

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 кафедры)

15.03.01 «Машиностроение»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Технологии, оборудование и автоматизация машиностроительных  
производств

(направленность (профиль)/ специализация)

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

на тему Технологический процесс изготовления штока пневмотисков

Студент(ка)	<u>Е.А. Быков</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Руководитель	<u>А.А. Козлов</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Консультанты	<u>Н.В. Зубкова</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>П.А. Корчагин</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>А.Г. Егоров</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)

**Допустить к защите**

Заведующий кафедрой к.т.н., доцент Н.Ю. Логинов

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

\_\_\_\_\_

(личная подпись)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 г.

Тольятти 2019

## АННОТАЦИЯ

Быков Евгений Александрович. Технологический процесс изготовления штока пневмотисков. Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства». ТГУ, Тольятти, 2019 г.

В данной выпускной квалификационной работе рассматриваются вопросы проектирования технологического процесса изготовления штока пневмотисков. В ходе выполнения работы производится выбор и разработка заготовки, расчет припусков на обработку и выбор параметров заготовки. Затем проектируется технологический маршрут изготовления детали на основе использования типовых маршрутов. Проведено проектирование технологических операций с учетом структуры техпроцесса, рассчитаны режимы обработки, а также выбраны средства оснащения техпроцесса. Все операции, которые имели существенные технические недостатки, влияющие на показатели техпроцесса, модернизированы путем проектирования специальных средств оснащения. Спроектированный техпроцесс проверен на безопасность его внедрения в производство. Принятые усовершенствования операций проверены экономическими расчетами, которые показали их эффективность.

Данная выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки и графической части. Пояснительная записка включает 67 страниц, 11 таблиц и 5 рисунков. Графическая часть включает 6,5 листов формата А1.

# СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 Анализ исходных данных.....	6
1.1 Служебное назначение детали.....	6
1.2 Технологичность детали.....	6
1.3 Анализ параметров техпроцесса.....	7
1.4 Задачи работы.....	9
2 Разработка технологической части работы.....	11
2.1 Обоснование выбора заготовки.....	11
2.2 Проектирование заготовки.....	14
2.3 Проектирование маршрута изготовления детали.....	19
2.4 Выбор средств оснащения техпроцесса.....	21
2.5 Определение режимов резания.....	23
3 Проектирование специальных средств оснащения.....	26
3.1 Проектирование станочного приспособления.....	26
3.2 Проектирование режущего инструмента.....	31
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	34
4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристики рассматриваемого технического объекта.....	34
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	35
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков.....	36
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	38
4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта.....	40
4.6 Заключение по разделу.....	42
5 Экономическая эффективность работы.....	43
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	46
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	47
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	51

ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	55
ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	61

## **ВВЕДЕНИЕ**

Средства технологического оснащения в условиях современного производства должны обеспечивать высокую степень его механизации и автоматизации. К средствам технологического оснащения принято относить станочные приспособления, режущий инструмент, вспомогательный инструмент и контрольные приспособления. Степень механизации и автоматизации зависят в первую очередь от типа производства, в котором предусматривается использовать конкретное средство технологического оснащения.

Станочное приспособление должно обладать еще одной важной функцией, которое заключается в обеспечении реализации схемы базирования. Исходя из этого, приспособление должно быть достаточно точным, долговечным и безотказным. Данные эксплуатационные характеристики обеспечиваются на этапе сборки приспособления и изготовления деталей, входящих в его состав.

Исходя из вышесказанного цель, которую необходимо достигнуть в ходе выполнения работы заключается в разработке технологии изготовления штока пневмотисков, обеспечивающей эксплуатационные его характеристики для всего объема выпуска изделий. Следует помнить и о том, что затраты на изготовление детали нужно минимизировать для обеспечения конкурентоспособности изделия, но при этом снижение качественных показателей недопустимо.

# **1 Анализ исходных данных**

## **1.1 Служебное назначение детали**

Шток является частью механизированного привода зажимного механизма пневмотисков и основное его назначение в данном механизме заключается в передаче движения от привода рычажному зажимному механизму.

На одном конце штока при помощи сегментной шпонки с фиксацией гайкой устанавливается поршень, движение от которого воспринимается прилегающим к поршню торцом и передается на рычаги, сопрягаемые со штоком при помощи пазов, выполненных на другом конце детали. В узле шток установлен в корпусе по цилиндрической поверхности.

Работа детали осуществляется в закрытом корпусе приспособления, при безударных нагрузках, в нормальном температурном режиме. В ходе эксплуатации шток совершает возвратно-поступательные движения, что приводит к износу сопрягаемой с корпусом поверхности. Условия эксплуатации детали можно охарактеризовать как характерные для деталей данного типа.

Служебное назначение детали накладывает ограничения на применение некоторых материалов для изготовления штока [1]. Материал должен обладать хорошими антифрикционными свойствами и износостойкостью, для чего необходима специальная термическая обработка.

## **1.2 Технологичность детали**

Оценка штока на технологичность производится по нескольким составляющим [2]: технологичность материала, технологичность заготовки, технологичность конструкции и технологичность базирования.

Оценка технологичности материала детали складывается из оценки химического его состава и физико-механических свойств. Определение данных характеристик производим по справочным данным [3]. Химический состав стали 40: С 0,37-0,45%, Si 0,17-0,37%, Mn 0,5-0,8%, Ni 0,04%, и другие

элементы в незначительных количествах. Основная физико-механическая характеристика, влияющая на обрабатываемость стали, предел прочности на растяжение в данном случае составляет до 930 МПа. Эти характеристики обеспечивают хорошие показатели обрабатываемости материала, коэффициент обрабатываемости при обработке твердосплавным инструментом  $K_o = 1,0$ , коэффициент обрабатываемости при обработке быстрорежущим инструментом  $K_o = 1,0$ .

Для получения заготовки штока, исходя из его формы и материала, наиболее применимы прокат и штамповка. Применение проката для получения штока относительно простой способ получения заготовки, но при механической обработке большое количество материала уходит в стружку. Применение штамповки требует более дорогой оснастки и инструмента, но при этом величину припусков и напусков можно будет снизить. В обоих случаях заготовка достаточно простая в получении.

Конструкция детали достаточно простая с точки зрения формирования контура поверхностей при механической обработке. Использовано много типовых элементов, таких как фаски, канавки и т.д. Все параметры точности и шероховатости поверхностей взяты из стандартного ряда чисел, это означает, что для их получения не требуется специальных средств оснащения. Контур детали позволяет его получать стандартными методами обработки, с возможностью применения параллельной обработки, что позволит существенно сократить как время подготовки производства, так и сам производственный процесс.

Базирование заготовки на операциях техпроцесса возможно различными способами. Базами могут быть как наружные цилиндрические и торцовые поверхности, так и специально выполненные искусственные технологические базы в виде центровых отверстий. В данном случае легко добиться соблюдения фундаментальных принципов базирования. Это позволит снизить затраты на механическую обработку, т.к. есть возможность минимизации припусков на технологических переходах.

Проведенный анализ технологичности показал, что по всем критериям шток можно считать технологичной деталью, не требующей особого подхода к проектированию техпроцесса его изготовления и применения специальных методов обработки.

### **1.3 Анализ параметров техпроцесса**

Анализ параметров техпроцесса предусматривает определение типа производства, т.к. именно от этого зависят все параметры проектируемого техпроцесса. Тип производства можно определить двумя методами [4]. Согласно первому методу тип производства определяется по коэффициенту закрепления операций. Применение данного метода требует знания всей номенклатуры производства, что на начальной стадии проектирования невозможно. Согласно второму методу необходимо знать массу детали 1,18 кг и программе выпуска 6000 штук тип производства соответствует среднесерийному.

Зная тип производства, определяем параметры проектируемого техпроцесса [5] и анализируем их.

Технологический процесс проектируется на основе групповой формы его организации с применением последовательной стратегии его проектирования. Желательно использование типовых технологических операций. Такое решение позволит существенно сократить время проектирования без уменьшения качества проектирования.

Заготовка может быть получена методами отрезкой из проката и штамповки. При ее проектировании методы обработки поверхностей определяются по коэффициенту удельных затрат, а припуски как расчетно-аналитическим методом, так и статистическим, в зависимости от требуемой точности.

Операции технологического процесса проектируются с учетом максимальной концентрации переходов. Для достижения точности обработки на операциях предпочтительной является обработка на настроенном оборудовании или применение активного контроля, с соблюдением основных



принципов базирования. Режимы резания на операциях техпроцесса, в зависимости от требуемой точности обработки, могут быть определены расчетным методом или с применением статистических данных.

Оборудование, применяемое на операциях желательно применять универсальное с предпочтением оборудованию с числовыми системами управления, но возможно использование специализированного оборудования для получения сложных поверхностей.

Вид и тип станочных приспособлений и режущего инструмента во многом определяется принятым на операции оборудованием и конструктивными особенностями самой детали, поэтому в данных условиях наиболее применимы универсальные, стандартизированные, стандартные приспособления и режущий инструмент. Применение специальной оснастки также возможно, но делать это следует только в обоснованных случаях.

Средства контроля могут быть применены разнообразные в зависимости от необходимой точности контроля и формы контролируемой поверхности. Предпочтение следует отдавать стандартным средствам контроля.

Спроектированный техпроцесс должен быть оформлен в виде маршрутных и операционных карт.

#### **1.4 Задачи работы**

Результаты проведенного анализа позволяют поставить задачи, которые должны быть достигнуты в данной работе для достижения ее цели.

Задачи необходимо решить в следующем порядке:

- 1) проектирование заготовки на основе определения маршрутов обработки поверхностей, расчета режимов резания и исходных параметров,
- 2) проектирование плана изготовления детали на основе типового маршрута обработки детали с определением средств оснащения и схем базирования,
- 3) проектирование технологических операций с проведением определения режимов обработки и технологического нормирования,

- 4) выявление технически несовершенных операций и их модернизация путем проектирования специальных средств оснащения,
- 5) определение показателей безопасности техпроцесса,
- 6) определение экономических показателей.

## 2 Разработка технологической части работы

### 2.1 Обоснование выбора заготовки

Анализ детали на технологичность и анализ параметров техпроцесса показали, что возможны два варианта метода получения заготовки прокат или штамповка. Выбор в пользу одного из вариантов основан на проведении экономического анализа этих вариантов [6]. Оптимальным будет тот вариант, который покажет минимальные затраты на получение детали из данной заготовки, которые рассчитываются по формуле:

$$C_i = C_{3i} + C_{ОБР.i}, \quad (2.1)$$

где  $C_{3i}$  – затраты на получение заготовки рассматриваемым методом, руб;

$C_{ОБР.i}$  – затраты на механическую обработку, руб.

Затраты на получение заготовки рассматриваемым методом определяются по формуле:

$$C_{3i} = \frac{Ц_{M.i} \cdot M_{3.i}}{1000} K_{СП} \cdot K_T \cdot K_{СЛ}, \quad (2.2)$$

где  $Ц_M$  – стоимость стали за тонну, руб;

$M_3$  – масса заготовки, кг;

$K_{СП}$ ,  $K_T$ ,  $K_{СЛ}$  – коэффициенты, учитывающие способ получения, точность и сложность заготовки.

