

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 формовочного приспособления

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

Тольятти 2021

## Аннотация

В работе рассматривается технологический процесс изготовления ступенчатого вала, который входит в конструкцию формовочного приспособления. В работе на первом этапе, с учетом служебного назначения вала, а также условий его работы, выполнен анализ технологичности конструкции, который выявил особенности обработки, как по конструктивным элементам, материалу детали, особенностям базирования и закрепления, а также обрабатываемости. В технологической части работы, с учетом выбранного мелкосерийного типа производства, сформирован технологический маршрут. С учетом особенностей конструкции вала, его материала, выбран способ получения заготовки – поковка. Табличным методом назначены суммарные припуски, на одну из самых точных поверхностей припуск рассчитан аналитически, по переходам. Учитывая технические требования чертежа, сформированы технологические переходы для каждой поверхности вала. На основе типового процесса изготовления вала спроектирован маршрут, особенностью которого является использование современного токарно-фрезерного станка. Спроектирована лимитирующая операция. В технологическом процессе, после термической обработки, предлагается использовать последовательно шлифовальные операции для окончательной обработки наружных шеек, а также глухого отверстия. В конструкторском разделе выполнено проектирование станочного приспособления для закрепления вала на токарной операции, а также спроектирован инструмент - расточной резец для обработки глухого отверстия. В четвертом разделе выполнено проектирование мероприятий, необходимых для защиты рабочих от воздействия вредных и опасных производственных факторов. В заключительном разделе приведено экономическое обоснование предложенных усовершенствований базового техпроцесса. В приложении дана технологическая документация, а также спецификации к сборочным чертежам.

## Содержание

Введение.....	4
1 Анализ исходных данных .....	5
1.1 Анализ служебного назначения.....	5
1.2 Систематизация поверхностей.....	5
1.3 Анализ технологичности детали .....	7
1.4. Формулировка задач работы.....	8
2 Технологическая часть работы .....	9
2.1 Выбор типа производства.....	9
2.2 Выбор метода получения заготовки.....	9
2.3 Выбор методов обработки.....	13
2.4 Определение припусков и проектирование заготовки.....	14
2.5 Разработка технологического маршрута .....	18
2.6 Выбор средств технологического оснащения .....	19
2.7 Разработка технологических операций.....	21
3 Разработка специальной технологической оснастки .....	29
3.1 Проектирование приспособления.....	29
3.2 Проектирование резца .....	35
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.....	42
Заключение .....	47
Список используемых источников.....	49
Приложение А Маршрутные карты .....	52
Приложение Б Спецификация на приспособление .....	60
Приложение В Спецификация на инструмент .....	62

## Введение

Для проектирования технологических процессов обработки деталей необходимо использовать как стандартные методики с этапами, которые прописаны в соответствующих требованиях, так и современные методы расчета. Это связано с тем, что современные подходы к изготовлению деталей изменяются, как на заготовительной стадии и связаны с применением новых аддитивных технологий, так и на стадии механической обработки деталей. Современные обрабатывающие производства характеризуется использованием автоматизированных станков с ЧПУ. При этом сами станки обладают повышенными эксплуатационными характеристиками, такими как жесткость, виброустойчивость, способность компенсировать температурные деформации, а также возможность обеспечивать интенсивные режимы резания. Возможна обработка деталей на скоростях резания порядка несколько сот метров в минуту. Это требует использования соответствующего режущего инструмента и инструментальных материалов режущих частей. Их, как правило, изготавливают с различными многослойными покрытиями, а геометрия режущих частей оптимизирована под соответствующие условия обработки.

Для повышение эффективности современного машиностроительного производства необходимо особое внимание обращать на автоматизацию проектирования технологических процессов в рамках технической подготовки производства. Это обеспечивает сокращение времени и затрат и при этом повышается надежность и общая эффективность разработанной технологии за счет использования отработанных технологических решений для аналогичных деталей, которые уже обрабатывались на данном производстве.

С учетом этого проведена работа по проектированию технологического процесса изготовления вала привода формовочного приспособления, которое по компоновке относится к категории планетарных редукторов.

## **1 Анализ исходных данных**

### **1.1 Анализ служебного назначения**

Вал работает в конструкции формовочного приспособления, в редукторном приводе, который предназначен для создания сжимающих усилий рабочих элементов приспособления. Вал предназначен для передачи крутящего момента, а также служит дополнительной опорой для подшипника соосного вала.

Передача крутящего момента проводится при помощи двух шпоночных пазов. Установка вала в приспособлении осуществляется по двум шейкам под подшипники. Для фиксации и поджима правого подшипника используется гайка.

На промежуточной ступени закрепляется колесо для передачи момента через шпоночный паз. Крайняя шейка служит опорой под подшипник.

На правой части вала закрепляется зубчатое колесо, которое проводит крутящий момент также через шпоночный паз. В центральном отверстии закрепляется подшипниковая опора соосной детали [2].

Вал работает в условиях значительных статических и динамических нагрузок, крутящего и изгибающего момента и в условиях смазки.

### **1.2 Систематизация поверхностей**

Для анализа технических требований чертежа проведем сначала систематизацию поверхностей вала по назначению.

На рисунке 1 приведена схема с нумерацией поверхностей вала.

Вал изготавливается из стали 45ХМНА, химический состав и физико-механические свойства которого приведены в соответствующих таблицах 1 и 2. Данный материал по совокупности своих свойств и рекомендациям справочников по конструированию подходит для проектируемой детали [7].

Таблица 1 – Химический состав (ГОСТ 8479-70)

Химический элемент	%
Углерод(С)	0,4-0,5
Кремний (Si)	0,17-0,37
Марганец (Mn)	0,5-0,8
Никель (Ni)	1,2-1,6
Сера (S), не более	0.04
Фосфор (P), не более	0.04
Хром (Cr)	1,3-1,7

Таблица 2 - Механические свойства материала 45ХМНА

Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	$\delta_5$ , %	$\psi$ , %
100/300	440	635	14	40

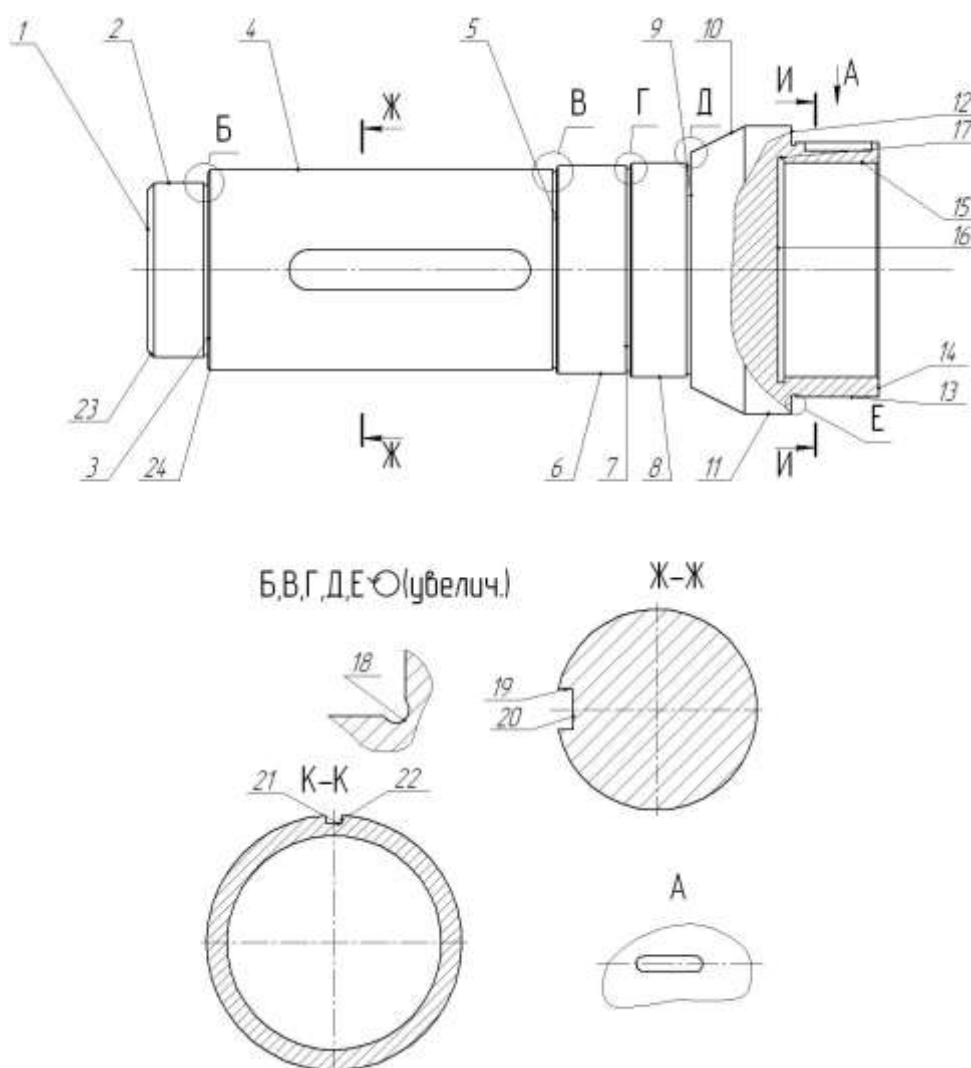


Рисунок 1 - Эскиз детали

Первая группа исполнительных поверхностей включает в себя боковые поверхности шпоночных пазов.

Вторая группа - основные конструкторские базы, включает в себя шейки под подшипники с прилегающими опорными торцами.

К третьей группе - вспомогательным конструкторским базам, относятся шейки под установку зубчатых колес, а также подшипниковой опоры.

Все остальные являются свободными.

### **1.3 Анализ технологичности детали**

Анализ технологичности детали выполняем качественно.

Первая группа для анализа - технологичность конструкции. Вал средней жесткости и средних размеров. Поверхности вала имеют простую геометрическую форму. Элементы конструкции стандартизированные и нормализованные по размерам. Отличаются фаски [2].

Материал имеет обрабатываемость резанием нормальную (0,9), не дефицитный. Инструментальная доступность обеспечивается везде, кроме отверстия под подшипниковые опоры. Оно выполнено глухим, с плоской торцевой поверхностью и заканчивается внутренней канавкой под выход шлифовального инструмента. Обработка осевым инструментом (сверлом) затруднено.

По вопросам установки заготовки на операциях - вал разносторонней ступенчатости, обрабатываться может как консольно при установке в патроне, так и по двух опорной схеме (в патроне с поджимом задним центром). Необходимость использования дополнительных опор люнетов отсутствует. Манипуляция заготовкой достаточно трудная, так как масса заготовки 13 кг. Желательно использовать манипуляторы для установки и снятия заготовки.

По обрабатываемости вала, протяженность поверхностей невысокая. Получить поверхности сразу на заготовительной операции невозможно. В

качестве заготовки можно применить как прокат, так и поковку или штамповку.

#### **1.4. Формулировка задач работы**

Основные задачи работы:

1. Разработать базовую технологию в соответствии с этапами методички [12]. Необходимо на основе выбранного типа производства выбрать исходную заготовку, переходы, сформировать маршрут и спроектировать технологические операции.
2. Спроектировать станочное приспособление для технологической операции.
3. Спроектировать и рассчитать высокопроизводительный инструмент для токарной обработки.
4. Обеспечить мероприятия по охране труда.
5. Экономически обосновать предложенные усовершенствования техпроцесса.

