

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения
(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»
(наименование)

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»
(код и наименование направления подготовки / специальности)

Проектирование технологических процессов
(направленность (профиль) / специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Технологический процесс изготовления продольного рычага автомобиля Газон Next

Обучающийся	<u>А.В.Мозжанов</u> (Инициалы Фамилия)	<u>_____</u> (личная подпись)
Руководитель	<u>к.т.н., доцент Д.Г.Левашкин</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	<u>_____</u>
Консультанты	<u>к.э.н., доцент О.М. Сярдова</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	<u>_____</u>
	<u>к.т.н., доцент А.Н. Москалюк</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	<u>_____</u>

Аннотация

выпускной квалификационной работы бакалавра студента вечернего факультета Мозжанова Алексея Владимировича «Технологический процесс изготовления продольного рычага автомобиля Газон Next» 95 с., в том числе 19 ил.; 6 листов чертежей, Тольяттинский государственный университет, 2022.

Выпускная квалификационная работа основана на практических наблюдениях при прохождении преддипломной практики и теоретических знаниях, приобретенных в курсе обучения.

В работе рассмотрены вопросы, касающиеся анализа объекта исследования, приведены расчёты на технологичность, проведён анализ конструктивных размеров, рассмотрено служебное назначение детали. Разработан технологический процесс изготовления детали. Произведены расчеты режимов резания и технологическое нормирование операций проектируемого технологического процесса. Разработаны средства технологического обеспечения производства.

Содержание

Введение.....	7
1. Анализ исходных данных.....	8
1.1 Анализ условий работы детали и служебного назначения.....	8
1.2 Анализ материала детали.....	9
1.3 Систематизация поверхностей детали.....	9
1.4 Оценка технологичности детали.....	10
1.5 Формулировка задач работы.....	12
2 Технологическая часть.....	14
2.1 Выбор способа получения исходной заготовки.....	14
2.1.1 Экономическое обоснование выбора заготовки.....	15
2.2 Выбор методов обработки поверхностей.....	16
2.3 Определение припусков.....	17
2.4 План изготовления детали.....	19
2.5 Выбор оборудования.....	21
2.6 Выбор приспособления.....	24
2.7 Выбор режущего инструмента.....	25
2.8 Разработка технологических операций.....	31
2.9 Выбор средств контроля.....	32
2.10 Проектирование технологических операций.....	33
2.10.1 Расчет режимов резанья.....	34
2.10.2 Нормирование технологических операций.....	47
3 Проектирование средств оснащения.....	50
3.1 Проектирование станочного приспособления.....	50

3.1.1	Расчет	силы
закрепления.....		51
4	Проектирование	режущего
инструмента.....		55
5	Безопасность и экологичность технического объекта.....	58
5.1	Конструктивно-технологическая организационно-техническая характеристика рассматриваемого технического объекта.....	59
5.2	Идентификация профессиональных рисков.....	60
5.3	Метод и средства снижения профессиональных рисков.....	61
5.4	Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	63
5.5	Обеспечение экологической безопасности технического объекта...	66
6	Экономическая эффективность.....	70
	Заключение.....	74
	Список используемых источников.....	76
	Приложение А Продольный рычаг.....	78
	Приложение Б Заготовка продольного рычага	79
	Приложение В Приспособление.....	80
	Приложение Г Спецификация на приспособление.....	81
	Приложение Д Сверло.....	82
	Приложение Е Спецификация на сверло.....	83
	Приложение Ж Технологическая наладка на изготовление продольного рычага.....	84
	Приложение И План обработки продольного рычага.....	87
	Приложение К Маршрутная карта.....	88
	Приложение Л Операционная карта.....	89

Приложение М Карта эскизов.....	94
---------------------------------	----

Введение

Машиностроительная отрасль является одной из важнейших промышленно-экономических отраслей страны. Грамотные специалисты в машиностроительной отрасли гарантируют изготовление надежных, долговечных и качественных деталей и узлов для двигателей и автомобилей. Экономически обоснованный расход заготовок и правильный расчет технологического процесса будет значительно экономить энергетические и материальные ресурсы страны. Хорошо подготовленные специалисты в машиностроительной отрасли являются драйверами развития сельскохозяйственных отраслей, космической и военной промышленности, что приведет к экономическому росту благосостояния государства.

Практика является одним из основных методов освоения и закрепления, полученных теоритических технических знаний. Она дает возможность закрепить, освоить и усовершенствовать теоритические навыки. Применить свои знания в реальных условиях производства, что позволяет охарактеризовать и выявить сильные и слабые стороны будущего специалиста.

Преддипломная практика проходила на предприятии ООО «Стройкомплект ПКК». При прохождении практики для освоения и закрепления профессиональных навыков, была выбрана деталь «Продольного рычага» автомобиля Газон Next.

В процессе прохождения преддипломной практики были поставлены следующие цели для изучения:

- Анализ исходных данных детали
- Разработка технологической части изготовления детали
- Проектирование специальных средств оснащения
- Сделать выводы по результатам выполненной работы

1 Анализ исходных данных

1.1 Назначение и условия работы детали

Деталь «Продольный рычаг» (далее – «Рычаг») входит в состав задней подвески автомобиля Газон Next.

Деталь представляет собой корпусное тело с габаритами 285×131×122,5 мм. Для крепления ответных частей подвески в детали выполнены цековки и отверстия. Шероховатость обрабатываемых поверхностей Ra 6,3 мкм и Ra 12,5 мкм.

Деталь «Рычаг» показана на рисунке 1.



Рисунок 1 – Деталь «Рычаг»

Анализ условий работы детали показал, что данная деталь работает в агрессивных условиях в процессе эксплуатации на поверхности детали могут появляться повреждения в виде вмятин и задиров.

1.2 Анализ материала детали

По чертежу, материалом детали является высокопрочный чугун ВЧ50 ГОСТ 7293-85.

Химический состав сплава представлен в таблице 1

Таблица 1 – Химический состав сплава ВЧ50 в процентах

Марганец	Углерод	Кремний	Фосфор	Сера	Хром
			0,1	0,02	0,15
0,3-0,7	2,7-3,7	0,8-2,9	не более		

Механические свойства сплава:

- сопротивления материала при растяжении $\sigma_b = 500$ МПа;
- предел текучести $\sigma_T = 320$ МПа;
- относительное удлинение $\delta = 7\%$;
- твердость по шкале Бринеля НВ 153...245.

По данным характеристикам материала видно, что обрабатываемость для быстрорежущих сталей и твердосплавного сплава составит коэффициент 0,95 и 0,85, что говорит о высокой технологичности обрабатываемого материала.

1.3 Систематизация поверхностей детали

Основная задача систематизации поверхностей изделия по их назначению, является выявление и определение значения для качественного выполнения деталью своего служебного назначения.

Таблица 2 – Систематизация поверхностей

Тип поверхности	Номер поверхности
Основная конструкторская поверхность (ОКБ)	1,3
Вспомогательная конструкторская база (ВКБ)	2,4,5
Исполнительная поверхность (ИП)	6,7,8,9
Свободная поверхность (СП)	Поверхности, не пронумерованные на эскизе

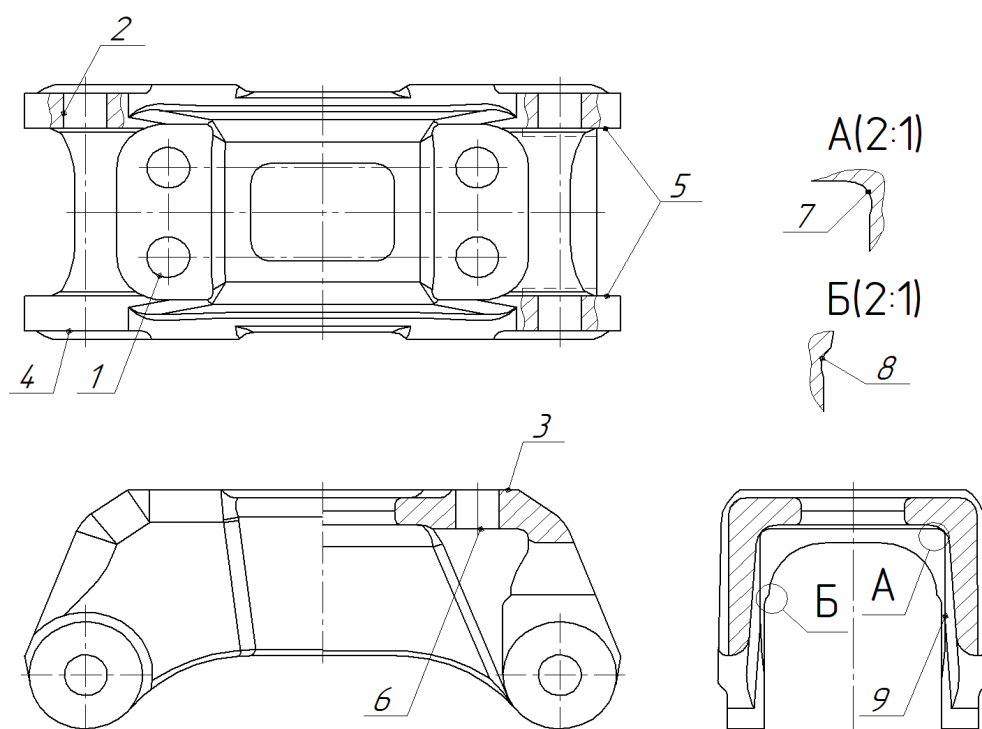


Рисунок 2 – Нумерация поверхностей детали

Анализ поверхностей детали показал, что деталь имеет не большое количество ответственных поверхностей, но снизить требования к данным поверхностям не представляется возможным, так как это повлечет за собой ухудшение эксплуатационных характеристик.

1.4 Оценка технологичности детали

Технологический анализ выполняется для того, чтобы по возможности снизить себестоимость изготовления детали, внося конструктивные улучшения и усовершенствования. Технологический анализ состоит из количественного и качественного анализа технологичности изготавливаемой детали.

Количественные показатели технологичности конструкции детали

Определим шероховатость поверхности $K_{ш}$, мкм:

$$K_{ш} = \frac{1}{Ra_{cp}}, \quad (1)$$

где Ra_{cp} – среднее значение шероховатости, мкм, определяем по формуле:

$$Ra_{cp} = \frac{\sum(m_j \cdot Ra_j)}{\sum m_j}, \quad (2)$$

где j – величина параметра Ra , мкм;

m_j – количество поверхностей, с j -той шероховатостью.

$$Ra_{cp} = \frac{21 \cdot 12,5 + 1 \cdot 6,3}{22} = 12,22, \text{ мкм}$$

$$K_{ш} = \frac{1}{12,22} = 0,08.$$

Вывод: согласно полученному результату изготавливаемая деталь является технологичной, так как коэффициент шероховатости получается меньше заданного предельного значения $K_{ш} < 0,16$.

Определим коэффициент точности K_T поверхностей по формуле:

$$K_T = 1 - \frac{1}{IT_{cp}}, \quad (3)$$

где IT_{cp} – средняя точность изготовления детали, определяем по формуле:

$$IT_{cp} = \frac{\sum (n_i \cdot IT)_i}{\sum n_i}, \quad (4)$$

где i – номер качества;

n_i – количество размеров, выполняемых по i -тому качеству.

$$IT_{cp} = \frac{3 \cdot 12 + 4 \cdot 14 + 2 \cdot 16 + 12 \cdot 17}{21} = 15,62;$$

$$K_T = 1 - \frac{1}{15,62} = 0,935.$$

Вывод: согласно полученным расчетам данную деталь принимаем технологичной, т.к $K_T > 0,8$.

Чертеж детали содержит все необходимые сведения для изготовления детали в условиях производства. Все размеры, шероховатости и технические требования выполнены в соответствии с нормами ЕСКД [приложение А].

Деталь имеет сложную форму, которую возможно получить только литьем, однако, все обрабатываемые поверхности являются простыми.

Все поверхности данного изделия расположены удобно и доступны для обработки на универсальных станках с помощью стандартно применяемого режущего инструмента. Поверхности детали удобны для обработки и

измерения. Снятие размеров детали производится стандартным мерительным инструментом.

Таким образом, можно сделать вывод, что данная деталь является технологичной.

1.5 Формулировка задач работы

Задачи работы, требующие решения для достижения целей, указанных во введении.

- Выбрать метод получения заготовки.
- Спроектировать план изготовления детали
- Выбрать оборудование, режущий инструмент и приспособление, для техпроцесса.
- Разработать технологические операции.
- Разработать станочное приспособление и режущий инструмент для совершенствования типового технологического процесса с внесением изменений для изготовления детали на одной или более операциях.
- Выявление рисков, связанных с выполнением технологического процесса изготовления детали. Разработать мероприятия по снижению или устранению данных рисков.
- Произвести экономическое обоснование внесенных изменений в типовой технологический процесс изготовления детали.

По результатам первого раздела деталь работает в агрессивных условиях, обладает высокой технологичностью обрабатываемого материала, содержит не большое количество ответственных плоскостей и является технологичной. Решение задач сформулированных в первом разделе предоставлено в последующих разделах Выпускной квалификационной работы.

2 Технологическая часть

2.1 Выбор способа получения исходной заготовки

Для получения заготовок в машиностроительной отрасли наибольшее распространение получили следующие методы:

- горячее литье;
- обработка заготовки холодной или горячей штамповкой;
- сваркой поверхностей заготовок;
- комбинационным методом.

Каждый из перечисленных методов имеет огромное количество способов получения требуемых заготовок.

Для данной детали основными показателями используемых заготовок являются:

- масса заготовки;
- химический состав материала;
- конструктивная форма заготовки;
- серийность производства.

По ГОСТ Р 53464-2009 получаем точность отливки 9-0-0-9т, согласно данной маркировке применяемая заготовка имеет 9 класс размерной точности и 9т класс точности массы.

Согласно чертежу остальные размеры в отливке не выполняются. Моделирование отливки выполняем с применением программы КОМПАС-3D, что позволит определить массу отливки.

Согласно программе КОМПАС-3D масса отливки составляет 10 кг [приложение Б].

2.1.1 Экономическое обоснования выбора заготовки

Произведем расчет стоимости изготовления детали C_d , руб:

$$C_d = C_3 - C_{отх}, \quad (5)$$

где C_3 – стоимость заготовки, руб;

$C_{отх}$ – стоимость отходов, руб.

Отливка.

Находим стоимость отливки $C_{заг}$, руб:

$$C_{заг} = C_б \cdot M_0 \cdot k_T \cdot k_C \cdot k_B \cdot k_M \cdot k_{п}, \quad (6)$$

где $C_б = 75$ руб/кг[4];

M_0 – масса отливки, кг;

$k_T = 1,05; k_C = 1,2; k_B = 0,91; k_M = 1,19; k_{п} = 1,0$ [3, стр. 33]

Стоимость литой заготовки:

$$C_{заг} = 75 \cdot 10 \cdot 1,05 \cdot 1,2 \cdot 0,91 \cdot 1,19 \cdot 1 = 1023,3 \text{ руб.}$$

Стоимость отходов $C_{отх}$, кг:

$$C_{отх} = (M_0 - M_d) \cdot Ц_{отх}, \quad (7)$$

где $Ц_{отх} = 7,5$ руб/кг [4].

Стоимость отходов при изготовлении заготовки литьем:

$$C_{отх} = (10 - 8,7) \cdot 7,5 = 9,7 \text{ руб.}$$

Стоимость детали, при изготовлении заготовки литьем:

$$C_{дет} = 1023,3 - 9,7 = 1013,6 \text{ руб.}$$

Определяем коэффициент использования материала:

$$K_{\text{им}} = \frac{8,7}{10} = 0,87.$$

Заготовка из высокопрочного чугуна штамповкой не выполняется.

2.2 Выбор методов обработки поверхностей

Проанализировав все обрабатываемые поверхности детали, составим таблицу 4 с указанием методов обработки по каждой поверхности (см. рисунок 2).

Таблица 3 – Методы обработки поверхностей

№ пов.	Вид поверхности	Квалитет точности	Шероховатость Ra, мкм	Последовательность обработки
1	Цилиндрическая	12	12,5	Сверление
2	Цилиндрическая	12	12,5	Сверление
3	Плоская	16	6,3	Фрезерование
4	Плоская	16	12,5	Фрезерование
5	Плоская	12	12,5	Фрезерование
6	Плоская	16	12,5	Фрезерование
7	Канавка	14	12,5	Фрезерование
8	Канавка	14	12,5	Фрезерование
9	Плоская	14	12,5	Фрезерование

При определении метода обработки рассчитываем расчетно-аналитическим способом припуски на ответственную поверхность.

2.3 Определение припусков

Для поверхности 18 ± 1 мм произведем расчет припусков аналитическим методом. Вид заготовки – отливка.

Маршрут обработки:

Фрезерование.

