

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 штока привода зажима

|              |                                                                                                                                   |                             |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| Обучающийся  | <u>Р.А. Трегубов</u><br>(Инициалы Фамилия)                                                                                        | <u></u><br>(личная подпись) |
| Руководитель | <u>канд. техн. наук, доцент Д.А. Расторгуев</u><br>(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)  | <u></u>                     |
| Консультанты | <u>канд. экон. наук, доцент Е.Г. Смышляева</u><br>(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)   | <u></u>                     |
|              | <u>канд. физ.-мат. наук, доцент Д.А. Романов</u><br>(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия) | <u></u>                     |

Тольятти 2024

## Аннотация

Работа направлена на совершенствование типового технологического процесса изготовления штока привода зажима. Разработка технологии изготовления этой детали из стали 45 включает анализ исходных данных, где с учетом назначения штока в приспособлении, особенностей условий его эксплуатации обеспечено соответствие технических требований этим условиям. Анализ технологичности выявил особенности конструкции штока, которые приводят к дополнительным затратам на инструмент. Определен тип производства для 15000 деталей в год – среднесерийный. С учетом этого после сравнения вариантов выбран прокат. Критерием выбора заготовки является обеспечение минимальных затрат на изготовление. Определены требования к точности и качеству проката. Выбраны переходы для каждой поверхности. С учетом анализа типового технологического процесса решено выбрать станки с ЧПУ для повышения концентрации переходов. Это позволит снизить штучное время и повысить точность за счет сокращения переустановок. Выбор технологических баз обеспечивает снижение технологических допусков путем совмещения технологических и измерительных баз. Разработка технологического маршрута базируется на типовом процессе и отличается от него сокращением операций за счет выбора параллельно-последовательной обработки на первом этапе технологического процесса. Выбор методов обработки определяется конфигурацией заготовки и выбранными станками, а также требованиями к точности и качеству поверхностей штока. Проектирование станочного приспособления и инструмента на лимитирующую операцию дает возможность получить экономический эффект. Затраты на эти переходы определяют технологическую стоимость, определенную в последнем разделе. Она снижается в связи с повышением производительности за счет применения сборной конструкции инструмента. Обеспечена охрана труда.

## Содержание

|                                                            |    |
|------------------------------------------------------------|----|
| Введение.....                                              | 4  |
| 1 Анализ исходных данных.....                              | 6  |
| 1.1 Служебное назначение и условия работы детали.....      | 6  |
| 1.2 Классификация поверхностей.....                        | 6  |
| 1.3 Анализ технологичности детали .....                    | 7  |
| 2 Технологическая часть работы .....                       | 10 |
| 2.1 Выбор типа производства.....                           | 10 |
| 2.2 Выбор метода получения заготовки.....                  | 11 |
| 2.3 Выбор методов обработки поверхностей .....             | 13 |
| 2.4 Выбор технологических баз.....                         | 14 |
| 2.5 Технологический маршрут.....                           | 14 |
| 2.6 Расчет припусков .....                                 | 17 |
| 2.7 Выбор оснащения.....                                   | 18 |
| 2.8 Проектирование технологических операций .....          | 20 |
| 3 Расчет и проектирования технологического оснащения ..... | 25 |
| 3.1 Сбор исходных данных .....                             | 25 |
| 3.2 Расчет усилия зажима .....                             | 26 |
| 3.3 Расчет зажимного механизма.....                        | 27 |
| 3.4 Расчет на точность .....                               | 28 |
| 3.6 Описание приспособления .....                          | 28 |
| 3.7 Расчет и проектирование режущего инструмента.....      | 30 |
| 4 Безопасность труда .....                                 | 32 |
| 5 Экономическая эффективность работы .....                 | 37 |
| Заключение .....                                           | 41 |
| Список использованных источников .....                     | 42 |
| Приложение А Технологические карты .....                   | 46 |
| Приложение Б Спецификация приспособления .....             | 50 |
| Приложение В Спецификация инструмента .....                | 52 |

## Введение

Технологическая операция включает в себя три последовательных этапа. Первый этап заключается в размерной наладке станка при условии обеспечения точности на настроенном оборудовании. Также на этом этапе выставляются режимы резания на коробке скоростей и подач.

Второй этап связан с базированием и закреплением заготовки в станочном приспособлении станка. В зависимости от точности и надежности закрепления находится эффективность выполнения технологической операции. Смещения заготовки будут приводить к потере точности на переходе, снижению качества обработанной поверхности из-за возможных вибраций. В крайнем случае, это может привести к вырыванию заготовки под действием силы резания. Поэтому правильно разработанная схема базирования и корректная реализация этой схемы за счет выбора станочного приспособления являются одним из ответственных этапов проектирования технологического процесса.

Третьим этапом является собственно процесс обработки, в ходе которого обеспечиваются необходимые показатели по точности размеров, расположению. Станочные приспособления, которые позиционируют заготовку при выполнении обработки, должны отличаться высокой точностью изготовления и сборки, повышенной жесткостью и вибрационной устойчивостью, надежностью и быстротой работы. Последние два пункта достигается во многом использованием механизированных приводов зажима. Исключение влияния субъективного фактора в виде ручного привода зажима повышает стабильность получаемых показателей обработки.

Указанная совокупность эксплуатационных показателей приспособления во многом зависит от базовой детали приспособления, к которым относится его корпус. Он является базирующим для всех узлов и

деталей механизма. Его жесткость и точность направляющих поверхностей определяет точность базирования и закрепления заготовки.