Выводы по разделу

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



## 2 Технологическая часть работы

### 2.1 Выбор типа производства

Для заданной программы выпуска 200 деталей в год и массе вала около 14 кг тип производства выбран среднесерийный.

Размер запуска вала в производство [12]:

$$n=(N \cdot a) / 254=(200 \cdot 12) / 254=8 \text{ деталей,} \quad (1)$$

где  $a$  – периодичность запуска вала (12 дней);

254 – среднее число рабочих дней в году.

Для среднесерийного производства следующие характеристики: использование универсального оборудования с ЧПУ и специализированных станков, для оснащения выбираются также или универсальные или специализированные приспособления, расстановка оборудования по ходу технологического процесса с периодической переналадкой на обработку различных деталей, проектирование технологии ведем маршрутно-операционное с табличными значениями припусков, режимов резания и нормирования. Только на отдельные поверхности припуски рассчитываются аналитически и на лимитирующие переходы режимы резания определяются по формулам [20].

### 2.2 Выбор метода получения заготовки

Выберем способ получения заготовки для среднесерийного производства. Для ступенчатого вала с достаточно большим перепадом диаметров (от 108 до 65 мм) возможно применение, как штамповки, так и проката [11].

Выполним расчет по сравнению технологической себестоимости.

Для проката она равна

$$S_{\text{зат}}^{\text{прокат}} = M + \sum C_{o.з} \quad (2)$$

где  $M$  – стоимость материала 45ХМНА, руб;

$\sum C_{o.з}$  - стоимость переходов по правке прутка и его разрезки, руб.

По материалу затраты определяются:

$$M = QS - (Q - q) \frac{S_{\text{отх}}}{1000}, \quad (3)$$

где  $Q$  – масса прутка, руб;

$S$  – цена килограмма материала. По данным [11] для стали 45ХНМА –  $S=0,21$  руб/кг.

Масса прутка

$$Q = \pi \frac{0,0108^2}{4} 0,272 \cdot 7500 = 19,5 \text{ кг.} \quad (4)$$

Тогда

$$M = 0,21 \cdot 19,5 - (19,5 - 13,7)0,28 = 3,7 \text{ руб.}$$

На отрезку по [11] затраты

$$C_{o.з} = \frac{C_{n.з} \cdot T_{шт}}{60 \cdot 100} \text{ руб.} \quad (5)$$

где  $C_{n.з}$  - удельные затраты, коп/час;

$T_{шт}$  – штучное время переходов, мин.

Первый множитель принимаем равным – 250 коп/час. Штучное время на отрезку

$$T_{ум} = \frac{d}{S_M}, \quad (6)$$

где  $d$  – диаметр прутка,  $d = 115$  мм;

$S_M$  – минутная подача фрезы, мм/мин.

Для круглопильных станков  $S_M = 80$  мм/мин. Тогда

$$T_{ум} = \frac{115}{80} = 1,43 \text{ мин.}$$

Подставив исходные данные в формулу (5)

$$C_{o.з} = \frac{250 \cdot 1,43}{60 \cdot 100} = 0,06 \text{ руб.}$$

Для проката необходимо учесть дополнительные затраты которые возникают из-за необходимости снятия напусков которые упрощают форму заготовки. Данная составляющая для проката будет иметь большую величину по сравнению с штамповкой. Необходимо учесть дополнительные затраты  $C_o = 1,5 \text{ руб}$  по снятию напусков по формулам из [9].

Суммарная стоимость проката

$$S_{заг}^{прокат} = 3,7 + 0,06 + 1,5 = 5,23 \text{ руб.}$$

Коэффициент использования металла для проката:

$$K = \frac{q}{Q_{заг}} = \frac{13,7}{19,5} = 0,7.$$

Для штамповки технологическая себестоимость вычисляется с учетом параметров точности штамповки ( $T_4$ ) -  $K_T$ , серийности производства  $K_{II}$ , материала заготовки  $K_C$ , сложности заготовки  $K_B$  и массы  $K_M$  заготовки

$$S_{заг} = \left( \frac{C_i}{1000} Q_{шт} \cdot K_T \cdot K_C \cdot K_B \cdot K_M \cdot K_{II} \right) - (Q - q) \frac{S_{омх}}{1000} \quad (7)$$

где  $C_i$  - базовая стоимость 1 тонны штамповок, руб;

$Q_{ш}$  – масса штамповки, кг;

$S_{отх}$  – стоимость отходов в рублях, руб/тонна.

По данным [11] для штамповки на прессе  $C_i=373$  руб,  $S_{отх}=28$  руб/тонна.

Массу заготовки штамповки:

$$Q_{ш} = \frac{q}{K_{Ми}}, \quad (8)$$

где  $K_{Ми}$  – коэффициент использования материала для штамповки. Для штамповок примем его равным  $K_M=0,8$ .

$$Q_{ш} = \frac{13,7}{0,8} = 17,1.$$

После подстановки

$$S_{заг}^{штмп} = \frac{373}{1000} \cdot 17,1 \cdot 1,0 \cdot 0,87 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 1,0 - (17,1 - 13,7) \frac{28}{1000} = 4,9 \text{ руб / шт.}$$

Выполнение расчетов показывают, что оптимальным является способ получения заготовки штамповкой.

Для вала проектирование заготовки штамповки ведется через исходный индекс.

Необходимо назначить исходные параметры: класс точности (Т4); группа материала (М3); класс сложности заготовки. Вычисляется по коэффициенту

$$k = \frac{G}{G_f}, \quad (9)$$

где  $G$  – объем детали,  $\text{м}^3$ ;

$G_f$  - форма простейшей фигуры, описанная вокруг детали,  $\text{м}^3$ .

Он равен 0,7.

С учетом ориентировочной массы заготовки штамповки, найденной при помощи табличного коэффициентом 0,8 - масса 17,1 кг.

Определяем по номограмме исходной индекс. Он равен 11.

На размеры на поверхности штамповки назначают припуски. Для упрощения формы заготовки четыре левых шейки выполняем одной ступенькой.

У штамповки также не предусматривается отверстие.

В результате мы получаем простую форму штамповки с припусками на цилиндрические поверхности и на торцовые поверхности с учетом исходного индекса 11.

На размеры заготовки назначаем следующие припуски.

На минимальную ступеньку 2,5 мм. На самую большую 2,8 мм. На торцы 2,4 мм.

Смещение штампов допустимое по ГОСТ 7505-89 не более 1 мм.

Чертеж приведен в графической части с соответствующими техническими требованиями.

### **2.3 Выбор методов обработки**

Для формирования технологического маршрута необходимо на каждую поверхность назначить технологические переходы, обеспечивающие чертежные требованиями. Для этого сгруппируем поверхности по требованиям.

Шейки вала, а также посадочные поверхности под зубчатые колеса, имеют один квалитет точности и шероховатость. Соответственно для этих поверхностей используется один и тот же технологический маршрут [19]:

- точение черновое;
- точение чистовое;
- термообработка;
- шлифование черновое с прилегающими торцами;
- шлифование круглое.

Торцы обрабатываются такими же методами:

- подрезка черновая;
- подрезка чистовая;
- термообработка;
- шлифование.

Для разделения торцов и прилегающих шеек используются канавки под выход инструмента [5].

Для обработки отверстия необходимо сначала сверлением получить исходное отверстие. Далее растачиванием снимаем напуск, формируя контур отверстия. Для обработки торца с формированием плоской поверхности используется подрезка канавочным резцом.

Для обработки шпоночных пазов используется фрезерование концевыми фрезами.

С учетом определенных элементарных технологических переходов, сформируем общий маршрут технологии изготовления вала формовочного приспособления.

## **2.4 Определение припусков и проектирование заготовки**

Для расчета припуска наименьшей степени заготовки используем аналитический подход. Шейка диаметром 80 мм выполненная по 6 квалитету точности требует в технологическом процессе использования четырех

переходов. Два последовательных обтачивания (черновое и чистовое) и после термообработки также два шлифования (черновое и чистовое).

Для четырех переходной обработки рассчитаем припуски по [12].

Сначала необходимо найти минимальный припуск

$$Z_{i \min} = a_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}, \quad (10)$$

где  $a_{i-1}$  – суммарное значение шероховатости необработанной поверхности и глубины дефектного слоя от предыдущего перехода, мкм;

$\Delta_{i-1}$  – пространственные отклонения заготовки, мкм;

$\varepsilon_i$  погрешность установки на самом переходе, мкм.

Для определения шероховатости и глубины дефектного слоя используются табличные данные. Для нахождения пространственных отклонений  $\Delta_{i-1}$  используется расчетная формула [11]

$$\Delta_{i-1} = 0,25Td, \quad (11)$$

где  $Td$  – допуск соответствующего перехода, мкм.

Также необходимо учесть смещения базовых центровых отверстий для первой операции механической обработки

$$\Delta_3 = \sqrt{\Delta_{кор}^2 + \Delta_{ц}^2 + \Delta_{см}^2}; \quad (12)$$

где  $\Delta_{кор}$  – коробление штамповки, мкм;

$\Delta_{ц}$  – погрешность зацентровки, мкм;

$\Delta_{см}$  – смещение штампа, мкм.

Само коробление штамповки

$$\Delta_{кор} = \Delta_{уд} \cdot l; \quad (13)$$

где  $\Delta_{y\partial}$  - удельное коробление штамповки, мкм;

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

$$\Delta_{кор} = 0,7 \cdot 140 = 98 \text{ мкм.}$$

$$\Delta_3 = \sqrt{98^2 + 150^2 + 1000^2} = 1016 \text{ мкм.}$$

Остаточные пространственные погрешности после переходов механической обработки приведены в таблице 3.

Минимальный припуск для чернового точения

$$2Z_{\min 1} = 2(400 + \sqrt{1016^2 + 120^2}) = 2 \cdot 820 \text{ мкм.}$$

Для чистового точения:

$$2Z_{\min 2} = 2(120 + \sqrt{140^2 + 20^2}) = 2 \cdot 121 \text{ мкм.}$$

Для шлифования по переходам:

$$2Z_{\min 3} = 2(45 + \sqrt{40^2 + 10^2}) = 2 \cdot 76 \text{ мкм.};$$

$$2Z_{\min 4} = 2(30 + \sqrt{13^2 + 6^2}) = 2 \cdot 27 \text{ мкм.}$$

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

$$d_{\min}^{i-1} = d_{\min}^i + 2Z_{\min}^i, \quad (14)$$

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

$$d_{\max}^i = d_{\min}^i + T^i, \quad (15)$$

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

Максимальный припуск  $Z_{\max}^{np}$

$$z_{\max}^i = d_{\max}^i - d_{\min}^i. \quad (16)$$



Результаты занесем в таблицу 3 и на рисунок 2.

Уточняем номинальное значение диаметра на заготовительной операции. Так как отклонение верхнее 1,4 мм, то номинал – 84,8 мм.

