

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт физики высоких технологий

Направление 15.03.01 Машиностроение

Профиль подготовки Машины и технология высокоэффективных процессов обработки материалов

Кафедра Физика высоких технологий в машиностроении

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Технологическая подготовка производства изготовления детали «Сверло» на станках с ЧПУ УДК 621.951.4.025-047.74

Студент

Группа	Ф.И.О.	Подпись	Дата
4A21	Образцов Александр Евгеньевич		14.06.2016

Руководитель

Должность	Ф.И.О.	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ефременков Е.А.	к.т.н.		14.06.2016

### КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	Ф.И.О.	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Гаврикова Н.А.	-		2.06.2016

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	Ф.И.О.	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Анищенко Ю.В.	к.т.н.		28.05.2016

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	Ф.И.О.	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ФВТМ	С.Г. Псахье	д.ф.-м.н., профессор		14.06.16

Томск – 2016

Министерство образования и науки Российской Федерации  
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
 высшего профессионального образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт физики высоких технологий

Направление 15.03.01 Машиностроение

Профиль подготовки Машины и технология высокоэффективных процессов обработки материалов

Кафедра Физика высоких технологий в машиностроении

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой, д.ф.м.н., профессор

*09.02.16* С.Г. Псахье  
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О)

**ЗАДАНИЕ**

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме

Бакалаврской работы
---------------------

Студенту:

Группа	ФИО
4A21	Образцову Александру Евгеньевичу

Тема работы:

Технологическая подготовка производства детали «Сверло» на станках с ЧПУ	
Утверждена приказом ректора (дата, номер)	17.03.2016 №2110/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	<i>14.06.2016</i>
--	-------------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

Исходные данные к работе	<i>Чертеж, Тип производства.</i>
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	<i>Анализ технологичности детали. Проектирование альтернативного процесса изготовления заданной детали на современном станке. Разработка схемы оптимального приспособления.</i>
Перечень графического материала	<i>Чертеж профиля, приспособления; Технологические карты; Карты наладки.</i>
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>	
Раздел	Консультант
<i>Технологическая часть</i>	<i>В.П. Долгичев</i>
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	<i>Н.В. Табурикова</i>

Социальная ответственность	<i>Ю.В. Мильченко</i>
Название разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
--	--

**Задание выдал руководитель:**

Должность	Ф.И.О.	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ефременков Е.А.	к.т.н.	<i>Ефременков Е.А.</i>	<i>09.02.2016</i>

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	Ф.И.О.	Подпись	Дата
4A21	Образцов Александр Евгеньевич	<i>Образцов А.Е.</i>	<i>09.02.2016</i>







## Оглавление

Введение.....	4
1. Техническая подготовка производства.....	5
2. Проектирование технологического процесса изготовления детали.....	7
2.1. Проектирование корпуса сверла .....	7
2.2. Способ получения заготовки.....	8
2.3. Анализ технологичности конструкции детали.....	9
2.4. Проектирование технологического маршрута .....	10
2.5. Расчет припусков на обработку .....	19
2.6. Проектирование технологических операций.....	23
2.6.1. Режимы резания на токарном станке: .....	30
2.6.2. Режимы резания на фрезерном станке:.....	31
2.6.3. Режим резания на сверлильном станке:.....	32
2.7. Размерный анализ .....	34
2.8. Разработка управляющих программ для станков с ЧПУ .....	37
2.9. Техничко – экономические показатели технологического процесса....	39
3. Проектирование гибкой производственной системы .....	46
4. Разработка специального приспособления. ....	48
5. Социальная ответственность .....	53
5.1 Производственная безопасность .....	53
5.2 Экологическая безопасность.....	58
5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	59
5.3.1 Обоснование мероприятий по предотвращению пожара и разработка порядка действия в случае его возникновения .....	59
5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	60
5.4.1 Правовые вопросы обеспечения безопасности.....	60
5.4.2 Организационные вопросы обеспечения безопасности.....	60
6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение. 63	
6.1 Расчет затрат на изготовление детали .....	63
6.2 Анализ безубыточности изготовления детали.....	66
Заключение .....	67
Список литературы .....	68
Приложение .....	70

## Введение

Целью технологической подготовки производства является достижение в процессе изготовления продукции оптимального соотношения между затратами и получаемыми результатами. Увеличение доли мелкосерийного производства требует создания автоматизированных систем технологической подготовки, так как именно при данном характере производства преимущества использования автоматизированных систем проявляются в наибольшей степени. Большие капиталовложения, затрачиваемые на мелкосерийное производство, требуют качественного проведения технологической подготовки и документирования ее результатов. Возрастающие требования научно-технического прогресса предполагают высокую гибкость процесса подготовки с целью более быстрой адаптации к новым потребностям производства. Интегрированная обработка производственной информации требует тщательной ее подготовки.

В ходе технического прогресса требования к технологической подготовке производства в значительной мере изменились. В условиях первых небольших ремесленных предприятий процесс планирования, как таковой, был не нужен. Лишь с разделением труда и развитием средств механизации возникла необходимость в отдельном этапе производства – подготовке производства. В начале этот процесс определялся квалифицированными ремесленниками – специалистами. Недостатки существовавшей в то время структуры производства побудили Тейлора к проведению "фабричной реформы". С разделением функций управления посредством введения в процесс производства специалистов такой квалификации и разработки системы документирования Тейлор создал основы для сбора и предварительной обработки производственных данных. Используя эти исследования Г. Форд, последовательно применяя методы поточного производства, смог добиться увеличения темпов роста в автомобилестроении при одновременном снижении затрат. Задачи технологической подготовки производства (ТПП) изучались в центральных научно-исследовательских учреждениях. Это положение сохраняется на многих предприятиях и сегодня.

Применение средств обработки данных в области ТПП дало возможность решения организационных проблем, таких, например, как управление производственным планированием. Следующим важным шагом в автоматизации ТПП явилась разработка автоматизированных систем программирования для реализации управления станками с числовым программным управлением (ЧПУ). Многочисленные разработки систем ТПП как ориентированных на конкретное производство, так и не ориентированных на него, позволяют сегодня решать различные задачи ТПП. Существенным преимуществом автоматизированной системы ТПП является выполнение рутинных процессов и подготовка информации с помощью средств электронной обработки данных. Специалист, работающий с автоматизированными системами ТПП (АСТПП), избавится от монотонной, нетворческой работы. Кроме того, благодаря большому быстродействию средств электронной обработки данных появляется возможность исследования различных альтернативных решений и реализации процессов оптимизации [1].

Целью курсовой работы является получение знаний и опыта в проектировании сверла, а именно: написание технологического процесса, расчета припусков, расчет режим резания, произвести размерный анализ и другие важные стороны проекта.

Тема данного проекта актуальна, так как сверла с механическим креплением сменных многогранных твердосплавных пластин широко нашли свое применение в станках с ЧПУ. Они хорошо сверлят при засверловке по кривой, выпуклой или вогнутой поверхностям, производительность в 2...2,5 раза по сравнению со стандартными сверлами из быстрорежущей стали, не требует заточки, быстрая смена режущих пластин. Так же предусмотрен подвод СОЖ, что облегчает процесс резания, выброс стружки из зоны резания, охлаждение в зоне резания.

## **1. Техническая подготовка производства.**

Технологическая подготовка производства является продолжением работ по проектированию изделия. На этой стадии устанавливается, при помощи каких технических методов и средств, способов организации производства должно изготавливаться данное изделие, окончательно определяется его себестоимость и эффективность производства. Такая технология разрабатывается как для каждого нового изделия, так и для традиционной продукции в целях повышения технического уровня и снижения издержек производства, улучшения условий труда, охраны окружающей среды.

Технологическая подготовка производства охватывает проектирование технологических процессов, а именно:

- выбор и расстановку оборудования на площади цеха;
- определение и проектирование специальной технологической оснастки;
- нормирование затрат труда, материалов, топлива и энергии.

Под технологическим процессом понимается совокупность методов изготовления продукции путем изменения состояния, свойств, форм и габаритов исходных материалов, сырья и полуфабрикатов.

В процессе технологической подготовки производства разрабатываются способы механизации и автоматизации производственных процессов, а также решаются некоторые вопросы организации производства, а именно: внедрение поточных методов, организация и оснащение рабочих мест и участков, выбор транспортных средств и средств хранения сырья, полуфабрикатов и продукции и т.п.

Исходя из с проектированного технологического процесса и выбора на этой основе оборудования и режима его работы определяются основные нормативы расхода рабочего времени, сырья, материалов, топлива, энергии и других элементов производства на единицу продукции [1].

Задачей ТПП является обеспечение полной технологической готовности фирмы к производству новых изделий с заданными технико-экономическими показателями (высоким техническим уровнем, качеством изготовления, а также

с минимальными трудовыми и материальными издержками при конкретном техническом уровне предприятия и планируемых объемах производства).

В процессе ТПП решаются следующие основные задачи:

- отработка изделия на технологичность;
- разработка технологических маршрутов и процессов;
- разработка специальной технологической оснастки;
- технологическое оснащение производства;
- техническое сопровождение изготовления опытной партии, установочной серии и установившегося серийного производства.

Исходными данными для проведения ТПП являются:

1. полный комплект конструкторской документации на новое изделие;
2. максимальный годовой объем выпуска продукции при полном освоении производства с учетом изготовления запасных частей и поставок по кооперации;
3. предполагаемый срок выпуска изделий и объем выпуска по годам с учетом сезонности;
4. планируемый режим работы предприятия (количество смен, продолжительность рабочей недели);
5. планируемый коэффициент загрузки оборудования основного производства и ремонтная стратегия предприятия;
6. планируемые кооперированные поставки предприятию деталей, узлов полуфабрикатов и предприятия-поставщики;
7. планируемые поставки предприятию стандартных изделий и предприятия-поставщики;
8. предполагаемые рыночные цены новых товаров исходя из ценовой стратегии предприятия и его целей;
9. принятая стратегия по отношению к риску (с точки зрения наличия дублирующего оборудования);
10. политика социологии труда предприятия.

Технологическая подготовка производства регламентируется стандартами "Единой системы технологической подготовки производства" (ЕСТПП) [2].

### **Этапы подготовки производства детали:**

Чтобы осуществить производство данной детали следует разработать способы получения сверла, проанализирована технологичность конструкции, эксплуатационные свойства, спроектирован технологический маршрут, рассчитать припуски, режимы резания, произведен размерный анализ, разработать управляющие программы для станка с ЧПУ, подсчитать основные технико-экономические показатели. Далее, на основе технологического

маршрута, можно приступить к разработке маршрутной карты, которая включает:

- 1) наименование оборудования;
- 2) наименование операции;
- 3) профессию, необходимую для выполнения работы;
- 4) разряд рабочего;
- 5) количество исполнителей, занятых при выполнении операции;
- 6) количество одновременно изготавливаемых деталей при выполнении одной операции;
- 7) единица нормирования;
- 8) коэффициент штучного времени при многостаночном обслуживании;
- 9) норма подготовительно-заключительного времени на операцию;
- 10) норма штучного времени на операцию.

После чего заполнить операционную карту, составить карты наладки для станков с ЧПУ.

## **2. Проектирование технологического процесса изготовления детали**

### **2.1. Проектирование корпуса сверла**

Проектирование корпуса сверла началось с анализа полученного чертежа детали. Были просмотрены разные источники информации о сверле, включая ГОСТ 27724-88, и, с доработками, составлен сборочный чертеж, который дан в приложении.

Так как данное сверло работает при высоких скоростях, то требуется подвод СОЖ, для отвода тепла и стружки из зоны резания. Для подвода жидкости нам нужно отверстие с резьбой, необходимое для крепления штуцера. В зону резания СОЖ поступает по двум отверстиям Ø6 мм под напором. Жидкость выходит по специальным уступам на цилиндре.

Для увеличения диаметра просверленного отверстия, с выполнением фаски, была сделана лыска.

При помощи САЕ-системы мы определили напряжение сжатия.

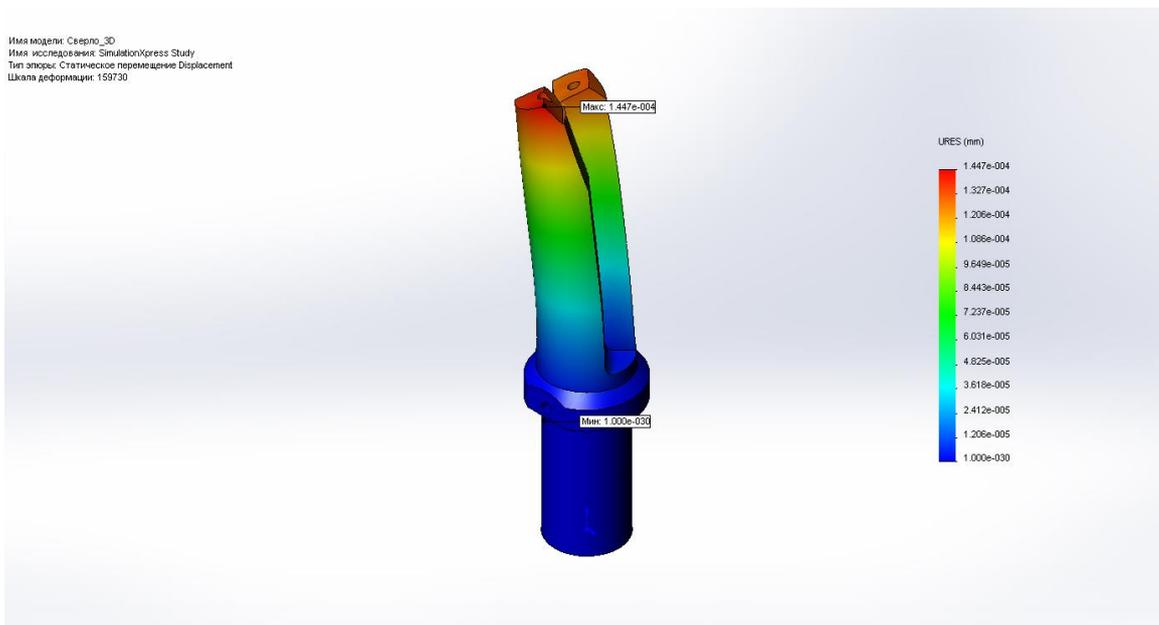


Рис. 1. Напряжение сжатия.

В качестве крепления брали поверхность хвостовика, его торец, буртика. Напряжения силой  $500 \text{ Н/м}^2$  направлены на рабочий цилиндр. Как мы видим наиболее напряженные участки — это поверхности у режущих пластин. Вследствие этого мы должны обеспечить нужную жесткость сверла, путем термической обработки, для предотвращения его брака во время процесса резания.

## 2.2. Способ получения заготовки

Для выбора нужного способа получения заготовки мы должны произвести некоторые расчеты для определения целесообразности обработки заготовки разными способами. Чтобы это сделать мы должны знать: стоимость проката, вспомогательных компонентов, инструмента, станков, зарплата рабочим, стоимость продажи сверла, время изготовления. Все эти расчеты приведены в пункте 2.9.

В нашем случае, по результатам расчета, для крупносерийного производства целесообразно будет получать заготовку путем штамповки, что облегчит получение детали, повысит эластичность и прочность, снизит затраты на режущий инструмент, и материал, снимаемый в виде стружки с заготовки, а также ускорит процесс получения сверла. Но при этом увеличивается срок окупаемости оборудования и, как следствие, количество выпускаемой продукции, что обусловлено дорогой стоимостью.

В мелкосерийном производстве это недопустимо, так как несет большие затраты. Проще всего использовать круглый стальной прокат  $\text{Ø}58 \text{ мм}$ . (ГОСТ 2590-2006) для отрезания нужной длины и дальнейшей обработки. Обработку

лучше всего производить на обычных станках, так как они имеют меньшую стоимость.

### 2.3. Анализ технологичности конструкции детали

Согласно ГОСТ 27224-88 сверла должны быть оснащены пластинами из твердого сплава марок: МС 121 для обработки конструкционных сталей с прочностью  $T_b < 900 \text{ Н/мм}^2$ ; МС 2210 для обработки легированных сталей с прочностью  $T_b > 900 \text{ Н/мм}^2$  и обработки чугуна с твердостью  $< 250 \text{ НВ}$ .

Материал корпуса сверл — сталь 40Х по ГОСТ 4543.

Твердость корпуса сверл должна быть: из стали 40Х — 38 ... 45 HRC;

Параметры шероховатости поверхностей сверл по ГОСТ 2789 должны быть не более, мкм:

Посадочной поверхности корпуса -  $Ra 0,8$

Опорной и боковой базовых поверхностей гнезда под режущую пластину —  $Ra 2,5$

Предельные отклонения сверл должны быть не более, мм:

Диаметра рабочей части, измеренного по вершине наружной пластины —  $h10$

Посадочного диаметра хвостовика —  $h6$

Общей длины -  $J_s16$

Длины рабочей части  $J_s16$

Длины хвостовика  $\pm 1 \text{ мм}$ .

На сверле в сборе должно быть превышение в осевом направлении вершины внутренней пластины по отношению к вершине наружной пластины, величина которого должна быть не более 0,2 мм.

Передняя поверхность внутренней пластины должна быть смещена в направлении опорной поверхности гнезда на 0,1—0,35 мм от осевой плоскости.

Допуск плоскостности опорной поверхности гнезда под пластину должен быть 0,03 мм. Выпуклость не допускается.

Конструкторские базы детали: буртик, посадочная поверхность корпуса, уступ.

Конструктивные элементы детали, выполнение которых по любому показателю технических требований затруднительно: гнезда под пластины, отверстия для выхода СОЖ.

Производственная технологичность характеризуется тремя составляющими: трудоемкостью, материалоемкостью, себестоимостью.

## 2.4. Проектирование технологического маршрута

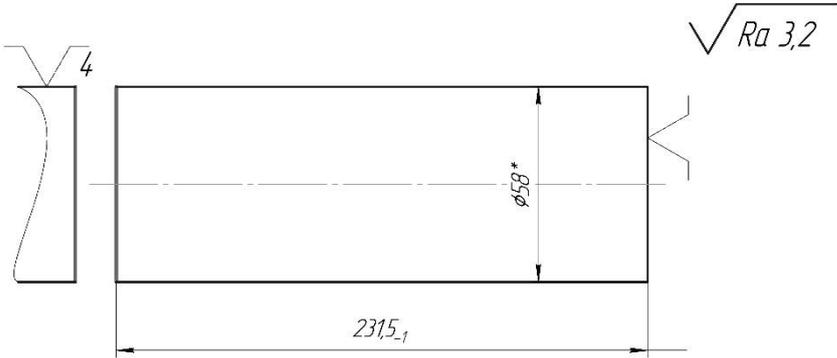
При производстве сверла наибольшее содержание операций наблюдается при мелкосерийном производстве. Поэтому расписывать операции будем именно для этой серии.

Для серийного производства выполняются следующие операции:

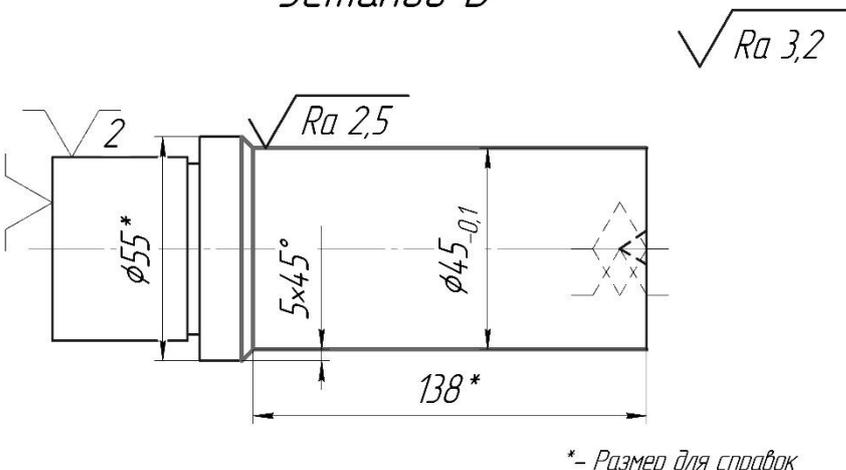
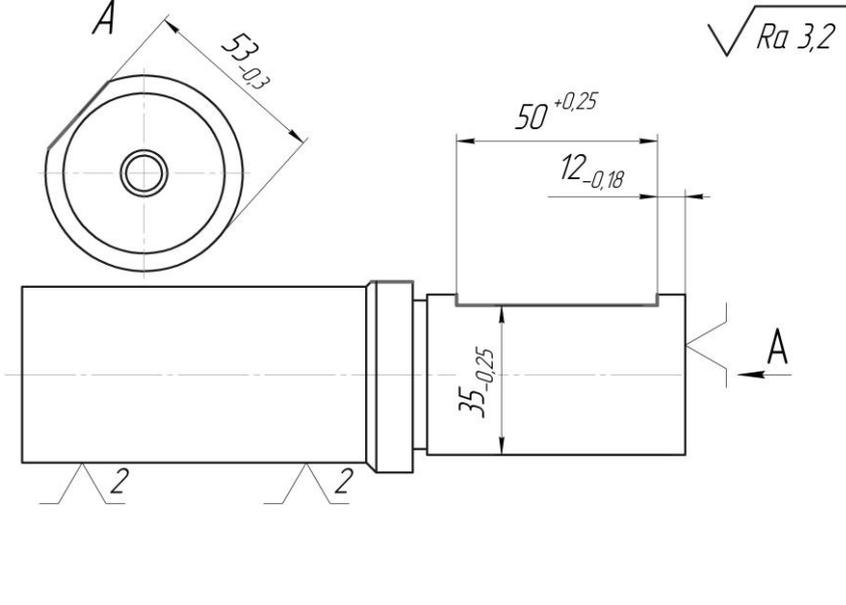
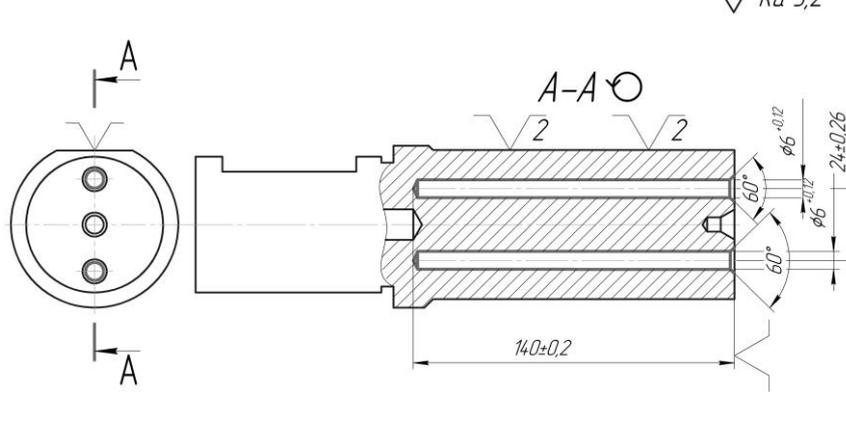
- 1) Заготовительная.
- 2) Штамповочная.
- 3) Токарно-фрезерная с ЧПУ.
- 4) Сверлильная.
- 5) Токарно-фрезерная с ЧПУ.
- 6) Слесарная.
- 7) Термическая.
- 8) Контрольная.
- 9) Кругло шлифовальная.
- 10) Контрольная.
- 11) Маркировка.
- 12) Промывочная.
- 13) Сборка.
- 14) Консервация.