Качество поверхности заготовки [1].

Высота неровностей $Rz_1 = 200$ мкм.

Величина дефектного слоя $T_1 = 300$ мкм.

Суммарная величина пространственных отклонений:

$$\rho = \frac{T_{\text{заг}}}{2}; \quad (8)$$

$$\rho = \frac{2200}{2} = 1100 \text{ мкм.}$$

Погрешность установки $\varepsilon_y = 70$ мкм.

Точность и качество поверхности после механической обработки:

$Rz_2 = 50$ мкм, $T_2 = 50$ мкм, $\rho_2 = 2200 \cdot 0,06 = 132$ мкм.

Припуск на фрезерование:

$$2 \cdot Z_{\min} = 2 \cdot \left[(Rz + T)_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{y,i}^2} \right]; \quad (9)$$

$$2 \cdot Z_{\min} = 2 \cdot \left[200 + 300 + \sqrt{1100^2 + 70^2} \right] = 2 \cdot 1602 \text{ мкм.}$$

Определяем расчетный размер:

$$B_{\min 2} = B + ei; \quad (10)$$

$$B_{\min 2} = 18 + (-1) = 17 \text{ мм.}$$

$$B_{max2} = B + es; \quad (11)$$

$$B_{max2} = 18 + 1 = 19 \text{ мм.}$$

$$B_{mini} = B_{min i-1} + 2Z_{min}. \quad (12)$$

$$B_{mini} = 17 + 2 \cdot 1,602 = 20,204 \text{ мм.}$$

Принимаем $B_{mini} = 20,2 \text{ мм.}$

$$B_{max} = B_{min} + \delta. \quad (13)$$

$$B_{max1} = 20,2 + 2,2 = 22,4 \text{ мм.}$$

Припуск на обработку заготовки:

$$2Z_{max} = B_{max i-1} - B_{max i}; \quad (14)$$

$$2Z_{max2} = 22,4 - 19 = 3,4 \text{ мм.}$$

$$2Z_{min} = B_{min i-1} - B_{min i}; \quad (15)$$

$$2Z_{min2} = 20,2 - 17 = 3,2 \text{ мм.}$$

Результаты расчетов сводим в таблицу 4.

Таблица 4 – Расчет припусков для поверхности 18 ± 1 мм

Маршрут обработки	Элементы припуска, мкм				Расчетный минимальный припуск, мкм	Расчетный наименьший размер, мм	Допуск на промежуточные размеры, мкм	Предельные размеры заготовки по переходам, мм		Предельные значения припусков, мкм	
	R_z	T	ρ	ϵ_y				min	max	min	max
Заготовка	200	300	1100	70	-	20,204	2200	20,2	22,4	-	-
Фрезерование	50	50	132	-	2·1602	17	2000	17	19	3200	3400

После расчета припусков на ответственную поверхность детали приступаем к проектированию плана изготовления.

2.4 План изготовления детали

План изготовления детали представим в виде таблицы 5

Таблица 5 – План изготовления детали
миллиметрах

В

Наименование и содержание операции	Эскиз
<p>005 Фрезерная Установить заготовку в тиски. 1. Фрезеровать плоскость, выдерживая размер 18 ± 1.</p>	
<p>010 Фрезерная с ЧПУ Установить заготовку в приспособление. 1. Фрезеровать плоскости, выдерживая размеры $86D12$; 54 ± 1. 2. Фрезеровать плоскость, выдерживая размеры 90 ± 1; $R22.2$; 200 ± 1. 3. Сверлить 4 отверстия, выдерживая размеры 22 ± 1; 25 ± 1; 46; 150; 42.5 ± 1; $\varnothing 12^{+0,5}$. 4. Рассверлить 4 отверстия, выдерживая размеры 22 ± 1; 25 ± 1; 46; 150; 42.5 ± 1; $\varnothing 21^{+0,21}$.</p>	

Продолжение таблицы 5

<p>015 Фрезерная с ЧПУ Установить заготовку в приспособление.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Фрезеровать две цековки, выдерживая размеры 40; 150; 18-1; R32,5±1. 2. Развернуть заготовку на 180°. 3. Фрезеровать две цековки, выдерживая размеры 40; 150; 18-1; R32,5±1. 4. Сверлить два отверстия, выдерживая размеры 40; 95; Ø12^{+0,5}. 5. Рассверлить два отверстия, выдерживая размеры 40; 95; Ø21^{+0,21}. 6. Развернуть заготовку на 180°. 7. Сверлить два отверстия, выдерживая размеры 40; 95; Ø12^{+0,5}. 8. Рассверлить два отверстия, выдерживая размеры 40; 95; Ø21^{+0,21}. 9. Развернуть заготовку на 90°. 10. Фрезеровать канавки R6; 0,3max. 11. Развернуть заготовку на 180°. 12. Фрезеровать канавки R6; 0,3max. 	 <p>The drawing shows a mechanical part with a top view and a side view. The top view is a rectangular shape with rounded corners and four circular holes. Dimensions include a total width of 150, a distance of 40 from the center to the outer edge, and a hole diameter of Ø12. The side view shows a height of 18 and a radius of R32.5. There are also smaller dimensions like 40 and 12.5, and a note '2 амб' with a tolerance symbol. A section line 'A-A' is indicated.</p>
<p>020 Слесарная Зачистить заусенец и притупить кромки</p>	
<p>025 Моечная Промыть деталь, просушить</p>	
<p>030 Контрольная Контролировать размеры согласно чертежу</p>	

После разработки плана изготовления детали производим его графическое оформление [приложение И], а также дополняем его маршрутом обработки [приложение К].

2.5 Выбор оборудования

Для фрезерной операции был выбран широкоуниверсальный фрезерный станок X6232Cx16 (рисунок 3). Характеристики станка приведены в таблице 4

Таблица 6 – Характеристики станка X6232Cx16

Характеристика	Значение
Габаритные размеры станка, мм	2291×1858×2045
Расстояние от торца шпинделя до поверхности стола, мм	30...350
Максимальная нагрузка на стол, кг	500
Масса станка, кг	3180
Количество подач	18
Диапазон скоростей, об/мин	30...1500
Скорость перемещения стола, мм/мин	23,5...1180
Угол поворота стола	± 45
Мощность двигателя шпинделя, кВт	3
Линейные размеры стола, мм	250×320
Частота вращения шпинделя станка, об/мин	31,5...2500



Рисунок 3 – Широкоуниверсальный фрезерный станок X6232Cx16

Для фрезерных операций с ЧПУ был выбран «Haas TM-1» фрезерный станок (рисунок 4). Характеристики станка приведены в таблице 7

Таблица 7 – Характеристики станка «Haas TM-1»

Характеристика	Значение
«Длина рабочей поверхности стола, мм	1213
Ширина рабочей поверхности стола, мм	628
Максимальная частота вращения шпинделя, об/мин» [7]	4000
Максимальная мощность на шпинделе, кВт	5,6
Максимальная величина рабочей подачи, м/мин	5,1
Максимальные допустимые значения по осям, кН	8,89
Потребляемая электрическая мощность, кВа	9
Масса станка, кг	1470



Рисунок 4 – Вертикально-фрезерный станок «Haas TM-1»

Выбор данного вида оборудования обусловлен высокой его технологичностью и функциональностью, а также массовостью его применения в производстве.

2.6 Выбор приспособлений

Дополнительной опцией для данного станка является наклонно-поворотный стол «Haas HRT100» (рисунок 5). Характеристики его представлены в таблице 8

Таблица 8 – Характеристики наклонно-поворотного стола «Haas HRT100»

Характеристики	Значение
Диаметр планшайбы, мм	100
Количество шпинделей, шт.	1
Диаметр отверстия шпинделя, мм	19,05
Макс. скорость вращения наклонной оси, град/сек	300
Макс. крутящий момент наклонной оси, Н·м	47
Тормозной момент, Н·м	35
Высота оси вращения, мм	88,9
Вес стола, кг	13,6



Рисунок 5 – Наклонно-поворотный стол «Haas HRT100»

Применение наклонно-поворотного стола «Haas HRT100» значительно расширит функциональные возможности станка и позволит усовершенствовать технологический процесс изготовления других видов деталей.

2.7 Выбор режущего инструмента

Режущий инструмент выбираем по каталогам фирмы-производителя режущего инструмента «Seco».

Для фрезерования плоскости на первой фрезерной операции выбираем фрезу торцевую R220.54-8160-22-8A, пл. SNMX2209ANTR-M18 MK2050.



Рисунок 6– фреза торцевая R220.54-8160-22-8А

Таблица 9 – Характеристики фрезы R220.54-8160-22-8А

Характеристики	Значение
«Максимальная глубина врезания	9 мм
Диаметр отверстия по болт	66,7 мм
Диаметр между вершинами пластин	160 мм
Диаметр соединительного отверстия»[19]	40 мм
Диаметр поверхности контакта со стороны станка	90 мм
Диаметр резанья, максимальный	184 мм
Направление резанья	правый
Ширина паза	16,4 мм



Рисунок 7– пластина SNMX2209ANTR-M18 MK2050.

Расшифровка маркировки пластины:

S-форма пластины

N-задний угол

M-допуск на размеры пластины

X-форма стружколома и способ крепления

22-длина режущей кромки

09-толщина пластины мм,

A-угол в плане пластины

N-задний угол пластины

T-форма режущей кромки

R-направление резанья

M-стружколом

Для фрезерования плоскостей на второй фрезерной операции выбираем фрезу концевую 522250R180Z2.0-MEGA-64.



Рисунок 8 – фреза концевая 522250R180Z2.0-MEGA-64

Таблица 10 – Характеристики фрезы 522250R180Z2.0-MEGA-64

Характеристики	Значение
Максимальная глубина врезания	150 мм
Общая длина фрезы	250 мм
Диаметр фрезы	18 мм
Материал режущей части	P6M5
Материал хвостовика	40X
Покрытие	МЕГА-64
Число режущих кромок	2
Тип хвостовика	Цилиндрический

Для сверления отверстий выбираем сверло SD203A-1200-040-12R1-P.



Рисунок 9– сверло SD203A-1200-040-12R1-P.

Таблица 11 – Характеристики сверла SD203A-1200-040-12R1-P.

Характеристики	Значение
Диаметр режущей части	12 мм
Диаметр хвостовика	18 мм
Сплав	Карбид PVD
Длина хвостовика	45 мм
Эффективная длина	22,5 мм
Общая длина	120 мм
Число режущих кромок	2
Угол вершины	140 град.

Для рассверливания отверстий выбираем сверло SD101-20.00/21.99-40-25R7, пл. SD100-21.00-К.



Рисунок 10 – сверло SD101-20.00/21.99-40-25R7

Таблица 12 – Характеристики сверла SD101-20.00/21.99-40-25R7

Характеристики	Значение
Длина хвостовика	56 мм
Эффективная длина	105 мм
Общая длина	191 мм
Диаметр режущей части	21÷21,2
Диаметр хвостовика	35 мм
Число режущих кромок	2
Направление резанья	правый

Пластина SD100-21.00-К.



Рисунок 11– пластина SD100-21.00-К.

Для фрезерования цековки на последней фрезерной операции выбираем фрезу R220.54-0065-14-5А, пл. SNMX1407ANTR-M16 MK2050.



Рисунок 12– фреза R220.54-0065-14-5А

Таблица 13 – Характеристики фрезы R220.54-0065-14-5А

Характеристики	Значение
Максимальная глубина врезания	6 мм
Эффективное количество зубьев	5
Диаметр между вершинами пластин	65 мм
Диаметр соединительного отверстия	40 мм
Диаметр поверхности контакта со стороны станка	90 мм
Направление резанья	правый
Ширина паза	16,4 мм

Пластина SNMX1407ANTR-M16 MK2050.



Рисунок 13– Пластина SNMX1407ANTR-M16 MK2050.

Таблица 14 – Характеристики Пластины SNMX1407ANTR-M16 MK2050.

Характеристики	Значение
Количество режущих кромок	8
Класс пластины	МК 2050
Сплав	Карбид PVD
Вписанный диаметр круга	14 мм
Эффективный диаметр режущих кромок	10,2 мм
Радиус угла пластины	1 мм

Для сверления отверстий выбираем ранее выбранное сверло SD203A-1200-040-12R1-P. [рисунок 9, таблица 11]

Для рассверливания отверстий можно использовать ранее выбранное сверло SD101-20.00/21.99-40-25R7, пл. SD100-21.00-K либо при выполнении

сразу двух отверстий на всю ширину детали спроектировать специальное сверло. [рисунок 10, таблица 12]

Для фрезерования канавок фрезу концевую 522120R120Z2.0-MEGA-64.



Рисунок 14– фреза концевая 522120R120Z2.0-MEGA-64

Таблица 15 – Характеристики фрезы концевой 522120R120Z2.0-MEGA-64

Характеристики	Значение
Максимальная глубина врезания	60 мм
Диаметр режущей части	12 мм
Диаметр хвостовика	12 мм
Материал режущей части	P6M5
Материал хвостовика	40X
Покрытие	МЕГА-64
Число режущих кромок	2
Общая длина фрезы	115 мм
Тип хвостовика	Цилиндрический

Более развернутые и полные характеристики режущего инструмента находятся на интернет ресурсе «Seco Suggest» [21].

2.8 Разработка технологических операций

На первой фрезерной операции в качестве базы примем поверхность отливки, от которой проставлен конструкторский размер 18 ± 1 мм.

После этого все дальнейшие операции для исключения погрешности базирования будем проектировать так, чтобы деталь устанавливалась на обработанную на первой операции плоскость, При этом отверстие в отливке позволит использовать достаточно простые механизмы закрепления заготовки, в том числе на поворотном столе фрезерного обрабатывающего центра [1].

В таблице 9 представлены номера обрабатываемых поверхностей, маршрут обработки, название операций и их содержание [приложение К].

Таблица 16 – Технологический маршрут

Метод обработки	Обрабатываемые поверхности	№ операции	Наименование операции
Фрезерование	3	005	Фрезерная
Фрезерование	5, 6, 9	010	Фрезерная с ЧПУ
Сверление	1	010	Фрезерная с ЧПУ
Фрезерование	4	015	Фрезерная с ЧПУ
Сверление	2	015	Фрезерная с ЧПУ
Фрезерование	7, 8	015	Фрезерная с ЧПУ

Для лучшей визуализации дополняем технологический маршрут эскизами по операционной обработке детали [приложение М].

2.9 Выбор средств контроля

Для выбора средств контроля выбираем мерительный инструмент утвержденного типа и прошедшего поверку по единым государственным стандартам [9].

Так как наименьший квалитет размеров, указанных на чертеже детали, составляет IT12, то в качестве мерительного инструмента можно обойтись лишь штангенциркулями по ГОСТ 166-89.

Однако, учитывая серийное производство, для измерений может быть также спроектирован калибр для размера $86D_{12}$, а также калибр-пробка для отверстий диаметром $21^{+0,21}$.

Выбранное оборудование и инструмент сводим в таблицу 17.

Таблица 17 – Выбор СТО

Номер и наименование операции	Наименование, модель оборудования	Наименование станочного приспособления	Наименование инструмента	Наименование измерительного инструмента
005 Фрезерная	Широкоуниверсальный фрезерный станок X6232Cx16	Тиски станочные	Фреза R220.54-8160-22-8А, пл. SNMX2209ANTR-M18 MK2050	«Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166-89»[20]
010 Фрезерная с ЧПУ	Вертикально-фрезерный станок Naas TM-1	Тиски станочные	1. Фреза 522250R180Z2.0-MEGA-64 2. Сверло SD203A-1200-040-12R1-P 3. Сверло SD101-20.00/21.99-40-25R7, пл. SD100-21.00-K	«Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166-89. Штангенциркуль ШЦ-I-250-0,1 ГОСТ 166-89»[20] Калибр $86D_{12}$. Калибр-пробка $\varnothing 21^{+0,21}$.
015 Фрезерная с ЧПУ	Вертикально-фрезерный станок Naas TM-1	Приспособление специальное	1. Фреза R220.54-0063-14-5А, пл. SNMX1407ANTR-M16 MK2050 2. Сверло SD203A-1200-040-12R1-P 3. Сверло специальное 4. Фреза 522120R010Z2.0-MEGA-64	«Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166-89»[20] Калибр-пробка $\varnothing 21^{+0,21}$.

Данный выбор мерительного инструмента был обусловлен простотой его использования и надежностью.

2.10 Проектирование технологических операций

2.10.1 Расчет режимов резания

Операция 005.

Переход 1. Фрезеровать плоскость, выдерживая размер 18 ± 1 мм.

Применяем выбранный нами инструмент: Фреза R220.54-8160-22-8A, пл. SNMX2209ANTR-M18 MK2050.

Исходя из припуска $h = 2,3$ мм, принимаем глубину резания $t = 2,3$ мм (согласно рекомендациям фирмы-производителя режущего инструмента «Seco»), число проходов $i = 1$.

