

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)

Технология машиностроения  
(направленность (профиль)/ специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Технологический процесс изготовления вала дробилки

Студент	<u>Я.М. Ахтамзянов</u> (И.О. Фамилия)	<u>_____</u> (личная подпись)
Руководитель	<u>канд. техн. наук, доцент Д.А. Расторгуев</u> (ученая степень, звание, И.О. Фамилия)	
Консультанты	<u>канд. экон. наук, Н.В. Зубкова</u> (ученая степень, звание, И.О. Фамилия)	

Тольятти 2021

## Аннотация

Цель работы – повышение эффективности техпроцесса изготовления длинномерного маложесткого вала дробилки в условиях серийного производства. В работе рассмотрен пример разработки технологического процесса изготовления вала, который относится к категории маложестких деталей. Анализ технологичности показал сильное влияние упругих деформаций, которые возникают на операциях технологического процесса и приводят к значительной погрешности обработки, ухудшают условия работы инструмента и приводят к снижению качества обработанной поверхности. Для решения этой проблемы путем повышения жесткости заготовки при установке предлагается на всех операциях технологического процесса использовать систему стабилизации оси заготовки.

В работе предложена конструкция приспособления для зажима заготовки путем регулирования осевого усилия поджима на основных формообразующих операциях. Также используется самоцентрирующий люнет. В конструкторском разделе выполнено проектирование данных элементов оснащения в силовом и точностном расчете.

Далее технология спроектирована в соответствии с типовыми этапами: выбор типа производства, определение его базовых характеристик, выбор наиболее эффективного по себестоимости способа получения исходной заготовки, выбор технологических переходов, формирующих поверхности вала, объединение этих переходов в технологические операции в соответствии с типовым техпроцессом, подбор наиболее эффективного и соответствующего типу производства оборудования, зажимных приспособлений и другой оснастки.

При проектировании технологии выполнен анализ вредных производственных факторов, а также приведено экономическое обоснование предлагаемых решений.

## Содержание

Введение.....	4
1 Анализ исходных данных.....	5
1.1 Анализ служебного назначения.....	5
1.2 Систематизация поверхностей.....	6
1.3 Анализ технологичности детали .....	7
1.4 Формулировка задач работы.....	10
2 Технологическая часть работы.....	11
2.1 Выбор типа производства.....	11
2.2 Общий анализ технологии .....	11
2.3 Обоснование выбора метода получения заготовки.....	12
2.4 Выбор методов обработки.....	12
2.5 Определение припусков и проектирование заготовки.....	15
2.5 Разработка технологического маршрута .....	18
2.6 Выбор схемы базирования .....	19
2.7 Выбор средств оснащения.....	20
2.8 Проектирование операций .....	22
3 Разработка специальной технологической оснастки .....	30
3.1 Проектирование приспособления.....	30
3.2 Проектирование инструмента.....	36
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	38
4.1 Планировка производственного участка .....	38
4.2 Оборудование производственного участка .....	39
4.3 Анализ вредных производственных факторов.....	39
5 Экономическая эффективность работы .....	41
Заключение .....	46
Список используемых источников.....	49
Приложение А. Маршрутные и операционные карты .....	52
Приложение Б. Спецификация на приспособление .....	57
Приложение В. Спецификация на фрезу .....	59

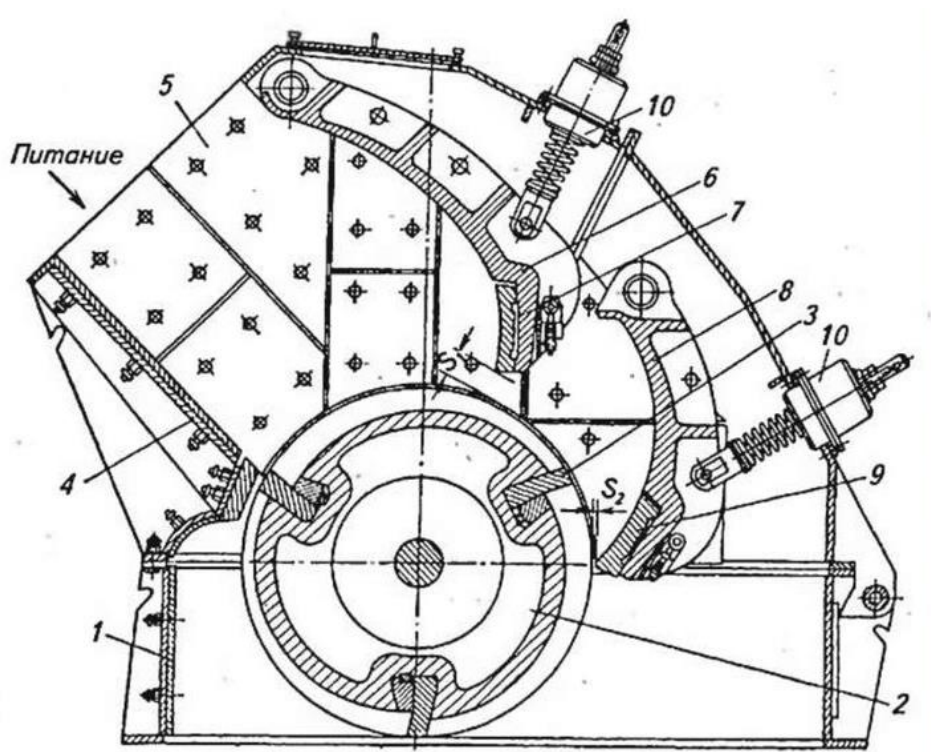
## Введение

Производство машин это область деятельности, которая основана на закономерностях науки технологии машиностроения. Эффективность работы различных механизмов определяется несколькими моментами. Первый связан с качеством выполнения проектировочных работ, подбором компоновки устройства, выбором конструктивных решений при оформлении отдельных элементов, выбором материалов. Вторым моментом связан с технологическим обеспечением качества какого-либо механизма или устройства. Это связано с обеспечением качества изготовления отдельных деталей, а затем качеством выполненных сборочных работ. Различного рода контрольно-измерительные действия, предполагается, входят в структуру технологических процессов изготовления и сборки. Исходя из этого, работа технолога является одним из ключевых факторов, который определяет конкурентоспособность продукции. Из-за того, что растут эксплуатационные характеристики, такие как скорости, мощности, нагрузки, увеличивается доля труднообрабатываемых материалов, применяемых в современных устройствах, растут требования по материалоемкости (в том числе, за счет усложнение конфигурации детали) - задачи технолога усложняются. Необходимо наиболее эффективно подобрать способ получения исходной заготовки, который при гарантии обеспечения качества детали, полученные ее обработкой, в то же время обеспечивал минимальные затраты по расходу материала. В современных технологических переходах используются высокопроизводительные высокоскоростные станки с широкими технологическими возможностями, в том числе за счет модульной компоновки. Но при этом, задача обеспечения жесткости при обработке маложестких валов не решена. Необходимо принимать дополнительные технологические меры для того, чтобы можно было выполнить требования, заложенные конструктором, на операциях механической обработки.

## 1 Анализ исходных данных

### 1.1 Анализ служебного назначения

Вал дробилки работает в устройстве, предназначенном для измельчения нерудных материалов (рисунок 1). Он предназначен для вращения перемалывающих дисков [20]. Сам вал приводится во вращение при помощи симметричной схемы нагружения по крайним шейкам. Для передачи крутящего момента используются шлицевые поверхности и шпоночные пазы. Вал работает в условиях значительных скручивающих нагрузок, как статических, так и динамических. Также он работает в условиях воздействия абразивной пыли.



1 – рама; 2- ротор; 3 – била; 4 – верхняя часть корпуса; 5 – футеровка корпуса; 6 – верхняя отражательная плита; 7 – футеровка; 8 – нижняя отражательная плита; 9 – футеровка; 10 – механизм регулирования

Рисунок 1 - Эскиз поперечного сечения дробилки

## 1.2 Систематизация поверхностей

Вал изготавливается из коррозионно-стойкого сплава 12Х18Н10Т, физико-механические свойства которого приведены в соответствующих таблицах 1 и 2 [7].

Таблица 1 - Химический состав (ГОСТ 5632-72)

Химический элемент	Процентное содержание
Кремний (Si),	не более 0.8
Марганец (Mn),	не более 2.0
Медь (Cu),	не более 0.30
Никель (Ni)	9.0-11.0
Сера (S),	не более 0.020
Титан (Ti)	0.6-0.8
Углерод (C)	не более 0.12
Фосфор (P)	не более 0.035
Хром (Cr)	17.0-19.0

Таблица 2 - Механические свойства материала 12Х18Н10Т

Состояние поставки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	$\delta_5$ , %	$\psi$ , %
Прутки после закалки	60	196	510	40	55

Этот материал имеет комплекс свойств, удовлетворяющих условиям работы детали. Все поверхности вала обозначены на рисунке 2.

С точки зрения работы, поверхности вала делятся на четыре группы. Самая ответственная, эта группа исполнительных поверхностей и основных конструкторских баз [2]. Поверхности, предназначенные для передачи крутящего момента, относятся к категориям исполнительных поверхностей. Поверхности, с помощью которых вал устанавливается в дробилке - шейки под подшипники и прилегающие упорные буртики, это основные базы. Шейки, которые проходят через герметизирующие крышки, шейки для установки приводных шкивов, а также дробящие диски, а также шпоночные пазы, относятся к вспомогательным конструкторским базам. Все остальные не указанные поверхности являются свободными и соответственно

требования к ним самые низкие - 14 квалитет с шероховатостью Ra 6,3 мкм. Все поверхности детали на эскизе нумеруем и систематизируем их по назначению.

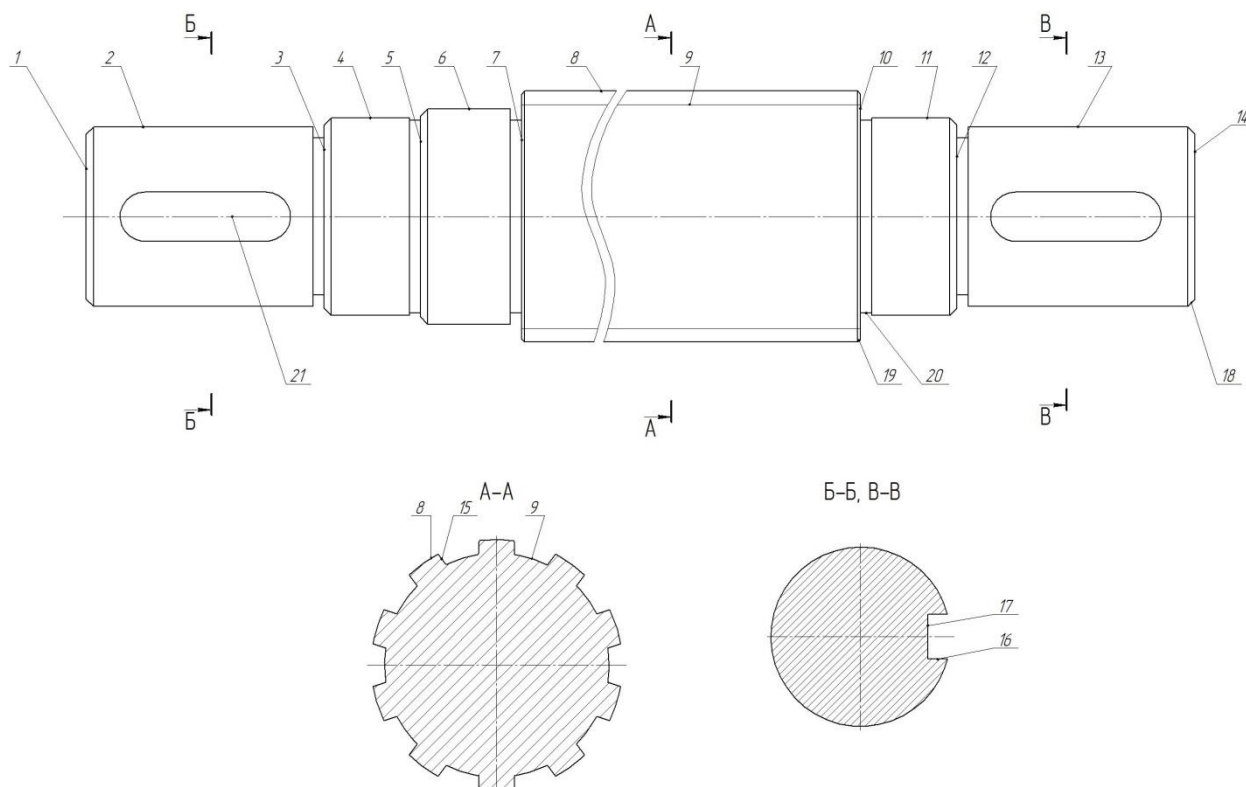


Рисунок 2 - Эскиз детали

### 1.3 Анализ технологичности детали

Материал детали: сталь 12X18H10T для деталей, работающих до 300° С в коррозионных средах. Сталь углеродистая легированная коррозионностойкая (нержавеющая) [21].