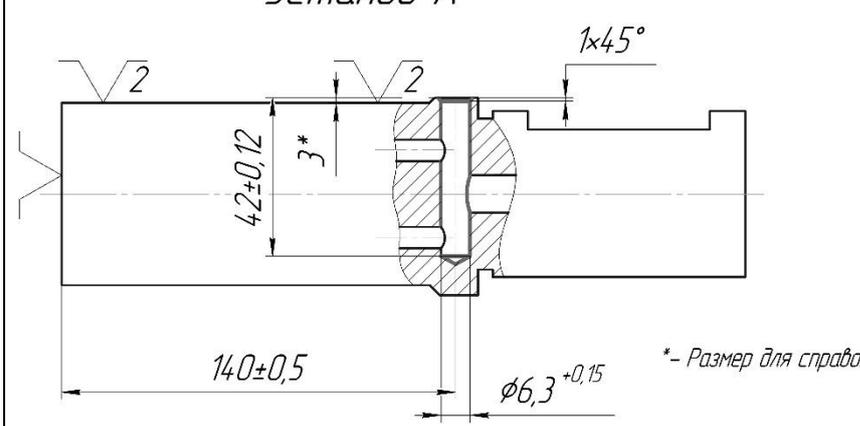
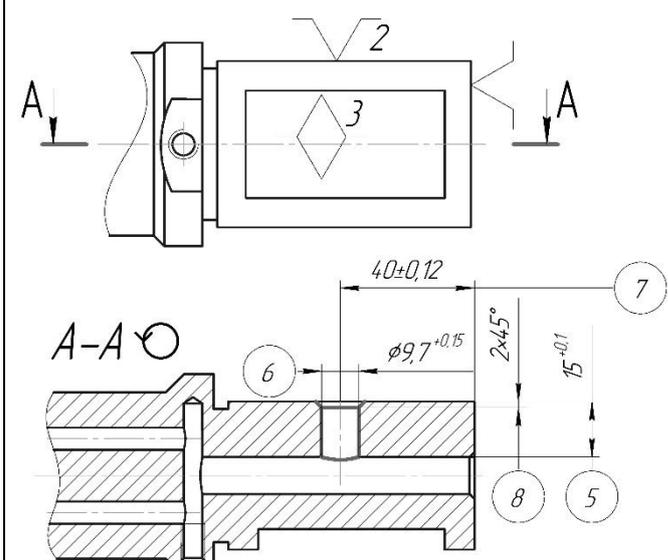
В таблице 1 приведен технологический процесс для изготовления в единичном и мелкосерийном производстве.

Таблица 1 - Технологический процесс.

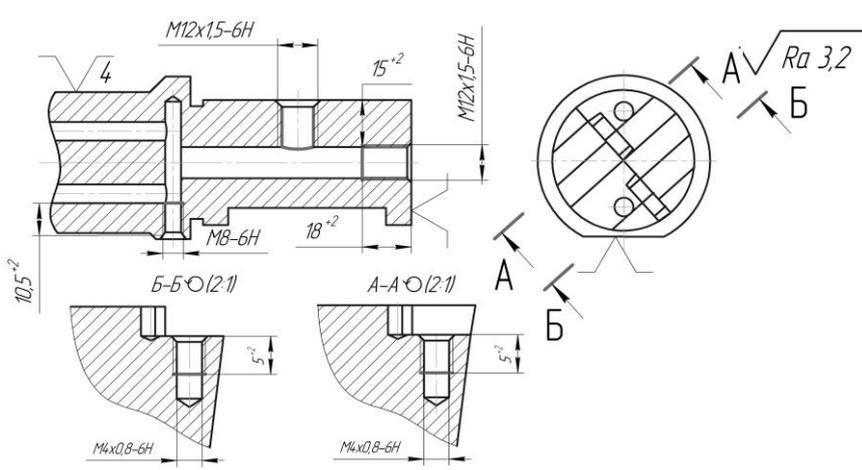
Эскиз	Операция
	<p>005 Заготовительная</p> <p>А. Установить заготовку в призмы. База: наружный диаметр и торец.</p> <p>1. Отрезать заготовку, выдерживая размер 231,5<sub>-1</sub> мм.</p>
	<p>010 Токарная</p> <p>А. Установить заготовку в трехкулачковый патрон.</p>

<p style="text-align: center;"><i>Установ А</i></p> <p style="text-align: right;"><math>\sqrt{Ra\ 3,2}</math></p> <p style="text-align: right;">* - Размер для справок</p>	<p>База: наружный диаметр и торец.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Подрезать торец, выдерживая размер <math>230_{-0,5}</math> мм.</li> <li>2. Центровать отверстия, выдерживая размеры <math>8 \pm 0,2</math> мм, <math>\varnothing 6^{+0,12}</math> мм, <math>\varnothing 10^{+0,15}</math> мм, <math>60^\circ \pm 15'</math>.</li> </ol>
<p style="text-align: center;"><i>Установ Б</i></p> <p style="text-align: right;"><math>\sqrt{Ra\ 3,2}</math></p>	<p>Б. Установить заготовку в трехкулачковый патрон, поджать задним центром.</p> <p>База: Наружный диаметр, торец, центровое отверстие.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Точить заготовку согласно эскизу.</li> </ol>
<p style="text-align: center;"><i>Установ А</i></p> <p style="text-align: right;"><math>\sqrt{Ra\ 3,2\ (\checkmark)}</math></p>	<p>015 Токарная</p> <p>А. Установить заготовку в трехкулачковый патрон.</p> <p>База: Наружный диаметр и торец.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Подрезать торец.</li> <li>2. Точить заготовку согласно эскизу.</li> <li>3. Центровать отверстие под сверление.</li> <li>4. Сверлить заготовку, выдерживая размеры <math>\varnothing 9,7^{+0,15}</math> мм и <math>80^{+0,3}</math> мм.</li> </ol>

	<p>5. Зенковать фаску, выдерживая размер <math>1 \times 45^\circ</math> мм.</p>
<p style="text-align: center;"><i>Установ Б</i></p>  <p style="text-align: right;"><math>\sqrt{Ra\ 3,2}</math></p> <p style="text-align: right;">*- Размер для справок</p>	<p>Б. Установить заготовку в трехкулачковый патрон, поджать задним центром. База: Наружный диаметр, торцевое отверстие.</p> <p>6. Точить заготовку согласно эскизу.</p> <p>7. Точить фаску <math>5 \times 45^\circ</math> мм.</p>
 <p style="text-align: right;"><math>\sqrt{Ra\ 3,2}</math></p>	<p>020 Фрезерная</p> <p>А. Установить заготовку в специальное приспособление. База: наружный диаметр и торцевое отверстие.</p> <p>1. Фрезеровать лыску, выдерживая размер <math>53_{-0,3}</math> мм.</p> <p>2. Фрезеровать лыску, выдерживая размер <math>35_{-0,25}</math> мм.</p>
 <p style="text-align: right;"><math>\sqrt{Ra\ 3,2}</math></p>	<p>025 Сверлильная</p> <p>А. Установить заготовку в самоцентрирующиеся тиски. База: наружный диаметр и торцевое отверстие.</p> <p>1. Центровать отверстия под сверление.</p>

	<p>2. Сверлить отверстия, выдерживая размеры <math>\text{Ø}6^{+0,12}</math> мм и <math>140\pm 0,2</math> мм.</p>
<p style="text-align: right;"><math>\sqrt{Ra\ 3,2}</math></p> <p style="text-align: center;"><i>Установ А</i></p>  <p style="text-align: right;">*- Размер для справок</p>	<p>030 Сверлильная</p> <p>А. Установить заготовку в призмы.</p> <p>База: наружный диаметр, торец и внутренний диаметр отверстия.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Центровать отверстие под сверление.</li> <li>2. Сверлить отверстие, выдерживая размер <math>\text{Ø}6,3^{+0,15}</math> мм и <math>42\pm 0,12</math> мм.</li> <li>3. Зенковать фаску, выдерживая размер <math>1\times 45^\circ</math> мм.</li> </ol>
<p style="text-align: right;"><math>\sqrt{Ra\ 3,2}</math></p> <p style="text-align: center;"><i>Установ Б</i></p> 	<p>Б. Установить заготовку в тиски.</p> <p>База: наружный диаметр, торец и поверхность паза.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Центровать отверстие под сверление.</li> <li>2. Сверлить отверстие, выдерживая размеры <math>\text{Ø}9,7^{+0,15}</math> мм и <math>15^{+0,1}</math> мм.</li> <li>3. Зенковать фаску, выдерживая размер <math>2\times 45^\circ</math> мм.</li> </ol>
	<p>035 Фрезерная с ЧПУ</p>

<p style="text-align: center;"><i>Установ А</i></p>	<p>А. Установить заготовку в тиски самоцентрирующиеся.</p> <p>База: внешний диаметр и торец.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Фрезеровать поверхность 1 согласно эскизу.</li> </ol>
<p style="text-align: center;"><i>Установ Б</i></p>	<p>Б. Установить заготовку в цанговый патрон.</p> <p>База: наружный диаметр и торец.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Фрезеровать уступы согласно эскизу.</li> <li>Центровать отверстие.</li> <li>Сверлить отверстие, выдерживая размеры <math>\text{Ø}3^{+0,1}</math> мм и <math>10,5\pm 0,1</math> мм.</li> <li>Сверлить отверстие, выдерживая размеры <math>\text{Ø}2^{+0,25}</math> мм и <math>4,7\pm 0,1</math> мм.</li> </ol>
<p style="text-align: center;"><i>Установ В</i></p>	<p>В. Переустановить заготовку в цанговый патрон.</p> <p>База: наружный диаметр и торец.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Фрезеровать уступы согласно эскизу.</li> <li>Центровать отверстие.</li> <li>Сверлить отверстие,</li> </ol>

	<p>выдерживая размеры <math>\text{Ø}3^{+0,1}</math> мм и <math>10,5\pm 0,1</math> мм.</p> <p>8. Сверлить отверстие, выдерживая размеры <math>\text{Ø}2^{+0,25}</math> мм и <math>4,7\pm 0,1</math> мм.</p>
 <p>Technical drawing showing a cylindrical part with dimensions and section lines. The main view shows a cylindrical part with a diameter of <math>10,5^{+0,2}</math> mm and a length of <math>18^{+2}</math> mm. It has a central hole with a diameter of <math>2^{+0,25}</math> mm and a depth of <math>4,7\pm 0,1</math> mm. The part is threaded with <math>M12 \times 1,5-6H</math> and <math>M4 \times 0,8-6H</math>. Section lines A-A and B-B are shown. The surface finish is <math>Ra 3,2</math>.</p>	<p>040 Слесарная</p> <p>А. Установить заготовку в слесарные тиски. База: наружный диаметр и торец.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Снять заусеницы, притупить острые кромки.</li> <li>2. Нарезать резьбу, выдерживая размеры <math>M12 \times 1,5-6H</math> и <math>15^{+2}</math> мм.</li> <li>3. Нарезать резьбу, выдерживая размеры <math>M12 \times 1,5-6H</math> и <math>18^{+2}</math> мм.</li> <li>4. Нарезать резьбу, выдерживая размеры <math>M4 \times 0,8-6H</math> и <math>5^{+2}</math> мм.</li> </ol> <p>Б. Переустановить заготовку в слесарные тиски. База: наружный диаметр и торец.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>5. Нарезать резьбу, выдерживая размеры <math>M4 \times 0,8-6H</math> и <math>5^{+2}</math> мм.</li> <li>6. Нарезать резьбу, выдерживая</li> </ol>

	размеры М8-6Н и 10,5 <sup>+2</sup> мм.
045 Контрольная	
1. Контролировать полученные размеры.	
050 Термическая	
1. Закалять заготовку при температуре 860°C. 2. Произвести отпуск при температуре 200°C до HRC 38...42.	
	<p>055 Круглошлифовальная</p> <p>А. Установить заготовку в трехкулачковый патрон и задний центр. База: наружный диаметр и торец.</p> <p>Шлифовать заготовку, выдерживая размер <math>\phi 40_{-0,016}</math> мм.</p>
060 Контрольная	
1. Проверить деталь на наличие внутренних дефектов.	
065 Контрольная	
1. Контролировать полученные размеры.	
	<p>070 Маркировка</p> <p>А. Установить заготовку в призмы База: наружный диаметр и торец.</p> <p>1. Маркировать поверхность 1.</p>
075 Сборочная	
А. Установить заготовку в слесарные тиски. 1. Собрать деталь согласно чертежу.	
080 Промывочная	
1. Промыть согласно ТТП 01279-00001.	
085 Консервация	
1. Консервировать деталь по ТТП 60270-00001; Вариант 1.	

2. Деталь сдать на склад готовых деталей.

Для того чтобы обеспечить нужную форму и отклонения детали используют оснастку, которая приведена в таблице 2.

Таблица 2 - Применяемое оборудование, оснастка.

Операция	Вспомогательный инструмент для закрепления заготовки	Инструмент	Оборудование
005	Призма 7033-0037 ГОСТ 12195-66, прихват 7011-0457 ГОСТ 4739-69.	Пила 2257-0254 ГОСТ 4047-82 (Твердосплавный диск Ø350 мм).	Ridgid 590L
010	Патрон 7100-0035 ГОСТ 2675-80 (Трехкулачковый патрон).	Резец 2112-0005 T14K8 ГОСТ 18880-73 (резец подрезной), Резец 2100-2617 T14K8 ГОСТ 28980-91 (резец проходной), резец 2100-2617 T15K6 ГОСТ 28980-91, сверло 2317-0109 ГОСТ 14952-75 (центровочное сверло).	1K62
015	Патрон 7100-0035 ГОСТ 2675-80 (Трехкулачковый патрон), задний центр.	Резец 2112-0005 T14K8 ГОСТ 18880-73 (резец подрезной), резец 2100-2617 T15K6 ГОСТ 28980-91 (резец проходной), резец 2100-2617 T14K8 ГОСТ 28980-91, резец 2102-0077 ГОСТ 18877-73 (резец проходной отогнутый),	16M05A

		зенковка 2353-0123 ГОСТ 14953-80, сверло 2317-0109 ГОСТ 14952-75 (центровочное сверло), сверло SC CoroDrill 861 Ø9,7 мм.	
020	Специальное приспособление.	Фреза 2223-0027 ГОСТ 17026-71 (фреза концевая Ø50 мм).	СФ16
025	Тиски 7200- 0251 ГОСТ 21168-75 (самоцентрирующ иеся), прихват 7011-0493 ГОСТ 4739-69, прихват 7011-0567 ГОСТ 9058-69.	Сверло 2317-0109 ГОСТ 14952-75 (центровочное сверло), сверло SC CoroDrill 861 Ø6 мм.	ТХ 611 В/13
030	Призма 7033-0037 ГОСТ 12195-66, прихват 7011-0457 ГОСТ 4739-69.	Сверло 2300-2586 ГОСТ 10902-77, сверло 2317-0109 ГОСТ 14952-75 (центровочное сверло), зенковка 2353-0123 ГОСТ 14953-80, сверло 2300-2624 ГОСТ 17026-71, зенковка 2353-0129 ГОСТ 14953-80.	Stalex T-25
035	Тиски 7200- 0251 ГОСТ 21168-75 (самоцентрирующ иеся), Зажимная цанга ST Group E171 F42-76-99.	Фреза SC CoroMill – 11 – 50; Фреза SC CoroMill Plura R216.24- 08050EAK19P; Фреза SC CoroMill Plura R216.24- 16050IAK32P; Фреза SC CoroMill Plura R216.23- 05050CAK13P; Сверло Precitool 105600 HSS-A;	СПФ-1

		Сверло 2320-2554 ГОСТ 10902-77.	
040	Тиски 7827-0279 ГОСТ4045-75 (Тиски слесарные)	Метчик 2620-0189 ГОСТ 3266-81 (метчик М4), метчик 2621-1511 ГОСТ 3266-81 (метчик М12), 2Р 100 х 50 С2 24А 40-Н ГОСТ 5009- 82 (шкурка шлифовочная).	
050		Щипцы литейные для тиглей ТА550	РТ-12/130 РСН (Электрическая тигельная печь)
055	Патрон 7100-60 ГОСТ 2675-80 (Трехкулачковый патрон), задний центр.	Шлифовальный круг 18А 24Н Т1 К5 (для черновой обработки), шлифовальный круг 18А 36Н Т1 Б5 (для чистовой обработки).	FM-750
060			Рентгенотелевизионный интроскоп РИ-20Т
070	Призма 7033-0037 ГОСТ 12195-66.	Лазерный маркиратор.	BML20FP
075	Тиски 7827-0279 ГОСТ4045-75 (Тиски слесарные)		
080		Щипцы литейные для тиглей ТА550	БП-8.8.20 (Промывочная ванна)

## 2.5. Расчет припусков на обработку

Одной из важнейших задач, решаемых в рамках технологического проектирования, является обеспечение требуемого качества деталей и машин при минимальных затратах ресурсов. В условиях высокой стоимости материалов проблема снижения материалоемкости производства особенно актуальна. Одним из путей снижения материалоемкости является уменьшение припусков на обработку. Помимо роста материальных затрат, «закладываемых» в заготовку вместе со стоимостью материала, завышенные значения припусков ведут к росту

трудоемкости и энергозатрат при изготовлении изделий, снижению эффективности использования оборудования, в первую очередь с ЧПУ, и в конечном итоге к росту себестоимости изготовления изделия [3, с.7].

Определение припусков на механическую обработку состоит из двух основных этапов - определение величин припусков на обработку в соответствии с технологическими переходами ТП и определение размеров заготовки, в соответствии с техническими требованиями рабочего чертежа.

В настоящее время в машиностроении применяется два метода определения припусков на механическую обработку: опытно-статистический и расчетно-аналитический [4, с.3].

Так как в данном случае обработка ведется в трехкулачковом патроне с упором, то погрешность установки в радиальном направлении равна нулю ( $\varepsilon_y=0$ ), что имеет значение для рассчитываемого размера. В этом случае эта величина исключается из основной формулы для расчета минимального припуска [4, с.19].

Таблица 3 - Расчёт припусков и предельных размеров по технологическим переходам на обработку поверхности хвостовика  $\varnothing 45h6$

Технологические переходы обработки элементарной поверхности	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2Z_{min}$ , мкм	Расчетный размер $d_p$ , мм	Допуск $\delta$ , мкм	Предельные размеры, мм		Предельные значения припусков, мкм	
	$R_z$	T	$\rho$	$\varepsilon_y$				$d_{max}$	$d_{min}$	$2Z_{max}^{np}$	$2Z_{min}^{np}$
Заготовка (поковка черновая)	150	250	800	0		42,8	5000	47,8	42,8		
1. Точение черновое	50	50	48	0	2*1200	40,39	620	41,01	40,39	6790	2410
2. Точение чистовое	30	30	12	0	2*118	40,2	100	40,3	40,2	710	190
3. Шлифование черновое	10	20	6	20	2*72	40,05	39	40,089	40,05	211	150
4. Шлифование чистовое	5	15		0	2*36	40	16	40	39,984	89	66
Итого, $\Sigma$ :										7797	2816

Суммарное значение пространственных отклонений оси обрабатываемой поверхности  $\varnothing 40h6$  относительно оси центровых отверстий определится по формуле [5, с.13]:

$$\rho = \sqrt{\rho_{\text{кор}}^2 + \rho_{\text{см}}^2},$$

где:  $\rho_{\text{кор}}$ - коробление детали,  $\rho_{\text{см}}$ - смещение детали.

Коробление детали определим по формуле [5, с.13]:

$$\rho_{\text{кор}} = \Delta k \cdot l,$$

где:  $\Delta k$  – удельная кривизна заготовок на 1 мм длины,  $\Delta k = 0,45$  мкм [5, с.17];  $l$  – расстояние от обрабатываемого сечения до ближайшей опоры,  $l = 100$  мм.

Получаем:

$$\rho_{\text{кор}} = 0,45 \cdot 100 = 45 \text{ мкм} = 0,045 \text{ мм}.$$

Смещение детали определим по таблице [4, с.16, табл.2.10]:  $\rho_{\text{см}} = 0,8$

В итоге получаем:

$$\rho_{\text{заг}} = \sqrt{(0,045)^2 + (0,8)^2} = 0,8$$

Остаточное пространственное отклонение:

$$\rho_{\text{ост}} = k_y \cdot \rho_{\text{заг}},$$

где:  $k_y$ - коэффициент уточнения формы, который определяется по таблице 2.13 [5, с.18].

после черного точения  $\rho_1 = 0,06 \cdot 800 = 48$  мкм;

после чистового точения  $\rho_2 = 0,04 \cdot 800 = 32$  мкм;

после черного шлифования  $\rho_3 = 0,02 \cdot 800 = 16$  мкм.

Расчет минимальных значений припусков производим, пользуясь основной формулой:

$$2Z_{\text{min}} = 2(R_z + T + \rho),$$

где:  $R_z$ ,  $T$ - соответственно высота неровностей и глубина дефектного поверхностного слоя на предшествующем технологическом переходе, мкм;

$\rho$  - суммарное значение пространственных отклонений для элементарной поверхности на предшествующем переходе, мкм;

Минимальный припуск:

под черновое точение  $2Z_{\text{min}1} = 2(150 + 250 + 800) = 2 \cdot 1200$  мкм;

под чистовое точение  $2Z_{\text{min}2} = 2(50 + 50 + 48) = 2 \cdot 148$  мкм;

под черновое шлифование  $2Z_{\text{min}3} = 2(30 + 30 + 12) = 2 \cdot 72$  мкм;

под чистовое шлифование  $2Z_{\text{min}4}' = 2(10 + 20 + 6 + 20) = 2 \cdot 36$  мкм.