Ширина фрезерования данного инструмента $B = 120$ мм.

Диаметр фрезы данного инструмента $D = 160$ мм, число режущих кромок $z = 8$.

Подача $S_z = 0,4$ мм/зуб [14, стр. 283, табл. 34].

Определяем скорость резания на данной операции:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v, \quad (16)$$

где $C_v = 695$; $q = 0,22$; $x = 0,17$; $y = 0,32$; $u = 0,22$; $p = 0$; $m = 0,33$ [14, стр.288, табл. 39];

$T = 180$ мин [14, стр. 290, табл. 40];

K_v – поправочный коэффициент,

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV}, \quad (17)$$

где Коэффициент K_{MV} – влияние физико-механических свойств материала на скорость резания,

$$K_{MV} = \left(\frac{150}{HB} \right)^{n_V}, \quad (18)$$

где $n_V = 1,25$ [2, стр. 262, табл. 2];

$HB = 200$ Мпа;

$$K_{MV} = \left(\frac{150}{200} \right)^{1,25} = 0,7;$$

$K_{ПV} = 0,8$ [2, стр. 263, табл. 5];

$K_{ИV} = 1,0$ [14, стр. 263, табл. 6];

$$K_V = 0,7 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,56;$$

$$V = \frac{695 \cdot 160^{0,22}}{180^{0,33} \cdot 2,3^{0,17} \cdot 0,4^{0,32} \cdot 120^{0,22} \cdot 8^0} \cdot 0,56 = 87 \text{ м/мин.}$$

Частота вращения шпинделя станка:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (19)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 87}{3,14 \cdot 160} = 173 \text{ мин}^{-1}.$$

Устанавливаем по паспорту станка $n = 160 \text{ мин}^{-1}$ и уточняем скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}, \quad (20)$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 160 \cdot 160}{1000} = 80,4 \text{ мин}^{-1}.$$

Определяем главную составляющая силы резания:

$$P_Z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{Mp}, \quad (21)$$

где $C_p=50$; $w=0$, $y=0,8$, $u=1,1$; $x=0,95$, $q=1,1$ [14, стр.292, табл.41]

$$K_{Mp} = \left(\frac{HB}{150} \right)^n, \quad (22)$$

где $n = 0,55$ [14, стр. 264, табл. 9];

$$K_{Mp} = \left(\frac{200}{150} \right)^{0,55} = 1,17;$$

$$P_Z = \frac{10 \cdot 50 \cdot 2,3^{0,95} \cdot 0,4^{0,8} \cdot 120^{1,1} \cdot 8}{160^{1,1} \cdot 160^0} \cdot 1,17 = 3619,4 \text{ Н.}$$

Определяем крутящий момент:

$$M_{кр} = \frac{P_Z \cdot D}{2 \cdot 1000}, \quad (23)$$

$$M_{кр} = \frac{3619,4 \cdot 160}{2 \cdot 1000} = 289,5 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Определяем мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, \quad (24)$$

$$N = \frac{3619,4 \cdot 80,4}{1020 \cdot 60} = 4,75 \text{ кВт.}$$

Определяем основное время обработки:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S_z \cdot z}, \quad (25)$$

где L – длина обработки,

$$L = l + l_1 + l_2, \quad (26)$$

где $l = 190$ мм;

$$l_1 = 10 \text{ мм;}$$

$$l_2 = 10 \text{ мм;}$$

$$L = 190 + 10 + 10 = 210 \text{ мм;}$$

$$T_o = \frac{210 \cdot 1}{160 \cdot 0,4 \cdot 8} = 0,41 \text{ мин.}$$

Операция 010.

Переход 1. Фрезеровать плоскости, выдерживая заданные размеры 86D12; 54±1мм.

Применяем выбранный нами инструмент: Фреза 522250R180Z2.0-MEGA-64.

Исходя из припуска $h = 2,3$ мм, принимаем глубину резания $t = 0,575$ мм (согласно рекомендациям фирмы-производителя режущего инструмента Seco), число проходов $i = 4$.

Ширина фрезерования данного инструмента $B = 68,5$ мм.

Диаметр фрезы данного инструмента $D = 25$ мм, число режущих кромок $z = 2$.

Подача $S_z = 0,2$ мм/зуб [14, стр. 283, табл. 34].

Скорость резания определяется по формуле (16), принимая следующие значения:

$C_v = 68,5$; $x = 0,3$; $q = 0,45$; $u = 0,1$; $p = 0,1$; $y = 0,2$; $m = 0,33$
[2, стр. 289, табл. 39];

$T = 90$ мин [14, стр. 290, табл. 40];

$K_v = 0,56$;

$$V = \frac{68,5 \cdot 25^{0,45}}{90^{0,33} \cdot 0,575^{0,3} \cdot 0,2^{0,2} \cdot 68,5^{0,1} \cdot 2^{0,1}} \cdot 0,56 = 37 \text{ м/мин.}$$

Частота вращения шпинделя станка определяется по формуле (19):

$$n = \frac{1000 \cdot 37}{3,14 \cdot 25} = 470 \text{ мин}^{-1}.$$

Определяем главную составляющую силы резания по формуле (21):

$C_p = 30$, $x = 0,86$, $y = 0,72$, $u = 1,0$; $q = 0,86$; $w = 0$ [14, стр. 291, табл. 41];

$K_{Mp} = 1,17$;

$$P_z = \frac{10 \cdot 30 \cdot 0,575^{0,86} \cdot 0,2^{0,72} \cdot 68,5^1 \cdot 2}{25^{0,86} \cdot 470^0} \cdot 1,17 = 588,6 \text{ Н.}$$

Крутящий момент находим по формуле (23):

$$M_{\text{кр}} = \frac{588,6 \cdot 25}{2 \cdot 1000} = 7,36 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Находим мощность резания по формуле (24):

$$N = \frac{588,6 \cdot 37}{1020 \cdot 60} = 0,35 \text{ кВт}.$$

Длину обработки находим по формуле (26):

l – длина поверхности, $l = 60$ мм;

l_1 – величина врезания, принимаем $l_1 = 5$ мм;

l_2 – величина перебега, принимаем $l_2 = 5$ мм;

$$L = 60 + 5 + 5 = 70 \text{ мм};$$

Определяем основное время обработки по формуле (25):

$$T_o = \frac{70 \cdot 4}{470 \cdot 0,2 \cdot 2} \cdot 2 = 2,98 \text{ мин}.$$

Переход 2. Фрезеровать плоскость, выдерживая заданные размеры 90 ± 1 мм; $R22_{-2}$ мм; 200 ± 1 мм.

Применяем выбранный нами инструмент: Фреза 522250R180Z2.0-MEGA-64.

Исходя из припуска $h = 2,3$ мм, принимаем глубину резания $t = 2,3$ мм (согласно рекомендациям фирмы-производителя режущего инструмента «Seco»), число проходов $i = 1$.

Ширина фрезерования данного инструмента $B = 25$ мм.

Диаметр фрезы данного инструмента $D = 25$ мм, число режущих кромок $z = 2$.

Подача $S_z = 0,2$ мм/зуб [2, стр. 283, табл. 34].

Скорость резания определяется по формуле (16), принимая следующие значения:

$C_v = 68,5$; $q = 0,45$; $x = 0,3$; $y = 0,2$; $u = 0,1$; $p = 0,1$; $m = 0,33$ [2, стр. 288, табл. 39];

$T = 90$ мин [14, стр. 290, табл. 40];

$K_v = 0,56$;

$$V = \frac{68,5 \cdot 25^{0,45}}{90^{0,33} \cdot 2,3^{0,3} \cdot 0,2^{0,2} \cdot 25^{0,1} \cdot 2^{0,1}} \cdot 0,56 = 27 \text{ м/мин.}$$

Частота вращения шпинделя определяется по формуле (19):

$$n = \frac{1000 \cdot 27}{3,14 \cdot 25} = 340 \text{ мин}^{-1}.$$

Определяем главную составляющую силы резания по формуле (21):

$C_p = 30$, $x = 0,86$, $y = 0,72$, $u = 1,0$; $q = 0,86$; $w = 0$ [14, стр. 291, табл. 41].

$K_{Mp} = 1,17$;

$$P_z = \frac{10 \cdot 30 \cdot 2,3^{0,86} \cdot 0,2^{0,72} \cdot 25^1 \cdot 2}{25^{0,86} \cdot 520^0} \cdot 1,17 = 707,7 \text{ Н.}$$

Определяем крутящий момент по формуле (23):

$$M_{\text{кр}} = \frac{707,7 \cdot 25}{2 \cdot 1000} = 8,8 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Определяем мощность резания по формуле (24):

$$N = \frac{707,7 \cdot 27}{1020 \cdot 60} = 0,31 \text{ кВт}.$$

Определяем длину обработки по формуле (26):

l – длина обрабатываемой, $l = 200$ мм;

l_1 – величина врезания, принимаем $l_1 = 10$ мм;

l_2 – величина перебега, принимаем $l_2 = 10$ мм;

$$L = 200 + 10 + 10 = 220 \text{ мм};$$

Определяем основное время обработки по формуле (25):

$$T_o = \frac{220 \cdot 1}{340 \cdot 0,2 \cdot 2} \cdot 4 = 6,47 \text{ мин}.$$

Переход 3. Сверлить 4 отверстия, выдерживая заданные размеры 22 ± 1 мм; 25 ± 1 мм; 46 мм; 150 мм; $42,5 \pm 1$ мм; $\text{Ø}12^{+0,5}$ мм.

Применяем выбранный нами инструмент: SD203A-1200-040-12R1-P.

Диаметр сверла данного инструмента $D = 12$ мм.

Глубина резания:

$$t = \frac{D}{2}, \tag{27}$$

$$t = \frac{12}{2} = 6 \text{ мм}.$$

Подача $S = 0,3$ мм/об; [14, стр. 276, табл. 25].

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (28)$$

где $C_v = 40,4$; $q = 0,45$; $y = 0,3$; $m = 0,2$; [14, стр. 277, табл. 28];

$T = 45$ мин; [2, стр. 281, табл. 30];

K_v – поправочный коэффициент,

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПВ} \cdot K_{ИВ}, \quad (29)$$

где K_{MV} – влияние физико-механических свойств обрабатываемого материала на скорость резания, находим по формуле (7):

$n_v = 1,3$ [14, стр. 262, табл. 2];

$HB = 200$ Мпа;

$$K_{MV} = \left(\frac{150}{200} \right)^{1,3} = 0,69;$$

$K_{IV} = 1,0$; [14, стр. 281, табл. 31];

$K_{ИВ} = 1,0$ [14, стр. 263, табл. 6];

$$K_v = 0,69 \cdot 1 \cdot 1 = 0,69,$$

$$V = \frac{40,4 \cdot 12^{0,45}}{45^{0,2} \cdot 0,3^{0,3}} \cdot 0,69 = 57,1 \text{ м/мин.}$$

Находим частоту вращения шпинделя по формуле (19):

$$n = \frac{1000 \cdot 57,1}{3,14 \cdot 12} = 1520 \text{ мин}^{-1}.$$

Определяем силу резания:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (30)$$

где $C_p = 32,8$, $y = 0,75$, $q = 1,2$ [2, стр. 281, табл. 32].

$$K_p = K_{Mp} = \left(\frac{HB}{150} \right)^n, \quad (31)$$

где $n = 0,6$ [14, стр. 264, табл. 9];

$$K_{Mp} = \left(\frac{200}{150} \right)^{0,6} = 1,19,$$

$$P_o = 10 \cdot 32,8 \cdot 12^{1,2} \cdot 0,3^{0,75} \cdot 1,19 = 3120 \text{ Н}.$$

Находим крутящий момент:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (32)$$

где $C_M = 0,01$, $y = 0,8$, $q = 2,2$ [14, стр. 281, табл. 32].

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,01 \cdot 12^{2,2} \cdot 0,3^{0,8} \cdot 1,19 = 10,7 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Находим мощность резания:

$$N = \frac{M_{\text{кр}} \cdot n}{9750}, \quad (33)$$

$$N = \frac{10,7 \cdot 1520}{9750} = 1,68 \text{ кВт.}$$

Находим основное время обработки:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}, \quad (34)$$

где L – длина обработки,

$$L = l + l_1 + l_2, \quad (35)$$

где $l = 18$ мм;

$$l_1 = 5 \text{ мм};$$

$$l_2 = 2 \text{ мм};$$

$$L = 18 + 5 + 2 = 25 \text{ мм},$$

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S} = \frac{25 \cdot 2}{1520 \cdot 0,3} = 0,14 \text{ мин.}$$

Переход 4. Рассверлить 4 отверстия, выдерживая заданные размеры 22 ± 1 мм; 25 ± 1 мм; 46 мм; 150 мм; $42,5 \pm 1$ мм; $\text{Ø}21^{+0,21}$ мм.

Применяем выбранный нами инструмент: Сверло SD101-20.00/21.99-40-25R7, пл. SD100-21.00-К.

Диаметр сверла данного инструмента $D = 21$ мм.

Глубина резания:

$$t = \frac{D - D_0}{2}, \quad (36)$$

$$t = \frac{21 - 12}{2} = 4,5 \text{ мм.}$$

Подача $S = 0,3$ мм/об [14, стр. 277, табл. 25].

Скорость резания:

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V, \quad (37)$$

где $C_V = 77,4$; $y = 0,45$; $q = 0,5$; $x = 0,15$; $m = 0,4$ [2, стр. 279, табл. 29];

$T = 50$ мин [14, стр. 280, табл. 30];

$K_V = 0,69$;

$$V = \frac{77,4 \cdot 21^{0,5}}{50^{0,4} \cdot 4,5^{0,15} \cdot 0,3^{0,45}} \cdot 0,69 = 70 \text{ м/мин.}$$

Находим частоту вращения шпинделя по формуле (19):

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 70}{3,14 \cdot 21} = 1050 \text{ мин}^{-1}.$$

Определяем силу резания:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p, \quad (38)$$

где $C_p = 38, y = 0,4; x = 1,0;$ [14, стр. 281, табл. 32];

$$K_{Mp} = 1,19;$$

$$P_o = 10 \cdot 38 \cdot 4,5^1 \cdot 0,3^{0,4} \cdot 1,19 = 1257 \text{ Н.}$$

Находим крутящий момент:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p, \quad (39)$$

где $C_M = 0,17, q = 0,85, x = 0,8; y = 0,7,$ [14, стр. 281, табл. 32].

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,17 \cdot 21^{0,85} \cdot 4,5^{0,8} \cdot 0,3^{0,7} \cdot 1,19 = 38,8 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Мощность резания определяется:

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{38,8 \cdot 1050}{9750} = 4,2 \text{ кВт.}$$

Длину обработки определяем по формуле (26):

l – глубина отверстия, $l = 18 \text{ мм};$

l_1 – величина врезания, принимаем $l_1 = 5 \text{ мм};$

l_2 – величина перебега, принимаем $l_2 = 2 \text{ мм};$

$$L = 18 + 5 + 2 = 25 \text{ мм};$$

Определяем основное время обработки:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S},$$

Общее время обработки на операции:

$$\Sigma T_o = 2,98 + 6,47 + 0,14 + 0,16 = 9,75 \text{ мин.}$$

Таблица 18– Режимы резания по всем операциям

№ оп.	№ пер.	t , мм	S , мм/об	V , м/мин	n , об/мин	S_m , мм/мин	T_o , мин
005	1	2,3	3,2	80,4	160	512	0,41
010	1	0,575	0,4	37	470	188	2,98
	2	2,3	0,4	27	340	136	6,47
	3	6	0,3	57,1	1520	456	0,14
	4	4,5	0,3	70	1050	315	0,16
ИТОГО:							9,75
015	1, 3	65	1,0	122,5	600	600	0,06
	4,7	6	0,3	57,1	1520	456	0,28
	5,8	4,5	0,3	70	1050	315	0,32
	10	12	0,4	37,7	1000	400	0,02
	12	12	0,4	37,7	1000	400	0,02
ИТОГО:							0,7

Для рассчитанных режимов резанья делаем чертежи технической наладки инструмента [приложение Ж] и составляем операционную карту [приложение Л].

2.10.2 Нормирование технологического процесса

Суммарное время обработки на операции 010 составляет $T_0 = 9,75$ мин.

