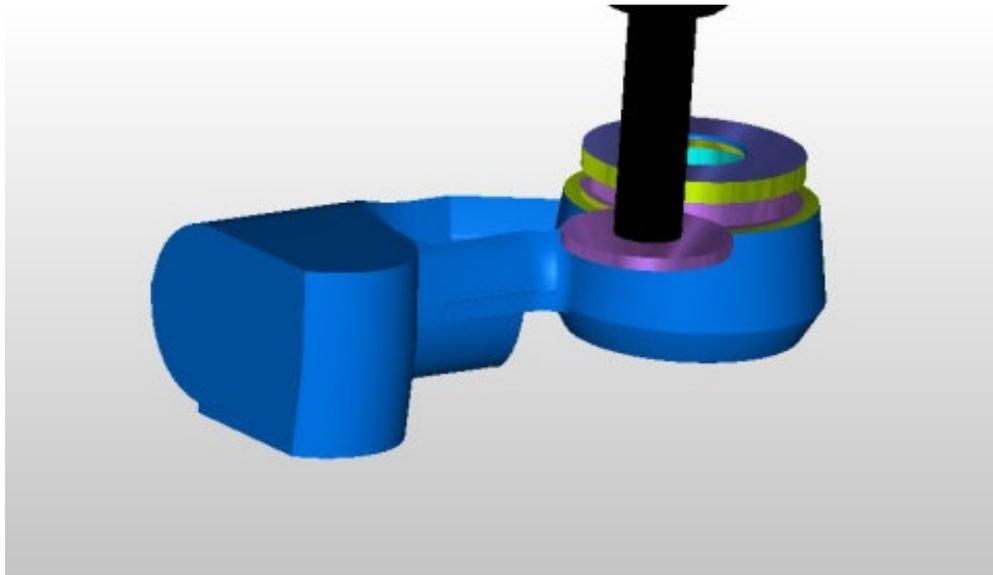


Рисунок 31 – Визуализация обработки канавки

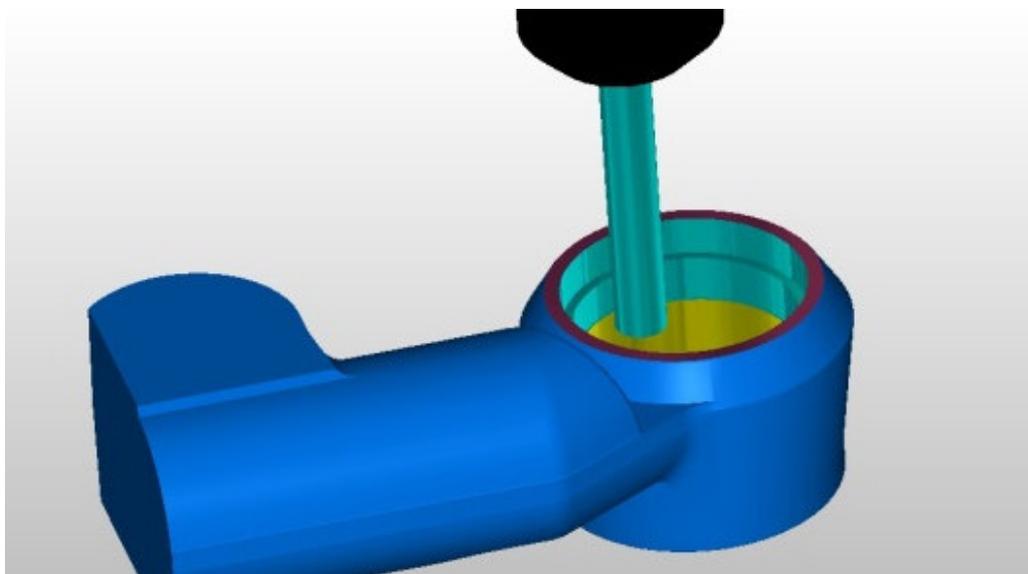


Рисунок 32 – Визуализация обработки отверстия

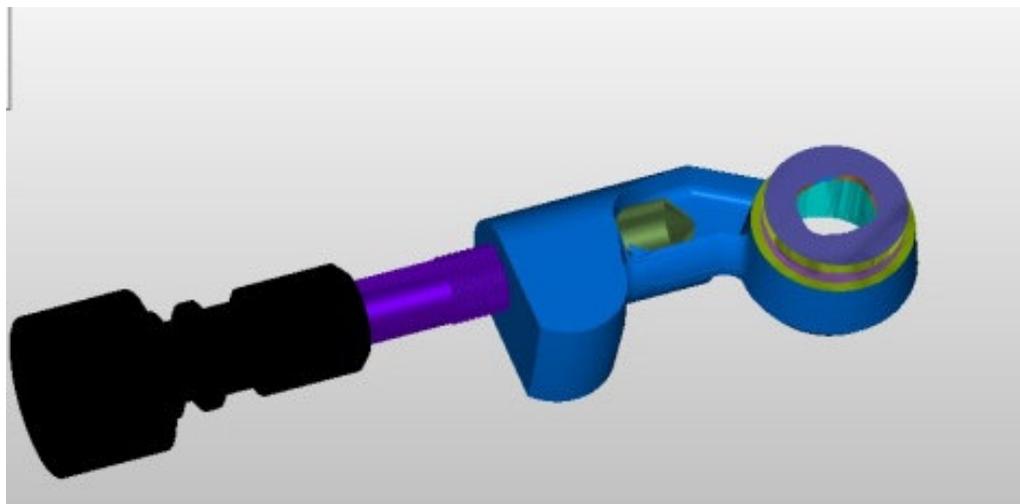


Рисунок 33 – Визуализация нарезания резьбы

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2019.582.00.00 ПЗ

Лист

55

3.3 Разработка ТП изготовления детали с использованием САПР «Вертикаль»

САПР ТП «Вертикаль» — система автоматизированного проектирования (САПР) технологических процессов (ТП), решающая задачи автоматизации процессов технологической подготовки производства.

САПР ТП «Вертикаль» позволяет:

- проектировать технологические процессы в автоматизированном режиме;
- рассчитывать материальные и трудовые затраты производства;
- формировать все необходимые комплекты технологической документации, используемые на предприятии;
- организовать и развивать технологические базы данных предприятия;
- передавать данные в различные системы планирования и управления (классов PDM/MRP/ERP), а также организовывать совместную работу с модулями и приложениями, разработанными на предприятии.

Максимально автоматизировать процесс разработки технологических процессов возможно только посредством связи конструкторских и технологических данных. Автоматический перенос данных из чертежа, трехмерной модели, а также данных о детали (сборке), данных по материалу и заготовке позволит на начальном этапе разработки ТП сразу же использовать эти данные — без дополнительного назначения и поиска их в справочниках.