Свободные поверхности предусматривается обрабатывать по IT14 квалитету точности. Этого можно добиться при черновом точении на первой операции.

Вследствие малой жесткости вала при обработке будут большие упругие деформации этой заготовки. Поэтому на всех операциях обязательно использование многоопорной схемы установки с люнетами.

Таким образом, с точки зрения получения заготовки, деталь можно также считать не технологичной.

Вал ступенчатый, шлицевой, с резьбовыми и шлицевыми элементами, для которых разработан типовой техпроцесс. Деталь может быть обработана по нему. Учитывая относительно малую жесткость вала (отношение длины к диаметру  $l/d=9\approx 10$ ) необходимо предусмотреть меры по стабилизации его оси в процессе обработки. Вал дробилки с точки зрения технологичности имеет явный признак, который относит ее к категории не технологичных деталей. Это его малая жесткость. Она определяется по соотношению длины к диаметру, которое около 10. Эти данные говорят о том, что вал при установке на операциях будет иметь значительные деформации. Причем эти деформации будут как статические, то есть под весом самого вала, так и динамические при его вращении или при воздействии режущего инструмента. Это требует дополнительных мер по обеспечению жесткости заготовки. Для этого необходимо использовать дополнительные опоры. Двух опорная схема установки в данном случае не подходит. Кроме патронов и поджимающего центра, необходимо использовать самоцентрирующий люнет. Далее в следующем разделе будет проанализирована необходимость использования одного или нескольких люнетов, а также схема их установки - подвижная или неподвижная.

Кроме этого вал трудно обрабатывать из-за значительной протяженности обрабатываемых поверхностей и соответственно времени работы инструмента, который будет вызывать значительный износ инструментов.

Обрабатываемость материала низкая. Таким образом, с точки зрения общей компоновки детали, ее можно считать не технологичной.



«Черновыми базами для установки заготовки на первой операции является цилиндрическая поверхность прутка или поковки. В дальнейшем за базы могут быть приняты как цилиндрические поверхности - шейки вала, так и специально выполненные центровые отверстия с резьбой, которые применяются не только для базирования на технологических операциях, но и для транспортировки и хранения заготовок» [12] (на чертеже не показаны). Однако их использование приводит к несоосности обрабатываемой поверхности и оси вращения заготовки. Это вызовет колебания припуска в поперечном сечении. Следствием снятия слоя материала с разной глубиной резания станет коробление вала из-за перераспределения напряжений в валу.

Предполагается обрабатывать все поверхности вала, так как заданная точность и шероховатость не получается на заготовительной стадии. Всего обрабатывается 20 поверхностей собственно детали, а также центровые отверстия.

Протяженность обрабатываемых поверхностей велика и определяется условиями компоновки агрегата и работы вала дробилки. Конструктивные элементы стандартизированные, унифицированные.

Заготовку данного вала можно получать как прокатом, так и ковкой. Но с учетом небольших перепадов диаметра и объема выпуска более предпочтительным будет являться метод проката. Здесь нужно только определиться - прокат нормальной или высокой точности. Форма поверхностей простая, выход инструмента обеспечивается. Для выхода шлифовального инструмента предусмотрены соответствующие канавки типовых размеров. Движение шлифовальным кругом выполняется по программе по контуру на двух установках с переустановкой заготовки. Параметры шпоночных, шлицевых и резьбовых поверхностей также стандартизированные и нормализованные. С точки зрения общей технологичности вал является не технологичным.

## **1.4 Формулировка задач работы**

Основные задачи работы:

- разработать технологию со всеми необходимыми расчетами;
- подготовить оснащение, включая проектирование станочного приспособление для технологической операции;
- спроектировать и рассчитать высокопроизводительный инструмент для обработки шлицев;
- обеспечить мероприятия по охране труда;
- экономически обосновать предложенные усовершенствования техпроцесса.

### **Выводы по разделу**

В первом разделе описываются условия работы детали, анализируются особенности конструктивной формы, материал вала дробилки. Выполнен комплексный анализ технологичности вала.

## **2 Технологическая часть работы**

### **2.1 Выбор типа производства**

Мелкосерийный тип производства определяется по массе детали  $m=70$  кг и объему выпуска  $N=50$  штук в год [12]. Размер разового запуска в производство:

$$n = (N \cdot a)/254 = (50 \cdot 12)/254 = 2 \text{ детали}, \quad (1)$$

где  $a$  – периодичность запуска партии в днях (принимаем 12 дней);  
254 – среднее число рабочих дней в году [20].

### **2.2 Общий анализ технологии**

По заданию объем выпуска деталей определен в 50 штук в год. Относим данную деталь к мелкосерийному типу производства. Для него характерна расстановка оборудования по типам станков, проектирование технологии в виде маршрутной документации с минимальным объемом расчетных работ по определению припусков табличным способом, по выполнению расчетов режимов резания также табличным способом и нормированием при помощи сравнительного, экспертного и статистического метода.

В работе на самую точную поверхность - шейку под подшипники, расчет операционных размеров и припусков выполним аналитическим способом.

На лимитирующий переход лимитирующей операции (самый длительный) расчет режимов резания также выполним по формулам. По справочнику ведется нормирование лимитирующей операции упрощенно таблично и по укрупненным нормативам. С учетом это далее выполняется проектирование технологии по этапам.

### **2.3 Обоснование выбора метода получения заготовки**

Исходя из условий работы, конструкции детали, материала заготовки и типа производства, а также больших габаритных размеров  $L_0 = 900$  мм, рассмотрим возможность получения заготовки ковкой и из проката.

Первый этап - выбор метода получения заготовки и ее проектирование с учетом мелкосерийного типа производства и типа детали (ступенчатый вал с малым перепадом диаметров). Возможными методами получения заготовки являются прокат или поковка. Но с учетом того, что перепад небольшой по диаметру ступенек, а сам перепад диаметров идет на концах вала, выгода от снижения стоимости заготовки от снижения ее массы не перекрываются расходами на дополнительные технологические действия по нагреву заготовки и ее манипуляций на операцииковки [11].

Поэтому выбор метода получения заготовки из проката выполнен без экономического сравнения. С учетом того, что на большей части вала на ступеньках у нас имеется напуск, прокат выберем нормальной точности.

Для проектирования заготовки необходимо назначить припуски на обработку наибольшей ступени - шлицевой поверхности. С учетом того, что посадка на шлицевой поверхности обеспечивается центрированием по наружной поверхности по 6 качеству, припуски на эту поверхность будут назначаться для четырех технологических переходов, а расчет аналитическим способом приведен ниже.

### **2.4 Выбор методов обработки**

Классификация технических требований по поверхностям дана в таблице 3. В ней поверхности сгруппированы по двум признакам – вид поверхности и их параметры по точности, которые показаны на чертеже. Это позволит потом выбирать технологические переходы на меньшее количество групп [5].

Таблица 3 - Технические требования

№ поверхности	Вид	IT	Ra, мкм	Дополнительное техническое требование, мм
2, 4, 11, 13	Шейки	6	1,25	Не соосность, 0,02
6	Резьба	6	2,5	-
3,10,12	Базовые торцы	14	2,5	Отклонение от перпендикулярности, 0,03
1,14	Крайние торцы	14	6,3	-
5,7	Промежуточные торцы	14	6,3	-
8, 9, 15	Шлицы	7 14 9	1,25 6,3 3,2	Не соосность, 0,02
16,17	Паз	9 14	3,2 6,3	Не параллельность 0,012 Не симметричность 0,025
18	Фаска	14	6,3	-
20	Канавка	14	6,3	-

С учетом того, что у нас заготовка прокат нормальной точности и практически все цилиндрические поверхности имеют 6 качество точности с соответствующим значением шероховатости, необходимо выбрать технологические переходы, которые будут включать в себя черновое точение, чистовое точение, черновое шлифование и чистовое шлифования [12].

Альтернативным вариантом является выполнение трех переходов точения под очереди – черновой, получистовой и чистовой и однократное шлифование. Последняя схема обработки более предпочтительна, так как она является более производительной, ее можно реализовать на токарном станке модульной компоновки [19]. Это позволит сократить общее время выполнения операций по обработке вала дробилки, а также повысить точность за счет уменьшения количества переустановок заготовки.

В результате технология изготовления будет включать в себя следующие переходы для цилиндрических поверхностей с 6 качеством: черновое, получистовое и чистовое точение, и после термообработки (закалка), шлифование однократное.

Для резьбовой поверхности это будет черновое и чистовое точение, а далее выполняется переход по нарезанию резьбы резьбовым резцом. Обработка шпоночных пазов выполняется при помощи концевых фрез. Обработка шлицевой поверхности ведется при помощи червячной шлицевой фрезы методом обката, причем особенностью данного перехода является его реализация на токарно фрезерном центре. Это обеспечивается программными методами, то есть движение обката и движение продольной подачи вдоль оси заготовки фрезы обеспечиваются по программе.

Технологией предусматриваются изготовление чистовых технологических баз на том же токарном станке с использованием дополнительных опор - самоцентрирующих люнетов. То есть первыми переходами будут подрезка торца и зацентровка. Для того, чтобы реализовать такую схему установки, используется патрон для зажима и передачи крутящего момента слева и задний опорный центр справа. Люнет устанавливается в середине заготовки. Конструкция люнета позволяет проводить обработку в сечении, где он установлен, так как обеспечивает открытую рабочую зону.

На токарно фрезерном центре выполняется вся лезвийная обработка, включая снятие напуска, формирование мелких конструктивных элементов (фасок и канавок), обработка шпоночных и шлицевых поверхностей, нарезание резьбы.

После термообработки (закалка) правка технологических баз центров. После этого на кругло-шлифовальной операции выполняется окончательное отделочная обработка шлифованием всех высокоточных шеек.

В конце технологического процесса выполняется операция мойки по удалению загрязнений с поверхности заготовки вала и контрольная, на которой выполняется комплексный контроль технических параметров детали [10].

## 2.5 Определение припусков и проектирование заготовки

Далее приводится расчет размеров и припусков на данную поверхность по формулам [11].

Переходы по обработке шейки диаметров 110кб состоят из выполнения трех переходов точения под очереди – черного, получистового и чистового и однократного шлифования.

По формуле определяем минимальный припуск на каждый переход с учетом шероховатости обрабатываемой поверхности, дефектного слоя, пространственных отклонений

$$2Z_{i\min} = 2(Rz_{i-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}), \quad (2)$$

«где  $Rz_{i-1}$  - шероховатость обрабатываемой поверхности, мкм;

$T_{i-1}$  - глубина дефектного слоя, мкм;

$\rho_3$  - пространственные отклонения, мкм;

$\varepsilon_i$  - погрешность установки на данном переходе, мкм» [11].

Пространственные отклонения включают ее смещение, коробление и погрешность зацентровки:

$$\rho_3 = \sqrt{\rho_{см}^2 + \rho_{кор}^2 + \rho_{ц}^2}, \quad (3)$$

где  $\rho_{см}$  - смещения штампа, мм;

$\rho_{кор}$  – коробление штамповки, мкм;

$\rho_{ц}$  – погрешность зацентровки, мкм.

Коробление штамповки

$$\rho_{кор} = \Delta_{y\delta} \cdot \ell, \quad (4)$$

где  $\Delta_{\text{yo}}$  - удельное коробление штамповки, мкм;

$l$  – размер штамповки (половина длины детали).

$$\Delta_{\text{кор}} = 0,7 \cdot 450 = 315 \text{ мкм.}$$

$$\Delta_3 = \sqrt{900^2 + 315^2 + 150^2} = 965 \text{ мкм.}$$

Пространственные погрешности после переходов механической обработки рассчитываются по коэффициенту уточнения (таблице 4).

Расчет размеров ведем по минимальному диаметру, переходя к максимальному через допуск.

$$d_{\text{min}}^{i-1} = d_{\text{min}}^i + 2z_{\text{min}}^i, \quad (5)$$

где  $d_{\text{min}}^i$  - минимальный размер на данном переходе, мм.

$$d_{\text{max}}^i = d_{\text{min}}^i + T^i, \quad (6)$$

где  $T^i$  - допуск на размер на данном переходе, мм.

Максимальный припуск  $Z_{\text{max}}^{np}$

$$z_{\text{max}}^i = d_{\text{max}}^i - d_{\text{min}}^i. \quad (7)$$

Результаты занесем в таблицу 4.

По [11] определим припуски по переходам на максимальный диаметр 140 по 7 качеству, которая является вершиной шлицевых зубьев.

Результаты выполненных расчетов по определению размеров на наружную шлицевую поверхность занесем в таблицу 5.

Схема припусков последовательно на переходах с соответствующими операционными размерами приводится на рисунке 3.