Расчет массы детали производится по формуле:

$$M_d = \frac{\pi}{4} (d_1^2 l_1 + d_2^2 l_2 + d_3^2 l_3) \rho, \quad (2.3)$$

где  $d_1, d_2, d_3$  – диаметры цилиндрических поверхностей детали, мм;

$l_1, l_2, l_3$  – длина цилиндрических поверхностей детали, мм;

$\rho$  – плотность, кг/мм<sup>3</sup>.

$$M_o = \frac{\pi}{4} (3,0^2 \cdot 12,5 + 2,7^2 \cdot 4,8 + 2,4^2 \cdot 1,7) \cdot 0,00785 = 1,18 \text{ кг}$$

Масса заготовки из проката:

$$M_{31} = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \cdot l \cdot \rho, \quad (2.4)$$

где  $d$  – номинальный диаметр проката, мм;

$l$  – длина заготовки, мм.

$$M_{31} = \frac{\pi}{4} \cdot 3,3^2 \cdot 19,0 \cdot 0,00785 = 1,43 \text{ кг.}$$

Масса штампованной заготовки рассчитывается по формуле:

$$M_{31} = \frac{\pi}{4} (d_1^2 l_1 + d_2^2 l_2 + d_3^2 l_3) \cdot K_{шт} \cdot \rho, \quad (2.5)$$

где  $d_1, d_2, d_3$  – диаметры цилиндрических поверхностей штамповки, мм;

$l_1, l_2, l_3$  – длина цилиндрических поверхностей штамповки, мм;

$K_{шт}$  – коэффициент, который учитывает параметры штамповки.

$$M_{32} = \frac{\pi}{4} \cdot (3,28^2 \cdot 127,6 + 2,96^2 \cdot 4,77 + 2,6^2 \cdot 1,69) \cdot 1,05 \cdot 0,00785 = 1,33 \text{ кг.}$$

Получаем следующие результаты расчета.

$$C_{31} = \frac{21000 \cdot 1,43 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,1}{1000} = 28,41 \text{ руб.}$$

$$C_{32} = \frac{18500 \cdot 1,33 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 2,1}{1000} = 43,9 \text{ руб.}$$

Затраты на механическую обработку для каждого метода рассчитываются по формуле:

$$C_{\text{ОБР},i} = \frac{C_{\text{уд}} \left( \frac{1}{K_{\text{ИМ},i}} - 1 \right) M_{\text{Д}}}{K_{\text{О}}}, \quad (2.6)$$

где  $C_{\text{уд}}$  – удельная стоимость снятия 1 кг стружки, руб/кг;

$K_{\text{О}}$  – коэффициент обрабатываемости;

$K_{\text{ИМ}}$  – коэффициент использования.

$$K_{\text{ИМ},i} = \frac{M_{\text{Д}}}{M_{\text{З}}}. \quad (2.7)$$

Получаем следующие результаты.

$$K_{\text{ИМ}1} = \frac{1,18}{1,43} = 0,8.$$

$$K_{\text{ИМ}2} = \frac{1,18}{1,33} = 0,87.$$

$$C_{\text{ОБР}1} = \frac{150 \cdot \left( \frac{1}{0,8} - 1 \right) \cdot 0,98}{1,0} = 36,75 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{ОБР}2} = \frac{150 \cdot \left( \frac{1}{0,87} - 1 \right) \cdot 0,98}{1,0} = 21,97 \text{ руб.}$$

Затраты на получение детали для каждого варианта получения заготовки рассчитываются по формуле (2.1).

$$C_1 = 28,41 + 36,75 = 65,16 \text{ руб.}$$

$$C_2 = 43,9 + 21,79 = 65,69 \text{ руб.}$$

Делаем вывод о том, что прокат в данном случае в качестве заготовки предпочтительнее, чем штамповка.

## 2.2 Проектирование заготовки

Проектирование заготовки выполняется в несколько этапов.

Первый этап заключается в определении маршрутов обработки поверхностей. Для его выполнения используются данные [7] по суммарным удельным трудоемкостям обработки в соответствии с возможными маршрутами обработки.

На эскизе штока, представленном на рисунке 2.1, каждой поверхности присваивается свой номер. Далее формируется маршрут обработки для всех поверхностей детали. Получаем следующие результаты.

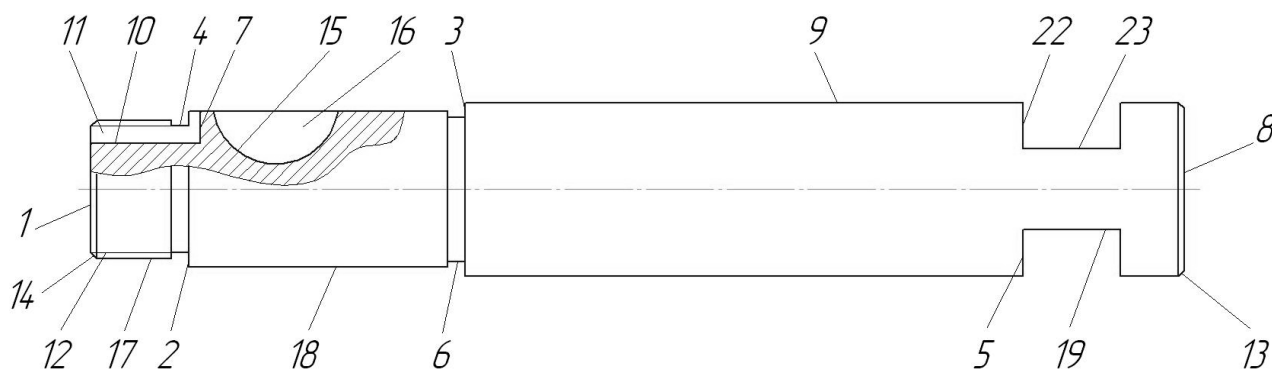


Рисунок 2.1 – Эскиз штока

Наиболее оптимальным маршрутом для обработки поверхностей 1, 5, 7, 8, 10, 11, 15, 16, 19, 22, 23 с заданными точностью и шероховатостью является: переход однократного фрезерования и термообработка.

Наиболее оптимальным маршрутом для обработки поверхностей 2, 17 с заданными точностью и шероховатостью является: последовательно два перехода точения и термообработка.

Наиболее оптимальным маршрутом для обработки поверхностей 3, 18 с заданными точностью и шероховатостью является: последовательно два перехода точения, термообработка и переход однократного шлифования.

Наиболее оптимальным маршрутом для обработки поверхностей 4, 6, 13, 14 с заданными точностью и шероховатостью является: переход точения чистового и термообработка.

Наиболее оптимальным маршрутом для обработки поверхности 9 с заданными точностью и шероховатостью является: последовательно два перехода точения, термообработка, последовательно два перехода шлифования и переход полирования.

Наиболее оптимальным маршрутом для обработки поверхности 12 с заданными точностью и шероховатостью является: переход нарезания резьбы и термообработка.

Наиболее оптимальным маршрутом для обработки поверхностей 20, 21 с заданными точностью и шероховатостью является: переход сверления, термообработка и однократное шлифование.

На следующем этапе определяются припуски на обработку поверхностей. Для этого используются две основные методики. Наиболее приемлемой методикой определения припусков для точных поверхностей является расчетно-аналитический метод [8]. Расчет припусков для цилиндрической поверхности 9 в размер  $30k6 \begin{matrix} 0,015 \\ 0,002 \end{matrix}$  проводим согласно данной методике.

Минимальные припуски для каждого перехода рассчитываются:

$$Z_{i\min} = a_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}, \quad (2.8)$$

где  $a$  – дефектный слой на предыдущем переходе, мм;

$\Delta$  – погрешность пространственных отклонений на предыдущем переходе, мм;

$\varepsilon$  – погрешность установки в приспособлении на текущем переходе, мм.

$$Z_{1\min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,3 + \sqrt{0,155^2 + 0,025^2} = 0,457 \text{ мм.}$$

$$Z_{2\min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,2 + \sqrt{0,063^2 + 0,025^2} = 0,268 \text{ мм.}$$

$$Z_{3\min} = a_{TO} + \sqrt{\Delta_{TO}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,25 + \sqrt{0,04^2 + 0,012^2} = 0,292 \text{ мм.}$$

$$z_{4\min} = a_3 + \sqrt{\Delta_3^2 + \varepsilon_4^2} = 0,15 + \sqrt{0,013^2 + 0,012^2} = 0,168 \text{ мм.}$$

$$z_{5\min} = a_4 + \sqrt{\Delta_4^2 + \varepsilon_5^2} = 0,01 + \sqrt{0,005^2 + 0,012^2} = 0,023 \text{ мм.}$$

Далее определяем максимальный припуск:

$$z_{i\max} = z_{i\min} + 0,5 \cdot \sqrt{Td_{i-1} + Td_i}, \quad (2.9)$$

где  $Td_i$  – допуск на данном переходе, мм;

$Td_{i-1}$  – допуск на предыдущем переходе, мм.

$$z_{1\max} = z_{1\min} + 0,5 \cdot \sqrt{Td_0 + Td_1} = 0,457 + 0,5 \cdot \sqrt{0,62 + 0,25} = 0,892 \text{ мм.}$$

$$z_{2\max} = z_{2\min} + 0,5 \cdot \sqrt{Td_1 + Td_2} = 0,268 + 0,5 \cdot \sqrt{0,25 + 0,10} = 0,443 \text{ мм.}$$

$$z_{3\max} = z_{3\min} + 0,5 \cdot \sqrt{Td_{TO} + Td_3} = 0,292 + 0,5 \cdot \sqrt{0,160 + 0,052} = 0,398 \text{ мм.}$$

$$z_{4\max} = z_{4\min} + 0,5 \cdot \sqrt{Td_3 + Td_4} = 0,168 + 0,5 \cdot \sqrt{0,052 + 0,021} = 0,205 \text{ мм.}$$

$$z_{5\max} = z_{5\min} + 0,5 \cdot \sqrt{Td_4 + Td_5} = 0,023 + 0,5 \cdot \sqrt{0,021 + 0,013} = 0,040 \text{ мм.}$$

Среднее значение припуска:

$$z_{cpi} = \sqrt{z_{i\max} + z_{i\min}} \cdot \sqrt{2}. \quad (2.10)$$

$$z_{cp1} = \sqrt{z_{1\min} + z_{1\max}} \cdot \sqrt{2} = \sqrt{0,457 + 0,892} \cdot \sqrt{2} = 0,675 \text{ мм.}$$

$$z_{cp2} = \sqrt{z_{2\min} + z_{2\max}} \cdot \sqrt{2} = \sqrt{0,268 + 0,443} \cdot \sqrt{2} = 0,356 \text{ мм.}$$

$$z_{cp3} = \sqrt{z_{3\min} + z_{3\max}} \cdot \sqrt{2} = \sqrt{0,292 + 0,398} \cdot \sqrt{2} = 0,345 \text{ мм.}$$

$$z_{cp4} = \sqrt{z_{4\min} + z_{4\max}} \cdot \sqrt{2} = \sqrt{0,168 + 0,205} \cdot \sqrt{2} = 0,187 \text{ мм.}$$

$$z_{cp5} = \sqrt{z_{5\min} + z_{5\max}} \cdot \sqrt{2} = \sqrt{0,023 + 0,040} \cdot \sqrt{2} = 0,032 \text{ мм.}$$