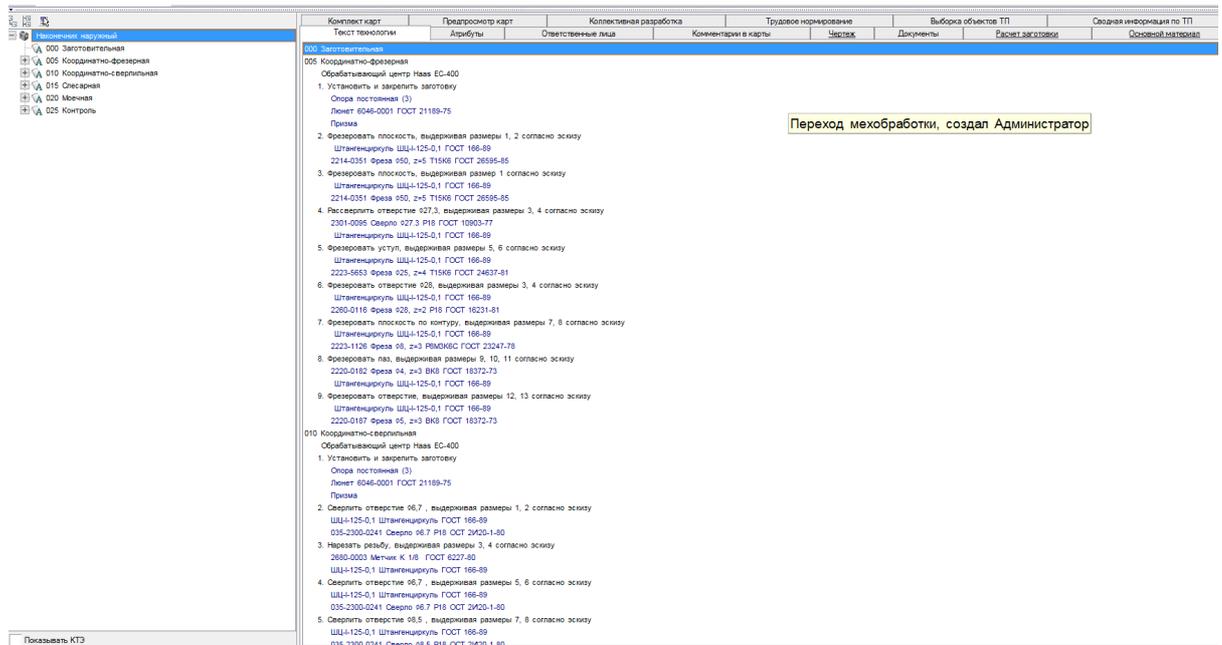


Рисунок 34 – Визуализация Технологического процесса

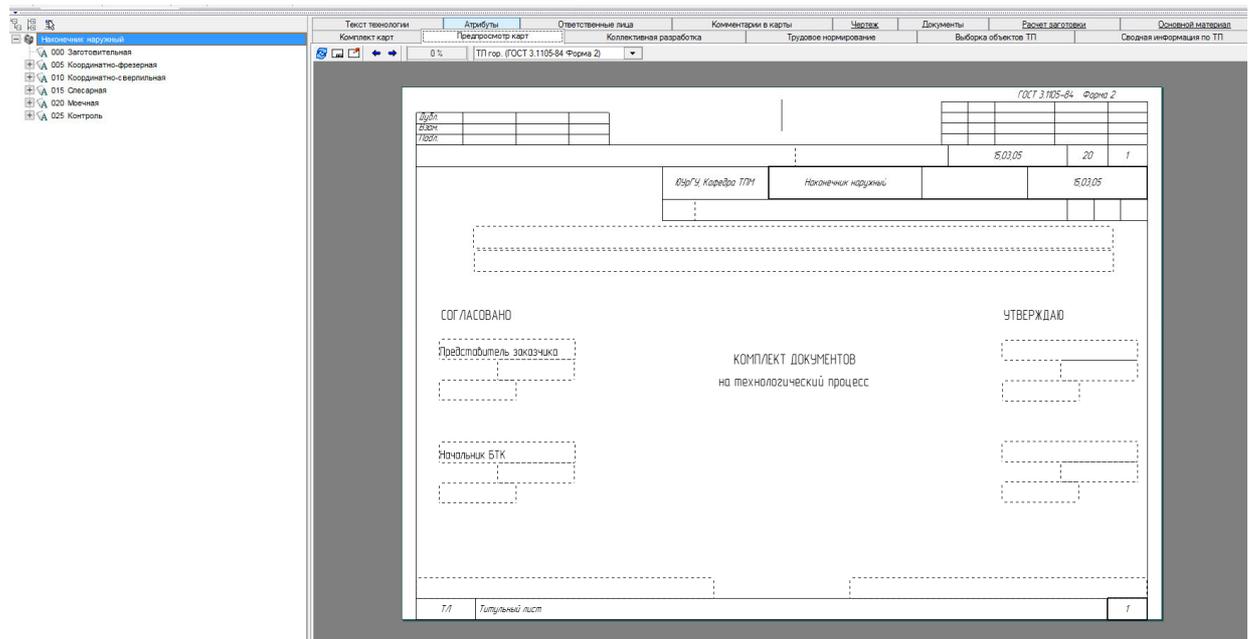


Рисунок 35 – Визуализация комплекта документов

ГОСТ 3.104-86 Формат 3										
Шуфт										
Взам										
Габар.										
				15.03.05		Ю		1		
Разработ	Зверев К.А.		Юргуч, Кафедра ТПМ		Наконечник наружный		Юргуч, Кафедра ТПМ 60100.			
Проверил	Высогорец Я.В.									
Утвердил										
И контр.							005			
Наименование операции		Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОМД
Координатно-фрезерная					кз					1
Оборудование, устройства ЧПУ		Обозначение программы		То	Тв	Тпа	Тшт	СОК		
Обработка в центре Haas EC-400										
Р		ПМ	Д или В	Л	Р	Г	Г	С	П	У
001	1 Установить и закрепить заготовку									
Т02	Опора постоянная О1									
Т03	Ланет 6046-0001 ГОСТ 2189-75									
Т04	Призма									
005	2 Фрезеровать плоскость, выдерживая размеры 1, 2 согласно эскизу									
Т06	Z24-0351 Фреза $\varnothing 50$, z=5 ТБК6 ГОСТ 26595-85									
Т07	Штангенциркуль ШЦ-4-125-0,1 ГОСТ 166-89									
008	3 Фрезеровать плоскость, выдерживая размер 1 согласно эскизу									
Т09	Z24-0351 Фреза $\varnothing 50$, z=5 ТБК6 ГОСТ 26595-85									
Т10	Штангенциркуль ШЦ-4-125-0,1 ГОСТ 166-89									
011	4 Рассверлить отверстие $\varnothing 27,3$ выдерживая размеры 3, 4 согласно эскизу									
Т12	Z301-0095 Сверло $\varnothing 27,3$ Р10 ГОСТ 10903-77									
Т13	Штангенциркуль ШЦ-4-125-0,1 ГОСТ 166-89									
ОК	Операционная карта									4