Находим по формуле норму штучно-калькуляционного времени:

$$T_{шт.к} = \frac{T_{п-з}}{n} + T_{шт}, \quad (40)$$

где $T_{п-з}$ – подготовительно-заключительное время;

$$T_{п-з} = T_{доп} + T_{нал} + T_{ин}, \quad (41)$$

где $T_{нал} = 10$ мин, [17];

$T_{доп} = 3$ мин, [17];

$T_{ин} = 7$ мин, [17];

$$T_{п-з} = 3 + 10 + 7 = 20 \text{ мин};$$

$n = 185$ шт. [18]

$T_{шт}$ – норма штучного времени,

$$T_{шт} = T_0 + T_в + T_{об.от}, \quad (42)$$

где $T_в$ – вспомогательное время,

$$T_B = k \times (T_{уп} + T_{ус} + T_{из}), \quad (43)$$

где $T_{ус} = 0,094$ мин [17];

$T_{уп} = 0,06$ мин; [17]

$T_{из} = 0$; [17]

$k = 1,85$ [17];

$$T_B = 1,85 \times (0,06 + 0,094 + 0) = 0,285 \text{ мин};$$

$T_{об.от}$ – время на обслуживание рабочего места и отдых,

$$T_{об.от} = \frac{(T_o + T_B) \cdot P_{об.от}}{100},$$

(44)

где $P_{об.от} = 7\%$ [19];

$$T_{об.от} = \frac{(9,75 + 0,285) \cdot 7}{100} = 0,7 \text{ мин};$$

$$T_{шт} = 9,75 + 0,285 + 0,7 = 10,735 \text{ мин};$$

$$T_{шт.к} = \frac{20}{185} + 10,735 = 10,84 \text{ мин}.$$

Результаты расчета норм времени сводим в таблицу 19.

Таблица 19 – Результаты расчета норм времени

в минутах

№ оп.	T_o ,	T_b ,	$T_{оп}$	$T_{об.от}$	$T_{п-з}$	$T_{шт}$	$T_{шт.к}$
005	0,41	0,41	0,82	0,06	20	0,88	0,99
010	9,75	0,285	10,035	0,7	20	10,735	10,84
015	0,7	0,33	1,03	0,072	20	1,102	1,21

Исходя из полученных данных, определяются лимитирующие операции проектируемого технологического процесса, и делается вывод о том, что данные операции необходимо подвергнуть совершенствованию путем их изменения или проектирования для них специального режущего инструмента и технологической оснастки.

3 Проектирование средств оснащения

3.1 Проектирование станочного приспособления

Приспособление (рисунок 15) представляет собой плиту поз. 1, в которую запрессованы шпилька поз. 2 и два пальца поз. 3 и 4 по ГОСТ 17774-72 и 17775-72 соответственно [приложение В, приложение Г]. На шпильку поз. 2 надевается прихват поз. 5 и зажимается при помощи гайки поз. 6. Приспособление устанавливается на поворотный стол станка при помощи винтов поз. 7 с шайбами поз. 8.

Заготовка устанавливается на пальцы поз. 3 и 4. После этого с помощью шестигранной головки заворачивают гайку поз. 6, происходит зажим заготовки. После обработки гайку поз. 6 выкручивают и снимают прихват поз. 5. Заготовка снимается с приспособления.

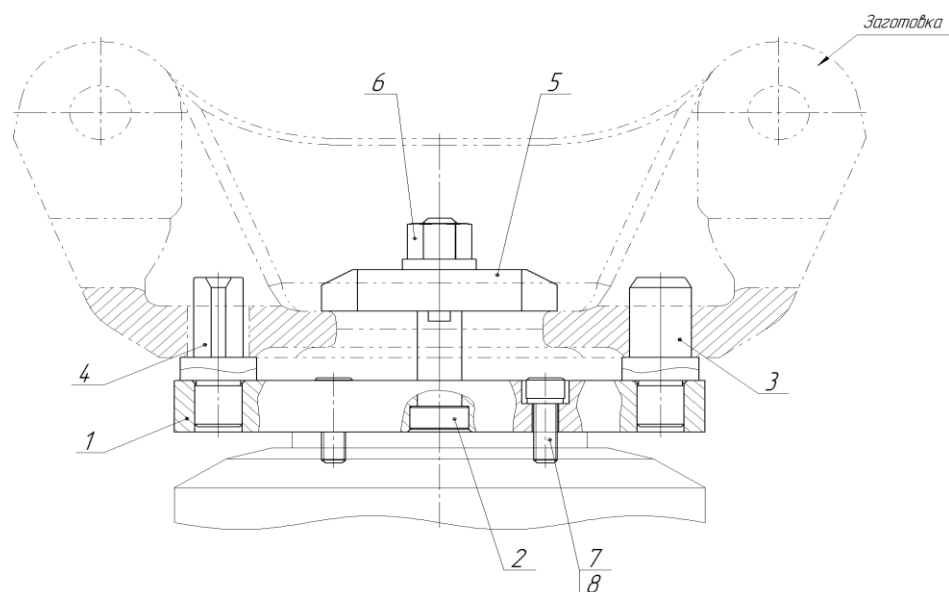


Рисунок 15 – Компоновка приспособления [приложение Г]

С проектированное приспособление отличается простотой его использования, а также не требует больших материальных, технологических затрат при его изготовлении.

3.1.1 Расчет силы закрепления

Наибольшее усилие зажимной механизм воспринимает при положении поворотного стола 90° и сверлении отверстия $\varnothing 21$.

Осевая сила резания $P_o = 3120$ Н.

Схема действия сил приведена на рисунке 16.

При сверлении на подвижную призму действует сила, равная силе резания P_o , стремящаяся повернуть заготовку. Противодействие этому оказывают силы трения между прихватом и заготовкой.

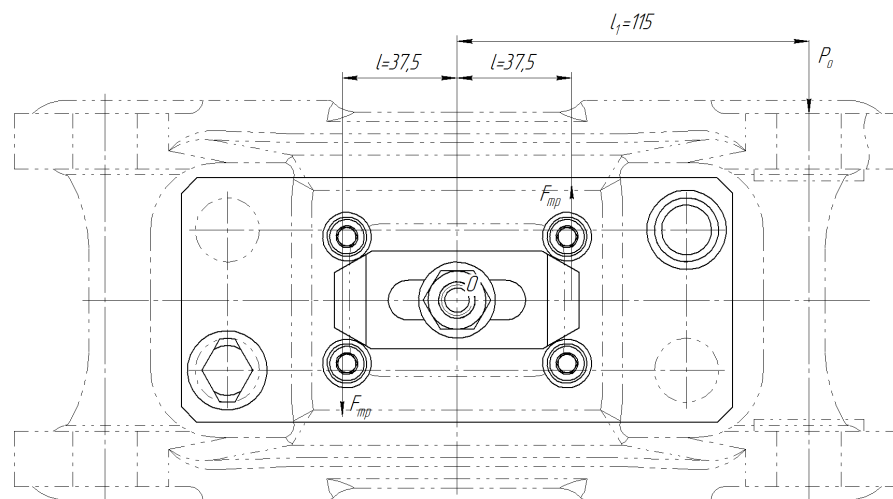


Рисунок 16 – Схема действия сил

Уравнением статики описываем условия пространственного равновесия заготовки в приспособлении [15]:

$$K \Sigma M_{\text{акт}} \leq \Sigma M_{\text{прот}}; \quad (45)$$

где K – коэффициент запаса;

$\Sigma M_{\text{прот}}$ – сумма моментов, препятствующих сдвигу и повороту заготовки.

$\Sigma M_{\text{акт}}$ – сумма сил и моментов, пытающихся сдвинуть заготовку.

Для обеспечения надежности зажимного приспособления применяется коэффициент запаса K , который предотвращает вырыв и смещение заготовки. Коэффициент K состоит из коэффициентов k_0, k_1, \dots, k_6 , которые выбирают в зависимости от условий обработки детали [16]:

$$K = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6. \quad (46)$$

где k_0 - неточность расчетов сил резания. Принимаем $k_0 = 1,5$.

k_1 – наличие неровностей на поверхности заготовки. Так как деталь обрабатывается из заготовки выполненной литьем принимаем $k_1 = 1,2$.

Принимаем $k_2 = 1,0$. ($k_2 = 1,0 \div 1,7$)

Принимаем $k_3 = 1,0$.

k_4 – непостоянство сил, развиваемых зажимным устройством. Так как на данном приспособлении закрепление детали производится с помощью накидного ключа коэффициент $k_4 = 1,3$.

Принимаем $k_5 = 1,0$. Ручное зажимание.

Принимаем $k_6 = 1,0$. Так как заготовка расположена базовой поверхностью на опоры.

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 1 \cdot 1 = 2,34.$$

Условия равновесия записываем как сумму моментов относительно точки O , пренебрегая весом заготовки. (рисунок 16):

$$\Sigma M_{\text{акт}} = P_o \cdot l_1;$$

$$\Sigma M_{\text{прот}} = 2 \cdot F_{\text{тр}} \cdot l,$$

где $l = 37,5$ мм ;(рисунок 16)

$l_1 = 115$ мм ;(рисунок 16)

$$K \cdot P_o \cdot l_1 = 2 \cdot F_{\text{тр}} \cdot l. \quad (47)$$

Здесь сила трения равна:

$$F_{\text{тр}} = \mu \cdot W, \quad (48)$$

где W – сила закрепления;

$\mu = 0,5$ -коэффициент трения [12];

$$K \cdot P_o \cdot l_1 = 2 \cdot \mu \cdot W \cdot l, \quad (49)$$

откуда

$$W = \frac{K \cdot P_o \cdot l_1}{2 \cdot \mu \cdot l}, \quad (50)$$

$$W = \frac{2,34 \cdot 3120 \cdot 115}{2 \cdot 0,5 \cdot 37,5} = 22389 \text{ Н.}$$

Подбираем размер винта для крепления прижимной планки:

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot W}{\pi \cdot [\sigma_p]}}, \quad (51)$$

где d_1 – внутренний диаметр резьбы;

$[\sigma_p]$ – допускаемое напряжение при растяжении, сталь 30ХГСА

$[\sigma_p] = 370$ МПа;

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot 22389}{3,14 \cdot 370}} = 8,78 \text{ мм.}$$

По ГОСТ 24705-81 принимаем резьбу М12 ($d_1 = 10,106$ мм.)

Сила затяжки винта М12 из стали 30ХГСА составляет $M_{\text{зат}} = 30 \text{ Н}\cdot\text{м}$.

Закрепление прижимной планки выполняется специальным накидным ключом с длиной рукояти $L = 300 \text{ мм} = 0,3 \text{ м}$.

Необходимое усилие на рукоятке накидного ключа:

$$F_{\text{рук}} = \frac{2 \cdot M_{\text{зат}}}{L}, \quad (52)$$

$$F_{\text{рук}} = \frac{2 \cdot 30}{0,3} = 200 \text{ Н}.$$

Согласно полученному расчету для надежности закрепления заготовки в приспособлении, усилие рабочего будет достаточно.

В данном разделе было спроектировано приспособления которое позволит существенно сократить типовой технологический процесс, что приведет к сокращению затрат полезного рабочего времени и увеличит производительность изготовления детали.

4 Проектирование режущего инструмента

Сверло – осевой режущий инструмент для образования отверстий в сплошном материале и увеличения диаметра имеющегося отверстия. Сверла с СМП позволяют работать с более высокими скоростями резания. Для обеспечения подвода СОЖ в корпусе сверла имеется сквозное отверстие, которое подает СОЖ прямо в зону резания. Крепление пластин к корпусу фрезы осуществляется винтами. Первая пластина осуществляет обработку ближе к оси инструмента, вторая пластина осуществляет обработку по внешней части отверстия.

Данные для подбора сверла:

- обрабатываемый материал ВЧ50 ГОСТ 7293-85;
- глубина сверления – 122, диаметр необходимого отверстия – Ø21.
- станок, на котором предполагается вестись обработка: вертикально-фрезерный обрабатывающий центр «Haas CM-1».

Определение геометрических параметров сверла.

Диаметр сверла принимаем равным диаметру обрабатываемого отверстия, т.е. 21 мм.

Для определения размеров хвостовой части сверла необходимо знать величины сил действующих на инструмент во время работы, а также момент крутящий: $P_o = 6100$ Н, $M_{кр} = 36,8$ Н·м.

По рекомендациям производителя «Seco» [6] выбираем параметры хвостовика сверла: диаметр хвостовика 20H7; тип хвостовика ISO 9766.

Выбор пластины.

В зависимости от обрабатываемого материала выбираются геометрические размеры пластины. Высокопрочный чугун рекомендуется обрабатывать специальными пластинами, которые позволяют снизить вероятность образования заусенцев и повышает чистоту обрабатываемой поверхности. Острые режущие кромки пластины обеспечивают низкие усилия резания[5].

Рассчитаем число граней пластины по формуле [5]:

$$n = \frac{360^\circ}{\varphi + \varphi_1}, \quad (53)$$

где φ – главный угол в плане, $\varphi = 45^\circ$;

φ_1 – вспомогательный угол в плане, $\varphi_1 = 45^\circ$;

$$n = \frac{360^\circ}{45^\circ + 45^\circ} = 4.$$

Длину пластины находим по формуле:

$$l = \frac{t}{\sin \varphi} + (5 \dots 10), \quad (54)$$

где t – ширина стружколомающей канавки, принимаем $t = 1$;

$$l = \frac{1}{\sin 45^\circ} + (5 \dots 10) = 6,4 \dots 11,4 \text{ мм.}$$

Принимаем $l = 6,4$ мм.

Рассчитаем угол ε – это угол между φ и φ_1 по формуле [7]:

$$\varepsilon = \frac{180 \cdot (n - 2)}{n}, \quad (55)$$

$$\varepsilon = \frac{180 \cdot (4 - 2)}{4} = 90^\circ.$$

По рассчитанным геометрическим параметрам выбираем пластину из каталога «Seco» [6]:

Пластина SCGX050204-P2.

Маркировка:

S – форма пластины (квадратная);

C – задний угол (7°);

G – класс точности (см. каталог);

X – тип (специальное);

05 – длина кромки (5,56 мм);

02 – толщина (2,38 мм);

04 – радиус угла (0,4 мм);

P2 – обозначение стружколома (см. каталог).

Геометрические размеры по каталогу, мм: $l = 5,56$; $s = 2,38$;

Выбор схемы механического крепления пластины.

При креплении пластины следует учитывать, что сверление отверстий большого диаметров сопровождается, в процессе резанья, большими нагрузками. Одним из важных требований к схеме крепления являются высокая жесткость и надежность крепления. По рекомендациям производителя «Seco» выбираем схему крепления, при которой пластина базируется в корпусе сверла по двум сторонам и основанию [12].

Выберем материал корпуса сверла – сталь 45 по ГОСТ 1050-88. Материал пластин принимаем относительно обрабатываемого материала, для чугунов сталей – МК2050.

Спроектированный режущий инструмент [приложение Д, приложение Е] позволит увеличить качество изготавливаемой детали и позволит сократить типовой технологический процесс.

5 Безопасность и экологичность технического объекта

Для определения безопасности и экологичности технологического процесса изготовления детали «Продольный рычаг» воспользуемся методикой с применением данных [2].

5.1 Конструктивно-технологическая организационно-техническая характеристика рассматриваемого технического объекта

Для получения более объективной информации производим составление технологического паспорта технического объекта с указанием

оборудования, материала детали, приспособлений и режущего инструмента.
Сводим результаты в таблицу 20.

Таблица 20– «Технологический паспорт технического объекта»

«Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	«Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию»	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества» [2]
«Технологический процесс изготовления продольного рычага»	Фрезерная операция	Оператор станков с числовым управлением	Широкоуниверсальный фрезерный станок X6232Cx16, вертикально-фрезерный станок Haas TM-1, тиски станочные, приспособление специальное	Чугун ВЧ50, обтирочные материалы, смазочно-охлаждающая жидкость»» [2]

Продолжение таблицы 20

«Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	«Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию»	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества.» [2]
--------------------------	---	--	--	---------------------------

			Фреза R220.54-8160-22-8A, пл. SNMX2209ANTR-M18 MK2050 Фреза 522250R180Z2.0-MEGA-64 Сверло SD203A-1200-040-12R1-P Сверло SD101-20.00/21.99-40-25R7, пл. SD100-21.00-K, Фреза 522120R010Z2.0-MEGA-64	
--	--	--	---	--

Используя технологический паспорт технического объекта производим оценку возникновения профессиональных рисков при изготовлении детали, негативное влияние на окружающую среду, а также пожарную безопасность.

5.2 Идентификация профессиональных рисков

При определении профессиональных рисков на производстве необходимо не только определить соответствующий опасный или вредный фактор, но и сам источник его возникновения. Идентификация профессиональных рисков представлена в таблице 21.

Таблица 21– Идентификация профессиональных рисков

«Производственнотехнологическая и/или эксплуатационнотехнологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и/или вредный производственный фактор	Источник опасного и/или вредного производственного фактора» [2]
Фрезерная операция	«Опасные и вредные производственные	Оборудование, средства оснащения

	факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей	
	Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов, воздействующие на рабочего при соприкосновении с ним	Оборудование, средства технологического оснащения, транспортнопогрузочные устройства
	Опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызывать ожоги (обморожение) тканей организма человека	Режущий инструмент, обрабатываемая заготовка»» [2]

При идентификации профессиональных рисков был выявлен ряд основных вредных и опасных производственных факторов, которые влияют на работника в процессе изготовления данной детали, так же был выявлен ряд источников возникновения данных профессиональных рисков.