Таблица 4 - Расчет припусков и размеров по переходам

Переход	Элемент припуска, мкм			Размер, мм		Припуск, мм		Допуск $\delta$ , мкм
	Rz и T	$\rho$	$\varepsilon$	$d_{\min}$	$d_{\max}$	$2Z_{\min}^{np}$	$2Z_{\max}^{np}$	
Заготовка	400	965	-	114	116,3	-	-	3400
Обтачивание черновое	120	58	120	111,26	111,61	2,7	4,7	540
получистовое	45	36	35	110,65	110,73	0,61	0,87	140
Чистовое	30	13	10	110,304	110,358	0,343	0,376	54
Шлифование	20	6	4	110,003	110,025	0,301	0,333	22

Таблица 5 - Расчет припусков по переходам на шлицевую поверхность

Переход	Допуск $\delta$ , мкм	Размер, мм		Припуск, мм	
		$d_{\min}$	$d_{\max}$	$2Z_{\min}^{np}$	$2Z_{\max}^{np}$
Заготовка	2300	144,217	147,617	-	-
Обтачивание черновое	540	140,817	141,357	3,4	6,26
Обтачивание получистовое	140	140,467	140,817	0,35	0,54
Чистовое точение	54	140,117	140,317	0,2	0,5
Шлифование	22	139,917	139,957	0,1	0,36

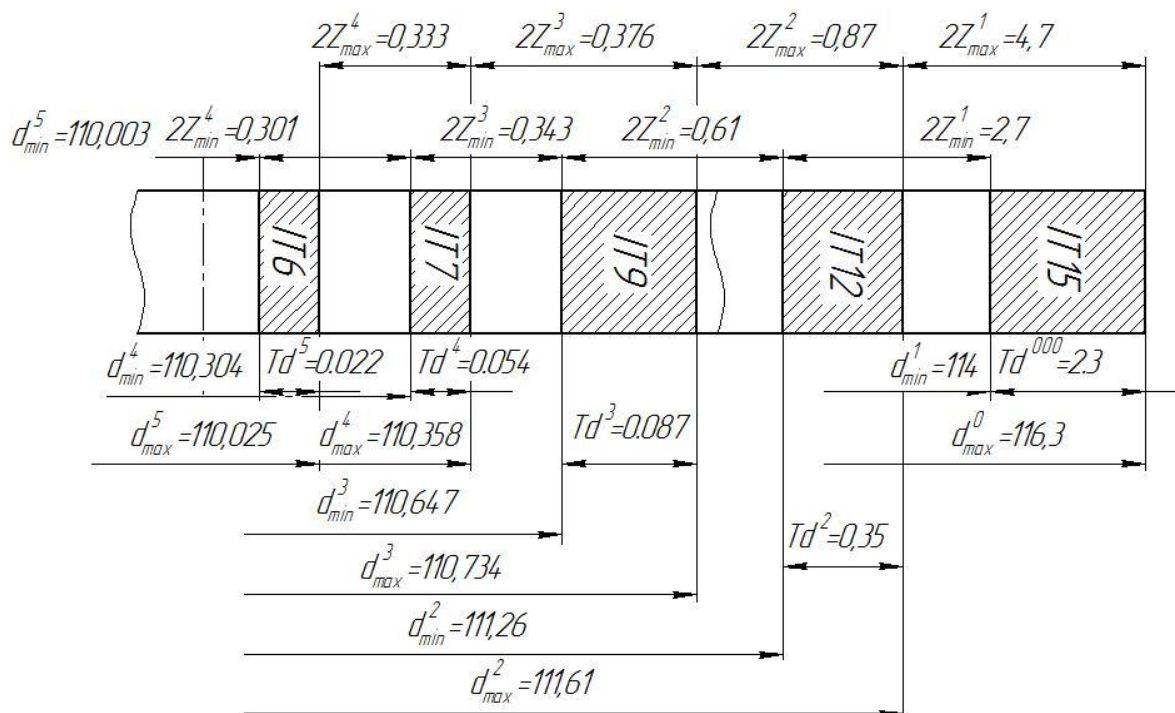


Рисунок 3 – Схема припусков

## 2.5 Разработка технологического маршрута

С учетом раздела 2.4 технологический маршрут будет следующим (таблица 6) [9].

Таблица 6 - Маршрут обработки

№ операции	Название	Переход	Номер обрабатываемой поверхности	IT	Ra, мкм
000	Заготовительная фрезерная	Отрезка	1,14	14	12,5
005	Токарно-фрезерная	Точение черновое	1-14	13	12,5
		Точение получистовое	1-14	11	6,3
		Точение канавок	20	9	3,2
		Точение чистовое	1-14	9	3,2
		Фрезерование паза	16,17	9	3,2
		Фрезерование шлицов	9,15	9	3,2
	Зацентровка	21	9	2,5	
010	Термообработка	закалка	все	-	-
015	Круглошлифовальная	Шлифование	2,4,6,8,11,13	7	2,5
020	Круглошлифовальная	Шлифование	2,4,6,8,11,13	6	1,25
025	Моечная	-	-	-	-
030	Контрольная	-	-	-	-

Технологический маршрут сформирован и представлен на листе графической части плана изготовления, где операционные эскизы показывают форму заготовки после соответствующих этапов технологического процесса [10]. Для закодированных размеров показаны технические требования.

## 2.6 Выбор схемы базирования

На всех операциях используем одну и ту же базу – ось центров. По наружной цилиндрической поверхности заготовки поддерживаем заготовку самоцентрирующимися лонгетами, которые обеспечат повышение ее жесткости и снизят колебания при резании.

Установка в центра позволит соблюсти принцип единства баз, так как они являются и измерительной и технологической и конструкционной базами [16].

«Базы выбираем с соблюдением принципа единства баз, т.е. технологическая, измерительная и конструкторская базы должны совпадать, чтобы погрешность базирования равнялась нулю. При выборе баз также необходимо соблюдать принцип постоянства баз, т.е. на всех операциях использовать и те же технологические базы. Также обеспечивается принцип постоянства баз» [18].

На операциях с использованием оси центров в качестве баз (двойная направляющая) используются центровые отверстия для радиального положения заготовки, а наружная цилиндрическая поверхность заготовки для поддержки. В качестве опорных баз используется торец заготовки.

На фрезеровании используется та же схема установки заготовки.

Пример схемы базирования показан на рисунке 4.

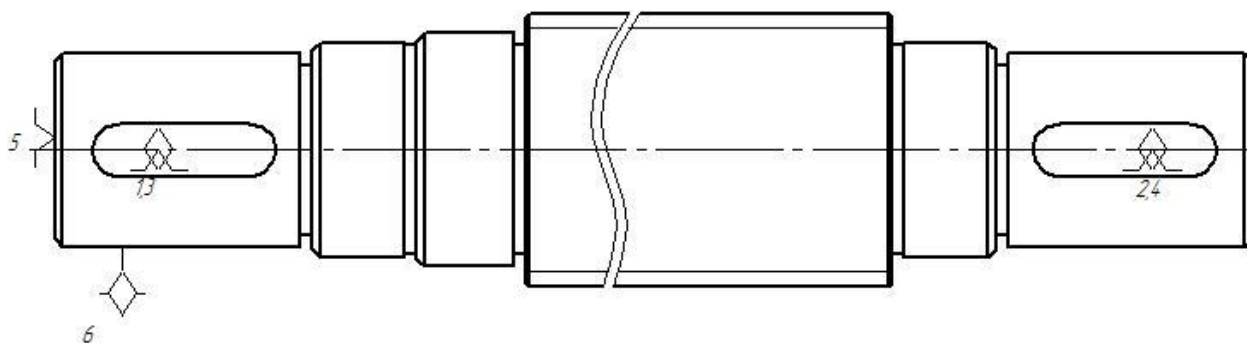


Рисунок 4 – Схема базирования вала

## 2.7 Выбор средств оснащения

Для реализации технологического процесса необходимо предусмотреть все средства технологического оснащения [17].

Для зажима заготовки на токарной операции используется самоцентрирующий токарный патрон и поджимной вращающийся центр. Для шлифовальной операции используем поводковый патрон с хомутиком и жесткий центр. Кроме этого на токарной и шлифовальной операциях используются самоцентрирующие люнеты [9].

Для выполнения токарных переходов используется контурный токарный сборный резец с механическим креплением пластин [13]. Материал пластины меняется в зависимости от характера обработки. Кроме этого используются канавочные резцы для формирования канавок под выход шлифовального инструмента. Также необходимо предусмотреть концевые фрезы двух типоразмеров, а также модульную шлицевую фрезу. Кроме этого используется резьбовой токарный резец с механическим креплением пластин. Для перехода правки центров используем токарный станок. Правку центровых отверстий выполняем при помощи твердосплавного центра. На шлифовальной операции используются круг прямого профиля с двусторонней подточкой.

Оборудование:

000 Фрезерная. Круглопильный полуавтомат 8Г681.

005 Токарная. Токарный центр Ace Micromatic LT 25-1000 CNC.

010 Закалка. Печь.

015, 020 Круглошлифовальная. Круглошлифовальный станок 3Б161.

025 Промывка. Моечная машина.

030 Контроль. Стол.

Приспособления:

000 Фрезерная. Тиски 7300-0244 ГОСТ 21168-75.

005 Токарная. Центр ГОСТ 13214-79. Патрон В210 Kitagawa 254. Люнет самоцентрирующий спроектированный.

015, 020 Круглошлифовальная. Центр 7032-0020 ГОСТ 13214-79. Люнет самоцентрирующий. Патрон 7100-0061 ГОСТ 2675-80.

Инструмент и средства контроля:

000 Фрезерная. Штангенциркуль ШЦЦ-I-250-0,01 ГОСТ 166-89. 1. 2257-0161 Пила ГОСТ 4047-82.

005 Токарная. Подрезать поверхность: PDINL3232P15 Резец T15K6 ТУ 2-035-892-82. 3. Центровать отверстия: 6103-0002 Втулка ГОСТ 13790-68. 2317-0034 Сверло диаметр 5 Р6М5 ГОСТ 14952-75. 4. Переустановить и закрепить заготовку. 5. Подрезать поверхность: PDINL3232P15 Резец T15K6 ТУ 2-035-892-82. 6. Центровать отверстия: 6103-0002 Втулка ГОСТ 13790-68. 2317-0034 Сверло диаметр 5 Р6М5 ГОСТ 14952-75. 7. Установить и закрепить заготовку. 8. Точить наружную поверхность начерно. PDINL3232P15 Резец T15K6 ТУ 2-035-892-82. Скоба регулируемая. Линейка ГОСТ 427-75. 9. Точить наружную поверхность начисто: PDINL3232P15 Резец T15K6 ТУ 2-035-892-82. 11. Контролировать деталь. Линейка ГОСТ 427-75. Штангенциркуль ШЦК-I-250-0,02 ГОСТ 166-89 [14]. 12. Точить канавку: 035-2128-0541 Резец T14K8 ОСТ 2И10-8-84. 13. Нарезать резьбу: 2660-0005 Резец T15K6 ГОСТ 18885-73. 14. Фрезеровать пазы: 2223-5652 Фреза диаметр 25, z=4 T15K6 ГОСТ 24637-81. 15. Фрезеровать шлицы: 2520-0731 Фреза Р6М5 ГОСТ 8027-86. Содержание переходов может измениться с учетом дальнейших предложений по технологии.

015,020 Круглошлифовальная. Шлифовать наружную поверхность окончательно с подшлифовкой торца. Круг 3 340x70x120 24А F40 L 5 V ГОСТ 2424-2008. Скоба. Шаблон.

Вспомогательное оборудование на всех операциях. 1. Установить вала, закрепить в люнетах. Консоль поворотная . Строп цепной . Захват (2 штуки) . Подставка. Хомут.

Технология показана с все оснащением в маршрутной карте, представленной в Приложении А.

## **2.8 Проектирование операций**

Для спроектированного технологического маршрута и выбранных технологических операций проведем расчет режимов резания [8] и определение штучного времени [21].

Лимитирующей операцией технологического процесса изготовления вала дробилки является токарно-фрезерная. Она характеризуется большим количеством установов, технологических переходов. Причем эти переходы относятся к совершенно разным методам обработки (точение, сверление, фрезерование). Последние выполняются как концевыми фрезами, так и шлицевым инструментом методом обкатки.

Особенностью обработки на черновом переходе по точению является снятие значительного напуска. С учетом общих габаритов детали длиной 900 мм и диаметром 150 мм формирование предварительного контура требует перехода в диаметральной направлении на сторону величиной более 20 мм. С учетом малой жесткости заготовки, хотя и используются дополнительные опоры в виде самоцентрирующих люнетов, значительного припуска на одном проходе невозможно снять. Установим предельную глубину резания в 1,92 мм в соответствии с расчетом припуска аналитическим способом равным 2 мм.