Рисунок 36 – Визуализация карт ТП

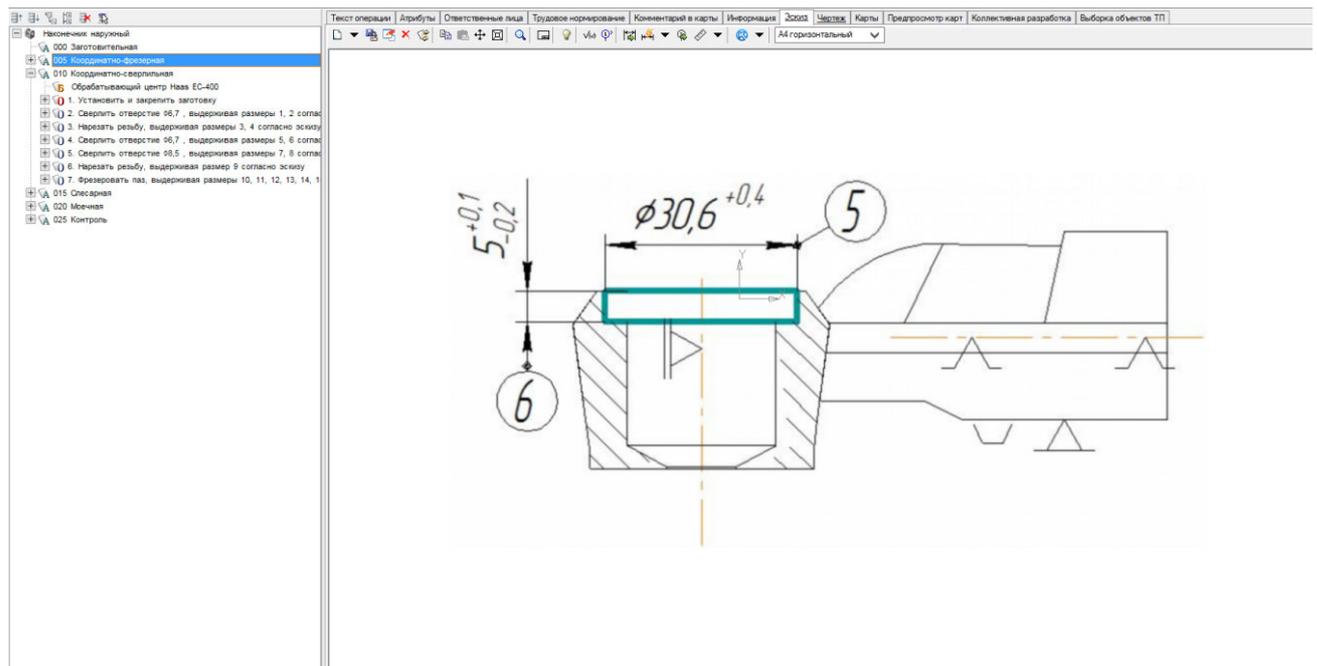


Рисунок 37 – Визуализация обработки отверстия

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

15.03.05.2019.582.00.00 ПЗ

Лист

58

4 СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

Строительный раздел включает в себя выполнение планировки участка механической обработки детали «Наконечник наружный» и выбор здания цеха.

При проектировании участка используется пролет с мостовым краном, одна из причин его использования в обеспечении высокой мобильности при передвижении груза по участку. В данном случае таким грузом может быть тара с деталями в случае необходимости ее перемещения по цеху или оборудование.

Положение станков координируется относительно колонн; этим достигается возможность точного определения места каждого станка независимо от положения соседних станков. Колоннам в каждом пролете присваивается номер. Расстояния от определенной колонны в двух направлениях фиксирует месторасположение станка в цехе. При расстановке станков приняты нормативные размеры промежутков между станками в продольном и поперечном направлениях. Эти размеры гарантируют удобство выполнения работ на станках, достаточную свободу движения людей и межоперационного транспорта.

4.1 Выбор здания

Участок механической обработки детали «Наконечник наружный» предполагается размещать в одноэтажном здании, что облегчает установку тяжелого оборудования, и упрощает транспортные связи.

Для данного здания выбирается сетка колонн 18×12м, где 18м – ширина пролета, 12м – шаг колонн. Длина и ширина пролета выбрана так, чтобы можно было рационально разместить оборудование на участке. При такой укрупненной сетке удобнее размещать оборудование ввиду незначительного числа колонн, вокруг которых образуется «мертвая зона». Длина пролета выбирается, исходя из количества оборудования и его рациональной планировки.

Сечение колонн выбирается в зависимости от ширины пролета и грузоподъемности крана. При ширине пролета 18 м и грузоподъемности крана 5 т размеры колонн 400×600, размеры фундамента колонн 5200×3600, типоразмер колонны для крана грузоподъемностью 5т. и величиной здания 10,6м. – 5КК108 по ГОСТ 25628-90.

										Лист
										59
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2019.582.00.00 ПЗ					

где h_1 — максимальная высота оборудования, определяемая с учетом крайних положений подвижных частей станка, но не менее 2,3 м; $h_1 = 4,39$;

h_2 — минимальное расстояние между оборудованием и перемещаемым грузом, м; $h_2 = 0,4$ м;

h_3 — высота транспортируемых грузов со стропами, м; $h_3 = 2,0$ м;

h_4 — размер крана по паспорту (от точки самого верхнего положения крюка до рельсового пути), м; $h_4 = 1,1$ м;

$$H_1 = 4,39 + 0,4 + 2,0 + 1,1 = 7,89 \text{ м.}$$

H_1 принимаем равной 8,16 м согласно унифицированному ряду.

Учитывая габаритный размер крана, принимаем стандартную высоту пролета $H = 10,8$ м.

Пол участка состоит из следующих строительных слоев:

- 1) покрытие из цементного раствора с мраморной крошкой (20 мм);
- 2) бетонный слой М300 (20 мм);
- 3) бетонный слой М100 (150 мм);
- 4) уплотнительный слой.

Кровля крыши выполняется из следующих слоев:

- 1) водоизоляционный ковер (рубероид 3 слоя);
- 2) выравнивающий слой (цементная стяжка 15 мм);
- 3) уплотнитель (пенобетон 140 мм);
- 4) пароизоляция (горячий битум 1-2 слоя);
- 5) Крупнопанельные плиты ПНС-22.