5.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

В предыдущем пункте были выявлены профессиональные риски, влияющие на работника в процессе изготовления детали, в таблице 22 применяем комплекс мер и технических средств для их устранения.

Таблица 22 – Организационно-технические методы и технические средства устранения или снижения негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов

«Опасный и/или вредный производственный фактор	Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника» [2]
«Опасные и вредные производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел	Инструктаж по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, устройства и приспособления, гасящие вибрации	Ботинки с защитным подноском» [2]

Продолжение таблицы 22

«Опасный и/или вредный производственный фактор	Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или	Средства индивидуальной защиты работника
--	---	--

	вредного производственного фактора	
Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов, воздействующих на работающего при соприкосновении с ним	Инструктаж по охране труда, ограждающие устройства, удаление заусенцев	Фартук для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий, очки защитные
Опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызывать ожоги (обморожения) тканей организма человека	Инструктажи по охране труда, ограждающие устройства	Костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий или халат для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий, на рукавники»[2]

Меры разработанные и приведенные в таблице 22 позволят обеспечить безопасность выполнения технологического процесса изготовления детали на производственном участке, а также значительно снизить или полностью исключить возникающие в ходе его выполнения негативные факторы.

5.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Одной из главных задач безопасности производственного участка является пожарная безопасность. Необходимый перечень мероприятий и мер пожарной безопасности зависит от идентификации классов пожаробезопасности, представленных в таблице 23.

Таблица 23–Идентификация классов и опасных факторов пожара

«Участок, подразделение»	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара»[2]
«Участок изготовления продольного рычага»	Широкоуниверсальный фрезерный станок X6232Cx16, вертикально-фрезерный станок Haas TM-1, тиски станочные, приспособление специальное, Фреза R220.54-8160-22-8A, пл. SNMX2209ANTR-M18 МК2050 Фреза 522250R180Z2.0-MEGA-64 Сверло SD203A-1200-040-12R1-P Сверло SD101-20.00/21.99-40-25R7, пл. SD100-21.00-K, Фреза 522120R010Z2.0-MEGA-64	Пожары горючих жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В)	Пламя и искры, тепловой поток, повышенная температура окружающей среды, повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения, пониженная концентрация кислорода, снижение видимости в дыму.	«Осколки, части разрушившихся оборудования, изделия и иного имущества, вынос высокого напряжения на токопроводящие части оборудования, изделий и иного имущества, опасные факторы взрыва, происшедшего вследствие пожара, воздействие огнетушащих веществ»[2]

Далее в таблице 24 приводим необходимые технические средства пожаротушения в зависимости от класса пожароопасности производственного участка.

Таблица 24– Технические средства пожарной безопасности

«Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные средства пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства защиты	Пожарный инструмент	Пожарные сигнализация»[2]
«Огнетушители, гидропомпы, ведра, лопаты, ящик с песком, асбестовые полотна, войлочные маты, ломы, пилы, топоры	Передвижные огнетушители	Газовая система пожаротушения	Извещатели и пожарные приборы приемоконтрольные пожарные, приборы управления пожарные, системы передачи извещений о пожаре.	Клапаны, гидранты, колонки, стволы, рукава, соединительные колонки, гидрорезервуары	Противогазы, самоспасатели	Конусные ведра, ломы, багры с деревянной ручкой, резиновые коврики и резиновые боты, полотно, лопаты, тележка, экран защитного действия	Оповещатели звуковые автоматические, световые оповещатели «Выход»»

В таблице 25 приводим организационные мероприятия, направленные на обеспечение пожаробезопасности на производственном участке.

Таблица 25– Организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

«Наименование технологического процесса, применяемого оборудования, в составе технического объекта»	Наименование видов реализуемых организационных мероприятий	Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности
Технологический процесс изготовления продольного рычага	Разработка и реализация приказов и распоряжений в части организации проведения работы по обеспечению пожарной безопасности объекта, а также разработку инструкций о мерах пожарной безопасности и действиях при возникновении пожара, обучение работников объекта мерам пожарной безопасности, применением средств наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности	Пожарные инструктажи, наличие пожарной сигнализации, автоматические системы пожаротушения, первичные средства пожаротушения» [2].

Выбранные технические средства и организационные меры позволят обеспечить пожарную безопасность производственного участка при изготовлении продольного рычага.

5.5 Обеспечение экологической безопасности технологического объекта

Для выявления влияния технологического процесса на окружающую среду определим совокупность негативных факторов, влияющих на атмосферу, гидросферу и литосферу. Для этого используем методику и данные из методического пособия [2].

Для получения более объективных данных об воздействии технологического процесса на окружающую среду необходимо учесть особенности самого технологического процесса, приспособлений, режущего инструмента, материала и технических жидкостей. Данную информацию сведем в таблицу 26.

Таблица 26 –Идентификация негативных экологических факторов технического объекта

«Наименование технического объекта, производственно-технологического техпроцесса»	Структурные составляющие объекта производственно-технологического процесса	Негативное экологическое воздействие технического объекта на атмосферу	Негативное экологическое воздействие технического объекта на гидросферу	Негативное экологическое воздействие технического объекта на литосферу»[2]
Технологический процесс изготовления	Широкоуниверсальный фрезерный	Мелкодисперсные частицы	Смазочно-охлаждающая жидкость,	Металлическая стружка, ветошь,

Продолжение таблицы 26

«Наименование технического объекта, производственно-технологического техпроцесса»	Структурные составляющие объекта производственно-технологического процесса	Негативное экологическое воздействие технического объекта на атмосферу	Негативное экологическое воздействие технического объекта на гидросферу	Негативное экологическое воздействие технического объекта на литосферу»[2]

	го процесса	атмосферу		
продольного рычага	станок X6232Cх16, вертикально-фрезерный станок Haas TM-1, тиски станочные, приспособление специальное, Фреза R220.54-8160-22-8A, пл. SNMX2209AN TR-M18 МК2050 Фреза 522250R180Z2.0-MEGA-64 Сверло SD203A-1200-040-12R1-P Сверло SD101-20.00/21.99-40-25R7, пл. SD100-21.00-K, Фреза 522120R010Z2.0-MEGA-64	смазочно-охлаждающей жидкости и других технических жидкостей, пыль	другие технические жидкости и их растворы, частицы стружки	смазочно-охлаждающая жидкость, другие технические жидкости и их растворы

Для устранения негативных факторов, представленных в таблице 26 вводим организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия. Сводим полученные данные в таблицу 27.

Таблица 27– Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия заданного технологического объекта на окружающую среду

Наименование технического объекта	Технологический процесс изготовления продольного рычага
«Мероприятия по снижению	Использование рукавных фильтров,

негативного антропогенного воздействия на атмосферу	адсорберов, пылеуловителей, туманоуловителей
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Использование механической очистки при помощи решёток, песколовок и отстойников, химической очистки при помощи адсорберов, замкнутого цикла водоснабжения
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Использование систем сортировки отходов, повторное использование металлического лома, утилизация не переработанных отходов на полигонах» [2]

Снижение, а также исключение воздействия негативных экологических факторов на окружающую среду предлагается достичь путем применения разнообразных технических средств и организационных мероприятий.

При оценке безопасности и экологичности спроектированного технологического процесса изготовления продольного рычага были достигнуты следующие результаты.

Были выявлены опасные и вредные факторы при изготовлении продольного рычага. Выявлены факторы которые могут привести к травмам или профессиональным заболеваниям производственных рабочих. Разработаны мероприятия по их устранению или уменьшению негативного воздействия.

Разработаны мероприятия по пожаробезопасности на участке изготовления продольного рычага, которые позволят минимизировать возникновение пожароопасных ситуаций. Существенно снизят риск возникновения пожара, инструктажи по пожаробезопасности качественно отразятся на знании производственных рабочих, а также помогут выработать алгоритм действий в случае возникновения пожароопасной обстановки.

Мероприятия по экологичности производственного участка позволят снизить, а также устранить негативные факторы воздействия на окружающую среду. Разработанные меры позволят организовать грамотную утилизацию отходов производства, а также позволит разработать дальнейшую программу для переработки оборотных материалов.

Совокупность разработанных и принятых мероприятий на участке изготовления продольного рычага отвечают всем необходимым требованиям и нормам безопасности и технологичности.

6 Экономическая эффективность работы

При выполнении бакалаврской работы было внесено предложение об внесении изменений на фрезерную операцию 015 (приспособление и режущий инструмент). Данные изменения привели к сокращению трудоемкости изготовления детали, что с технологической точки зрения доказывает эффективность данного изменения.

В разделе 6 докажем экономическую эффективность данного изменения в технологический процесс изготовления продольного рычага.

Необходимые технические параметры на операцию 015: штучное время, модель оборудования, наименование инструмента и оснастки были взяты из предыдущих разделов бакалаврской работы. «Информация по остальным необходимым параметрам, необходимых для расчета: часовые тарифные ставки, тарифы по энергоносителям, стоимость вспомогательных материалов, амортизационная стоимость оборудования и многое другое, были взяты из разных источников:

- паспорта станков
- учебно-методическое пособие по выполнению экономического раздела выпускной квалификационной работы для студентов, обучающихся по специальности 15.03.03. «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств
- сайты с ценами на оборудование, оснастку и режущий инструмент»»[8].

Так же было использовано программное обеспечение Microsoft Excel, с помощью которого были произведены следующие расчеты:

- «показатели экономической эффективности проектируемой технологии [8, стр 15-23]
- технологическая себестоимость обработки детали
- калькуляционная себестоимость обработки детали

– капитальные вложения по сравниваемым вариантам»

На рисунке 17 представлены величины основных капитальных вложений, сумма которых составит 138581,15 руб.

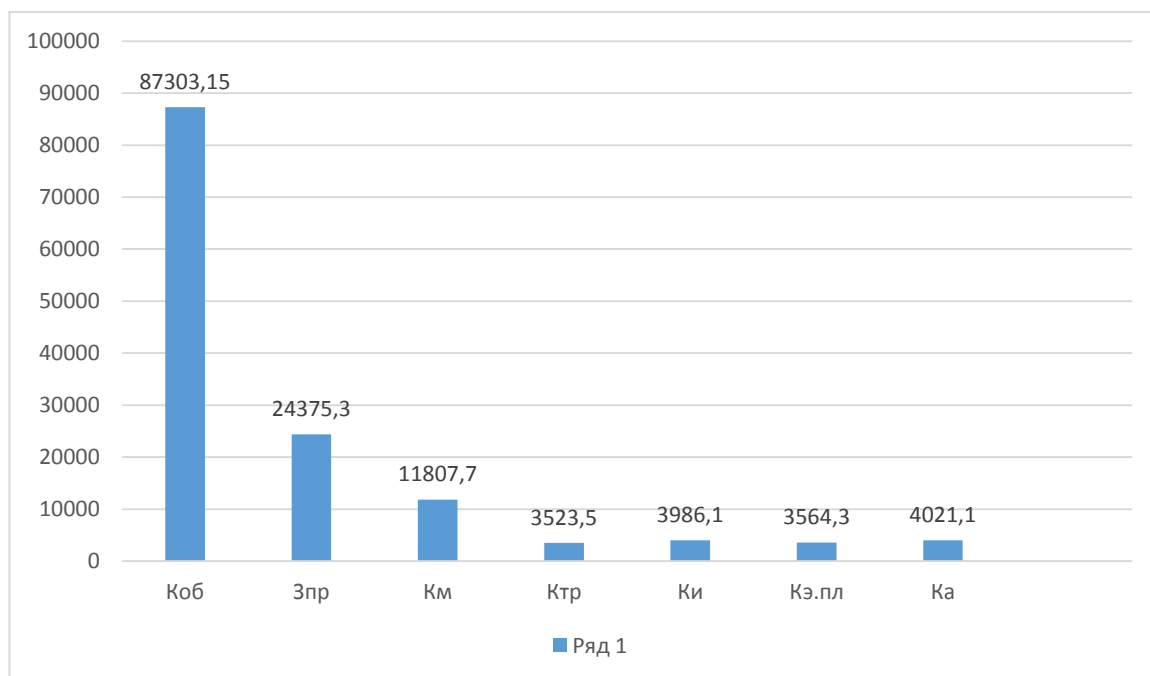


Рисунок 17– Величина затрат, входящих в капитальные вложения, руб.

Исходя из рисунка 17 основными затратами являются капитальные вложения в основное технологическое оборудование (Коб) процентное соотношение которых составляет от общей суммы вложений в размере 62,99%. Еще одним значительным показателем является затраты на проектирование (Зпр) с долей величины 17,58%

На рисунке 18 отображены показатели из которых складывается технологическая себестоимость детали «продольный рычаг» по двум сравниваемым вариантам технологического процесса.

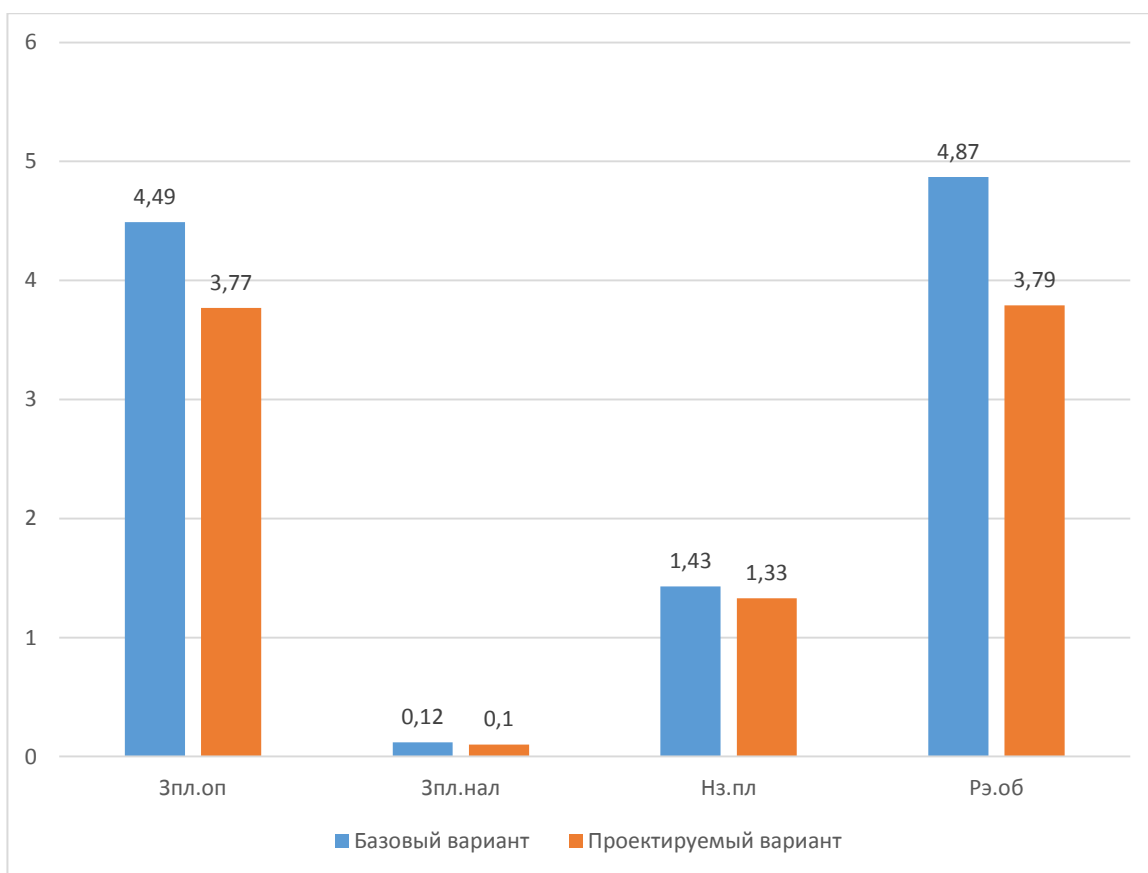


Рисунок 18– Технологическая себестоимость изготовления детали «Продольного рычага», по вариантам, руб.

Из данных рисунка 18 видно, что два значения имеют практически равные показатели в общей величине технологической себестоимости, это:

- заработная плата оператора (Зпл.оп) равная 41,55% по базовому варианту и 42,77% для проектируемого варианта

-расходы на эксплуатацию и содержание оборудования, с показателем 44,3% для базового варианта и 41,38% для проектируемого варианта.

Исходя из полученных данных сформируем значение полной себестоимости. Результат калькуляции себестоимости обработки детали «продольный рычаг» представлены на рисунке 19.