Собственно деталью, которая приводит в движение фиксирующие механизмы приспособления, является шток. Поэтому при выполнении технологического процесса изготовления штока также необходимо обеспечить комплекс технических требований, определяющих взаимную ориентацию поверхностей, выполняющих функции базирующих элементов детали. Это достигается за счет их совместной обработке на одном станке без переустановки заготовки. Данного эффекта можно достигнуть использованием современных автоматизированных многоцелевых станков. Их применение обеспечит концентрацию технологических переходов, а самое главное - за счет отсутствия дополнительных смещений заготовки при переустановке точность относительного расположения всех обработанных на установке поверхностей. Погрешность ориентации этих поверхностей будет определяться не точностью станка, которая в случае станка с ЧПУ может составлять не более 5 микрон.

Целью работы является проектирование технологического процесса изготовления штока привода зажима в условиях серийного производства. Критерием эффективности спроектированного процесса являются более высокие экономические показатели по сравнению с базовой технологией. Это достигается путем совершенствования технологического процесса изготовления штока привода зажима изменением конструкции применяемой оснастки.

## **1 Анализ исходных данных**

### **1.1 Служебное назначение и условия работы детали**

Шток привода зажима является ответственной деталью станочного зажимного приспособления. Он предназначен для передачи осевого усилия на вращающееся зубчатое колесо. При повороте этого колеса происходит зажим или разжим заготовки, так как оно взаимодействует с поворотным рычагом, который фиксирует заготовку на корпусе приспособления.

Станочное приспособление, в конструкцию которого входит шток, использует пневматический привод зажима. Шток передает осевое усилие от поршня, который установлен на его базовой шейке по посадке с натягом. Дополнительно поршень фиксируется зажимной гайкой.

Вытянутая, протяженная направляющая цилиндрическая часть штока перемещается по направляющему отверстию корпуса приспособления. В рабочей зоне оно зацепляется с зубчатыми элементами приводного колеса в реверсивном движении.

Шток работает в условиях динамических знакопеременных нагрузок. Так как движение реверсивное, возможно соударение зубьев рейки с зубьями зубчатого колеса при переключении направления движения. Работает в условиях с действия смазочных средств.

### **1.2 Классификация поверхностей**

Для обеспечения эксплуатационных свойств на высоком уровне необходимо обоснованно назначить технические требования на каждый конструктивный элемент (рисунок 1) штока с учетом его назначения и условий работы. Основной конструкторской базой, которая определяет положение штока в корпусе, является направляющая цилиндрическая часть

5, а также посадочная шейка и опорный торец под поршень 2 и 6. Эти две цилиндрические поверхности должны быть связаны между собой допуском по отклонению от соосности.

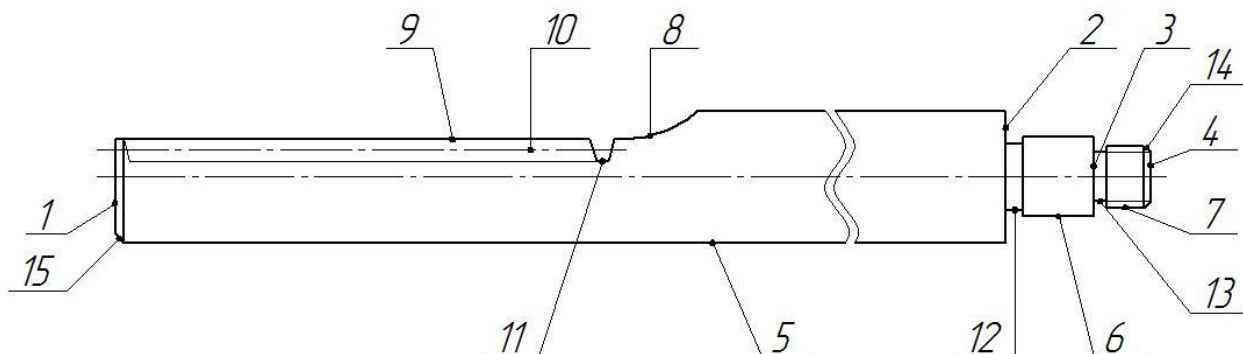


Рисунок 1 - Эскиз штока привода зажима

Для строго перпендикулярного положения поршня необходимо обеспечить требования по положению торца относительно прилегающей шейке. Исполнительными поверхностями являются также поверхности под поршень, так как они передают исходное усилие, и зубчатая рейка, а точнее боковые стороны зубьев 10.

Вспомогательной конструкторской базой является только резьбовая поверхность 7. Остальные поверхности штока, включая наружную и внутреннюю поверхность зубьев рейки, относятся к свободным.

Материалом штока выбрана сталь 45. При условии проведения термообработки в виде закалки будет обеспечена соответствующая твердость для трущихся поверхностей.

### 1.3 Анализ технологичности детали

«Химический состав стали 45 по ГОСТ 1082-74 состав определен следующий 0,42...0,46 %C; 0,5...0,8%Mn; 0,17-0,37%Si; 0,25%Cr; 0,04%S; 0,035%P; 0,25%Cu; 0,25%Ni; 0,08%As» [12].

Для исходной заготовки твёрдость не выше 220 НВ. Предел прочности 630 МПа. Если проводить закалку, то твердость доходит до 40 HRC.

По конфигурации вал-шток мало ступенчатый. На большей протяженности детали он имеет цилиндрическую форму. На первой трети длины этой цилиндрической поверхности выполнена плоскость с зубчатыми элементами. Они имеют модуль 2 и количество зубьев 14. Точность зубчатой поверхности - 8.

По эксплуатационным показателям деталь работает в условиях не высоких скоростей, поэтому высокую точность задавать нецелесообразно. Посадочная шейка под поршень имеет показатель точности квалитет 6 и шероховатость 0,63 мкм.

Для обеспечения надежности посадка предусматривается с натягом. На чертеже заходная фаска на эту шейку отсутствует. На измененном чертеже детали данный конструктивный элемент предусматривается.