4.2 Расчет количества оборудования.

Определяем расчетный такт выпуска по формуле:

$$\tau_p = \frac{F_o \cdot 60}{N} \text{ мин} \quad (27)$$

где F_o - эффективный годовой фонд времени работы оборудования, ч

$$F_o = 2040 \text{ ч (1. с18)}$$

N - годовая программа выпуска, шт.

										Лист
										61
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2019.582.00.00 ПЗ					

$N = 1000$ шт./год

$$\tau_p = \frac{2040 \cdot 60}{1000} = 122,4 \text{ мин}$$

Определяем действительный такт выпуска по формуле:

$$\tau = \tau_p \cdot \left(1 - \frac{\beta}{100}\right) \text{ мин} \quad (28)$$

где β - потери времени, % оперативного времени, на организационно-технологическое обслуживание рабочего места и регламентированные перерывы
 $\beta = 6,8\%$, принимаем $\beta = 7\%$

$$\tau = 122,4 \cdot \left(1 - \frac{7}{100}\right) = 113,8 \text{ мин}$$

округляем полученное значение до ближайшего меньшего $\tau = 113,5$ мин.

Определяем необходимое количество станков по формуле:

$$C_{\text{расч.}} = \frac{t_{\text{шт.}}}{\tau} \quad (29)$$

где $t_{\text{шт.}}$ -штучное время (станкоемкость) выполнения операции, мин.

τ - такт выпуска деталей с линии, мин.

$$C_{\text{расч.005}} = t_{\text{шт.005}}/\tau = 15,29/113,5 = 0,13; \text{ принимаем } C_{\text{прин.005}} = 1$$

$$C_{\text{расч.010}} = t_{\text{шт.010}}/\tau = 5,738/113,5 = 0,05; \text{ принимаем } C_{\text{прин.010}} = 1$$

Определяем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_{zi} = C_{\text{расч.}}/C_{\text{прин.}}$$

$$K_{z_{005}} = 0,13/1 = 0,13$$

$$K_{z_{010}} = 0,05/1 = 0,05$$

Целесообразно, в силу малого объема выпуска, принять один обрабатывающий центр. Определяем коэффициент загрузки ОЦ:

$$K_{z_{\text{ср.}}} = \frac{\sum C_{\text{расч.}}}{\sum C_{\text{прин.}}}$$
$$K_{z_{\text{ср.}}} = 0,13 + 0,05/1 = 0,18$$

Определяем количество операторов-наладчиков:

										Лист
										62
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

15.03.05.2019.582.00.00 ПЗ

Численность наладчиков выбираем из соотношения загрузки оборудования и его модификации. Принимаем одного оператора-наладчика на обслуживание обрабатывающего центра.

4.3 Выбор варианта расположения оборудования на участке

Расположение станков на участке механической обработки определяется организационной формой производственного процесса, длиной станочных участков, числом станков, видом межоперационного транспорта, способом удаления стружки и другими факторами.

Обработка детали осуществляется на Обрабатывающем центре. Загрузка и выгрузка выполняется вручную.

На участке предусмотрен кран электрический мостовой опорный.

Заготовка поступает на участок механической обработки в спец. Таре и укладывается на стеллаж. По мере необходимости заготовку берут со стеллажа, укладывают на тележку и перемещают к зоне обработки. По завершению механической обработки деталь попадает на верстак, далее на контрольный стол и укладывается в стеллаж с готовой продукцией.

Участок отвечает всем требованиям техники безопасности и охране труда. Участок оснащен естественной и искусственной вентиляцией, освещением, пожарным краном, пожарным щитом, аптечкой.

Оборудование располагается последовательно в соответствии с технологическим процессом обработки детали. При расположении оборудования предусматривались кратчайшие пути движения детали в процессе обработки.

4.4 Проектирование подсистемы удаления стружки

В процессе обработки детали образуется в основном сливная стружка.

Выход стружки в год составляет:

$$m_{стр} = (m_{заг} - m_{дет}) \times Q, \quad (30)$$

где $m_{заг}$ - масса заготовки, $m_{заг} = 0,892$ кг;

$m_{дет}$ - масса детали, $m_{дет} = 0,659$ кг;

Q -годовой объем выпуска деталей, $Q = 1000$ шт.

$$m_{\text{стр}} = (0,892 - 0,659) \cdot 1000 = 0,23 \text{ т}$$

Площадь участка по планировке составляет 78 м^2 .

$$m_{\text{стр}}/S_{\text{пл}} = 0,002 \text{ т/м}^2$$

При количестве стружке до $0,3 \text{ т}$ в год, приходящейся на 1 м^2 площади цеха, целесообразно собирать стружку в специальные емкости, установленные с тыльной стороны станков, и доставлять к месту сбора или переработки напольным транспортом на накопительную площадку и участок переработки.

4.5 Проектирование подсистемы раздачи СОТС

Водосмешиваемая смазочно-охлаждающая жидкость применяемая на станках и обрабатывающих центрах Haas для всех видов обработки.

BLASOCUT 4000 CF.

Описание:

Водосмешиваемая смазочно-охлаждающая жидкость. Не содержит хлорных, серных и фосфорных соединений. Универсальная для любых операций обработки и для любых материалов. Хорошие смачивающие и промывающие характеристики.

Производитель Blaser Swissslube AG, Швейцария

Физико-химические данные:

Концентрат, цвет зеленый, плотность /200С (г/мл) $0,953-0,963$ (типичное значение $0,958$), вязкость /400С (мм²/с) 54 , хлор, неактивный (%) 0 , сера, активная (%) 0 , температура возгорания (0С) 140 , содержание минерального масла (%) 52 , содержание воды (%) 4 , свежая эмульсия (с водопроводной водой 150 dH), цвет молочный зелёный, величина pH после 24 ч (5%) $9,0-9,3$, величина pH после 24 ч (10%) $9,1-9,3$, стабильность (по DIN 51367) 100% .

Технические данные:

Поставка концентрата в бочках, температура хранения концентрата от -70 0C до $+40 \text{ 0C}$, не допускать попадания прямых солнечных лучей, температура смешивания концентрата $+10...+30 \text{ 0C}$.

										Лист
										64
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2019.582.00.00 ПЗ					

Методы смешивания - с помощью смесителя Jetmix или (для небольших количеств) вручную – всегда лить концентрат в воду, никогда – на оборот! Добавки эмульсии - добавки делаются всегда эмульсией меньшей концентрации (мин. 0,5 %) - не добавлять в рабочую эмульсию чистую воду.