Предельные размеры для каждого перехода рассчитываются по формулам:

$$d_{(i-1)\min} = d_{i\min} + 2 \cdot z_{i\min}, \quad (2.11)$$



$$d_{(i-1)\max} = d_{(i-1)\min} + Td_{i-1}. \quad (2.12)$$

На переходе термической обработки минимальный размер вследствие фазовых превращений уменьшается, что следует учесть:

$$d_{(TO-1)\min} = d_{(i-1)\min} \cdot 0,999. \quad (2.13)$$

$$d_{5\min} = 30,002 \text{ мм.}$$

$$d_{5\max} = 30,015 \text{ мм.}$$

$$d_{4\min} = 30,002 + 2 \cdot 0,023 = 30,048 \text{ мм.}$$

$$d_{4\max} = 30,048 + 0,021 = 30,069 \text{ мм.}$$

$$d_{3\min} = 30,048 + 2 \cdot 0,168 = 30,384 \text{ мм.}$$

$$d_{3\max} = 30,384 + 0,052 = 30,436 \text{ мм.}$$

$$d_{TO\min} = 30,436 + 2 \cdot 0,292 = 31,02 \text{ мм.}$$

$$d_{TO\max} = 31,02 + 0,160 = 31,18 \text{ мм.}$$

$$d_{2\min} = 31,18 \cdot 0,999 = 31,149 \text{ мм.}$$

$$d_{2\max} = 31,149 + 0,100 = 31,249 \text{ мм.}$$

$$d_{1\min} = 31,149 + 2 \cdot 0,268 = 31,685 \text{ мм.}$$

$$d_{1\max} = 31,685 + 0,250 = 31,935 \text{ мм.}$$

$$d_{0\min} = 31,685 + 2 \cdot 0,457 = 32,599 \text{ мм.}$$

$$d_{0\max} = 32,599 + 0,62 = 33,219 \text{ мм.}$$

Средние размеры для каждого перехода определяются по формуле:

$$d_{icc} = \frac{d_{i\max} + d_{i\min}}{2}. \quad (2.14)$$

$$d_{cp0} = \frac{d_{0\max} + d_{0\min}}{2} = \frac{33,219 + 32,599}{2} = 32,909 \text{ мм.}$$

$$d_{cp1} = \frac{d_{1\max} + d_{1\min}}{2} = \frac{31,935 + 31,685}{2} = 31,81 \text{ мм.}$$

$$d_{cp2} = \frac{d_{2max} + d_{2min}}{2} = \frac{31,249 + 31,149}{2} = 31,199 \text{ мм.}$$

$$d_{cpTO} = \frac{d_{TOmax} + d_{TOmin}}{2} = \frac{31,180 + 31,020}{2} = 31,100 \text{ мм.}$$

$$d_{cp3} = \frac{d_{3max} + d_{3min}}{2} = \frac{30,436 + 30,384}{2} = 30,410 \text{ мм.}$$

$$d_{cp4} = \frac{d_{4max} + d_{4min}}{2} = \frac{30,069 + 30,048}{2} = 30,059 \text{ мм.}$$

$$d_{cp5} = \frac{d_{5max} + d_{5min}}{2} = \frac{30,015 + 30,002}{2} = 30,0085 \text{ мм.}$$

Для определения припусков на остальные поверхности используются статистические данные [9]. Данная методика может быть применена для определения припусков на поверхности точностью до 8 качества, поэтому для оставшихся поверхностей ее применение оправдано. В результате получим следующие значения. Результаты определения припусков оформлены в виде таблицы 2.1.

Таблица 2.1 – Результаты определения припусков

Поверхность	Номер перехода	Минимальный припуск, мм	Максимальный припуск, мм
1	2	3	4
1, 8	1	1,8	2,61
2	1	1,8	2,58
	2	0,8	1,09
3	1	1,8	2,58
	2	0,8	1,09
	3	0,4	0,52
5	1	3	3,59
10	1	0,7	1,29
11	1	3	3,59
15	1	0,7	1,29
16	1	3	3,59
17	1	1,1	1,52

## Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4
	2	0,25	0,40
18	1	1,1	1,52
	2	0,25	0,40
	3	0,30	0,38
19	1	0,7	1,29

С учетом того, что выбрана заготовка из прутка, то его диаметр должен соответствовать наибольшему диаметру заготовки. В данном случае наибольший диаметр заготовки 33 мм. В соответствии с ГОСТ 2590-71 выбираем горячекатаный прокат нормальной точности круглого профиля диаметра  $33 \begin{matrix} 0,6 \\ 1,2 \end{matrix}$  мм.

### 2.3 Проектирование маршрута изготовления детали

Анализ исходных параметров техпроцесса позволил установить, что маршрут изготовления проектируется на основе типовых маршрутов, приведенных в литературе [10]. Следует учесть, что типовые маршруты обработки могут быть избыточны, т.е. содержать операции по получению поверхностей отсутствующих у данной детали или недостаточны, т.е. не предусматривать обработку ряда поверхностей.

В процессе формирования маршрута изготовления детали следует учесть рекомендации [11]. Операции следует формировать из условия обеспечения максимальной концентрации обработки. Черновые операции и чистовые не следует совмещать на одном оборудовании, т.к. это приведет к его преждевременному износу, повышенному количеству брака и увеличению времени на настройку станков. Необходимо предусмотреть операцию по созданию искусственных технологических баз и поместить ее в начало маршрута.

Результаты проектирования представим в таблице 2.2, что облегчит дальнейшее использование полученных данных.

Таблица 2.2 – Маршрут изготовления

Операции	Поверхности для обработки	Наименования переходов
005 Фрезерно-центровальная	1, 8, 20, 21	Фрезерование, сверление
010 Токарная	2, 3, 18, 17	Точение
015 Токарная	9	Точение
020 Токарная	2, 3, 4, 6, 12, 14, 17, 18	Точение, резьбонарезание
025 Токарная	9	Точение
030 Фрезерная	7, 10	Фрезерование
035 Фрезерная	15, 16	Фрезерование
040 Фрезерная	5, 19, 22, 23	Фрезерование
045 Термическая	все	ТО
050 Центрошлифовальная	20, 21	Шлифование
055 Торцекруглошлифовальная	3, 18	Шлифование
060 Круглошлифовальная	9	Шлифование
065 Круглошлифовальная	9	Шлифование
070 Круглошлифовальная	9	Шлифование
075 Круглошлифовальная	9	Шлифование
080 Моечная	все	Мойка
085 Контрольная	все	Контроль

Спроектированный маршрут изготовления детали является основой для формирования плана ее изготовления, который является графическим отражением маршрута. На плане изготовления представлены эскизы выполнения операций с указанием схем базирования, которые

проектируются на основе рекомендаций [12]. План обработки формируется в соответствии с правилами [13] и представлен на листах графической части выпускной работы.

#### **2.4 Выбор средств оснащения техпроцесса**

Средства оснащения техпроцесса должны отвечать всем требованиям, которые были выявлены в результате анализа параметров техпроцесса. В частности необходимо обеспечить гибкость технологического оборудования, быстроту переналадки на выпуск нового изделия и максимальное использование стандартных и универсальных средств оснащения. В состав средства оснащения техпроцесса входят: металлорежущее оборудование, станочные приспособления, металлорежущий инструмент и средства контроля. Выбор средств оснащения производим с учетом ряда рекомендаций [14].

Приспособления должны реализовывать схемы базирования, обеспечивать надежность закрепления и точность установки детали. Выбор производим данным [15, 16].

Металлорежущий инструмент выбираем исходя из обрабатываемого материала, режимов резания на операциях и типа производства. Выбор производим по справочным данным [17].

Средства контроля выбираем исходя из формы контролируемых поверхностей, необходимой точности измерений, степени универсальности приспособления. Выбор производим по справочным данным [18].

Результаты выбора средств оснащения техпроцесса приведены ниже.

Средства технологического оснащения 005 Фрезерно-центровальной операции: станок фрезерно-центровальный МР-71М, призмы установочные, осевой упор, тиски самоцентрирующие, фрезы торцевые ГОСТ 1695-80 Ø40 ВК8, сверло центровочное А 6,3 ГОСТ 14952-80 Р6М5, штангенциркуль ГОСТ 160-80, калибр контроля центровочного отверстия.

Средства технологического оснащения 010 Токарной операции: станок токарно-винторезный 16К20Ф3, центр подпружиненный А1-3-НП-ЧПУ ГОСТ 8742-75, патрон трехкулачковый ГОСТ 2675-73, резец контурный специальный Т5К10, штангенциркуль ГОСТ 160-80.

Средства технологического оснащения 015 Токарной операции: станок токарно-винторезный 16К20, центр подпружиненный ГОСТ 8742-75, патрон трехкулачковый ГОСТ 2675-73, резец проходной специальный Т5К10, штангенциркуль ГОСТ 160-80.

Средства технологического оснащения 020 Токарной операции: станок токарно-винторезный 16К20Ф3, центр подпружиненный А1-3-НП-ЧПУ ГОСТ 8742-75, патрон поводковый ГОСТ 2571-71, резец контурный специальный Т30К4, резец канавочный ОСТ 2.И10.1-83 Т5К10, резец резьбовой ОСТ 2.И10.1-83 Т15К6, микрометр МК-50 ГОСТ 6507-78, калибр.

Средства технологического оснащения 025 Токарной операции: станок токарно-винторезный 16К20, центр подпружиненный ГОСТ 8742-75, патрон поводковый ГОСТ 2571-71, резец контурный специальный Т30К4, микрометр МК-50 ГОСТ 6507-78, калибр.

Средства технологического оснащения 030 Фрезерной операции: станок шпоночно-фрезерный 692М, призмы установочные, осевой упор, приспособление специальное, фреза концевая ГОСТ 8237-85 Р6М5, шаблон.

Средства технологического оснащения 035 Фрезерной операции: станок горизонтально-фрезерный 6Р80Г, призмы установочные, осевой упор, приспособление специальное, фреза дисковая ГОСТ 6648-78 Р6М5, шаблон.

Средства технологического оснащения 040 Фрезерной операции: станок горизонтально-фрезерный 6Р80Г, призмы установочные, осевой упор, делительная головка, приспособление специальное, фреза дисковая ГОСТ 6648-78 Р6М5, шаблон.

Средства технологического оснащения 045 Термической операции: закалочная печь.

Средства технологического оснащения 050 Центрошлифовальной операции: станок центрошлифовальный 3922, центр неподвижный ГОСТ8742-75, тиски самоцентрирующие, головка шлифовальная алмазная АГК ГОСТ2447-82, калибр контроля центровочного отверстия.

Средства технологического оснащения 055 Торцекруглошлифовальной операции: станок торцекруглошлифовальный 3Б153Т, круг шлифовальный тип 1-300x50x127 23А46М6V ГОСТ Р 52781-2007, скоба рычажная СР-80 ГОСТ 11098-75.

Средства технологического оснащения 060 Шлифовальной операции: станок круглошлифовальный 3М151, центр неподвижный ГОСТ 8742-75, патрон поводковый ГОСТ 2571-71, круг шлифовальный тип 1-300x50x127 23А46М6V ГОСТ Р 52781-2007, скоба рычажная СР-80 ГОСТ 11098-75.

Средства технологического оснащения 065 Шлифовальной операции: станок круглошлифовальный 3М151, центр неподвижный ГОСТ 8742-75, патрон поводковый ГОСТ 2571-71, круг шлифовальный тип 1-300x50x127 25А80К7V ГОСТ Р 52781-2007, скоба рычажная СР-80 ГОСТ 11098-75.

Средства технологического оснащения 070 Шлифовальной операции: станок круглошлифовальный 3М151, центр неподвижный ГОСТ 8742-75, патрон поводковый ГОСТ 2571-71, Круг шлифовальный тип 1-300x50x127 24А80К8V ГОСТ Р 52781-2007, скоба рычажная СР-80 ГОСТ 11098-75.

Средства технологического оснащения 075 Шлифовальной операции: станок круглошлифовальный 3В151А, центр неподвижный ГОСТ 8742-75, патрон поводковый ГОСТ 2571-71, круг полировальный М25, скоба рычажная СР-80 ГОСТ 11098-75.