Таблица 3 - Расчет припусков и размеров

Переходы	Элементы припуска, мм			Допуск, мкм	Предельные размеры, мкм		Предельные припуски, мкм	
	Rz+ T	$\epsilon$	$\rho$		$d_{\min}$	$d_{\max}$	$ZZ_{\min}^{np}$	$ZZ_{\max}^{np}$
Штамповка	400	-	1016	2100	84.1	86,2	-	-
Точение: черновое	120	120	140	540	81.26	81,80	2,8	4,4
чистовое	45	20	40	140	80.65	80,79	0,6	1,01
Шлифовани е: черновое	30	10	13	54	80.303	80,367	0,343	0,429
чистовое	20	6	6	22	80.002	80,02	0,301	0,336

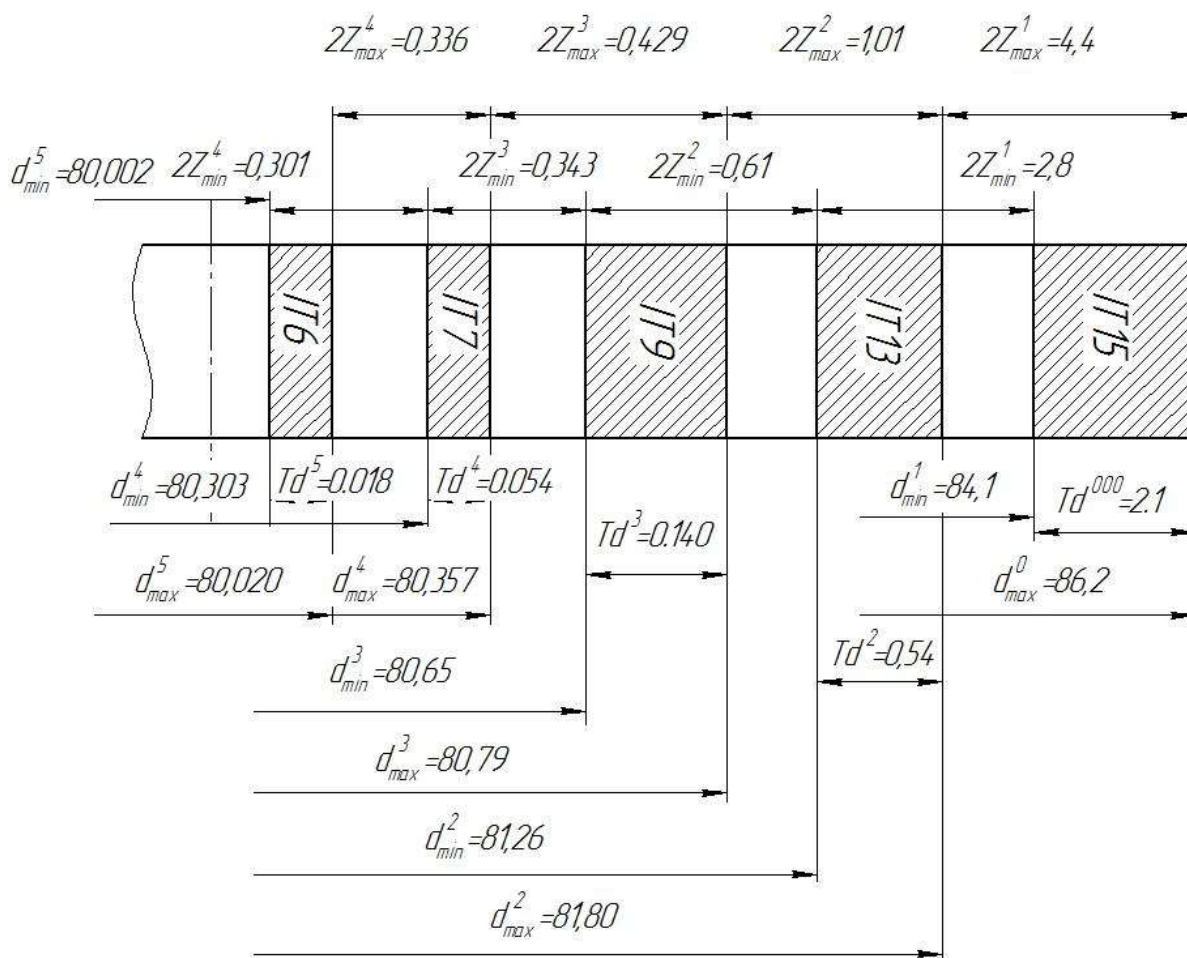


Рисунок 3 – Схема припусков

## 2.5 Разработка технологического маршрута

После 000 заготовительной операции по получению штамповки на 005 токарной комплексной операции проводим черновую и чистовую обработку по наружному обтачиванию, обработке отверстия, а также обработке шпоночных пазов и нарезанию резьбы резьбовым резцом. Из-за того, что при закреплении часть поверхности закрывается, обработка будет вестись на двух установках с переустановкой заготовки [10]. Термическая 010 операция – закалка, проводится в печи. После этого проводятся шлифовальные операции. 015 и 020 круглошлифовальные выполняются по черновому и чистовому шлифованию на двух установках по обработке цилиндрических шеек с подшлифовкой торцев на черновом шлифовании. На заключительной обрабатывающей 025 внутришлифовальной операции обрабатывается глухое отверстие. Технология заканчивается 030 моечной и 035 контрольной операциями. В таблице 4 технологический маршрут изготовления вала рассматривается по точности и шероховатости обрабатываемых поверхностей. Также указывается на каком этапе какой технологический переход выполняется. Последовательность обработки выбирается по рекомендациям [19].

Таблица 4 – Маршрут обработки вала

№	Операция	Переходы	Поверхность	Квалитет	Ra, мкм
1	2	3	4	5	6
000	Заготовительная	Штамповка	Все	16	20
005	Токарная комплексная	Точение черновое	1,2,4-14	13	12,5
		Сверление	15	12	12,5
		Растачивание	13	13	12,5
		Точение чистовое	1-14	10	3,2
		Точение канавок	3,5,7,9,12	10	3,2
		Растачивание чистовое	15,16	10	3,2
		Растачивание канавки	17	10	3,2
		Нарезание резьбы	6	6	3,2

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6
-	-	Фрезерование пазов	19-22	9	3,2
010	Термообработка	закалка	все	-	-
015	Токарная	Правка	20	8	1,25
015	Кругло-шлифовальная	Шлифование черновое	2,3,4,5,8,9,12,13	8	1,25
		Шлифование чистовое	3,5,9	6	0,8
020	Внутри-шлифовальная	Шлифование чистовое	13	6	0,8
025	Моечная	-	-	-	-
030	Контрольная	-	-	-	-

На всех операциях используется одна и та же база – шейки под подшипники в самоцентрирующих люнетах, которые обеспечивают высокую жесткость заготовки. При этом соблюдается принцип единства баз (технологическая, конструкторская и измерительная базы совпадают). Так как базы сохраняются по всем операциям, обеспечивается и принцип постоянства баз. План обработки графической части содержит эскизы операционных видов заготовок по операциям и их этапам со всеми техническими требованиями.

## 2.6 Выбор средств технологического оснащения

Проведем выбор средств технологического оснащения для технологических переходов. Для выбора зажимных приспособлений используется [15], для инструмента [13], для средств контроля [14].

000 Штамповка заготовительная.

005 Токарная. Токарный центр с ЧПУ M30G MILLTURN [9].

010 Термическая (закалка с отпуском).

015 Токарная. Токарный центр с ЧПУ M30G MILLTURN.

020 Круглошлифовальная. Круглошлифовальный 3Б161.

025 Внутришлифовальная. Внутришлифовальный станок 3К228В.

030 Моечная - промывка. Моечная машина.

035 Контрольная – нет оборудования.

По оснащению принято следующее. 005 Токарная. Приспособления:  
Центр ГОСТ 13214-79; Патрон проектировочный; Люнет SLZB 1152.

Переходы: 1. Установить вала, закрепить.

2. Подрезать поверхность: 2112-0009 Резец Т15К6 ГОСТ 18880-73.

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: 2112-0009 Резец Т15К6 ГОСТ 18880-73

6. Сверлить отверстие: Сверло диаметр 30 Р6М5 035-2301-1100 ОСТ  
2И20-2-80. Расточить: Борштанга Т15К6. Фрезеровать: диаметр 20 Р6М5.

7. Установить и закрепить заготовку.

8. Точить наружную поверхность начерно. PDINL3232P15 Резец Т15К6  
ТУ 2-035-892-82.

9. Точить наружную поверхность начисто: PDINL3232P15 Резец Т15К6  
ТУ 2-035-892-82.

10. Точить канавку: 035-2128-0541 Резец Т14К8 ОСТ 2И10-8-84.

11. Раскрепить деталь, перевернуть, установить в центра и закрепить.

12. Контролировать деталь. Скоба регулируемая. Линейка ГОСТ 427-  
75. Штангенциркуль ШЦК-I-250-0,02 ГОСТ 166-89.

13. Фрезеровать пазы: 2223-3743 Фреза диаметр 16, z=3 Р8М3К6С  
ГОСТ 23248-78. 2223-3502 Фреза диаметр 8, z=3 Р8М3К6С ГОСТ 23248-78

14. Точить канавку: 035-2128-0541 Резец Т14К8 ОСТ 2И10-8-84.

15. Нарезать резьбу: 2660-0005 Резец Т15К6 ГОСТ 18885-73.

015 Токарная 1. Притереть отверстие: Головка D1W 10x6x6 АСМ 60/40  
100 М2-01 ГОСТ 17122-85.

020 Круглошлифовальная. 1. Шлифовать наружную поверхность  
окончательно: 3 400x140x170 24А F46 В V 35 м/с 2кл ГОСТ 52781-2007.

2. Контролировать деталь. КР-РМ - сплошной, БТК-РМ - первой детали. Скоба ГОСТ 11098-75. Шаблон.

025 Внутришлифовальная. 1. Шлифовать отверстие. Круг 5 63x50x20-40,7 24A F46 В V 30 м/с 1кл ГОСТ 52781-2007.

## 2.7 Разработка технологических операций

Расчет режимов резания проведем для лимитирующих переходов обтачивание чернового.

Глубина резания берется из расчета припусков. На первом переходе подача определяется по таблице из [8] с учетом размеров инструмента и глубины резания. На осевые и фрезерные переходы подачи определяется также таблично.

Скорость резания с учетом особенностей заготовки и инструмента:

$$V = \frac{C_v \cdot K_v}{T^m \cdot t^{x_v} \cdot S^{y_v}}, \quad (17)$$

где  $C_v$ ;  $m$ ;  $x$ ;  $y$  – принятые коэффициенты;

« $K_v$  - коэффициент, учитывающий влияние материала заготовки ( $K_{MV}$ ), состояние поверхности ( $K_{nv}$ ), материал инструмента ( $K_{uv}$ ), геометрические параметры инструмента ( $K_{\phi v}$ )» [16]:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} \cdot K_{\phi v} \quad (18)$$

$$K_{MV} = K_r \cdot \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_1}, \quad (19)$$

где  $K_r$  - коэффициент материала вала. Если сталь 45ХНМА, коэффициент равен 1;

$\sigma_B$  - предел прочности 45ХНМА.

Обороты шпинделя:

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

где  $D$  – диаметр вала, мм.