Из-за двухсторонней ступенчатости черновая обработка будет проводиться на двух установках последовательно. Параметры режима обработки приведены далее и получены в автоматизированном режиме для заданных условий обработки.

Материал сталь 12X18H10T в состоянии поставки. Станок мощностью 25 кВт. Состав и последовательность переходов при точении по снятию

напуска показаны на рисунке 5. Инструмент для снятия напуска DDJNL 2525M 11 с пластиной DNMG 11 04 08-PM 4305.

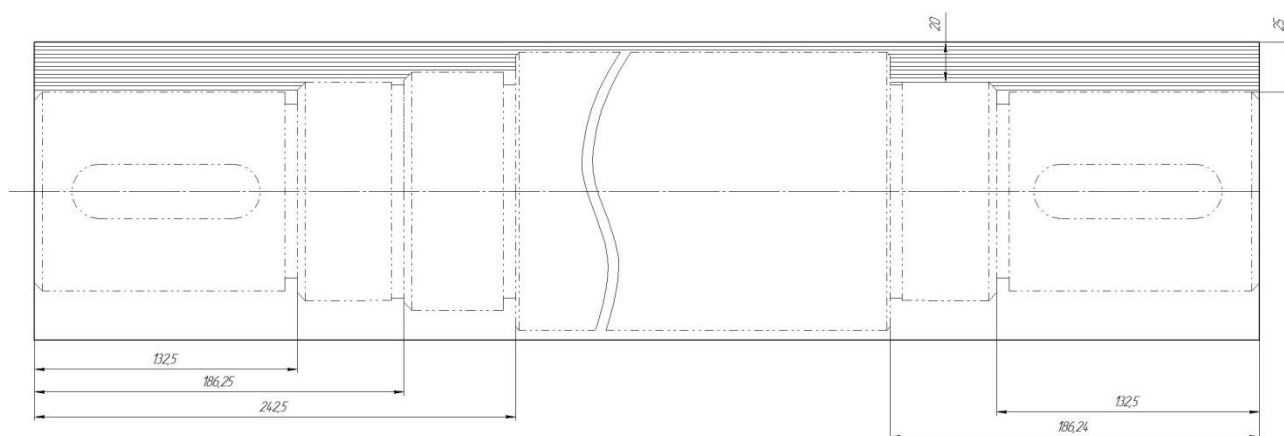


Рисунок 5 - Схема снятия напуска

Черновое продольное точение по снятию напуска со следующими параметрами. Глубина резания: 1,92 мм. Скорость резания: 476 м/мин. Подача: 0,3 мм/об. Количество проходов -11.

Обороты вала: 1010 об/мин. Мощность резания: 15,2 кВт. Сила резания (тангенциальная): 1945,7 Н. Крутящий момент, : 136,9 Нм. Минутная подача: 303. мм/мин.

Удельная производительность: 270,6 мм<sup>3</sup>/мин.

Длина рабочего хода с учетом обрабатываемой поверхности и проходов равна [9]

$$L = \sum_1^n L_{ij}, \quad (8)$$

где  $L_i$  – длина хода, мм;

$j$  – количество ходов для  $i$  поверхности;

$n$  – номер хода.

Вспомогательное время на холостые хода и переустановку заготовки составит 7,2 мин.

С учетом схемы снятия (рисунок 5) общая длина

$$L = 132 \cdot 2 + 186,25 \cdot 3 + 242,5 \cdot 5 + 189,24 \cdot 7 + 132,5 \cdot 2 + 900 \cdot 3 = \\ = 6324,93 \text{ мин.}$$

Основное время [20]

$$T_o = \frac{L}{nS_o} \cdot i; \quad (9)$$

где  $L$  – длина хода, мм;

$n$  – обороты шпинделя, об/мин;

$S_o$  – подача, мм/об;

$i$  – число проходов инструмента, которое учитывается уже в формуле 8.

$$T_o = \frac{6324,93}{1010 \cdot 0,3} = 20,87 \text{ мин.}$$

Черновое продольное точение по контуру со следующими параметрами. Глубина резания: 1,4 мм. Скорость резания: 660 м/мин. Подача: 0,3 мм/об. Обороты: 1400 об/мин.

Мощность резания: 15,5 кВт. Сила резания (тангенциальная): 1418,8 Н. Минутная подача: 303 мм/мин.

Удельная производительность при черновом точении 274,5 мм<sup>3</sup>/мин.

Основное время обработки составит 2,13 мин.

Чистовое продольное точение по контуру. Глубина резания: 0,35 мм. Скорость резания: 748 м/мин. Подача: 0,18 мм/об. Обороты: 1700 об/мин.

Минутная подача: 306 мм/мин. Основное время 2,93 мин.

Для обработки канавок режимы оставляем чистовые. Длина хода определяется количеством канавок (четыре) и длиной хода на каждой 6 мм. С учетом общей длины хода 24 мм основное время будет 0,8 мин.

Для фрезерования шпоночных пазов режимы следующие. Глубина резания: 2 мм. Скорость резания: 85 м/мин.



Подача: 0,4 мм/об (на зуб – 0,1 мм/зуб) для четырех зубьев. Частота вращения фрезы: 1082 об/мин. Мощность резания: 1,08 кВт. Крутящий момент: 8,5 Нм. Минутная подача: 433 мм/мин. Удельная производительность: 21,6 мм<sup>3</sup>/мин.

Основное время 4,75 мин.

Для зубообработки шлицев используем фрезерование шлицев насадной фрезой GMS5S D80-27-5UT 215 с пластинами типоразмера IC 5/8 УТТ, показанной на рисунке 6 с параметрами в таблице 7.

Таблица 7 – Параметры инструмента для фрезерования шлицев

Профиль	Главный угол в плане	Диаметр резания, мм	Число режущих элементов	Тип фиксации	Диаметр корпуса, мм	Длина корпуса, мм	Крутящий момент, Нм	Материал корпуса
DIN3272-II/6	70	140	13	W	113	55	5	Сталь

Для фрезерования шлицевых пазов методом копирования последовательно (10 пазов). Длина рабочего хода 500 мм. Глубина резания: 7,5 мм. Скорость резания: 96 м/мин.



Рисунок 6 – Фрезы для нарезания шлицев (насадной инструмент)

Подача: мм/об: 1,5 (на зуб – 0,1 мм/зуб) для 15 зубьев. Частота вращения фрезы: 218 об/мин. Мощность резания: 2,1 кВт. Крутящий момент: 86,8 Нм. Минутная подача: 283 мм/мин. Удельная производительность, мм<sup>3</sup>/мин: 39,3.

Основное время 2,1 мин на один паз. Для десяти пазов это время составит 21 мин.

Сравнив мощности резания по всем переходам с паспортным значением мощности станка (18,5 кВт), делаем вывод, что условие по мощности резания выполняется.

Для средне-серийного производства для операции считается штучно-калькуляционное время с учетом дополнительного времени на подготовительные и заключительные работы по партии запуска  $T_{п-з}$ :

$$T_{шт-к} = \frac{T_{п-з}}{n} + T_{шт}, \quad (10)$$

«где  $T_{п-з}$  - подготовительно-заключительное время, мин;

$T_{шт}$  - штучное время на операции, мин;

$n$  – количество деталей в партии, шт» [11].

Штучное время:

$$T_{шт} = T_o + T_г + T_{об} + T_{от}, \quad (11)$$

где  $T_o$  - основное или машинное время, мин;

$T_г$  - вспомогательное время на вспомогательные переходы, мин;

$T_{об}$  - время обслуживания станка, мин;

$T_{от}$  - время отдыха, мин.

Время вспомогательных переходов

$$T_г = T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{ун} + T_{уз}, \quad (12)$$

где  $T_{y.c.}$  - время установки и снятия заготовки, мин;

$T_{з.о.}$  - время фиксации и раскрепления заготовки, мин;

$T_{yn}$  - время управления, мин;

$T_{из}$  - время контроля, мин.

Принимаем для операции нормы вспомогательного времени по [12].

Время установки и снятия, а также фиксации и раскрепления заготовки

$$T_{y.c.} = T_{з.о.} = 5,2 \text{ мин.}$$

Время управления найдем как сумму отдельных действий

$$T_{yn} = 2 \cdot 0,01 + 0,025 \cdot 10 + 0,5 = 0,77 \text{ мин.}$$

Время контроля  $T_{из} = 2,5$  мин.

С учетом типа производства вспомогательное время уточняется

$$T_{г} = T_{г} \cdot k, \quad (13)$$

где  $k$  – коэффициент среднесерийного производства.

Тогда суммарное время составит с учетом времени холостых ходов и времени замены инструмента

$$T_{г} = 1,8(7,2 + 5,2 + 0,77 + 2,5) = 0,84 \cdot k = 27,4 \text{ мин.}$$

Для указанного типа производства последние слагаемые формулы (11)  $T_{об}$  и  $T_{от}$  таблично не определяются. Они находятся в процентах от оперативного времени, которое считается как

$$T_{оп} = T_{о} + T_{в}. \quad (14)$$

Уточним параметры перехода по нарезанию резьбы при помощи инструмента резьбового резца CoroThread 266 266LFA-123В с режущей 266LG-16MJ01A200E 1125 и опорной пластинами 5322 392-10.

Режимы резьбонарезания с общей глубиной резания 2 мм на скорости резания 160 м/мин и при подаче 2 мм/об. Получается частота вращения 424 об/мин, а подача 848 мм/мин. Количество проходов резца составит 9.

Основное время 0,6 мин.

Тогда суммарное основное время

$$T_o = 20,87 + 2,13 + 2,93 + 0,8 + 4,8 + 21 + 0,6 = 53,13 \text{ мин.}$$

Оперативное время

$$T_{оп} = 53,13 + 27,4 = 80,53 \text{ мин.}$$

Время на обслуживание

$$T_{об} = T_{оп} \cdot n_{от}/100, \quad (15)$$

где  $n_{от}$  – доля времени на обслуживание от оперативного времени,  
 $n_{от} = 6,5\%$ .

Время на отдых

$$T_{об} = 80,53 \cdot \frac{6,5}{100} = 5,2 \text{ мин.}$$

$$T_{от} = T_{оп} \cdot n_{от}/100, \quad (16)$$

где  $n_{от}$  – доля времени на отдых от оперативного времени,  $n_{от} = 6,5\%$ .

$$T_{от} = 80,53 \cdot \frac{6,5}{100} = 5,2 \text{ мин.}$$

Партия запуска

$$n = N \cdot a/254, \quad (17)$$

где  $a$  – периодичность запуска, дни;

$N$  – годовой объем выпуска по заданию, 50 шт.

$$n = 50 \cdot \frac{12}{254} = 2,3 \approx 3 \text{ детали.}$$

Тогда штучное время по (11) равно

$$T_{шт} = 80,53 + 5,2 + 5,2 = 90,93 \text{ мин.}$$

Штучно-калькуляционное время

$$T_{шт} = \frac{18}{3} + 90,93 = 96,93 \text{ мин.}$$

На шлифовальную операцию режимы назначены [8], а сведения сведены в таблицу 8.

Таблица 8 – Данные по шлифовальной операции

Переход	Подача, мм/об	Подача врезная, мм/ход	Глубина резания, мм	Скорость резания, м/с	Частота вращения заготовки, об/мин	То, мин	T <sub>шт-к</sub> , мин
Шлифование	12	0,005	0,16	30	60	5,9	27,2

В результате выполнен в полном объеме расчет режимов и нормирование.

### **Вывод по разделу**

В разделе спроектирован технологический маршрут изготовления вала дробилки, включая выбор заготовки – проката. При проектировании заготовки использовались как табличные припуски, так и полученные расчетом.

На шейки под подшипник размеры и припуски определялись аналитически. Спроектированные операции содержит все технологические переходы выбранные для отдельных поверхностей вала, а также рассчитаны режимы резания и определены штучные времена выполнения операций. Также выбрано оснащение и оборудование для операций с возможностью концентрации переходов на токарной операции, включая обработку шлицевой поверхности вала. Режимы резания рассчитывались с учетом высоко стойкого инструмента.

### 3 Разработка специальной технологической оснастки

#### 3.1 Проектирование приспособления

##### 3.1.1 Сбор данных

Для установки вала дробилки на всех обрабатываемых операциях был выбран самоцентрирующий люнет. Для передачи крутящего момента используется поводковый патрон.

Для проектирования самоцентрирующего люнета рассчитываются максимальные силы резания, которые будут на черновых переходах при снятии напуска [1].

Операционный эскиз установки вала для токарно-фрезерной 005 операции показан на рисунке 7.