Резьбовая поверхность M14 выполняются по 4 классу точности резьбы и шероховатости 1,25 мкм. На детали есть комплекс допусков расположения, связывающих точные цилиндрические поверхности. Так же назначены отклонения формы на направляющую длинную цилиндрическую часть.

По соотношению длины к диаметру деталь является маложесткой. Из-за наличия лыски она будет иметь переменную жесткость в поперечном сечении. Из-за этого необходимо обращать особое внимание на вопросы базирования штока на отделочных шлифовальных операциях, также как и соблюдать правильный порядок выбора технологических переходов.

Так как шейка штока имеет небольшую протяженность относительно общей длины целесообразно заготовку выполнять из проката. Для штамповки слишком незначительны выигрыш в материале и времени обработки при значительных затратах на изготовление прессового оснащения.

Заготовка устанавливается по типовой схеме при помощи центровых отверстий. Как уже сказано выше, шток маложесткий, поэтому обязательно использование дополнительных опор в виде люнетов.

Для обеспечения рациональной работы шлифовального инструмента предусматривается канавка под его выход.

Конструктивные элементы стандартизированные.

Материал общедоступный и имеет относительно высокие свойства по обрабатываемости резанием.

Из-за простой формы заготовки возможна автоматизация при загрузке и выгрузке заготовки на станках. Вопрос базирования будет возникать, если последовательно вести обработку лыски и зубьев на двух разных операциях, так как требуется высокая точность позиционирования по угловому расположению заготовки.

По параметрам обрабатываемости коэффициент  $K$  для твёрдосплавного инструмента равен 1 и такой же для быстрорежущей стали.

Протяжённость обрабатываемых поверхностей относительно невелика и определяется условиями компоновки приспособления.

С точки зрения всех показателей шток можно отнести к деталям с низкой технологичностью.

Вывод по разделу

В разделе проведен анализ исходных данных для штока, в котором были отмечены особенности его работы и технических требований, которые необходимо предъявлять на поверхности. Анализ технологичности показал, что деталь можно отнести к категории не технологичных.

## **2 Технологическая часть работы**

### **2.1 Выбор типа производства**

«Тип производства с учетом массы штока привода 2,37 кг. зажима по объему выпуска 15000 деталей в год является среднесерийным» [15].

Это значит, что производственный участок для обработки этой детали будет соответствовать типовому техпроцессу изготовления детали типа вал с зубатой поверхностью, так как форма организации в серийном производстве является переменнo-поточной. Это требует расстановки технологического оборудования в порядке выполнения технологического процесса изготовления деталей, для которых данный производственный участок предназначен.

«Оборудование универсальное, в основном с системами ЧПУ. Это необходимо для быстрой переналадки станков на обработку деталей другого типа. За счет концентрации переходов возможно сокращение не производственных затрат на транспортировку заготовок между операциями.

Оснащение, включая режущий инструмент, универсальное и стандартизированное» [16].

В конструкторском разделе будет рассмотрена возможность совершенствования инструмента для сокращения основного и штучного времени.

Методика расчета размеров, режимов и времени стандартная, выполняется в соответствии с методическими указаниями, стандартами и справочниками. Подходы в расчетах включают аналитический и табличный способы.

Обеспечение на производственном участке точности происходит размерной наладкой оборудования. Это соответствует автоматическому

достижению точности на настроенном оборудовании. Соответственно, требуется разработка технологической наладки.

Форма описания технологического процесса будет маршрутно-операционной, с подробным описанием лимитирующих и особо ответственных операций.

## 2.2 Выбор метода получения заготовки

Как уже было сказано в разделе 1, шток привода зажима можно получить из проката. Обоснуем этот вывод сравнением стоимости штамповки и проката.

«Критерием выбора является сравнение себестоимостей заготовок, которая считается по формуле:

$$S_{заг} = \left( \frac{C_i}{1000} \cdot Q_i \cdot k_T \cdot k_c \cdot k_B \cdot k_n \cdot k_M \right) - (Q_i - g) \cdot \frac{S_{отх}}{1000}, \quad (1)$$

где  $C_i$  - базовая стоимость 1 т заготовок, руб.;

$k_T, k_c, k_B, k_n, k_M$  - коэффициенты, зависящие от класса точности, группы сложности, массы, объема производства;

$Q$  – масса заготовки, кг;

$g$  - масса детали, кг;

$S_{отх}$  - цена 1 т отходов в руб.» [13].

Вычерчиваем контуры заготовок на рисунке 2.

Необходимо предусмотреть припуск на три или четыре перехода. С учетом двух кратных точения и шлифования примем стандартный размер прутка диаметром 35 мм [19].