Качество воды для смешивания качество питьевой воды, холодная, 7-20 0dH, хлорид < 50 мг/л, сульфат < 50 мг/л, наименьшая концентрация 3 %, необходимая концентрация в зависимости от вида обработки и материала, для шлифования – 3-5%, для лезвийной обработки 3-8 %, наибольшая концентрация 25 %.

Уход за эмульсией:

А) Отдельно заполняемые станки:

- отстаивание, фильтрация, периодическое удаление инородного масла;

Б) Централизованные установки:

- непрерывная фильтрация, периодическое или непрерывное удаление инородного масла посредством отсасывания, сбора или центрифугирования.

Примечание: добавка любых присадок, таких как ингибиторы коррозии, поддерживающие эмульгаторы, биоциды и т.п. запрещена.

Очистка станков:

Очистка станков должна производиться чистой эмульсией. Не применять очистителей, чтобы контакт с инородными веществами не стал причиной изменения величины pH.

Машинные масла:

Применять гидролизно-стабильные масла. Не применять диспергирующих масел, т.к. они могут привести к изменению свойств эмульсии. Рекомендуется применять проверенные масла известных производителей. В случае затруднений обращаться к уполномоченному представителю.

Гигиена рабочего места:

Баки с эмульсией должны быть предохранены от загрязнения инородными продуктами, как сигаретные окурки, остатки пищи и т.п. Необходимо информировать обслуживающий персонал.

										Лист
										65
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2019.582.00.00 ПЗ					

Утилизация:

Применимы все известные обычные методы разложения, как ультрафильтрация, кислотно-солевое разложение, тонкослойное выпаривание и т.п. Последующая обработка водяной фазы активированным углем.

Для очистки заготовок и деталей на участке предусмотрен подвод сжатого воздуха с давлением 6 атм.

4.6 Выбор подъемно-транспортных устройств

В качестве подъемно-транспортного устройства выбираем мостовой опорный электрический кран грузоподъемностью 5т. Марки 1–А–5–16,5–12–380 ГОСТ 22045–89, который представляет собой мост, перемещающийся по крановым путям на ходовых рельсах, которые установлены на концевых балках. Пути укладывают на подкрановые балки, опирающиеся на выступы верхней части колонн цеха.

По верхнему поясу балок моста в поперечном направлении относительно пролета цеха передвигается крановая тележка, снабженная механизмом подъема груза. Механизм передвижения крана установлен на мосту крана, механизм передвижения тележки – непосредственно на тележке.

					<i>15.03.05.2019.582.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		66

5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Основное направление деятельности ГРУППЫ «ТРЕК» - проектирование, производство и продажа элементов подвески, рулевого управления, трансмиссии, тормозной системы.

Описание производимой продукции участка

Детали рулевого управления (шаровой шарнир наконечника рулевой тяги, наконечник рулевой тяги, палец шарового шарнира, защитный колпачок, вкладыш шарового пальца, наконечник средней тяги и т.д)

Чехлы ШРУС и др. полимерные изделия

Детали подвески (верхняя опора телескопической стойки, стопорное кольцо, шаровой шарнир, стойка стабилизатора.

Многими исследованиями установлено, что производительность труда неразрывно связана с условиями, в которых протекает трудовая деятельность людей. Поэтому необходимо придавать первостепенное значение улучшению условий труда, повышению безопасности. Улучшению условий труда способствуют техническое перевооружение предприятий, механизация и автоматизация производственных процессов, проводимая аттестация рабочих мест, широкое использование достижений научной организации труда.

Важнейшим требованием охраны труда является безопасность труда, то есть создание таких условий труда, при которых исключается воздействие на работающих опасных и вредных производственных факторов. Требования безопасности труда предъявляются к производственной среде, производственному процессу, оборудованию, а также к работающим, то есть ко всем составным элементам процесса труда.

Существующая в настоящее время система законодательных, нормативных и технических мер направлено на обеспечение здоровых и безопасных условий труда. Основным направлением работы по охране труда остается планомерное осуществление комплекса социально-экономических, технических, гигиенических и организационных мероприятий, обеспечивающих здоровые и безопасные условия труда работающих.

					15.03.05.2019.582.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

излучающей поверхности и уменьшает как общее тепловыделение, так и радиационное. Кроме улучшения условий труда тепловая изоляция уменьшает тепловые потери оборудования, снижает расход топлива (электроэнергии, пара) и приводит к увеличению производительности агрегатов. Следует иметь в виду, что тепловая изоляция, повышая рабочую температуру изолируемых элементов, может резко сократить срок их службы, особенно в тех случаях, когда теплоизолируемые конструкции находятся в температурных условиях, близких к верхнему допустимому пределу для данного материала. В таких случаях решение о тепловой изоляции должно быть проверено расчетом рабочей температуры изолируемых элементов. Если она окажется выше предельно допустимой, защита от тепловых излучений должна осуществляться другими способами.

Конструктивно теплоизоляция может быть мастичной, оберточной, засыпной, из штучных изделий и смешанной. Мастичная изоляция осуществляется нанесением мастики (штукатурного раствора с теплоизоляционным наполнителем) на горячую поверхность изолируемого объекта. Эту изоляцию можно применять на объектах любой конфигурации. Оберточную изоляцию изготавливают из волокнистых материалов – асбестовой ткани, минеральной ваты, войлока и др. Устройство оберточной изоляции проще мастичной, но на объектах сложной конфигурации ее труднее закреплять. Наиболее пригодна оберточная изоляция для трубопроводов. Засыпную изоляцию применяют реже, так как необходимо устанавливать кожух вокруг изолируемого объекта. Эту изоляцию используют в основном при прокладке трубопроводов в каналах и коробах, там, где требуется большая толщина изоляционного слоя, или при изготовлении теплоизоляционных панелей. Теплоизоляцию штучными или формованными изделиями, скорлупами применяют для облегчения работ. Смешанная изоляция состоит из нескольких различных слоев. В первом слое обычно устанавливают штучные изделия. Наружный слой изготавливают из мастичной или оберточной изоляции. Целесообразно устраивать алюминиевые кожухи снаружи теплоизоляции. Затраты на устройство кожухов быстро

окупаются вследствие уменьшения тепловых потерь на излучение и повышения долговечности изоляции под кожухом.

При выборе материала для изоляции необходимо принимать во внимание механические свойства материалов, а также их способность выдерживать высокую температуру. Обычно для этого применяют материалы, коэффициент теплопроводности которых при температурах 50 ... 100 °С меньше 0,2 Вт/(м·°С). Многие теплоизоляционные материалы берут в их естественном состоянии, например, асбест, слюда, торф, земля, но в большинстве получают в результате специальной обработки естественных материалов и представляют собой различные смеси.