Сила резания находится по формуле

$$P_Z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p \quad (21)$$

$C_p$  – поправочный коэффициент;

$x, y, n$  – показатели степени [15];

$K_p$  – коэффициент условий точения:

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}, \quad (22)$$

где  $K_{mp}$  коэффициент стали 45ХНМА:

$$K_{mp} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^{n_1}, \quad (23)$$

где  $K_{\varphi p}, K_{\gamma p}, K_{\lambda p}, K_{rp}$  – коэффициенты, учитывающие геометрические параметры режущей части.

Мощность, затрачиваемая на резание:

$$N_E = \frac{P_Z \cdot V}{1000 \cdot 60}. \quad (24)$$

Мощность шпинделя станка:

$$N_{un} = N_E \eta. \quad (25)$$

Условие выполняется, если момент резание не превышает фактическую мощность станка с учетом КПД. Тогда резание возможно, и можно использовать токарный центр с ЧПУ M30G MILLTURN на данной операции.

Определим нормы времени расчетно-аналитическим методом для операций всех операций.

Для среднесерийного производства рассчитывается «время штучно-калькуляционное  $T_{ш-к}$

$$T_{ш-к} = T_{шт} + \frac{T_{н.х.}}{n} \quad (26)$$

где  $T_{н.х.}$  - подготовительно-заключительное время, мин;

$n$  - партия запуска, шт» [12]:

$$n = \frac{N \times a}{D} = \frac{500 \times 6}{254} = 12 \quad (27)$$

«где  $N$ - объем выпуск, шт;

$a$  - периодичность запуска (12 дней);

$D$  - количество рабочих дней» [21].

Для обработки:

$$T_{шт} = T_o + T_{всп} + T_{обс} + T_{пер} \quad (28)$$

«где  $T_o$  - основное время, мин;

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

$T_{от}$ - время перерывов, мин;

$T_e$  – время на вспомогательные переходы» [11], которые находятся

как

$$T_B = (T_{y.c} + T_{зo} + T_{yп} + T_{ив} + T_{xx}) \cdot k; \quad (29)$$

«где  $T_{y.c}$  - время манипуляций с заготовкой, мин;

$T_{зo}$  - время зажима, мин;

$T_{уп}$  - время управления, мин;

$T_{из}$  - контроль, мин;

$T_{хх}$  - холостой ход, мин;

$k$  – коэффициент серийности» [20].

Основное время операции является суммой времен по каждому переходу:

$$T_0 = \frac{(l_1 + l_p + l_2) \cdot i}{S_{мин}}, \quad (30)$$

«где  $l_1$  – врезание, мм;

$l_p$  - длина обрабатываемой поверхности, мм;

$l_2$  – перебег, мм;

$i$  - число ходов;

$S_{мин}$  - минутная подача, мм/мин» [12].

Режимы резания заносим в итоговые таблицы 5-11. Расчетное время по операциям приведено в таблицах

Таблица 5 – Режим резания для токарной операции

Параметр	Размерность	Параметры перехода			
		Подрезание торца	Зацентровка	Точение черновое	Сверление 30 мм
1	2	3	4	5	6
Глубина резания	мм	2	2,5	1,8	15
Скорость резания	м/мин	56	47	123	38
Подача	мм/об	0,4	0,2	0,5	0,3
Проходы	-	1	1	1	1
Обороты	об/мин	165	3565	363	403
Мощность	кВт	4,5	-	-	-
Подача	мм/мин	66	535	181	121
Удельная производительность	мм <sup>3</sup> /мин	174	-	-	-
Основное время	мин	1,8	0,04	1,75	0,25



Таблица 6 – Время по токарной операции

Параметр	Размерность	Значение
Вспомогательное время	мин	4,2
Оперативное время	мин	15,55
Обслуживание и отдых	мин	0,87
Время подготовительно-заключительное	мин	25
Штучное время	мин	16,42
Калькуляционное время	мин.	18,5

Таблица 7 – Режим резания для токарной операции (2 часть)

Параметр	Размерность	Параметры перехода			
		Растачивание черновое	Фрезерование	Точение чистовое	Точение канавки
Глубина резания	мм	1,5	1,7	0,4	0,7
Скорость резания	м/мин	108	113	213	213
Подача	мм/об	0,4	0,16	0,35	0,4
Проходы	-	2	1	1	1
Обороты	об/мин	430	2398	848	848
Подача	мм/мин	172	384	297	213
Основное время	мин	1,8	3,3	1,1	0,1

Таблица 8 – Режим резания для 005 токарной операции (фрезерование)

Параметр	Размерность	Параметры перехода			
		Растачивание канавки	Нарезание резьбы	Фрезерование паза 8 мм	Фрезерование паза 15 мм
Глубина	мм	197	2,5	1,5	1,7
Скорость	м/мин	0,4	121	89	113
Подача	мм/об	1	2,5	0,12	0,16
Проходы	-	765	1	1	1
Обороты	об/мин	306	964	3541	2398
Подача	мм/мин	0,01	2410	425	384
Основное время	мин		0,1	0,2	0,8

В таблице 9 – показаны рассчитанные режимы резания для 030 операции, которая выполняется на токарном станке по правке отверстия. В таблицах 10-12 данные для шлифовальных операций.

Таблица 9 – Режим обработки для 030 операции

Параметр	Размерность	Правка отверстий
Глубина резания	мм	0,3
Скорость резания	м/мин	56
Подача	мм/об	0,05
Проходы	-	2
Подача	мм/мин	6
Обороты	об/мин	120
Основное время	мин	0,3
Вспомогательное время	мин	1,2
Оперативное время	мин	1,5
Время обслуживания и отдыха	мин	0,09
Подготовительное время	мин	20
Штучное время	мин	1,59
Штучно-калькуляционное время	мин.	3,3

Таблица 10 – Режим резания для 015 торцекруглошлифовальной операции

Параметр	Размерность	Шлифование
Глубина резания	мм	0,16
Скорость резания	м/мин	30
Подача	мм/об	12
Проходы	-	3
Подача	мм/мин	1440
Обороты заготовки	об/мин	120
Основное время	мин	1,7
Вспомогательное время	мин	2,7
Оперативное время	мин	4,4
Время обслуживания и отдыха	мин	0,26
Подготовительное время	мин	20
Штучное время	мин	4,7
Штучно-калькуляционное время	мин.	7,8

Таблица 11 – Режим резания для 015 торцекруглошлифовальной операции

Параметр	Размерность	Шлифование
1	2	3
Глубина резания	мм	0,15

Продолжение таблицы 11

1	2	3
Скорость резания	м/мин	26
Подача	мм/об	10
Проходы	-	4
Обороты заготовки	об/мин	100
Минутная подача	мм/мин	1000
Основное время	мин	2,6
Вспомогательное время	мин	2,6
Оперативное время	мин	5,2
Время обслуживания и отдыха	мин	0,3
Подготовительно-заключительное время	мин	20
Штучное время	мин	5,5
Штучно-калькуляционное время	мин.	7,2

Таблица 12 – Режим резания для 060 внутришлифовальной операции

Параметр	Размерность	Шлифование
1	2	3
Глубина резания	мм	0,15
Скорость резания	м/мин	20
Подача	мм/об	8
Проходы	-	4
Подача	мм/мин	640
Обороты заготовки	об/мин	80
Основное время	мин	0,9
Вспомогательное время	мин	3,1
Оперативное время	мин	4,1
Время обслуживания и отдыха	мин	0,25
Подготовительное время	мин	20
Штучное время	мин	4,4
Штучно-калькуляционное время	мин.	6,1

В результате все данные перенесены в технологическую документацию. Новая структура 005 операции будет следующая.

1. Установить и закрепить заготовку в правом патроне и люнете.
2. Подрезать поверхность: Резец – фреза Т15К6.

3. Центровать отверстия: Сверло диаметр 5 P6M5 ГОСТ 14952-75.
4. Переустановить и закрепить заготовку в левом патроне и люнете.
5. Подрезать поверхность и точить начерно: Резец – фреза T15K6.
6. Сверлить отверстие и расточить начерно: Резец – фреза T15K6.
7. Установить и закрепить заготовку.
8. Точить наружную поверхность начерно. Резец – фреза T15K6.
9. Точить наружную поверхность начисто: Резец – фреза T15K6.
10. Точить канавки: 035-2128-0541 Резец T14K8 ОСТ 2И10-8-84.
11. Нарезать резьбу: 2660-0005 Резец T15K6 ГОСТ 18885-73.
12. Переустановка заготовки.
13. Точить наружную поверхность начисто: Резец – фреза T15K6.
14. Расточить начисто: Резец – фреза T15K6.
15. Фрезеровать пазы: 2223-3743 Фреза диаметр 16, z=3 P8M3K6C ГОСТ 23248-78.
16. 2223-3502 Фреза диаметр 8, z=3 P8M3K6C ГОСТ 23248-78
17. Расточить канавку: 035-2128-0541 Резец T14K8 ОСТ 2И10-8-84.
18. Контролировать деталь.

#### Вывод по разделу

В разделе спроектирован технологический маршрут изготовления вала формовочного приспособления, включая выбор заготовки – штамповки. При проектировании заготовки использовались как табличные припуски, так и полученные расчетом. На шейки под подшипник размеры и припуски определялись аналитически. Спроектированные операции содержат все технологические переходы, выбранные для отдельных поверхностей вала, а также рассчитаны режимы резания и определены штучные времена выполнения операций. Также выбрано оснащение и оборудование. Все результаты сведены в графическую часть, а также в Приложение А - маршрутная и операционные карты.

### 3 Разработка специальной технологической оснастки

#### 3.1 Проектирование приспособления

##### 3.1.1 Сбор данных

Вид и материал заготовки:

Штамповка, сталь 45ХМНА. Вид обработки – точение черновое на операции 005. Токарный-многоцелевой станок M30G MILLTURN.

Приспособление: центр ГОСТ 13214-79 и люнет ROHM SLZ 08105.

Переходы с подрезкой и точением наружной поверхности начерно резцом PDINL3232P15 T15K6 ТУ 2-035-892-82.

Тип приспособления – одноместное универсальное наладочное со сменными кулачками [1].

##### 3.1.2 Расчет сил резания

Расчет сил резания проведен на основе данных из раздела 2.

С учетом мощности и скорости резания тангенциальная сила равна

$$P_z = \frac{1020 \cdot 60 \cdot N_p}{v}, \quad (31)$$

где  $v$  – скорость резания, м/мин;

$N$  – мощность резания, кВт.

$$P_z = \frac{1020 \cdot 60 \cdot 4,5}{56} = 4918 \text{ Н.}$$

Радиальная составляющая силы из соотношения

$$P_y = 0,6P_z. \quad (32)$$

$$P_y = 0,6 \cdot 4918 = 2950 \text{ Н.}$$

### 3.1.3 Расчет усилия зажима

Для того чтобы определить усилие зажима необходимо использовать стандартную расчетную формулу, куда входят усилие закрепления, параметры обрабатываемой поверхности [10], параметры базовой поверхности, по которой ведется зажим заготовки, а также коэффициент трения между кулачками и базовой поверхностью [17].

Схема базирования на рисунке 4.