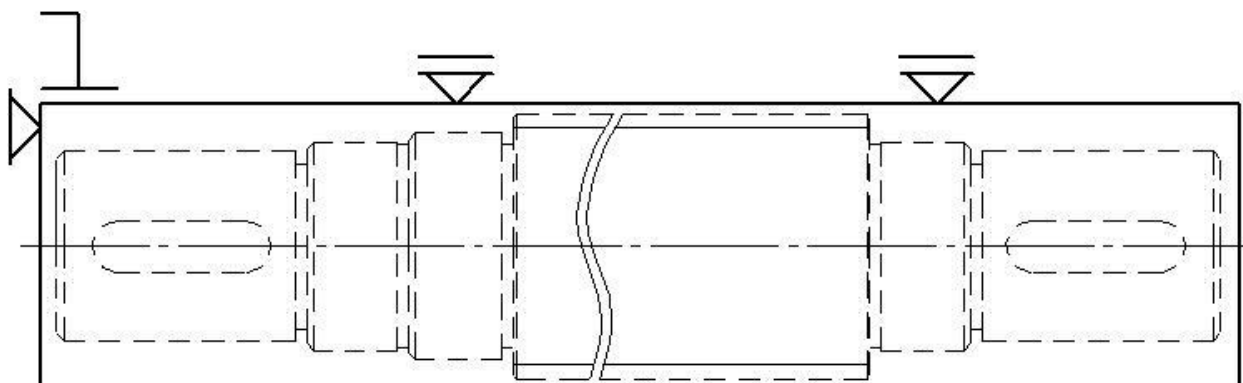


Рисунок 7 - Операционный эскиз

Материал заготовки – сплав 12Х18Н10Т, твердость НВ 235.

Заготовка – прокат.

Резец – 2112-0009 Резец Т15К6 ГОСТ 18880-73.

Токарно-фрезерный центр Ace Micromatic LT 25-1000 CNC.

Рассчитанная сила резания в разделе 2.10, выраженная из мощности

$$P_z = \frac{N \cdot 1020 \cdot 60}{v}, \quad (18)$$

где  $N$  – мощность резания;

$v$  – скорость резания, м/мин.

$$P_z = \frac{15,2 \cdot 1020 \cdot 60}{476} = 1954 \text{ Н.}$$

Люнет по универсальности применения относится к универсальным безналадочным приспособлениям.

### 3.2.2 Расчет силы зажима

Радиальная составляющая силы резания  $P_y$  старается сместить заготовку по радиусу. Этому препятствуют установочно-зажимные элементы люнета. К ним относят опорные ролики с рычагами, показанные на рисунке 8. Самоцентрирующие люнеты 1 закрепляются на кронштейне 3. За счёт своих двух рычагов, опирающихся на центральный шток с третьим опорным роликом, происходит центрирование заготовки 2. Крепёжный кронштейн 3 закрепляется на продольной балке 4, которая установлена параллельно станине станка 5

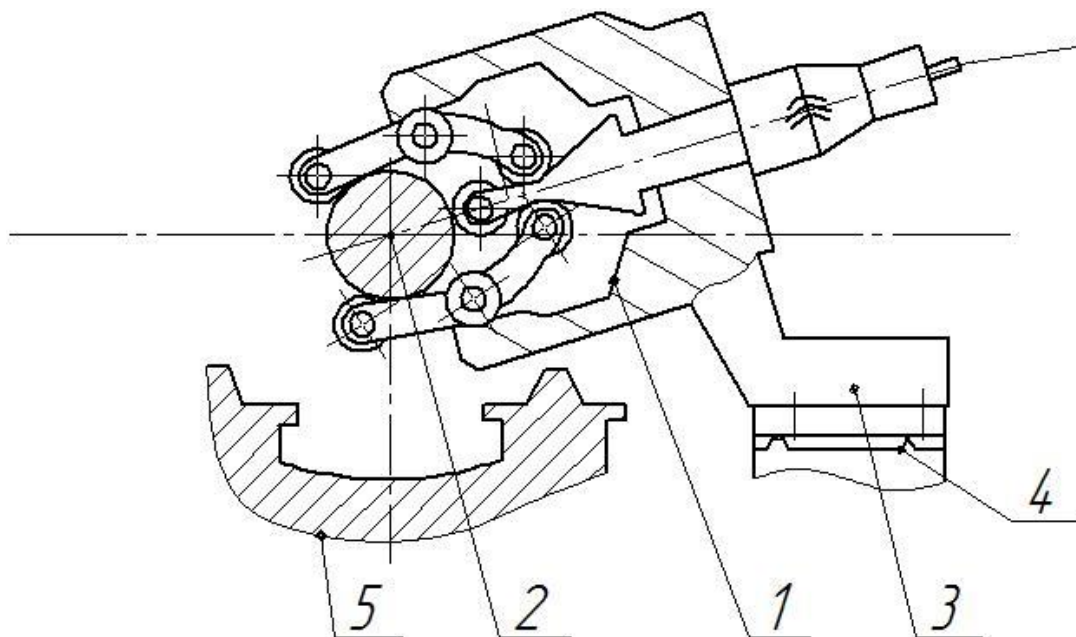


Рисунок 8 - Общий вид люнета

Для расчёта силы зажима необходимо знать передаточное отношение рычагов люнета. Как видно из схемы (на рисунке 9), длина плеч рычагов одинакова, поэтому передаточное отношение равно 1. Для обеспечения центрирования за счёт одновременной сходимости рычагов на равное расстояние опорная поверхность центрального штока сделана профильной с заданным радиусом, что обеспечивает центрирование заготовки.

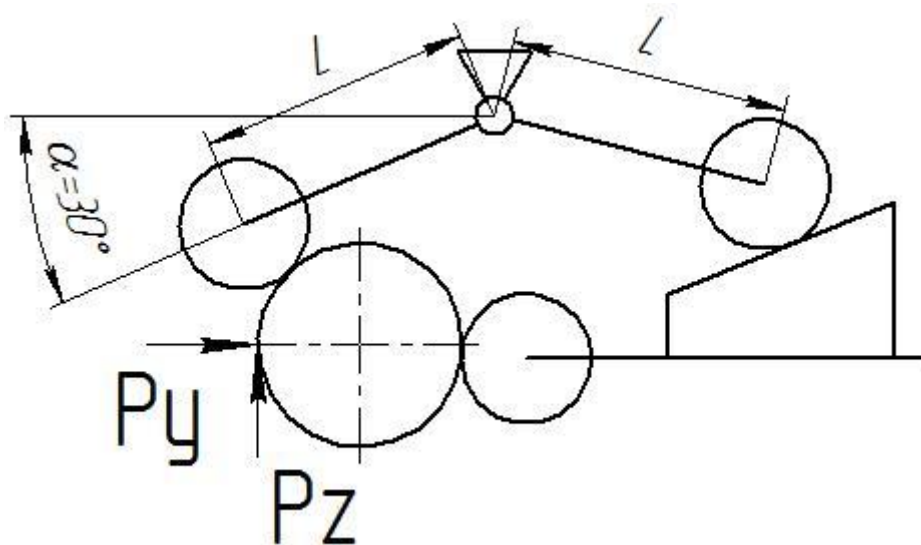


Рисунок 9 - Схема зажимного рычага

Для определение момента и силы закрепления необходимо, с учётом расчётной схемы (на рисунке 10), составить уравнение равновесия, где тангенциальная и радиальная составляющие силы резания уравновешиваются силой закрепления со стороны рычагов и опорного штока люнетов. На рисунке 10 показана схема действия сил резания и закрепления.

Резец находится в крайнем положении. Тангенциальная сила резания стремится повернуть заготовку в кулачках трех кулачкового поводкового патрона. С точки зрения противодействия этим силам необходимо учесть конструктивную жесткость опорных элементов – рычагов.



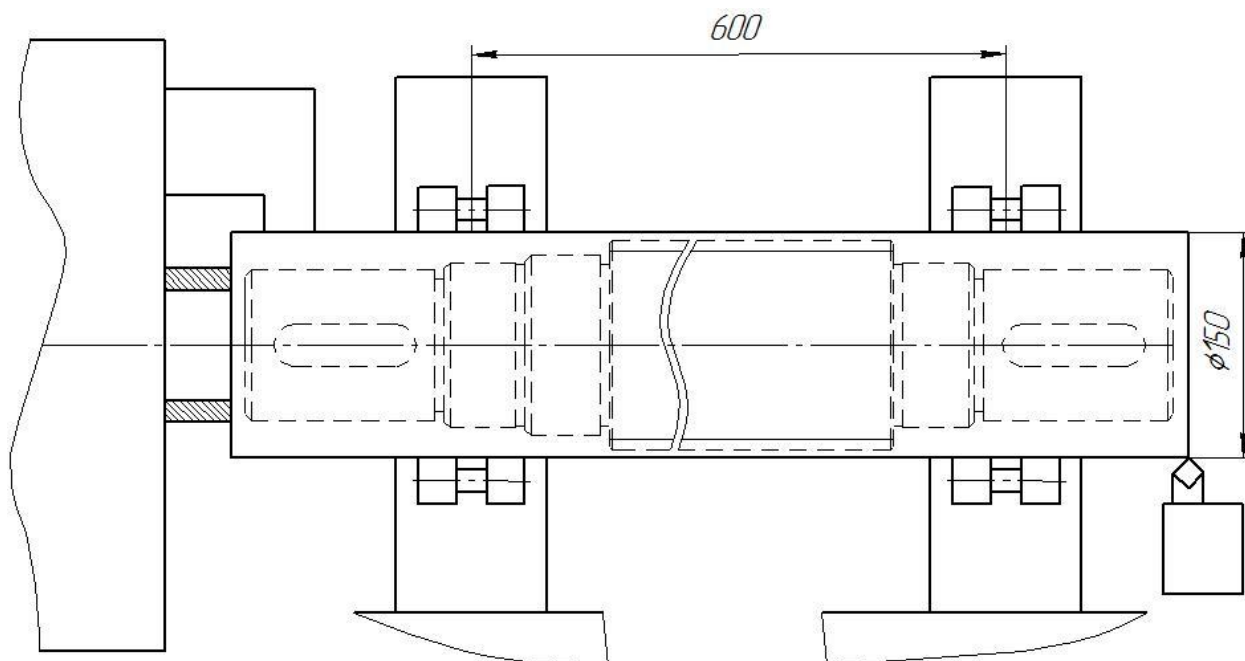


Рисунок 10 – Схема расчета силы зажима

В расчете сила зажима должна, с учетом коэффициента безопасности, превышать тангенциальную составляющую силы резания для исключения смещения опорных рычагов.

Тогда усилие зажима [4]

$$W_1 = K \cdot P_z, \quad (19)$$

где

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6, \quad (20)$$

где  $k_0$  - коэффициент гарантированного запаса ( $k_0=1.5$ );

$k_1=1,2$  – коэффициент, учитывающий характер обработки (черновая);

$k_2=1,0$  – коэффициент, учитывающий износ инструмента;

$k_3=1,0$  – для непрерывного резания;

$k_4=1,0$  – для механизированного зажима;

$k_5=1,0$  – для эргономичного зажима;

$k_6=1,0$  – для зажимного механизма с установкой заготовки на пластины.

$$W = 2,5 \cdot 1954 = 4885 \text{ Н.}$$

Для клинового зажима с учетом угла клина  $\alpha$  и роликов опор, которые создают трение качения

$$W = Q \frac{1}{(\operatorname{tg}(\alpha + \phi_{np}) + \operatorname{tg}(\phi_{np}))}, \quad (21)$$

где  $Q$  - исходная сила, Н;

$\alpha$  - угол клина, градус;

$\phi_{np}$  – приведенный угол трения качения.

Последний принимается с учетом  $\operatorname{tg}\phi=0,1$ .

$$\operatorname{tg}(\phi_{np}) = \operatorname{tg}(\phi) \frac{d}{D}, \quad (22)$$

где  $d$  - диаметр опорной оси ролика, мм;

$D$  – диаметр ролика, мм.

С учетом выше сказанного

$$Q = W(\operatorname{tg}(50 + 0,05) + \operatorname{tg}(0,05)) = 6981 \text{ Н.}$$

Конструкция разработанного устройства представлена на листе.

Использование предложенных способов и устройств для стабилизации оси заготовки дало возможность повысить производительность обработки на токарной обработке (раздел - Расчет экономической эффективности).

### 3.2.3 Описание люнета

Люнет предназначен для базирования и закрепления вала дробилки на токарных и шлифовальных операциях.

Люнет трех рычажный самоцентрирующий предназначен для центрирования заготовки в двух сечениях, чтобы компенсировать действие радиальной составляющей силы резания.

Самоцентрирующий люнет состоит из корпуса 5, закрытого крышкой 6. В отверстиях корпуса 5 и крышки 6 на осях 13 установлены два рычага 11. На внешней части рычагов 11 на осях 45 установлены поворотные опоры 44. На крайних шейках этих опор 44 установлены ролики 18 на игольчатых подшипниках 17. С двух сторон они упираются в осевые подшипники 16 16 зафиксированные кольцами 19. Смазочные каналы в опорах 44 закрыты винтами 20. На внутренней части рычагов 11 установлены на осях 23 ролики 24 через промежуточную втулку подшипника. Рычаги 11 с опорными роликами 10 поджимаются к клину 7, закреплённого на штоке 3. Поджим осуществляется при помощи рычагов 12 с пружинами 15. На внешней части штока 3 на опорной оси 9 установлена поворотная опора 14 на крайних шейках которой установлены опорные ролики 18. Шток 3 соединяется с помощью муфты 26 закреплённой на нём винтами 28 и крышками 25, закреплёнными винтами 30. Муфта соединяется с штоком привода 1 гидроцилиндра.