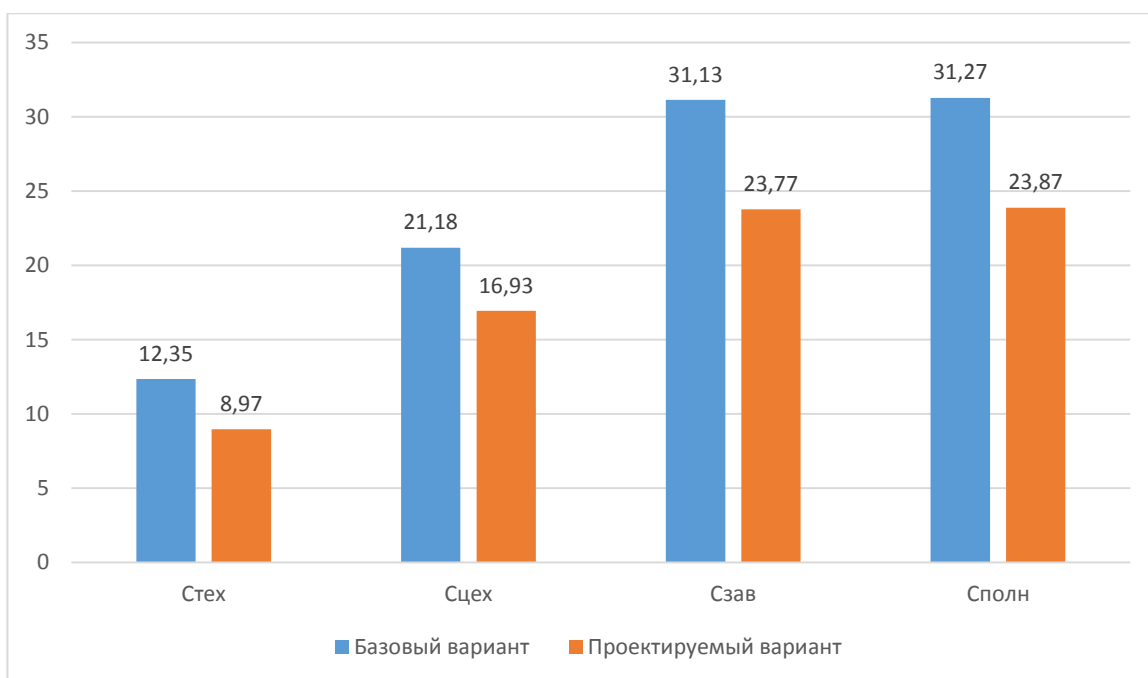


Рисунок 19– Калькуляция себестоимости, по вариантам технологического процесса, руб.

На рисунке 19 видно, что значение полной себестоимости(Сполн) для базового варианта составило 31,27 рубля, а для проектируемого варианта всего 23,87 рублей.

При проведение дальнейших расчетов видно, что капитальные вложения в размере 138581,15 рублей окупятся в течении 4-х лет. Величина экономического эффекта составляет 21833,27 рублей со знаком «плюс», что означает эффективность предложенных мероприятий.

Заключение

В процессе выполнения работы был проведен анализ исходных данных детали «Продольного рычага», который входит в состав задней подвески автомобиля Газон Next.

Был выбран метод изготовления заготовки. Подобрано перспективное оборудование для изготовления детали. Так же был произведен расчет режимов резанья, нормирование операций. Был подобран мерительный инструмент для качественного изготовления детали. Был выбран современный, износостойкий режущий инструмент, разработано специальное приспособление для обработки детали «Продольного рычага», что позволит снизить потери времени на изготовление и обработку данной детали, а также разработан специальный режущий инструмент.

«В разделе безопасности и экологичности технического объекта рассмотрены возможные опасные, вредные факторы ЧС при работе на участке, разработаны мероприятия по снижению опасных и вредных факторов при работе на участке, а также по снижению вредного воздействия техпроцесса на участке на природу»[2].

В разделе экономической эффективности работы были рассчитаны основные затраты, а также рассчитана величина суммарного годового эффекта.

По результатам данной работы на предприятии ООО «Стройкомплект ПКК» было принято решение об изменении технологического процесса изготовления детали «Продольный рычаг». Что приведет к увеличению производственных объемов выпускаемой продукции предприятия, организации новых рабочих мест, повысит уровень конкурентоспособности предприятия, а также позволит увеличить номенклатуру выпускаемой продукции. Данная работа также позволяет произвести дальнейшие логистические расчеты для увеличения выпуска данной продукции, что создаст благоприятные условия для освоения новых экономических ниш.

Список используемых источников

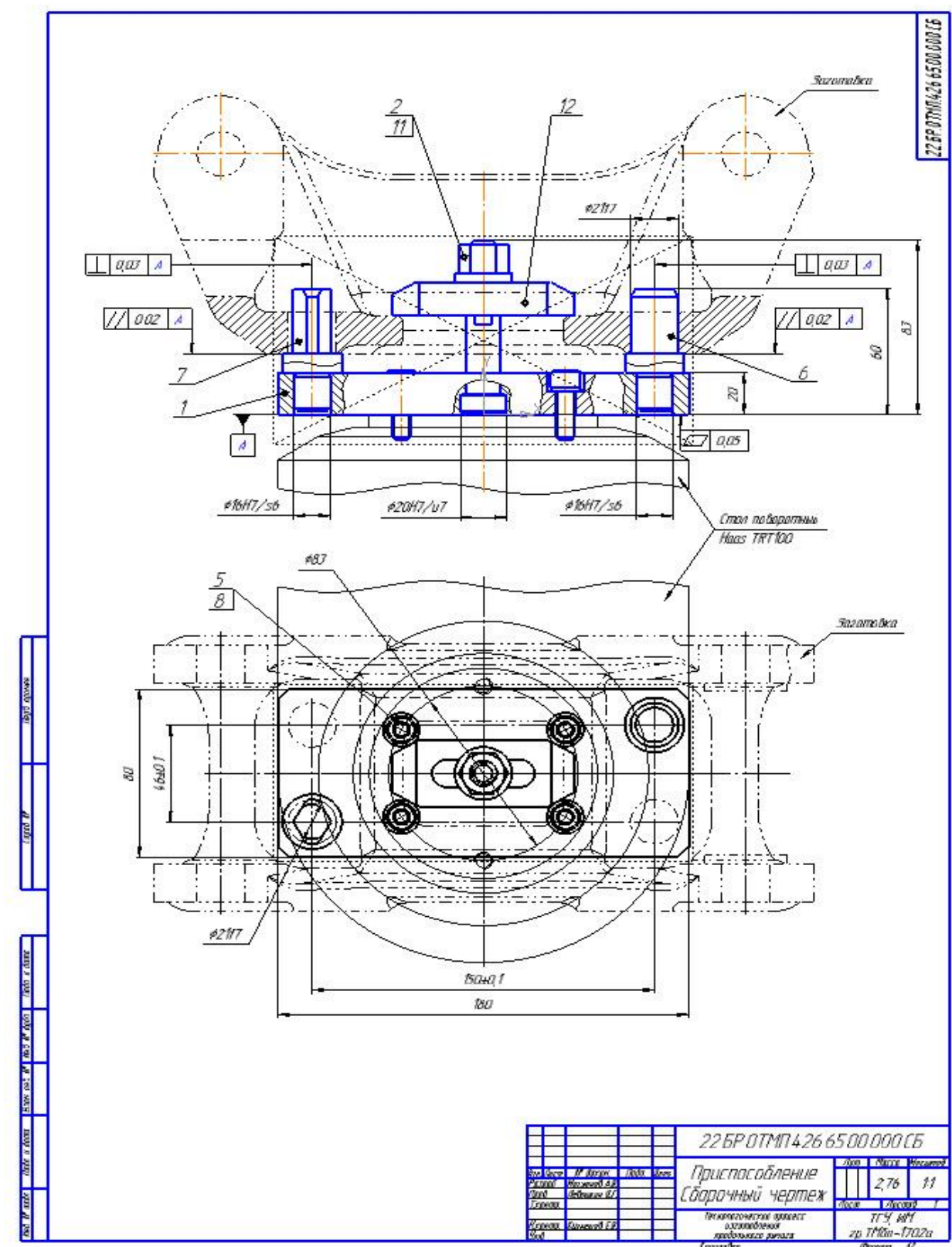
1. Автоматизированное проектирование технологических процессов механической обработки заготовок на станках с ЧПУ: Учебное пособие [Текст]. Ю.И. Самсонов, О.Н. Анисимов, Е.А. Карев, М.Н. Булыгина, П.И. Злобин. – Ульяновск: УлГТУ, 2000. – 84 с.
2. Горина Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта» : электрон. учеб.метод. пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. – Тольятти. : Изд-во ТГУ, 2018. –
3. ГОСТ 2.105 – 95 ЕСКД. Общие требования к текстовым документам.
4. Зубкова. – Тольятти. : ТГУ, 2014. – 183 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/13> (дата обращения: 22.04.2021).
5. Иноземцев Г.Г. Проектирование металлорежущих инструментов: Учебное пособие для вузов.– М.:Машиностроение,1984. – 272с., ил.
6. Каталог инструментов фирмы Seco «2015 Обработка отверстий».
7. Ковалевский А.В. Выбор рациональных режимов для фрезерования для обработки алюминиевых сплавов / А. В. Ковалевский // Омский научный вестник – 2008. – №4 – С 64-66.
8. Краснопевцева И.В. Экономика и управление машиностроительным производством: электрон. учеб.-метод. пособие / И.В. Краснопевцева, Н.В.
9. Курсовое проектирование по технологии машиностроения [Текст]. Под ред. А.Ф. Горбачевич, В.Н. Чеботарев. Минск, Высшая школа, 1975., 288 с, ил.
- 10.Нильсен Х. Алюминиевые сплавы (свойства, обработка, применение) / Х. Нильсен, В. Хуфнагель, Г. Ганулис; пер. с нем. под ред. М.Е. Дрица, Л.Х. Райтбарга – 13-е изд., переработ. и доп. – Москва : Металлургия, 1979. – 678 с.

11. Ординарцев, И.А. Справочник инструментальщика / И.А. Ординарцев. – Л.: Машиностроение, 1987. – 846 с.
12. Основы технологии машиностроения: Учебник для вузов [Текст]. М.: Машиностроение, 2005. – 736 с., ил.
13. Справочник технолога-машиностроителя [Текст]. В двух томах, под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. - М.: Машиностроение, 1985, т. 2 – 496 с, ил.
14. Справочник технолога-машиностроителя [Текст]. В двух томах, под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. - М.: Машиностроение, 1985, т. 1 – 656 с, ил.
15. Справочник технолога-машиностроителя [Текст]: в 2-х т. Т. 1 / А.М. Дальский [и др.]; под ред. А.М. Дальского [и др.]. - 5-е изд., исправл. - М: Машиностроение-1, 2003. – 912 с., ил., – ISBN 5-94275-013-0 (общ.).
16. Справочник технолога-машиностроителя [Текст]: в 2-х т. Т. 2 / А.М. Дальский [и др.]; под ред. А.М. Дальского [и др.]. - 5-е изд., исправл. - М: Машиностроение-1, 2003. – 944 с., ил., – ISBN 5-94275-013-0 (общ.).
17. Справочник технолога-машиностроителя в 2-х т. Под редакцией А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-е изд. М.: Машиностроение, 1985.
18. Справочник технолога-машиностроителя. В двух томах [Текст]. Изд. 3, переработанное. Под ред. д.т.н. А.Н. Малова. М, «Машиностроение», 1972.
19. Технология машиностроения [Текст]. Под ред. М.Е. Егорова М., Высшая школа, 1976., 534 с, ил.
20. Технология машиностроения. Учебное пособие под редакцией д. т. н., проф. Мурашкина С. Л. 1, 2, 3 тома, Санкт-Петербург, СПбГТУ, 2000г
21. Seco Suggest – [Электронный ресурс]. Электрон. дан. – Режим доступа: <https://www.secotools.com/dashboard/Suggest/Suggest>, свободный.

Приложение В

Приспособление

Рисунок В.1– Приспособление



Приложение Г
Спецификация на приспособление

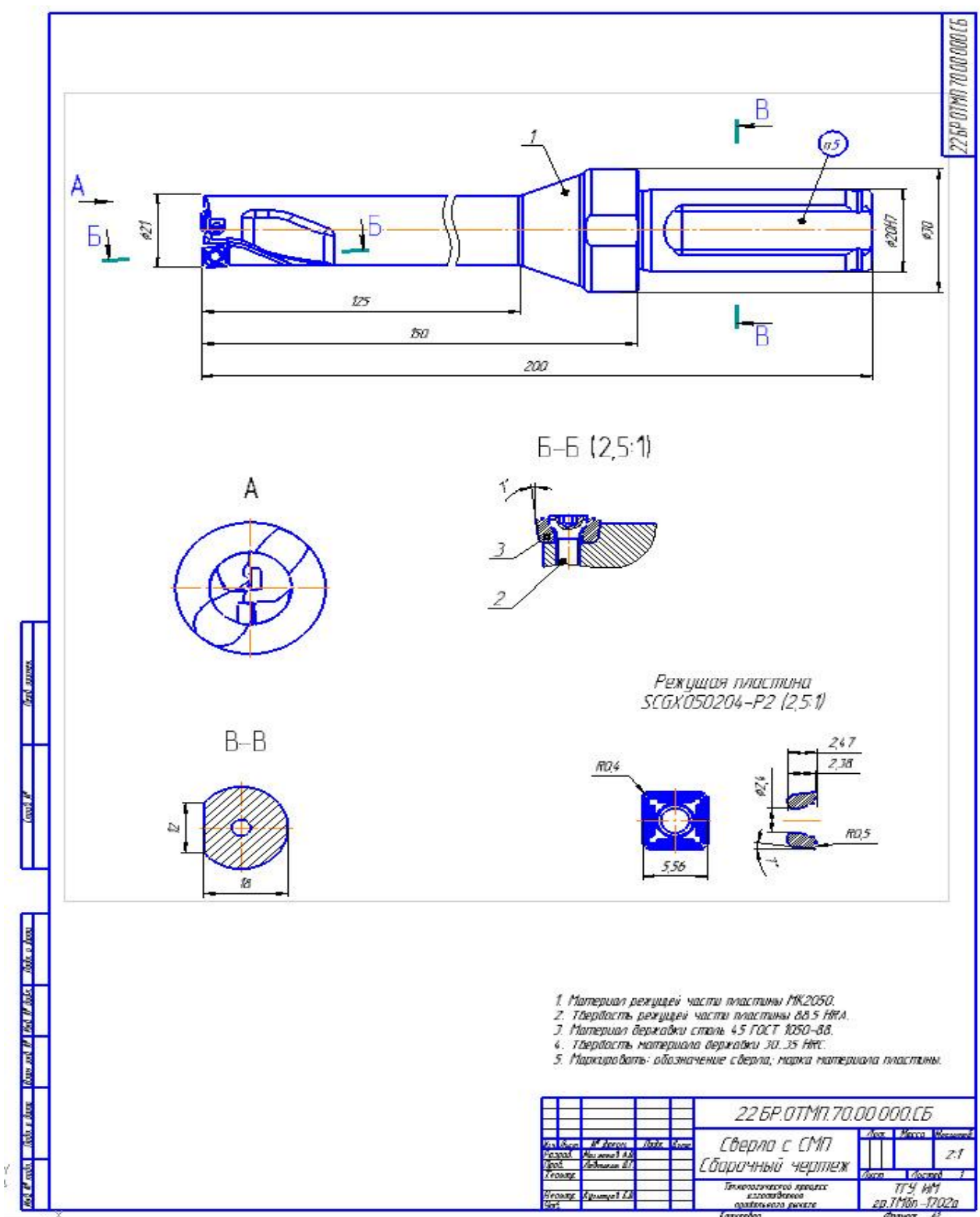
Рисунок Г.1– Спецификация на приспособление

Лист	Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
Лист	А2	<u>Документация</u>					
		Сборочный чертеж					
Лист	<u>Детали</u>						
	1	Плита				1	
	2	Шпилька				1	
	<u>Стандартные изделия</u>						
Лист	5	Винт М8-6х25 ГОСТ 11738-84				4	
	6	Палец 7030-1243-21 f7 ГОСТ 17774-72				1	
	7	Палец 7030-1274-21 f7 ГОСТ 17775-72				1	
	8	Шайба 8Н ГОСТ 6402-70				4	
Лист	<u>Прочие изделия</u>						
	11	Гайка КО701.121				1	
	12	Прихват КО835.12080				1	
				22.БР.ОТМП.65.00.000			
Лист	Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата	Приспособление ТГУИМ гр.ТМДп-1702а	
	Разраб	Можжанов АВ	Лист	Лист	Листов		
Лист	Пров	Левашкин ДГ	Лист	Лист	Листов	1	
Лист	Нконтр	Кузнецов ЕВ	Лист	Лист	Листов		
Лист	Утв		Лист	Лист	Листов		
				Копировал			
				Формат А4			

Приложение Д

Сверло

Рисунок Д.1– Сверло



1. Материал режущей части пластины МК2050.
2. Твердость режущей части пластины 60 ± 5 НВА.
3. Материал державки сталь 45 ГОСТ 1050-88.
4. Твердость материала державки $30...35$ НВс.
5. Нарисовать обозначение сверла, марка материала пластины.