При высоких температурах изолируемого объекта применяют многослойную изоляцию: сначала ставят материал, выдерживающий высокую температуру (высокотемпературный слой), а затем уже более эффективный материал, с точки зрения теплоизоляционных свойств. Толщину высокотемпературного слоя выбирают с учетом того, чтобы температура на его поверхности не превышала предельную температуру следующего слоя.

Теплозащитные экраны применяют для локализации источников лучистой теплоты, уменьшения облученности на рабочих местах и снижения температуры поверхностей, окружающих рабочее место. Ослабление теплового потока за экраном обусловлено его поглотительной и отражательной способностью. В зависимости от того, какая способность экрана более выражена, различают теплоотражающие, теплопоглощающие и теплоотводящие экраны. По степени прозрачности экраны делят на три класса: непрозрачные, полупрозрачные и прозрачные.

К первому классу относят металлические водоохлаждаемые и футерованные асбестовые, альфалиевые, алюминиевые экраны; ко второму— экраны из металлической сетки, цепные завесы, экраны из стекла, армированного металлической сеткой; все эти экраны могут орошаться водяной пленкой. Третий класс составляют экраны из различных стекол: силикатного, кварцевого и органического, бесцветного, окрашенного и металлизированного, пленочные

водяные завесы, свободные и стекающие по стеклу, вододисперсные завесы. При воздействии на работающего теплового облучения интенсивностью $0,35 \text{ кВт/м}^2$ и более, а также $0,175\text{—}0,35 \text{ кВт/м}^2$ при площади излучающих поверхностей в пределах рабочего места более $0,2 \text{ м}^2$ применяют воздушное душирование (подачу воздуха в виде воздушной струи, направленной на рабочее место). Воздушное душирование устраивают также для производственных процессов с выделением вредных газов или паров и при невозможности устройства местных укрытий.

Охлаждающий эффект воздушного душирования зависит от разности температур тела работающего и потока воздуха, а также от скорости обтекания воздухом охлаждаемого тела. Для обеспечения на рабочем месте заданных температур и скоростей воздуха ось воздушного потока направляют на грудь человека горизонтально или под углом 45° , а для обеспечения допустимых концентраций вредных веществ ее направляют в зону дыхания горизонтально или сверху под углом 45° .

Воздушные завесы предназначены для защиты от прорыва холодного воздуха в помещение через проемы здания (ворота, двери и т.п.). Воздушная завеса представляет собой воздушную струю, направленную под углом навстречу холодному потоку воздуха. Она выполняет роль воздушного шибера, уменьшая прорыв холодного воздуха через проемы. Согласно СНиП 2.04.05—91 воздушные завесы необходимо устанавливать у проемов отапливаемых помещений, открывающихся не реже, чем один раз в час либо на 40 мин одновременно при температуре наружного воздуха -15° С и ниже.

Эффективным средством обеспечения надлежащей чистоты и допустимых параметров микроклимата воздуха рабочей зоны является промышленная вентиляция. Вентиляцией называется организованный и регулируемый воздухообмен, обеспечивающий удаление из помещения загрязненного воздуха и подачу на его место свежего.

Приточная общеобменная механическая вентиляция применяется в производствах со значительными тепловыделениями (более $23 \text{ дж/м}^3 \text{ с}$ или $20 \text{ ккал/м}^3 \text{ ч}$) и малой интенсивностью выделения вредных веществ при условии, что

					<i>15.03.05.2019.582.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		71

поступающий свежий воздух обеспечит разбавление вредных веществ до допустимых концентраций.

Вытяжная общеобменная механическая вентиляция применяется в производственных помещениях, в которых отсутствуют выделения вредных веществ и достаточно малая кратность воздухообмена (вспомогательные и бытовые помещения, склады).

Общеобменная механическая приточно-вытяжная вентиляция без естественного проветривания должна проектироваться с не менее, чем двумя приточными и двумя вытяжными вентиляционными установками, обеспечивающими при отключении одной из них производительность не менее 50 % требуемого воздухообмена. Если помещение оборудовано только одной приточной и одной вытяжной установками, должны быть предусмотрены дополнительные резервные вентиляторы или воздуховоды должны быть соединены с вентиляционными системами соседних помещений на случай выключения основного вентилятора.

На проектируемом участке обработки группы деталей наконечников рулевой тяги и рычага, действует: общая обменно-механическая приточно-вытяжная вентиляция.

Методы снижения неблагоприятного влияния производственного микроклимата регламентируются «Санитарными правилами по организации технологических процессов и гигиеническими требованиями к производственному оборудованию» и осуществляются комплексом технологических, санитарно-технических, организационных и медико-профилактических мероприятий.

Ведущая роль в профилактике вредного влияния высоких температур, инфракрасного излучения принадлежит технологическим мероприятиям: замена старых и внедрение новых технологических процессов и оборудования, способствующих оздоровлению неблагоприятных условий труда. Внедрение автоматизации и механизации дает возможность пребывания рабочих вдали от источника радиационной и конвекционной теплоты.

В современных условиях с высокой долей промышленных предприятий становится актуальной проблема защиты окружающей среды. Для предотвращения выбросов в атмосферу системой вентиляции вредных и токсических веществ, пыли и др. предлагаю следующее. Действующая на участке система вытяжной вентиляции оснащена трехступенчатой системой очистки удаляемого воздуха.

1 степень – сухая очистка от пыли невзрывоопасных газов. Очистка производится циклоном ЦН-15 (фильтрация слабослипающейся пыли);

2 степень – тонкая очистка вентиляционных выбросов от пыли, туманов масел, пластификаторов. Пылетуманоуловитель УУП.

3 степень – ультратонкая очистка от радиоактивной, биологической и высокотоксичной пыли. Фильтр Д-КЛ.

5.2 Производственное освещение

Правильно спроектированное и рационально выполненное освещение производственных помещений оказывает положительное психофизиологическое воздействие на работающих, способствует повышению эффективности и безопасности труда, снижает утомление и травматизм, сохраняет высокую работоспособность.

Назначение производственного освещения – обеспечить, прежде всего, нормальные зрительные условия работы в производственных помещениях в течение рабочего времени. Рабочая поверхность, обрабатываемые детали должны быть освещены так, чтобы работник хорошо видел процесс обработки, не напрягая зрения, не наклоняясь к инструменту и к обрабатываемому изделию. Освещение не должно создавать резких теней или бликов, оказывающих слепящее действие.

На участке обработки группы деталей, наконечников рулевой тяги и рычага, в светлое время суток используют совмещенное освещение: естественное совместно с искусственным. Естественное освещение – комбинированное, которое представляет собой сочетание верхнего и бокового освещения. Верхнее освещение реализуется аэрационными фонарями, а боковое – через световые

										Лист
										73
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2019.582.00.00 ПЗ					

местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки». Документы дают классификацию шумов по спектру на широкополосные и тональные, а по временным характеристикам — на постоянные и непостоянные.