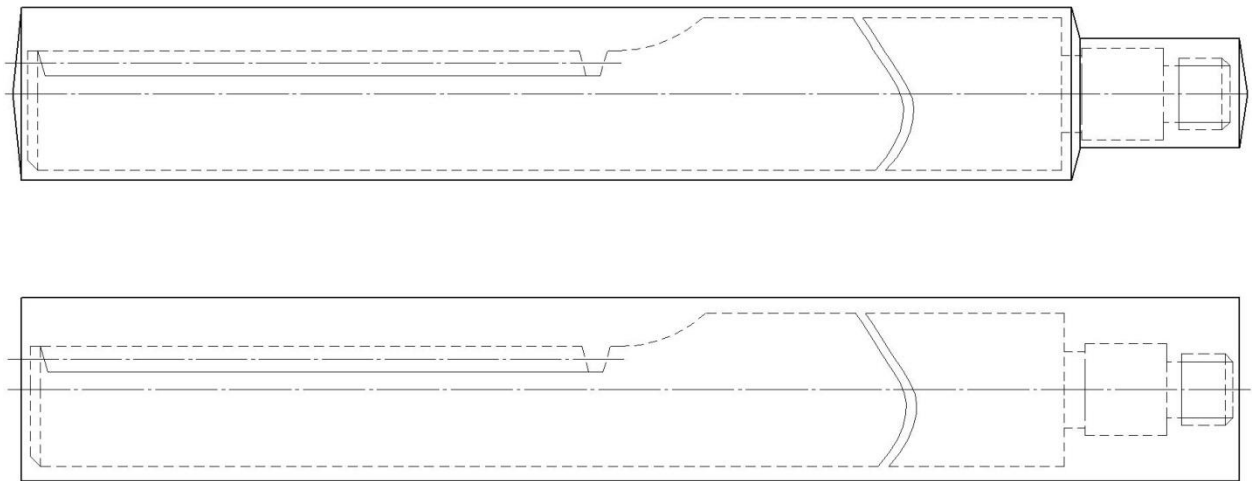


Рисунок 2 - Эскизы проката и штамповки

Точно можно найти массу проката, а для штамповки ее массу найдем по коэффициенту использования материала [9]

$$M_3 = \frac{M_{\partial}}{K_{\text{ИМ}}}, \quad (2)$$

где  $M_{\partial}$  - масса детали. кг,

$M_3$  – массам заготовки, кг.

Тогда для штамповки

$$M_{31} = \frac{M_{\partial}}{K_{\text{ИМ}}} = \frac{2,37}{0,8} = 2,83 \text{ кг.}$$

Подставив :

$$S_{\text{зар1}} = \left( \frac{900}{1000} \cdot 2,83 \cdot 1,05 \cdot 0,83 \cdot 0,93 \cdot 1,22 \cdot 1 \right) - (2,83 - 2,37) \cdot \frac{56,5}{1000} = 2,5 \text{ руб.}$$

$$S_{\text{зар2}} = \left( \frac{760}{1000} \cdot 3,1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,87 \cdot 1 \cdot 1 \right) - (3,1 - 2,37) \cdot \frac{56,5}{1000} = 2,01 \text{ руб.}$$

Как ожидалось, более выгодный способ получения заготовки штока – прокат.

## 2.3 Выбор методов обработки поверхностей

Заготовка штока привода зажима - прокат.

Группы обрабатываемых поверхностей: цилиндрические наружные и торцовые.

После заготовительной операции обработка ведется на токарном центре, обработка зубьев – на фрезерном центре.

Для обеспечения твердости необходимо использовать термообработку. После лезвийного этапа используем закалку с низким отпуском.

После термообработки выполняется шлифование как цилиндрической, так и зубчатой поверхностей.

В соответствии с [17] составляем таблицу методов обработки поверхностей детали (таблица 1).

Таблица 1 - Методы обработки

| Тип поверхности       | Квалитет точности | Шероховатость Ra, мкм | Переходы                                                               |
|-----------------------|-------------------|-----------------------|------------------------------------------------------------------------|
| Плоская крайняя       | 14                | 12,5                  | Фрезерование – Термообработка                                          |
| Плоская промежуточная | 14                | 12,5                  | Подрезка черновая - Подрезка чистовая – Термообработка                 |
| Плоская промежуточная | 9                 | 3,2                   | Подрезка черновая- Подрезка чистовая – Термообработка - Шлифование     |
| Цилиндрическая        | 9                 | 3,2                   | Точение чистовое и черновое — Термообработка – Шлифование однократное  |
| Цилиндрическая        | 6                 | 0,4                   | Точение чистовое и черновое — Термообработка – Шлифование двух кратное |
| Резьбовая             | 8                 | 1,25                  | Нарезание резцом - Термообработка – Шлифование резьбовое               |

Предусматривается моечная, контрольная операции.

## 2.4 Выбор технологических баз

Для базирования на токарной и шлифовальных операциях используем центровые отверстия, получаемые на первой операции. Для фрезерной используем наружную цилиндрическую поверхность.

Тип базирования для вала – двойная направляющая и опорная базы.

## 2.5 Технологический маршрут

Примем во внимание следующее. Для обработки лыски и зубьев необходимо для фиксации углового расположения обработать их на одном установе.

Весь маршрут сведен в таблицу 2.

Таблица 2 - Выбор технологического оборудования

| № операции | Название операции      | Содержание операции                                                                                                                                                                                                     | Оборудование                                      |
|------------|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| 1          | 2                      | 3                                                                                                                                                                                                                       | 4                                                 |
| 010        | Фрезерно-центровальная | Фрезерование торцев<br>Сверление центровых отверстий                                                                                                                                                                    | Фрезерно-центровальный полуавтомат МР71М          |
| 020        | Токарная               | Установ А Точение черновое<br>Установ Б Точение черновое<br>Точение чистовое\Установ В<br>Точение чистовое<br>Точение канавки под шлифовальный инструмент<br>Точение канавки под резьбовой инструмент<br>Точение резьбы | Токарный станок с наклонной станиной с ЧПУ ТСК630 |
| 030        | Фрезерная              | Фрезерование лыски<br>Фрезерование зубьев                                                                                                                                                                               | Горизонтальный обрабатывающий центр КМТ KHL 80    |
| 040        | Термообработка         | Закалка с отпуском                                                                                                                                                                                                      | Печь                                              |
| 050        | Центрошлифовальная     | Правка центров                                                                                                                                                                                                          | Центрошлифовальный станок 3922                    |

Продолжение таблицы 2

| 1   | 2                  | 3                                                              | 4                                     |
|-----|--------------------|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| 060 | Круглошлифовальная | Установ А Шлифование черновое<br>Установ Б Шлифование черновое | Торцекруглошлифовальный станок 3Б153Т |
| 070 | Круглошлифовальная | Полирование шеек                                               | Круглошлифовальный станок 3В151А      |
| 080 | Резьбошлифовальная | Шлифование резьбы                                              | Резьбошлифовальный станок 5К881       |
| 090 | Моечная            | Мойка детали                                                   | Моченая камерная машина               |
| 100 | Контрольная        | Контроль всех параметров                                       | Стенд                                 |

Токарный станок (рисунок 3) имеет наклонную станину [8]. Материал станины — полимерный композит НТ300. Конструктивное исполнение с рациональным расположением ребер жесткости при использовании роликовой направляющей с высокой точностью подачи, малым сопротивлением силам трению, обеспечивает высокую устойчивость к вибрации и деформации. Это дает возможность получить высокую точность обработки при высоких режимах резания. Используется люнет (рисунок 4).



