

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

Институт машиностроения  
(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»  
(наименование)

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

Проектирование технологических процессов  
(направленность (профиль) / специализация)

## **ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Технологический процесс изготовления рычага сортировочного устройства

Обучающийся

А.С. Иванников

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент Д.Ю. Воронов

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультанты

к.э.н., доцент О.М. Сярдова

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

к.т.н., доцент А.Н. Москалюк

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2022

## Аннотация

Технологический процесс изготовления рычага сортировочного устройства. Бакалаврская работа. Тольятти. Тольяттинский государственный университет, 2022.

В бакалаврской работе представлена технология изготовления рычага для условий среднесерийного производства.

Ключевые слова: сталь 40Л, рычаг, маршрутная карта, расчет режимов резания, оснастка, упрочнение режущего инструмента, безопасность жизнедеятельности, экономическая целесообразность.

При выполнении бакалаврской работы получены следующие результаты:

- проведен первичный анализ исходных данных, с определением критериев технологичности, параметров материала, условий функционирования;
- подобран метод и спроектирована заготовка;
- проработаны отдельные операции технологического процесса, и сформирована на данной базе высокопрогрессивная технология, с использованием современного уровня производства;
- разработана высокопрогрессивная оснастка и инструмент, для реализации технологического процесса;
- в графической части выполнен рабочий чертеж детали, чертежи заготовки, плана обработки, наладок, приспособления и инструмента;
- проведен анализ экономической эффективности и безопасности технологического процесса.

Бакалаврская работа содержит пояснительную записку в размере 56 страниц, содержащую 8 таблиц, 27 рисунков, и графическую часть, содержащую 7 листов.

## Содержание

Введение.....	4
1 Анализ исходных данных .....	5
1.1 Служебное назначение детали.....	5
1.2 Технологические характеристики детали .....	8
1.2.1 Количественная оценка технологичности конструкции детали... 10	
1.2.2 Коэффициент унификации конструктивных элементов..... 10	
1.2.3 Коэффициент шероховатости поверхности .....	11
1.2.4 Оценка обрабатываемости .....	11
1.3 Выбор параметров техпроцесса .....	13
1.4 Формулировка задач работы.....	14
2 Разработка технологической части работы.....	15
2.1 Определения типа производства .....	15
2.2 Выбор вида и метода получения заготовки .....	15
2.3 Разработка технологического процесса изготовления .....	17
2.2 Разработка технологических операций .....	26
3 Расчет и проектирование оснастки и инструмента .....	29
3.1 Выбор станочного приспособления .....	29
3.2 Проектирование станочного приспособления .....	30
3.3 Проектирование режущего инструмента .....	32
4 Безопасность и экологичность технического объекта .....	37
4.1 Общие положения.....	37
4.2 Общие требования безопасности работы на станках.....	37
4.3 Общие требования электробезопасности.....	38
5 Экономическая эффективность работы.....	40
Заключение .....	45
Список используемых источников.....	47
Приложение А Маршрутная карта.....	51
Приложение Б Операционная карта.....	55
Приложение В Спецификация кондуктор .....	56

## Введение

Целью работы является закрепление и углубление знаний, полученных при изучении теоретических курсов специальности, научиться правильно их применять при решении конкретных практических задач, развить умение работать со справочной и другой специальной литературой, а также подготовиться к выполнению технологической части бакалаврской работы.

В процессе выполнения работы решались вопросы, связанные с проектированием технологического процесса изготовления детали с использованием технологического оборудования и оснастки.

В работе описывается принцип работы детали, назначения детали, выполнен анализ технологичности конструкции детали.

В технической части изучен и проанализирован режим термической обработки стали 40Л. Разработан технологический процесс и рассчитаны режимы резания в программном комплексе Вертикаль.

Разработана оснастка для точного позиционирования детали на сверлильном станке, с применением кондуктора для более точного сверления отверстий.

В связи со сложившейся внешнеэкономической ситуацией в стране, изготовление машиностроительной, нефтегазовой, автомобильной продукции является приоритетным направлением промышленности России. Для решения задачи повышения спроса отечественной продукции были проведены исследования и разработки в области нанесения износостойких покрытий на режущую кромку. Изучено влияние различных покрытий, применяемых для упрочнения режущего инструмента.

## 1 Анализ исходных данных

### 1.1 Служебное назначение детали

Рычаг относится к классу корпусных изделий. Рычаг служит для передачи крутящего момента и перевода в поступательное движение и определения положения деталей, устанавливаемых на нем. Модель детали представлена на рисунке 1.

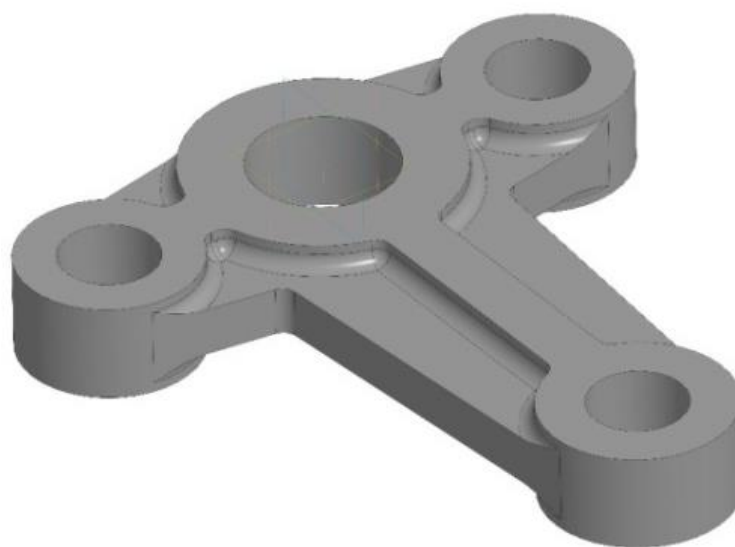


Рисунок 1 – Модель детали рычаг

Рычаг изготавливается из стали 40 ГОСТ 977-88, химический состав которой представлен в таблице 1 и механические свойства – таблице 2 [24].

Таблица 1 – Процентное соотношение легирующих элементов

Углерод	Кремний	Марганец	Никель	Сера и фосфор	Хром	Медь
0,4	0,2	0,5	0,32	0,04	0,2	0,3

Таблица 2 – Механические свойства стали 40

Сортамент	$s_B$	$s_T$	$d_5$	$y$	KCU
-	МПа	МПа	%	%	кДж / м <sup>2</sup>
Лист, ГОСТ 4041-71	510-660		21		
Прокат, ГОСТ 1050-88	570	335	19	45	

Как видно из основных характеристик, деталь изготавливается из стали 40 [34], которая применяется в производстве для изготовления цилиндрических деталей тел вращения - осей, валов, штоков, крепежных элементов – гаек, болтов, корпусных деталей, втулок и других улучшаемых деталей повышенной прочности [43].

Изображение рычага представлено на рисунке 2, а чертёж, с указанными размерными цепями [17], представлен в технологической части работы.

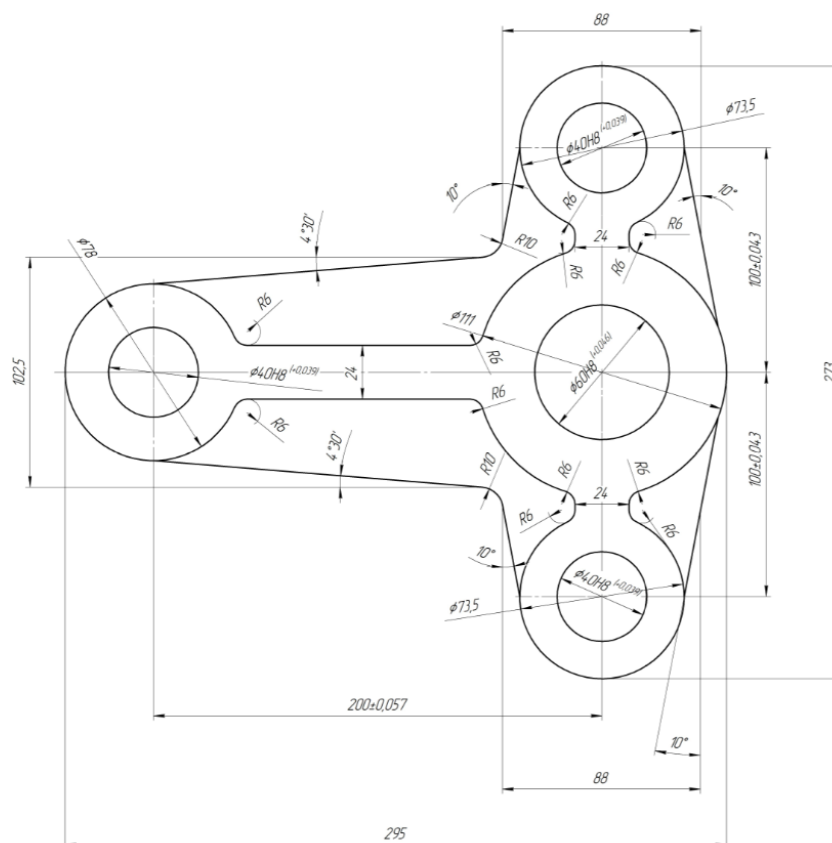


Рисунок 2 – Эскиз детали «Рычаг»

Согласно изучению эскиза, можно сделать вывод, что наиболее ответственным является отверстия 40Н8 и 60Н8 предназначенные для крепления рычага и, видимо, передачи движения.

Разработка технологического процесса требует анализа особенностей ее поверхности. Для возможности выполнения анализа всем поверхностям присваивается номер, и по данному анализу относят каждую изучаемую поверхность к определенной группе по ГОСТ 21495 [1].

На рисунке 3 показана кодировка поверхностей. Некоторые поверхности не указаны из-за частой повторяемости. Всего деталь имеет девятнадцать поверхностей разного назначения:

- поверхность 1 – основная база;
- поверхности 2,3,4,5 – исполнительные поверхности;
- поверхность 6 – вспомогательная база;
- остальные поверхности – свободные поверхности.

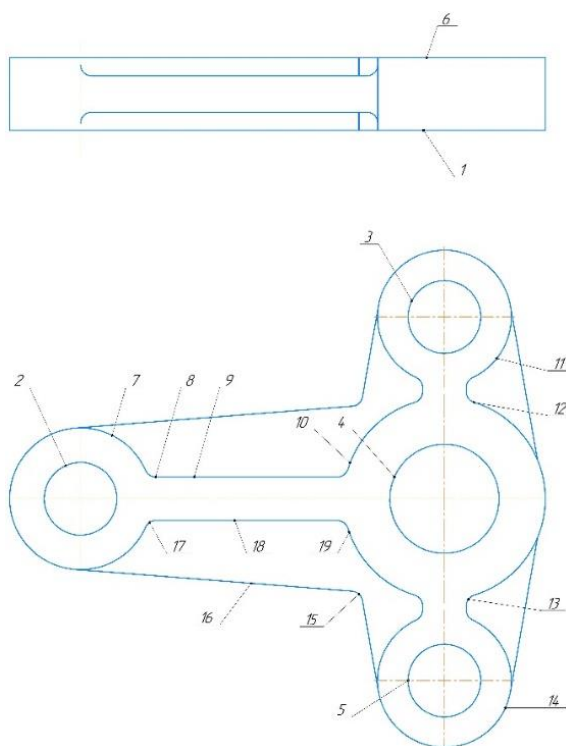


Рисунок 3 – Анализ поверхностей рычага

На основе этой классификации можно переходить к следующим этапам проектирования ТП [23]. При изготовлении детали необходимо предварительно проанализировать каждую поверхность детали:

Поверхности 1 и 6 этой детали имеют следующие характеристики: точность h8, твердость до 223 НВ, шероховатость до 2,5 мкм, допуск параллельности до 0,03 мм, форма поверхности - плоская. Предлагаемая траектория обработки переходов этой детали включает следующие переходы, выполняемые последовательно: термообработка, фрезерование, шлифование.