## **2.5 Определение режимов резания**

Режимы резания и нормирование операций выполняются на заключительном этапе проектирования технологических операций.

Результаты данных расчетов зависят от физико-механических свойств обрабатываемого и инструментального материалов, структуры операции, условий обработки.

В ходе выполнения анализа параметров техпроцесса было установлено, что для проведения расчетов режимов резания и выполнения нормирования техпроцесса применимы расчетно-аналитический метод определения режимов резания [19], который дает наилучшие результаты для лезвийной обработки и статистический метод определения режимов резания [20], который дает наилучшие результаты для абразивной обработки. Полученную информацию представим в форме таблицы 2.3.

Таблица 2.3 – Режимы резания и нормирование технологических операций

Переход	Подача, мм/об (мм/зуб)	Скорость, м/мин	Частота вращения, об/мин	Длина рабочего хода, мм	Основное время, мин
1	2	3	4	5	6
Операция 005					
1	0,04	12,5	630	14	0,56
2	0,15	60	630	30	0,32
Операция 010					
1	0,32	161	1900	70	0,12
Операция 015					
1	0,32	185	1900	127	0,21
Операция 020					
1	0,12	161	1900	70	0,31
2	0,04	45	630	1,5	0,06
3	0,04	45	630	1,3	0,05
4	1,5	48	630	53	0,24
Операция 025					
1	0,17	179	1900	127	0,39
Операция 030					
1	(0,08)	37	630	19	0,15



Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4	5	6
Операция 035					
1	(0,10)	30	250	10	0,1
Операция 040					
1	(0,10)	30	250	29	0,24
2	(0,10)	30	250	29	0,24
Операция 050					
1	0,8 мм/мин	15	300	0,2	0,25
Операция 055					
1	0,009	26	300	0,46	0,2
Операция 060					
1	0,019	18	200	126	1,03
Операция 065					
1	0,016	23	250	126	1,36
Операция 070					
1	0,010	26	320	126	0,81
Операция 075					
1	2,5	30	100	126	0,7

Данные по расчету режимов резания и нормированию операций техпроцесса заносим в маршрутные и операционные карты, а также отражаем на технологических наладках, выполненных в графической части работы для 005, 010 и 030 операций.

### 3 Проектирование специальных средств оснащения

#### 3.1 Проектирование станочного приспособления

Одной из задач работ была поставлена задача проектирования станочного приспособления с целью модернизации лимитирующей операции технологического процесса. В данном случае такой операцией является операция 010 Токарная, эскиз которой представлен на рисунке 3.1. Анализ структуры времени на операции показывает, что основной проблемой является значительное вспомогательное время. Наиболее эффективным методом его сокращения в данном случае является применение станочного приспособления с механизированным приводом. Исходя из схемы базирования и анализа средств оснащения, применяемых на данной операции будем проектировать соответствующий предъявляемым требованиям трехкулачковый механизированный патрон с применением методики проектирования и данных [21].

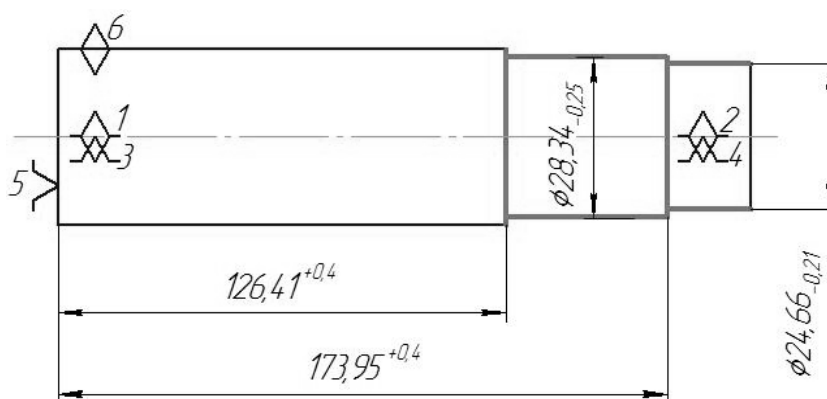


Рисунок 3.1 – Операционный эскиз

Расчет начинаем с определения возникающих при обработке сил:

$$P_{z,y} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (3.1)$$

где  $C_p$ ,  $x$ ,  $y$ ,  $n$  – показатели, характеризующие особенности выполнения операции;

$t$  – глубина резания, мм;

$S$  – подача, мм/об;

$V$  – скорость резания, м/мин;

$K_p$  – коэффициент, зависит от условий обработки.

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 3,18^{1,0} \cdot 0,2^{0,75} \cdot 130^{-0,15} \cdot 0,9 = 1237 \text{ Н.}$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 3,18^{0,9} \cdot 0,2^{0,6} \cdot 130^{-0,3} \cdot 0,9 = 547 \text{ Н.}$$

Определение силы, которую необходимо приложить к заготовке для ее удержания производится из условия равновесия моментов резания и закрепления. Для этого составим схему для расчета силы закрепления (рисунок 3.2).

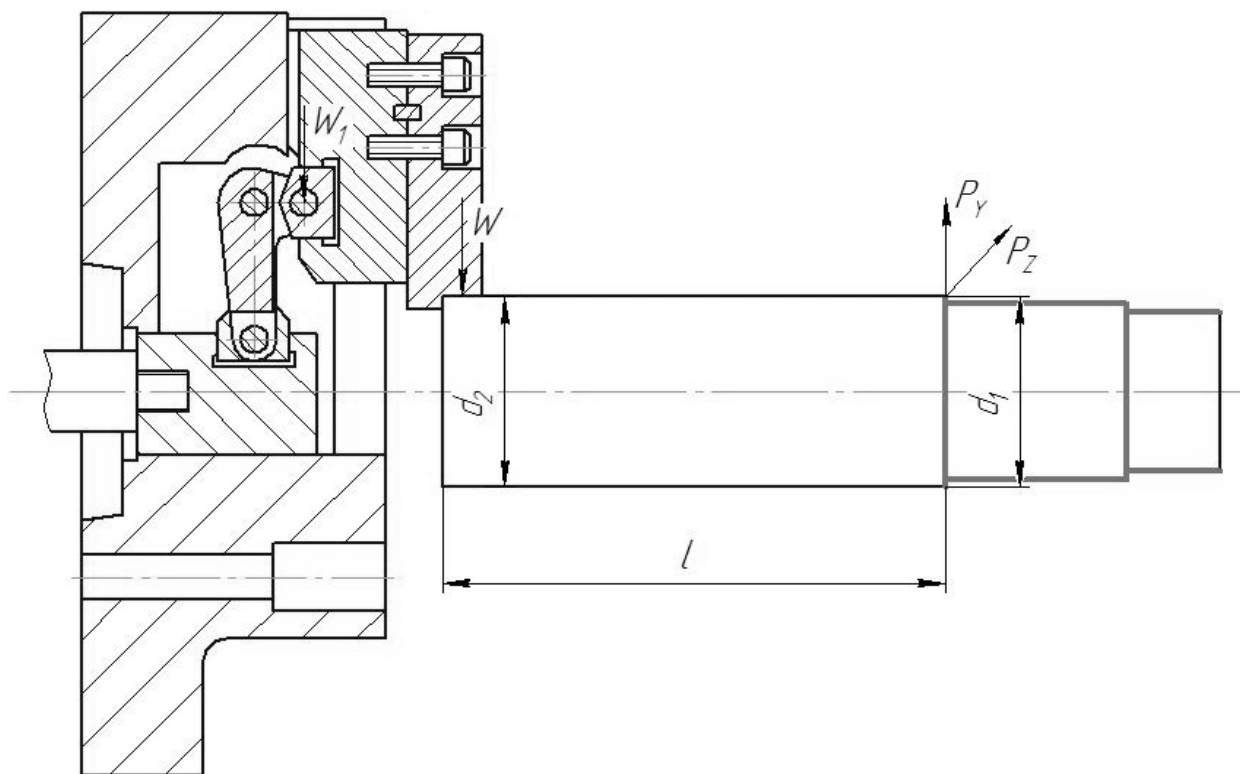


Рисунок 3.2 – Схема для расчета силы закрепления

Момент для составляющей  $P_z$  :

$$M_p = \frac{P_z \cdot d_1}{2}, \quad (3.2)$$

где  $d_1$  – диаметр обработки, мм.

Момент для удержания заготовки:

$$M_3 = \frac{3 \cdot W \cdot f \cdot d_2}{2}, \quad (3.3)$$

где  $W$  – сила, прикладываемая для удержания заготовки, Н;

$f$  – коэффициент трения в контакте заготовки и кулачков;

$d_2$  – диаметр, за который производится закрепления, мм.

Приравнивая эти моменты, выводим формулу для определения искомой силы:

$$W = \frac{K \cdot P_z \cdot d_1}{3 \cdot f \cdot d_2}, \quad (3.4)$$

где  $K$  – коэффициент запаса.

$$W = \frac{2,52 \cdot 1237 \cdot 28}{3 \cdot 0,3 \cdot 35} = 2785 \text{ Н.}$$

Момент для составляющей  $P_y$ :

$$M_p = P_y \cdot l. \quad (3.5)$$

Приравняв моменты, получаем:

$$W = \frac{K \cdot P_y \cdot l}{3 \cdot f \cdot d_2}. \quad (3.6)$$

$$W = \frac{2,52 \cdot 547 \cdot 85}{3 \cdot 0,3 \cdot 35} = 3720 \text{ Н.}$$

Дальнейшие расчеты приспособления выполняются по наибольшему значению найденной силы.

Вследствие конструкции кулачка усилие, которое необходимо создать на постоянных кулачках изменится. Оно рассчитывается по формуле:

$$W_1 = \frac{W}{1 - \left( \frac{3 \cdot l}{H} f_1 \right)} \quad (3.7)$$

где  $l$ ,  $H$  – определяются путем предварительного прочерчивания зажимного механизма, мм.

$$W_1 = \frac{3720}{1 - \left( \frac{3 \cdot 62}{80} \cdot 0,1 \right)} = 4847 \text{ Н.}$$

Применим рычажный зажимной механизм, т.к. необходимое усилие зажима достаточно велико.

Усилие, которое должно создаваться на приводе:

$$Q = \frac{W_1}{i_c}, \quad (3.8)$$

где  $i_c$  – передаточное отношение рычажного механизма.

$$Q = \frac{4847}{2,5} = 1939 \text{ Н.}$$

В качестве привода выбираем гидравлический цилиндр.

Производим расчет его диаметра:

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{Q}{P}} \quad (3.9)$$

где  $P$  – давление в системе, МПа.

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{1939}{0,5}} = 72 \text{ мм.}$$

Принимаем ближайшее стандартное большее значение диаметра поршня равное 80 мм.

Для того, чтобы приспособление считалось рабочим необходимо проверить его точность. Для этого составляем размерную схему патрона, представленную на рисунке 3.3.