Приложение Е
Спецификация на сверло

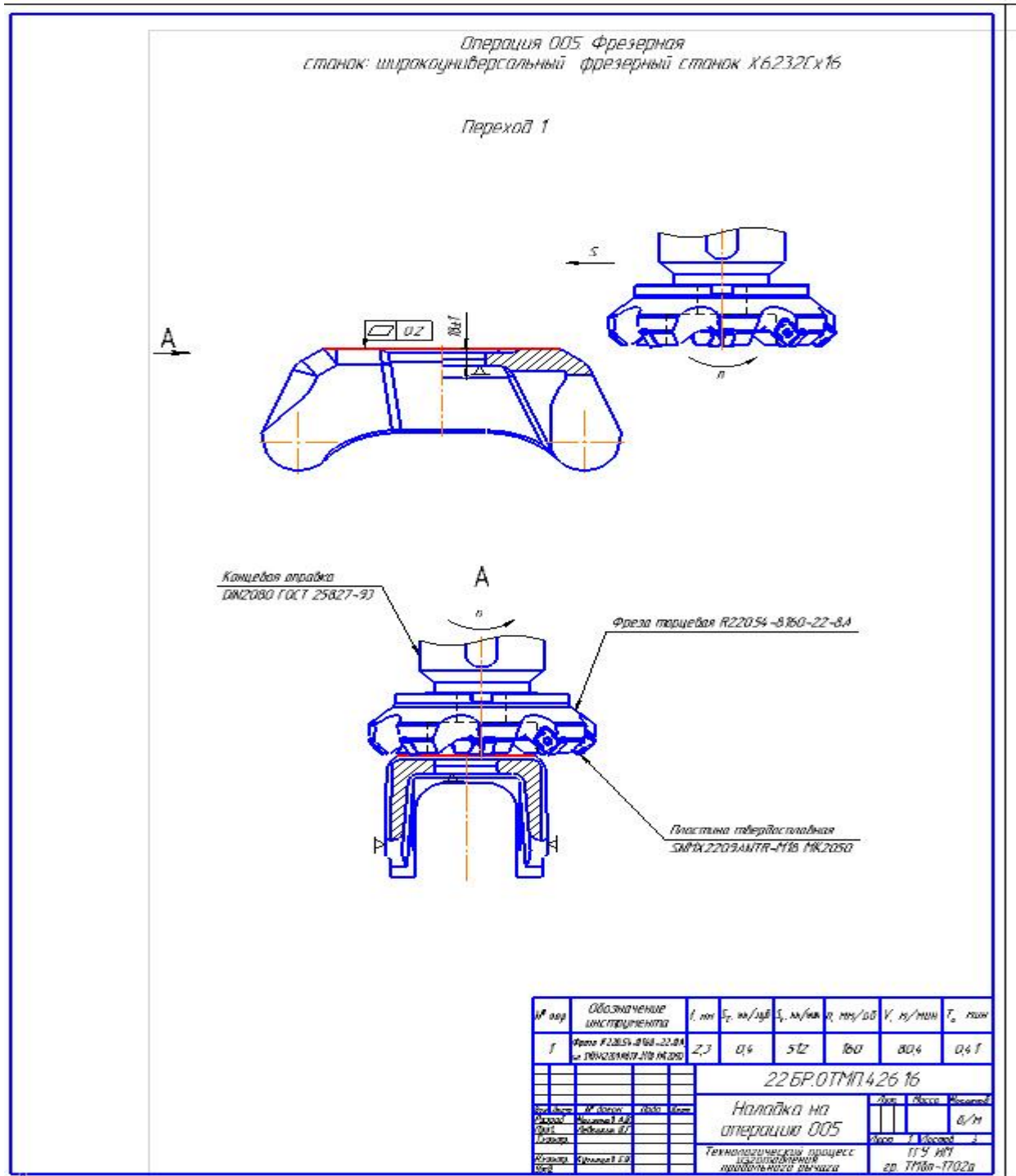
Рисунок Е.1– Спецификация на сверло

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол	Приме- чание
A1				<i>Документация</i>		
				<i>Сборочный чертеж</i>		
				<i>Детали</i>		
			1	<i>Корпус</i>	1	
				<i>Стандартные изделия</i>		
			2	<i>Винт ISO 10642 – M2x6-10.9</i>	2	
				<i>Прочие изделия</i>		
			3	<i>Пластина SCGX050204-P2</i>	2	
22.БР.ОТМП.426.70.00.000						
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		
Разработ		Можжанов А.В.			Лист	Листов
Пров		Левашкин Д.Г.				1
Исполн		Казнецов Е.В.			ТЕЧИМ	
Утв					<i>гр.ТМДп-1702а</i>	
				Сверло с СМП		
				<i>Копировал</i>	<i>Формат А4</i>	

Приложение Ж

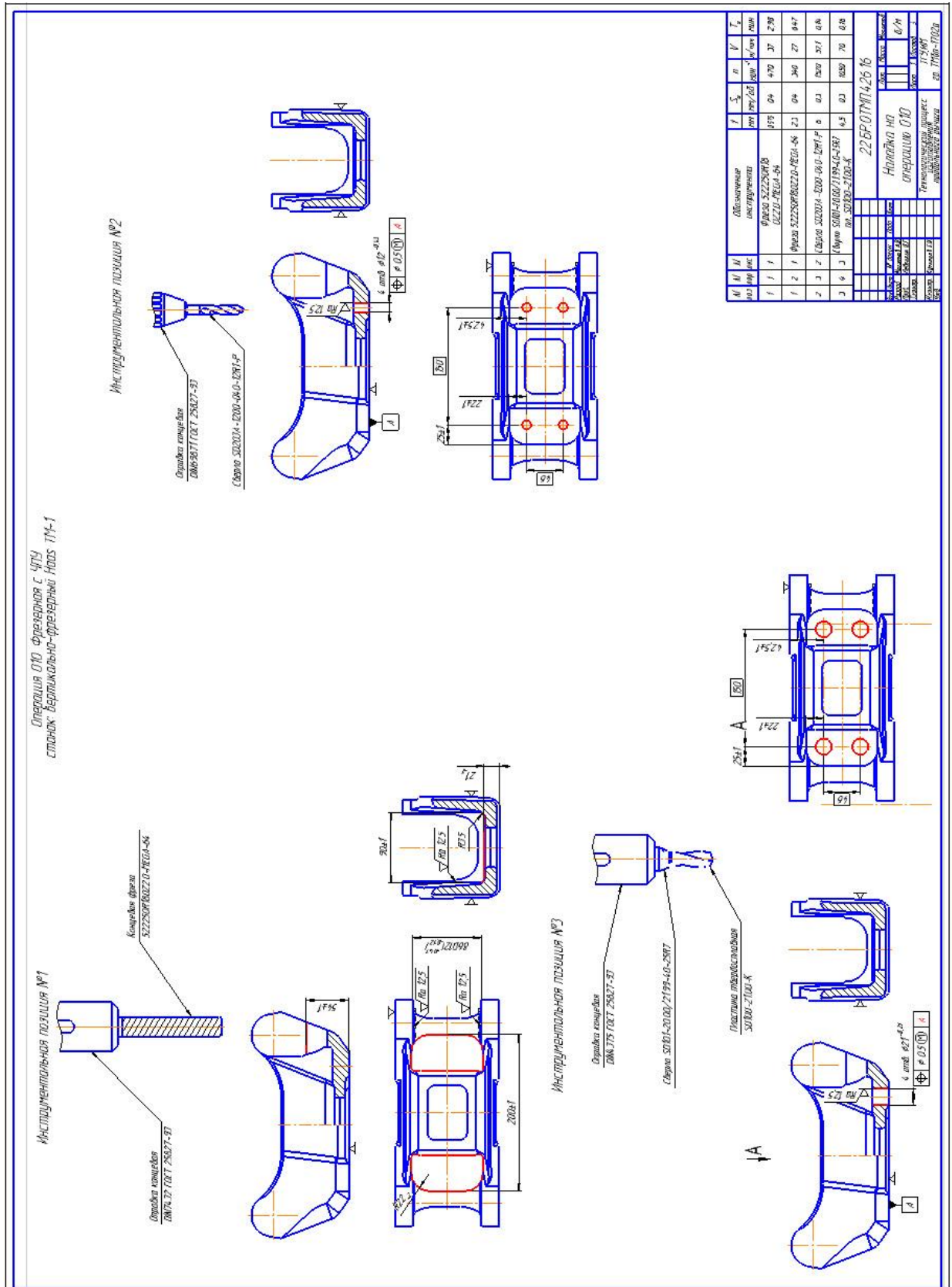
Технологическая наладка на изготовление продольного рычага

Рисунок Ж.1 – Технологическая наладка на изготовление продольного рычага



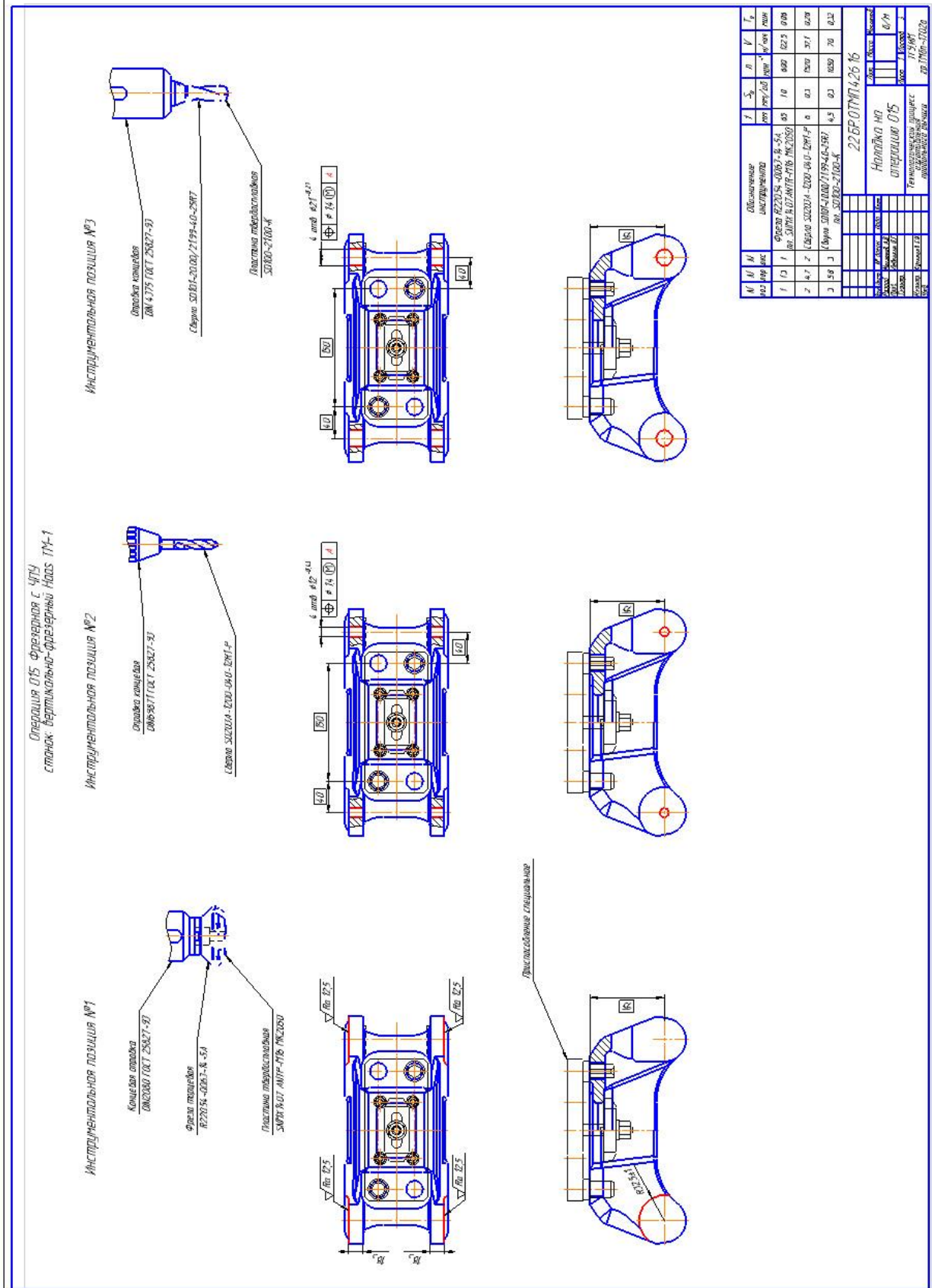
Продолжение приложения Ж

Продолжение рисунка Ж.1



Продолжение приложения Ж

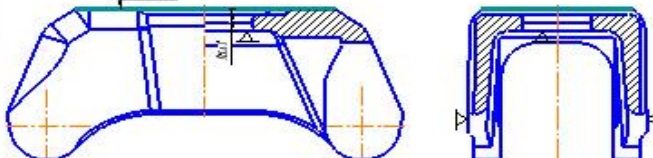
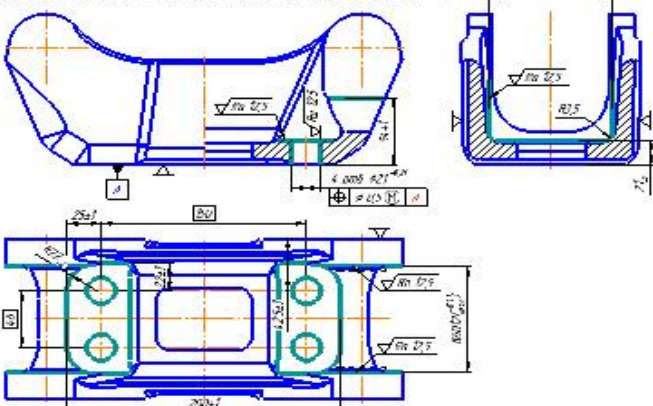
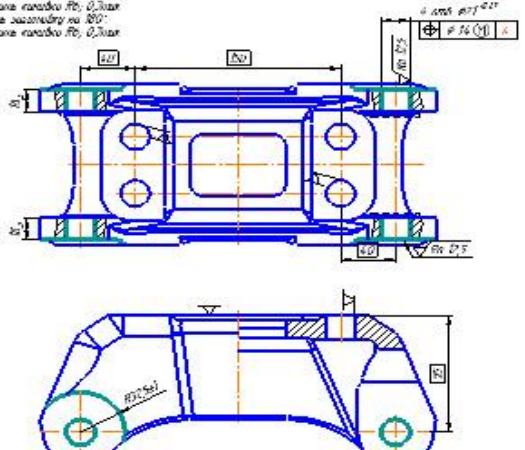
Продолжение рисунка Ж.1