Так как наша заготовка подвергается термической обработке, то это приводит к некоторым деформациям, поэтому к погрешности установки для черного шлифования следует прибавить погрешность, который составляет 20 мкм. В таком случае получаем:

$$2Z_{\text{min}4} = 2 \cdot (36 + 20) = 2 \cdot 56$$

Графу “Расчётный размер” заполняем, начиная с конечного (чертёжного) размера путём последовательного прибавления расчётного минимального припуска каждого технологического перехода:

для черного шлифования  $d_{p4} = 39,984 + 0,112 = 41,096$  мм = 41,1 мм;

для чистового точения  $d_{p3} = 40,056 + 0,144 = 40,2$  мм;

для чернового точения  $d_{p2} = 40,4 + 0,296 = 40,696$  мм = 40,7 мм;

для заготовки  $d_{p1} = 40,696 + 2,4 = 43,096$  мм.

Значения допусков каждого технологического перехода и заготовки принимаем по таблицам в соответствии с качеством, используемого метода обработки.

Наименьший предельный размер определяем округлением расчётных размеров в сторону увеличения их значений. Округление производим до того же знака десятичной дроби, с каким дан допуск на размер для каждого перехода.

Наибольшие предельные размеры определяем прибавлением допусков к округлённым наименьшим предельным размерам:

$$\begin{aligned}d_{max4} &= 39,84 + 0,016 = 40 \text{ мм}; \\d_{max3} &= 40,05 + 0,039 = 40,089 \text{ мм}; \\d_{max2} &= 40,65 + 0,1 = 40,75 \text{ мм}; \\d_{max1} &= 41,5 + 0,62 = 42,12 \text{ мм}; \\d_{max \text{ заг.}} &= 44 + 5 = 49 \text{ мм}.\end{aligned}$$

Максимальные предельные значения припусков  $Z_{max}^{пр}$  равны разности наибольших предельных размеров, а минимальные значения  $Z_{min}^{пр}$  – соответственно разности наименьших предельных размеров предшествующего и выполняемого переходов:

$$\begin{aligned}2Z_{max4}^{пр} &= 40,089 - 40 = 0,089 \text{ мм}; \\2Z_{max3}^{пр} &= 40,75 - 40,089 = 0,661 \text{ мм}; \\2Z_{max2}^{пр} &= 42,12 - 40,75 = 1,37 \text{ мм}; \\2Z_{max1}^{пр} &= 49 - 42,12 = 6,88 \text{ мм}. \\2Z_{min4}^{пр} &= 40,05 - 39,984 = 0,066 \text{ мм}; \\2Z_{min3}^{пр} &= 40,65 - 40,05 = 0,6 \text{ мм}; \\2Z_{min2}^{пр} &= 41,5 - 40,65 = 0,85 \text{ мм}; \\2Z_{min1}^{пр} &= 44 - 41,5 = 2,5 \text{ мм}.\end{aligned}$$

Общие припуски  $Z_{O \text{ min}}$  и  $Z_{O \text{ max}}$  определяем, суммируя промежуточные припуски и записываем их значения внизу соответствующих граф.

$$\begin{aligned}2Z_{O \text{ min}} &= 66 + 600 + 850 + 2\ 500 = 4\ 016 \text{ мкм}; \\2Z_{O \text{ max}} &= 89 + 461 + 1\ 370 + 6\ 880 = 8\ 800 \text{ мкм}.\end{aligned}$$

Общий номинальный припуск определяем с учётом несимметричного расположения поля допуска заготовки:

$$Z_{O \text{ ном}} = Z_{O \text{ min}} + H_3 + H_d$$

Чтобы определить нижнее отклонение размера заготовки  $H_3$ , которое находим по ГОСТ 7505-89, мы должны определить группу поковки, группу сложности, класс точности, после чего определить индекс по табл. 2 ГОСТ 7505-89 и далее  $H_3$  из табл.3.

Так как у нас сталь 40X (0,4% углерода, 0,8-1,5% хрома), тогда поковка относится ко второй группе М2 (стали с содержанием углерода свыше 0,35 до 0,65 % или легирующих элементов свыше 2,0 до 5,0 %), к группе сложности С1,

из расчетов, приведенных ниже, и классу точности Т4, так как открытая штамповка [6, табл. 2, стр. 21].

Для определения степени сложности, мы находим коэффициент сложности, который рассчитывается по формуле [6, стр.18]:

$$K_c = \frac{V_{\text{п}}}{V_{\text{фиг}}} = \frac{\pi r^2 L}{(l_1 \pi (R_1^2 - r^2)) + (l_2 \pi (R_2^2 - r^2)) + \pi r^2 L},$$

где:  $V_{\text{п}}$ - объем поковки,  $V_{\text{фиг}}$ - объем фигуры,  $r$ - радиус поковки,  $L$ - длина поковки,  $R_1$  – радиус буртика,  $R_2$ - радиус рабочей части,  $l_1$  – длина буртика,  $l_2$ - длина рабочей части.

Получаем:

$$K_c = \frac{3,14 * 42,5^2 * 217}{(18 * 3,14 (58^2 - 42,5^2)) + (135 * 3,14 (47,5^2 - 42,5^2)) + 3,14 * 42,5^2 * 217} = \frac{1\ 230\ 743}{88\ 044 + 190\ 755 + 1\ 230\ 743} = 0,815.$$

Так как у нас  $K_c = 0,815$ , что относится к диапазону значений при  $0,63 < K_c < 1$ , что говорит о степени сложности С1 [5, стр.18]:

Масса поковки будет около 2 кг, тогда индекс будет 11, соответственно припуск по ГОСТ 7505-89 табл.8 будет  $d_{-1,7}^{+3,3}$  мм, соответственно  $H_3 = 3300$  мкм.

Тогда получаем:

$$Z_{O \text{ ном}} = 4\ 016 + 3300 + 16 = 7\ 332 \text{ мкм.}$$

Номинальный диаметр заготовки:

$$d_{3 \text{ ном.}} = d_{\text{д ном.}} + Z_{O \text{ ном}} = 39,984 + 7,332 = 47,316 \text{ мм} \approx 48 \text{ мм.}$$

Произведём проверку правильности расчётов:

$$\begin{aligned} Z_{\text{max}4}^{\text{пп}} - Z_{\text{min}4}^{\text{пп}} &= \delta_3 - \delta_4 \\ 289 - 66 &= 239 - 16 \\ 223 &= 223 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_{\text{max}3}^{\text{пп}} - Z_{\text{min}3}^{\text{пп}} &= \delta_2 - \delta_3 \\ 0,661 - 0,6 &= 100 - 39 \\ 61 &= 61 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_{\text{max}2}^{\text{пп}} - Z_{\text{min}2}^{\text{пп}} &= \delta_2 - \delta_3 \\ 1430 - 850 &= 620 - 100 \\ 520 &= 520 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_{\text{max}1}^{\text{пп}} - Z_{\text{min}1}^{\text{пп}} &= \delta_1 - \delta_2 \\ 6880 - 2500 &= 5000 - 620 \\ 4380 &= 4380 \end{aligned}$$

Соответственно расчеты произведены правильно.

## 2.6. Проектирование технологических операций

При глубоком сверлении предусмотрены специальное устройство, которое крепко держит заготовку, предотвращая вращение и точное угловое перемещение. В данном случае происходит вращение сверла.

Закрепление в хомутах чаще всего применяется при сверлении, но также предусмотрены и для некоторых фрезерных работ.

В таблице 7 приведены средства технологического оснащения для разных станков.

Переход – часть операции, осуществляемая на одном участке поверхности детали одним инструментом и при одном режиме резания.

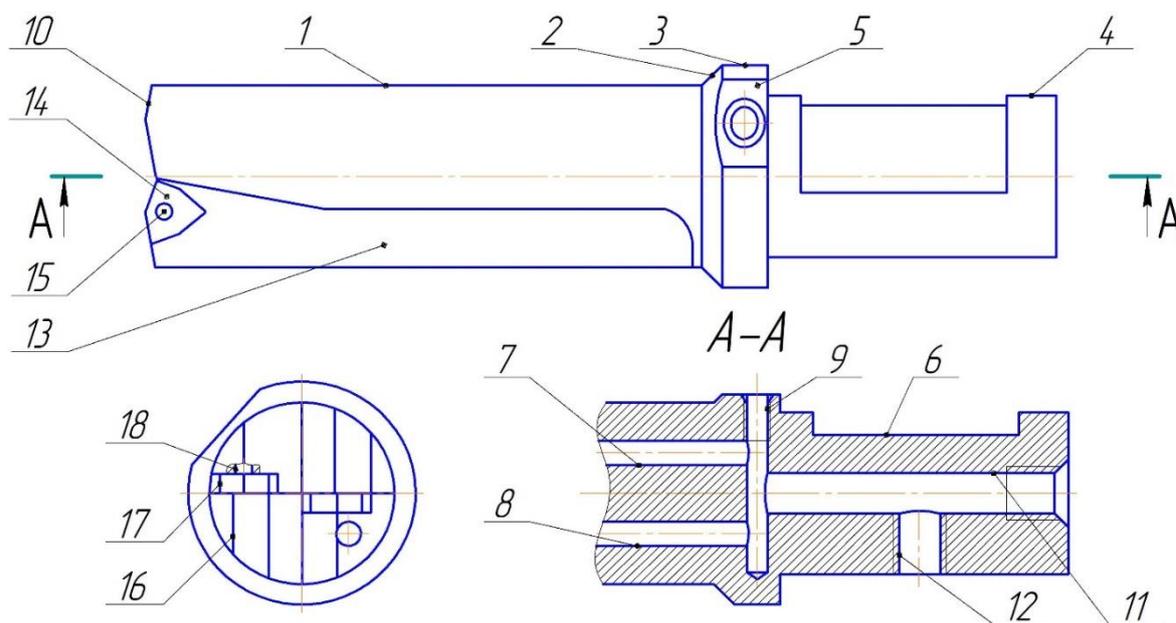


Рис.2. Поверхности сверла

На рисунке 2 изображены поверхности, которые были получены в результате обработки. Так как нам важно получить нужные отклонения размеров и формы, то мы должны учесть следующие факторы: шероховатость поверхности, ее отклонения формы. Чтобы обеспечить заданные требования мы должны для начала получить поверхность 1 путем точения. Для этого нам потребуется произвести один переход, который содержит пять ходов, так как снятие слоя металла за один ход составляет 2 мм при черновой обработке, и другой переход, содержащий в себе один ход, снимая 1 мм.

Далее мы получаем поверхность 2, при этом не переустанавливая заготовку. Для получения мы используем один переход и один ход токарным проходным отогнутым резцом.

После того как получили поверхность 1 и 2 мы должны сделать установку в трехкулачковом патроне на этой поверхности, так как она имеет меньшую шероховатость.

Когда мы сделали установку можем приступить к обработке поверхности 3. Для этого нам потребуется произвести один переход, который содержит один ход.

Далее мы получаем поверхность 4. Для получения мы используем один переход, имеющий семь ходов и другой, имеющий один ход.

Выполнив данные проходы, мы получили заготовку, в которой можно в качестве баз и установок использовать поверхности 1, 2, 3 и 4.

Поверхность 5 мы получаем путем фрезерования. Для этого нам понадобится один переход, содержащий в себе один ход.

После чего мы получаем поверхность 6 (паз). Он содержит один переход, включающий три хода.

Теперь мы можем использовать поверхность 5 и 6 в качестве установки для получения отверстий 7 и 8.

Путем установки в специальные приспособления получаем отверстия 7 и 8 за один переход и один ход каждое.

Поверхность 9 мы получаем путем сверления, а резьбу путем рассверливания отверстия и нарезание метчиком. Все это включает в себя три перехода и три хода.

Поверхность 10 мы получаем путем фрезерования. Она включает в себя один проход и 23 хода, так как у нас сложная поверхность.

Поверхность 11 мы получаем путем глубокого сверления, а резьбу путем рассверливания отверстия и нарезание метчиком. Все это включает в себя две установки (для глубокого и обычного сверления), три перехода и три хода.

Поверхность 12 мы получаем путем сверления, а резьбу путем рассверливания отверстия и нарезание метчиком. Все это включает в себя три перехода и три хода.

Поверхность 13 (уступ), получается путем фрезерования и включает в себя один переход и 12 ходов.

Поверхность 14 получаем за два перехода и семь ходов, а поверхность 15 за два перехода и за три хода.

Поверхности 16, 17 и 18 аналогичны 13, 14 и 15 соответственно. Окончательно получаем поверхность 4 шлифованием черновым, а затем чистовым. В итоге получаем два перехода по два хода. Итог подведем в таблицу 4.

Таблица 4 - Количество переходов, ходов, установок для каждой поверхности.

Поверхность	Количество переход	Количество ходов	Количество установок
1	1	5	1
2	1	1	1
3	1	1	1
4	4	10	1
5	1	1	1
6	1	3	1
7	1	1	1
8	1	1	1
9	3	3	1
10	1	23	1
11	3	3	2
12	3	3	1
13	1	12	1
14	2	7	
15	2	3	

16	1	12	1
17	2	7	
18	2	3	

Позиция – это определенное положение (фиксированное) обрабатываемой детали относительно режущего инструмента при неизменном ее закреплении.

В таблице 5 приведена количественная характеристика позиций для каждой операции.

Таблица 5 - Количество позиций.

Операция	Количество позиций
005 Заготовительная	1
010 Токарная	2
015 Токарная	2
020 Фрезерная	1
025 Сверлильная	1
030 Сверлильная	2
035 Фрезерная с ЧПУ	3
040 Слесарная	3
045 Контрольная	
050 Термическая	1
055 Кругло шлифовальная	1
060 Контрольная	
065 Контрольная	
070 Маркировочная	1

Средства технологического оснащения, основной и вспомогательный инструмент указаны в таблице 7.

Инструментальная оснастка это зажимающие, направляющие (или настроенные), установочные, делительные и поворотные устройства, а также механизированные (пневматические, механические, гидравлические и др.) приводы, предназначенные для перемещения установочных, зажимающих и прочих элементов. Иными словами, инструментальная оснастка представляет собой множество приспособлений, предназначенных для установки и крепления инструмента и заготовок, а также транспортировки деталей, изделий и заготовок, осуществления операций сборки [7].

В таблице 6 приведена основная оснастка для станков.

Таблица 6 - Оснастка для станков.

Станок	Оснастка для инструмента

Отрезной дисковый станок Ridgid 590L	
Сверлильный станок Stalex T-25	Резьбонарезной патрон, Быстросменный патрон В16.
Токарный станок 1К62	Резцедержатель.
Фрезерный станок СФ16-02	Цанга 7010-0031-d 10 ГОСТ 2876-80, патрон 6151-0033 ГОСТ 21054-75.
Фрезерный станок с ЧПУ СПФ-1	Цанга 7010-0031-d 10 ГОСТ 2876-80, цанга 7010-0031-d 5 ГОСТ 2876-80, цанга 7010-0031-d 3 ГОСТ 2876-80, патрон 2-30-20-100 ГОСТ 26539-85, патрон 2-30-18-100 ГОСТ 26539-85, патрон 2-30-5-90 ГОСТ 26539-85, патрон 2-30-3-90 ГОСТ 26539-85.
Кругло шлифовальный FM-750	Хомутик 7107-0067 ГОСТ 16488-70 (хомутик поводковый), центр 7032-0033 Морзе 4 ГОСТ 13214-79 (передний центр), патрон 6152-0133 ГОСТ 13334-67 (патрон поводковый).
Горизонтально-расточной станок TX 611 В/13	Патрон 6-В10 ГОСТ 8522-79.
Стандартный оптоволоконный лазерный маркиратор	Фокусная линза

Технический контроль- это проверка соответствия продукции или процесса, от которого зависит качество продукции, установленным стандартам или техническим требованиям.

Технический контроль - один из важнейших элементов системы управления качеством продукции. Его главная цель - предотвратить выпуск

продукции, не соответствующей требованиям нормативно-технической документации.

Эффективность и качество проведения контроля во многом зависят от организации контрольных работ.

Средства контроля - это изделия (приборы, приспособления, инструмент, испытательные стенды) и материалы (реактивы), используемые при контроле [8].

Правила выбора средства контроля сказаны в Р 50-609-39-01.

Стоит отметить, что наиболее простое и доступное средство контроля является визуальный метод. Недостаток этого метода является то, что можно увидеть дефекты, которые заметны только невооруженным глазом.

Наиболее применяемый метод, в нашем случае, будет инструментальный метод контроля. Он является достаточно точным методом.

Таблица 7 - Способ контроля и приборы для контроля.

Операция	Способ контроля	Прибор
005 Заготовительная	Инструментальный	Штангенциркуль ШЦ – П – 250 – 0,05 ГОСТ 166-89.
010 Токарная	Инструментальный, визуальный	Глубиномер ГМ 25 – 2 ГОСТ 7470-92, ШШЦ – 1 – 150 - 0,01 ГОСТ 166-89 (штангенциркуль с цифровой индикацией).
015 Токарная	Инструментальный	ШШЦ – 1 – 150 - 0,01 ГОСТ 166-89, (штангенциркуль с цифровой индикацией), глубиномер ГМ 50 – 2 ГОСТ 7470-92, прибор для измерения шероховатости поверхностей SJ-210.
020 Фрезерная	Инструментальный, визуальный	ШШЦ – 1 – 125 - 0,01 ГОСТ 166-89 (штангенциркуль с цифровой индикацией).
025 Сверлильная	Инструментальный, визуальный	ШШЦ – 1 – 125 - 0,01 ГОСТ 166-89 (штангенциркуль с цифровой индикацией), глубиномер ГМ 150 – 2 ГОСТ 7470-92.
030 Сверлильная	Инструментальный, визуальный	ШШЦ – 1 – 150 - 0,01 ГОСТ 166-89 (штангенциркуль с цифровой индикацией), глубиномер ГМ 50 – 2 ГОСТ 7470-92, угломер типа 1-2 ГОСТ 5378-88.

035 Фрезерная с ЧПУ	Инструментальный, визуальный	Штангенциркуль ШЦ – II – 250 – 0,05 ГОСТ 166-89.
035 Фрезерная с ЧПУ	Инструментальный	Глубиномер ГМ 25 – 2 ГОСТ 7470-92, ШШЦ – 1 – 125 - 0,01 ГОСТ 166-89 (штангенциркуль с цифровой индикацией), вставка 8261-3023/1 6Н ГОСТ 17756-72 (калибр пробка для отверстия), угломер УН1 ГОСТ 5378-88, прибор для измерения шероховатости поверхностей SJ-210.
040 Слесарная	Инструментальный, визуальный	Вставка 8261-3054/1 6Н ГОСТ 17756-72 (калибр пробка для резьбы), вставка 8261-3037/1 6Н ГОСТ 17756-72 (калибр пробка для резьбы).
050 Термическая	Визуальная	
055 Кругло шлифовальная	Инструментальный	Микрометр МКЦ 25-50 ГОСТ 6507-90, прибор для измерения шероховатости поверхностей SJ-210.
070 Маркировка	Визуальный	

После того как мы определили средства технологического контроля, можем приступить к расчету и выбору режимов обработки, но для начала уточним геометрию и материал режущего инструмента для рассматриваемых случаев режимов резания. Все сведем в таблицу 8.

Таблица 8 - Геометрия и материал режущего инструмента.

Инструмент	Геометрия	Материал
Резец 2103-0007 ГОСТ 18879-73	Угол в плане $\varphi=93^\circ$ .	T14K8
Фреза 2223-0003 ГОСТ 17026-71	4 зуба, диаметр $\varnothing 16$ мм, праворежущая	T15K6
Сверло 2300-2586 ГОСТ 10902-77	Общая длина – 101 мм, длина спирали – 63 мм, диаметр сверла $\varnothing 6,3$ мм.	T15K6

### 2.6.1. Режимы резания на токарном станке:

Чтобы рассчитать режимы резания нам нужно знать характеристики инструмента, которые даны в таблице 9.

Таблица 9 - Характеристика инструмента.

Инструмент	Геометрия
Резец 2100-2617 Т14К8 ГОСТ 28980-91	Угол в плане $\varphi=93^\circ$ .

Чтобы подобрать правильно режимы резания воспользуемся литературой [9].

Рассчитаем режимы резания для чернового точения. Для начала нам нужно подобрать подачу, воспользуемся [9, с.364,табл.11]  $S_{ч.т.} = 0,5$  мм/об, при глубине резания  $t = 1$  мм.

Так как у нас операция точения, то используем рекомендованную формулу для нахождения скорости резания [9, стр. 363]:

$$v = \frac{C_v}{T m_t x_s y} K_v,$$

где  $T$  – стойкость;  $t$ - глубина резания,  $C_v$  – коэффициент при обработке отрезным резцом ( $C_v=290$ ) [9, с.367, табл.17];  $m$ ,  $x$ ,  $y$ - показатели степени, зависящие от материала режущей части резца и вида обработки, в нашем случае материал Т15К6 и вид обработки – точение, получаем  $m = 0,2$ ,  $y = 0,35$ ,  $x = 0,15$  [9, с. 367, табл. 17,],  $s$  – подача,  $K_v$ - корректирующий коэффициент [9, стр. 358]:

$$K_v = K_{mv} K_{pv} K_{iv},$$

где  $K_{mv}$ - коэффициент, учитывающий качество обработки материала, возьмем марку стали 40Х ( $K_{mv}=1$ ) [9, табл.1, стр.360];  $K_{pv}$ - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки, возьмем прокат ( $K_{pv} = 0,9$ ) [9, с.361, табл.5,];  $K_{iv}$ - коэффициент, учитывающий влияние инструментального материала на скорость резания, возьмем материал инструмента Т15К6 ( $K_{iv}=0,65$ ) [9, с.361, табл. 6,]. Получаем  $K_{mv}=1$ ;  $K_{pv}=0,9$ ;  $K_{iv} = 0,65$ . С учетом подобранных коэффициентов получаем:

$$K_v = 1 * 1 * 1 = 0,585$$

Примем среднее значение стойкости  $T = 30$  мин, тогда скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{290}{30^{0,2} * 1^{0,15} * 0,5^{0,35}} 0,585 = \frac{290}{1,55} * 0,585 = 109 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Получив скорость, мы можем определить количество оборотов для станка [10, с.12]:

$$n = \frac{1000*v}{\pi*D},$$

где:  $\pi$  – постоянная,  $D$  – диаметр заготовки ( $D=56$  мм.).