Люнет работает следующим образом. При подаче давления в правую полость гидроцилиндра 1 шток 3 перемещается влево. Центральный ролик движется прямолинейно по направлению к заготовке. Рычаги 11, опираясь роликами 10 на опорную поверхность клина 7 начинают перемещаться: верхний - против часовой, нижний - по часовой стрелке. За счёт этого происходит сближение опорных роликов 18. Опорный ролик штока 3 и ролики рычагов 11 имеют одинаковое перемещение за счет профильной поверхности копира 7. При подаче давления в гидроцилиндре 1 в левую полость шток 3 отходит вправо и рычаги под действием пружин 15 и элементов 12 поворачиваются в обратную сторону, отходя от заготовки и происходит раскрепления.

При прохождении зоны резания с формированием ступенчатого участка заготовки, за счет возможности поворота опорных роликов 18 на осях 45 и 9, происходит непрерывный контакт опорных роликов 18 с базовой поверхностью. Это обеспечивает непрерывную, надежную и точную фиксацию заготовки в течение всего процесса обработки.

### 3.2 Проектирование инструмента

Для обработки шлицевой поверхности применяем сборную твердосплавную фрезу с креплением по цилиндрическому хвостовику.

Для обработки применяется четыре режущих пластины, установленных под  $90^\circ$ . Форма пластин выбирается в соответствии с прямобочным профилем нарезаемой шлицевой поверхности [13].

Данный инструмент можно использовать на любых универсальных станках, включая токарно-фрезерный центр. При неподвижной заготовке происходит последовательная обработка каждой впадины на всю длину и глубину. Крепление пластин производится винтами с торца.

Для дисковой фрезы определяем диаметр

$$D_{\min} \approx 0.12B^{0.25}t^{0.09}S_z^{0.06}l^{0.75}y_{\max}^{-0.25} + 2(t_1 + \Delta), \quad (23)$$

где  $B$  - ширина фрезерования, мм;

$t, S_z$  - глубина резания и подача, мм и мм/зуб;

$z$  - число зубьев фрезы,  $z=6$ ;

$l$  - расстояние между опорами оправки, мм;

$y_{\max}$  - предельный прогиб оправки (0,2 мм при чистовом фрезеровании);

$t1$  - общая глубина паза или уступа,  $t1$  равно 7,5 мм;

$\Delta$  - зазор между оправкой и поверхностью заготовки, который из-за перпендикулярного расположения оправки к оси вала можно не учитывать.

Получаем минимальный диаметр  $d=33$  мм. Округлим до рабочего значения 92 мм.

Хвостовик цилиндрический. Число зубьев фрезы  $z$  равно 6.

Определяем высоту зуба как  $h=12$  мм.

Параметры режущей пластины следующие. Задний угол  $15^\circ$ . Остальные геометрические параметры из [9] и [13]. Вспомогательный угол в плане:  $\varphi_1 = 72^\circ$ . Передний угол:  $\gamma = +5^\circ$ . Главный угол в плане  $\varphi = 72^\circ$ . Угол наклона пластинок:  $\omega = 0^\circ$ . Фаска пластины  $f=0,2$  мм.

Корпус 1 фрезы закрепляется в шпинделе станка. В пазах корпуса 1 закрепляется пластина 2, которая прижимом клином 3 при помощи винта 5 имеет дополнительную силу закрепления, кроме фиксации винтом 4.

### **Вывод по разделу**

Выполнено проектирование необходимой для всех операций оснастки – самоцентрирующего люнета с комбинированным рычажно-клиновым механизмом зажима с гидравлическим приводом, необходимого для повышения точности установки, уменьшении деформаций при резании. Спецификация на приспособление в Приложении Б. Для обеспечения технических условий по шлицам разработана модульная фреза для высокоскоростной обработки. Спецификация на фрезу в Приложении В.

## 4 Безопасность и экологичность технического объекта

Необходимо с учетом выявленных вредных факторов технологического процесса изготовления вала дробилки разработать меры защиты от них.

Работа: «Технологический процесс изготовления вала дробилки». Последовательность этапов разработки мер защиты выполнена по [3].

### 4.1 Планировка производственного участка

Спроектирована технология изготовления вала дробилки в среднесерийном производстве.

Для условий среднесерийного производства изготовление деталей аналогичного класса (вал ступенчатый) на данном участке будет дозагружать оборудование до необходимого уровня. Планировка разработанного участка изготовления вала приведена на рисунке 11.

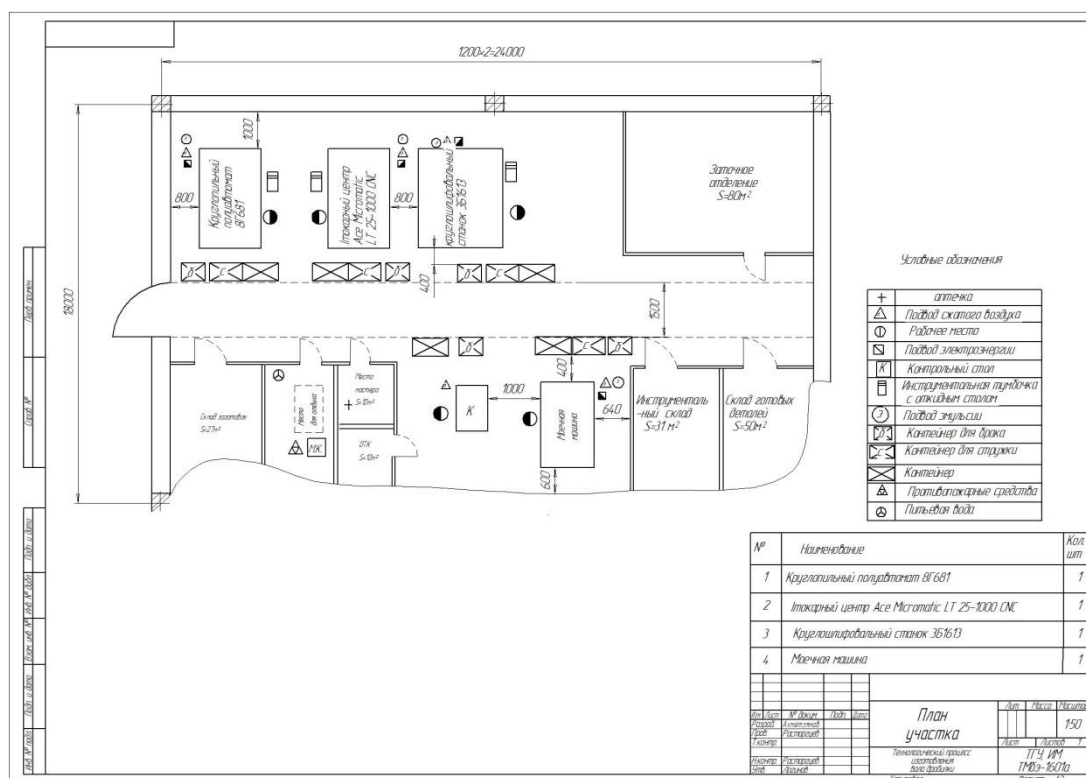


Рисунок 11 – Участок обработки валов

## 4.2 Оборудование производственного участка

По разработанной технологии в соответствии с операциями изготовления вала дробилки на участке есть следующее оборудование:

- круглопильный полуавтомат 8Г681;
- токарный центр Ace Micromatic LT 25-1000 CNC;
- индукционная печь (на планировке не показана, так как используется в специализированном цеху);
- круглошлифовальный станок 3Б161;
- моечная машина и контрольный стол.

Выбранные станки и их количество представлено в таблице 9.

Таблица 9 –Список обрабатываемых станков

Оборудование	Количество, шт
Круглопильный полуавтомат 8Г681	1
Токарный центр Ace Micromatic LT 25-1000 CNC	1
Круглошлифовальный станок 3Б161	1
Моечная машина	1
Итого:	4

В таблице 10 для каждой операции указано их место выполнения и содержание переходов.

## 4.3 Анализ вредных производственных факторов

В работе особое внимание было уделено токарной операции, как лимитирующей в технологии изготовления вала дробилки. Для нее спроектировано станочное приспособление – люнет центрирующий и инструмент для нарезания шлицев. С учетом шлифовальных операций общий перечень вредных факторов приведен в таблице 11.

Таблица 10 – Маршрут по обработке вала дробилки

Цех	Операция	Наименование	Оборудование	Содержание
Механический	000	Заготовительная	Круглопильный полуавтомат 8Г681	Отрезка мерного проката
Механический	005	Токарная	Токарный центр Ace Micromatic LT 25-1000 CNC	Точение черновое Точение чистовое Точение канавок Сверление Растачивание отверстия Растачивание канавки Нарезание резьбы Фрезерование пазов
Термический	010	Термообработка	Печь	Закалка
Механический	015	Круглошлифовальная	Круглошлифовальный 3Б161	Шлифование шеек
Механический	020	Моечная	Моечная машина	Мойка с сушкой
Механический	025	Контрольная	Контрольный стенд	Контроль

Таблица 11 – Опасные и вредные производственные факторы

Операции	Вредные производственные факторы	Мероприятия, для снижения вредных воздействий
Токарная Круглое шлифование	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Испарение СОЖ</li> <li>2. Стружечная пыль</li> <li>3. Шум</li> <li>4. Острые кромки</li> <li>5. Подвижные части механизмов</li> <li>6. Электрическое напряжение</li> <li>7. Высокая температура</li> </ol>	Использование: ограждения рабочей зоны станка; общей и местной вентиляция; беруши с перчатками; виброгасящих устройств; заземления; использование СОЖ

### Выводы по разделу

В разделе с учетом используемого оборудования и содержания операций для определенных вредных производственных факторов предложены меры по снижению их вредного влияния.



## 5 Экономическая эффективность работы

Цель раздела – рассчитать технико-экономические показатели проектируемого технологического процесса и произвести сравнительный анализ с показателями базового варианта, определить экономический эффект от предложенных в проекте технических решений.

Для выполнения поставленной цели данного раздела, необходимо подвести итог проделанной работе по данной теме. При написании бакалаврской работы было предложено изменение способа фрезерования шлицев. До совершенствования операции технологического процесса изготовления детали «Вал дробилки», фрезерование шлицев происходило за два прохода фрезой шлицевой сборной GMS5S D80-27-5UT 215, после – за один проход фрезой сборной спроектированной с пластинами из TT20K9. С технологической стороны было достигнуто сокращение основного времени выполнения этих процессов в 2 раза и соответственно уменьшилось штучно-калькуляционное время выполнения операции на 11,37 % (с 96,93 минут до 85,9). Далее предстоит проверить эффективность с точки зрения экономической целесообразности применения данных изменений.

Все необходимые технические параметры: машинное и штучное время, модель оборудования, наименование инструмента и оснастки, применяемых на данной операции, были взяты из предыдущих разделов бакалаврской работы. Для сбора информации по остальным параметрам, необходимым для расчета: мощность и занимаемая площадь оборудования, цены оснастки и инструмента, часовые тарифные ставки, тарифы по энергоносителям и многое другое, использовались разные источники:

- паспорт станка;
- учебно-методическое пособие по выполнению экономического раздела выпускной квалификационной работы для студентов, обучающихся по специальности 15.03.03 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»;

- данные предприятия по тарифам на энергоносители;
- сайты с ценами на оборудование, оснастку и инструмент и другие источники.

Кроме перечисленных источников для расчета применялось программное обеспечение Microsoft Excel, с помощью которого были произведены такие расчеты как:

- «капитальные вложения по сравниваемым вариантам;
- технологическая себестоимость изменяющихся по вариантам операций;
- калькуляция себестоимости обработки детали по вариантам технологического процесса;
- приведенные затраты и выбор оптимального варианта;
- показатели экономической эффективности проектируемого варианта техники (технологии)» [6, с. 15-23].

Далее будут представлены основные результаты проведенных расчетов. На рисунке 12, показаны значения из которых складываются капитальные вложения, их величина составит 20 797,36 рублей.

Анализируя, представленные на рисунке 12, данных, можно сделать вывод о том, что самыми капиталоемкими затраты являются:

- затраты на проектирование ( $Z_{IP}$ ), с величиной 43,96 % от всей величины капитальных вложений;
- прямые капитальные вложения в перепрограммирование оборудования под изменившуюся траекторию движения инструмента ( $K_A$ ), величина которых составляет 42,56 % от общей суммы капитальных вложений

Все остальные значения не превышают 15 %, и имеют долю 11,32 %, это затраты на инструмент ( $K_{II}$ ), и 2,17 % – величина незавершенного производства ( $HЗП$ ).