Поверхности 2, 3, 4 и 5 этой детали имеют следующие основные параметры: точность предельного отклонения Н8, твердость до 223 НВ, шероховатость до 2,5 мкм, форма поверхности - цилиндрическая. Предлагаемый маршрут обработки переходов этой части включает следующие последовательно выполняемые переходы: термическая обработка, фрезерование, шлифовка [22].

Остальные поверхности рычага соответствуют следующим параметрами: точность h14, твердость до 223 по Бринеллю, шероховатость –без обработки. Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: термическая обработка, фрезерование, контроль.

## **1.2 Технологические характеристики детали**

Технологическая возможность - это совокупность конструктивных характеристик детали, определяющих ее технологичность для достижения оптимальных затрат при производстве, эксплуатации и ремонте заданных показателей качества, объема производства и условий труда [10].

Деталь является технологичной, при:

- на производство затрачивается мало материально-технических средств и соблюдается экономическая целесообразность;



– при разработке конструкторско-технологической и иной документации на деталь, обеспечиваются минимальные временные затраты на проектирование.

Деталь изготавливается из стали 40 ГОСТ 1050-13. В качестве исходной заготовки будем использовать отливку из аналогичной стали 40Л [4]. Выбор исходной заготовки и метода получения рассмотрим в следующих пунктах работы.

Данная деталь является достаточно простой по технологичности и своей конструкции. Возможно использование высокопроизводительных станков и достаточно технических режимов обработки с использованием стандартных инструментов [2].

При осуществлении механических и контрольных операций на основании формы и размеров детали можно сопоставить конструкторские, технологические и измерительные базы.

Технологичность заготовки определяется возможностью ее выполнения самым выгодным способом.

Чтобы точно определить является ли данный способ выгодным, необходимо рассчитать себестоимость детали по различным вариантам.

Деталь «Рычаг» выполнена из стали 40, являющейся конструкционной, характеризующейся средними физико-химическими, механическими, технологическими и эксплуатационными качествами. Можно легко использовать различные виды обработки давлением и резанием.

Точность обработки обеспечивается благодаря плоскости поверхности, которую необходимо обработать.

Так как на поверхности отверстий закрепляют сборочные единицы, на чертеже по данным поверхностям стоят точные размеры и указана надлежащая частота [11].

Нетехнологичных поверхностей у детали нет, специальный инструмент не требуется. Поверхности с позиции достижения точности и шероховатости не предполагают технологических сложностей.

### 1.2.1 Количественная оценка технологичности конструкции детали

Для определения технологичности конструкции детали следует использовать следующее: при выполнении анализа определяют показатели стандартизации и обработки.

Показатель плотности материала, характеризуемый коэффициентом использования материала, определяется по формуле 1.

$$K_{мэ} = \frac{M_d}{M_з} \quad (1)$$

где  $M_d$  – масса детали, кг;

$M_з$  – масса заготовки, кг. [19].

Коэффициент материалоемкости равен  $K_{мэ}=0,70$ .

Выбранным метод изготовления рычага и его конфигурация соответствуют требованиям технологичности, и согласуются с техническими требованиями чертежа.

### 1.2.2 Коэффициент унификации конструктивных элементов

К унифицированным поверхностям относятся стандартные поверхности, если их номинальный размер принадлежит одному из рядов номинальных линейных размеров и допуск размера назначен по квалитетам (формула 2).

$$K_{у.э} = \frac{Q_{у.э}}{Q_э} \quad (2)$$

где  $Q_{у.э}$  – соответственно число унифицированных конструктивных элементов детали;

$Q_э$  общее количество, шт. [20].

$$K_{у.э} = 0,75$$

Расчетное значение показателя детали удовлетворяет требованиям унификации.

### **1.2.3 Коэффициент шероховатости поверхности**

Коэффициент шероховатости поверхности рассчитывается:

$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{B_{cp}} \quad (3)$$

где  $B_{cp}$  – значение параметров шероховатости

Выполним расчет параметров шероховатости обрабатываемых поверхностей с учетом указанных значений на чертеже.

$$B_{cp} = 2,5 \text{ мкм}$$

$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{2,5} = 0,6$$

Количественный анализ технологичности показывает, что деталь рычаг технологична.

### **1.2.4 Оценка обрабатываемости**

Определим коэффициент обрабатываемости резанием и технологичность свойств материала, из которого сделана деталь по формуле 4. Общий поправочный коэффициент, берущий в расчет значение физико-механических качеств обрабатываемого материала, находится по справочным таблицам.

$$Kv = \left(\frac{\sigma}{750}\right)^{0,75} \quad (4)$$

где  $\sigma$  (660 МПа) – предел прочности стали, МПа;

750 – поправочный коэффициент

$$Kv = 0,9$$

Выполним сравнительный анализ качественных и расчетных характеристик обрабатываемости, согласно приведенным в таблице 3 значениям.

Таблица 3 – Возможность получения шероховатости поверхности в зависимости от обрабатываемости материала

Обрабатываемость материала	Возможность обеспечения Ra, мкм	$K_v$
Высокая	Очень трудно	1,5–2,1
Хорошая	Без особых затруднений	1,4–1,0
Удовлетворительная	Легко	1,0–0,8
Пониженная	Легко	0,8–0,5
Низкая	Легко	менее 0,5

Согласно проведенному сравнительному анализу, можно сделать вывод о том, что деталь в плане обработки резанием является технологичной, т.к. имеет удовлетворительную обрабатываемость и обеспечивает требуемую шероховатость [8]. После анализа количественных данных технологичности детали, можно сделать вывод, что положительной характеристикой детали является – коэффициент использования материала, который превышает требуемое значение  $0,75 < 0,7$ . Это означает, что большая часть материала не уходит в отход, следовательно, увеличивается технологичность продукции и уменьшается себестоимость.

Коэффициент применяемости стандартизованных обрабатываемых поверхностей является положительным критерием данной детали, это значит, что с помощью стандартного инструмента можно обработать различные поверхности.

Таким образом, деталь технологична, так как на чертеже указаны все необходимые размеры. Высота микронеровностей поверхностей соответствует значениям, приведенным в ГОСТ 9378-93.

### 1.3 Выбор параметров техпроцесса

Обобщенный технологический процесс определяет порядок действий для выполнения механической обработки. Для изготовления детали на металлорежущем оборудовании, обозначим последовательность операций изготовления детали, приведенную на рисунке 4.



Рисунок 4 – Последовательность операций восстановления детали

На данном этапе решаются такие главные задачи как: установление выгодной структуры операций, что дает возможность сформировать или уточнить содержание и порядок переходов в операции; определение средств технологического оснащения и оборудования [13].

## 1.4 Формулировка задач работы

Задача работы состоит в том, чтобы продумать конструкторско-технологическое обеспечение изготовления детали и снизить трудоемкость производства. В связи с тем, что минимальные материалоемкость, трудоемкость и себестоимость производства являются существенными показателями технологичности конструкции, основными задачами являются:

- использование экономически целесообразной заготовки, форма и размеры которой были бы близки к форме и размерам конечной детали;
- использование наиболее рациональных режимов и методов обработки;
- обеспечение требуемой точности и качества изделия
- применение разумных инструментов контроля точности.
- проведение необходимых конструкторских разработок.

Сформулировав задачи работы и изучив некоторые особенности детали приступили к разработке технологической части работы.

## 2 Разработка технологической части работы

### 2.1 Определения типа производства

При изготовлении детали на предприятиях есть три главных типа производства: массовое, серийное, единичное. В массовом изготавливается большое количество продукции по маленькой номенклатуре.

При серийном производстве ассортимент производимых изделий выше, но объем ниже, чем в массовом.

При единичном производстве выпускается небольшой объем продукции, но с достаточно разнообразной номенклатурой.

Тип производства детали определяется согласно справочной литературе. Исходные данные представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Ориентировочное определение типа производства

Годовой объем выпуска, шт., при типе производства		
единичное	мелкосерийное	среднесерийное
не более 10	от 10 до 2000	от 2000 до 100000
	от 10 до 1000	от 1000 до 50000
	от 10 до 500	от 500 до 35000
	от 10 до 300	от 300 до 25000
	от 10 до 200	от 200 до 10000

При анализе исходных данных массы рычага равной 4,8 кг и производимом количестве деталей равной 10000 штук в год по таблице принимаем тип производства - среднесерийное.

### 2.2 Выбор вида и метода получения заготовки

«Выбор заготовки и метода ее получения проводим в соответствии с требованиями Р50-54-93-88 в следующей последовательности:

- определение вида исходной заготовки;

- выбор метода изготовления исходной заготовки;
- технико-экономическая оценка выбора заготовки» [18].

Определение метода выполнения исходной заготовки зависит от:

- формы производства;
- геометрии, размеров и массы детали;
- точности изготовления заготовки, качества поверхности.

Необходимо, чтобы при выбранном способе получения заготовки соблюдалось требуемое качество детали и точность. Выбирается способ, обеспечивающий максимальный коэффициент использования металла, наименьшую трудоемкость и себестоимость, высокую производительность.

Для изготовления детали «Рычаг», согласно производимым сортаментам стали 40Л по ГОСТ 977-88, рационально использовать в виде литой заготовки, без припуска по длине и ширине, но с припуском по толщине заготовки. Эскиз заготовки показан на рисунке 5.

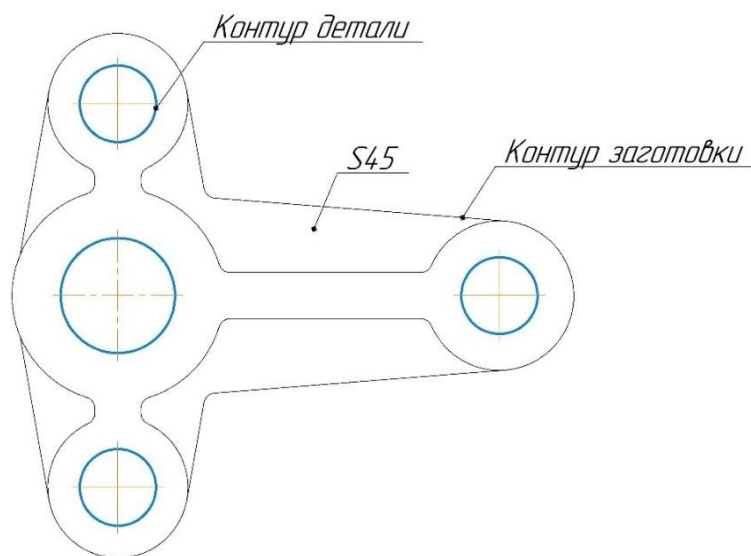


Рисунок 5 – Эскиз заготовки для изготовления детали рычаг

Исходя из конструктивных особенностей детали, используем метод получения заготовки – литье в землю.