Приложение И

План обработки продольного рычага

Рисунок И.1 – План обработки продольного рычага

Операции	Содержание операций и/или обработки	Оборудование
025 Фрезерные	<p>Изготавливать заготовки в тисках 1 Фрезеровать плоскости. Выдерживать размер $20 \pm 0,1$</p> 	<p>Станок: Шереметьевский фрезерный станок ШФ7373 В Приспособление: Тиски столярные Режущий инструмент: 1. Фреза Р20Т5К-8 В0-22-А4 м.п. ДИПН.22094017Р-118 ПР2080 Комплектные инструменты: 1. Штангенциркуль ШЦ-I-225-025 ГОСТ 26-87</p>
026 Фрезерные с ЧПУ	<p>Изготавливать заготовки в приспособлениях 1 Фрезеровать плоскости. Выдерживать размеры $20 \pm 0,1$; $30 \pm 0,1$ 2. Фрезеровать плоскости. Выдерживать размеры $20 \pm 0,1$; $102 \pm 0,1$; $200 \pm 0,1$ 3. Сверлить 4 отверстия. Выдерживать размеры $22 \pm 0,1$; $75 \pm 0,1$; $100 \pm 0,1$; $125 \pm 0,1$; $150 \pm 0,1$ 4. Расклевывать 4 отверстия. Выдерживать размеры $22 \pm 0,1$; $125 \pm 0,1$; $150 \pm 0,1$; $175 \pm 0,1$</p> 	<p>Станок: Вертикальный фрезерный станок Назар 117-1 Приспособление: тиски столярные Режущий инструмент: 1. Фреза Э2205078220-РЕ04-04 2. Сверло Э22071-1200-04-0-10Р1-Р 3. Сверло Э22071-1200-0-10Р1-0-20Р7 м.п. Э2201-1102-4 Измерительный инструмент: 1. Штангенциркуль ШЦ-I-225-025 ГОСТ 26-87 2. Штангенциркуль ШЦ-I-200-0-10217 В0-07 3. Калибр 02027 4. Калибр-сверло 021-020</p>
027 Фрезерные с ЧПУ	<p>Изготавливать заготовки в приспособлениях 1 Фрезеровать обе стороны. Выдерживать размеры $40 \pm 0,1$; $50 \pm 0,1$; $102 \pm 0,1$ 2. Расклевывать заготовки на 30° 3. Фрезеровать обе стороны. Выдерживать размеры $40 \pm 0,1$; $50 \pm 0,1$; $102 \pm 0,1$ 4. Сверлить обе стороны. Выдерживать размеры $40 \pm 0,1$; $20 \pm 0,1$; $42 \pm 0,1$ 5. Расклевывать оба отверстия. Выдерживать размеры $40 \pm 0,1$; $20 \pm 0,1$; $42 \pm 0,1$ 6. Расклевывать заготовки на 30° 7. Сверлить обе стороны. Выдерживать размеры $40 \pm 0,1$; $20 \pm 0,1$; $42 \pm 0,1$ 8. Расклевывать обе стороны. Выдерживать размеры $40 \pm 0,1$; $20 \pm 0,1$; $42 \pm 0,1$ 9. Расклевывать заготовки на 30° 10. Расклевывать заготовки на 30° 11. Расклевывать заготовки на 30° 12. Расклевывать заготовки на 30°</p> 	<p>Станок: Вертикальный фрезерный станок Назар 117-1 Приспособление: тиски столярные Режущий инструмент: 1. Фреза Р22050-0202-В-5-1 м.п. ДИПН.12094017Р-118 ПР2080 2. Сверло Э22071-1200-04-0-10Р1-Р 3. Сверло стандартное 4. Фреза Э2205078220-РЕ04-04 Измерительный инструмент: 1. Штангенциркуль ШЦ-I-225-025 ГОСТ 26-87 2. Калибр-сверло 021-020</p>
028 Сверловая	Зачистить заготовки и проверить размеры	Дрельные станки
029 Разная	Проверить детали, закончить	Важел газеиной
030 Контрольная	Контролировать размеры готовых изделий	Станок ОТК

22БР.07НМ.4.26.12

Исполнитель	Корнеев А.А.	Проверено	Смирнов А.А.
Составил	Смирнов А.А.	Утверждено	Смирнов А.А.
Дата	2012-07-27	Срок действия	до 2013-07-27

Коды: 01-02-03-04-05-06-07-08-09-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22-23-24-25-26-27-28-29-30-31-32-33-34-35-36-37-38-39-40-41-42-43-44-45-46-47-48-49-50-51-52-53-54-55-56-57-58-59-60-61-62-63-64-65-66-67-68-69-70-71-72-73-74-75-76-77-78-79-80-81-82-83-84-85-86-87-88-89-90-91-92-93-94-95-96-97-98-99-100

Приложение К Маршрутная карта

Рисунок К.1–Маршрутная карта

ГОСТ 3.1118-82 форма 1 САПР																																																																																																																																																																																																																																																		
Дубл.																																																																																																																																																																																																																																																		
Взам.																																																																																																																																																																																																																																																		
Подл.																																																																																																																																																																																																																																																		
													2	1																																																																																																																																																																																																																																				
Разраб.																																																																																																																																																																																																																																																		
Проверил																																																																																																																																																																																																																																																		
Н.контр.																																																																																																																																																																																																																																																		
Продольный рычаг																																																																																																																																																																																																																																																		
М01 Высокопрочный чугун ВЧ60 ГОСТ 7293-85																																																																																																																																																																																																																																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Код</th> <th>ЕВ</th> <th>МД</th> <th>ЕН</th> <th>Н.расх.</th> <th>КИМ</th> <th>Код загот.</th> <th colspan="3">Профиль и размеры</th> <th>КД</th> <th>МЗ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>М02</td> <td>кг</td> <td>8,7</td> <td>1</td> <td></td> <td>0,87</td> <td>отливка</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>															Код	ЕВ	МД	ЕН	Н.расх.	КИМ	Код загот.	Профиль и размеры			КД	МЗ	М02	кг	8,7	1		0,87	отливка				1	10																																																																																																																																																																																																												
Код	ЕВ	МД	ЕН	Н.расх.	КИМ	Код загот.	Профиль и размеры			КД	МЗ																																																																																																																																																																																																																																							
М02	кг	8,7	1		0,87	отливка				1	10																																																																																																																																																																																																																																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">А</th> <th rowspan="2">Цех</th> <th rowspan="2">Уч.</th> <th rowspan="2">РМ</th> <th rowspan="2">Опер.</th> <th rowspan="2">Код, наименование операции</th> <th rowspan="2">СМ</th> <th rowspan="2">Проф.</th> <th rowspan="2">Р</th> <th rowspan="2">УТ</th> <th rowspan="2">КР</th> <th colspan="3">Обозначение документа</th> </tr> <tr> <th>ЕН</th> <th>ОП</th> <th>Кит.</th> <th>Тит.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>А 03</td> <td>XX</td> <td>XX</td> <td>XX</td> <td>005</td> <td>Фрезерная</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Б 04</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Широкоуниверсальный фрезерный станок Х6232Сх16</td> <td>2</td> <td>18355</td> <td>3</td> <td>XX</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>XX</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>А 05</td> <td>XX</td> <td>XX</td> <td>XX</td> <td>010</td> <td>Фрезерная с ЧПУ</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Б 06</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Вертикально-фрезерный станок с ЧПУ Naas ТМ-1</td> <td>2</td> <td>16045</td> <td>5</td> <td>XX</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>XX</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>А 07</td> <td>XX</td> <td>XX</td> <td>XX</td> <td>015</td> <td>Токарная с ЧПУ</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Б 08</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Вертикально-фрезерный станок с ЧПУ Naas ТМ-1</td> <td>2</td> <td>16045</td> <td>5</td> <td>XX</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>XX</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>А 09</td> <td>XX</td> <td>XX</td> <td>XX</td> <td>020</td> <td>Слесарная</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Б 10</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Верстак слесарный</td> <td>4</td> <td>18452</td> <td>3</td> <td>XX</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>XX</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>А 11</td> <td>XX</td> <td>XX</td> <td>XX</td> <td>025</td> <td>Моечная</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Б 12</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Камерная моечная машина</td> <td>3</td> <td>15709</td> <td>2</td> <td>XX</td> <td>1</td> <td>30</td> <td>XX</td> <td>142</td> <td></td> </tr> <tr> <td>А 13</td> <td>XX</td> <td>XX</td> <td>XX</td> <td>030</td> <td>Контрольная</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Б 14</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Стол ОТК</td> <td>4</td> <td>12958</td> <td>4</td> <td>XX</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>XX</td> <td>142</td> <td></td> </tr> <tr> <td>15</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="15" style="text-align: center;">МК Маршрутная карта</td> </tr> </tbody> </table>															А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	Обозначение документа			ЕН	ОП	Кит.	Тит.	А 03	XX	XX	XX	005	Фрезерная										Б 04					Широкоуниверсальный фрезерный станок Х6232Сх16	2	18355	3	XX	1	1	XX			А 05	XX	XX	XX	010	Фрезерная с ЧПУ										Б 06					Вертикально-фрезерный станок с ЧПУ Naas ТМ-1	2	16045	5	XX	1	1	XX			А 07	XX	XX	XX	015	Токарная с ЧПУ										Б 08					Вертикально-фрезерный станок с ЧПУ Naas ТМ-1	2	16045	5	XX	1	1	XX			А 09	XX	XX	XX	020	Слесарная										Б 10					Верстак слесарный	4	18452	3	XX	1	1	XX			А 11	XX	XX	XX	025	Моечная										Б 12					Камерная моечная машина	3	15709	2	XX	1	30	XX	142		А 13	XX	XX	XX	030	Контрольная										Б 14					Стол ОТК	4	12958	4	XX	1	1	XX	142		15															МК Маршрутная карта														
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	Обозначение документа																																																																																																																																																																																																																																							
											ЕН	ОП	Кит.	Тит.																																																																																																																																																																																																																																				
А 03	XX	XX	XX	005	Фрезерная																																																																																																																																																																																																																																													
Б 04					Широкоуниверсальный фрезерный станок Х6232Сх16	2	18355	3	XX	1	1	XX																																																																																																																																																																																																																																						
А 05	XX	XX	XX	010	Фрезерная с ЧПУ																																																																																																																																																																																																																																													
Б 06					Вертикально-фрезерный станок с ЧПУ Naas ТМ-1	2	16045	5	XX	1	1	XX																																																																																																																																																																																																																																						
А 07	XX	XX	XX	015	Токарная с ЧПУ																																																																																																																																																																																																																																													
Б 08					Вертикально-фрезерный станок с ЧПУ Naas ТМ-1	2	16045	5	XX	1	1	XX																																																																																																																																																																																																																																						
А 09	XX	XX	XX	020	Слесарная																																																																																																																																																																																																																																													
Б 10					Верстак слесарный	4	18452	3	XX	1	1	XX																																																																																																																																																																																																																																						
А 11	XX	XX	XX	025	Моечная																																																																																																																																																																																																																																													
Б 12					Камерная моечная машина	3	15709	2	XX	1	30	XX	142																																																																																																																																																																																																																																					
А 13	XX	XX	XX	030	Контрольная																																																																																																																																																																																																																																													
Б 14					Стол ОТК	4	12958	4	XX	1	1	XX	142																																																																																																																																																																																																																																					
15																																																																																																																																																																																																																																																		
МК Маршрутная карта																																																																																																																																																																																																																																																		

Приложение Л

Операционная карта

Рисунок Л.1– Операционная карта

ГОСТ 3.1404-86 форма 3 САПР													
Дубл.													
Взам.													
Подл.													
Разраб.									1				
Проверил													
Н.контр.									005				
Наименование операции		Материал		Твердость		ЕВ		МД		Профиль и размеры		МЗ	КОИД
Фрезерная		ВЧ50 ГОСТ 7293-85		кг		8,7		отливка				10	1
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		То	Тв	Тпз.	Тшт.			СОЖ			
Широкоуниверсальный фрезерный станок Х6232Сх16				0,41	0,41	20	0,99						
P	PI	L	t	i	S	n	V						
O 01	<i>Установить, закрепить, отхрепить, снять</i>												
T 02	<i>Тиски станочные</i>												
O 03	<i>01 Фрезеровать плоскость, выдерживая размер 18±1</i>												
T 04	<i>Фреза R220.54-8160-22-8A, пл. SNNMX2209ANTR-M18 MK2050; Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166-89</i>												
P 05			2,3	1	3,2	160	80,4						
06													
07													
08													
09													
10													
11													
12													
13													
OK	Операционная карта												

Продолжение рисунка Л.1

ГОСТ 3.1404-86 форма 3 САПР											
Дубл.											
Взам.											
Подл.											
Разраб.										2	1
Проверип											
Н.контр.											
Наименование операции		Материал		Твердость		ЕВ		МД		Профиль и размеры	
Фрезерная с ЧПУ		ВЧ50 ГОСТ 7293-85		кз		8,7		8,7		ОТЛИВКА	
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		То		Тв		Тпз.		Тшт.	
Вертикально-фрезерный станок с ЧПУ Haas TM-1				9,75		0,285		20		10,84	
Р		ПИ		Д или В	L	t	i	S	n	V	
О 01	<i>А. Установить, закрепить, открепить, снять</i>										
Т 02	<i>Тиски станочные</i>										
О 03	<i>01 Фрезеровать плоскости, выдерживая размеры 86D12; 54±1</i>										
Т 04	<i>Фреза 522250R310Z2.0-MEGA-64; ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166-89; Калибр 86D12</i>										
Р 05				0,575	4	0,4	470	37			
О 06	<i>02 Фрезеровать плоскость, выдерживая размеры 90±1; R22-2; 200±1</i>										
Т 07	<i>Фреза 522250R310Z2.0-MEGA-64; ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166-89; Штангенциркуль ШЦ-I-250-0,1 ГОСТ 166-89</i>										
Р 08				2,3	1	0,4	340	27			
О 09	<i>03 Сверлить 4 отверстия, выдерживая размеры 22±1; 25±1; 46; 150; 42,5±1; Ø12+0,5</i>										
Т 10	<i>Сверло SD203A-1200-040-12R1-P; ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166-89</i>										
Р 11				6	1	0,3	1520	57,1			
12											
13											
ОК	Операционная карта										

Продолжение рисунка Л.1

		ГОСТ 3.1404-86 форма За САПР										
Дубл.	Взам.											
Подл.												
		2										
Р	П	П	И	Д	или	В	L	t	i	S	n	V
О 01	<i>04 Рассверлить 4 отверстия, выдерживая размеры 22±1; 25±1; 46; 150; 42,5±1; Ø21±0,21</i>											
Т 02	<i>Сверло SD101-20.00/21.99-40-25R7, пл. SD100-21.00-К; Капир-пробка Ø21±0,21</i>											
Р 03				4,5	I	0,3	1050					70
04												
05												
06												
07												
08												
09												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
ОК		Операционная карта										

Продолжение рисунка Л.1

ГОСТ 3.1404-86 форма 3 САПР													
Дубл.													
Взам.													
Подл.													
Разраб.												2	1
Проверил													
Н.контр.													
Продольный рычаг													
Наименование операции		Материал		Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры				МЗ	КОИД
Фрезерная с ЧПУ		ВЧ50 ГОСТ 7293-85		кг		8,7		отливка				10	1
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		То	Тв	Тшт.		СОЖ					
Вертикально-фрезерный станок с ЧПУ Haas TM-1				0,7	0,33	20		1,21					
Р			ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	V			
О 01	<i>А. Установить, закрепить, открепить, снять</i>												
Т 02	<i>Приспособление специальное; Наклонно-поворотный стол Haas HRT100</i>												
О 03	<i>Фрезеровать две цевочки, выдерживая размеры 40; 150; 18-1; R32,5±1</i>												
Т 04	<i>Фреза 522250R310Z2.0-MEGA-64; ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166-89; Калибр 86D12</i>												
Р 05				65	1	1		600	122,5				
О 06	<i>Развернуть заготовку на 180°</i>												
О 07	<i>Фрезеровать две цевочки, выдерживая размеры 40; 150; 18-1; R32,5±1</i>												
Т 08	<i>Фреза 522250R310Z2.0-MEGA-64; ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166-89; Калибр 86D12</i>												
Р 09				65	1	1		600	122,5				
О 10	<i>Сверлить два отверстия, выдерживая размеры 40; 95; Ø12+0,5</i>												
Т 11	<i>Сверло SD203A-1200-040-12R1-P; ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166-89</i>												
Р 12				6	1	0,3		1520	57,1				
13													
ОК	Операционная карта												

Продолжение приложения Л

Продолжение рисунка Л.1

		ГОСТ 3.1404-86 форма 3а САПР									
Дубл.											
Взам.											
Подл.											
											2
Р	ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	V			
О 01	05 Рассверлить два отверстия, выдерживая размеры 22±I; 25±I; 46; 150; 42,5±I; Ø21+0,2I										
Т 02	Сверло SD101-20.00/21.99-40-25R7, пл. SD100-21.00-K; Калибр-пробка Ø21+0,2I										
Р 03	4,5	I	0,3	1050	70						
О 04	06 Развернуть заготовку на 180°.										
О 05	07 Сверлить два отверстия, выдерживая размеры 40; 95; Ø12+0,5										
Т 06	Сверло SD203A-1200-040-12R1-P; ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166-89										
Р 07	6	I	0,3	1520	57,1						
О 08	08 Рассверлить два отверстия, выдерживая размеры 22±I; 25±I; 46; 150; 42,5±I; Ø21+0,2I										
Т 09	Сверло SD101-20.00/21.99-40-25R7, пл. SD100-21.00-K; Калибр-пробка Ø21+0,2I										
Р 10	4,5	I	0,3	1050	70						
О 11	09 Развернуть заготовку на 90°										
О 12	10 Фрезеровать канавки R6; 0,3тах										
Т 13	Фреза 522120R010Z2.0-MEGA-64										
Р 14	12	I	0,4	1000	37,7						
О 15	11 Развернуть заготовку на 180°										
О 16	12 Фрезеровать по п. 10										
17											
ОК	Операционная карта										

Приложение М

Карта эскизов

Рисунок М.1– Карта эскизов

ГОСТ 3.1105-82 форма 7											
Дубл.											
Взам.											
Подл.											1
Разраб.											
Проверил											
Н.контр.											00 5
Продольный рычаг											
КЭ	Карта эскизов										