5.4 Электробезопасность

Сложно представить функционирование современного предприятия любой отрасли народного хозяйства без электроснабжения. Используемое на предприятии электрооборудование для передачи электроэнергии: шинопроводы, кабели, провода; трансформаторы, электросчетки, розетки, выключатели, питающие электролинии грузоподъемных средств (кран-балок, мостовых кранов и т.д.) представляют собой источники повышенного внимания. Все это требует соблюдение определенных правил техники электробезопасности рабочим персоналом.

Электробезопасность – это система организационных мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля, и статического электричества.

Действие электрического тока на живую ткань наносит разносторонний и своеобразный характер. Проходя через организм человека, электроток производит термическое, электролитическое, механическое и биологическое действия.

Электротравмы условно разделяют на общие и местные. К общим относят электрический удар, при котором процесс возбуждения различных групп мышц может привести к судорогам, остановке дыхания и сердечной деятельности. Остановка сердца связана с фибрилляцией — хаотическим сокращением отдельных волокон сердечной мышцы (фибрилл). К местным травмам относят ожоги, металлизацию кожи, механические повреждения, электроофтальмии. Металлизация кожи связана с проникновением в нее мельчайших частиц металла при его расплавлении под влиянием чаще всего электрической дуги.

Исход поражения человека электротоком зависит от многих факторов: силы тока и времени его прохождения через организм, характеристики тока (переменный или постоянный), пути тока в теле человека, при переменном токе - от частоты колебаний.

Допустимым считается ток, при котором человек может самостоятельно освободиться от электрической цепи. Его величина зависит от скорости прохождения тока через тело человека: при длительности действия более 10с – 2 мА, при 10 с и менее – 6 мА. Ток, при котором пострадавший не может самостоятельно оторваться от токоведущих частей, называется неотпускающим.

Повышение электробезопасности в установках достигается применением систем защитного заземления, зануления, защитного отключения и других средств и методов защиты, в том числе знаков безопасности и предупредительных плакатов и надписей. В системах местного освещения, в ручном электрифицированном инструменте и в некоторых других случаях применяют пониженное напряжение.

На участке обработки группы деталей, наконечников рулевой тяги и рычага охрана труда по техники электробезопасности организована следующим образом:

рабочие органы производственного оборудования имеют устройства, предотвращающие возникновение опасности при полном или частичном прекращении подачи энергии, исключающие самовключение приводов рабочих органов при восстановлении подачи энергии;

электрооборудование, имеющее открытые токоведущие части, размещено внутри шкафов с запирающими дверцами или закрыто защитными кожухами;

металлические части оборудования, которые могут вследствие повреждения изоляции оказаться под электрическим напряжением опасной величины, заземлены. Металлообрабатывающее оборудование заземлено через металлоконструкцию. Грузоподъемное и транспортное оборудование (кран-балка, обслуживающий технологическое оборудование) соединены с контуром заземления через рельсовые пути и металлические конструкции;

					<i>15.03.05.2019.582.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		79

кнопки аварийного отключения имеют красный цвет и увеличены по размеру в сравнении с другими кнопками;

на оборудовании имеются предупредительные надписи: знак наличия напряжения и знак заземления.

Требования к устройству защитного заземления и зануления электрооборудования определены правилами устройства электроустановок, в соответствии с которыми они должны устраиваться при номинальном напряжении 380 В и выше переменного и 440 В и выше постоянного тока. В условиях работ в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных они должны выполняться в установках с напряжением питания более 42 В переменного и более 110 В постоянного тока. Защитному заземлению или занулению подлежат металлические части электроустановок, доступные для прикосновения человека, которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции.

Защитное заземление представляет собой преднамеренное электрическое соединение металлических частей электроустановок с землей или ее эквивалентом (водопроводными трубами и т. п.).

В качестве заземляющих устройств электроустановок в первую очередь должны быть использованы естественные заземлители. Возможно применение железобетонных фундаментов промышленных зданий и сооружений. При отсутствии естественных заземлителей допускается применение переносных заземлителей, например, ввинчиваемых в землю стальных труб, стержней, уголков. После заглубления в землю они должны иметь концы длиной 100...200 мм над поверхностью земли, к которым привариваются соединительные проводники. Категорически запрещается использовать в качестве заземлителей трубопроводы с горючими жидкостями и газами.

Зануление состоит в преднамеренном соединении металлических нетоковедущих частей оборудования, которые могут оказаться под напряжением вследствие пробоя изоляции, с нулевым защитным проводником. При замыкании любой фазы на корпус образуется контур короткого замыкания, характеризующийся

					<i>15.03.05.2019.582.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>80</i>

силой тока весьма большой величины, достаточной для «выбивания» предохранителей в фазных питающих проводах.

Защитное отключение электроустановок обеспечивается путем введения устройства, автоматически отключающего оборудование - потребитель тока при возникновении опасности поражения током. Схемы отключающих автоматических устройств весьма разнообразны. Во всех случаях система срабатывает на превышение какого-либо параметра в электрических цепях технологического оборудования (силы тока, напряжения, сопротивления изоляции).

К средствам защиты от механического травмирования относятся: предохранительные тормозные, оградительные устройства, средства автоматического контроля и сигнализации, знаки безопасности, системы дистанционного управления. Системы дистанционного управления и автоматические сигнализаторы на опасную концентрацию паров, газов, пыли применяют чаще всего во взрывоопасных производствах и производствах с выделением в воздух рабочей зоны токсичных веществ.

Предохранительные защитные средства предназначены для автоматического отключения агрегатов и машин при отклонении какого-либо параметра, характеризующего режим работы оборудования, за пределы допустимых значений. Таким образом при аварийных режимах (увеличении давления, температуры, рабочих скоростей, силы тока, крутящих моментов и т. п.) исключается возможность взрывов, поломок, воспламенения. В соответствии с ГОСТ 12.4.125—83 предохранительные устройства по характеру действия бывают блокировочными и ограничительными.

Блокировочные устройства по принципу действия подразделяют на механические, электронные, электрические, электромагнитные, пневматические, гидравлические, оптические, магнитные и комбинированные.

Ограничительные устройства по конструктивному исполнению подразделяют на муфты, штифты, клапаны, шпонки, мембраны, пружины, сильфоны и шайбы.

										Лист
										81
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2019.582.00.00 ПЗ					

выполняют в виде сварных и литых кожухов, решеток, сеток на жестком каркасе, а также в виде жестких сплошных щитов (щитков, экранов). Размеры ячеек в сетчатом и решетчатом ограждении определяются в соответствии с ГОСТ 12.2.062—81. В качестве материала ограждений используют металлы, пластмассы, дерево. При необходимости наблюдения за рабочей зоной кроме сеток и решеток применяют сплошные оградительные устройства из прозрачных материалов (оргстекла, триплекса и т. д.).