Получаем:

$$n' = \frac{1000 * 109}{3,14 * 56} \approx 620 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Примем стандартное значения числа оборотов из паспорта станка  $n = 630$  об/мин.

Пересчитаем скорость с учетом принятого числа оборотов:

$$v = \frac{3,14 * 56 * 620}{1000} = 109,02 \text{ м/мин} \approx 109 \text{ м/мин}$$

Полученные режимы резания запишем в таблицу 10.

Таблица 10 - Режимы резания.

S, мм/об	v, м/мин.	n, об/мин.
0,5	109	630

### 2.6.2. Режимы резания на фрезерном станке:

Чтобы рассчитать режимы резания нам нужно знать характеристики инструмента, которые даны в таблице 11.

Таблица 11 - Характеристика инструмента.

Инструмент	Геометрия	Материал
Фреза 2223-0027 ГОСТ 17026-71	4 зуба, диаметр Ø50 мм	Твердый сплав Т15К6

Расчитаем режимы резания для поверхности 6.

Чтобы подобрать правильно режимы резания воспользуемся литературой [9].

Рассчитаем режимы резания для чернового фрезерования. Для начала нам нужно подобрать подачу, воспользуемся [9, с.406, табл.80]  $S_{ч.ф.} = 0,016$  мм/зуб, при глубине резания  $t = 4,5$  мм.

Используем рекомендованную формулу для нахождения скорости резания [9, стр. 406]:

$$v = \frac{C_v * D^q}{T^m t^x s^y B^u z^p} K_v,$$

где  $z$ - число зубьев фрезы ( $z = 4$ );  $B$ -ширина срезаемого слоя ( $B = 15$  мм);  $D$  – диаметр фрезы;  $T$  – стойкость;  $t$ - глубина резания,  $C_v$  – коэффициент при обработке фрезой ( $C_v = 234$ ) [9, с.407, табл.81];  $m, x, y$ - показатели степени, зависящие от материала режущей части фрезы и вида обработки, в нашем случае материал Т15К6 и вид обработки – полуступенчатое фрезерование, получаем  $m = 0,37, y = 0,26, x = 0,24; p, q, u$  – коэффициенты ( $p = 0,13, q = 0,44, u = 0,1$ ) [9, с. 407, табл. 81,],  $s$  – подача,  $K_v$ - корректирующий коэффициент [9, стр. 358]:

$$K_v = K_{mv} K_{pv} K_{iv},$$

где  $K_{mv}$ - коэффициент, учитывающий качество обработки материала, возьмем марку стали 40Х ( $K_{mv}=1$ ) [9, табл.1, стр.360];  $K_{pv}$ - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки, возьмем прокат ( $K_{pv} = 0,9$ ) [9, с.361, табл.5,];  $K_{iv}$ - коэффициент, учитывающий влияние инструментального материала на скорость резания, возьмем материал инструмента Т15К6 ( $K_{iv}=0,65$ ) [9, с.361, табл.6,]. Получаем  $K_{mv}=1$ ;  $K_{pv}=0,9$ ;  $K_{iv} = 0,65$ . С учетом подобранных коэффициентов получаем:

$$K_v = 1 * 0,9 * 0,65 = 0,585$$

Примем среднее значение стойкости  $T= 120$  мин [9, с.411, табл. 82], тогда скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{234 * 50^{0,44}}{120^{0,37} * 4,5^{0,24} * 0,016^{0,26} * 15^{0,1} * 4^{0,13}} * 0,585 = \frac{1\ 308,5}{5,3} * 0,585$$

$$= 144,4 \frac{\text{М}}{\text{МИН}}$$

Теперь можем рассчитать число оборотов, используя формулу [10, с. 45]:

$$n' = \frac{1000*v}{\pi*d},$$

где:  $\pi$  – постоянная,  $d$  – диаметр фрезы ( $d=40$  мм.).

Получаем:

$$n = \frac{1000 * 144,4}{3,14 * 50} \approx 920 \text{ об/мин}$$

Исходя из полученного значения назначим число оборотов соответствующие паспорту станка, получаем:  $n= 1060$  об/мин.

Пересчитаем скорость с учетом принятого числа оборотов:

$$v = \frac{3,14 * 50 * 1060}{1000} = 158 \text{ м/мин} \approx 160 \text{ м/мин}$$

Полученные режимы резания сведем в таблицу 12:

Таблица 12 - Режимы резания.

$S_0$ , мм/зуб	$v$ , м/мин	$n$ , об/мин
0,016	160	1060

### 2.6.3. Режим резания на сверлильном станке:

Чтобы рассчитать режимы резания нам нужно знать характеристики инструмента, которые даны в таблице 13.

Таблица 13 - Характеристика инструмента.

Инструмент	Геометрия	Материал
------------	-----------	----------

Сверло 2300-2586 ГОСТ 10902-77	Общая длина – 101 мм, длина спирали – 63 мм, диаметр сверла Ø6,3 мм.	Твердый сплав Т15К6
-----------------------------------	---	---------------------

Рассчитаем режимы резания для отверстия 9.

Чтобы подобрать правильно режимы резания воспользуемся литературой [9].

Рассчитаем режимы резания для сверления. Для начала нам нужно подобрать подачу, воспользуемся [9, с.381, табл. 35]  $S_{св.} = 0,2$  мм/об, при глубине резания  $t = 0,5 * D$  мм,

где  $D$  – диаметр сверла ( $t = 0,5 * 6,3 = 3,15$  мм).

Используем рекомендованную формулу для нахождения скорости резания [9,

стр. 381]:  $v = \frac{C_v * D^q}{T^{m_s y}} K_v$ ,

где  $T$  – стойкость;  $C_v$  – коэффициент при обработке фрезой ( $C_v=7$ ) [9, с.407, табл.81];  $m, y$  – показатели степени, зависящие от материала режущей части фрезы и вида обработки, в нашем случае материал Т15К6 и вид обработки – сверление, получаем  $m = 0,2, y = 0,7$ ;  $q$  – коэффициент ( $q=0,4$ ) [9, с. 407, табл. 81,],  $s$  – подача,  $K_v$  – корректирующий коэффициент [9, стр. 358]:

$$K_v = K_{mv} K_{пв} K_{ив},$$

где  $K_{mv}$  – коэффициент, учитывающий качество обработки материала, возьмем марку стали 40Х ( $K_{mv}=1$ ) [9, табл.1, стр.360];  $K_{пв}$  – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки, возьмем прокат ( $K_{пв} = 0,9$ ) [9, с.361, табл.5,];  $K_{ив}$  – коэффициент, учитывающий влияние инструментального материала на скорость резания, возьмем материал инструмента Т15К6 ( $K_{ив}=0,65$ ) [9, с.361, табл. 6,]. Получаем  $K_{mv}=1$ ;  $K_{пв}=0,9$ ;  $K_{ив} = 0,65$ . С учетом подобранных коэффициентов получаем:

$$K_v = 1 * 0,9 * 0,65 = 0,585$$

Примем среднее значение стойкости  $T = 8$  мин [9, с.384, табл. 40], тогда скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{7 * 6,3^{0,4}}{8^{0,2} * 0,2^{0,7}} 0,585 = \frac{14,62}{0,5} * 0,585 = 17,1 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Теперь можем рассчитать число оборотов, используя формулу [10, с. 67]:

$$n' = \frac{1000 * v}{\pi * d},$$

где  $\pi$  – постоянная,  $d$  – диаметр обработки ( $d=6,3$  мм.).

Получаем:

$$n = \frac{1000 * 17,1}{3,14 * 6,3} \approx 875 \text{ об/мин}$$

Исходя из полученного значения назначим число оборотов соответствующие паспорту станка, получаем:  $n = 960$  об/мин.

Пересчитаем скорость с учетом принятого числа оборотов:

$$v = \frac{3,14 * 6,3 * 960}{1000} \approx 18,99 \text{ м/мин} = 19 \text{ м/мин}$$

Полученные режимы резания сведем в таблицу 14:

Таблица 14 - Режимы резания.

$S$ , мм/об	$v$ , м/мин	$n$ , об/мин
0,2	19	960

## 2.7. Размерный анализ

Размерный анализ будем производить по литературе [11, с. 99].

Для начала нам нужно составить размерную схему технологического процесса изготовления сверла.

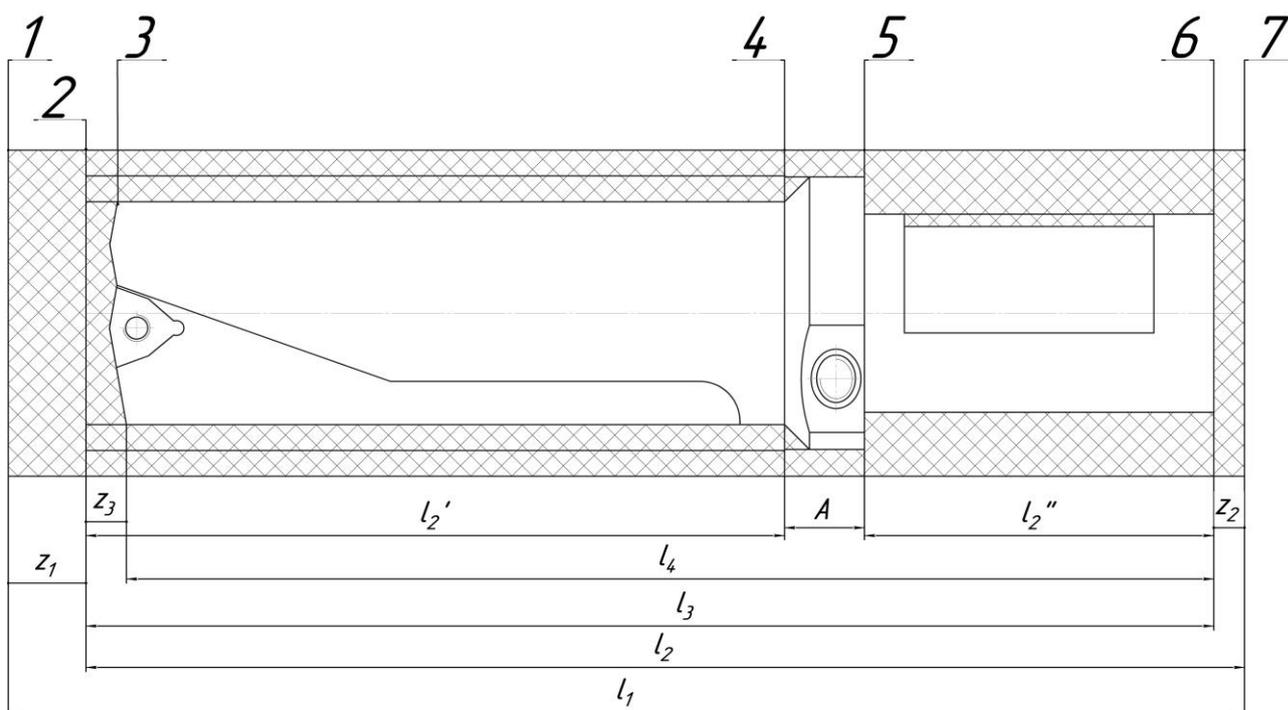
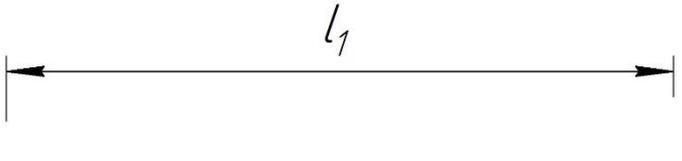
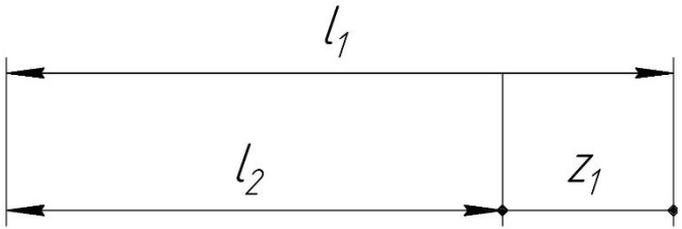
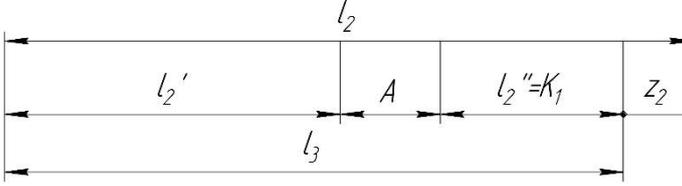
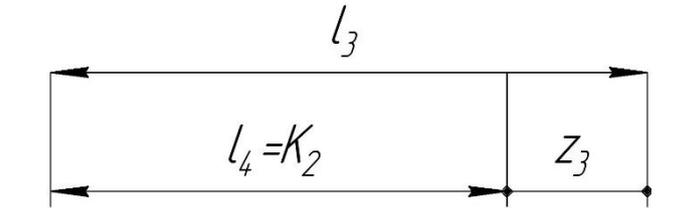


Рис 3. Размерная схема технологического процесса изготовления сверла.

Теперь мы можем перейти к построению размерных цепей. Запишем полученный результат в таблицу 15.

Таблица 15 - Размерная цепь.

Размерная цепь	Расчет припуска, мм.	Значение, мм.

		$l_1 = 232_{-1}$
	$z_1^{max} = l_1^{max} - l_2^{min}$ $= 232 - 229,5$ $= 2,5$ $z_1^{min} = l_1^{min} - l_2^{max}$ $= 231 - 230$ $= 1$	$l_2 = 230_{-0,5}$
	$z_2^{max} = l_2^{max} - l_3^{min}$ $= 232 - 229,5$ $= 2,5$ $z_2^{min} = l_2^{min} - l_3^{max}$ $= 231,5 - 230$ $= 1,5$	$l_3 = 228_{-0,5}$ $l_2'' = 70 \pm 1$ $l_2' = 138 \pm 0,5$
	$z_3^{max} = l_3^{max} - l_4^{min}$ $= 228 - 207,54$ $= 20,46$ $z_3^{min} = l_3^{min} - l_4^{max}$ $= 227,5 - 208$ $= 19,5$	$l_4 = 208_{-0,46}$

На основе размерных цепей строим граф технологических размеров.

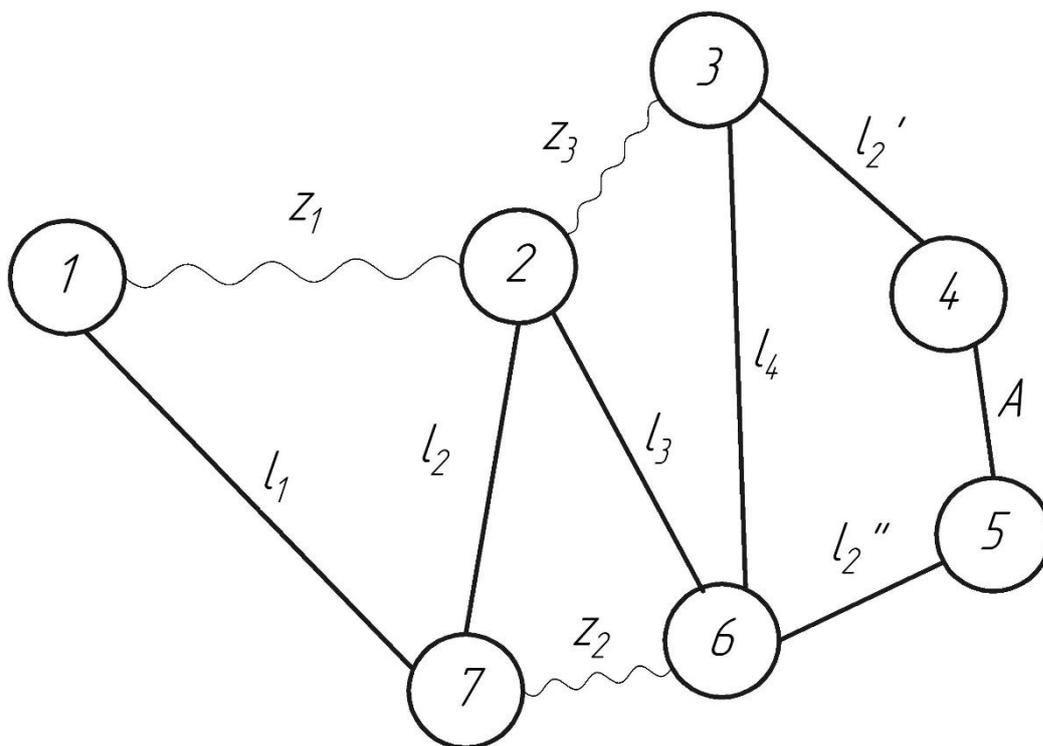


Рис. 4. Граф дерево.

Кроме размерной цепи обработки детали в осевом направлении, также построена размерная цепь обработки детали в диаметральном направлении.

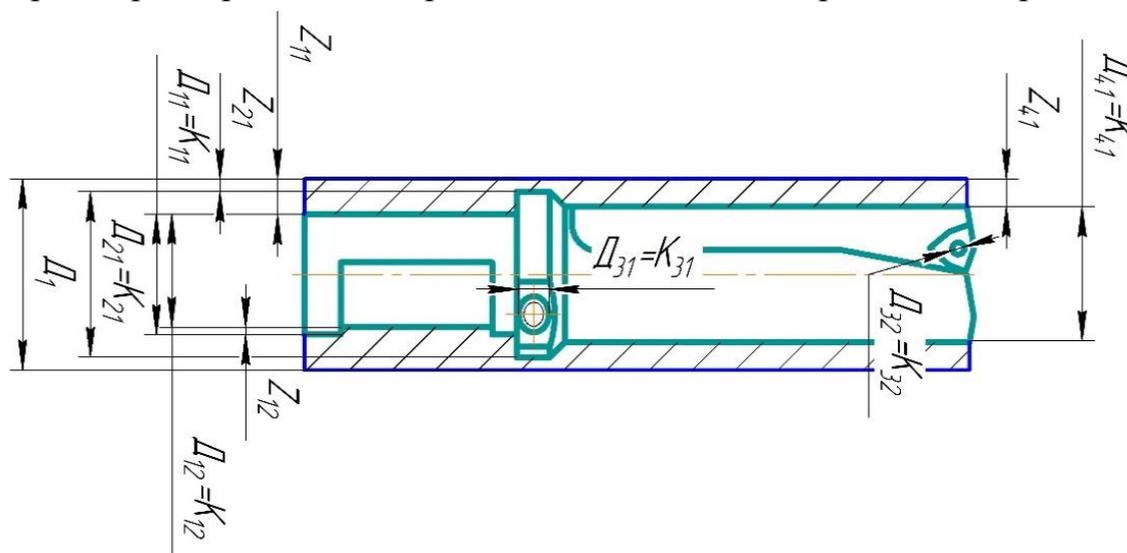
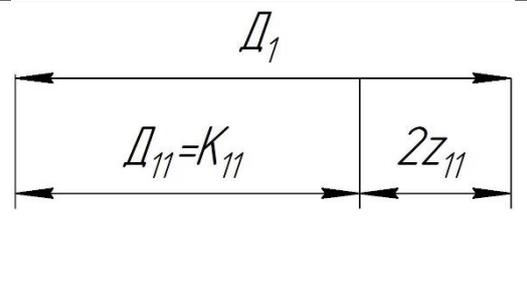
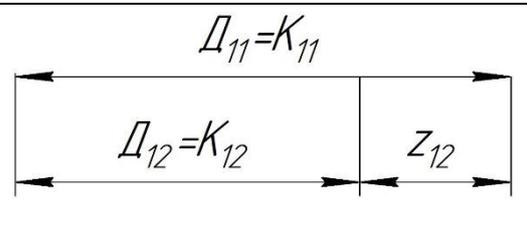
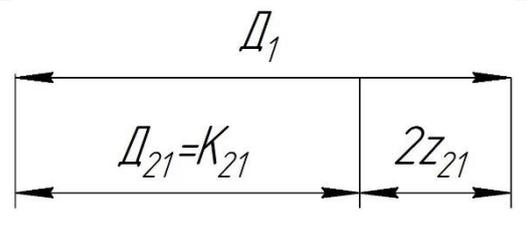
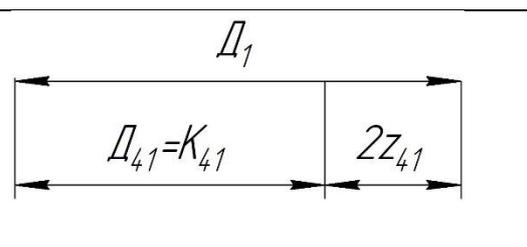


Рис. 5. Размерная цепь обработки детали в диаметральном направлении.

Теперь мы можем перейти к построению размерных цепей в диаметральном направлении. Запишем полученный результат в таблицу 16.

Таблица 16 - Размерные цепи в диаметральном направлении.

Размерная цепь	Расчет припусков, мм.	Значения, мм.

	$2z_{11} = D_1 - D_{11}$ $2z_{11}^{min} = 58_{-0,1} - 40 = 17,9$ $2z_{11}^{max} = 58^{+0,4} - 40_{-0,016} = 18,416$	$D_1 = 58_{-0,1}^{+0,4}$ $D_{11} = 40_{-0,016}$
	$2z_{12}^{min} = 40_{-0,016} - 35 = 4,984$ $2z_{12}^{max} = 40 - 35_{-0,25} = 5,25$	$D_{12} = 35_{-0,25}$
	$2z_{21}^{min} = 58_{-0,1} - 55 = 2,9$ $2z_{21}^{max} = 58^{+0,4} - 55_{-0,3} = 3,7$	$D_{21} = 55_{-0,3}$
	$2z_{41}^{min} = 58_{-0,1} - 45 = 12,9$ $2z_{41}^{max} = 58^{+0,4} - 45_{-0,1} = 13,5$	$D_{41} = 45_{-0,1}$

В результате размерного анализа были рассчитаны минимальные и максимальные припуски на обработку заготовки. Так же был построен граф дерево для вертикальных размеров, что показало верность подобранных размеров.

## 2.8. Разработка управляющих программ для станков с ЧПУ

Станок фрезерный с системой ЧПУ КТ GSK980MDa, класса точности Н. Так же предусмотрена система ЧПУ Siemens Sinumerik 840D.