Припуски на механическую обработку устанавливались в соответствии с классом точности отливок для стального литья ГОСТ 2009-55.



## 2.3 Разработка технологического процесса изготовления

Чтобы осуществить обработку рассматриваемой детали, требуется составить технологический процесс. Технологический процесс должен обеспечивать требования к точности, возможность обработки на выбранном станке в номинальном режиме работы с выдачей максимального количества деталей требуемого качества с использованием, по возможности, стандартизированного режущего инструмента, с наименьшими трудовыми и экономическими затратами. Технологический процесс разработан с учетом возможностей производственного оборудования и максимальной сложности операций и переходов, с использованием самых передовых методов подготовки производственного процесса.

Последовательность обработки при разработке технологического процесса зависит от многих факторов: технологических требований чертежа, производственных возможностей, характера операций и т.д. Однако в большинстве случаев пошаговая обработка зависит от количества производимых изделий, имеющихся приспособлений и типа поставляемой заготовки.

В процессе осуществления технологического процесса обработки заготовка фиксируется. Согласно ГОСТ 21495-76. «Фиксация - это приложение усилий к заготовке или изделию для обеспечения постоянства их положения, достигнутого при базировании, при этом основание представляет собой поверхность или комбинацию поверхностей, выполняющих одну и ту же функцию, ось, точку, принадлежащую заготовке или изделию, и используется для базирования. Набор из трех оснований, образующих систему координат заготовки или изделия, называется набором оснований (рис. 6)» [24].

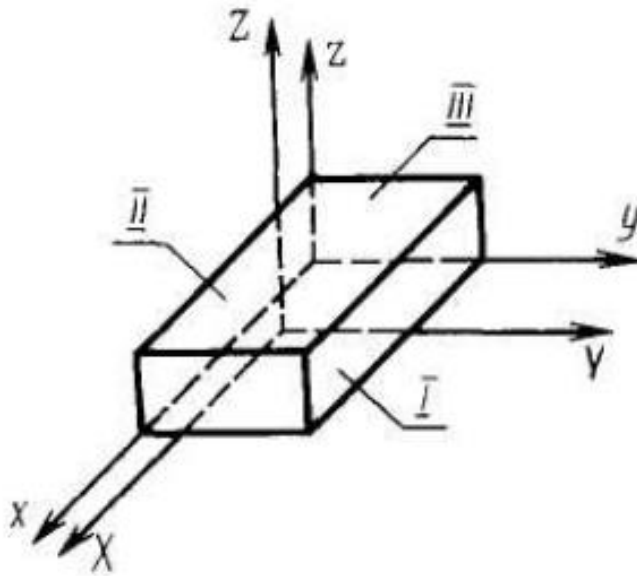


Рисунок 6 – Комплект баз призматической заготовки: I, II, III – базы заготовки

Существуют технологические, конструктивные и измерительные базы. Технологические делятся на установочные и измерительные.

«Конструкторская база – это некоторого рода фундамент, используемый для определения положения детали или сборочной единицы в изделии. Технологическая база – это основа, которая используется для определения положения заготовки или изделия при производстве или ремонте. Измерительная база – это база, используемая для определения взаимного положения заготовки или изделия и измерительных приборов» [24]. Установка заготовки на станке осуществляется 2 методами: установка с обеспечением точности её положения; установка без обеспечения точности её положения.

Выбор баз при разработке технологического процесса является основополагающей при реализации механической обработки. Поэтому базы должны определяются на этапе разработки маршрута.

По степеням свободы лишенных основаниями, базы делятся на 5 типов.

Установочными базами служат поверхности заготовок, с возможностью установки в требуемое приспособление. При черновой обработке применяют черновые поверхности, при чистовой и финишной обработке – чистовые поверхности.



«Технологические процессы обработки предназначены для предоставления подробного описания процессов изготовления деталей требуемого служебного назначения с проведением необходимых технико-экономических расчетов и обоснования утвержденного варианта. Из технологической документации инженерно-технический персонал и рабочие получают все необходимые данные и указания для осуществления опережающего технологического процесса. Технологические процессы определяют средства изготовления деталей (оборудование, приборы, режущий и измерительный инструмент и т.п.), трудоемкость и себестоимость изготовления продукции» [30].

Разработка маршрута ведётся в несколько этапов в следующей последовательности, представленной на рисунке 8 [36-39].

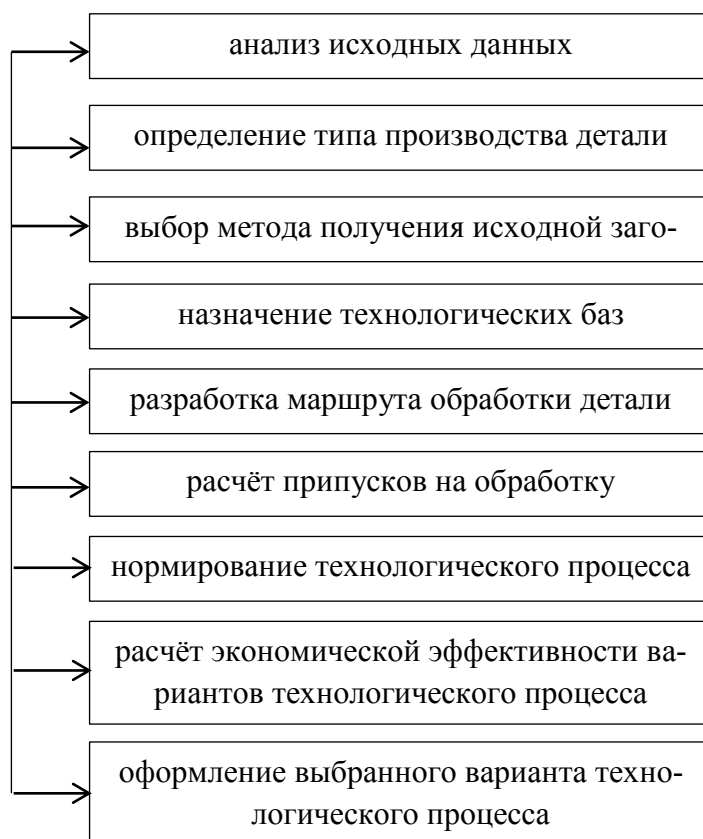


Рисунок 8 – Этапы разработки технологического процесса

Технологический процесс изготовления деталей машин зависит от различных технических и конструктивных особенностей производства.



Как видно из чертежа необходимо проведение термической обработки для достижения требуемой твердости. Согласно источнику [14] «если деталь подвергается термической или химико-термической обработке, то технологический процесс механической обработки детали разделяется на две стадии: до термообработки и после термообработки [21]. При этом после термообработки обычно производится отделочная обработка поверхностей» [41]. Термообработка проводится для увеличения ресурса детали, улучшения обрабатываемости резанием, заключающаяся в закалке и высоком отпуске [3]. Режимы термической обработки и график представлены на рисунке 11.

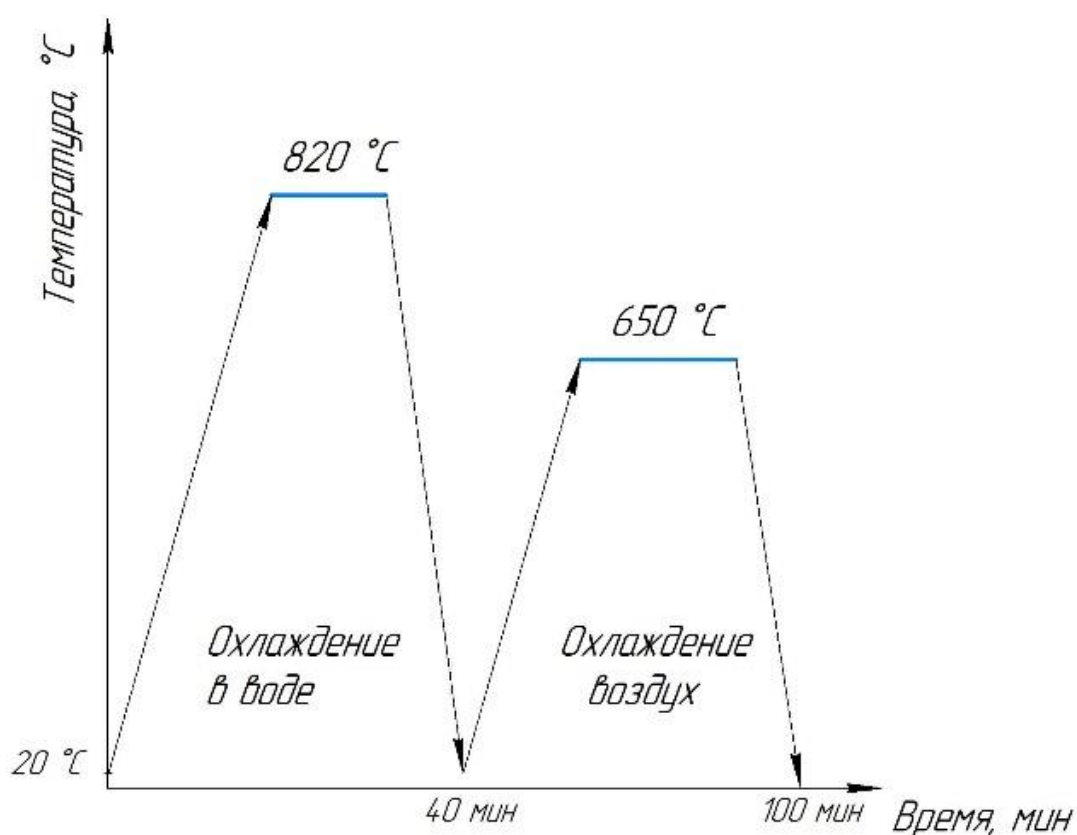


Рисунок 11 – График термической обработки

При построении общего маршрута обработки детали необходимо следовать следующему алгоритму, приведённому на рисунке 12 [16].



Рисунок 12 – Схема построения маршрута обработки

Краткий маршрут обработки детали представлен в таблице 5 [42].

Таблица 5 – Краткий маршрут обработки детали «Рычаг»

№ операции и наименование	№ и наименование позиции
001 Заготовительная	Литье в земляные формы
005 Фрезерная	Фрезеровать заготовку по 2-м плоскостям в размер 40,6
010 Термическая обработка	Выполнить ТО согласно графику и режимам
015 Плоскошлифовальная	Шлифовать заготовку по 2-м плоскостям в размер 40h8-0,039, обеспечив Ra2,5 и параллельность торцов 0,03мм
020 Сверлильная	Центровать, сверлить, зенкеровать, развернуть 2 отверстия 40H8 и 60H8 – для установки в приспособление
025 Контроль	Выполнить окончательный контроль детали

Предлагаемый путь обработки для этого частичного перехода будет включать в себя следующие преобразования, выполняемые последовательно. Такой выбор переходов позволяет наилучшим образом выполнить требования к рисунку [40].