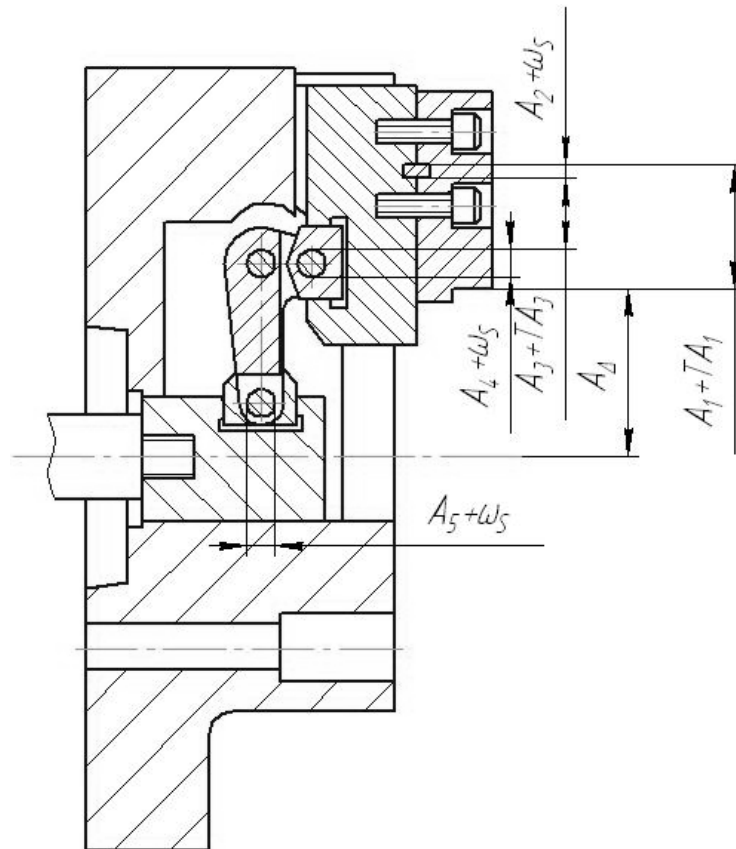


Рисунок 3.3 – Размерная схема патрона для расчета его точности

Из разработанной схемы определяем погрешность установки в спроектированном приспособлении:

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2 + \Delta_4^2 + \Delta_5^2 + \Delta_6^2} \quad (3.10)$$

где  $\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3, \Delta_4, \Delta_5$  – погрешности соответствующих размеров размерной цепи, мм.

$$\varepsilon_y = 0,5 \sqrt{0,025^2 + 0,015^2 + 0,018^2 + 0,015^2 + 0,015^2} = 0,02 \text{ мм.}$$

Для того чтобы точность приспособления удовлетворяла заданной,

расчетная погрешность должна быть меньше допускаемой, которая рассчитывается по формуле:

$$\varepsilon_y^{\text{don}} = 0,3 \cdot Td, \quad (3.10)$$

где  $Td$  – допуск выполняемого размера на данной операции.

$$\varepsilon_y^{\text{don}} = 0,3 \cdot 0,084 = 0,026 \text{ мм.}$$

Расчеты точности показали, что точность спроектированного приспособления соответствует допустимой точности на данной операции.

Более подробно конструкция приспособления представлена на листе графической части.

### **3.2 Проектирование режущего инструмента**

Одной из задач работ была поставлена задача проектирования режущего инструмента с целью модернизации одной из операций технологического процесса, имеющей технические недостатки. В проектируемом технологическом процессе на токарных операциях для обработки контура детали предполагается использование токарных контурных резцов с режущей пластиной, которая крепится к державке при помощи механической системы крепления. Стандартные системы крепления имеют два основных недостатка. Во-первых, они обеспечивают недостаточную жесткость крепления, что приводит к необходимости использования менее производительных режимов резания и повышенному износу инструмента. Во-вторых, они имеют значительное время на замену пластины, что приводит к увеличению времени переналадки. Решение задачи устранения этих недостатков произведем с помощью литературного анализа и расчета согласно методике и данных [22].

Исходя из физико-технологических параметров материала обрабатываемой заготовки, а также необходимости обеспечения заданных

параметров операции в качестве материала режущей пластины выбираем твердый сплав ТЗ0К4.

Основной геометрической характеристикой резца является главный угол в плане, который исходя из параметров обработки, в данном случае должен составлять  $91^\circ$ .

Остальные параметры резца определяются по величине сечения срезаемого слоя:

$$F = t \cdot S, \quad (3.11)$$

где  $t$  – максимальная глубина резания на переходе, мм;

$S$  – максимальная подача инструмента на оборот заготовки на переходе, мм/об.

$$F = 1,245 \cdot 0,15 = 0,20 \text{ мм}^2.$$

Данной глубине срезаемого слоя соответствуют следующие параметры: сечение державки 20x20 мм; рабочая высота 30 мм; максимальная длина 125 мм.

Для устранения описанных ранее недостатков стандартных методов крепления режущих пластин к державке применим систему крепления винтом через рычаг. Суть этой схемы заключается в том, что винт, имеющий специальную канавку для контакта с одним из концов рычага, при закручивании воздействует на рычаг и тот другим своим концом, на котором установлена режущая пластина и поджимает ее к державке. По данным литературы [23] такая система крепления обеспечивает хорошую жесткость и при этом для раскрепления пластины требуется мало времени.

При такой схеме крепления необходимо определить диаметр крепежного винта.

Для этого используем соотношение:



$$Q_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \sigma_\sigma, \quad (3.12)$$

где  $Q_1$  – сила, действующая на винт в процессе обработки, Н;

$D$  – диаметр винта, мм;

$\sigma_\sigma$  – предел прочности материала винта, МПа.

Из этого соотношения искомый диаметр равен:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot \sigma_\sigma}}. \quad (3.13)$$

Силу, действующую на винт в процессе обработки также можно определить из соотношения:

$$Q_1 = \frac{P_{z \max}}{0,7}, \quad (3.14)$$

где:  $P_{z \max}$  – максимальная сила резания на операции, Н.

$$Q_1 = \frac{425}{0,7} = 608 \text{ Н.}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 608}{3,14 \cdot 650}} = 1,09 \text{ мм.}$$

Наиболее рационально в данном случае принять диаметр винта в самой тонкой части равной 5 мм.

Более подробно конструкция резца представлена в графической части данной работы.

## 4 Безопасность и экологичность технического объекта

Оценку безопасности и экологичности технологического процесса изготовления штока пневмотисков производим по рекомендациям [24].

### 4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристики рассматриваемого технического объекта

В таблице 4.1 представлены характеристики рассматриваемого технологического процесса.

Таблица 4.1 – Технологический паспорт технического объекта

Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества
Технологический процесс изготовления штока пневмотисков	Токарная операция	Оператор станков с числовым управлением	Станок токарно-винторезный с ЧПУ 16К20Ф3	Сталь 40 ГОСТ 1050-88, ветошь, полусинтетическая смазочно-охлаждающая жидкость
	Шлифовальная операция	Шлифовщик	Станок торцевкруглошлифовальный 3Б153Т	

## 4.2 Идентификация профессиональных рисков

Идентификация профессиональных рисков, возникающих в ходе выполнения технологического процесса, представлена в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Идентификация профессиональных рисков

Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и/или вредный производственный фактор	Источник опасного и/или вредного производственного фактора
1	2	3
Токарная операция, шлифовальная операция	Оборудование, имеющее открытые движущиеся (вращающиеся) элементы конструкции, подвижные части производственного оборудования	Станок токарно-винторезный с ЧПУ 16К20Ф3, торцекруглошлифовальный 3Б153Т, приспособление, режущий инструмент, внутрицеховой транспорт
	Острые кромки, заусенцы и шероховатости на поверхности заготовок	Заготовка, режущий инструмент
	Повышенный уровень вибрации	Станок токарно-винторезный с ЧПУ 16К20Ф3, торцекруглошлифовальный 3Б153Т, внутрицеховой транспорт
	Повышенный уровень шума	Станок токарно-винторезный с ЧПУ 16К20Ф3, торцекруглошлифовальный 3Б153Т, приспособление, режущий инструмент, внутрицеховой транспорт

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3
	Опасный уровень напряжения в электрической цепи	Станок токарно-винторезный с ЧПУ 16К20Ф3, торцекруглошлифовальный 3Б153Т
	Повышенная температура поверхности оборудования	Станок токарно-винторезный с ЧПУ 16К20Ф3, торцекруглошлифовальный 3Б153Т, приспособление, режущий инструмент
	Мелкая стружка и аэрозоли смазочно-охлаждающей жидкости	Полусинтетическая смазочно-охлаждающая жидкость
	Неудовлетворительная освещенность рабочей зоны	Станок токарно-винторезный с ЧПУ 16К20Ф3, торцекруглошлифовальный 3Б153Т
	Физические перегрузки	Станок токарно-винторезный с ЧПУ 16К20Ф3, торцекруглошлифовальный 3Б153Т

### 4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Снижение рисков воздействия опасных и вредных факторов технологического процесса предполагается достигнуть путем применения методов и средств представленных в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Организационно-технические методы и технические средства (технические устройства) устранения (снижения) негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов

Опасный и/или вредный производственный фактор	Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работающего
1	2	3
Оборудование, имеющее открытые движущиеся (вращающиеся) элементы конструкции, подвижные части производственного оборудования	Проведение инструктажей по охране труда. Применение систем аварийного отключения и изоляции опасных элементов конструкции оборудования. Применение специальной разметки и знаков.	Костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий, ботинки кожаные с защитным подноском, очки защитные, рукавицы комбинированные или перчатки с полимерным покрытием
Острые кромки, заусенцы и шероховатости на поверхности заготовок	Проведение инструктажей по охране труда. Слесарная доработка.	Перчатки с покрытием из полимера
Повышенный уровень вибрации	Проведение инструктажей по охране труда. Применение специальных виброгасящих опор.	Коврик виброгасящий
Повышенный уровень шума	Проведение инструктажей по охране труда. Применение защитных экранов, глушителей, методов изоляции источников шума.	Наушники противозумные
Опасный уровень напряжения в	Проведение инструктажей по охране труда. Заземление оборудования.	Диэлектрический коврик

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3
электрической цепи	Изоляция и ограждение электрооборудования, Применение систем аварийного отключения электрооборудования.	
Повышенная температура поверхности оборудования	Проведение инструктажей по охране труда. Применение смазочно-охлаждающей жидкости в процессе обработки. Применение термозащитных кожухов.	Костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий, ботинки кожаные с защитным подноском, очки защитные, рукавицы комбинированные или перчатки с полимерным покрытием
Мелкая стружка и аэрозоли смазочно-охлаждающей жидкости	Проведение инструктажей по охране труда. Использование изоляции рабочей зоны станков и местной вытяжной вентиляции.	Респиратор
Неудовлетворительная освещенность рабочей зоны	Проведение инструктажей по охране труда. Применение дополнительного местного освещения. Рациональное расположение источников освещения	
Физические перегрузки	Проведение инструктажей по охране труда. Соблюдение последовательности перерывов.	

#### 4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

В таблицах 4.4 – 4.6 представлены основные мероприятия позволяющие обеспечить пожарную безопасность на участке.

Таблица 4.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
Участок изготовления штока пневмотисков	Станок токарно-винторезный с ЧПУ 16К20Ф3, торцевкруглошлифовальный 3Б153Т	Класс пожара В (пожары горючих жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов)	Повышенная температура в источнике пожара, тепловой поток, пламя, искры, повышенная концентрация токсичных веществ, пониженная концентрация кислорода в воздухе, снижение видимости	Осколки и обломки оборудования и зданий, появление высокого напряжения на токопроводящих частях станков, воздействие огнетушащих средств

Таблица 4.5 – Технические средства пожарной безопасности

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре
1	2	3	4	5	6
Огнетушители ящики с песком, пожарные	Пожарные автомобили и лестницы,	Автоматизированные системы тушения	Извещатели, приборы приемно-контрольные,	Пожарные гидранты, рукава	Респираторы, противогазы, самоспасатели

Продолжение таблицы 4.5

1	2	3	4	5	6
щиты	мотопомпы и передвижные огнетушители	пожаров	приборы управления, системы передачи извещений о пожаре		

Таблица 4.6 – Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Наименование технологического процесса, используемого применяемого оборудования, в составе технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Технологический процесс изготовления штока пневмотисков	Инструктажи и обучение правилам пожарной безопасности на производстве, обучение действиям при возникновении пожара и эвакуации, применение наглядной агитации	Использование пожарной сигнализации и извещателей, обеспечение средствами пожаротушения

#### 4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

В таблицах 4.7, 4.8 представлены мероприятия, позволяющие обеспечить экологическую безопасность выполнения технологического процесса изготовления штока пневмотисков и снизить его влияние на окружающую среду.