Таблица 17 - Технические характеристики фрезерного станка с ЧПУ по металлу СПФ-1.

Система ЧПУ	КТ GSK980MDa
Класс точности	Н (по ГОСТ 8-82)

Мощность привода основного шпинделя (передача с зубчатым ремнем), кВт	2,6 (3,8)
Мощность дополнительного шпиндель-мотора, кВт	2,2 (2,5)
Суммарная мощность с трансформатором и станцией СОЖ, кВт	10 (11,5)
Номинальный крутящий момент шпинделя основного приводного, Нм	10 (15)
Номинальный крутящий момент шпиндель-мотора высокоскоростного (опция), Нм	0,88
Шпиндель основной приводной ось X, Нм	6
Шпиндель основной приводной ось Y, Нм	4
Шпиндель основной приводной ось Z, Нм	2,4
Частота, Гц	50
Напряжение, Вт	380
Потребляемый ток	переменный
Пределы частот вращения основного приводного шпинделя, оборотов/минуту	50-2500
Пределы частот вращения дополнительного шпинделя, оборотов/минуту	6000-24000
Перемещение стола по оси X, не более, мм	510
Перемещение каретки со шпинделем по оси Y, не более, мм	410
Перемещение шпинделя вертикальное по оси Z, мм	160
Дискретность перемещения стола, каретки и блока шпинделя от электрического маховичка в ручном режиме, мм	0,1; 0,01; 0,001
Пределы подач по осям X, Y, Z, мм/минуту	8-5000
Рабочая скорость по осям X/Y, мм/минуту	8000
Рабочая скорость по оси Z, мм/минуту	5000
Конус шпинделя	Морзе 2
Максимальный диаметр торцевой фрезы, мм	20
Смена инструмента	ручная
Точность позиционирования, не более, мм	0,02
Повторяемость, мм	0,01
Размер рабочего стола, мм	400 x 500
Количество/размер Т-образных пазов стола, штук/мм	4/12
Расстояние от шпинделя до поверхности стола, мм	240

Максимальные размеры окна портала (Н x В), мм	220 x 540
Максимальная масса детали, устанавливаемой на столе, мм	30
Габариты станка, мм	1160 x 1025 x 1140
Масса станка, кг	590
Габариты станка с кабинетным ограждением	1800 x 1400 x 2100
Масса станка с кабинетным ограждением, кг	820

Разработаем управляющую программу для станка, используя FeatureCAM - Delcam и с поправками запишем в таблицу 25, которая дана в приложении.

## 2.9. Техничко – экономические показатели технологического процесса.

Технологический процесс изготовления каждой детали можно разработать в нескольких вариантах. Наиболее приемлемый вариант выбирают, сопоставляя технико-экономические показатели, характеризующие сравниваемые варианты.

Важными технико-экономическими показателями технологического процесса являются трудоемкость и станкочасовое время. Трудоемкостью называют количество труда в человеко-часах, затрачиваемого на изготовление единицы продукции (деталь, узел, машину). Под станкочасовым временем понимают время работы технологического оборудования в станко-часах, необходимое для изготовления одной детали. В условиях автоматизированного производства при многостаночном обслуживании одним рабочим трудоемкость составляет часть станкочасового времени. При обслуживании одним рабочим одного станка трудоемкость и станкочасовое время будут одинаковыми. По станкочасовому времени рассчитывают количество потребных станков, по трудоемкости – количество рабочих [12].

Определим стоимость круглого проката Ст. 40Х диаметром  $\varnothing 58_{-0,1}^{+0,4}$  мм (точность проката В1) составляет 26 600 за тонну, что является примерно 219 метров. На заготовительную операцию требуется длина 23 см в случае мелкосерийного производства и 22 см в крупносерийном. В итоге получаем стоимость одной заготовки при мелкосерийном производстве:

$$P_{\text{заг}} = \frac{0,23}{219} 26\ 600 = 27,9 \approx 28 \text{руб./шт.}$$

При крупносерийном производстве:

$$P'_{\text{заг}} = \frac{0,22}{219} 26\ 600 = 26,7 \approx 27 \text{руб./шт.}$$

Стоимость пластины WCMX050308 MC2210 (ГОСТ 19048-80) составляет 75 руб./шт.

Стоимость винта (Винт М8-6g 12Н14 ГОСТ 1476-93) установочного Ø8 мм (ГОСТ 1476-93) составляет 12 руб./шт.,  
Ø12 мм за 16 руб./шт.

Стоимость винта (Винт А.М4-6g x 8 ГОСТ 17475-80) для пластины 1,1 руб./шт.

В нижеперечисленных таблицах приведены: заработная плата рабочим, стоимость оборудования. Все эти данные используются для расчета стоимости изготовления различными способами.

Таблица 18 - Заработная плата рабочим.

Профессия	Способ производства	Стоимость работы в час, руб./час
1. Станочник заготовительного оборудования	Мелкосерийное, крупносерийное	175
2. Штамповщик	Крупносерийное	170
3. Токарь	Мелкосерийное	215
4. Фрезеровщик	Мелкосерийное	190
5. Сверловщик	Мелкосерийное	185
6. Оператор станка с ЧПУ	Мелкосерийное, крупносерийное	285
7. Шлифовщик	Мелкосерийное	230
8. Маркировщик	Мелкосерийное	180
9. Слесарь (сборщик)	Мелкосерийное	180

Таблица 19 - Стоимость оборудования.

Вид оборудования	Модель	Стоимость, тыс. руб./шт.
Отрезной станок	Консольный ленточнопильный станок CARIF 450 BA CNC	560
Токарный станок	1К62	690
Сверлильный станок	SB P23 ST	120
Вертикально-фрезерный станок	СФ16	630
Горизонтально-расточной станок	ТХ 611 В/13	5 800

Фрезерный станок с ЧПУ	СПФ-1	2 800
Токарно-фрезерный станок с ЧПУ	Takisawa TMX 2000	15 400
Кругло шлифовальный станок с ЧПУ	FM-750	670
Стандартный оптоволоконный лазерный маркиратор	BML20FP	550
Гидравлический пресс для гибки, листовой и объёмной штамповки	КР 100	3 700
Электрическая тигельная печь	РТ-12/130 РСН	5 230
Промывочная ванна	БП-8.8.20	720

Исходя из приведенной выше таблицы подсчитаем затраты на оборудование и запишем их в таблицу 20.

Таблица 20 - Цены на оборудования.

	Мелкосерийное производство	Крупносерийное производство
Цена, тыс. руб.	560+690+5800+120+630+710+2800+670 + 550+5 230 +720= 18 480	560 + 3700 +5800+ 15400 + 710 + 670 + 550+5 230+720 =33 340

Чтобы подсчитать издержки на заработную плату рабочим, воспользуемся нормативами времени и запишем их в таблицу 21 [13].

Таблица 21 - Нормы времени.

Операция	Действия	Время, мин.
005	Установка заготовки в призмы	0,8
	Отрезать заготовку	1
	Снять деталь	0,07
010	Установить заготовку в трехкулачковый патрон	0,35
	Подрезать торец	0,7
	Центровать отверстие	0,12
	Поджать задним центром	0,2
	Точить поверхность	4*6
	Точить поверхность	6
	Смена резца поворотом резцовой головки	0,05

	Изменить величину подачи	0,04
	Установка инструмента	0,5
	Отвод/подвод инструмента	1,5
	Снять деталь	0,14
015	Установить заготовку в трехкулачковый патрон	0,35
	Подрезать торец	0,7
	Точить поверхность	2,8*9
	Точить поверхность	4,9
	Точить поверхность	5,6
	Центровать отверстие	0,23
	Сверлить отверстие	1,5
	Зенковать фаску	0,1
	Смена резца поворотом резцовой головки	0,05
	Изменить величину подачи	0,04
	Установить заготовку в трехкулачковый патрон	0,35
	Поджать задним центром	0,2
Точить поверхность	7,1	
Точить фаску	0,3	
020	Установка инструмента	0,5*4
	Отвод/подвод инструмента	2
	Снять деталь	0,14
020	Установить в специальное приспособление	0,32
	Фрезеровать лыску	0,17
	Фрезеровать паз	0,54
	Установка фрез	0,9
	Отвод/подвод фрез	1,1
	Снять деталь	0,1
025	Установить заготовку в призмы	0,25
	Центровать отверстие	0,24
	Сверлить отверстие	5,25*2
	Отвод/подвод сверла, центровочного сверла	0,7
	Снять деталь	0,1
030	Установить заготовку в призмы	0,8
	Центровать отверстие	0,12
	Сверлить отверстие	1,5
	Зенкеровать отверстие	0,7
	Зенковать фаску	0,1
	Нарезать резьбу	1,1
	Установка в самоцентрирующиеся тиски	0,24
	Центровать отверстие	0,23
	Сверлить отверстие	0,31
	Зенкеровать отверстие	1,05
Зенковать фаску	0,15	

	Отвод/подвод инструментов	0,9
	Установка инструмента	2,5
	Снять деталь	0,07
035	Установить заготовку в тиски	0,24
	Фрезеровать заготовку	10,4
	Снять деталь	0,07
035	Установить заготовку в призмы	0,8
	Фрезеровать уступы	15,2
	Центровать отверстие	0,1
	Сверлить отверстие	0,3
	Зенкеровать отверстие	0,64
	Зенковать фаску	0,1
	Установить заготовку в призмы	0,8
	Фрезеровать уступы	15,2
	Центровать отверстие	0,1
	Сверлить отверстие	0,3
	Зенкеровать отверстие	0,64
	Зенковать фаску	0,1
	Снять деталь	0,07
040	Установить заготовку в слесарные тиски	0,3
	Снять заусеницы	1,21
	Нарезать резьбу M12x1,5-6H на 15 <sup>+2</sup> мм	3
	Нарезать резьбу M12x1,5-6H на 18 <sup>+2</sup> мм	3,67
	Нарезать резьбу M4x0,8-6H на 5 <sup>+2</sup> мм	1,8
	Переустановить заготовку в слесарные тиски	0,3
	Нарезать резьбу M4x0,8-6H на 5 <sup>+2</sup> мм	1,8
	Снять деталь	0,07
050	Закалка	880,74
	Отпуск	330
	Поставить заготовку в печь	550
	Убрать заготовку с печи	0,06
	Охладить заготовку в масле	0,06
	Поставить заготовку в печь	0,5
	Убрать заготовку с печи	0,06
055	Установка шлифовальных кругов	6
	Установить заготовку в трехкулачковый патрон	0,35
	Шлифовать заготовку (черновое)	6,4
	Шлифовать заготовку (чистовое)	8,7
065	Установить заготовку в призмы	0,8
	Маркировать поверхность	0,5
070	Установить заготовку в слесарные тиски	0,3
	Сборка детали	2,51

075	Уложить деталь в ванну	0,06
	Промывать деталь	1,16
	Достать деталь	0,06
080	Завернуть деталь нитритно-уротропиновую бумагу	0,5
	Унести деталь на склад	5

Используя таблицу 21 подсчитаем затраты времени на каждую операцию и запишем их в таблицу 22.

Таблица 22 - Затраты времени на операцию.

Операция	Время на операцию, мин.	Подготовительно-заключительное время, мин.
005	1,87	1
010	33,6	9
015	51,36	9
020	3,13	1
025	11,79	6
030	9,77	8
035	10,71	14
040	34,35	
045	12,15	8
050	0,74	1
055	21,45	10
065	1,3	1
070	2,81	2
075	1,28	2
080	5,5	1,5

Теперь мы можем подсчитать затраты времени и стоимость работ, которые запишем в таблицу, приведенную ниже.

Таблица 23 - Затраты времени на операции и стоимость работ.

Мелкосерийное производство				Крупносерийное производство			
Вид работы	Стоимость, руб./ч.	Время на операции, мин.	Количество установов	Вид работы	Стоимость, руб./ч.	Время на операции, мин.	Количество установов
Станочник заготовительного оборудования	175	1,87	1	Станочник заготовительного оборудования	175	1,87	1
Сверловщик	185	21,56	6	Штамповщик	170	2	1

Токарь	215	84,96	3	Оператор станка с ЧПУ	285	93	5
Фрезеровщик	190	3,31	1	Шлифовщик	230	9	1
Оператор станка с ЧПУ	285	21,56	3	Маркировщик	180	1	1
Шлифовщик	230	21,45	1	Сверловщик	185	11,79	1
Маркировщик	180	1,3	1	Слесарь	180	9,15	2
Слесарь	180	9,15	2	Сборщик	180	3,31	2
Сборщик	180	3,31	2	Транспортировщик (маляр)	170	6,29	
Транспортировщик (маляр)	170	6,29					

В итоге, при мелкосерийном производстве уходит времени на изготовление одной детали:  
 $T=1,87+21,56+84,96+3,31+21,56+21,45+1,3+9,15+3,31-6,29=174,76$  мин. При крупносерийном производстве:  $T'=1,5+93+9+1+10+17=133,5$  мин.

Затраты на оплату труда. Для мелкосерийного производства:

$$\begin{aligned}
 P &= 175 \frac{1,87}{60} + 185 \frac{21,56}{60} + 215 \frac{84,96}{60} + 190 \frac{3,31}{60} + 285 \frac{21,56}{60} + 230 \frac{21,45}{60} \\
 &+ 180 \frac{1,3}{60} + 180 \frac{9,15}{60} + 180 \frac{3,31}{60} + 170 \frac{6,29}{60} \\
 &= 5,5 + 66,5 + 304,4 + 10,5 + 102,4 + 82,2 + 3,9 + 27,5 + 3,9 \\
 &+ 17,8 = 624,6 \frac{\text{руб.}}{\text{шт.}}
 \end{aligned}$$

Для Крупносерийного производства:

$$\begin{aligned}
 P' &= 175 \frac{1,8}{60} + 170 \frac{2}{60} + 285 \frac{93}{60} + 230 \frac{9}{60} + 180 \frac{1}{60} + 180 \frac{9,15}{60} + 180 \frac{3,31}{60} \\
 &+ 185 \frac{11,79}{60} + 170 \frac{6,29}{60} \\
 &= 5,5 + 5,7 + 441,8 + 23 + 3 + 27,5 + 9,9 + 36,4 + 17,8 \\
 &= 570,6 \frac{\text{руб.}}{\text{шт.}}
 \end{aligned}$$

Теперь подсчитаем окончательные постоянные издержки для мелкосерийного производства:

$$\begin{aligned}
 P_{\text{сум}} &= 28 + 75 * 2 + 12 + 16 + 1,1 * 2 + 624,6 = 208,2 + 624,6 \\
 &= 832,8 \text{ руб./шт.}
 \end{aligned}$$

Для Крупносерийного производства:

$$P'_{\text{сум}} = 27 + 75 * 2 + 12 + 16 + 1,1 * 2 + 570,6 = 778,8 \text{ руб./шт.}$$

Предположим, что наше сверло 3320-1068 MC2210 будем продавать за 1500 рублей, тогда получаем минимальное количество продаваемых сверл.

Для мелкосерийного производства:

$$N_{\text{min}} = \frac{18\,480\,000}{1500 - 832,8} \approx 27\,698 \text{ шт.}$$

Для Крупносерийного производства:

$$N'_{min} = \frac{33\,640\,000}{1500 - 778,8} \approx 46\,645 \text{ шт.}$$

Результаты расчетов сведем в таблицу 24.

Таблица 24 - Результаты расчетов.

	Мелкосерийное производство	Крупносерийное производство
Время на производство одного сверла (без учета термической обработки), мин.	174,76	133,5
Стоимость оборудования, тыс. руб.	18 480 000	33 640 000
Постоянные издержки, руб./шт.	832,8	778,8
Минимальное количество продаваемых сверл до окупаемости, шт.	27 698	46 645

В результате мы убедились в том, что при мелкосерийном производстве выгоднее использовать обычные станки без ЧПУ.

### 3. Проектирование гибкой производственной системы

Автоматизация производства в машиностроении представляет собой самостоятельную комплексную задачу, связанную с созданием нового современного оборудования, технологических процессов, систем организации производства и управления им, обеспечивающих повышение производительности труда, улучшение его условий, сокращение потребности в рабочей силе и, что не менее важно, снижение уровня производственного травматизма [14].

Специфичность современных задач автоматизации производства определяется тем, что в результате углубляющегося разделения труда, роста подетальной и технологической специализации снижается роль массового и крупносерийного производства в машиностроении.

Для решения поставленных задач в серийном производстве должны быть созданы условия, отвечающие по производительности крупносерийному, а по гибкости и приспособляемости - серийному производству. Сближение возможностей производств этих типов происходит на базе станков с ЧПУ, широкого внедрения в сферу производства ЭВМ, создания систем адаптативного управления процессом изготовления деталей на металлорежущих станках, внедрения в производство технологии групповой обработки деталей. Однако эффективность от этого внедрения может быть достигнута только при комплексном подходе, т.е. путем объединения станков и создания гибких

переналаживаемых систем, управляемых от ЭВМ, позволяющих автоматизировать трудоемкие процессы технологической подготовки производства, осуществлять оперативное планирование, диспетчеризацию, учет заготовок (деталей), управлять основным и вспомогательным оборудованием.

В этих системах определенное место отведено промышленным роботам (ПР) и манипуляторам, обеспечивающим не только повышение уровня автоматизации и производительность труда, но и возможность двух-, трех-сменной работы оборудования. Гибкая производственная система (ГПС) - совокупность в разных сочетаниях оборудования с ЧПУ, роботизированных технологических комплексов, гибких производственных модулей, отдельных единиц технологического оборудования и систем обеспечения их функционирования в автоматическом режиме в течение заданного интервала времени, обладающая свойством автоматизированной переналадки при производстве изделий произвольной номенклатуры в установленных пределах значений их характеристик.

По организационным признакам различают следующие виды ГПС: гибкая автоматизированная линия (ГАЛ), гибкий автоматизированный участок (ГАУ), гибкий автоматизированный цех (ГАЦ).

**Гибкая автоматизированная линия (ГАЛ)** - гибкая производственная система, в которой технологическое оборудование расположено в принятой последовательности технологических операций.

**Гибкий автоматизированный участок (ГАУ)** - гибкая производственная система, функционирующая по технологическому маршруту, в котором предусмотрена возможность изменения последовательности использования технологического оборудования.

**Гибкий автоматизированный цех (ГАЦ)** - гибкая производственная система, представляющая собой в различных сочетаниях совокупность гибких автоматизированных линий, роботизированных технологических линий, гибких автоматизированных, роботизированных технологических участков для изготовления изделий заданной номенклатуры.

Составные части ГПС следующие.

**Гибкий производственный модуль (ГПМ)** - единица технологического оборудования для производства изделия произвольной номенклатуры в установленных пределах значений их характеристик с программным управлением, автономно функционирующая, автоматически осуществляющая все функции, связанные с их изготовлением, имеющая возможность встраивания в гибкую производственную систему.

В общем случае в систему обеспечения функционирования ГПС входят:

- автоматизированная транспортно- складская система (АТСС);
- автоматизированная система инструментального обеспечения (АСИО);
- система автоматизированного контроля (САК);

- автоматизированная система удаления отходов (АСУО);
- автоматизированная система управления технологическими процессами (АСУТП);
- автоматизированная система научных исследований (АСНИ);
- система автоматизированного проектирования (САПР);
- автоматизированная система технологической подготовки производства (АСТПП);
- автоматизированная система управления (АСУ).

*Схема гибкой производственной системы*

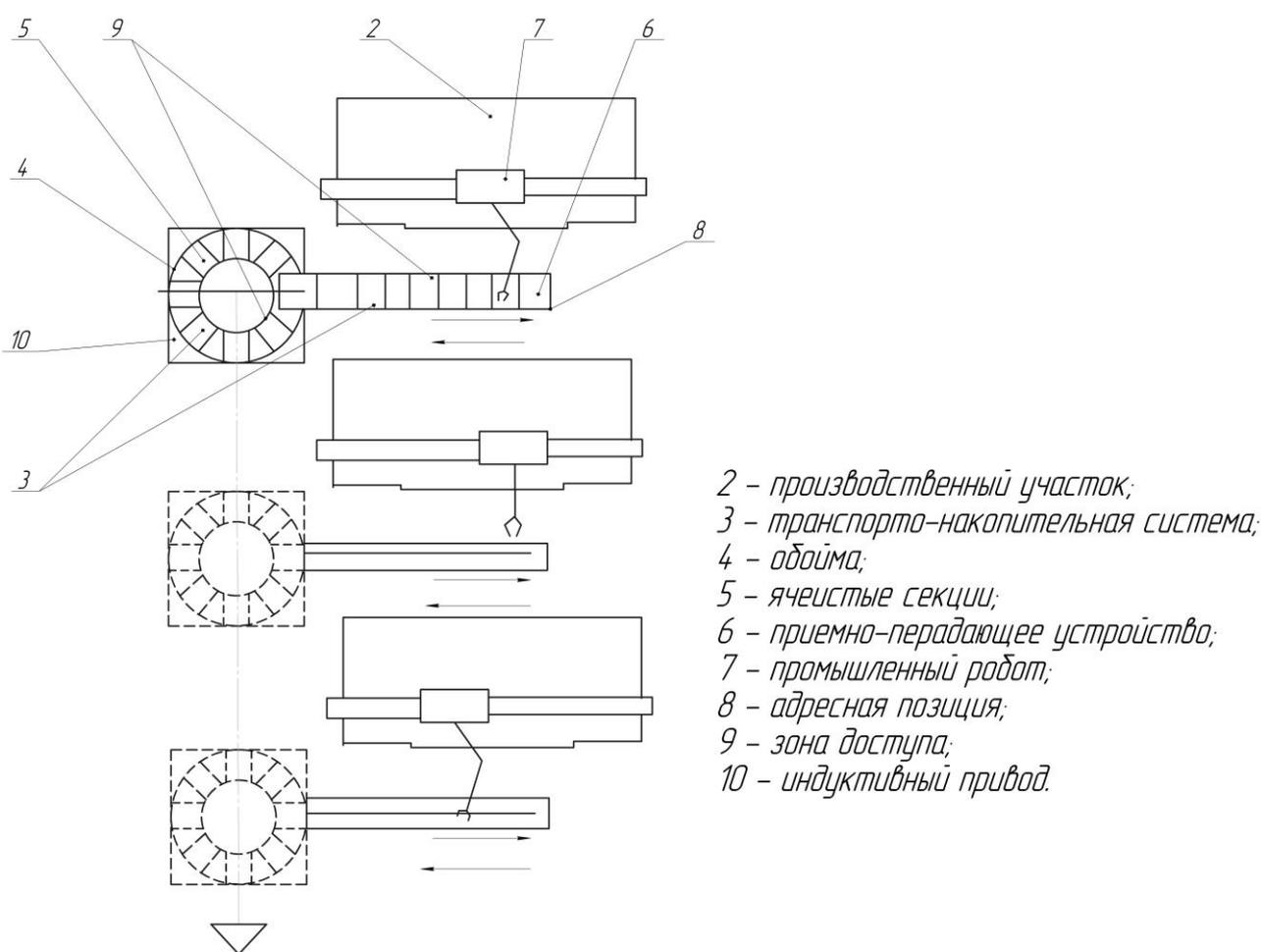


Рис. 5. Компановка автоматизированной транспортно-складской системы замкнутого типа.