Следующим этапом развития является оснащение техническим оборудованием и инструментами.

Выбор режущего инструмента основывается на следующих исходных данных: способ и тип изготовления; тип производства; требуемая точность обработки; материал обрабатываемой детали. При непрерывном производстве и индивидуальном производстве наиболее эффективно использование инструментов общего назначения. В принципе, необходимо придерживаться принципов модульности и универсальности, таких как держатели ножей, разделочные доски и блоки и т.д. Однородный и взаимозаменяемый.

Режущий инструмент выбирается с учетом способа обработки, материала обрабатываемой детали, ее размера и состава, а также требуемого качества обрабатываемой поверхности.

Этот процесс обеспечивает сменный режущий инструмент. Сведения о режущих инструментах, используемых при изготовлении, приведены в таблице 6 [6].

Таблица 6 – Сводная таблица режущего инструмента

Операция	Содержание переходов	Обозначение режущего инструмента
005 Фрезерная	Фрезеровать по 2-м плоскостям в размер 40,6	Фреза 2214-0153 BK8 ГОСТ 9473-80
015 Шлифовальная	Шлифовать по 2-м плоскостям в размер 40h8	Круг шлифовальный 1-100×35×40, 25F16LK28G5
020 Сверлильная	Центровать отверстия	Центровочное сверло 2317-0101 ГОСТ 14952
	Сверлить отверстие Ø 10-Ø39	Сверло 2301-0135-A1 ГОСТ 10903



020 Сверлильная	Сверлить отверстие Ø10-Ø59	Сверло: 2301-0176-А1 ГОСТ 10903
	Зенкеровать отверстие Ø39,8	Зенкер ГОСТ 21540
	Зенкеровать отверстие Ø59,8	Зенкер ГОСТ 21540
	Развернуть отверстие Ø40	Развертка 2363-3508 Н8 ГОСТ 1672-80
	Развернуть отверстие Ø60	Развертка 2363-3508 Н8 ГОСТ 1672-80

Выбор измерительного прибора основывается на соответствии прецизионных характеристик прибора, точности выполняемых размеров и типа измеряемой поверхности. Выбор используемых измерительных приборов показан в таблице 7.

Таблица 7 – Метрологическое обеспечение процесса

Операция	Обозначение инструмента
Термическая обработка	Термометр термоэлектрический ГОСТ 28243-96 Твердо
Фрезерная	штангенциркуль II ГОСТ 166-89
Плоскошлифовальная	микрометр по ГОСТ 6507-90 Плита поверочная ГОСТ 10905-86 Щуп индикаторный ГОСТ 882-75 профилограф-профилометр тип А1, модель 252 ГОСТ 19300-86
Сверлильная	штангенциркуль I ГОСТ 166-89 Калибр пробка ГОСТ 14810-69
Фрезерная ЧПУ	Шаблоны радиусные (ГОСТ 4126-66) штангенциркуль I ГОСТ 166-89

Для реализации технологии необходимо подобрать оборудование.

Операция 005 Для данной операции применим вертикально-фрезерный станок 6P12.B 015 операции используем плоскошлифовальный станок 3E711B. Для операции 020 операции используем радиально - сверлильный станок 2A554.

## 2.2 Разработка технологических операций

Определение режимов при изготовлении детали рычаг является следующим этапом разработки технологии. Расчет режимов резания производился из техпроцесса САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ. Возможности модуля: расчет режимов резания для различных видов обработки; расчет вспомогательного времени; гибкая подстройка результатов расчетов; графическое представление обработки; отладка алгоритмов расчета, основные формулы и методики из следующих изданий [26, 35, 23].

Выбор режущего инструмента осуществлялся в той же программе. Пример выбора инструмента представлен на рисунке 13.

Справочник технолога 2014 - Режущий инструмент

Выбраный объект: Режущий инструмент\Сверло\Сверло спиральное\Сверло ГОСТ 10903-77\301-3707 Сверло ø39.5

Обозначение	Наименование	Марка материала РИ	Количество п.	Ø (мм)	L	Длина режу...	Стоимость ин...	Конус Морзе	Класс точности	Уровни
2301-3703	Сверло ø38.25	P18	5	38.25	349	200	30	4	A1 и A	норм.
2301-3704	Сверло ø38.5	P18	5	38.5	349	200	30	4	A1 и A	норм.
2301-3705	Сверло ø39	P18	5	39	349	200	30	4	A1 и A	норм.
2301-3706	Сверло ø39.25	P18	5	39.25	349	200	30	4	A1 и A	норм.
2301-3707	Сверло ø39.5	P18	5	39.5	349	200	30	4	A1 и A	норм.
2301-3708	Сверло ø40	P18	5	40	349	200	30	4	A1 и A	норм.
2301-3709	Сверло ø40.5	P18	5	40.5	354	205	30	4	A1 и A	норм.
2301-3711	Сверло ø41	P18	5	41	354	205	30	4	A1 и A	норм.
2301-3712	Сверло ø41.25	P18	5	41.25	354	205	30	4	A1 и A	норм.
2301-3713	Сверло ø41.5	P18	5	41.5	354	205	30	4	A1 и A	норм.
2301-3714	Сверло ø42	P18	5	42	354	205	30	4	A1 и A	норм.
2301-3715	Сверло ø42.5	P18	5	42.5	354	205	30	4	A1 и A	норм.
2301-3716	Сверло ø43	P18	5	43	359	210	30	4	A1 и A	норм.
2301-3717	Сверло ø43.25	P18	5	43.25	359	210	30	4	A1 и A	норм.
2301-3718	Сверло ø43.5	P18	5	43.5	359	210	30	4	A1 и A	норм.
2301-3719	Сверло ø44	P18	5	44	359	210	30	4	A1 и A	норм.
2301-3721	Сверло ø44.5	P18	5	44.5	359	210	30	4	A1 и A	норм.
2301-3722	Сверло ø45	P18	5	45	359	210	30	4	A1 и A	норм.
2301-3723	Сверло ø45.25	P18	5	45.25	364	215	30	4	A1 и A	норм.
2301-3724	Сверло ø45.5	P18	5	45.5	364	215	30	4	A1 и A	норм.
2301-3725	Сверло ø46	P18	5	46	364	215	30	4	A1 и A	норм.
2301-3726	Сверло ø46.5	P18	5	46.5	364	215	30	4	A1 и A	норм.
2301-3727	Сверло ø47	P18	5	47	364	215	30	4	A1 и A	норм.
2301-3728	Сверло ø47.5	P18	5	47.5	364	215	30	4	A1 и A	норм.
2301-3729	Сверло ø48	P18	5	48	369	220	30	4	A1 и A	норм.
2301-3731	Сверло ø48.5	P18	5	48.5	369	220	30	4	A1 и A	норм.
2301-3732	Сверло ø49	P18	5	49	369	220	30	4	A1 и A	норм.
2301-3733	Сверло ø49.5	P18	5	49.5	369	220	30	4	A1 и A	норм.
2301-3734	Сверло ø50	P18	5	50	369	220	30	4	A1 и A	норм.
2301-3735	Сверло ø50.5	P18	5	50.5	374	225	30	4	A1 и A	норм.
2301-3736	Сверло ø51	P18	5	51	412	225	30	5	A1 и A	норм.
2301-3737	Сверло ø51.5	P18	5	51.5	412	225	30	5	A1 и A	норм.
2301-3738	Сверло ø52	P18	5	52	412	225	30	5	A1 и A	норм.
2301-3739	Сверло ø53	P18	5	53	412	225	30	5	A1 и A	норм.
2301-3741	Сверло ø54	P18	5	54	417	230	30	5	A1 и A	норм.

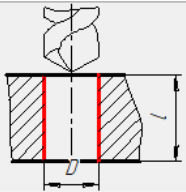
Использовать:  Объект  
 Сверлить отверстие  
 2A554 №1007  
 Конструкционные стали Углеродистые Качественные  
 Сверлильная  
 2301-3797 Сверло ø14 P18 ГОСТ 10903-77

Объекты фильтрации: Результаты поиска | Избранное | В работе

Рисунок 13 – Выбор режущего инструмента в САПР Вертикаль

Пример расчета представлен на рисунке 14.

**Сверление**



Параметр	Перемен...	Знач...
Глубина отверстия	L	40
Подвод врезание, n1	L1	2

**Обрабатываемый материал:**  
Сталь 40 ГОСТ 1050-2013  
**Режущий инструмент:**  
2301-3707 Сверло  $\Phi$ 39.5 P18 ГОСТ 10903-77  
**Режущая часть:**  
Не используется  
**Вспомогательный инструмент:**  
Не используется

**Станок - 2A554**

N	S ос.
18	0,05
20	0,063
25	0,07
31,5	0,09
40	0,1
50	0,125
63	0,14
80	0,18
100	0,2
125	0,25
160	0,28
200	0,35
250	0,4
315	0,56
400	0,7
500	0,8
630	1
800	1,12
1000	1,4
1250	1,6

**Припуск** 19,75  
**Глубина резания** 19,75  
**Количество проходов** 1

Чистовая обработка

Точность обработки 12  
 Шероховатость Ra

Термообработка  
HRC  HB 220 Sigma

Условие	Значение
Использование СОЖ	<input checked="" type="checkbox"/>
Наличие подрезки(для э	<input type="checkbox"/>
Группы подач при сверл	Точность не в
Форма заточки инструм	Нормальная; н
Состояние обрабатываем	Без корки
Состав покрытия режущ	После первой
Предшествующая обраб	Рассверливан

Результат	Перемен...	Знач...
Подача на оборот	So	0,4
Скорость резания	V	15,5
Число оборотов шпин	NO	125
Минутная подача	Sm	50
Основное время	To	0,84
Осевая сила	Po	14143,21
Длина	L_REZ	42
D или B	D_B	39,5
Мощность резания	N	2,992
Вспомогательное вре	tv	

Рисунок 14 – Расчет режимов резания в САПР Вертикаль

Режимы резания и нормы времени для разработанного технологического процесса указаны в соответствующих графах на рисунке 15.