Таблица 4.7 – Идентификация негативных экологических факторов технического объекта

Наименование технического объекта, производственно-технологического техпроцесса	Структурные составляющие объекта производственного здания или сооружения по функциональному назначению, технологических, технического оборудования), энергетической установки, транспортного средства и т.п.	Негативное экологическое воздействие технического объекта на атмосферу (выбросы в воздушную окружающую среду)	Негативное экологическое воздействие технического объекта на гидросферу (образование сточных вод, забор воды из источников водоснабжения)	Негативное экологическое воздействие технического объекта на литосферу (почву, растительный покров, недра), образование отходов, выемка плодородного слоя почвы, отчуждение земель, нарушение и загрязнение растительного покрова и т.д.)
Технологический процесс изготовления штока	Станок токарно-винторезный с ЧПУ 16К20Ф3, торцекруглошлифовальный 3Б153Т	Металлическая стружка и пыль, смазочно-охлаждающая жидкость в виде аэрозоля	Стружка, пыль, абразивные частицы, нефтепродукты, технические жидкости	Стружка, лом металлов, шлак, пыль, нефтепродукты, технические жидкости

Таблица 4.8 – Разработанные (дополнительные и/или альтернативные) организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия заданного технического объекта на окружающую среду

Наименование технического объекта	Технологический процесс изготовления штока пневмотисков
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Применение для очистки воздуха пылеуловителей и многоступенчатых фильтров
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Применение многоступенчатой системы очистки из отстойников, биологических фильтров и флотационных установок
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Использование регламентированных процедур по охране окружающей среды и экологии

#### 4.6 Заключение по разделу

Результатом выполнения данного раздела стал комплекс разработанных мер по снижению и устранению опасных и вредных факторов технологического процесса изготовления штока пневмотисков, обеспечению пожарной и экологической безопасности производства.

## 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.

Основные изменения технологического процесса изготовления детали «Шток» коснулись операций:

– 005 фрезерно-центровальной, здесь заменили призмы с прихватом на тиски самоцентрирующие, для снижения брака на 10%. Данное совершенствование привело к уменьшению вспомогательного времени на 0,13 минуты;

– 060 круглошлифовальной, здесь круг шлифовальный 1-300x50x127 23A46M6V на круг шлифовальный с канавками для охлаждения 1-300x50x127 23A46M6V. Данное совершенствование привело к сокращению основного времени выполнения 060 операции на 0,27 минут.

Учитывая описанные изменения, по методике «Расчета капитальных вложений в основное технологическое оборудование» [25], определим капитальные вложения в проектируемый вариант технологического процесса, который будет учитывать затраты на проектирование совершенствований технологического процесса, затраты на приспособление для операции 005 и затраты на инструменты для операции 060. Сложив полученные величины, будут определены общие капитальные вложения, равные сумме 57431,41 рублей, которые предназначены только для выполнения заданной программы выпуска детали «Шток» в объеме 6000 штук.

Для проведения экономического сравнения описанных вариантов, также, необходимо определить себестоимость изготовления детали «Шток» для описанных операций. Для этого используется методика «Расчет технологической себестоимости изменяющихся по вариантам операций»

[25]. Обычно технологическая себестоимость складывается из четырех показателей: затрат на основной материал ( $M$ ), основной заработной платы ( $Z_{пл.осн}$ ), начислений на заработную плату ( $H_{з.пл}$ ) и расходов на содержание и эксплуатацию оборудования ( $P_{э.об}$ ). Однако, если в ходе совершенствования технологического процесса, изменения не касаются метода получения заготовки, то величиной затрат на основной материал можно пренебречь, т.к. ее значение не оказывает влияние на уровень отклонений в технологической себестоимости. Значения, входящих в технологическую себестоимость величин, без учета затрат на основной материал, представлены на рисунке 5.1.

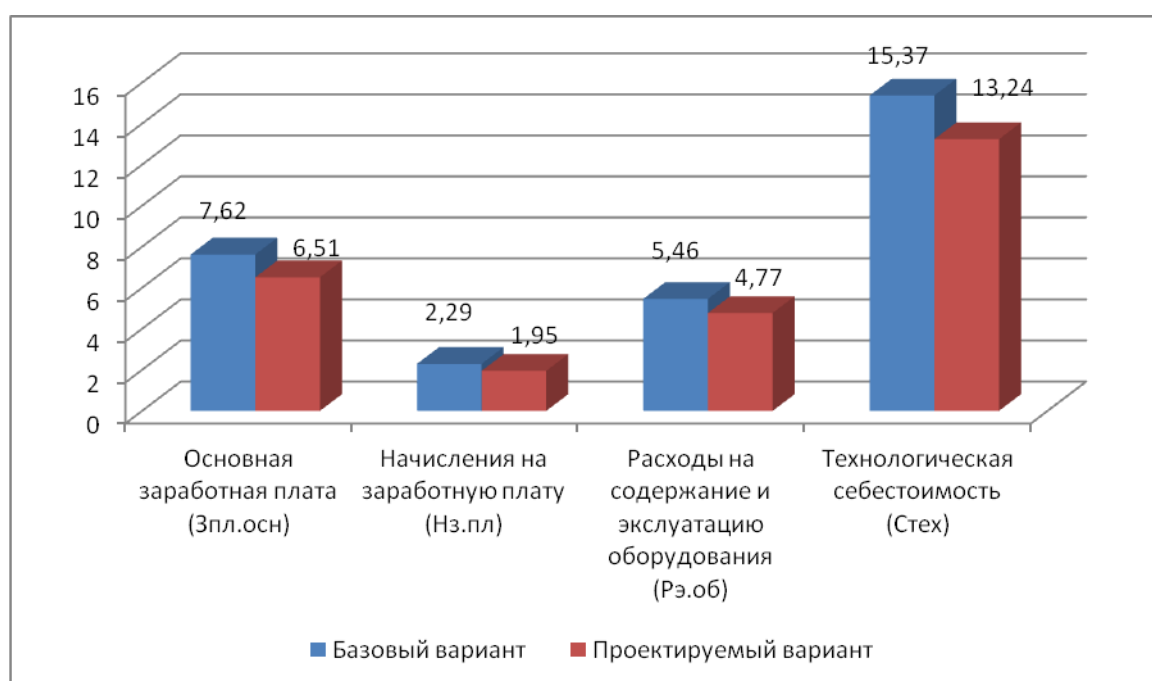


Рисунок 5.1 – Технологическая себестоимость детали «Шток», по изменяющимся операциям, и ее составные элементы, руб.

Анализируя представленные значения, можно сделать вывод о том, что по всем параметрам в проектируемом варианте произошло уменьшение, в среднем примерно на 13,9%. Эти изменения привели к снижению всей технологической себестоимости на 2,13 рублей, что составило 13,8%.

Знание величины технологической себестоимости, необходимо для определения величин:

- цеховой себестоимости;

- заводской или производственной себестоимости;
- полной себестоимости детали по сравниваемым операциям.

Для определения всех указанных величин используется «Калькуляция себестоимости обработки» [25], благодаря которой полная себестоимость ( $C_{полн}$ ) по базовому варианту составляет 43,25 рублей, а по проектируемому – 37,06 рублей. Полученные значения, также свидетельствуют о снижении рассчитываемых величин. Разница между сравниваемыми вариантами составляет 6,19 рублей с единицы изделия или 14,3%. Однако при сравнении изменений величин технологической и полной себестоимости, изменение последней увеличилось, это может быть связано с тем, что на определенном этапе произошло уменьшение управленческих расходов.

Далее, учитывая методику «Расчет показателей экономической эффективности проектируемого варианта» [25], рассчитаем ряд основополагающих экономических параметров, таких как:

- чистая прибыль ( $P_{чист}$ ), которая составит 29712 рублей;
- срок окупаемости ( $T_{ок}$ ), который составит 3 года;
- чистый дисконтируемый доход ( $ЧДД$ ), величина которого равна 10430,8 рублей.

Последний из представленных параметров, позволяет сделать окончательное заключение об экономической целесообразности проектируемого варианта технологического процесса. Если  $ЧДД > 0$ , то проект считается эффективным и его рекомендуется внедрять, если  $ЧДД < 0$ , то проект не эффективен и деньги рекомендуют вкладывать в банк. Предложенные совершенствования технологического процесса изготовления детали «Шток» позволяют получить положительную величину чистого дисконтируемого дохода, что делает его экономически эффективным, поэтому после вложения денежных средств в совершенствование технологического процесса, предприятие получит прибыль в размере 1,18 рублей на каждый вложенный рубль.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основная цель, которую необходимо было достигнуть в ходе выполнения работы, была сформулирована как разработка технологии изготовления штока пневмотисков, обеспечивающей его эксплуатационные характеристики для всего объема выпуска изделий, при условии обеспечения наилучших экономических показателей. Достижение этой цели обеспечило решение следующих задач:

- 1) спроектирована заготовка на основе определения маршрутов обработки поверхностей, расчета режимов резания и исходных параметров,
- 2) спроектирован план изготовления детали на основе типового маршрута обработки детали с определением средств оснащения и схем базирования,
- 3) спроектированы технологические операции с проведением определения режимов обработки и технологического нормирования,
- 4) проведена модернизация технически несовершенных операций путем проектирования специальных средств оснащения,
- 5) определены показатели безопасности техпроцесса,
- 6) определены экономические показатели.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Горохов, В.А. Материалы и их технологии: учеб. для студентов вузов. В 2 ч. Ч. 1 / В.А. Горохов, Н.В. Беляков, А.Г. Схиртладзе ; под ред. В.А. Горохова. - Гриф УМО. – Москва. : ИНФРА-М, 2016. - 588 с.
2. Основы технологии машиностроения: учебник / В.В. Клепиков [и др.]. – Москва. : ИНФРА-М, 2017. - 295 с. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/545566> (дата обращения: 02.05.2019).
3. Химический состав и физико-механические свойства стали 40 [Электронный ресурс]. – URL: <https://pellete.ru/stal/stal-40-soderzhanie-ugleroda.html> (дата обращения: 02.05.2019).
4. Скворцов, В.Ф. Основы технологии машиностроения: учеб. пособие / В.Ф. Скворцов. - 2-е изд. – Москва. : ИНФРА-М, 2016. - 330 с. [Электронный ресурс] – URL: <http://znanium.com/catalog/product/505001> (дата обращения: 06.05.2019).
5. Пухаренко, Ю.В. Механическая обработка конструкционных материалов: курсовое и диплом. проектирование: учеб. пособие / Ю.В. Пухаренко, В.А. Норин. - Санкт-Петербург. : Лань, 2018. - 240 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/99220> (дата обращения: 06.05.2019).
6. Константинов, И.Л. Технологияковки и горячей объемной штамповки: учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению 22.03.02 "Металлургия" / И.Л. Константинов. – Гриф УМО. – Москва. : ИНФРА-М, 2016. – 549 с.
7. Меринов, В.П. Технология изготовления деталей: курсовое проектирование по технологии машиностроения: учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по специальности "Технология машиностроения" направления подготовки "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в" / В.П. Меринов, А.М. Козлов, А.Г. Схиртладзе ; 4-е изд., перераб. и доп. - гриф МО. - Старый Оскол. : ТНТ, 2015. - 263 с.

8. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 1 / А.М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. – 5-е изд., испр. – Москва. : Машиностроение-1, 2003. – 910 с.

9. Зубарев, Ю.М. Методы получения заготовок в машиностроении и расчет припусков на их обработку: учеб. пособие / Ю.М. Зубарев. - Санкт-Петербург. : Лань, 2016. - 256 с. [Электронный ресурс] – URL: <https://e.lanbook.com/book/72581> (дата обращения: 16.05.2019).

10. Технология машиностроения: учебник / В.В. Клепиков [и др.]. – Москва. : ИНФРА-М, 2017. - 387 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/545572> (дата обращения: 16.05.2019).

11. Технология машиностроения: учеб. для студентов вузов, обуч. по направлению "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в" / Л.В. Лебедев [и др.]. - 2-е изд., перераб. и доп. ; гриф УМО. - Старый Оскол. : ТНТ, 2015. - 620 с.

12. Михайлов, А.В. Основы проектирования технологических процессов машиностроительных производств : учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в" / А.В. Михайлов, Д.А. Расторгуев, А.Г. Схиртладзе. - Гриф УМО. - Старый Оскол. : ТНТ, 2016. - 335 с.

13. Расторгуев, Д. А. Технологическая часть выпускной квалификационной работы машиностроительного направления: электронное учеб.-метод. пособие / Д.А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". – ТГУ. – Тольятти. : ТГУ, 2017. – 34 с. [Электронный ресурс] – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/6204> (дата обращения: 22.05.2019).

14. Седых, Л.В. Технология машиностроения: практикум / Л.В. Седых. – Москва. : МИСиС, 2015. - 73 с. [Электронный ресурс] – URL: <https://e.lanbook.com/book/69757> (дата обращения: 22.05.2019).

15. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 2 / А.М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. – 5-е изд., испр. – Москва.



: Машиностроение-1, 2003. – 941 с.

16. Мещерякова, В.Б. Металлорежущие станки с ЧПУ: учеб. пособие / В.Б. Мещерякова, В.С. Стародубов. – Москва. : ИНФРА-М, 2017. – 336 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/881108> (дата обращения: 26.05.2019).

17. Клепиков, В.В. Технологическая оснастка: станочные приспособления: учеб. пособие / В.В. Клепиков. – Москва. : ИНФРА-М, 2017. – 345 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/765631> (дата обращения: 26.05.2019).

18. Пелевин, В.Ф. Метрология и средства измерений: учеб. пособие / В.Ф. Пелевин. – Москва. : ИНФРА-М, 2017. - 273 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/774201> (дата обращения: 26.05.2019).

19. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 2 / А.М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. – 5-е изд., испр. – Москва. : Машиностроение-1, 2003. – 941 с.

20. Назначение рациональных режимов резания при механической обработке: учеб. пособие / В.М. Кишуоров [и др.]. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - Санкт-Петербург. : Лань, 2018. - 216 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/102222> (дата обращения: 28.05.2019).

21. Схиртладзе, А.Г. Станочные приспособления: учеб. пособие для вузов / А.Г. Схиртладзе, В.Ю. Новиков. - Гриф МО. – Москва. : Высш. шк., 2001. - 110 с.

22. Клименков, С.С. Обработывающий инструмент в машиностроении: учебник / С.С. Клименков. – Москва. : ИНФРА-М, 2013. - 459 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/435685> (дата обращения: 30.05.2019).

23. Инструментальные материалы: учеб. пособие / Г.А. Воробьева [и др.]. - Санкт-Петербург. : Политехника, 2016. - 267 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/563295> (дата обращения: 30.05.2019).

24. Горина, Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта» : электрон. учеб.-метод. пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. – Тольятти. : Изд-во ТГУ, 2018. – 41 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/8767> (дата обращения: 02.06.2019).

25. Краснопевцева, И.В. Экономика и управление машиностроительным производством: электрон. учеб.-метод. пособие / И.В. Краснопевцева, Н.В. Зубкова. – Тольятти. : ТГУ, 2014. – 183 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/13> (дата обращения: 07.06.2019).

## **ПРИЛОЖЕНИЕ А**

### **Спецификации к сборочным чертежам**

Перв. примен.		Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
									Справ. №
						<u>Документация</u>			
		A1			19.БР.ОТМП.669.65.00.000СБ	Сборочный чертеж			
						<u>Детали</u>			
		A4	1		19.БР.ОТМП.669.65.00.001	Втулка	1		
		A4	2		19.БР.ОТМП.669.65.00.002	Втулка	1		
		A4	3		19.БР.ОТМП.669.65.00.003	Гидроцилиндр	1		
		A4	4		19.БР.ОТМП.669.65.00.004	Корпус гидроцилиндра	1		
		A4	5		19.БР.ОТМП.669.65.00.005	Корпус патрона	1		
		A4	6		19.БР.ОТМП.669.65.00.006	Крышка цилиндра	1		
		A4	7		19.БР.ОТМП.669.65.00.007	Ось	9		
		A4	8		19.БР.ОТМП.669.65.00.008	Поршень	1		
		A4	9		19.БР.ОТМП.669.65.00.009	Постоянный кулачок	3		
		A4	10		19.БР.ОТМП.669.65.00.010	Продка	3		
		A4	11		19.БР.ОТМП.669.65.00.011	Рычаг	1		
		A4	12		19.БР.ОТМП.669.65.00.012	Сменный кулачок	3		
		A4	13		19.БР.ОТМП.669.65.00.013	Шток	1		
						<u>Стандартные изделия</u>			
			14			Винт М8х25 ГОСТ 14475-80	8		
			15			Винт М8х30 ГОСТ 14475-80	6		
			16			Винт М14х120 ГОСТ 11738-84	3		
						<b>19.БР.ОТМП.669.65.00.000</b>			
		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
		Разрад.	Бывков				Лит.	Лист	Листов
		Пров.	Козлов					1	2
		Н.контр.	Егоров				ТГУ, ИМ, МСДд-14.33а		
		Утв.	Логинов				Формат А4		

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		17		Винт установочный ГОСТ Р 50384-92	3	
		18		Гайка М20 ГОСТ 15526-70	2	
		19		Демпфер ГОСТ 8754-79	2	
		20		Кольцо ОСТ 92-8969-78	1	
		21		Манжета ГОСТ 8752-79	3	
		22		Манжета ГОСТ 8752-79	3	
		23		Манжета ГОСТ 8752-79	2	
		24		Подшипник 904 ГОСТ 8338-75	2	
		25		Прокладка ГОСТ 14475-80	1	
		26		Шайба ГОСТ 11872-89	1	

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дцкл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

19.БР.ОТМП.669.65.00.000

Лист  
2

Перв. примен.		Справ. №		Подп. и дата		Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Подп. и дата	
Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание					
				<u>Документация</u>							
A1			19.БР.ОТМП.669.70.00.000СБ	Сборочный чертеж							
				<u>Детали</u>							
A4	1		19.БР.ОТМП.669.70.00.001	Винт специальный	1						
A4	2		19.БР.ОТМП.669.70.00.002	Державка	1						
A4	3		19.БР.ОТМП.669.70.00.003	Рычаг	1						
				<u>Стандартные изделия</u>							
	4			Опорная пластина ГОСТ 19086-80	1						
	5			Режущая пластина ГОСТ 19086-80	1						
			19.БР.ОТМП.669.70.00.000								
Изм. / лист		№ докум.		Подп.		Дата					
Разрад.		Быков									
Пров.		Козлов									
Н.контр.		Егоров									
Утв.		Логинов									
Инв. № подл.				<b>Резец токарный сборный</b>				Лист		Листов	
										1	
								ТГУ, ИМ, гр. МСБД-14.33а			
								Формат А4			

## **ПРИЛОЖЕНИЕ Б**

### **Маршрутные карты**

Дил.														
Взам.														
Подп.														

# ТГУ Кафедра ОТМП

## Шток

№01 Сталь 40 ГОСТ 1050-84

№02	Код	12	ЕВ	166	МД	118к2	ЕН	1	Н. расх.	КИМ	0,8	Код заготовки	32	Профиль и размеры			КД	МЗ
														φ33x197	1	143к2		

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции		СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тлоз	Тшт
					Код, наименование абразивования												

XX XX XX 000 Заготовительная

381765 Фрезерно-отрезной 8А631

XX XX XX 005 4269 Центробально-подрезная

381631 Центробально-подрезной МР-71М 3, 17845 312 1Р 1 1 1200 1 1,1

Подрезать торцы: пов. 1, 8 в размер 190<sup>+0,40</sup>, сверлить отверстия: пов. 20, 21 в размер φ4<sup>+0,045</sup>

396131 Тиски машинные специальные; 391801 Фреза торцовая ГОСТ 1695-80 ВК8; 3961267 Сверло

центробочное ГОСТ 14952-80 Р6М5; 393311 Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 160-80; 393141 Калибр.

XX XX XX 010 4110 Токарная

381101 Токарный 16К20Ф3

Точить последовательно поверхности поверхности и торцы пов. 2, 3, 17, 18 φ24,6<sub>0,25</sub>; φ28,3<sub>0,25</sub>; 125,9<sup>+0,4</sup>; 174,36<sup>+0,4</sup>

396171 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-73; 392101 Резец контурный ГОСТ 18879-73 Т5К10;

393311 Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 160-80.

МК



А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Гроз	Тшт	Обозначение документа		
																	Код, наименование обработки	Код, наименование документа	
А 19	XX XX XX	015	4110	Токарная															
Б 20	381101	Токарный	16К20		3	18217	312	1Р	1	1	1	1	1200	1					0,27
0 21	Точить пов. 9 в размер $\phi 31,935_{0,25}$ .																		
Т 22	396171 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-73; 392101 Резец проходной ГОСТ 10043-83 Т5К10;																		
Т 23	393311 Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 160-80.																		
24																			
А 25	XX XX XX	020	4110	Токарная															
Б 26	381101	Токарный	16К20Ф3		3	18217	312	1Р	1	1	1	1	1200	1					0,83
0 27	Точить прследовательно поверхности и торцы пов. 2, 3, 4, 6, 14, 17, 18 М24х15; $\phi 27,68_{0,081}$ ; $125_{0,12}^{+0,12}$ ;																		
0 28	173,46																		
Т 29	396171 Патрон поводковый ГОСТ 2571-71; 392101 Резец контурный ГОСТ 18879-73 Т30К4; 392101 Резец																		
Т 30	канавочный ОСТ 2.И10.1-83 Т5К10; 392101 Резец резьбовой ОСТ 2.И10.1-83.																		
Т 31	393410 Микрометр МК-50 ГОСТ 6507-78.																		
32																			
А 33	XX XX XX	025	4110	Токарная															
Б 34	381101	Токарный	16К20		3	18217	312	1Р	1	1	1	1	1200	1					0,49
0 35	Точить пов. 9 в размер $\phi 31,249_{0,1}$ .																		
Т 36	396171 Патрон поводковый ГОСТ 2571-71; 392101 Резец контурный ГОСТ 18879-73 Т30К4; 392101 Резец																		
Т 37	канавочный ОСТ 2.И10.1-83 Т5К10; 392101 Резец резьбовой ОСТ 2.И10.1-83.																		
Т 38	393410 Микрометр МК-50 ГОСТ 6507-78.																		
39																			
А 40	XX XX XX	030	4262	Фрезерная															
Б 41	381631	Шпаночно-фрезерный	692М		3	18632	312	1Р	1	1	1	1	1200	1					0,21
МК																			