#### 4. Разработка специального приспособления.

Специальные приспособления разрабатываются с целью уменьшения времени обработки детали, облегчения закрепления, невозможности применения стандартных приспособлений.

Для начала следует рассчитать силы зажима, которая определяется схемой установки и закрепления в приспособлении. Чтобы рассчитать силы зажима воспользуемся литературой [15, с. 157].

Данное приспособление было разработано с целью закрепления заготовки таким образом, чтобы обеспечивалось нужное усилие для зажима заготовки при фрезеровании и сохранялась простота и высокая скорость закрепления, а также возможность обработки нужных поверхностей за один установ.

Так как у нас наибольшие силы возникают при фрезеровании паза, то рассчитаем силу зажима для этого случая.

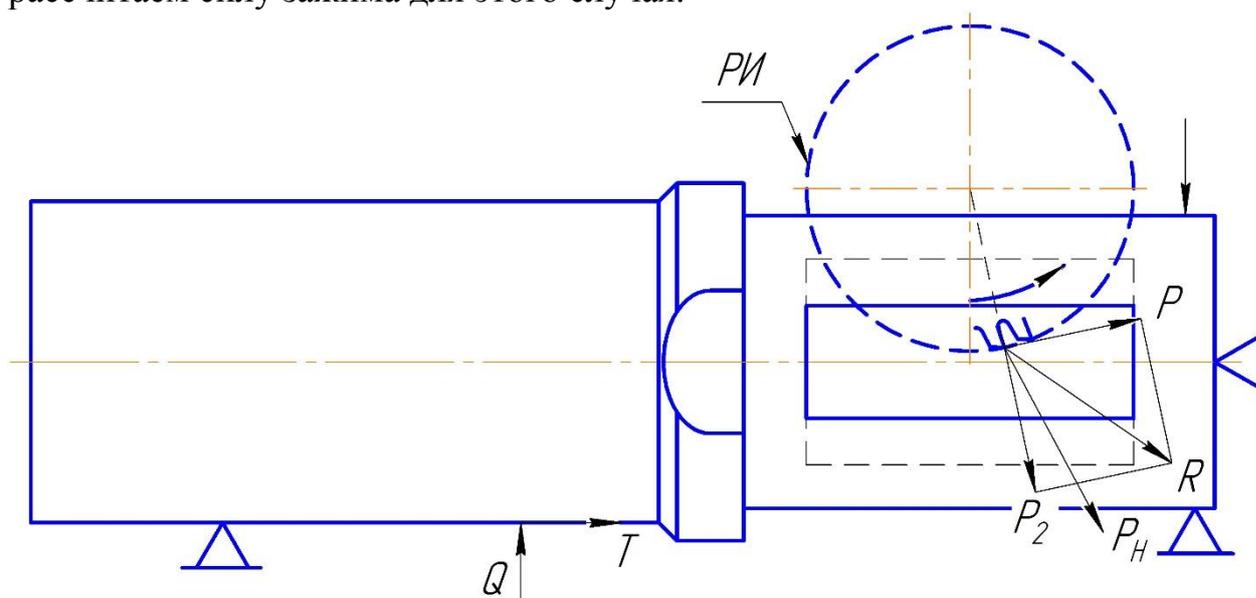


Рис. 6. Силы при фрезеровании.

На рисунке изображены следующие силы:  $P_2$  – радиальная сила резания,  $R$  – равнодействующая,  $P$  – окружная,  $P_n$  – горизонтальная,  $Q$  – сила зажима,  $T$  – сила трения.

При фрезеровании деталь базируется основанием и боковой плоскостью с упором в торец (рис. 5). Применяемый зажим, действует нормально к поверхности заготовки, должен создать силу зажима, препятствующую перемещению обрабатываемой заготовки под действием горизонтальной составляющей силы резания  $P_n$ . Как известно, сила трения равна произведению силы зажима на коэффициент трения:

$$T = Qf.$$

Надежность зажима обеспечивается условием:

$$Qf \geq kP_n$$

Из вышеуказанного уравнения найдем  $Q$ :

$$Q = \frac{kP_n}{f},$$

где  $f$  – коэффициент трения, равный  $f = 0,1$  [15, с. 158];

$k$  – коэффициент запаса, равный  $k=1,4$  [15, с. 152].

Следует отметить, что горизонтальная составляющая силы резания  $P_n$  представляет усилие, которое необходимо приложить к зажиму для осуществления рабочей подачи [14].

$$P_n = (0,4 \div 0,5) * P$$

Найдем главную составляющую силу резания по формуле [9, с. 406]:

$$P = \frac{10 C_p t^x s^y v^u}{D^q n^w} K_{up},$$

где  $D$  – диаметр фрезы ( $D=50$  мм);  $C_v$  – коэффициент при обработке фрезой ( $C_v=101$ ) [9, с. 412, табл. 83];  $x, y, n$  – показатели степени, зависящие от материала режущей части фрезы и вида обработки, в нашем случае материал Т15К6 и вид обработки – полуступенчатое фрезерование, получаем  $y = 0,75$ ,

$x = 0,88, u=1; w, q$  – коэффициенты ( $w=0, q=0,87$ ) [9, с. 412, табл. 83],  $s$  – подача ( $s=4*0,016=0,064$ ),  $n$  – число оборотов ( $n= 1800$ ),  $v$  – скорость резания ( $v=44,2$  м/мин.),  $K_{up}$  – поправочный коэффициент, учитывающий качество материала ( $K_{up}= 0,75$ ) [8, с. 362, табл. 9].

Получаем:

$$P = \frac{10 * 101 * 0,5^{0,75} 44,2^1}{50^{0,87} 1800^0} 0,75 = 662,1 \text{ Н}$$

Теперь можем найти  $P_n$ :

$$P_n = (0,4 \div 0,5) * P = 662,1 * 0,5 = 331 \text{ Н.}$$

Так как все нужные параметры нашли, теперь можно приступить к расчету силы зажима.

$$Q = \frac{1,4 * 662,1}{0,1} = 9\ 269,4 \text{ Н}$$

Теперь следует проверить болты на прочность. Для начала запишем исходные данные:

Осевое усилие на болты:  $F_w = 9300 \text{ Н.}$

Поперечное усилие на болты:  $Q_w = 0 \text{ Н.}$

Марка стали болтов: 40.

Допускаемое напряжение при переменной нагрузке, действующей от нуля до максимума и от максимума до нуля (пульсирующая) [17, табл. 2]:

- на растяжение:  $[\sigma]^{20} = 130 \text{ МПа};$

- на срез:  $[\tau]^{20} = 65 \text{ МПа.}$

Номинальный диаметр резьбы болта:  $D = 10 \text{ мм.}$

Шаг резьбы болта:  $P = 1,5 \text{ мм [18, табл. 2].}$

Диаметр резьбы по впадинам:  $d_3 = 8,16 \text{ мм [18, табл. 3].}$

Коэффициент полноты резьбы:

болта:  $K_1 = 0,75 [18, табл. 4].;$

Коэффициент деформации витков:  $K_m = 0,6 [18, табл.5].$

Коэффициенты наличия смазки:  $\zeta = 0,13 [18, табл. 5].;$

Воспользуемся литературой [19] для расчета соединения, получаем:

Площадь сечения болта:

$$A_w = \frac{1}{4}\pi(d_3^2 - d^2) = \frac{1}{4}\pi(8,16^2 - 0^2) = 52,3 \text{ мм}^2.$$

Площадь сечения тела болта:

$$A_D = \frac{1}{4}\pi(D^2 - d^2) = \frac{1}{4}\pi(10^2 - 0^2) = 78,5 \text{ мм}^2.$$

Момент сопротивления сечения кручению:

$$W_w = \frac{1}{16}\pi D^3 (1 - d^3/D^4) = \frac{1}{16}\pi \times 8,16^3 (1 - 0^3/8,16^4) = 106,6 \text{ мм}^3.$$

Крутящий момент при затяжке:

$$M_k = \zeta F_w D / z = 0,13 \times 9300 \times 10 / (2) = 6045 \text{ Нмм}.$$

Напряжения среза по резьбовой части:

$$\tau_w = Q_w / (A_w z) = 0 / (52,3 \times 2) = 0 \text{ МПа} < 65 \text{ МПа} - \text{выполнено}.$$

Напряжения среза тела болта:

$$\tau_w = Q_w / (A_D z) = 0 / (78,5 \times 2) = 0 \text{ МПа} < 65 \text{ МПа} - \text{выполнено}.$$

Напряжения растяжения в болте:

$$\sigma_w = F_w / (A_w z) = 9300 / (52,3 \times 2) = 88,9 \text{ МПа} < 130 \text{ МПа} - \text{выполнено}.$$

Напряжения среза резьбы в болте:

$$\tau_p = F_w / (\pi d_3 h z K_1 K_m) = 9300 / (\pi \times 8,16 \times 10 \times 2 \times 0,75 \times 0,6) = 40,3 \text{ МПа} < 65 \text{ МПа} - \text{выполнено}.$$

Напряжения кручения в болте:

$$\tau_{sw} = M_k / W_w = 6045 / 106,6 = 56,7 \text{ МПа} < 65 \text{ МПа} - \text{выполнено}.$$

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
4A21	Образцову Александру Евгеньевичу

<b>Институт</b>	<b>ИФВТ</b>	<b>Кафедра</b>	<b>ФВТМ</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	Машиностроение

**Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:**

Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения.	<i>Объектом исследования является производственных технологический процесс детали типа «Сверло».</i>
--	--

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

<b>1. Производственная безопасность:</b> Анализ выявленных вредных и опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения.	<i>Движущиеся машины и механизмы; повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны; повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов и заготовок; повышенные уровни шума и вибрации на рабочих местах; недостаточная освещенность рабочей зоны; острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования, электрический ток.</i>
<b>2. Экологическая безопасность:</b>	<i>Источники загрязнения гидросферы: использованная смазочно – охлаждающая жидкость для механической обработки деталей. Источники загрязнения литосферы: ветошь, мазут, стружка.</i>
<b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	<i>Возможные чрезвычайные ситуации на производстве: пожар.</i>
<b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b>	<i>Правовые и организационные нормы трудового законодательства.</i>

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Анищенко Ю.В.	к.т.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
4A21	Образцов Александр Евгеньевич		

## 5. Социальная ответственность

Объект исследования в данной ВКР; производственный технологический процесс детали типа «Опора».

Цель раздела: определить основные опасные и вредные факторы, влияющие на рабочих, основные виды загрязнений окружающей среды и борьба с ними, разновидности и правила поведения в чрезвычайных ситуациях, правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

### 5.1 Производственная безопасность

Производственная безопасность – это система организационных мероприятий и технических средств, уменьшающих вероятность (риск) воздействия на рабочих, опасных производственных факторов до приемлемого уровня. Для выбора опасных факторов на данном производстве используем ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». Проанализировав всевозможные опасные и вредные факторы на данном производстве, занесем их в таблицу 1, приведем нормативные документы, которые регламентируют действие каждого выявленного фактора.

Таблица 1.  
Опасные и вредные факторы при проведении технологических операций.

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1. Заготовительная операция: станок Ridgid 590L	1. Отсутствие или недостаток естественного света. 2. Повышенный уровень шума. 3. Недостаточная освещенность. 4. Монотонность труда. 5. Повышенная или пониженная температура	1. Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования. 2. Электрический ток. 3. Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; 4. Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов.	Освещение: СанПиН 52.13330.2011; Шум: СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96; Монотонность труда: СанПиН 2.2.2.540-96; Отопление: СанПиН 60.13330.2012; Безопасность рабочих мест: ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ; Производственное
2. Токарная: станок 1K62			
3. Фрезерная: станок СПФ-1			
4. Сверлильная: станок Stalex T-25			
5. Сверлильная: станок ТХ 611 В/13			

	воздуха рабочей зоны.		оборудование: ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ; Электричество: ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ; Производственные процессы: ГОСТ 12.3.002-75 ССБТ.
6. Фрезерная: станок с ЧПУ СПФ-1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны.</li> <li>2. Отсутствие или недостаток естественного света.</li> <li>3. Недостаточная освещенность.</li> </ol>		
7. Термическая: оборудование РТ-12/130 РСН	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны.</li> <li>2. Повышенная или пониженная влажность воздуха;</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования.</li> <li>2. Электрический ток.</li> <li>3. Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов.</li> </ol>	<p>Отопление: СанПиН 60.13330.2012; Влажность: СанПиН 2.1.2.2645-10; Безопасность рабочих мест: ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ; Производственное оборудование: ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ; Электричество: ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ; Производственные процессы: ГОСТ 12.3.002-75 ССБТ.</p>
8. Шлифовочная: станок <u>FM-750</u>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отсутствие или недостаток</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Острые кромки, заусенцы и шероховатость на</li> </ol>	<p>Освещение: СанПиН 52.13330.2011;</p>

	<p>естественно го света.</p> <p>2. Повышенны й уровень шума.</p> <p>3. Недостаточ ная освещеннос ть.</p> <p>4. Монотонно сть труда.</p> <p>5. Повышенна я или пониженная температура воздуха рабочей зоны.</p>	<p>поверхностях заготовок, инструментов и оборудования.</p> <p>2. Электрический ток.</p> <p>3. Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования;</p> <p>4. Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, матери алов.</p>	<p>Шум: СанПиН 2.2.4/2.1.8.562- 96;</p> <p>Монотонность труде: СанПиН 2.2.2.540-96;</p> <p>Отопление: СанПиН 60.13330.2012;</p> <p>Безопасность рабочих мест: ГОСТ 12.2.061- 81 ССБТ;</p> <p>Производственн ое оборудование: ГОСТ 12.2.061- 81 ССБТ;</p> <p>Электричество: ГОСТ 12.1.030- 81 ССБТ;</p> <p>Производственн ые процессы: ГОСТ 12.3.002- 75 ССБТ.</p>
<p>9. Промывочная: ванна БП-8.8.20</p> <p>10.Сборка</p> <p>11.Консервация</p>	<p>1. Повышенна я или пониженная температура воздуха рабочей зоны.</p> <p>2. Повышенна я или пониженная влажность воздуха;</p>	<p>1. Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования;</p> <p>2. Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования.</p>	<p>СанПиН микроклимат: 2.2.4.548-96;</p> <p>Безопасность рабочих мест: ГОСТ 12.2.061- 81 ССБТ;</p> <p>Влажность: СанПиН 2.1.2.2645-10;</p> <p>Производственн ые процессы: ГОСТ 12.3.002- 75 ССБТ.</p>

Далее более подробно изучим выявленные вредные и опасные факторы. Рассмотрим каждый фактор на предмет источника возникновения фактора и характера природы фактора. Приведем допустимые нормы с необходимой

размерностью, а также средства индивидуальной и коллективной защиты для минимизации воздействия фактора.

### **Превышение уровней шума и вибрации**

Источником возникновения данного фактора является пресс ТМП модель КА 8538, молот большой массой ударяет по детали по- количеству раз, что приводит к большому шуму и вибрации не только цеха, в котором он находится, но и расположенного вблизи соседнего цеха. Данный фактор относится к природе физического характера. Согласно СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96, допустимый уровень шума в производственных помещениях не должен превышать 80 дБ. Вид вибрации – общая, третьей категории, то есть, технологическая вибрация, воздействующая на человека на рабочих местах стационарных машин или передающаяся на рабочие места, не имеющих источников вибрации. Для того чтобы минимизировать воздействия вибрационного фактора, нужно соорудить отдельный цех по горячеобъемной штамповки, под пресс постелить бетонное покрытие необходимой толщины, чтоб снизить уровень вибрации. Чтобы снизить воздействие фактора шума, необходимо оснастить группу рабочих, которые работают непосредственно с данным оборудованием, бирушами или специальными наушниками.

### **Отклонение параметров микроклимата**

Основные виды работ, выполняемые рабочими, по степени физической тяжести, относятся к категории средних работ. Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений, в соответствии с периодом года и категорией работ, согласно СанПиН 2.2.4.548-96 предоставлены в таблице 2.

Таблица 2.

Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхности, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Категория Пб (233...290)	17-19	16-20	40-60	0,2
Теплый	Категория Пб (233...290)	19-21	18-22	40-60	0,2

В помещении должна быть предусмотрена система отопления, функционирующая в зимнее время, которая обеспечивает достаточное, постоянное и равномерное нагревание воздуха.

### **Недостаточная освещенность**

Освещённость – физическая величина, характеризующая освещение поверхности, создаваемое световым потоком, падающим на эту поверхность.

Хорошее освещение действует тонизирующее, создаёт хорошее настроение, улучшает протекание основных процессов нервной высшей деятельности. Улучшение освещённости способствует улучшению работоспособности даже в тех случаях, когда процесс труда практически не зависит от зрительного восприятия.

Работая при освещении плохого качества или низких уровней, люди могут ощущать усталость глаз и переутомление, что приводит к снижению работоспособности. В ряде случаев это может привести к головным болям. Причинами во многих случаях являются слишком низкие уровни освещенности, слепящее действие источников света и соотношение яркостей, которое недостаточно хорошо сбалансировано на рабочих местах.

В производственных помещениях, в случаях преимущественной работы с деталями, допускается применение системы комбинированного освещения (к общему освещению дополнительно устанавливаются светильники местного освещения, предназначенные для освещения зоны расположения деталей, инструментов и т.д.).

Освещенность на рабочих поверхностях столов в зоне размещения детали должна быть 500 лк.

### **Электрический ток**

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

Оборудование должно подключаться к сети, которая имеет защитное заземление.

Электрический ток, проходя через организм человека, оказывает тепловое (ожоги, нагрев сосудов), механическое (разрыв тканей, сосудов при судорожных сокращениях мышц), химическое (электролиз крови), биологическое (раздражение и возбуждение живой ткани) или комбинированное воздействие.

Основными средствами и способами защиты от поражения электрическим током являются: недоступность токоведущих частей для случайного прикосновения; защитное заземление, зануление или отключение; вывешивание предупреждающих надписей; контроль за состоянием изоляции электрических установок.

Требования электробезопасности электроустановок производственного назначения на стадиях проектирования, изготовления, монтажа, наладки,

испытаний и эксплуатации, а также технические способы и средства защиты, обеспечивающие электробезопасность электроустановок различного назначения приведены в ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ «Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты».

### **Термическая опасность**

Источником данного фактора может возникнуть горячий инструмент, заготовка, поверхности оборудования и др. Характер фактора – физический. Термические опасности могут приводить к:

- ожогам и ошпариванию из-за соприкосновения с предметами или материалами, имеющими чрезвычайно высокую или низкую температуру, вызванную, например, пламенем или взрывом, а также излучением источников тепла;
- ущерб здоровью из-за воздействия высокой или низкой температуры окружающей производственной среды.

Работники, связанные с термической обработкой заготовки (детали) должны иметь при себе средства индивидуальной защиты: специальные защитные очки, индивидуальные средства защиты органов дыхания, перчатки, прихваты, прижимы и др. Данные средства защиты подойдут и для защиты от механических повреждений, таких как, острые кромки, шероховатость поверхностей заготовки и др.

## **5.2 Экологическая безопасность**

В результате изготовления детали по технологическому процессу, был выявлен источник загрязнения гидросферы – использованная смазочно – охлаждающая жидкость для обработки детали.

Приготовление жидкости состоит в смешении масла с водой и эмульгатором. Все масляные эмульсии обладают большой устойчивостью. При обычном отстаивании в течение 3 месяцев концентрация масла снижается всего на 10—20 %. Обычно срок службы эмульсий не превышает 1 мес.

Сброс отработанных СОЖ в канализацию наносит вред окружающей среде и является расточительным. Утилизация отработанных СОЖ проводится путем разрушения эмульсии, разделения ее на компоненты и очистки последних. Содержание масла в СОЖ достигает 50 г/л, а количество СОЖ, подлежащих замене на предприятии, составляет от 1 до 300 м<sup>3</sup>/сут. Поэтому регенерация отработанных эмульсий на предприятиях экономически эффективна.

Для разрушения эмульсий применяют следующие методы:

- центрифугирование,
- реагентную коагуляцию,
- термический метод,
- а также их комбинацию.

На данном предприятии предлагается применять метод центрифугирования. В процессе центрифугирования при большой частоте вращения происходит разрушение коллоидной системы, в результате которого масло, имеющее меньшую плотность, чем вода, отделяется от дисперсионной среды. Для облегчения этого процесса в эмульсию добавляют кислоту, в присутствии которой разрушается гидратная оболочка эмульгатора на поверхности частиц масла. Содержание ее в смеси должно обеспечивать рН среды, равный 1-2, что требует изготовления центрифуги в кислотостойком исполнении.

Таким образом, задача с утилизацией использованной смазочно-охлаждающей жидкости решена.

Кроме гидросферы происходит загрязнение литосферы. Основными источниками являются: ветошь, мазут, стружка.

Для утилизации ветоши применяют специальные контейнеры. При протечке мазута ищут неисправность в станке или оборудовании, а для того чтобы он не загрязнял почву используют специальные стеллажи. Для утилизации стружки используют специальные приспособления, а также предусмотрена уборка рабочей зоны после изготовления детали.

### **5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Чрезвычайными ситуациями на производственном предприятии могут быть пожары. Основы пожарной безопасности определены по ГОСТ 12.1.004-91 и ГОСТ 12.1.010-76.

Все производства по пожарной опасности подразделяются на 5 категорий: А, Б, В, Г, Д. Производственное помещение, в котором выполняется технологический процесс, относится к категории В.

Причинами пожара могут быть: токи короткого замыкания, электрические перегрузки, выделение тепла, искрение в местах плохих контактов при соединении проводов, курение в неположенных местах.