Наличие контрольно-измерительных приборов - одно из условий безопасной и надежной работы оборудования. Это приборы для измерения давления, температур, статических и динамических нагрузок, концентраций паров и газов и др. Эффективность их использования повышается при объединении их, с системами сигнализации, как это имеет место в газосигнализаторах, срабатывающих при определенных уровнях концентрации паров, газов, пыли в воздухе.

Устройства автоматического контроля и сигнализации подразделяют: по назначению - на информационные, предупреждающие, аварийные и ответные; по способу срабатывания - на автоматические и полуавтоматические; по характеру сигнала - на звуковые, световые, цветовые, знаковые и комбинированные; по характеру подачи сигнала - на постоянные и пульсирующие.

Информативную сигнализацию используют для согласования действий работающих, в частности крановщиков и стропальщиков. Такую же сигнализацию применяют в шумных производствах, где нарушена речевая связь. Подвидом информативной сигнализации являются всякого рода схемы, указатели, надписи. Как правило, надписи делают непосредственно на оборудовании либо в зоне его обслуживания на специальных табло.

Устройства предупредительной сигнализации предназначены для предупреждения об опасности. Чаще всего в них используют световые и звуковые сигналы, поступающие от различных приборов, регистрирующих ход технологического процесса, в том числе уровень опасных и вредных факторов. Большое применение находит предупредительная сигнализация, опережающая

					<i>15.03.05.2019.582.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>83</i>

выполняться на обесточенном оборудовании. Требования безопасности к промышленным работам и робототехническим комплексам установлены ГОСТ 12.2.072—82.

Повышение электробезопасности в установках достигается применением систем защитного заземления, зануления, защитного отключения и других средств и методов защиты, в том числе знаков безопасности и предупредительных плакатов и надписей. В системах местного освещения, в ручном электрифицированном инструменте и в некоторых других случаях применяют пониженное напряжение.

5.5 Пожарная безопасность

Пожары на машиностроительных предприятиях представляют большую опасность для рабочих и могут причинить огромный материальный ущерб. Вопросы обеспечения пожарной безопасности производственных зданий и сооружений имеют большое значение и регламентируются специальными государственными постановлениями и решениями. Пожарная безопасность может быть обеспечена мерами пожарной профилактики и активной пожарной защиты. Понятие пожарной профилактики включает комплекс мероприятий, необходимых для предупреждения возникновения пожара или уменьшения его последствий. Под активной пожарной защитой понимаются меры, обеспечивающие успешную борьбу с возникающими пожарами или взрывоопасной ситуацией. Правильная организация пожарной безопасности обеспечивает:

- быстрое и оперативное обнаружение источников возгорания;
- при наличии всех необходимых средств пожаротушения – организованные действия рабочего персонала (пожарной бригады);
- нанесение минимального ущерба предприятию последствиями пожара;
- своевременную организацию эвакуации людей при возникновении сильных очагов пожара.

В цехе имеется пожарный щит с инвентарем, пожарные краны с рукавами, извещатели пожарные ручные. По главному проходу цеха установлен стенд по

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе разработан участок механической обработки детали «Наконечник наружный» в условиях мелкосерийного производства. Эффективность технологических систем определяют три фактора: качество выпускаемой продукции, производительность, число рабочих, занятых в производстве. Широкие перспективы повышения эффективности производства открылись в связи с внедрением производственных систем.

Основными преимуществами ОЦ по сравнению со специальными станками являются: повышение точности обработки; обеспечение взаимозаменяемости деталей в серийном и мелкосерийном производстве, простота и малое время переналадки; концентрация переходов обработки на одном станке, что приводит к сокращению затрат времени на установку заготовки, сокращению числа операций, оборотных средств в незавершенном производстве, затрат времени и средств на транспортирование и контроль деталей; обеспечение высокой точности обработки деталей, так как процесс обработки не зависит от навыков и интуиции оператора; повышение производительности станка в результате оптимизации технологических параметров, уменьшение парка станков.

В выпускной квалификационной работе выбираем метод получения заготовки на кривошипном горячештамповочном прессе. Это позволяет приблизить форму заготовки к форме получаемой детали и повысить коэффициент использования материала. При разработке технологического процесса применяем ОЦ.

В проекте проведен размерный анализ технологического процесса, расчет режимов резания и нормирования работ, скомпонован участок механической обработки. Применение ОЦ позволило, получить гибкий производственный участок с возможностью быстрой переналадки на выпуск другой продукции.

					<i>15.03.05.2019.582.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>87</i>

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Справочник технолога-машиностроителя /Под ред. А.М. Дальский,. – М.: Машиностроение, 2003. – Т. 2., 944с.
2. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. /Под ред. Б.Н. Вардашкина – М.: Машиностроение , 1984 – Т.1/Под ред. Б.Н. Вардашкина, А.А. Шатилова ,1984г., 592с.
3. Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с ЧПУ / Под ред. В.И. Гузеев - М.: Машиностроение, 2005. 368с.
4. Справочник конструктора инструментальщика/ Под ред. В.И. Баранчиков - М.: Машиностроение, 1994. 560с.
5. Размерный анализ технологических процессов в курсовом и дипломной проектировании; Ю.Г. Миков, В.Ю. Рогинский; Челябинск: ЮУрГУ, 2000.- 80с.
6. Проектирование машиностроительного производства. Учебное пособие к практическим занятиям / О.Б. Кучина; под ред. Ю.Г. Микова. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2007. -63с.
7. Общемашиностроительные нормативы времени / издание второе - М.: Машиностроение, 1974. 153с.
8. Ю.Г. Миков Технология машиностроения: Учебное пособие к курсовому проектированию; Челябинск: ЮУрГУ, 2005.-39с.
9. Гальцов А.Д. Организация работы по нормированию труда на машиностроительном предприятии. - М.: Машиностроение, 1984. - 200 с., ил.
10. Пожарная безопасность технологических процессов. Горячем С.А., Молчанов С.В., Назаров В.П., Панасевич Л.Т., Петров А.П., Рубцов В.В., Москва, 2007г. 388с.
11. Охрана труда в машиностроении : учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / В. М. Минько. — 3-е изд., стер. — М. : Издательский центр «Академия», 2013. — 256 с.

					15.03.05.2019.582.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		88

14. Домин П.А. Справочник по технике безопасности. - 6-е изд., перераб и доп.. - М.: Энергоатомиздат, 1984. - 824с., ил.

					<i>15.03.05.2019.582.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>89</i>