P	П	D или B	L	f	s	n	v
001	1 Установить, выставить, закрепить заготовку						
002	2 Фрезеровать контур						
T03	2214-0502 Фреза $\Phi$ 100, z=4 BK8 ГОСТ 16223-81						
P04	-	280	320	2	1	0,039	400 125,7
Начинавание операции		Материал		Твердость	FB	МД	Профиль и размеры
Плоскошлифовальная		Сталь 40 ГОСТ 1050-2013		HRC=22	кз		Лист 40
Оборудование устройства ЧПУ		Обозначение программы		Ta	Ta	Tpa	СОЖ
ZE711B							
P	П	D или B	L	f	s	n	v
001	1 Установить и закрепить заготовку на низкитной плите						
002	2 Шлифовать 2 плоскости, выдерживая размер 40,6 (вместо 40h8-js9) для обеспечения <input type="checkbox"/> 0,02						
T03	Круг 1250x40x76 24A 64-Л С1 К 35м/с А 1кл. ГОСТ 2424-83						
P04	-			0,3	4	0,08	35

Наименование операции		Материал		Твердость		FB	ML	Профиль и размеры			M3	КОМП
Сверильная		Сталь 40 ГОСТ 1050-2013		HV=220		кз		Лист 40				1
Оборудование устройства ЧПУ		Обозначение программы		Ta	Tb	Tpa	Tшт	СОЖ				
2A554				6,27	0,4							
P		PI	Диц. В	L	f	i	s	n	v			
001	1. Установить, выставить и закрепить заготовку											
002	2. Сверлить отверстие $\varnothing 10$ (вместо $\varnothing 40H8$ ) – предварительно под рассверливание							0,29	0,2			
T03	2301-0028 Сверло $\varnothing 10$ P18 ГОСТ 10903-77											
T04	ШЦ-Л-125-0,1 Штангенциркуль ГОСТ 166-89											
P05		-	10		23		5	1	0,2	400	12,6	
006	3. Рассверлить отверстие $\varnothing 39,5$ (вместо $\varnothing 40H8$ ) – под разварачивание и зенкерование								0,84			
T07	2301-3707 Сверло $\varnothing 39,5$ P18 ГОСТ 10903-77											
T08	ШЦ-Л-125-0,1 Штангенциркуль ГОСТ 166-89											
P09		-	39,5		42		19,75	1	0,4	125	15,5	
010	4. Сверлить отверстие $\varnothing 10$ (вместо $\varnothing 60H8$ ) – предварительно под рассверливание, выдерживая размер $200 \pm 0,057$ согл. чертежу								0,29	0,2		
T11	2301-0028 Сверло $\varnothing 10$ P18 ГОСТ 10903-77											
T12	ШЦ-Л-125-0,1 Штангенциркуль ГОСТ 166-89											
P13		-	10		23		5	1	0,2	400	12,6	
P		PI	Диц. В	L	f	i	s	n	v			
001	5. Рассверлить отверстие $\varnothing 39,5$ (вместо $\varnothing 60H8$ ) – под рассверливание								0,84			
T02	2301-3707 Сверло $\varnothing 39,5$ P18 ГОСТ 10903-77											
T03	ШЦ-Л-125-0,1 Штангенциркуль ГОСТ 166-89											
P04		-	39,5		42		19,75	1	0,4	125	15,5	
005	6. Рассверлить отверстие $\varnothing 59$ (вместо $\varnothing 60H8$ ) – под разварачивание и зенкерование								0,94			
T06	2301-3746 Сверло $\varnothing 59$ P18 ГОСТ 10903-77											
T07	ШЦ-Л-125-0,1 Штангенциркуль ГОСТ 166-89											
P08		-	59		42		29,5	1	0,56	80	14,8	
009	7. Зенкеровать отверстие $\varnothing 39,8$ – под развертку								0,38			
T10	2321-2137 Зенкер $\varnothing 40$ ВК8 ГОСТ 21541-76											
P11		-	40		42		0,25	1	0,56	200	25,1	
012	8. Зенкеровать отверстие $\varnothing 59,8$ – под развертку								0,6			
T13	2321-2155 Зенкер $\varnothing 60$ ВК8 ГОСТ 21541-76											
P14		-	60		42		0,5	1	0,7	100	18,8	
015	9. Развернуть отверстие $\varnothing 40H8$ согл. чертежу								0,11			
T16	2363-3508 Развертка $\varnothing 40$ ВК6 ГОСТ 1672-80											
P17		-	40		42		0,1	1	0,2	2000	251,3	
T01	2363-2499 Развертка $\varnothing 60$ P18 ГОСТ 20389-74											
P02		-	60		40		0,25	1	0,25	80	15,1	

Рисунок 15 – Режимы обработки, полученные в программе Вертикаль

Владея всеми необходимыми инструментами и навыками, разработаем полный технологический процесс, представленный в виде маршрутной карты по ГОСТ в приложении А. В приложении Б представлена операционная карта.

В ходе выполнения данного раздела решены задачи работы по подбору метода получения заготовки, выполнены чертежи заготовки и детали; разработан технологический процесс изготовления детали.

### 3 Расчет и проектирование оснастки и инструмента

#### 3.1 Выбор станочного приспособления

К деталям рассматриваемого типа относятся различные рычаги с не цилиндрическим поперечным сечением и, превышающей поперечное сечение, длиной, более чем в 1,5-2 раза. Основными ходовыми деталями этого рычагов являются шатуны, балки автомобилей, поворотные кулачки и др. Для установки деталей при механической (черновой) обработке обычно используются торцы, основные рабочие поверхности, отверстия и наружные контуры. При чистовой обработке деталь базируется по точным отверстиям. Рычаги, как и другие корпусные детали, подвергаются механической обработке при отсутствии степеней свободы – в неподвижном положении в приспособлении [5].

Для подбора необходимого станочного приспособления необходимо изучить наиболее применяемые, например, при обработке отверстий в рассматриваемых деталях типа рычага, применяется закрепление на плоскости с одной неподвижной и одной подвижной призмами (рисунок 16) [25].

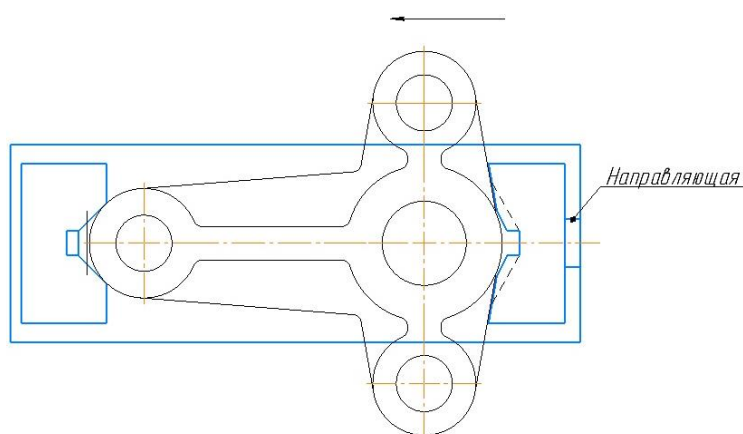
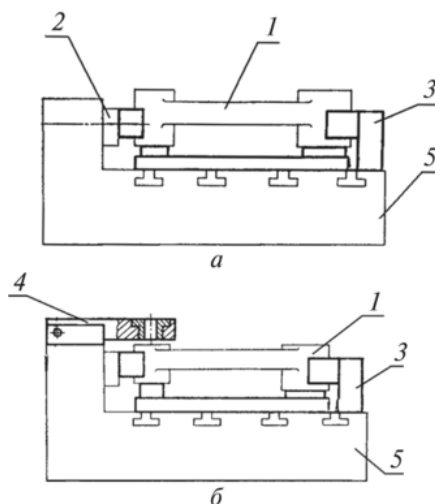


Рисунок 16– Схема установки рычага при обработке отверстий

Также для установки корпусных деталей типа рычагов применяется схема, представленная на рисунке 18.



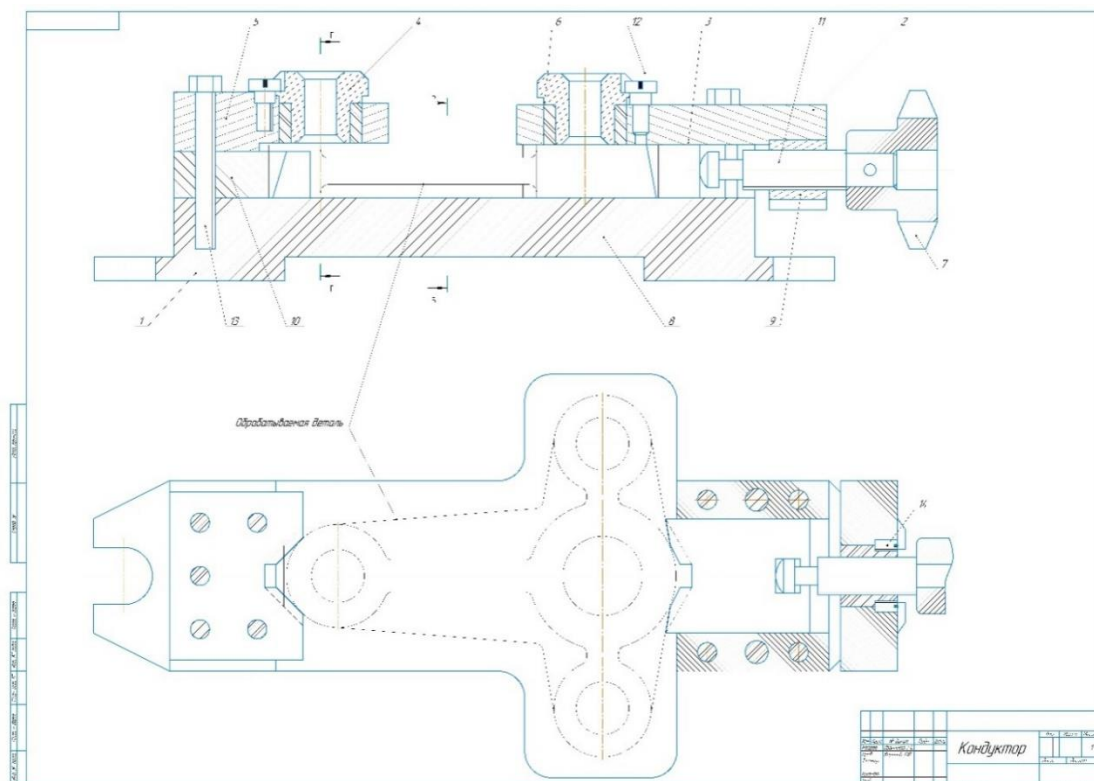
1 – заготовка рычага; 2 – неподвижная призма; 3 – подвижная призма; 4 – поворотный кондуктор; 5 – корпус приспособления

Рисунок 17 – Схема установки рычага при фрезеровании плоскостей

Рассматриваемое приспособление является переналаживаемым тисочного типа с возможным неразъемным (сварным) [15] и пневматическим закреплением с несколькими вариантами установок для фрезерных и сверлильных операций.

### 3.2 Проектирование станочного приспособления

Для реализации технологического процесса изготовления рычага необходимо разработать специальную оснастку, согласно изученным примерам [27]. Станочное приспособление выполнено из листового материала, шлифованного по 2-м сторонам для обеспечения точности установки, для точного позиционирования по отверстиям, выполнены 2 цилиндра с резьбовой частью для зажима гайкой. Рычаг устанавливается по цилиндрическим направляющим, закрепляется гайками и проводится необходимая механическая обработка. Чертеж оснастки представлена на рисунке 18, а в приложении В спецификация.



1 – Плита; 2 – козырек; 3 – призма; 4, 6 – кондукторная втулка; 5 – упор;  
 7 – маховик; 8 – втулка; 9 – гайка; 10 – призма; 11 – винт; 12 – винт; 13 – болт;  
 14 – винт; 15, 16 – штифт.