#### **5.3.1 Обоснование мероприятий по предотвращению пожара и разработка порядка действия в случае его возникновения**

Тушение горящего электрооборудования под напряжением должно осуществляться имеющимися огнетушителями ОУ-5. Чтобы предотвратить пожар в производственном помещении, необходимо:

- содержать помещение в чистоте, убирать своевременно мусор. По окончании работы поводится влажная уборка всех помещений;
- работа должна проводиться только при исправном электрооборудовании;
- на видном месте должен быть вывешен план эвакуации из здания с указанием оборудования, которое нужно эвакуировать в первую очередь;
- уходящий из помещения последним должен проверить выключены ли нагревательные приборы, электроприборы, оборудование и т.д. и отключение силовой и осветительной электрической сети.

Также необходимо соблюдение организационных мероприятий:

- правильная эксплуатация приборов, установок;
- правильное содержание помещения;
- противопожарный инструктаж сотрудников цеха;
- издание приказов по вопросам усиления ПБ;
- организация добровольных пожарных дружин, пожарно-технических комиссий;
- наличие наглядных пособий и т.п.

В случаях, когда не удается ликвидировать пожар самостоятельно, необходимо вызвать пожарную охрану по номеру 01 и покинуть помещение, руководствуясь планом пожарной эвакуации.

## **5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

### **5.4.1 Правовые вопросы обеспечения безопасности**

Согласно Трудовому Кодексу РФ, принятому 26 декабря 2001 г., существует перечень регламентов касающихся правовых вопросов обеспечения безопасности, таких как:

- заключение трудового договора допускается с лицами, достигшими возраста шестнадцати лет;
- лица, получившие общее образование или получающие общее образование и достигшие возраста пятнадцати лет, могут заключать трудовой договор для выполнения легкого труда, не причиняющего вреда их здоровью;
- обязательному предварительному медицинскому осмотру при заключении трудового договора подлежат лица, не достигшие возраста восемнадцати лет, а также иные лица в случаях, предусмотренных настоящим Кодексом и иными федеральными законами;
- нормальная продолжительность рабочего времени не может превышать сорока часов в неделю;
- во время регламентированных перерывов целесообразно выполнять комплексы упражнений и осуществлять проветривание помещения.

### **5.4.2 Организационные вопросы обеспечения безопасности**

Согласно ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ «Оборудование производственное. Общие эргономические требования», существует ряд общих положений, которые предъявляются к системе «человек — машина — среда», таких как:

- эргономические требования к производственному оборудованию должны устанавливать его соответствие антропометрическим, физиологическим, психофизиологическим и психологическим свойствам человека и обусловленным этими свойствами гигиеническим требованиям с целью

сохранения здоровья человека и достижения высокой эффективности труда;

- эргономические требования к производственному оборудованию должны устанавливаться к тем его элементам, которые сопряжены с человеком при выполнении им трудовых действий в процессе эксплуатации, монтажа, ремонта, транспортирования и хранения производственного оборудования;
- при установлении эргономических требований к производственному оборудованию необходимо рассматривать оборудование в комплексе со средствами технологической и в необходимых случаях организационной оснастки.

Также в данном ГОСТе фиксируются общие требования к рабочему месту, требования к органам управления оборудования, требования к средствам отображения информации и многое другое.

Согласно ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ «Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования», определяются общие эргономические положения при работе стоя, такие как:

- рабочее место для выполнения работ стоя организуют при физической работе средней тяжести и тяжелой, а также при технологически обусловленной величине рабочей зоны, превышающей ее параметры при работе сидя. Категория работ - по ГОСТ12.1.005-76;
- конструкция, взаимное расположение элементов рабочего места (органы управления, средства отображения информации и т.д.) должны соответствовать антропометрическим, физиологическим и психологическим требованиям, а также характеру работы;
- рабочее место должно быть организовано в соответствии с требованиями стандартов, технических условий и (или) методических указаний по безопасности труда.

Также в данном ГОСТе указаны общие характеристики рабочего места, требования к размещению органов управления и средств отображения информации.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И  
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
4А21	Образцову Александру Евгеньевичу

<b>Институт</b>	<b>ИФВТ</b>	<b>Кафедра</b>	<b>ФВТМ</b>
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Машиностроение

**Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:**

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах; анкетирование; опрос
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Расчет затрат на годовой выпуск продукции: - материальные затраты - электроэнергия на технологические нужды - заработная плата с отчислениями на социальные нужды - общепроизводственные и общехозяйственные расходы
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Анализ безубыточности

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):**

1. Расчет затрат на годовой выпуск продукции
2. График безубыточности

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Гаврикова Н.А.			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А21	Образцов Александр Евгеньевич		

## 6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

### 6.1 Расчет затрат на изготовление детали

В данном разделе ВКР, произведем расчет затрат на годовой выпуск деталей, проведем анализ безубыточности.

Таблица 1.

*Спецификация основных материалов и сырья.*

№№ п/п	Материал	Ед. изм.	Цена за ед., руб.	Норма расхода на изделие	Сумма на изделие, руб.
1	Пруток Ø58, Сталь 40Х	см	1,217	23	28

Таблица 2.

*Спецификация покупных комплектующих на изделие и полуфабрикатов.*

№№ п/п	Комплектующие	Марка.	Цена за ед., руб.	Количество на изделие	Сумма на изделие, руб.
1	Пластина	WCMX050308 MC2210	75	2	150
2	Винт М8-6g 12Н14	ГОСТ 1476-93	12	1	12
3	Винт А.М4-6g x 8	ГОСТ 17475- 80	1,1	2	2,2
4	Винт М12-6g 16Н14	ГОСТ 1476-93	16	1	16

Таблица 3.

*Затраты электроэнергии на технологические нужды.*

№ п/п	Наименование оборудования	Мощность кВт	Время эксплуатации, (ч. на ед. прод.)	Расход электроэнергии (кВт на ед. прод)
1.	Отрезной дисковый станок Ridgid 590L	2,2	0,031	0,00682
2.	Сверлильный станок Stalex Т-25	0,65	0,163	0,106

3.	Горизонтально-расточной станок ТХ 611 В/13	17,5	0,197	3,4475
4.	Токарный станок 1К62	10	1,416	14,160
5.	Фрезерный станок СФ16	1,3	0,055	0,0715
6.	Фрезерный станок с ЧПУ СПФ-1	15	0,36	5,400
7.	Кругло шлифовальный ФМ-750	4,6	0,358	1,6468
8.	Стандартный оптоволоконный лазерный маркиратор BML20FP	1,2	0,022	0,0264
9.	Электрическая тигельная печь РТ-12/130 РСН	4,2	$14,68/20=0,734$	$61,656/20=3,0828$
10.	Промывочная ванна БП-8.8.20	0,6	0,21	0,126
	ИТОГО	57,25	2,812	28,1352

Таблица 4.

*Заработная плана производственных рабочих*

Производственные рабочие	Норма времени на выполнение операции, мин.	Часовая тарифная ставка	Сдельная расценка, руб.
Станочник заготовительного оборудования	1,87	175	5,45
Сверловщик	21,56	185	66,48
Токарь	84,96	215	304,44
Фрезеровщик	3,31	190	10,48
Оператор станка с ЧПУ	21,56	285	102,41
Шлифовщик	21,45	230	85,23
Маркировщик	1,3	180	3,9

Слесарь	9,15	180	27,45
Сборщик	3,31	180	9,93
Транспортировщик (маляр)	6,29	170	17,82
ИТОГО НА ИЗДЕЛИЕ	633,59 руб.		

Таблица 5.

Расчет затрат на годовой выпуск продукции.

№ № п/п	Наименование статей расхода	Ед. изм.	Цена за ед., руб.	Расходы в		Затраты, руб.		При м.
				нат.ед. На 1 ед.	На 28 000 шт.	На 1 ед.	На 28 000 шт.	
1.	Сырье и основные материалы и комплектующие	-	-			208,2	5 829 600	
2.	Электроэнергия на технологические нужды	кВт	4,63	28,1	786 800	130,1	3 640 000	Табл. *
3.	Заработная плата основных производственных рабочих	руб.	-			633,5 9	17 740 520	Табл. *
4.	Отчисления на социальные нужды	руб.				190,0 77	5 322 156	30% от ст. 3
5.	Общепроизводственные расходы	руб.					47 012 378	265% от ст. 3*
6.	Общехозяйственные расходы	руб.					59 430 742	335% от ст. 3*
Полная себестоимость, в т.ч.		руб.				4 963 ,507	138 97 5 396	1+2+ 3+4+ 5+6
Условно-переменные затраты		руб.				1 161 ,967	32 532 276	1+2+ 3+4
Условно-постоянные затраты		руб.					106 44 3 120	5+6

\* Ставки общепроизводственных и общехозяйственных расходов приняты в соответствии со ставками, используемыми на ОАО «Томский электротехнический завод».

## 6.2 Анализ безубыточности изготовления детали

Точка безубыточности – минимальный объем производства и реализации продукции, при котором расходы будут компенсированы доходами, а при производстве и реализации каждой последующей единицы продукции предприятие начинает получать прибыль. Точку безубыточности можно определить в единицах продукции, в денежном выражении или с учётом ожидаемого размера прибыли.

Цель анализа – определение точки безубыточности, т.е. минимального объема продаж, начиная с которого предприятие не несет убытков. Это означает, что выручка от реализации продукции (В) должна быть равна общим затратам на производство и реализацию продукции:

$$B = Z_{\text{пост}} + Z_{\text{пер}};$$

Выразим эту формулу через объем продаж (Q):

$$Q * C_i = Z_{\text{пост}} + Z_{\text{пер}} * Q,$$

где,  $Z_{\text{пост}}$  – постоянные затраты на весь выпуск продукции, руб.;

$Z_{\text{пер}}$  – переменные затраты на единицу продукции, руб./т;

$C_i$  – цена единицы продукции, руб./т. (расчет цены произведем исходя из планируемого уровня рентабельности 20%). Она быть выбрана из промежутка:

$$4\,963,507 < C \leq 5\,956,21$$

Примем  $C_i = 5\,500$  руб./шт.

Тогда точка безубыточности определится следующим образом:

$$Q_{\text{ТБ}} = \frac{Z_{\text{пост}}}{C_i - Z_{\text{пер}}} = \frac{10\,643\,120}{5\,500 - 1\,162} = \frac{106\,443\,120}{4\,338} = 24\,537,37 \approx 24\,538 \text{ шт.}$$

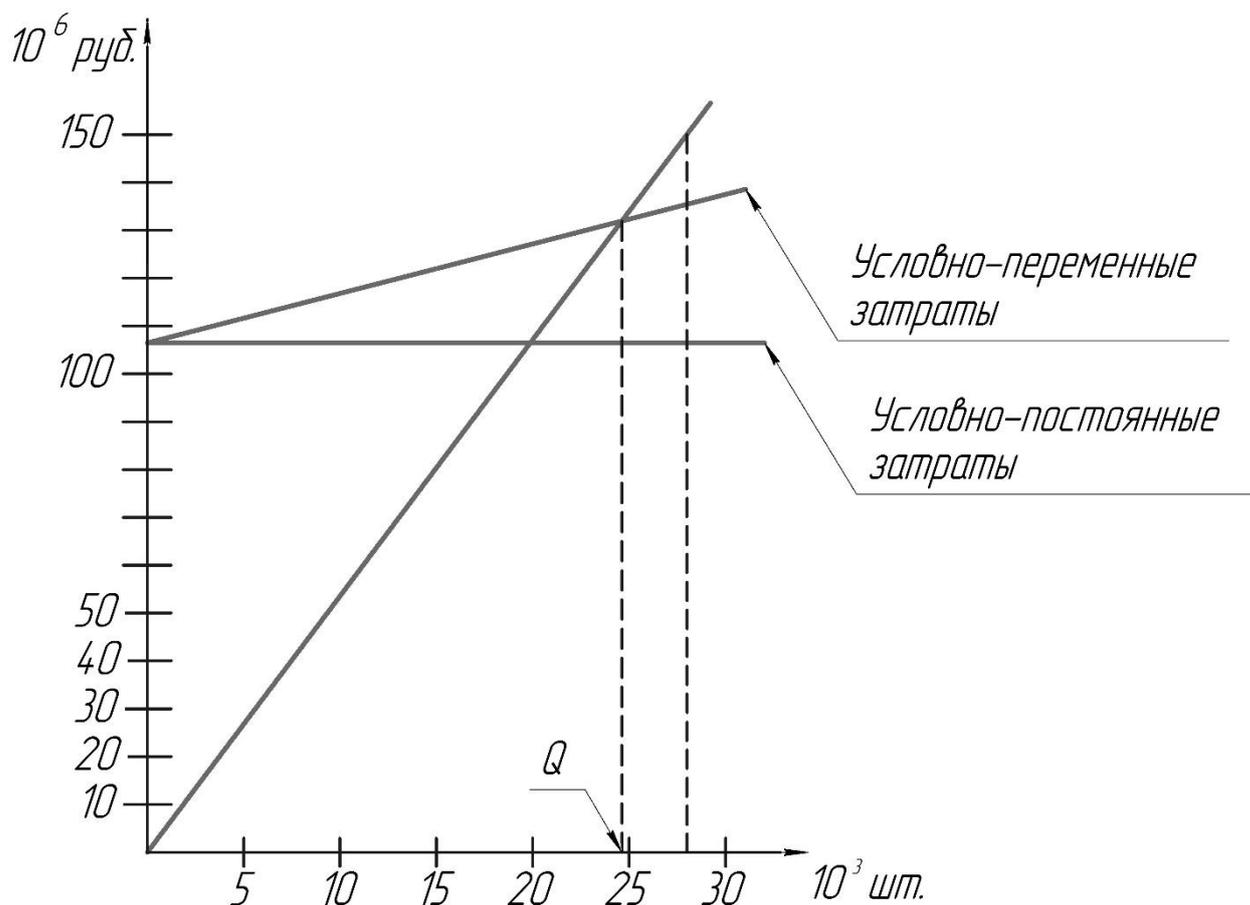


Рис 1. Точка безубыточности.

Как мы видим из рисунка 1 точка безубыточности совпадает с подсчитанным значением, следовательно, расчеты произведены правильно.

Объем прибыли при реализации составит:

$$P = (Ц - C)Q_s = (5\,500 - 4963,5) * 28\,000 = 15\,022\,000 \text{ руб.}$$

### **Вывод:**

Точка безубыточности составила 24 538 деталей при цене 5 500 рублей за штуку. При реализации всего объема прибыль составит 15 022 000 руб.

### **Заключение**

В ходе выполнения дипломной работы получения детали – сверло, были разработаны способы получения, проанализирована технологичность конструкции, эксплуатационные свойства, спроектирован технологический маршрут, рассчитаны припуска, режимы резания, произведен размерный анализ, разработаны управляющие программы для станка с ЧПУ, подсчитаны основные технико-экономические показатели, разработано специальное приспособление. Помимо этого, была разработана маршрутная карта, операционная карта, карта наладки, доработанный чертеж детали в соответствии с ГОСТ 27724-88, карты эскизов.

## Список литературы

1. Технологическая подготовка производства детали. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.grandars.ru/student/ekonomicheskayateoriya/tehnologicheskaya-podgotovka.html>
2. Технологическая подготовка производства детали. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.aup.ru/books/m92/14\\_4.htm](http://www.aup.ru/books/m92/14_4.htm)
3. Розрахунково-аналітичний метод визначення припусків на механічну обробку заготовок. – Киев, 2003. – 104 с.
4. Расчетно-аналитический метод определения припусков на механическую обработку: методические указания/ Сост.: А.Н. Васин, П.Ю. Бочкарев; ГОУ ВПО Саратовский государственный технический университет. – Саратов 2008. – 41 с.
5. Авраменко, В.Е. Расчет припусков и межпереходных размеров/ В.Е. Авраменко, Ю.Ю. Терсков.- Красноярск: ПИ СФУ, 2007. – 290 с.
6. Проектирование поковок, получаемых на молотах и кривошипных горячештамповочных прессах: практикум/ Сост.: Ф.Ш. Шарифьянов, А.А. Маркелов; ФГБОУ ВПО Уфимский государственный авиационный технический университет. - Уфа 2013. – 62 с.
7. Инструментальная оснастка [Электронный ресурс]/ - новости металлообработки. – Москва, 2013. – Режим доступа: <http://metal.nestormedia.com/index.pl?act=SUBJ&subj=instrumentalwnaya+osnastka&section=metalloobrabatyvayusschij+instrument>
8. Технический контроль [Электронный ресурс]/ - Студопедия – Москва, 2015. – Режим доступа: [http://studopedia.ru/7\\_190185\\_tehnicheskiy-kontrol.html](http://studopedia.ru/7_190185_tehnicheskiy-kontrol.html)
9. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. С74 Т. 2 / Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К. Мещерякова 5-е изд. перераб. и доп М., Машиностроение, 2001 г.- 912 с.
10. Режимы резания металлов: справочник/ Барановский Ю. В., Барахман Л. А. и др. – Москва: изд. НИИ Тавтопром – 1995. – 456 с.
11. Бойков, Ф.И. Размерный анализ технологических процессов/ Ф.И. Бойков, В.В. Матвеев, М.М. Тверской. – Москва: Машиностроение, 1986. – 264 с.
12. Автоматизация технологической подготовки производства [Электронный ресурс]/ - StudFiles – Москва, 2007 – Режим доступа: <http://www.studfiles.ru/preview/941260/>
13. Гришин, Р.Г. Нормирование станочных работ: учебное пособие/ Р.Г. Гришин, Н.В. Лысенко, Н.В. Носов. – Самара, 2008. – 143 с.

14. Обработка металлов резанием: Справочник технолога / А.А. Панов, В.В. Аникин и др.; Под общ. Ред. А.А. Панова. 2-е изд., перераб. И доп.- М.: Машиностроение, 2004.-784с.
15. Горбацевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения/А.Ф. Горбацевич. – Минск: Высшая школа, 1975. – 289 с.
16. Силы при фрезеровании [Электронный ресурс]/ - Москва, 2009. – Режим доступа: [http://tehinfor.ru/s\\_4/par75.html](http://tehinfor.ru/s_4/par75.html)
17. Развитие [Электронный ресурс]/ - Москва, 2009. – Режим доступа: [http://razvitie-pu.ru/?page\\_id=4121](http://razvitie-pu.ru/?page_id=4121)
18. Стройметиз [Электронный ресурс]/ - Москва, 2010. – Режим доступа: <http://www.smetiz.ru/technical/rezba/parametri/>
19. Расчет болтов на прочность [Электронный ресурс]/ - Москва, 2015 – Режим доступа: <http://stresscalc.ru/pin/pin.php>

## Приложение

Таблица 25 - Управляющая программа.

Операция 035	Операция 040
N20 G54	N20 G54
N40 T3 D1 M6	N40 T3 D1 M6
s2500 M3 F700	s2500 M3 F1000
N45 G01 X8.263 Y1.2782 S545 M03	N45 G01 G54 G90 X6.9632 Y0.3462
N50 G43 1 Z0.9843 M08	S679 M03
N55 Z0.1181	N50 G43 Z0.9843 M8
N60 G01 Z-0.4429 F700	N55 Z0.1181
N65 X8.1496 Y1.1776 F700	N60 G01 Z0.0012 F1002.4
N70 X8.0278 Y0.8123	N65 X7.5492 Y0.4195 Z-0.0482
N75 X8.1496 Y0.5688	N70 X6.9632 Y0.3462 Z-0.0975
N80 X8.2761 Y0.4853	N75 X7.5492 Y0.4195 Z-0.1469
N85 X8.263 Y1.2782	N80 X6.9632 Y0.3462 Z-0.1962
N90 Z-0.8858 F700	N85 X7.5492 Y0.4195 Z-0.2455
N95 X8.1496 Y1.1776 F700	N90 X6.9632 Y0.3462 Z-0.2949
N100 X8.0278 Y0.8123	N95 X7.5492 Y0.4195 Z-0.3442
N105 X8.1496 Y0.5688	N100 X6.9632 Y0.3462 Z-0.3936
N110 X8.2761 Y0.4853	N105 X7.5492 Y0.4195 Z-0.4429
N115 X8.263 Y1.2782	N110 X6.7919 Y0.3248 F1004.8
N120 Z-1.3287 F700	N115 X7.5492
N125 X8.1496 Y1.1776 F700	N120 Y0.4195
N130 X8.0278 Y0.8123	N125 X6.9632 Y0.3462
N135 X8.1496 Y0.5688	N130 X7.5492 Y0.4195 Z-0.4911
N140 X8.2761 Y0.4853	F1002.4
N145 X8.263 Y1.2782	N135 X6.9632 Y0.3462 Z-0.5404
N150 Z-1.7717 F700	N140 X7.5492 Y0.4195 Z-0.5898
N155 X8.1496 Y1.1776 F700	N145 X6.9632 Y0.3462 Z-0.6391
N160 X8.0278 Y0.8123	N150 X7.5492 Y0.4195 Z-0.6885
N165 X8.1496 Y0.5688	N155 X6.9632 Y0.3462 Z-0.7378
N170 X8.2761 Y0.4853	N160 X7.5492 Y0.4195 Z-0.7871
N175 G01 Z0.9843	N165 X6.9632 Y0.3462 Z-0.8365
N180 M5	N170 X7.5492 Y0.4195 Z-0.8858
N185 Z0 M09	N175 X6.7919 Y0.3248 F1004.8
N190 X0. Y0.	N180 X7.5492
N195 M01	N185 Y0.4195
N205 T2 M06	N190 G01 Z0.9843
N215 G01 X8.1134 Y0.9756 S1018	N195 M5
M03	N220 T2 D1 M6
N220 Z0.9843 M08	N225 G94
N225 Z0.1181	N230 G01 G54 X6.7342 Y0.2721
N230 G01 Z-0.3543 F200.4	S1273 M03
N235 X7.9514 Y0.8319 F400.8	N235 G43 Z0.9843 M8