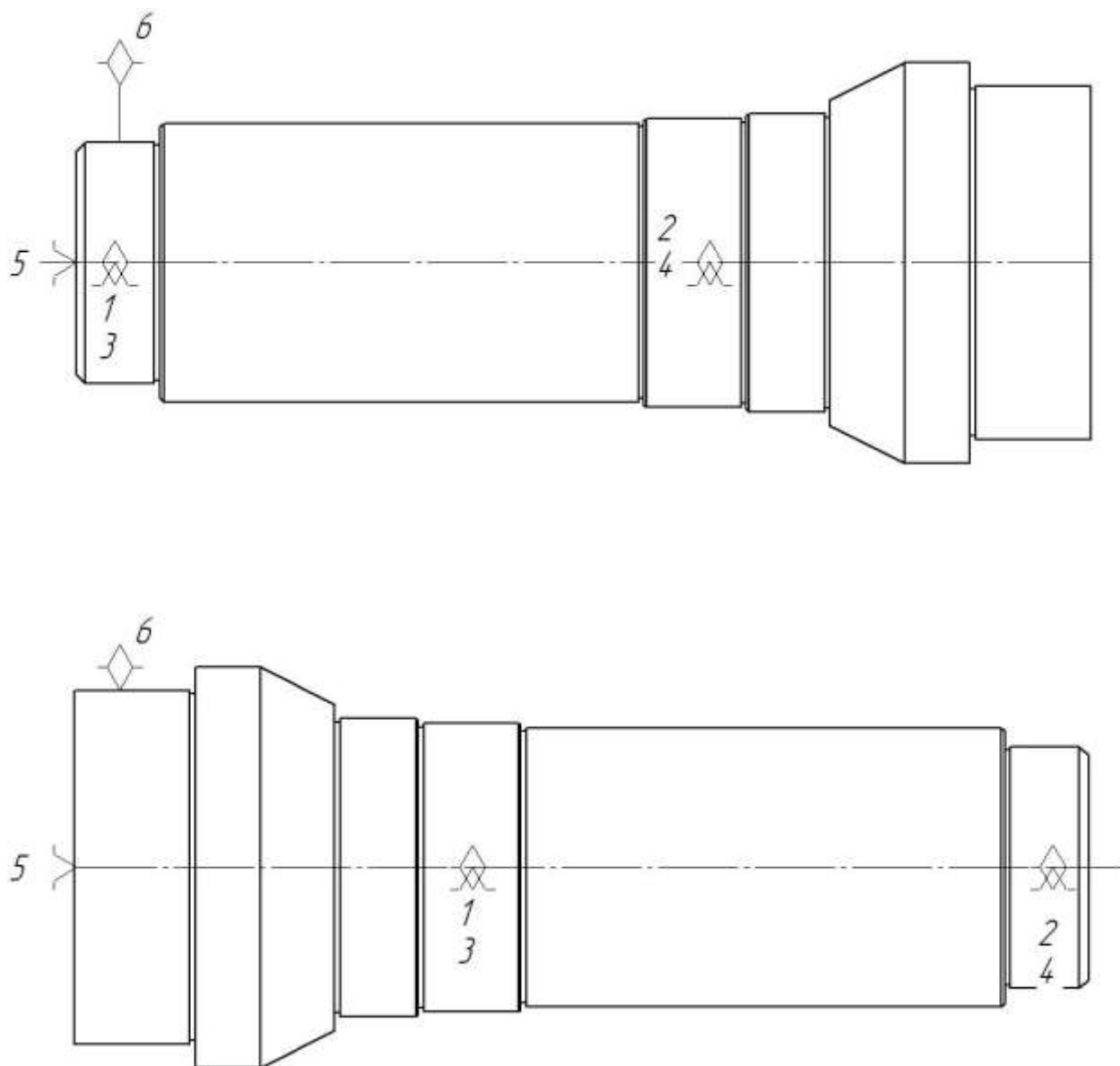


Рисунок 4 - Схема базирования

$$W = 2 \frac{k \cdot M_{кр}}{f \cdot d_0 \cdot n}, \quad (33)$$

где  $k$  – коэффициент запаса;

$M_{кр}$  – момент сил резания, Нм;

$d_0$  – размер шейки для зажима, м;

$f$  – коэффициент трения на зажимной поверхности,  $f = 0,18$ ;

$n$  – число кулачков.

В формулу также входит коэффициент безопасности, который зависит от ряда параметров [16], которые учитывают вид привода, характер базовой поверхности, эргономичности закрепления для механизированного привода

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 = 1,5, \quad (34)$$

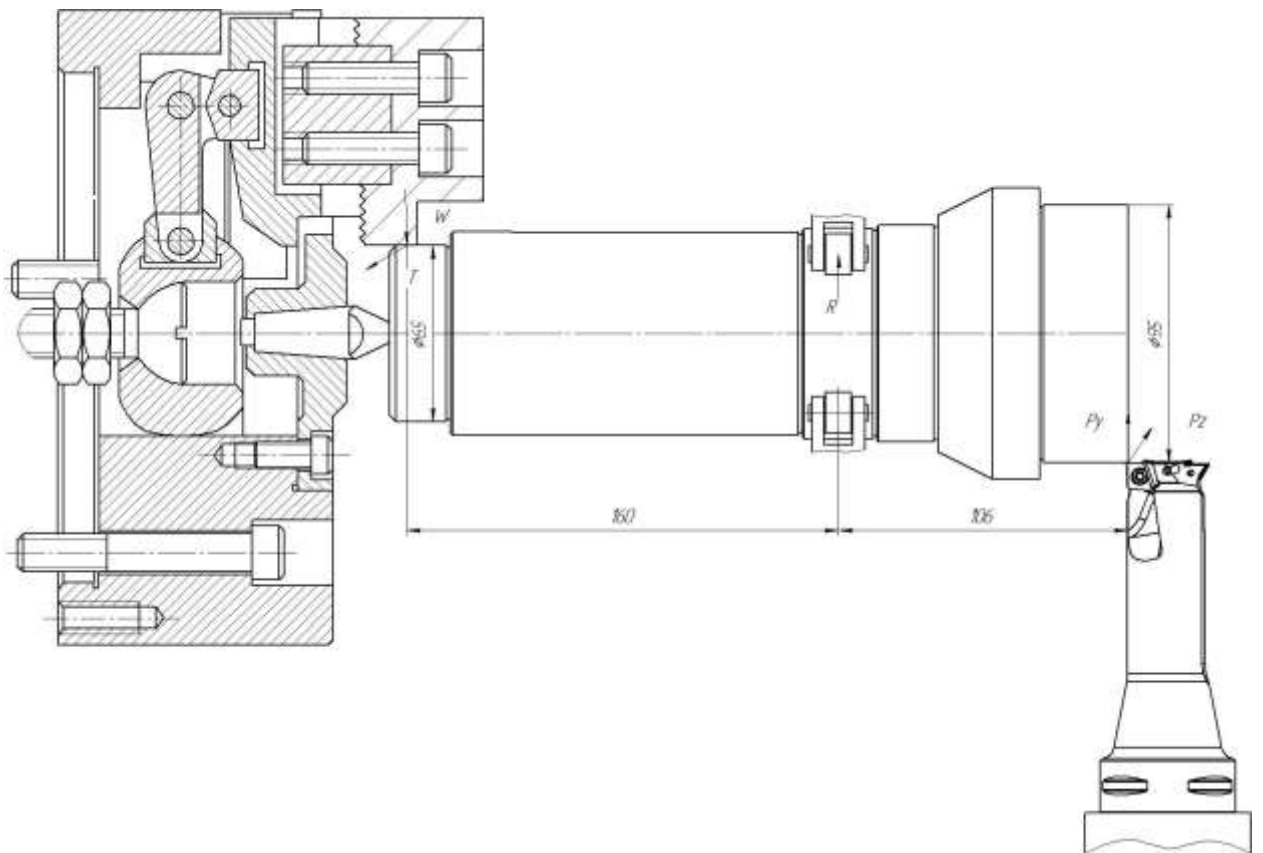


Рисунок 5 - Схема закрепления

В результате расчета получаем усилие закрепления

$$W = \frac{2,5 \cdot 2 \cdot 4918 \cdot 0,095}{0,18 \cdot 0,065 \cdot 3} = 66552 \text{ Н.}$$

Учитываем потери на трение в подвижных кулачках [15]:

$$W_1 = \frac{W}{1 - \left( \frac{3 \cdot l_k}{H_k} \cdot f_1 \right)}, \quad (35)$$

где  $l_l$  – вылет от центра зажимного участка до оси направляющей постоянного кулачка,  $l_l=53$  мм;

$H_k$  – длина направляющей постоянного кулачка,  $H_k=80$  мм;

$f_l$  - коэффициент трения,  $f_l=0,1$ .

$$W_1 = \frac{66552}{1 - \left( \frac{3 \cdot 53}{80} \cdot 0,1 \right)} = 83190 \text{ Н.}$$

### 3.1.4 Расчет зажимного механизма

После расчета силы закрепления необходимо рассчитать усилие на приводе  $Q$ . В данном случае применим гидравлический привод зажима. С учетом рычажного зажимного механизма, предусмотренного в конструкции патрона. Усилие зажима будет увеличено по сравнению с усилием на штоке с учетом соотношения плеч рычага 18 мм и 49 мм

$$Q = \frac{W_1}{i_c}, \quad (36)$$

где  $i_c$  – передаточное отношение по отношению плеч 2,7 [18].

$$Q = \frac{83190}{2,7} = 30811 \text{ Н. Н.}$$



Размер заготовки определяет и размер корпуса

$$D = d_3 + 1,5 \cdot H_k = 95 + 1,5 \cdot 80 = 215 \text{ мм} \quad (37)$$

Округляем до 230 мм.

### 3.1.5 Расчет силового привода

Размер поршня, который необходим для создания усилия зажима:

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p \cdot \eta}}, \quad (38)$$

где  $p$  – давление среды, МПа.

Для давления в гидросистеме 5 МПа, диаметр поршня равен.

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{30811}{7,5 \cdot 0,9}} = 76 \text{ мм.}$$

С учетом сравнения его со стандартным значением (не более 200 мм) конструкция привода зажима является компактной. Округляем до 80 мм. Ход поршня:

$$S_q = \frac{S_w}{i_n}, \quad (39)$$

где  $S_w = 8$  мм – свободный ход кулачков, мм.

$i_n = 0,37$  - передаточное отношение смещения.

$$S_q = \frac{8}{0,37} = 21,6.$$

Принимаем  $S_q=25$  мм.

### 3.1.6 Расчет погрешности установки заготовки в приспособлении

Погрешность кулачков определяется проточкой с погрешностью 0,005 мм [19]. Добавим погрешности от силы закрепления 0,012 мм.

Тогда суммарная погрешность [17]:

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2} = \sqrt{0,012^2 + 0,005^2} = 0,013 \text{ мм.} \quad (40)$$

Полученная величина на порядок меньше допустимого отклонения ( $0,54 \cdot 1/3 = 0,18$  мм).

### 3.1.7 Описание конструкции приспособления

Приспособление предназначено для базирования и закрепления заготовки вала на токарной операции.