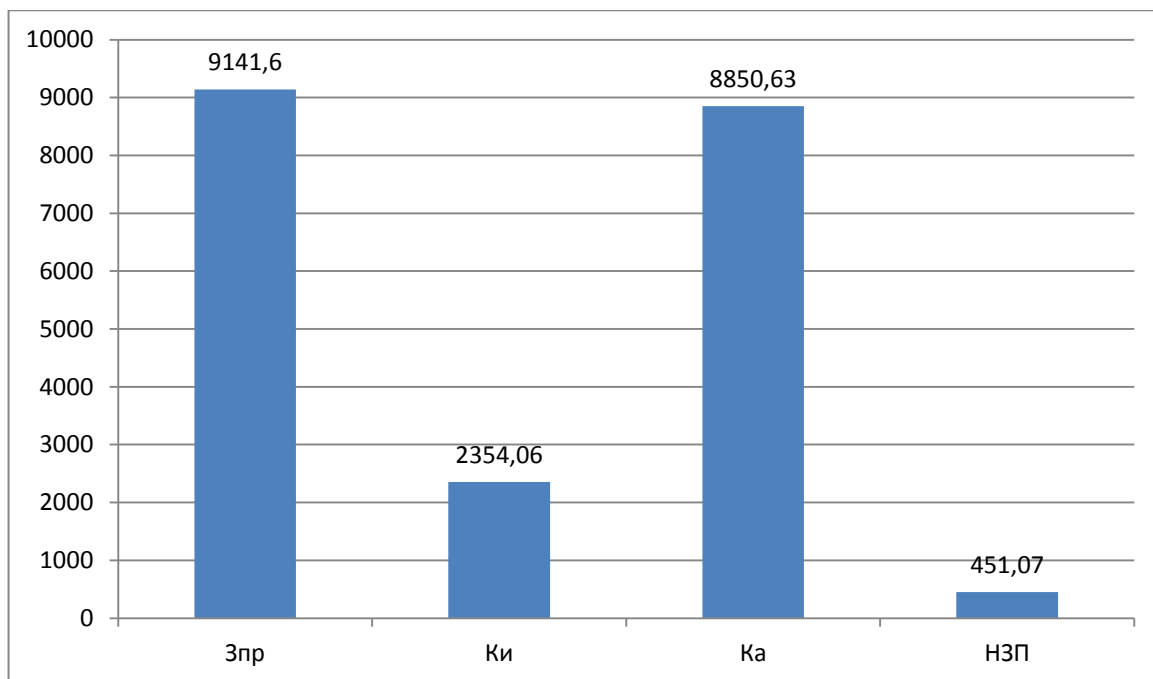


Рисунок 12 – Величина затрат, входящих в капитальные вложения, предложенного проекта, руб.

На рисунке 13 представлены показатели, из которых складывается технологическая себестоимость детали «Вал дробилки», по двум сравниваемым вариантам технологического процесса. В состав технологической себестоимости не включена величина основных материалов за вычетом отходов, это связано с тем, что в процессе совершенствования технологического процесса, способ получения заготовки не метался, поэтому расходы на материал остаются без изменения.

Анализируя диаграмму на рисунке 13, видно, что максимальное влияние на технологическую себестоимость оказывает величина расходов на содержание и эксплуатацию оборудования ( $P_{э.об}$ ), применяемого на этой операции. В базовом варианте доля этого показателя составила 59,71 %, а в проектируемом варианте – 51,43 %.

Кроме расходов на содержание и эксплуатацию оборудования, есть еще два показателя, которые оказывают существенное влияние на величину технологической себестоимости, это:

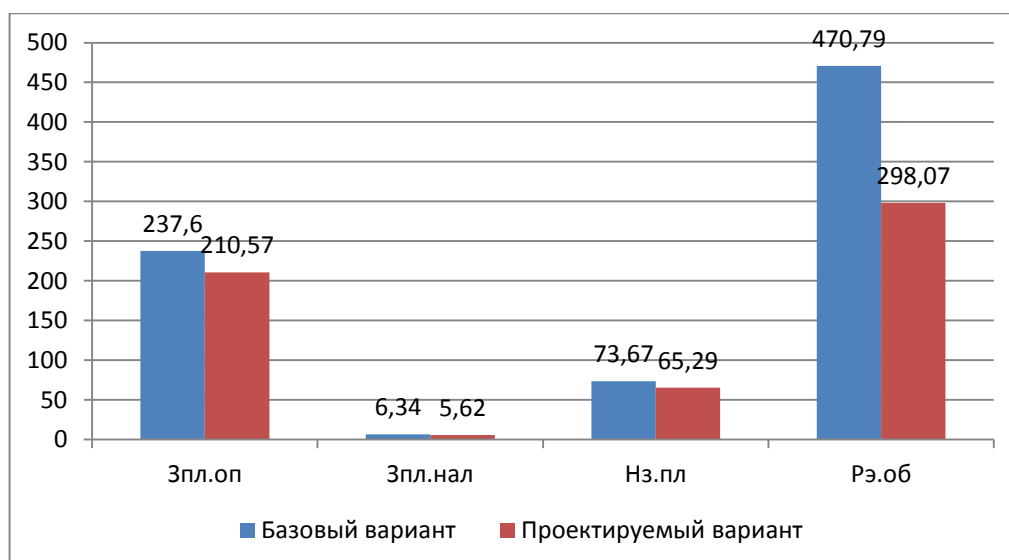


Рисунок 13 – Слагаемые технологической себестоимости изготовления детали «Вал дробилки», по вариантам, руб.

– заработная плата рабочего оператора ( $Z_{пл.оп}$ ), с объемом величины в базовом варианте 30,41 %, а в проектируемом – 36,33 % от всего значения технологической себестоимости;

– начисления на заработную плату ( $H_{з.пл}$ ), которые напрямую зависят от величины основной заработной платы, доля этого показателя для базового варианта составила 9,34 %, а в проектируемом – 11,27 %, от размера технологической себестоимости.

Величина заработной платы наладчика ( $Z_{пл.нал}$ ) существенного влияния на величину технологической себестоимости не оказывает, т. к. в обоих вариантах ее доля составляет менее 1 %, а именно, в базовом варианте – 0,8 %, а в проектируемом – 0,97 %.

Данные показатели позволили сформировать значение полной себестоимости. Результаты калькуляции себестоимости обработки детали «Вал дробилки» по анализируемой операции технологического процесса, представлены на рисунке 14.

Согласно рисунку 14, значение полной себестоимости ( $C_{полн}$ ) для базового варианта составило 1 681,38 рублей, а для проектируемого варианта

– 1 370,54 рублей. Значения по вариантам отличаются, а это значит, что появляются условия для получения ожидаемой прибыли от снижения себестоимости.

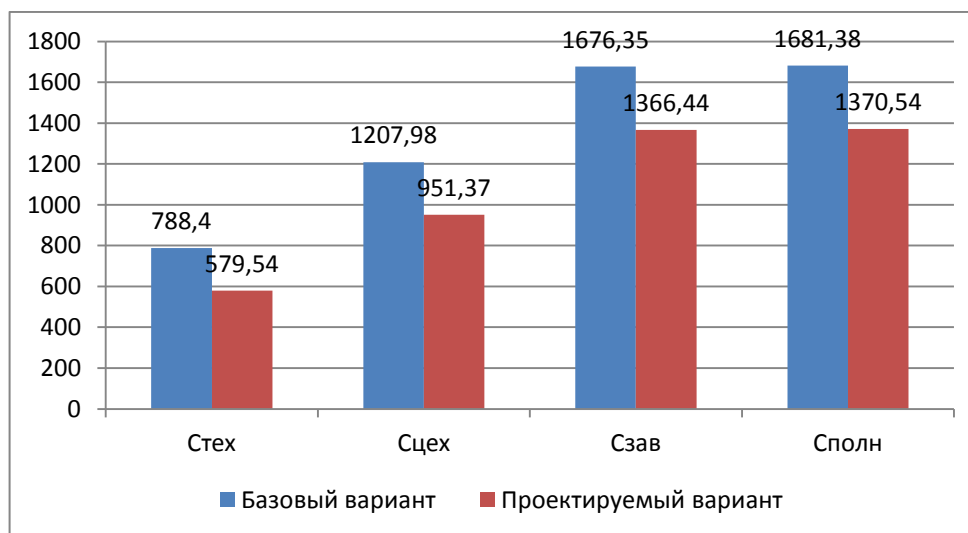


Рисунок 14 – Калькуляция себестоимости, по вариантам технологического процесса, руб.

Дальнейшие расчеты показали, что капитальные вложения, в размере 20 797,36 рублей, окупятся в течение 3-х лет. Такой срок является допустимым для совершенствований технологического характера. Однако прежде чем говорить об эффективности этих совершенствований, необходимо проанализировать такой экономический показатель как интегральный экономический эффект или чистый дисконтируемый доход. Величина данного значения составляет 3 473,03 рубля со знаком «плюс», что доказывает эффективность предложенного мероприятия. А это значит, что на каждый вложенный рублю будет получен доход 1,17 рублей.

### **Выводы по разделу**

В разделе доказана экономическая эффективность изменений технологии.

## Заключение

Для условий современного производства характерна широкая номенклатура изготавливаемых изделий. При относительно небольших объемах выпуска это требует от производства возможности быстрой переналадки технологического оборудования. Для данных условий производство относится или к области мелкосерийного или среднесерийного производства. По эффективности, стабильности получаемых размеров, себестоимости, данные типы производства проигрывают массовому машиностроению. Поэтому необходимо использовать методы проектирования технологических процессов и их реализации, которые позволяют обеспечить высокое качество изготавливаемой продукции с минимальными расходами. Это возможно при условии применения современных систем автоматизированного проектирования технологических процессов и использовании современного технологического автоматизированного оборудования.

Станки с ЧПУ обеспечивают при высокой производительности, достигаемой использованием высоко стойкого инструмента на форсированных режимах резания высокую гибкость технологического процесса. Последняя обеспечивается быстрой переналадкой станочных инструментальных подсистем и особенностями реализации технологических операций, выполняемых по программам, которые формируются в рамках проектирования технологического процесса в автоматизированных модулях САПР ТП.

В работе рассматривается технологический процесс изготовления вала дробилки для условий мелкосерийного производства. Особенностью детали является ее малая жесткость, которая определяется соотношением длины к диаметру. Для данной детали - больше 10. Данный вал с несимметричной ступенчатостью относятся к категории шпоночно-шлицевых с наличием

крепежной резьбы. Поэтому требуется при обработке вала использование разнообразного режущего инструмента.

С учетом выше сказанного, технологическое оснащение должно отличаться универсальностью и возможностью быстрой переналадки на обработку других деталей.

Одним из основных требований современных технологий является их безопасность с точки зрения окружающей среды и защиты здоровья работников. Поэтому все предлагаемые технологические приемы анализируются на наличие вредных и опасных факторов.

Основным способом изготовления данной детали является использование точения и шлифования. Эти операции являются лимитирующими и для обеспечения эффективности проектируемой технологии будут предприняты шаги по совершенствованию данных операций в плане совершенствования оснастки - приспособления и режущего инструмента.

В бакалаврской работе представлена технология изготовления вала несимметричной ступенчатости с наличием шпоночных, шлицевых и резьбовых поверхностей для условий мелкосерийного производства. В первом разделе описываются условия работы детали, конструктивные особенности, используемый материал. Выполнен комплексный анализ технологичности конструкции вала, его обрабатываемости, возможности получения заготовки, а также вопросы базирования и закрепления. Анализ показал результат - вал не отличается высокой технологичностью. Во втором разделе технологической части выполнено проектирование технологии с учетом определенного по массе и объему выпуска мелкосерийного типа производства. Выбран способ получения заготовки на основе экономического сравнения различных вариантов. Далее с учетом требуемых технических параметров, указанных на чертеже, выполнено формирование технологических переходов и на основе базового техпроцесса сформирована новая технология изготовления вала на современном автоматизированном

оборудовании с модульной компоновкой, которая позволяет реализовать первый этап лезвийной обработки на одной операции. С учетом рекомендаций, с использованием каталогов и справочников, выбрано комплексное оснащение технологических операций с назначением приспособлений для установки заготовки, режущего инструмента, включая дополнительное инструментальное обеспечение для закрепления самого инструмента, а также контрольная оснастка. В разделе также выполнены все необходимые технологические расчеты по определению операционных размеров и операционных припусков, по расчету режимов резания и определению норм времени на операции. В третьем конструкторском разделе, выполнено проектирование технологической оснастки - станочного приспособления для закрепления заготовки на токарной операции, а также выполнено проектирование режущего инструмента - шлицевой фрезы для нарезания шлицевой поверхности на протяженной центральной шейке вала. Проектирование сопровождается всеми необходимыми инженерными расчетами. В последних разделах предусматриваются мероприятия по охране окружающей среды и обеспечению защиты здоровья рабочих, которые задействованы на операциях технологического процесса изготовления вала дробилки, а также расчет экономической эффективности по предложенным изменениям базовой технологии. Вся технологическая документация приводится в приложениях и на листах графической части.