N240 X7.9428 Y0.8063	N240 Z0.1181
N245 X7.9549 Y0.7821	N245 G01 Z-0.2215 F1001.8
N250 X8.1356 Y0.6628	N250 X6.6145 Y0.3226 F1003.6
N255 X8.1134 Y0.9756	N255 X6.4732 Y0.305
N260 Z-0.7087 F200.4	N260 X6.6156
N265 X7.9514 Y0.8319 F4.8	N265 X6.7281 Y0.3699
N270 X7.9428 Y0.8063	N270 X6.753 Y0.3537
N275 X7.9549 Y0.7821	N275 X6.6333 Y0.4043
N280 X8.1356 Y0.6628	N280 X6.3273 Y0.366
N285 X8.1134 Y0.9756	N285 G02 X6.2992 Y0.3643 I-0.0281
N290 Z-1.063 F2.4	J0.2246
N295 X7.9514 Y0.8319 F400.8	N290 G01 X2.7854
N300 X7.9428 Y0.8063	N295 Y0.2263
N305 X7.9549 Y0.7821	N300 X6.6444
N310 X8.1356 Y0.6628	N305 X6.7569 Y0.2913
N315 X8.1134 Y0.9756	N310 X6.896 Y0.2126
N320 Z-1.4173 F200.4	N315 X6.7835 Y0.1476
N325 X7.9514 Y0.8319 F400.8	N320 X2.7067
N330 X7.9428 Y0.8063	N325 Y0.3937
N335 X7.9549 Y0.7821	N330 G02 X2.7559 Y0.4429 I0.0492
N340 X8.1356 Y0.6628	J0.
N345 X8.1134 Y0.9756	N335 G01 X6.2992
N350 Z-1.7717 F200.4	N340 G03 X6.3175 Y0.4441 I0.
N355 X7.9514 Y0.8319 F400.8	J0.1476
N360 X7.9428 Y0.8063	N345 G01 X6.7616 Y0.4996
N365 X7.9549 Y0.7821	N350 X6.8813 Y0.4491
N370 X8.1356 Y0.6628	N355 X7.4451 Y0.2126
N375 G01 Z0.9843	N360 X7.5576 Y0.1476
N385 S1222	N365 X7.7264
N390 Z-0.8858	N370 Y0.3164
N395 G01 X8.1791 Y0.5812 F300.8	N375 X7.6614 Y0.429
N400 X8.0709 Y0.3937	N380 Y0.3153
N405 G02 X8.0501 Y0.3057 I-0.1969	N385 X7.7264 Y0.4278
J0. F5.6	N390 Y0.6202
N410 G01 X7.9957 Y0.1969 F300.8	N395 X7.5355 Y0.5963
N415 X8.0709	N400 X7.4319 Y0.5179
N420 X8.2584 Y0.3051	N405 X6.7342 Y0.2721
N425 X8.1791 Y1.5655	N410 Z-0.4429 F1001.8
N430 X8.0709 Y1.378	N415 X6.6145 Y0.3226 F1003.6
N435 G02 X8.0608 Y1.3157 I-0.1969	N420 X6.4732 Y0.305
J0. F5.6	N425 X6.6156
N440 G01 X7.8897 Y0.8025 F300.8	N430 X6.7281 Y0.3699
N445 X8.0501 Y0.4817	N435 X6.753 Y0.3537
N450 G02 X8.0709 Y0.3937 I-0.1761	N440 X6.6333 Y0.4043
J-0.088 F500.6	N445 X6.3273 Y0.366

N455 G01 X8.1791 Y0.2062 F300.8	N450 G02 X6.2992 Y0.3643 I-0.0281
N460 X8.2584 Y1.4665	J0.2246
N465 X8.0709 Y1.5748	N455 G01 X2.7854
N470 X7.9957	N460 Y0.2263
N475 X8.0501 Y1.466	N465 X6.6444
N480 G02 X8.0709 Y1.378 I-0.1761 J-0.088 F500.6	N470 X6.7569 Y0.2913
N485 G01 X8.1791 Y1.1904 F300.8	N475 X6.896 Y0.2126
N490 X8.1356 Y0.6628	N480 X6.7835 Y0.1476
N495 X8.1791 Y0.5812 Z-1.7717	N485 X2.7067
N500 X8.0709 Y0.3937	N490 Y0.3937
N505 G02 X8.0501 Y0.3057 I-0.1969 J0. F5.6	N495 G02 X2.7559 Y0.4429 IO.0492 J0.
N510 G01 X7.9957 Y0.1969 F300.8	N500 G01 X6.2992
N515 X8.0709	N505 G03 X6.3175 Y0.4441 IO. J0.1476
N520 X8.2584 Y0.3051	N510 G01 X6.7616 Y0.4996
N525 X8.1791 Y1.5655	N515 X6.8813 Y0.4491
N530 X8.0709 Y1.378	N520 X7.4451 Y0.2126
N535 G02 X8.0608 Y1.3157 I-0.1969 J0. F5.6	N525 X7.5576 Y0.1476
N540 G01 X7.8897 Y0.8025 F300.8	N530 X7.7264
N545 X8.0501 Y0.4817	N535 Y0.3164
N550 G02 X8.0709 Y0.3937 I-0.1761 J-0.088 F5.6	N540 X7.6614 Y0.429
N555 G01 X8.1791 Y0.2062 F3.8	N545 Y0.3153
N560 X8.2584 Y1.4665	N550 X7.7264 Y0.4278
N565 X8.0709 Y1.5748	N555 Y0.6202
N570 X7.9957	N560 X7.5355 Y0.5963
N575 X8.0501 Y1.466	N565 X7.4319 Y0.5179
N580 G02 X8.0709 Y1.378 I-0.1761 J-0.088 F5.6	N570 X6.7342 Y0.2721
N585 G01 X8.1791 Y1.1904 F300.8	N575 Z-0.6644 F1001.8
N590 G01 Z0.9843	N580 X6.6145 Y0.3226 F1003.6
N600 G01 Z50	N585 X6.4732 Y0.305
N605 X100 Y100.	N590 X6.6156
N610 M30	N595 X6.7281 Y0.3699
	N600 X6.753 Y0.3537
	N605 X6.6333 Y0.4043
	N610 X6.3273 Y0.366
	N615 G02 X6.2992 Y0.3643 I-0.0281 J0.2246
	N620 G01 X2.7854
	N625 Y0.2263
	N630 X6.6444
	N635 X6.7569 Y0.2913
	N640 X6.896 Y0.2126
	N645 X6.7835 Y0.1476
	N650 X2.7067

N655 Y0.3937  
N660 G02 X2.7559 Y0.4429 I0.0492  
J0.  
N665 G01 X6.2992  
N670 G03 X6.3175 Y0.4441 I0.  
J0.1476  
N675 G01 X6.7616 Y0.4996  
N680 X6.8813 Y0.4491  
N685 X7.4451 Y0.2126  
N690 X7.5576 Y0.1476  
N695 X7.7264  
N700 Y0.3164  
N705 X7.6614 Y0.429  
N710 Y0.3153  
N715 X7.7264 Y0.4278  
N720 Y0.6202  
N725 X7.5355 Y0.5963  
N730 X7.4319 Y0.5179  
N735 X6.7342 Y0.2721  
N740 Z-0.8858 F1001.8  
N745 X6.6145 Y0.3226 F1003.6  
N750 X6.4732 Y0.305  
N755 X6.6156  
N760 X6.7281 Y0.3699  
N765 X6.753 Y0.3537  
N770 X6.6333 Y0.4043  
N775 X6.3273 Y0.366  
N780 G02 X6.2992 Y0.3643 I-0.0281  
J0.2246  
N785 G01 X2.7854  
N790 Y0.2263  
N795 X6.6444  
N800 X6.7569 Y0.2913  
N805 X6.896 Y0.2126  
N810 X6.7835 Y0.1476  
N815 X2.7067  
N820 Y0.3937  
N825 G02 X2.7559 Y0.4429 I0.0492  
J0.  
N830 G01 X6.2992  
N835 G03 X6.3175 Y0.4441 I0.  
J0.1476  
N840 G01 X6.7616 Y0.4996  
N845 X6.8813 Y0.4491  
N850 X7.4451 Y0.2126

N855 X7.5576 Y0.1476  
N860 X7.7264  
N865 Y0.3164  
N870 X7.6614 Y0.429  
N875 Y0.3153  
N880 X7.7264 Y0.4278  
N885 Y0.6202  
N890 X7.5355 Y0.5963  
N895 X7.4319 Y0.5179  
N905 S1528  
N910 X7.4239 Y0.5823 F1002.8  
N915 G03 X7.3662 Y0.6049 I-0.0496  
J-0.0419 F1001.4  
N920 G01 X6.3139 Y0.4734 F1002.8  
N925 G02 X6.2992 Y0.4724 I-0.0146  
J0.1172 F1004.2  
N930 G01 X2.7559 F1002.8  
N935 G03 X2.6772 Y0.3937 IO. J-  
0.0787 F1001.4  
N940 G01 Y0.1181 F1002.8  
N945 X7.7559  
N950 Y0.6536  
N955 X7.249 Y0.5902  
N960 G03 X7.2192 Y0.5786 IO.0081 J-  
0.0645 F1001.4  
N965 G01 X7.1986 Y0.5542 F1002.8  
N970 G01 Z0.9843  
N975 M5  
N980 G91 G28 Z0 M9  
N985 G49 G90 X0. Y0.  
N990 M1  
N1000 T3 D1 M6  
N1010 G01 G54 X7.7387 Y0.4552  
S1852 M03  
N1015 Z0.9843  
N1020 Z0.1181  
N1025 G01 Z0.0012 F1002.4  
N1030 Y0.3322 Z-0.0087  
N1035 Y0.4552 Z-0.0187  
N1040 Y0.3322 Z-0.0286  
N1045 Y0.4552 Z-0.0385  
N1050 Y0.3322 Z-0.0484  
N1055 Y0.4552 Z-0.0584  
N1060 Y0.3322 Z-0.0683  
N1065 Y0.4552 Z-0.0782

N1070 Y0.3322 Z-0.0881  
N1075 Y0.4552 Z-0.0981  
N1080 Y0.3322 Z-0.108  
N1085 Y0.4552 Z-0.1179  
N1090 Y0.3322 Z-0.1278  
N1095 Y0.4552 Z-0.1378  
N1100 Y0.3322 Z-0.1477  
N1105 Y0.4552 Z-0.1576  
N1110 Y0.3322 Z-0.1676  
N1115 Y0.4552 Z-0.1775  
N1120 Y0.3322 Z-0.1874  
N1125 Y0.4552 F1004.8  
N1130 X7.7332  
N1135 X7.6717 Y0.3937  
N1140 X7.7332 Y0.3322  
N1145 X7.7387  
N1155 S2222  
N1160 X7.7585 Y0.3537 F1003.8  
N1165 G03 X7.7657 Y0.3821 I-0.0523  
J0.0284 F1001.9  
N1170 G01 Y0.4823 F1003.8  
N1175 X7.722  
N1180 X7.6334 Y0.3937  
N1185 X7.722 Y0.3051  
N1190 X7.7657  
N1195 Y0.4823  
N1200 X7.7478  
N1205 G03 X7.7194 Y0.4751 I0. J-  
0.0595 F1001.9  
N1210 G01 X7.6979 Y0.4552 F1003.8  
N1215 G01 Z0.9843  
N1220 M5  
N1225 Z0  
N1230 X0. Y0.  
N1235 M1  
N1245 T4 D1 M6  
N1255 G01 G54 X7.6851 Y0.3937  
S2040 M03  
N1260 Z0.9843 M8  
N1265 G98 Z-0.3234 R-0.0693  
F1005.4  
N1275 M5  
Z0  
N1285 X0. Y0.  
N1300 T5 D1 M6

N1310 G54 X7.6851 Y0.3937 S2164  
 M03  
 N1315 Z0.9843 M8  
 N1320 G81 Z-34.5 R1.35 F50  
 G80  
 G01 Z50  
 T6 D1 M6  
 G54 X7.6851 Y0.3937 S2164 M03  
 Z0.9843 M8  
 G85 Z-34.5 R1.65 F35  
 G80  
 G01 Z50  
 X150 Y200  
 M30

N20 G54  
 N40 T3 D1 M6  
 s2500 M3 F1000  
 N45 G01 G54 G90 X6.9632 Y0.3462  
 S679 M03  
 N50 G43 Z0.9843 M8  
 N55 Z0.1181  
 N60 G01 Z0.0012 F1002.4  
 N65 X7.5492 Y0.4195 Z-0.0482  
 N70 X6.9632 Y0.3462 Z-0.0975  
 N75 X7.5492 Y0.4195 Z-0.1469  
 N80 X6.9632 Y0.3462 Z-0.1962  
 N85 X7.5492 Y0.4195 Z-0.2455  
 N90 X6.9632 Y0.3462 Z-0.2949  
 N95 X7.5492 Y0.4195 Z-0.3442  
 N100 X6.9632 Y0.3462 Z-0.3936  
 N105 X7.5492 Y0.4195 Z-0.4429  
 N110 X6.7919 Y0.3248 F1004.8  
 N115 X7.5492  
 N120 Y0.4195  
 N125 X6.9632 Y0.3462  
 N130 X7.5492 Y0.4195 Z-0.4911  
 F1002.4  
 N135 X6.9632 Y0.3462 Z-0.5404  
 N140 X7.5492 Y0.4195 Z-0.5898  
 N145 X6.9632 Y0.3462 Z-0.6391  
 N150 X7.5492 Y0.4195 Z-0.6885  
 N155 X6.9632 Y0.3462 Z-0.7378  
 N160 X7.5492 Y0.4195 Z-0.7871  
 N165 X6.9632 Y0.3462 Z-0.8365

N170 X7.5492 Y0.4195 Z-0.8858  
N175 X6.7919 Y0.3248 F1004.8  
N180 X7.5492  
N185 Y0.4195  
N190 G01 Z0.9843  
N195 M5  
N220 T2 D1 M6  
N225 G94  
N230 G01 G54 X6.7342 Y0.2721  
S1273 M03  
N235 G43 Z0.9843 M8  
N240 Z0.1181  
N245 G01 Z-0.2215 F1001.8  
N250 X6.6145 Y0.3226 F1003.6  
N255 X6.4732 Y0.305  
N260 X6.6156  
N265 X6.7281 Y0.3699  
N270 X6.753 Y0.3537  
N275 X6.6333 Y0.4043  
N280 X6.3273 Y0.366  
N285 G02 X6.2992 Y0.3643 I-0.0281  
J0.2246  
N290 G01 X2.7854  
N295 Y0.2263  
N300 X6.6444  
N305 X6.7569 Y0.2913  
N310 X6.896 Y0.2126  
N315 X6.7835 Y0.1476  
N320 X2.7067  
N325 Y0.3937  
N330 G02 X2.7559 Y0.4429 I0.0492  
J0.  
N335 G01 X6.2992  
N340 G03 X6.3175 Y0.4441 I0.  
J0.1476  
N345 G01 X6.7616 Y0.4996  
N350 X6.8813 Y0.4491  
N355 X7.4451 Y0.2126  
N360 X7.5576 Y0.1476  
N365 X7.7264  
N370 Y0.3164  
N375 X7.6614 Y0.429  
N380 Y0.3153  
N385 X7.7264 Y0.4278  
N390 Y0.6202

N395 X7.5355 Y0.5963  
N400 X7.4319 Y0.5179  
N405 X6.7342 Y0.2721  
N410 Z-0.4429 F1001.8  
N415 X6.6145 Y0.3226 F1003.6  
N420 X6.4732 Y0.305  
N425 X6.6156  
N430 X6.7281 Y0.3699  
N435 X6.753 Y0.3537  
N440 X6.6333 Y0.4043  
N445 X6.3273 Y0.366  
N450 G02 X6.2992 Y0.3643 I-0.0281  
J0.2246  
N455 G01 X2.7854  
N460 Y0.2263  
N465 X6.6444  
N470 X6.7569 Y0.2913  
N475 X6.896 Y0.2126  
N480 X6.7835 Y0.1476  
N485 X2.7067  
N490 Y0.3937  
N495 G02 X2.7559 Y0.4429 I0.0492  
J0.  
N500 G01 X6.2992  
N505 G03 X6.3175 Y0.4441 I0.  
J0.1476  
N510 G01 X6.7616 Y0.4996  
N515 X6.8813 Y0.4491  
N520 X7.4451 Y0.2126  
N525 X7.5576 Y0.1476  
N530 X7.7264  
N535 Y0.3164  
N540 X7.6614 Y0.429  
N545 Y0.3153  
N550 X7.7264 Y0.4278  
N555 Y0.6202  
N560 X7.5355 Y0.5963  
N565 X7.4319 Y0.5179  
N570 X6.7342 Y0.2721  
N575 Z-0.6644 F1001.8  
N580 X6.6145 Y0.3226 F1003.6  
N585 X6.4732 Y0.305  
N590 X6.6156  
N595 X6.7281 Y0.3699  
N600 X6.753 Y0.3537

N605 X6.6333 Y0.4043  
N610 X6.3273 Y0.366  
N615 G02 X6.2992 Y0.3643 I-0.0281  
J0.2246  
N620 G01 X2.7854  
N625 Y0.2263  
N630 X6.6444  
N635 X6.7569 Y0.2913  
N640 X6.896 Y0.2126  
N645 X6.7835 Y0.1476  
N650 X2.7067  
N655 Y0.3937  
N660 G02 X2.7559 Y0.4429 I0.0492  
J0.  
N665 G01 X6.2992  
N670 G03 X6.3175 Y0.4441 I0.  
J0.1476  
N675 G01 X6.7616 Y0.4996  
N680 X6.8813 Y0.4491  
N685 X7.4451 Y0.2126  
N690 X7.5576 Y0.1476  
N695 X7.7264  
N700 Y0.3164  
N705 X7.6614 Y0.429  
N710 Y0.3153  
N715 X7.7264 Y0.4278  
N720 Y0.6202  
N725 X7.5355 Y0.5963  
N730 X7.4319 Y0.5179  
N735 X6.7342 Y0.2721  
N740 Z-0.8858 F1001.8  
N745 X6.6145 Y0.3226 F1003.6  
N750 X6.4732 Y0.305  
N755 X6.6156  
N760 X6.7281 Y0.3699  
N765 X6.753 Y0.3537  
N770 X6.6333 Y0.4043  
N775 X6.3273 Y0.366  
N780 G02 X6.2992 Y0.3643 I-0.0281  
J0.2246  
N785 G01 X2.7854  
N790 Y0.2263  
N795 X6.6444  
N800 X6.7569 Y0.2913  
N805 X6.896 Y0.2126

N810 X6.7835 Y0.1476  
N815 X2.7067  
N820 Y0.3937  
N825 G02 X2.7559 Y0.4429 IO.0492  
J0.  
N830 G01 X6.2992  
N835 G03 X6.3175 Y0.4441 IO.  
J0.1476  
N840 G01 X6.7616 Y0.4996  
N845 X6.8813 Y0.4491  
N850 X7.4451 Y0.2126  
N855 X7.5576 Y0.1476  
N860 X7.7264  
N865 Y0.3164  
N870 X7.6614 Y0.429  
N875 Y0.3153  
N880 X7.7264 Y0.4278  
N885 Y0.6202  
N890 X7.5355 Y0.5963  
N895 X7.4319 Y0.5179  
N905 S1528  
N910 X7.4239 Y0.5823 F1002.8  
N915 G03 X7.3662 Y0.6049 I-0.0496  
J-0.0419 F1001.4  
N920 G01 X6.3139 Y0.4734 F1002.8  
N925 G02 X6.2992 Y0.4724 I-0.0146  
J0.1172 F1004.2  
N930 G01 X2.7559 F1002.8  
N935 G03 X2.6772 Y0.3937 IO. J-  
0.0787 F1001.4  
N940 G01 Y0.1181 F1002.8  
N945 X7.7559  
N950 Y0.6536  
N955 X7.249 Y0.5902  
N960 G03 X7.2192 Y0.5786 IO.0081 J-  
0.0645 F1001.4  
N965 G01 X7.1986 Y0.5542 F1002.8  
N970 G01 Z0.9843  
N975 M5  
N980 G91 G28 Z0 M9  
N985 G49 G90 X0. Y0.  
N990 M1  
N1000 T3 D1 M6  
N1010 G01 G54 X7.7387 Y0.4552  
S1852 M03

N1015 Z0.9843  
N1020 Z0.1181  
N1025 G01 Z0.0012 F1002.4  
N1030 Y0.3322 Z-0.0087  
N1035 Y0.4552 Z-0.0187  
N1040 Y0.3322 Z-0.0286  
N1045 Y0.4552 Z-0.0385  
N1050 Y0.3322 Z-0.0484  
N1055 Y0.4552 Z-0.0584  
N1060 Y0.3322 Z-0.0683  
N1065 Y0.4552 Z-0.0782  
N1070 Y0.3322 Z-0.0881  
N1075 Y0.4552 Z-0.0981  
N1080 Y0.3322 Z-0.108  
N1085 Y0.4552 Z-0.1179  
N1090 Y0.3322 Z-0.1278  
N1095 Y0.4552 Z-0.1378  
N1100 Y0.3322 Z-0.1477  
N1105 Y0.4552 Z-0.1576  
N1110 Y0.3322 Z-0.1676  
N1115 Y0.4552 Z-0.1775  
N1120 Y0.3322 Z-0.1874  
N1125 Y0.4552 F1004.8  
N1130 X7.7332  
N1135 X7.6717 Y0.3937  
N1140 X7.7332 Y0.3322  
N1145 X7.7387  
N1155 S2222  
N1160 X7.7585 Y0.3537 F1003.8  
N1165 G03 X7.7657 Y0.3821 I-0.0523  
J0.0284 F1001.9  
N1170 G01 Y0.4823 F1003.8  
N1175 X7.722  
N1180 X7.6334 Y0.3937  
N1185 X7.722 Y0.3051  
N1190 X7.7657  
N1195 Y0.4823  
N1200 X7.7478  
N1205 G03 X7.7194 Y0.4751 IO. J-  
0.0595 F1001.9  
N1210 G01 X7.6979 Y0.4552 F1003.8  
N1215 G01 Z0.9843  
N1220 M5  
N1225 Z0  
N1230 X0. Y0.

	N1235 M1 N1245 T4 D1 M6 N1255 G01 G54 X14,5 Y8.3937 S2040 M03 N1260 Z0.9843 M8 N1265 G98 Z-27,5 R-0.0693 F1005.4 N1275 M5 Z0 N1285 X0. Y0. N1300 T5 D1 M6 N1310 G54 X14,5 Y8.3937 S2164 M03 N1315 Z0.9843 M8 N1320 G81 Z-34.5 R1.35 F50 G80 G01 Z50 T6 D1 M6 G54 X14,5 Y8.3937 S2164 M03 Z0.9843 M8 G85 Z-34.5 R1.65 F35 G80 G01 Z50 X150 Y200 M30
--	--