Приспособление содержит патрон и силовой привод. Патрон работает совместно с гидравлическим приводом 1, который крепится через промежуточный фланец 4 к шпинделю станка по резьбовому отверстию. Из гидравлического привода 1 выходит шток 2, который при помощи втулки 5 и контргайкой 3 фиксируется со штоком привода (не показан). Сам патрон по посадочному отверстию устанавливается корпусом 6 на шпинделе и фиксируется винтами 20. Шток 2 при помощи сферической головки зацепляется с центровиком 15, ограничителем хода которого на штоке 2 является гайки 21. В паз центровика 15 входит шпонка 14, которая через ось 13 соединяется с рычагом 10, вторая ось 13 фиксируется в корпусе 6 патрона. Через ось 12 качающаяся шпонка 11 входит в паз постоянного кулачка 7, который по Т-образным пазам в корпусе 6 перемещается в радиальном направлении. В пазах постоянного кулачка 7 через шпонку 9 винтами 22 закрепляется сменный кулачок 8. Он устанавливается на постоянный кулачок

7 по рифленой поверхности. В центральной крышке 17, которая винтами 19 зафиксирована на корпусе 6, устанавливается центр 16.

Патрон работает следующим образом. При подаче давления в гидравлическом приводе 1 в правую полость штока 2 перемещается влево. При этом центровик 15 поворачивает рычаги по часовой стрелке. Происходит фиксация. При этом заготовка, предварительно установленная по фаске центрального отверстия на центр 16, базируется в радиальном направлении по оси Y. В момент контакта кулачков 8 с поверхностью заготовки, за счет подвижности центровика 15 в угловом направлении на сферической головке штока 2, происходит самоустановка кулачков 8. За счет этого они выполняют только фиксирующую функцию, не смещая заготовку с центрального отверстия по центру 16. Раскрепление происходит в обратном направлении

### **3.2 Проектирование резца**

При многопереходной обработке увеличивается количество необходимых режущих инструментов. Ограничением может являться количество позиций, в которых возможна установка необходимого инструмента. Дополнительные затраты по времени возникают при смене режущих инструментов. Количество различных инструментов, применяемых в ходе обработки увеличивает общие затраты на изготовление вала [13].

Поэтому предлагается применить комбинированный инструмент с удлиненной державкой с креплением Coromant Capto, что обеспечивает его быстро сменность. Особенностью режущего инструмента является комбинация установки двух видов пластин предназначенных для фрезерных CoroMill390 и для токарных работ CoroTurn107. Причем особенности установки пластин для токарной обработки обеспечивает возможность использования данного инструмента, как для наружной обработки, так и для растачивания (рисунок 6).

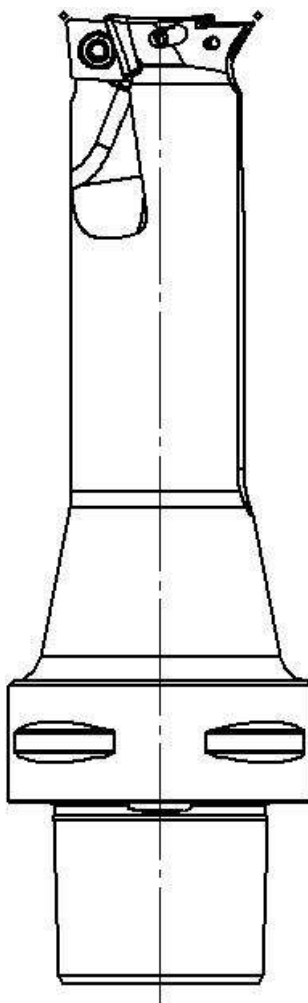


Рисунок 6 – Резец-фреза

Для формовочного вала, где есть глухое отверстие с плоским торцом, необходимо использовать переход - фрезерование по контуру. Для обеспечения плоскостности использование этого инструмента обеспечивает сокращение номенклатуры инструмента. Исключаем расточную борштангу и исключаем фрезерный инструмент - концевую фрезу. Кроме этого, за счет конструкции державки и материала, применяется успешное виброгашение, что дает возможность повысить режимы обработки. СОЖ, подаваемое через центральное отверстие данного инструмента, обеспечивает дополнительную стойкость режущих пластин и повышение качества поверхности.

Особенность установки пластин – фрезерные пластины расположены в осевом и радиальном направлениях с небольшим выступом относительно токарных пластин. Это делает возможным разделить работу этих режущих пластин на разных переходах. При фиксации в заданном угловом положении будет работать токарная для точения или растачивания пластина. При вращении инструмента будут работать фрезерные пластины.

Удлиненная часть державки обеспечивает большую инструментальную доступность для закрытых зон обработки.

Пластины токарные ССМТ, ромб 80° - 12 мм. Фрезерные - R390, 11 мм.

#### Выводы по разделу

В разделе выполнено проектирование станочного зажимного приспособления для закрепления заготовок втулки на токарной операции механической обработки и обрабатывающего инструмента для обработки и наружных и внутренних цилиндрических поверхностей. Станочное приспособление обеспечивает точное и надежное закрепление заготовки. В Приложении Б показана спецификация на патрон, в Приложении В – на комбинированный инструмент.

## 4 Безопасность и экологичность технического объекта

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

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

### 4.1 Планировка производственного участка

Спроектирована технология изготовления вала формовочного приспособления в серийном производстве.

Планировка разработанного участка изготовления вала приведена на рисунке 7.

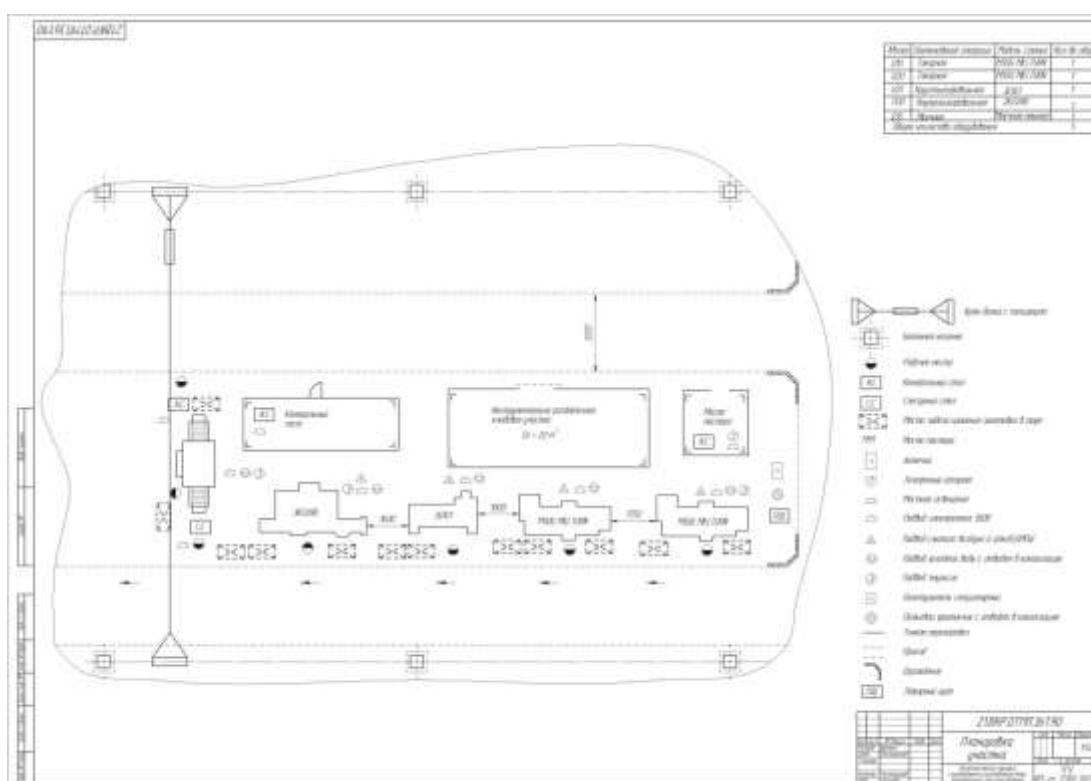


Рисунок 7 – Участок обработки валов

Для условий серийного производства изготовление валов ступенчатых аналогичного класса на данном участке будет обеспечивать необходимый коэффициент загрузки.

#### **4.2 Оборудование производственного участка**

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

- токарный центр с ЧПУ M30G MILLTURN (две операции);
- круглошлифовальный полуавтомат 3Б161;
- внутришлифовальный полуавтомат 3К228В;
- моечная машина и контрольный стол.

Выбранные станки и их количество представлены в таблице 12.

Таблица 12 –Список обрабатывающих станков

Оборудование	Количество, шт
Токарный центр с ЧПУ M30G MILLTURN	1
Круглошлифовальный полуавтомат 3Б161	1
Внутришлифовальный полуавтомат 3К228В	1
Моечная машина	1
Итого:	4

В таблице 13 для каждой операции указано их место выполнения и содержание переходов.

#### **4.3 Анализ вредных производственных факторов**

В работе особое внимание было уделено комплексной токарной операции, как лимитирующей в технологии изготовления вала приспособления. Для нее спроектировано станочное приспособление – патрон рычажный и инструмент для комплексной обработки и наружной и

внутренней поверхностей. С учетом шлифовальных и термической операций, а также вспомогательных действий (мойка и контроль), общий перечень вредных факторов приведен в таблице 14.

Таблица 13 – Маршрут по обработке вала дробилки

Цех	Операция	Наименование	Оборудование	Содержание
Механический	000	Заготовительная	Пресс	Штамповка
Механический	010	Токарная	Токарный центр с ЧПУ M30G MILLTURN	Точение черновое Точение чистовое Точение канавок Сверление Растачивание отверстия Растачивание канавки Нарезание резьбы Фрезерование пазов
Термический	015	Термообработка	Печь	Закалка
Механический	020	Токарная	Токарный центр с ЧПУ M30G MILLTURN	Притирка центровочного отверстия
Механический	025	Круглошлифовальная	Круглошлифовальный 3 Б161	Шлифование шеек
Механический	030	Внутришлифовальная	Внутришлифовальный станок 3К228В	Шлифование отверстия
Механический	035	Моечная	Моечная машина	Мойка с сушкой
Механический	040	Контрольная	Контрольный стенд	Контроль

С учетом особенностей каждой операции были выбраны наиболее характерные и влияющие максимально интенсивно на здоровье или экологию вредные производственные факторы [4].

Мероприятия или меры защиты выбирались по [3].

Указанные меры способствуют снижению или полному устранению вредного влияния указанных факторов.



Таблица 14 – «Опасные и вредные производственные факторы» [4]

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

#### 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 обработки отверстия. До совершенствования операции технологического процесса изготовления детали «Вал формовочного приспособления», растачивание производилось борштангой расточной Т15К6, а фрезерование – фрезой концевой диаметр 20 мм Р6М5. После совершенствования – растачивание и фрезерование производится одним инструментом резец-фреза Т15К6. С технологической стороны было достигнуто сокращение основного и вспомогательного времени, в итоге штучно-калькуляционное время выполнения этих процессов сократилось на 13,5 % (с 18,5 до 16 минут). 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, применяемые 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].

Далее будут представлены основные результаты проведенных расчетов. На рисунке 8, показаны значения, из которых складываются капитальные вложения, их величина составит 17 892,92 рублей.