Рисунок 3- Станок ТСК630

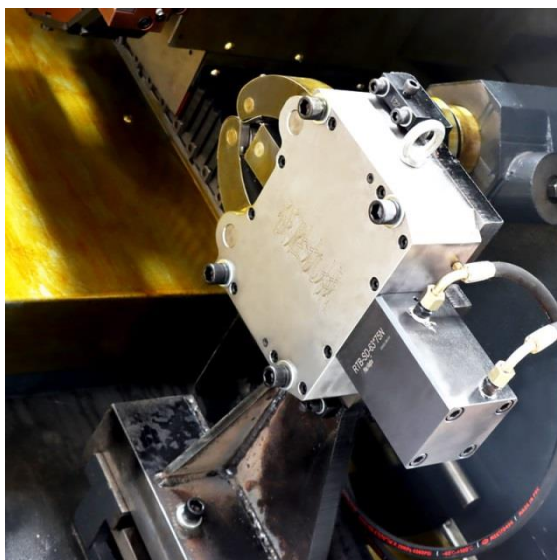


Рисунок 4 – Люнет для повышения жесткости

Горизонтальный обрабатывающий центр КМТ KHL 80 показан на рисунке 5.



Рисунок 5 – Фрезерный центр КМТ KHL 80

Он обеспечивает смену инструмента в автоматическом режиме [7]. Это дает возможность обработки плоскости и зубьев на одном установе.

## 2.6 Расчет припусков

Для назначения размеров и выбора глубины резания выберем диаметр 30к6.

«Минимальное значение припуска определяем по формуле:

$$Z_{i \min} = a_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}, \quad (3)$$

где все составляющие берем согласно» [12].

Согласно работе пробными ходами

$$z = Z_{i \min} + 0,5 \times (Td_{i-1} + Td_i). \quad (4)$$

«Определяем среднее значение припуска для каждого перехода по формуле» [14]

$$Z_{cpi} = (Z_{i \max} + Z_{i \min}) / 2. \quad (5)$$

Предельные и средние размеры:

$$d_{(i-1) \min} = d_{i \max} + 2Z_{i \min}, \quad (6)$$

$$d_{(i-1) \max} = d_{(i-1) \min} + Td_{i-1}. \quad (7)$$

$$d_{ic} = (d_{i \max} + d_{i \min}) / 2. \quad (8)$$

Для заготовки из проката принимаем ближайшее значение  $36^{+0,8}_{-1,2}$  мм [15].

## 2.7 Выбор оснащения

Выбор для переходов и оборудования зажимных приспособлений [6] показан в таблице 3.

Схемы базирования для выбранных приспособлений по операциям из таблицы 3 представлены на рисунках 6-8.

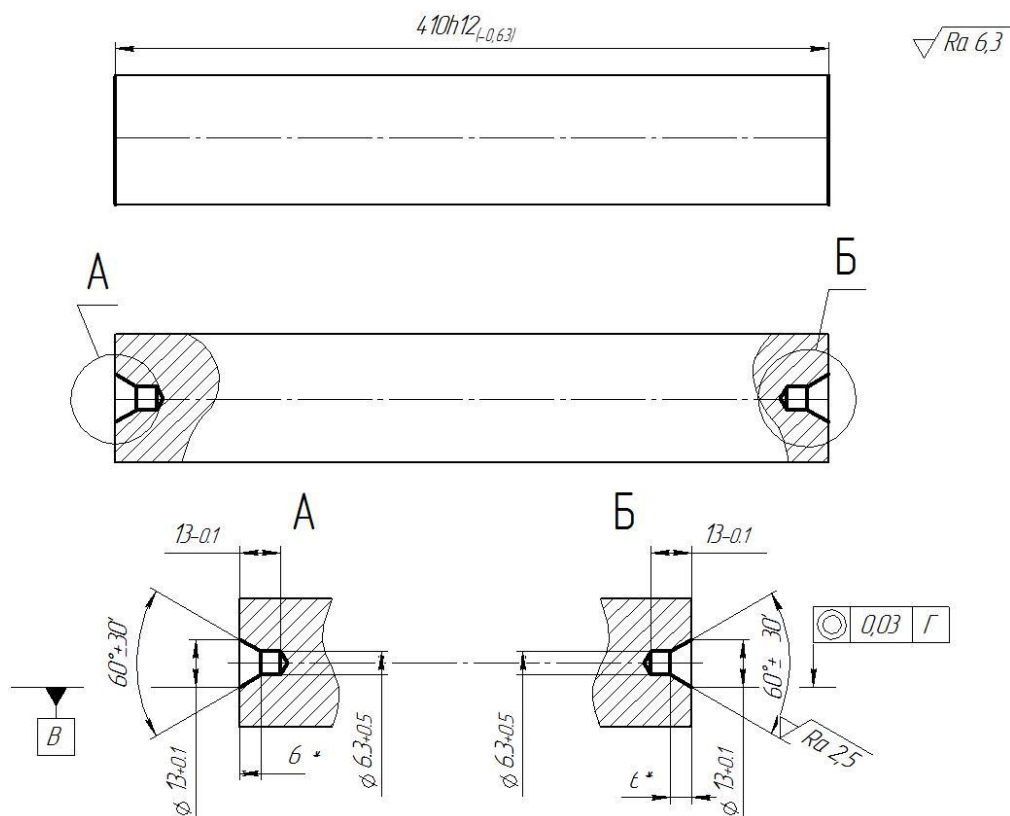


Рисунок 6 – Операционный эскиз к 010 фрезерно-центровальной операции

Таблица 3 – Выбор приспособлений

| № операции | Установочные элементы          | Зажимные элементы         | Типоразмер приспособления                         |
|------------|--------------------------------|---------------------------|---------------------------------------------------|
| 1          | 2                              | 3                         | 4                                                 |
| 10         | Упор - кронштейн, призмы       | Самоцентрирующиеся призмы | Тиски ГОСТ12195-66                                |
| 20         | Центр вращающийся ГОСТ-8742-75 | Кулачки, ролики           | Патрон трех кулачковый самоцентрирующийс я, тип 1 |