## Список используемых источников

1. Антонюк В. Е. Конструктору станочных приспособлений : справ. пособие / В. Е. Антонюк. - Минск : Беларусь, 1991. - 400 с.
2. Бушуев В. В. Практика конструирования машин : справочник / В. В. Бушуев. - Москва : Машиностроение, 2006. - 448 с.
3. Горина Л. Н. Раздел выпускной квалификационной работы "Безопасность и экологичность технического объекта" : электрон. учеб.-метод. пособие / Л. Н. Горина, М. И. Фесина ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Управление промышленной и экологической безопасностью" . - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2018. - 41 с.
4. Горохов В. А. Проектирование и расчет приспособлений : учебник для вузов / В. А. Горохов, А. Г. Схиртладзе. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2008. - 301 с.
5. Зубарев Ю. М. Специальные методы обработки заготовок в машиностроении : учеб. пособие для студентов машиностр. вузов / Ю. М. Зубарев. - Гриф УМО. - Санкт-Петербург : Лань, 2015. - 400 с.
6. Зубкова Н.В. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процессов механической обработки деталей (для студентов специальностей 120100 / Н.В. Зубкова, – Тольятти : ТГУ, 2015. - 46 с.
7. Марочник сталей и сплавов / сост. А. С. Зубченко [и др.] ; под ред. А. С. Зубченко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2003. - 782 с.
8. Назначение рациональных режимов резания при механической обработке : учебное пособие / В. М. Кишуров, М. В. Кишуров, П. П. Черников, Н. В. Юрасова. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 216 с.
9. Обработка металлов резанием : справочник технолога / А. А. Панов [и др.] ; под общ. ред. А. А. Панова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва

: Машиностроение, 2004. - 784 с.

10. Расторгуев Д. А. Разработка плана изготовления деталей машин [Текст] : учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2013. - 51 с. : ил. - Библиогр.: с. 50. - 28-58.

11. Расторгуев Д. А. Проектирование технологических операций [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - Тольятти : ТГУ, 2015. - 140 с.

12. Расторгуев Д. А. Технологическая часть выпускной квалификационной работы машиностроительного направления [Электронный ресурс] : электронное учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2017. - 34 с.

13. Режущий инструмент [Текст] : учеб. для вузов / Д. В. Кожевников [и др.] ; под ред. С. В. Кирсанова. - Гриф УМО. - Москва : Машиностроение, 2004. - 511 с.

14. Строителев В. Н. Методы и средства измерений, испытаний и контроля [Текст] : учеб. для вузов / В. Н. Строителев ; [редкол.: В. Н. Азаров (председ.) и др.]. - Москва : Европ. центр по качеству, 2002. - 150 с.

15. Станочные приспособления / В. В. Клепиков [и др.]. - Гриф УМО. - Москва : Форум, 2016. - 318 с.

16. Станочные приспособления : справочник. В 2 т. Т. 1 / А. И. Астахов [и др.]. - Москва : Машиностроение, 1984. - 591 с.

17. Схиртладзе А. Г. Технологическая оснастка машиностроительных производств : учеб. пособие. Т. 1 / А. Г. Схиртладзе, В. П. Борискин. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2008. - 547 с.

18. Схиртладзе А. Г. Технологическая оснастка машиностроительных производств : учеб. пособие. Т. 2 / А. Г. Схиртладзе, В. П. Борискин. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2008. - 518 с.

19. Heinz, Tschätsch Applied Machining Technology / Tschätsch Heinz – Springer-Verlag : Berlin, Heidelberg, 2009. – p. 396
20. Grote K.-H., Antonsson E.K. Springer Handbook of Mechanical Engineering / K.-H Grote, E.K. Antonsson – New York : Springer Science - Business Media, 2008.
21. Nee A. Y. Handbook of Manufacturing Engineering and Technology / A. Y. C. Nee – London : Springer Reference, 2015.

## Приложение А

### Маршрутные карты и операционные карты

Таблица А.1 - Маршрутная карта

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1																
Дубл.																
Взам.																
Подл.																
												2	1			
Разраб.	Ахтамзянов Я.М.															
Проверил	Расторгуев Д.А.															
Утвердил	Логинов Н.Ю.															
Н. контр.	Расторгуев Д.А.			Вал дробилки												
М 01	Круг 160 ГОСТ 2590-88 / Сталь 12Х18Н10Т ГОСТ 5632-72															
	Код	FB	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ	Код заготовки	Профиль и размеры				КД	МЗ			
М 02	02	кг	70	1	1	0,7	Круг	∅150x900				1	100			
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции					Обозначение документа						
Б	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.
А03	000		4269		Фрезерная											
Б04	Круглопильный полуавтомат 8Г681							1	1	1						
А05	005		4114		Токарно-винторезная					ИОТ Т5, С6						
Б06	Токарный центр Ace Micromatic LT 25-1000 CNC							1	1	1	1,36					
А07	010		5030		Закалка											
Б08	Печь							1	1	1						
А09	015		Круглошлифовальная													
Б10	Круглошлифовальный станок ЗБ161							1	1	1						
А11	020		0125		Промывка											
Б12	Моечная машина							4	1	1						
А13	025		0200		Контроль											
Б14	Стол							1	1	1						
О15	1. Проверить внешним осмотром отсутствие заусенцев, острых кромок и шероховатость поверхностей															
Т16	Ra 0,63 Образец шероховатости ГОСТ 9378-93															
МК	Маршрутная карта															

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

														ГОСТ 3.1118-82 Форма				
Дубл.																		
Взам.																		
Подл.																		
																	2	
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции				Обозначение документа									
Б	Код, наименование оборудования				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кит.	Тпз	Тшт.			
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала				Обозначение, код				ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н. расх.					
T01	Ra 1,25 Образец шероховатости ГОСТ 9378-93																	
T02	Ra 2,5 Образец шероховатости ГОСТ 9378-93																	
O03																		
T04																		
T05																		
T06																		
T07																		
T08																		
T09																		
T10																		
O11																		
T12																		
13																		
14																		
15																		
16																		
17																		
МК	Маршрутная карта																	

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3												
Дубл.												
Взам.												
Подл.												
									4	1		
Разраб.	Ахтамзянов Я.М.											
Проверил	Расторгуев Д.А.											
Утвердил	Логинов Н.Ю.											
Н. контр.	Расторгуев Д.А.											
Вал дробилки										07	2	005
Наименование операции		Материал		Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД	
Токарно-винторезная		Сталь 12Х18Н10Т ГОСТ 5632-72		320		кг	70	150х900		100	1	
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		То	Тв	Тпз.	Тшт.	СОЖ				
Асе Micromatic LT 25-1000 CNC				53,13	27,4	12	96,94					
P		ПИ	D или B	L	t	l	s	n	v			
T01	Центр ГОСТ 13214-79											
T02	Патрон В210 Kitagawa 254											
T03	Люнет 6046-0012 ГОСТ 21190-75											
O04	1. Установить вала, закрепить в люнетах											
T05	Консоль поворотная											
T06	Строп цепной											
T07	Захват (2 шт)											
T08	Подставка											
T09	Хомут											
T10	Рукавицы ГОСТ 12.4.010-75											
O11	2. Подрезать поверхность											
T12	2112-0009 Резец Т15К6 ГОСТ 18880-73											
O13	3. Центровать отверстия											
OK	Операционная карта											







Приложение Б

Спецификация на приспособление

Таблица Б.1 – Спецификация приспособления

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	кол.	Примечание	Перв. примен.		
							Стр.	№	
				<i>Документация</i>					
A1			21.ВКР.ОТМП.306.65.00.000.СБ	Люнет самоцентрирующийся	1				
				<i>Сборочные единицы</i>					
		1	21.ВКР.ОТМП.306.65.01.000.	Гидравлический привод	1				
				<i>Детали</i>					
		2	21.ВКР.ОТМП.306.65.00.002	Кронштейн	1				
		3	21.ВКР.ОТМП.306.65.00.003.	Шток	1				
		4	21.ВКР.ОТМП.306.65.00.004.	Плита	1				
		5	21.ВКР.ОТМП.306.65.00.005.	Корпус	1				
		6	21.ВКР.ОТМП.306.65.00.006.	Крышка	1				
		7	21.ВКР.ОТМП.306.65.00.007	Копир	1				
		8	21.ВКР.ОТМП.306.65.00.008.	Кольцо	6				
		9	21.ВКР.ОТМП.306.65.00.009.	Палец	3				
		10	21.ВКР.ОТМП.306.65.00.010.	Ролик	2				
		11	21.ВКР.ОТМП.306.65.00.011.	Рычаг	2				
		12	21.ВКР.ОТМП.306.65.00.012.	Планка	2				
		13	21.ВКР.ОТМП.306.65.00.013.	Ось	2				
		14	21.ВКР.ОТМП.306.65.00.014.	Ось роликов	3				
		15	21.ВКР.ОТМП.306.65.00.015.	Пружина	2				
		16	21.ВКР.ОТМП.306.65.00.016.	Кольцо	6				
		17	21.ВКР.ОТМП.306.65.00.017	Втулка опорная	12				
		18	21.ВКР.ОТМП.306.65.00.018.	Ролик	6				
			<b>21.ВКР.ОТМП.306.65.00.000.СП</b>						
Инв. № подл. 16911	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<b>Люнет самоцентрирующийся</b>	Лит.	Лист	Листов
	Разраб.		Ахтамзянов				Д	1	2
	Проб.		Расторгуев						
	Н.контр.		Расторгуев			<b>ТГУ, ТМБЗ-1601а</b>			
	Утв.		Логинов			<i>Копировал</i> <span style="float: right;"><i>Формат А4</i></span>			

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

Формат		Зона	Поз	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание		
			19	21.ВКР.ОТМП.306.65.00.019.	Кольцо опорное	12			
			20	21.ВКР.ОТМП.306.65.00.020.	Продка	6			
			21	21.ВКР.ОТМП.306.65.00.021.	Штифт	2			
			22	21.ВКР.ОТМП.306.65.00.022.	Штифт	2			
			23	21.ВКР.ОТМП.306.65.00.023.	Ось	2			
			24	21.ВКР.ОТМП.306.65.00.024.	Втулка	2			
			25	21.ВКР.ОТМП.306.65.00.025.	Крышка	1			
			26	21.ВКР.ОТМП.306.65.00.026.	Планка	2			
			27	21.ВКР.ОТМП.306.65.00.027.	Кольцо	1			
			43	21.ВКР.ОТМП.306.65.00.043.	Крышка соединительная	1			
			44	21.ВКР.ОТМП.306.65.00.044.	Зажим ролика	2			
			45	21.ВКР.ОТМП.306.65.00.045.	Штифт	2			
			47	21.ВКР.ОТМП.306.65.00.047.	Штифт	3			
			48	21.ВКР.ОТМП.306.65.00.048.	Штифт	3			
				<i>Стандартные изделия</i>					
			28		Винт А2 М12х1-6дх20.58.35Х.01 ГОСТ Р11738-84	4			
			29		Шайба 10.65Г.ИИ.4.029 ОСТ26-204096	4			
			30		Шпонка 2-8х5х10 ГОСТ23360-78	2			
			31		Винт А2 М12х1-6дх20.58.35Х.01 ГОСТ Р11738-84	4			
			32		Шайба 14 /1 65ГО29 ГОСТ6402-70	4			
			33		Винт М16х125-6дх4158.35Х.01ГОСТ 17475-80	4			
			34		Шайба 18/165ГО29 ГОСТ6402-70	4			
			35		Винт М18х125-6дх558.35Х.01ГОСТ17475-80	4			
			36		Винт М4х0,5-6дх10.35Х.01ГОСТ 17475-80	4			
			37		Винт М6х0,5-6дх10.35Х.0.1ГОСТ 17475-80	1			
			38		Винт М8х0,5-6дх10.35Х.0.1ГОСТ 17475-80	4			
			39		Шайба 10.65Г.ИИ.4.029 ОСТ 26204096	4			
			40		Шайба 12 /1 65ГО29 ГОСТ 6402-70	4			
			41		Винт М12х0,5-6дх558.35Х.01ГОСТ 17475-80	4			
			42		Шайба 14/1 65ГО29 ГОСТ6402-70	4			
			46		Винт М4х0,5-6дх10.35Х.0.1ГОСТ Р11738-84	4			
				<b>21.ВКР.ОТМП.306.60.00.000.СП</b>				Лист	
				Изм	Лист	№ док.им.	Подп.	Дата	2

Копировал

Формат А4