Анализируя, представленные на рисунке 8, данных, можно сделать вывод о том, что самыми капиталоемкими затратами являются затраты на проектирование ( $Z_{пр}$ ), с величиной 76,69 % от всей величины капитальных вложений.

Второй величиной по объему затрат являются затраты на перепрограммирование станка в связи с совершенствованием операции, величина которых составляет 19,84 %.

Все остальные значения не превышают 4 %, и имеют долю 3,26 %, это затраты на инструмент ( $K_{и}$ ), а величина незавершенного производства ( $НЗП$ ) соответствует 0,21 % от всех затрат в совершенствование.

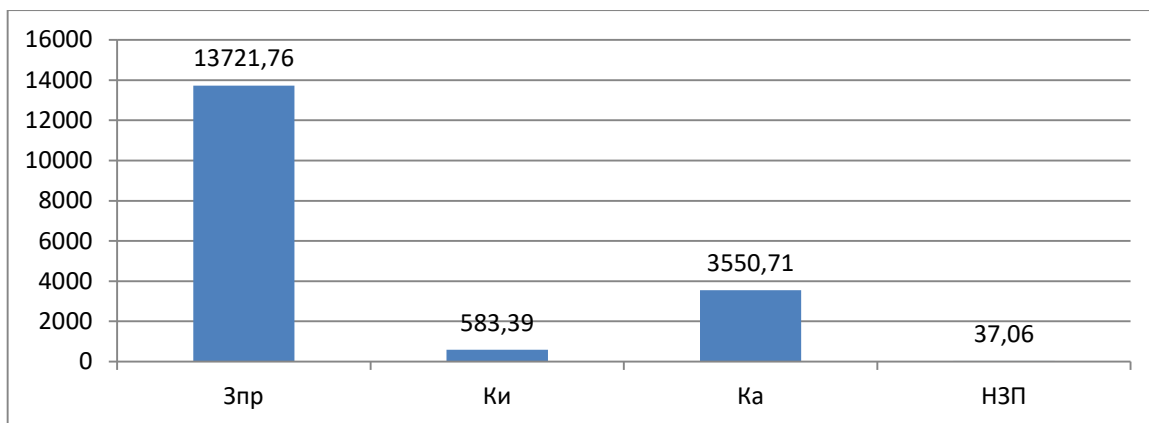


Рисунок 8– Величина затрат, входящих в капитальные вложения, предложенного проекта, руб.

На рисунке 9 представлены показатели, из которых складывается технологическая себестоимость детали «Вал формовочного приспособления», 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.

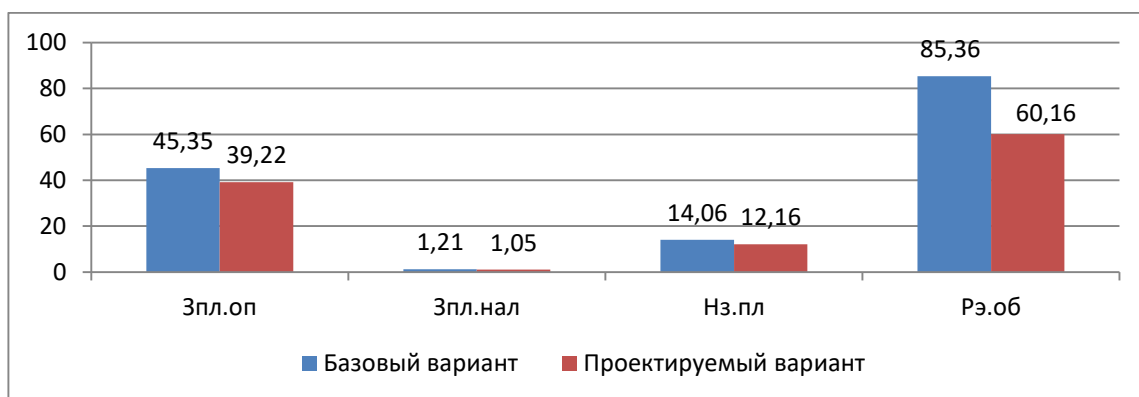


Рисунок 9 – Слагаемые технологической себестоимости изготовления детали «Вал формовочного приспособления», по вариантам, руб.

Анализируя диаграмму на рисунке 9, видно, что максимальное влияние на технологическую себестоимость оказывает две величины:

– расходы на содержание и эксплуатацию оборудования ( $P_{Э.ОБ}$ ), в базовом варианте доля этого показателя составила 58,47 %, а в проектируемом варианте – 53,43 %;

– заработная плата рабочих-операторов ( $Z_{ПЛ.ОП}$ ), в базовом варианте доля этого показателя составила 31,07 %, а в проектируемом варианте – 34,84 %.

Величина остальных показателей имеет долю менее 10 % в общей величине технологической себестоимости, а именно:

– начисления на заработную плату ( $H_{З.ПЛ}$ ), для базового варианта составила 9,63 %, а в проектируемом – 10,8 %, от итоговой величины;

– заработная плата 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 – 0,83 %, а в проектируемом – 0,93 %.

Данные показатели позволили сформировать значение полной себестоимости. Результаты калькуляции себестоимости обработки детали «Вал формовочного приспособления» по анализируемой операции технологического процесса, представлены на рисунке 10.

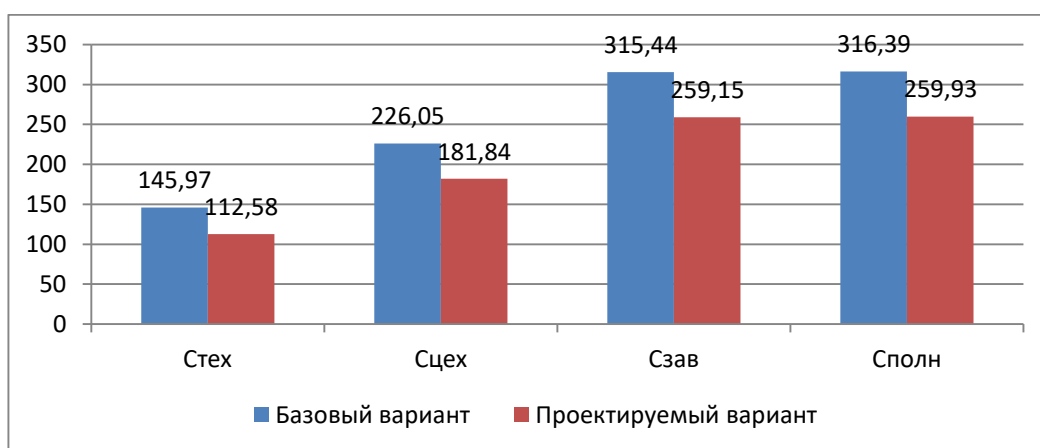


Рисунок 10 – Калькуляция себестоимости, по вариантам технологического процесса, руб.

Согласно рисунку 10, значение полной себестоимости ( $C_{\text{полн}}$ ) для базового варианта составило 316,39 рублей, а для проектируемого варианта – 259,93 рублей. Значения по вариантам отличаются, а это значит, что появляются условия для получения ожидаемой прибыли от снижения себестоимости.

Дальнейшие расчеты показали, что капитальные вложения, в размере 17 892,92 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 2 732,82 рубля со знаком «плюс», что доказывает эффективность предложенного мероприятия. А это значит, что на каждый вложенный рубль будет получен доход 1,15 рублей.

#### Выводы по разделу

В разделе обосновано изменение технологии изготовления вала формовочного приспособления.

## Заключение

В выпускной работе рассматривается технологический процесс изготовления ступенчатого вала, который входит в конструкцию формовочного приспособления.

В работе на первом этапе, с учетом служебного назначения вала, а также условий его работы, выполнен анализ технологичности конструкции. Он позволил выявить особенности обработки, как по конструктивным элементам, материалу детали, особенностям базирования и закрепления, а также обрабатываемости.

В технологической части работы, с учетом выбранного мелкосерийного типа производства, сформирован технологический маршрут. С учетом особенностей конструкции вала, его материала, выбран способ получения заготовки – поковка. Табличным методом назначены суммарные припуски, на одну из самых точных поверхностей припуск рассчитан аналитически, по переходам. Учитывая технические требования чертежа, сформированы технологические переходы для каждой поверхности вала.

На основе типового процесса изготовления вала спроектирован маршрут, особенностью которого является использование современного токарно-фрезерного центра, который обеспечивает обработку заготовки вала на первом этапе технологического процесса на одной станке. Операция включает обтачивание, растачивание, сверление, а также обработку шпоночных пазов и нарезание резьбы. Это позволяет уменьшить количество необходимого оборудования и значительно снизить непроизводительные временные затраты.

Спроектирована лимитирующая операция. В технологическом процессе, после термической обработки, предлагается использовать последовательно шлифовальные операции для окончательной обработки наружных шеек, а также глухого отверстия.

В конструкторском разделе выполнено проектирование станочного приспособления для закрепления вала на токарной операции со всеми необходимыми расчетами, а также спроектирован режущий инструмент - расточной резец для обработки глухого отверстия.

В четвертом разделе выполнено проектирование мероприятий, необходимых для защиты рабочих от воздействия вредных и опасных производственных факторов.

В заключительном разделе приведено экономическое обоснование ранее предложенных усовершенствований базового техпроцесса.

В приложении дана вся технологическая документация, а также спецификации к сборочным чертежам.

На листах графической части показана как сама деталь, для которой проектируется технология, так и сама технология. Весь маршрут комплексно показан в плане изготовления. Подробно рассмотрена лимитирующая токарная операция наладке. Представлен чертеж заготовки. На листах конструкторской части показан спроектированный патрон и инструмент.