Продолжение таблицы 3

| 1  | 2                                          | 3                       | 4                             |
|----|--------------------------------------------|-------------------------|-------------------------------|
| 20 | -                                          | -                       | ГОСТ 2675-80;<br>люнет Rohm   |
| 30 | Призма установочная ГОСТ<br>12196-66, упор | Прихват ГОСТ<br>4734-57 | Наладочное<br>приспособление  |
| 50 | Центр опорный                              | Люнет                   | Приспособление<br>специальное |
| 60 | Центр жесткий ГОСТ 8742-75                 | Хомут                   | Патрон поводковый.            |
| 70 | Центр вращающийся ГОСТ<br>8742-75          | Хомут                   | Патрон поводковый.            |

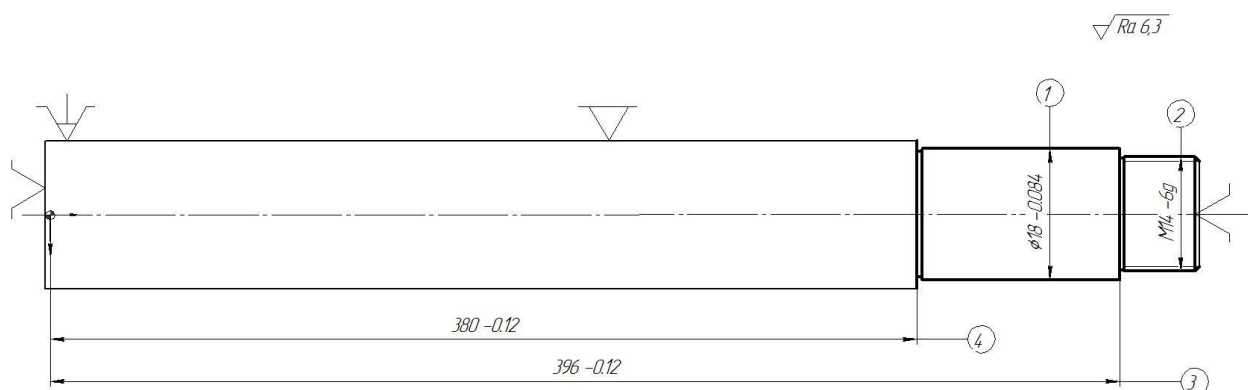


Рисунок 7 – Установка заготовки штока с люнетом

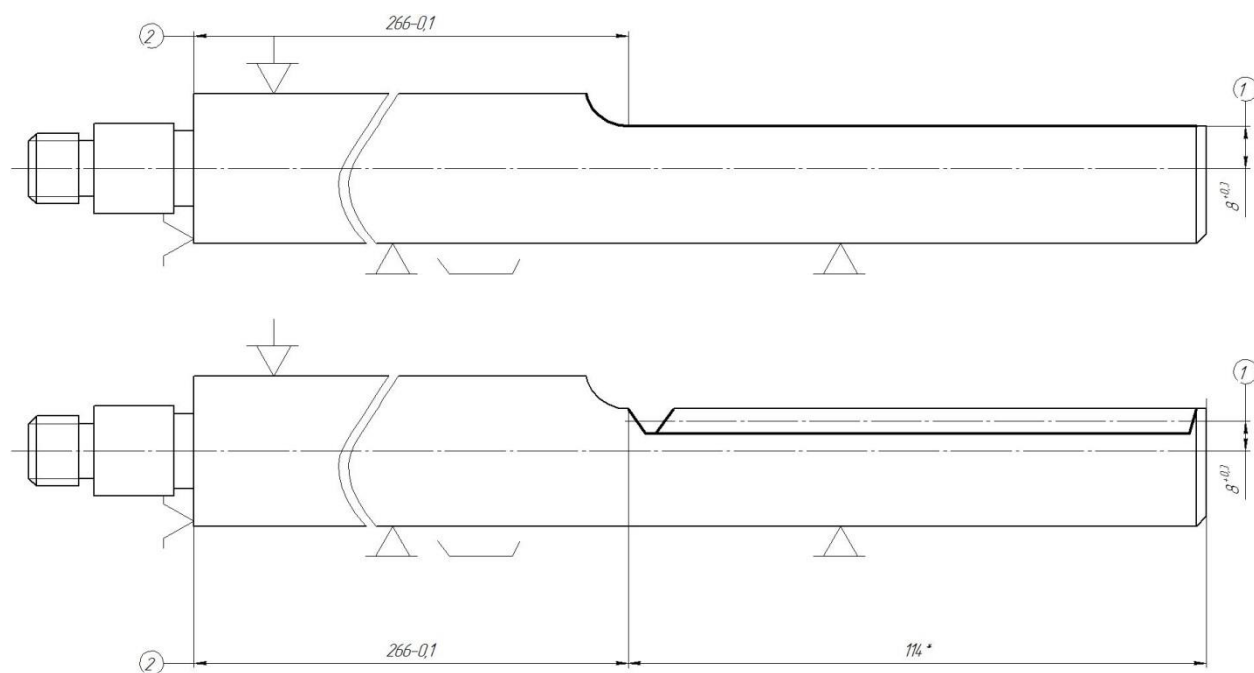


Рисунок 8 – Переходы на Ø30 фрезерной операции

Для торцевания используется фреза сборная насадная ВИ54.576.00.000-02 диаметром 125 мм, с числом зубьев 10 из быстрорежущей стали Р6М5 ТУ 2-035-757-80. Для сверления базовых отверстий центровочное сверло 2317-0005 с диаметром 2,5 мм Р6М5 ГОСТ 14952-75 [5].