Рисунок 18 – Станочное приспособление для закрепления детали

Кондуктор предназначен для быстрой и точной установки обрабатываемой детали на сверлильном станке, обеспечивая надежное закрепление детали и нужное направление режущего инструмента [33]. Кондуктор данной конструкции применяется в средне и крупносерийном производстве для сверления отверстий. Обрабатываемый рычаг устанавливается в призмы. Крепление детали осуществляется перемещением подвижной призмы по плите при вращении винта. Втулки могут быть легко заменены другими втулками при изменении диаметра сверления отверстий в детали. Точная взаимная установка деталей обеспечивается штифтами.

### 3.3 Проектирование режущего инструмента

Процесс резки металла, который включает различные методы обработки металлов, создаёт большие механические усилия и высокие температуры в точке контакта между режущим инструментом и материалом заготовки. В таких тяжелых условиях эксплуатации режущий инструмент существенно повреждается и должен быть заменен, если инструмент не может получить желаемый результат с заданными допусками. Для увеличения срока службы, чтобы режущий инструмент функционировал должным образом, его необходимо защищать, часто с помощью покрытий, специально разработанных для предотвращения определенных видов повреждений, возникающих в конкретных областях применения.

Фактически, более 90% режущего инструмента настоящее время покрываются с использованием лазерного [9. 31], химического осаждения – CVD и физического осаждения - PVD или их комбинации.

В работе предлагается нанести износостойкое покрытие на сверло, представленное на рисунке 19, где поз. 1 обозначает упрочняемое место.

Покрытие состоит из материалов со значительно отличающимися модулями упругости и когда толщина отдельных слоев уменьшается до нанометрового масштаба, могут появиться новые свойства; в частности, твердость соединения может быть значительно выше, чем у исходных сыпучих материалов. Отправной точкой для выбора конкретных покрытий для режущих инструментов часто является высокая твердость.





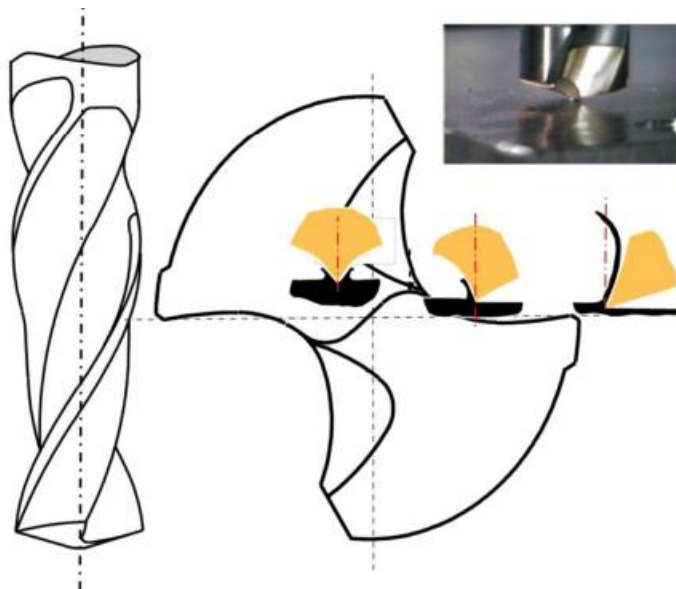


Рисунок 20 – Схема удаления стружки

Одним из способов решения проблемы изменения механизмов износа в местах, близких к режущей кромке, является подходящая комбинация подложек и покрытий. Материалы WC / Co, используемые для изготовления спиральных сверл, обычно изготавливаются из мелкозернистого карбида для повышения твердости с относительно высоким содержанием кобальта для повышения ударной вязкости и уменьшения сколов сверла. Аналогичным образом, покрытия также рассчитаны на твердость и ударную вязкость в широком диапазоне условий резания, таких как монокристаллическое покрытие AlCrN или соответствующие многослойные покрытия. Одним из примеров является многослойный материал TiAlN / TiN, который сочетает в себе жаростойкость TiAlN и ударную вязкость. Другие многослойные покрытия включают легирующие добавки, такие как Si и Cr, и/или нанокристаллические пленки для повышения твердости и ударной вязкости. Пример такого многослойного покрытия показан на рисунке 21.

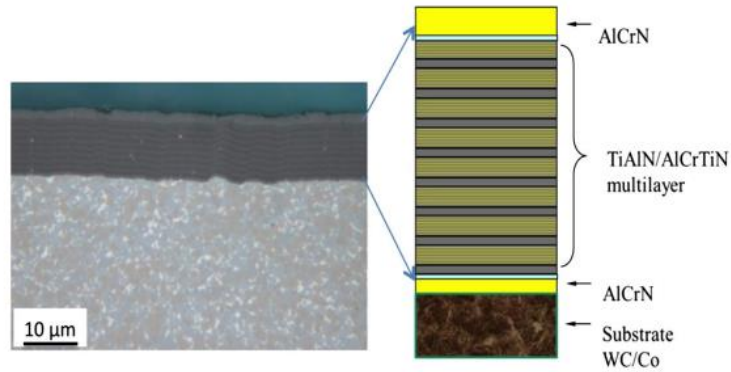


Рисунок 21 – Схематическое описание и изображение трехслойного покрытия AlCrN, функциональным нанослойным покрытием TiAlN/AlCrTiN и (3) другим слоем AlCrN сверху

Основная часть покрытия представляет собой нанослой TiAlN / AlCrTiN с верхним слоем AlCrN для улучшения текучести стружки и еще одним слоем AlCrN на границе раздела для хорошей адгезии к подложке.

Также возможно применение покрытий предложенные представленные на рис. 22, состоящие из покрытия Cr/C с низким коэффициентом трения для низкотемпературных сред с низким коэффициентом трения, термостойкого TiAlN/ TiAlCrN для высокотемпературных применений и TiAlN для “промежуточных” применений.

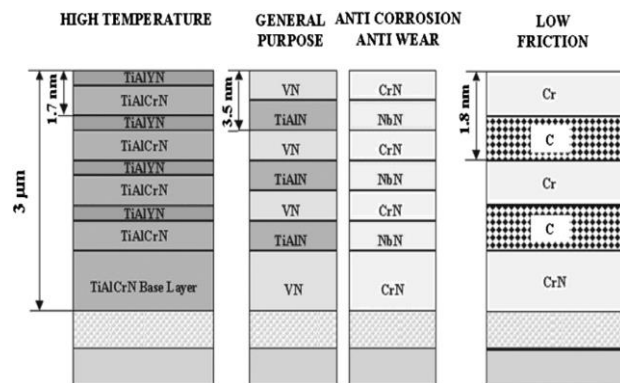


Рисунок 22 – Семейство сверхрешеточных покрытий, адаптированных для конкретного применения

Режущий инструмент является важнейшим компонентом процесса обработки. PVD-покрытия для защиты режущей кромки могут содержать до трех основные архитектур: монокристаллические многофункциональные и термостойкие покрытия, многослойные, где каждый слой предназначен для защиты от различного типа износа, и наноструктурированные покрытия, построенные снизу вверх., с индивидуальным сочетанием свойств за счет тонкого контроля наноразмерных характеристик. Ландшафт металлообработки подчеркивает элементы для нанесения покрытий, которые уже используются. По периметру "безопасной рабочей зоны" наносится покрытие для повышения производительности за счет увеличения скорости удаления металла (более высокая скорость резания, подача или глубина резания) без ущерба для срока службы инструмента. Внутри "безопасной рабочей зоны" наносится покрытие для продления срока службы инструмента и снижения потерь производительности за счет уменьшения количества остановок производственной линии для замены режущего инструмента. Многие из обсуждаемых продуктов для нанесения покрытий предназначены режущих инструментов. К ним относятся термостойкие монокристаллические покрытия AlTiN и AlCrN и наноструктурированный AlTiSiYN. Конкретными примерами являются двойной слой AlTiSiN/AlTiN, который повышают стойкость к глубине надреза без ущерба для термических свойств, и трехслойное покрытие TiN/AlTiN/AlTiN/aSiN для концевых фрез и сверл.

Согласно анализу по выполнению данного раздела, были получены следующие результаты:

- разработана приспособление для установки детали;
- разработан чертеже оснастки;
- изучены методы упрочнения режущего инструмента и предложен наиболее технологичный
- разработан чертеж упрочняемого инструмента.

## **4 Безопасность и экологичность технического объекта**

### **4.1 Общие положения**

– Начальники организаций должны во время и качественно организовать инструктаж по технике безопасности и производственной санитарии для новых и уже работающих сотрудников, вне зависимости от их опыта работы, стажа, квалификации на основании положений и инструкций по охране труда в зависимости от особенностей работы;

– Ответственными за проведение качественного инструктажа всех работников в положенный срок назначаются руководители цехов и отделов. Начальник отдела или инженер по технике безопасности организации контролирует его соблюдение;

– Несоблюдение сотрудниками предприятия положений по охране труда является нарушением производственной дисциплины и влечет ответственность в соответствии с нормами внутреннего трудового распорядка;

– Данная инструкция не исключает особых правил, предполагающих необходимое обучение и инструктаж по безопасности работников, обслуживающих электрические устройства, котельные установки, грузоподъемные машины, сосуды, работающие под давлением, и прочее оборудование, и устройства, чья работа предполагает высокую опасность.

### **4.2 Общие требования безопасности работы на станках**

Перед началом работы на станке необходимо выполнить обязательные правила, соблюдение которых позволит обеспечить безопасную работу (рисунок 23).

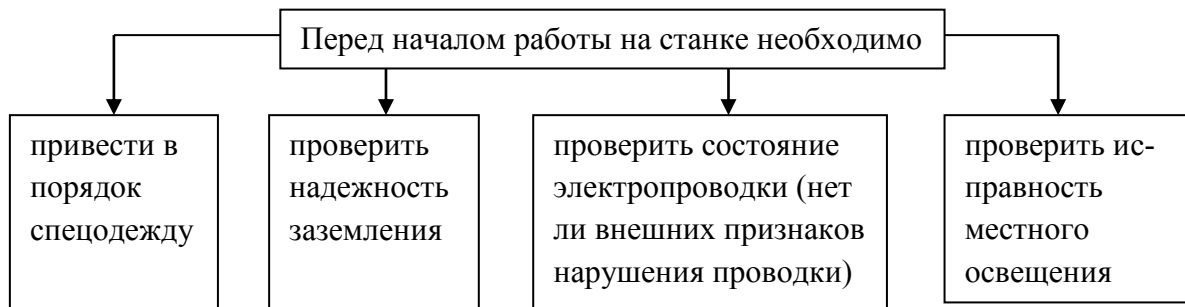


Рисунок 23 – Правила, необходимые для безопасной работы

В ходе выполнения операций резания на станке нужно:

- применять средства защиты, такие как козырьки и очки;
- стараться занять место подальше от зоны резания и вращающихся узлов, если согласно рабочим условиям нет возможности их закрыть кожухами или щитками;
- запрещено отвлекаться от контроля за работой станка.

Чтобы предотвратить повреждения после обработки детали, учитывая твердость материала, нужно применять для снятия заусенцев либо слесарный инструмент, либо абразивный брусок.

### 4.3 Общие требования электробезопасности

Для соблюдения безопасности в работе с электроустановками нужно использовать разные технические и организационные меры, установленные действующими правилами устройствами электроустановок (ПУЭ).