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа									
						СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тшт
Б	Код, наименование обработки														
0.69	Фрезеровать поверхности 7, 10, 11 в размер 16 <sup>+0,04</sup>					20 <sup>+0,021</sup>									
Т 70	396131 Приспособление специальное: Фреза концевая ГОСТ 8237-85 Р6М5;														
Т 71	393311 Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 160-80; 393400 Калибр.														
72															
А 73	XX XX XX 035 4262 Фрезерная														
Б 74	381631 Горизонтально-фрезерный 6Р80Г 3 18632 312 1Р 1 1 1 1200 1													0,15	
0.75	Фрезеровать поверхности 15, 16 в размер R10 <sup>+0,052</sup>					16 <sup>+0,043</sup>	18 <sup>+0,021</sup>								
Т 76	396131 Приспособление специальное: Фреза дисковая ГОСТ 6648-78 Р6М5;														
Т 77	393311 Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 160-80; 393400 Калибр.														
78															
А 79	XX XX XX 040 4262 Фрезерная														
Б 80	381631 Горизонтально-фрезерный 6Р80Г 3 18632 312 1Р 1 1 1 1200 1													0,3	
0.81	Фрезеровать поверхности 5, 19, 22, 23 в размер 11 <sup>+0,055</sup>					17 <sup>+0,055</sup>	14 <sup>+0,018</sup>								
Т 82	396131 Приспособление специальное: Фреза дисковая ГОСТ 6648-78 Р6М5;														
Т 83	393311 Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 160-80; 393400 Калибр.														
84															
А 85	XX XX XX 045 Термическая														
86															
А 87	XX XX XX 050 4142 Центрошлифовальная														
Б 88	381317 Центрошлифовальный 3922 3 18873 312 1Р 1 1 1 1200 1													0,31	
0.89	Шлифовать поверхности: пов. 20, 21 в размер $\phi 4$ <sup>+0,011</sup>														
Т 90	396131 Тиски самоцентрирующие ГОСТ12195-66; 397120 Круг шлифовальный АГК ГОСТ2447-82;														
Т 91	393120 Калибры.														
МК															





**ПРИЛОЖЕНИЕ В**  
**Операционные карты**

Дубл.							
Взам.							
Подп.							

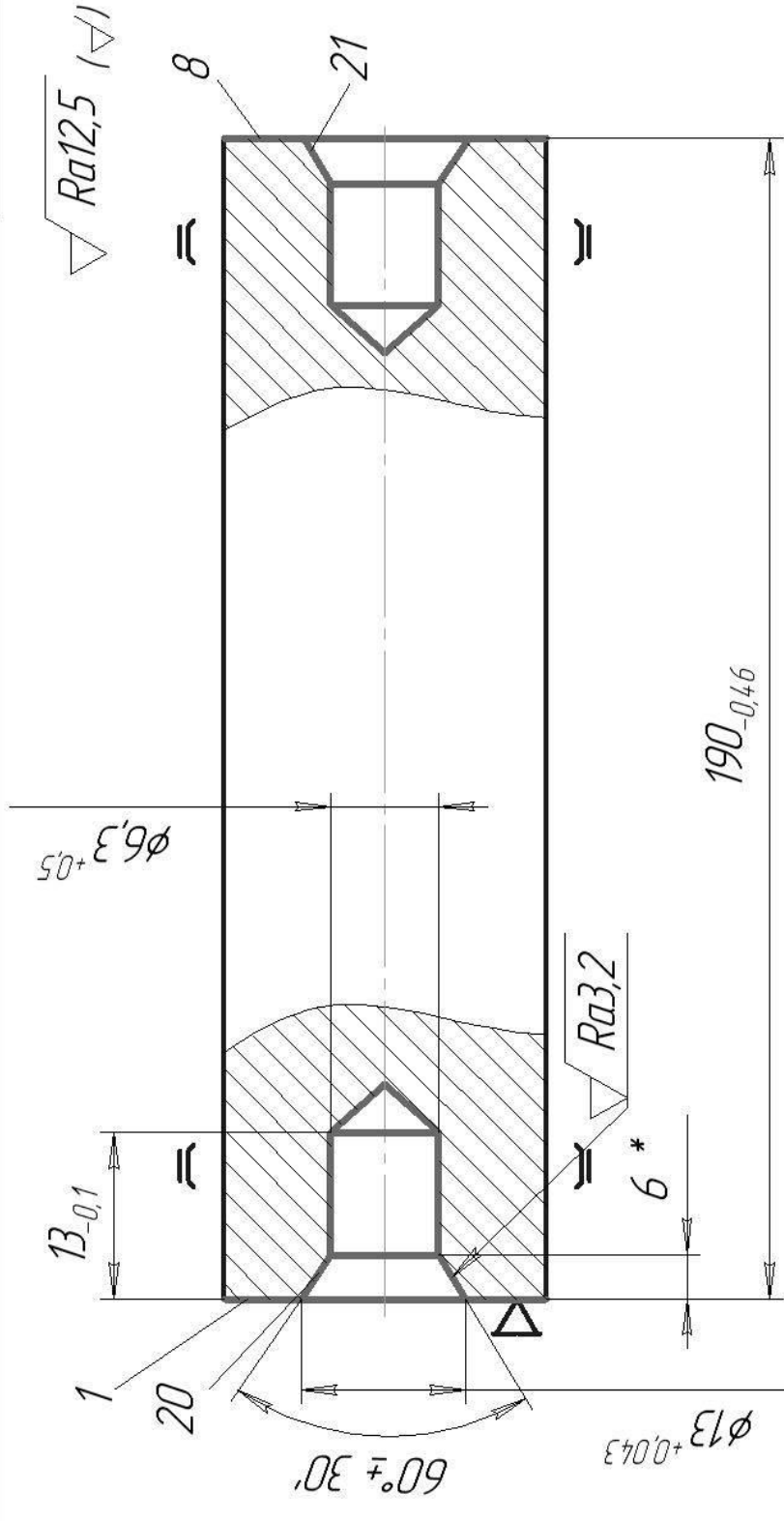
Разработ.							
Проверил							
Нач.пр.							
Выпол.							
Контрол.							
Эксперт							

ТГУ,  
Кафедра ОТМП

Шток

БР

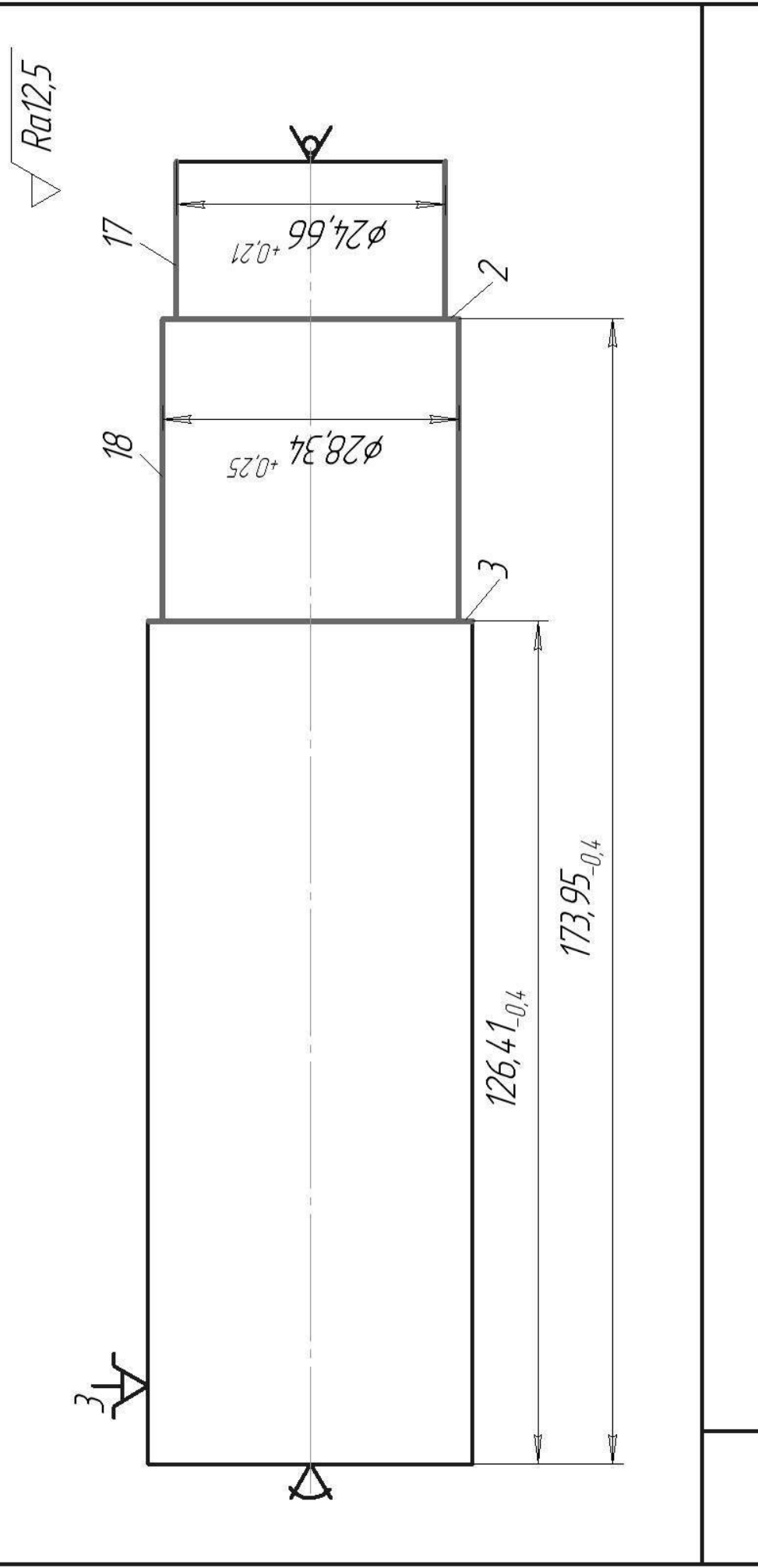
005





Ділл.										
Взам.										
Підп.										

Розроб.	Бькоб	ТГУ	Штак	БР	010
Проверил	Козлоб	Кафедра ОТМП			
Н.контр.	Егороб				





Дцл.												
Взам.												
Подп.												
Разработ.												
Проверил												
Начитр.												
Наименование операции	Штак				Твердость	EB	MD	Профиль и размеры				
Токарная					НВ 180	166	118к2	φ33x197				
Оборудование, устройство ЧПУ	Обозначение программы				To	Tb	Tnз	Tшп	СОЖ			
					0,12			0,18	Укрынал-1			
	16K20Ф3				D или B		L	+	+	n	+	v
01	1. Установить заготовку											
T 02	396171 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-73; 392101 Резец контурный ГОСТ 18879-73 T5K10											
O 03	2. Точить последовательно поверхности и торцы: 2 3 17 18 выдерживая размеры согласно эскиза.											
P 04	1 2,19 0,32 1900 161											
T 05	3. Открепить, снять деталь с приспособления, уложить на тележку.											
06												
07												
08												
09												
10												

Дудл.																			
Взам.																			
Подл.																			

Разраб.	Бьяков						ПГУ, Кафедра ОТМП													
Проверил	Козлов									БР										060
Н.контр.	Егорова						Шток													

▽ Ra3,2

○	0,03	A
---	------	---