Для точения используется резец контурный сборный PCLNL 2525M16 ТУ 2-035-892-82. Материал пластин для чернового перехода Т5К10, для чистового - Т15К6.

Для нарезания резьбы 2660-0003 Т15К6 ГОСТ 18885-73. Канавочный резец 035-2126-1191 Т14К8 ОСТ 2И10-7-84.

Фрезерование лыски периферией концевой фрезы 035-2234-0601 14, с числом зубьев 4 из сплава Т15К6 ТУ 2-035-782-80.

Для нарезания зубьев рейки используется модульная сборная фреза с пластинами Т15К6 диаметром 120 мм.

Правка центров при помощи конической алмазной шлифовальной головки АГКУ ГОСТ 2447-82.

Для отделочной обработки торца и шейки шлифовальный круг 3 450х63х203 24А F60-L 6 V 35м/с А 1кл. ГОСТ 2424-2008.

Средства измерения универсальные штангенциркуль ШЦ – 1 ГОСТ 160 – 80 и микрометр МК-50 ГОСТ 6507-78.

## **2.8 Проектирование технологических операций**

Схема переходов по обработке и подробнее представлены в технологическом маршруте в таблице 4 и на листе графической части.

«Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^{x_v} s^{y_v}} K_v, \quad (9)$$

где T-стойкость резца при одно инструментальной обработке T=60 мин» [16];

$$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{uv} K_{\varphi v}, \quad (10)$$

«где  $K_{Mv}$ - коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{nv}$ - коэффициент, учитывающий состояние поверхности;

$K_{uv}$ - коэффициент, учитывающий инструментальный материал;

$K_{\varphi v}$ - коэффициент, учитывающий влияние главного угла в плане» [16].

Для точения углеродистой стали в формулу подставим (8)  $C_v=350$ ,  $x_v=0.15$ ,  $y_v=0.35$ ,  $m=0.2$ . Тогда поправочный коэффициент по [4].

Скорость резания:

$$V_1 = \frac{350}{60^{0.2} \cdot 2^{0.15} \cdot 0.5^{0.35}} \cdot 0.36 = 63,8 \text{ м/мин.}$$

Частота вращения:

$$n = \frac{1000V}{\pi \cdot d} \quad (11)$$

Для размеров штока

$$n_1 = \frac{1000 \cdot 63.8}{3.14 \cdot 35} = 580 \text{ об/мин.}$$

Значения принимаются для установки на станке.

«Сила резания  $P_z$ :

$$P_z = C_p t^{x_p} s^{y_p} v^{n_p} K_p, \quad (12)$$

где  $v$  – скорость резания;

$K_p$  –коэффициент, зависящий от прочности обрабатываемого материала» [16].

Свойства материала учитываются через коэффициент  $K_{mp}$ . Общий коэффициент

$$K_P = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P}, \quad (13)$$

«где  $K_{mp}$ ,  $K_{\varphi p}$ ,  $K_{\gamma p}$  –коэффициенты, учитывающие влияние соответственно свойств материала, главного угла в плане и переднего угла» [11].

Итоговый результат на условия обработки

$$K_{MP} = \left( \frac{\sigma_s}{750} \right)^{n_P} = \left( \frac{530}{750} \right)^{0.75} = 0.77;$$

$$K_P = 0.77 \cdot 0.89 \cdot 1 = 0.69.$$

$$P_{z1,2} = 300 \cdot 2 \cdot 0.5^{0.75} \cdot 69.3^{-0.15} \cdot 0.69 = 130.4 \text{ Н}.$$

С учетом силы мощность резания составит 1,5 кВт, что существенно меньше мощности станка [3].

Для чистовой обработки, нарезания резьбы по токарным переходам, а также для фрезерования все режимы резания приведены в операционных картах таблицы А.2 приложения А.

«Определение операционного времени:

$$T_{шт} = T_o + T_v + T_{tex} + T_{орг} + T_{отд}, \quad (14)$$

где  $T_o$ -основное время, мин;

$T_v$ -вспомогательное время, мин;

$T_{tex}$ -время обслуживания, мин;

$T_{\text{орг}}$ -время организационного обслуживания, мин;

$T_{\text{отд}}$ -время на перерыв и отдых, мин» [14].

«Вспомогательное время:

$$T_{\text{в}} = T_{\text{ус}} + T_{\text{зо}} + T_{\text{уп}} + T_{\text{из}}, \quad (15)$$

где  $T_{\text{ус}}$  - время на установку и снятие детали, мин;

$T_{\text{зо}}$ – время на закрепление и открепление кронштейна, мин;

$T_{\text{уп}}$  – время на приемы управления, мин;

$T_{\text{из}}$  – время на измерение, мин» [18].

Основное время для 410 мм по черновой подаче 174 мм/мин будет с учетом повторных проходов на маленькой шейке 26 и 20 мм 2,6 мин. Чистовая подача 343 мм/мин и время 1,2 мин. Канавки по 0,03 мин. Резьба нарезается за 0,18 мин. Суммарно это составит 3,93 мин.

Сводное время по операциям в таблице 4.