Технические средства, применяемые для защиты от поражения электрическим током бывают коллективные и индивидуальные, а также средства, предотвращающие прикосновение работников к элементам сети, находящимся под напряжением, и средства, предусматривающие безопасность, если прикосновение произошло.

Нужно обязательно обеспечить изолирование токоведущих частей, находящихся под напряжением, исключить риск поражения при возникновении

напряжения на корпусах, других частях электрооборудования, что возможно благодаря применению двойной изоляции, защитным заземлением, защитным отключением, ГОСТ 12.1.030-81 «Система стандартов безопасности труда.

Необходимо использовать защитное заземление, зануление» и применять разные звуковые, световые и цветные сигнализаторы, установленные в местах видимости и слышимости работников.

Опасность на рабочем месте способна появиться у различных объектов, которые могут нанести травму вследствие не спровоцированного контакта объекта, и или его части с работником.

Во избежание несчастных случаев оборудование и установки необходимо изолировать разными оградительными, защитными и предохранительными устройствами.

Различные шумы, вибрации, плохая освещенность, психофизиологическая нагрузка усиливают тяжесть труда и затрудняют борьбу за высокую производительность труда. Для правильной организации производства и проведения мероприятий, направленных на улучшение работоспособности персонала, произведём расчеты категории тяжести труда.

Согласно изученной информации делаем вывод о правилах безопасности на производстве при изготовлении детали.

## 5 Экономическая эффективность работы

На основании методик, представленных в таблице 8, и программного обеспечения Microsoft Excel определены и рассмотрены значения эффективности разработанного технологического процесса.

Таблица 8 – Методики, применяемых действий, необходимых для экономического обоснования разработанного технологического процесса

Действия по экономическому обоснованию	Применяемые методики
1. Определение себестоимости изготовления детали	1. «Расчет необходимого количества оборудования и коэффициента его загрузки». 2. «Расчет технологической себестоимости технологического процесса». 3. «Калькуляция себестоимости обработки детали»
2. Расчет капитальных вложений	1. «Расчет капитальных вложений (инвестиций)»
3. Определение срока окупаемости	1. «Ожидаемая прибыль» 2. «Чистая ожидаемая прибыль» 3. «Срок окупаемости капитальных вложений»
4. Обоснование эффективности внедрения процесса	1. «Определение экономической эффективности проекта»

На рисунке 24 представлен коэффициент загрузки используемого оборудования по операциям.

Согласно рисунку 24 оборудование слабо загружено, это заметно по незначительному объему выпуска деталей, а именно 1000 штук в год, и режиму работы в две смены.

На рисунке 25 представлено доленое соотношение параметров, входящих в технологическую себестоимость изготовления детали.





Рисунок 24 – Коэффициент загрузки оборудования по операциям ТП, %

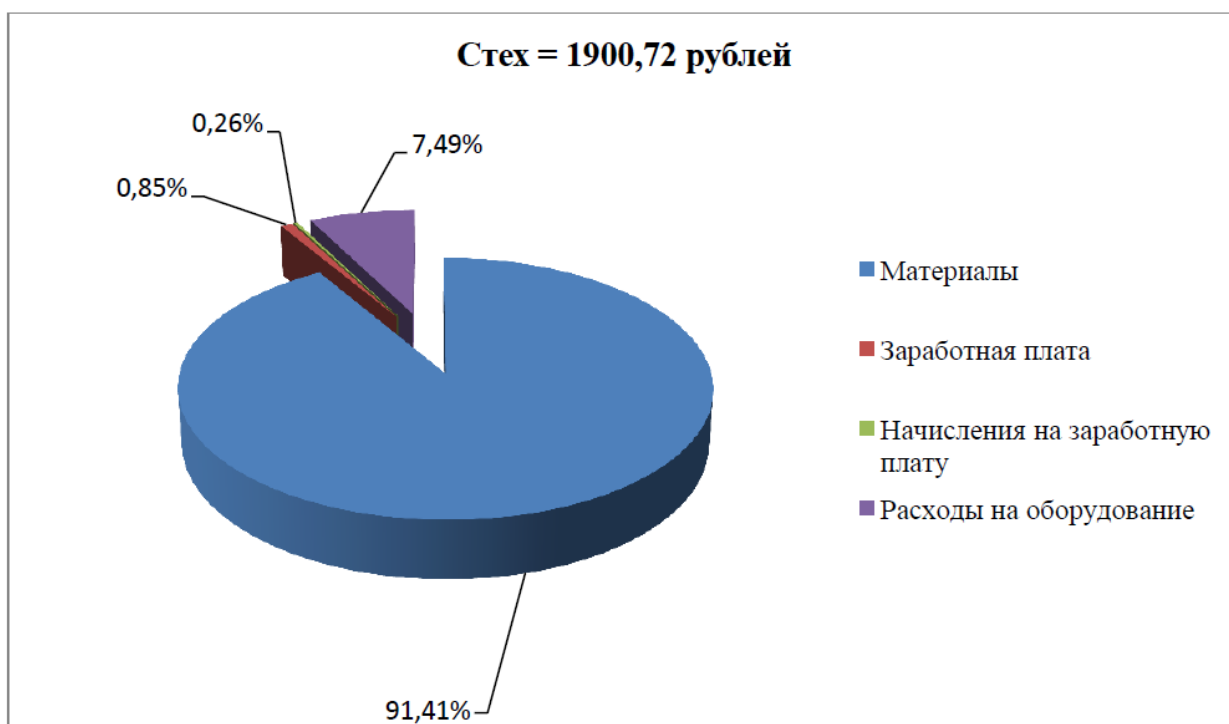


Рисунок 25 – Долевое соотношение параметров, входящих в технологическую себестоимость изготовления детали

Таким образом, в результате анализа данных, представленных на рисунке 25, можно сделать вывод о том, что расходы на материалы, составляющие 91,5 % себестоимости, являются наиболее затратной статьёй расходов. Это связано со способом получения заготовки, массой и применяемым материалом. Около 7,5 % от себестоимости занимают расходы на содержание и эксплуатацию оборудования. Превосходство этих затрат над заработной платой и начислениями на нее объясняется моделями используемого в технологическом процессе оборудования импортного производства.

На рисунке 26 показана калькуляция себестоимости изготовления.

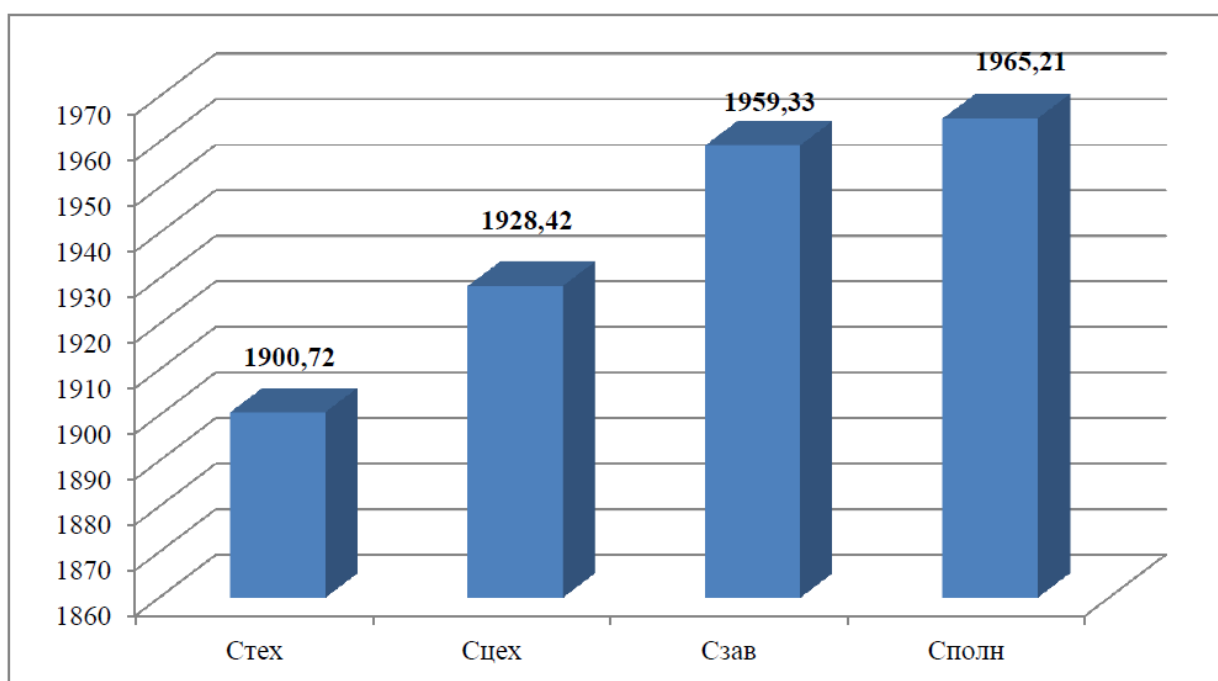


Рисунок 26 – Калькуляция себестоимости обработки детали, руб.

Величина технологической (Стех), цеховой (Сцех), производственно-заводской (Сзав) и полной (Сполн) себестоимости представлена на рисунке 27. В соответствии с данной диаграммой полная себестоимость равна 1965,21 руб. за единицу, выпускаемую согласно этому технологическому процессу.

На рисунке 27 показаны данные и их долевое соотношение, оказавшие влияние на размер капитальных вложений (инвестиций), нужных для применения разработанного технологического процесса.

Согласно рисунку 27, наибольший объем расходов, а именно 63584,3 руб. или 34,5 %, нужно будет использовать на основное технологическое оборудование. Следующими по величине вложениями являются расходы на инструмент, которые составляют 55348,8 руб. или 30 % от всех капитальных вложений. 47938,2 руб. или 26 % занимают затраты на проектирование в объеме инвестиций. Прочие вложения тоже оказывают небольшое влияние, но являются незначительными, поскольку их размер в долевом соотношении занимает от 0,2 % до 4,5 % от общей величины.

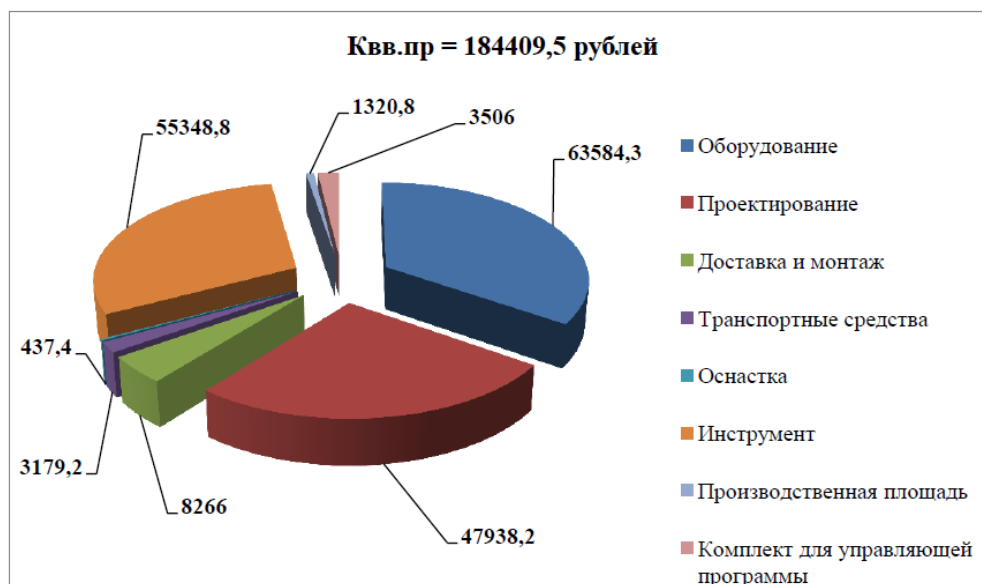


Рисунок 27 – Величина инвестиций и параметры, оказывающие на них влияние, руб.