## 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. Строителей В. Н. Методы и средства измерений, испытаний и контроля [Текст] : учеб. для вузов / В. Н. Строителей ; [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

Таблица А.1 - Маршрутная карта

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1																		
Дубл.																		
Взам.																		
Глоул.																		
											2	1						
Разраб.	Щанкин В.С.																	
Проверил	Расторгуев Д.А.																	
Утвердил	Логинов Н.Ю.																	
Н. контр.	Расторгуев Д.А.																	
Вал																		
M 01	Круг 115 ГОСТ 2590-88 / Сталь 40Х2Н2МА ГОСТ 4543-71																	
	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ	Код заготовки	Профиль и размеры				КД	МЗ					
M 02		кг	13,7	1	1	0,8	Круг	108x272				1	19,5					
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.
A03	000 Штамповка заготовительная																	
B04	1 1 1																	
A05	07	2	005	4114 Токарная				ИОТ Т5, С6										
B06	Токарный центр с ЧПУ M30G MILLTURN							1	1	1								
A07	010 5030 Закалка																	
B08	1 1 1																	
A09	015 4119 Токарная																	
B10	Токарный центр с ЧПУ M30G MILLTURN							1	1	1								
A11	07	2	020	Круглошлифовальная														
B12	Круглошлифовальный ЗБ161							1	1	1								
A13	025 4132 Внутришлифовальная																	
B14	Внутришлифовальный станок ЗК228В							1	1	1								
A15	07	2	030	0125 Промывка														
B16	Моечная машина							4	1	1								
МК	Маршрутная карта																	

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1118-82 Форма															
Дубл.															
Взам.															
Публ.															
											2				
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.
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала				Обозначение, код				ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н. расх.		
A01	040 0200 Контроль														
B02															
O03															
T04															
T05															
T06															
O07															
T08															
T09															
T10															
T11															
T12															
T13															
T14															
O15															
T16															
17															
МК	Маршрутная карта														

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3											
Шуль											
Взам.											
Подл.											
									3	1	
Разраб.	Шанкин В.С.										
Проверил	Расторгуев Д.А.										
Утвердил	Логинов Н.Ю.										
Н. контр.	Расторгуев Д.А.			Вал приспособления							
Наименование операции		Материал		Твердость		EB	MD	Профиль и размеры		M3	KOMD
Токарная		Сталь 40X2H2MA ГОСТ 4543-71				кз	13.7	108x272		19.5	1
Оборудование, устройства ЧПУ		Обозначение программы		Ta	Tb	T пз	T шт.	СОЖ			
Токарный центр с ЧПУ M30G MILLTURN				10.35	4.5	25	16				
P		ПМ	D или B	L	F	i	s	n	v		
T01											
T02	Патрон спроектированный										
T03	Линет самоцентрирующий										
O04	1. Установить вала, закрепить в патроне и линете										
O05	2. Подрезать поверхность										
T06	Резец-фреза ТБК6										
P07						3	1	0.4	165	56	
O08	3. Центровать отверстия										
T09	6103-0002 Втулка ГОСТ 13790-68										
T10	2317-0034 Сверла №5 Р6М5 ГОСТ 14952-75										
P11			5	9	25	1	0.2	3565	47		
O12	4. Переустановить и закрепить заготовку										
O13	5. Подрезать торцы и точить начерно										
OK	Операционная карта										

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1404-86 Форма 2а

Дуал		Взам.		Побл.																	
2																					
005																					
Р		ТМ	Д или В	L	f	i	s	п	v												
T01	фреза Т15К6 Резец																				
P02		-		18	1	0,5		363	123												
O03	6. Сверлить и расточить																				
T04	фреза Т15К6 Резец																				
P05		-		15	1	0,3		403	38												
O06	7. Установить и закрепить заготовку																				
O07	8. Точить наружную поверхность начерно																				
T08	фреза Резец Т15К6																				
P09		-		18	1	0,5		363	123												
O10	9. Точить наружную поверхность начисто																				
T11	фреза Резец Т15К6																				
P12		-		0,4	1	0,35		848	213												
O13	10. Точить канавку																				
T14	035-2128-0541 Резец Т14К8 ГОСТ 2110-8-84																				
P15		-		0,7	1	0,4		848	213												
O16	11. Нарезать резьбу																				
T17	2660-0005 Резец Т15К6 ГОСТ 18885-73																				
P18		-		2,5	7	2,5		969	121												
OK	Операционная карта																				

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1404-86 Форма 2а

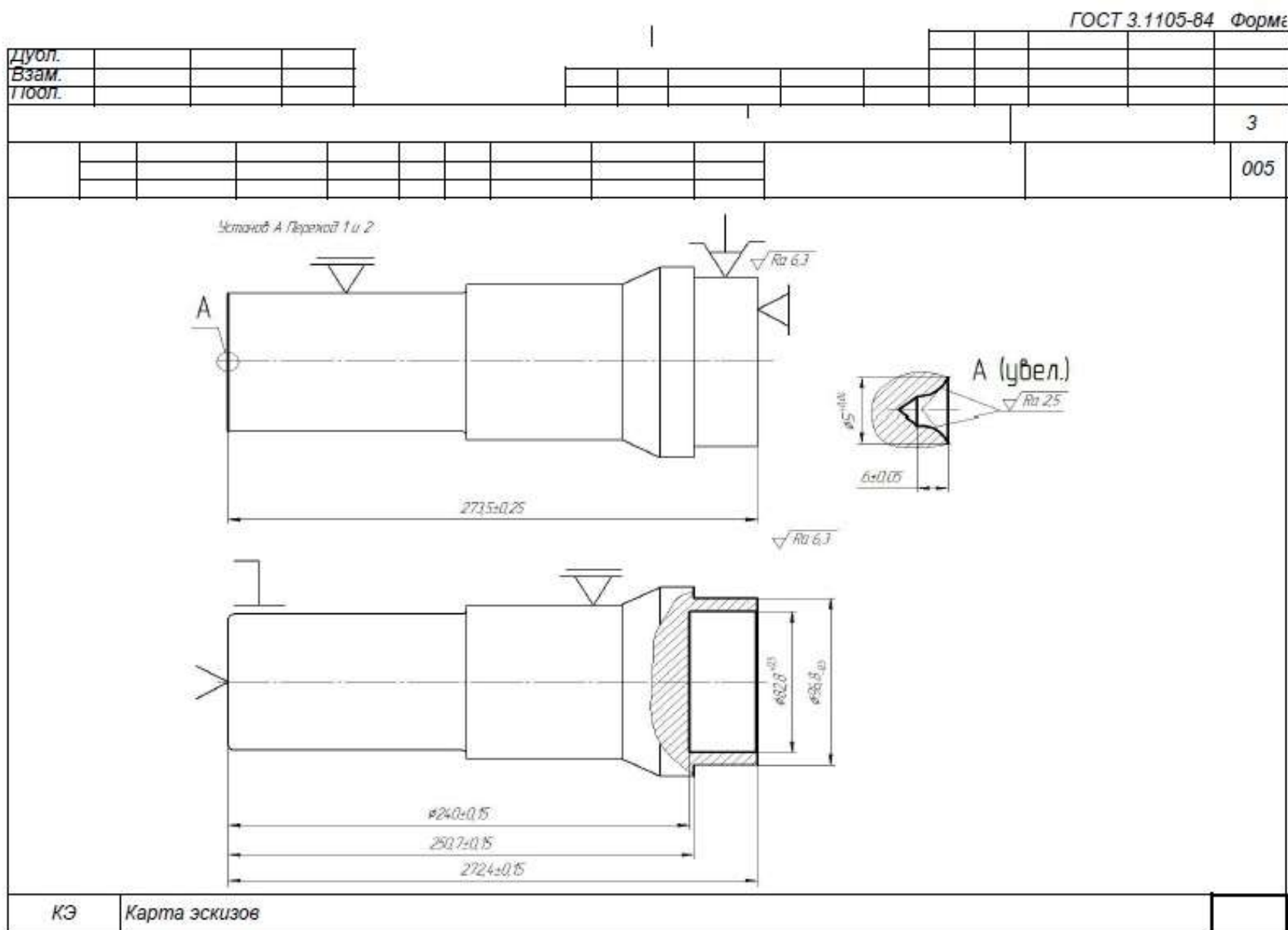
Школ	Взам	Подл											3		
															005
Р	Т	Л	Т	И	И	или	В	L	F	I	S	п	V		
001	12. Раскрепить деталь в центрах, застропить и переместить на пастабку. Снять хомут первой стороны с шейки вала и отложить на стойку. Установить														
002															
003															
004	13. Фрезеровать пазы														
005	2223-3743 Фреза Ø16, z=3 P8M3K6C ГОСТ 23248-78														
P06									15	2	0,12		3541	89	
007	14. Фрезеровать пазы														
008	2223-3502 Фреза Ø8, z=3 P8M3K6C ГОСТ 23248-78														
P09									17	2	0,16		2398	113	
010	15. Расточить канавку														
011	035-2128-0541 Резец Т14К8 ОСТ 2У110-8-84														
P12									1	1	0,4		765	197	
13															
14															
15															
16															
17															
18															
OK	Операционная карта														





Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1



КЭ

Карта эскизов



Приложение Б

Спецификация на приспособление

Таблица Б.1 – Спецификация приспособления

Формат Зона Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме- чание	Лист	Лист	Листов
		<u>Документация</u>					
A1	21.ВКР.ОТМП.36165.00.000.СБ	Сборочный чертеж	1				
		<u>Сборочные единицы</u>					
1	21.ВКР.ОТМП.36165.01.000	Муфта	1				
		<u>Детали</u>					
2	21.ВКР.ОТМП.36165.00.002	Шток	1				
3	21.ВКР.ОТМП.36165.00.003	Гайка	1				
4	20.ВКР.ОТМП.772.65.00.004	Фланец	1				
5	20.ВКР.ОТМП.772.65.00.005	Переходник	1				
6	21.ВКР.ОТМП.36165.00.006	Корпус	1				
7	21.ВКР.ОТМП.36165.00.007	Кулачки постоянные	3				
8	21.ВКР.ОТМП.36165.00.008	Кулачки сменные	3				
9	21.ВКР.ОТМП.36165.00.009	Шпанка	3				
10	21.ВКР.ОТМП.36165.00.010	Рычаг	3				
11	21.ВКР.ОТМП.36165.00.011	Кулак	3				
12	21.ВКР.ОТМП.36165.00.012	Ось	3				
13	21.ВКР.ОТМП.36165.00.013	Ось	6				
14	21.ВКР.ОТМП.36165.00.014	Вставка	3				
15	21.ВКР.ОТМП.36165.00.015	Центровик	1				
21.ВКР.ОТМП.36165.00.000.СП							
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Разраб.		Щанкин В.С.					
Проб.		Расторговцев Д.А.					
Исполн.		Расторговцев Д.А.					
Утв.		Логинюв Н.Ю.					
<b>Патрон</b>					Лит.	Лист	Листов
						1	2
					ТГУ, ИМ, ТМБД-16018		
Копировал					Формат А4		

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Информация о документе									
												Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					
							16	21.ВКР.ОТМП.361.65.00.016.	Ось	1											
							17	21.ВКР.ОТМП.361.65.00.017.	Крышка	1											
									<i>Стандартные изделия</i>												
							18		Гайка М10 х 6.7Н.35.019 ОСТ 26-2038-96	1											
							19		Винт М10 х 125-6g х 25.58.35X.01 ГОСТ 17475-80	3											
							20		Винт 2 М14 х 125-6g х 25.58.35X.01 ГОСТ Р 11738-84	3											
							21		Винт М10 х 125-6g х 25.58.35X.01 ГОСТ 17475-80	6											
							22		Винт А 2 М12 х 125-6g х 25-58.35X.01 ГОСТ 11738-84	3											
<b>21.ВКР.ОТМП.361.65.00.000.СП</b>												Лист 2									
Копировал												Формат А4									

Приложение В

Спецификация на инструмент

Таблица В.1 – Спецификация приспособления

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документация</i>						
А2			21.ВКР.ОТМП.361.60.000.СБ	Сборочный чертеж	1	
<i>Детали</i>						
	1		21.ВКР.ОТМП.361.60.001	Корпус	1	
	2		21.ВКР.ОТМП.361.60.002	Режущая токарная пластина	2	
	3		21.ВКР.ОТМП.361.60.003	Режущая фрезерная пластина	2	
	4		21.ВКР.ОТМП.361.60.004	Пластина опорная	4	
	5		21.ВКР.ОТМП.361.60.005	Винт прижимной	4	
21.ВКР.ОТМП.361.60.000.СП						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.	Щанкин				Лит.	Лист
Проб.	Расторгуев				1	Листов
Н.контр.	Расторгуев				ТГУ ТМ88-16015	
Утв.	Логинов					
Копировал				Формат А4		