Используемая методика установления срока окупаемости, дала возможность понять, что вложенные инвестиции окупятся в течение 2 лет, исходя из определенной рентабельности производства в 25 %, обеспечивающей получение

чистой прибыли в размере 196521 рублей. Что является допусаемым сроком окупаемости для производственных процессов.

Методика обоснования экономической эффективности дала возможность определить величины параметров: интегральный экономический эффект, равный 21324,8 руб. и индекс доходности, составляющий 1,12 руб./руб.

Таким образом, исходя из рассчитанных данных, и рассмотрения рекомендуемых значений, можно сделать вывод об эффективности разработанного технологического процесса изготовления рычага сортировочного механизма автоматической линии.

## Заключение

Деталь «Рычаг» относится к корпусным деталям. Деталь изготавливается из стали 40 ГОСТ 1050-13. В качестве исходной заготовки можно использовать отливку (из аналогичной стали 40Л), штамповку или прокат. При массе рычага 4,8 кг и количестве деталей 10000 штук в год тип производства – среднесерийное.

Согласно проведенному сравнительному анализу, можно сделать вывод о том, что деталь в плане обработки резанием является технологичной, т.к. имеет удовлетворительную обрабатываемость и обеспечивает требуемую шероховатость. После анализа количественных данных технологичности детали, можно сделать вывод, что негативной характеристикой детали является - коэффициент использования материала, который ниже среднего ( $0,25 < 0,7$ ). Это означает, что большая часть материала уходит в отход, следовательно, уменьшается технологичность продукции и увеличивается себестоимость.

Коэффициент применяемости стандартизованных обрабатываемых поверхностей является положительным критерием данной детали, это значит, что с помощью стандартного инструмента можно обработать различные поверхности.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что в целом деталь технологична.

Маршрут обработки детали «Рычаг»: 001 Заготовительная, 005 Термическая обработка, 010 Фрезерная, 015 Сверлильная, 020 Фрезерная ЧПУ, 025 Слесарная, 030 Контроль.

Для реализации технологии необходимо подобрать оборудование и инструмент.

Для операции 010 применим вертикально-фрезерный станок 6P12. В 015 операции используем Радиально - сверлильный станок 2M58-1. Станки модели 2м58-1 предназначены для сверления, рассверливания, зенкования, развертывания, нарезания резьбы; применяется в условиях единичного и серийного производства. Фрезерный станок ЧПУ VF-3YT используется для

обработки с помощью фрезы плоских и фасонных поверхностей металлических заготовок.

Контроль габаритных размеров детали осуществляют с помощью Штангенциркуль II ГОСТ 166-89. Твердость определяется твердомером модели ТК – 2М. Параметры шероховатости контролируются прибором «Профилограф-профилометр» тип А1, модель 252 ГОСТ 19300-86. Для учета отверстий используется калибры по ГОСТ 14810-69. Геометрия радиусных скруглений – по шаблонам ГОСТ 4126.

При обработке отверстий в рычагах применяется установка на плоскости при одной неподвижной и одной подвижной призмах.

Если исходная заготовка имеет наклонные торцевые поверхности, то и призмы могут быть выполнены под углом.

Для реализации технологического процесса необходимо разработать оснастку под изготавливаемый рычаг. Оснастка выглядит следующим образом: плита с просверленными отверстиями под направляющие с резьбой для закрепления гайки.

## Список используемых источников

1. Базирование и базы в машиностроении. Термины и определения ГОСТ 21495-76
2. Базров Б.М. Основы технологии машиностроения: учеб. пособие. М. : Машиностроение, 2005. 736 с.
3. Богодухов С.И., Бондаренко Е.В., Проскурин А.Д. М34 Материаловедение и технологические процессы машиностроительного производства : лабораторный практикум. М. : Оренбург : ГОУ ОГУ, 2004. 409 с.
4. Выбор способа изготовления заготовок. Методические указания. : Курган: КМИ, 1995. 42 с.
5. Вяткин Б.А., Зрюкин В.В., Можин Н.А. Расчёт и проектирование станочных приспособлений: учеб. пособие. М. : Иваново: ИГТА, 2005. 192 с.
6. Вяткин Б.А., Зрюкин В.В., Можин Н.А. Расчёт припусков и межпереходных размеров: учеб. пособие. М. : Иваново: ИГТА, 2003. 204 с.
7. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. М. : Выш. школа, 1983. 256 с.
8. ГОСТ 9378-93 Образцы шероховатости поверхности (сравнения) [Электронный ресурс] : Межгосударственный стандарт. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200005375>
9. Григорьянц А.Г., Шиганов И.Н., Мисюров А.И. Технологические процессы лазерной обработки : учеб. пособие для вузов. М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. 664 с.
10. Гусев А.А. Технология машиностроения (специальная часть): учеб. пособие для студентов машиностроительных вузов. М. : Москва : Машиностроение, 1986. 480 с.
11. Дальский А.М. Технология машиностроения В 2-х т. Т. 1. Основы технологии машиностроения: учеб. пособие. М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1999. 564 с.
12. Демин, О.В. Д306 Прикладная механика. Практические расчеты : учеб. пособие. М. : Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. 120 с.

13. Егоров М.Е., Дементьев В.И., Дмитриев В.Л. Технология машиностроения: учеб. пособие. М. : Высшая школа, 1976. 536 с.
14. Егорова Ю.П., Лозинский Ю.М., Марр Е.И. Материаловедение : учеб. пособие для студентов политехнического университета. М. : Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2014. 121 с.
15. Ельцов, В.В. Ремонтная сварка и наплавка деталей машин и механизмов : учеб. пособие по дисциплинам «Ремонтная сварка и наплавка деталей машин и механизмов» и «Основы восстановления деталей и ремонт автомобилей». М. : Тольятти : Изд-во ТГУ, 2012. 176 с.
16. Зрюкин В.В. Проектирование технологических процессов сборки изделий в машиностроении: учеб. пособие. М. : Иваново: ИвТИ, 1973. 44 с.
17. Зрюкин В.В. Размерные цепи: учеб. пособие. М. : Иваново: ИХТИ, 1985. 80 с.
18. Зрюкин В.В. Точность механической обработки: методические указания по курсу «Технология машиностроения» для студентов заочного факультета. М. : Иваново: ИвТИ, 1973. 64 с.
19. Зрюкин В.В., Можин Н.А. Сборник лабораторных работ по технологии машиностроения: учеб. пособие. М. : Иваново: ИГТА, 2008. 112 с.
20. Зуев А.А. Технология машиностроения: учеб. пособие. М. : СПб.: Изд-во «Лань», 2003. 496 с.
21. Казармщиков И.Т. Производство металлических конструкционных материалов : учеб. пособие. М. : Оренбург : ГОУ ОГУ, 2004. 247 с.
22. Кащук В. А., Верещагин А. Б. Справочник шлифовщика. М. : Машиностроение, 1988. 480 с.
23. Классификация разработка и применение технологических процессов. Рекомендации р 50-54-93-88 : утв. Приказом ВНИИНМАШ № 192 от 04.07.1988
24. Краткий справочник металлиста; под ред. Орлова П.Н., Скороходова Е.А. М. : Машиностроение, 1987. 960 с.



25. Лебедев Л.В., Мнацаканян В.У., Погонин А.А. Технология машиностроения: учеб. пособие. М. : Издательский центр «Академия», 2006. 526
26. Локтев А.Д., Гуцин И.Д., Батуев В.А. и др. Общемашиностроительные нормативы режимов резания: Справочник в 2-х томах. М.: Машиностроение, 1991.
27. Мальцев В. Г. Технологическая оснастка : учеб. пособие. М. : Омск : Изд-во ОмГТУ, 2019
28. Мельников Г.Н. Технология машиностроения В 2-х т. Т. 2. Производство машин: учеб. пособие. М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1999. 640 с.
29. Можин Н.А. Оформление технологической документации и технологических наладок : учеб. пособие. М. : Иваново : ИГТА, 2011. 64 с.
30. Морозов Е.А., Шумков А.Е., Дроздов А.А., Юсиков Н.С. Лазерное легирование стали 40Х карбидом вольфрама // Металлообработка. 2019. № 2 (110). С. 19-24.
31. Мосталыгин Г.П., Толмачевский Н.Н. Технология машиностроения. М : Машиностроение, 1990. 288 с.
32. Осокин Е. Н. О-72 Процессы порошковой металлургии: курс лекций. М. : Красноярск : ИПК СФУ, 2008. 421 с.
33. Режимы резания металлов. Справочник. Под ред. Ю.В. Барановского. Изд. 3-е, переработанное и дополненное. М. : Машиностроение, 1972.
34. Соболев Б.М., Куриный В.В., Марьин С.Б. Основы технологии получения металлов и сплавов (получение железа, чугуна и стали) : учеб. пособие. М. : Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВПО «КНАГТУ», 2014. 168 с.
35. Соболев С.Ф., Кузьмин Ю.П. Методические указания по разработке технологических процессов изготовления деталей механической обработкой. СПб : СПбГУ ИТМО, 2007. 118 с.
36. Справочник технолога-машиностроителя В 2-х т. Т. 1; под ред. А.М. Дальского, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова, А.Г Сулова. М. : Машиностроение-1, 2001. 912 с.

37. Справочник технолога-машиностроителя В 2-х т. Т. 2; под ред. А.М. Дальского, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова, А.Г. Сулова. М. : Машиностроение-1, 2001. 944 с.
38. Справочник технолога-машиностроителя В 2-х т. Т1; под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. М. : Машиностроение, 1986. 496 с.
39. Справочник технолога-машиностроителя В 2-х т. Т2; под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. М. : Машиностроение, 1986. 496 с.
40. Сулов А.Г., Дальский А.М. Научные основы технологии машиностроения: учеб. пособие. М. : Машиностроение, 2002. 684 с.
41. Терентьев, В. Ф., Колмаков А. Г., Курганова Ю. А. Теория и практика повышения надежности и работоспособности конструкционных металлических материалов : учеб. пособие. М. : Ульяновск : УлГТУ, 2010. 268 с.
42. Трофимов А. В. Основы технологии машиностроения. Проектирование технологических процессов: учеб. пособие. М. : СПб.: СПбГЛТУ, 2013. 72 с.
43. Шаталов В. К. Оценка технологичности конструктивных форм деталей, изготавливаемых обработкой резанием : учеб. пособие. М. : Калуга : Манускрипт. 2019. 38 с.