Таблица 4 - Штучное время

| Операция | Операция               | $T_o$ | $T_{пз.}$ | $T_{шт.-к.}$ |
|----------|------------------------|-------|-----------|--------------|
| 10       | Фрезерно-центровальная | 0,25  | 30        | 2,3          |
| 20       | Токарная               | 3,93  | 20        | 6,23         |
| 30       | Фрезерная              | 12,5  | 40        | 16,7         |
| 40       | Центрошлифовальная     | 0,8   | 15        | 1,8          |
| 50       | Круглошлифовальная     | 2,6   | 40        | 4,5          |
| 60       | Круглошлифовальная     | 0,8   | 25        | 1,5          |
| 70       | Резьбошлифовальная     | 0,4   | 40        | 1,2          |

Для серийного производства и подготовительно-заключительного времени 20 мин [20] окончательно норма времени на операцию 6,23 мин.

По переходам приводятся параметры, необходимые для расчета основного времени и само время в приложении [2].

Добавляем вспомогательное время 1,89 мин и дополнительно обслуживания 0,2 мин и отдыха 0,15 мин. Общее штучное на токарной операции 6,17 мин.

Вывод по разделу

Выполнен выбор заготовки из проката, подобраны переходы на черновом и чистовом этапах техпроцесса, назначено оборудование и оснащение, выполнено проектирование лимитирующей фрезерной операции и токарной. Вся информация полностью показана в приложении А в таблицах А.1 и А.2.

### 3 Расчет и проектирования технологического оснащения

#### 3.1 Сбор исходных данных

На операции 030 фрезерной обрабатываются лыска и зубья модулем 2,5 мм, на фрезерном станке HL-80.

На фрезерной операции выполняется последовательно фрезерование лыски концевой фрезой и зубьев рейки модульной фрезой [21].

Вид и материал детали – после токарной обработки, сталь 45. Физико-механические свойства  $\sigma_B = 800 \text{ МПа}$ , HB 200-220.

Инструмент: фреза концевая диаметром 50 мм и фасонная модульная дисковая T15K6.

Режимы фрезерования (по расчету п. 2.8): переход 1 -  $S=0,4$  мм/об ( $S_Z=0,1$  мм/зуб);  $V = 54$  м/мин;  $t=2$  мм и переход 2 -  $S=0,6$  мм/об ( $S_Z=0,1$  мм/зуб);  $V = 67$  м/мин;  $t=4$  мм.

Тип приспособления – одноместное, универсальное (УНП) наладочное со сменными установочными и зажимными элементами. Схема установки для расчета сил зажима показана на рисунке 9.

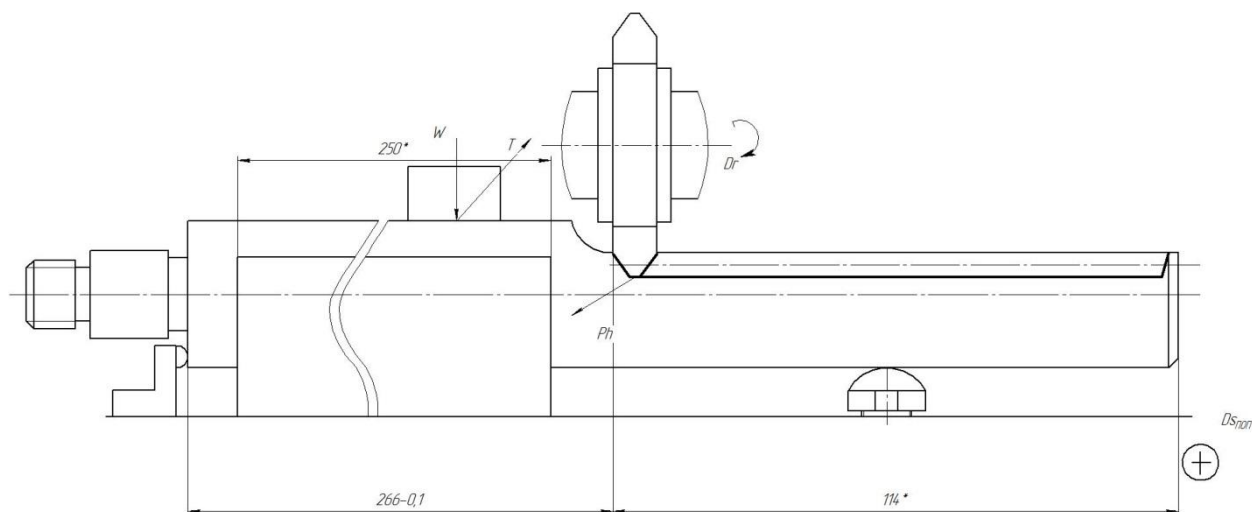


Рисунок 9 – схема сил резания и зажима для штока

### 3.2 Расчет усилия зажима

Величина окружной силы резания при фрезеровании рассчитывается по формуле [22]:

$$P_z = 10 \frac{C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^\omega} \cdot K_p \quad (16)$$

где  $C_p$ ,  $x$ ,  $y$ ,  $u$ ,  $q$ ,  $\omega$  – коэффициенты,  $C_p=12,5$ ;  $x=0,85$ ,  $y=0,75$ ,  $u=0,1$ ,  $\omega=-0,13$ ,  $q=0,73$  [табл. 39, 12];

$K_p$  – поправочный коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала,  $K_p=1,03$ .

Подставим найденные значения в формулу (15) и получим значения окружной силы резания при фрезеровании лыски:

$$P_z = 10 \frac{12,5 \cdot 2^{0,85} \cdot 0,1^{0,75} \cdot 32^{0,1} \cdot 4}{344^{-0,13} 50^{0,73}} \cdot 1,03 = 288 \text{ Н}.$$

Для зубьев

$$P_z = 10 \frac{47 \cdot 4^{0,86} \cdot 0,1^{0,72} \cdot 4^{0,1} \cdot 6}{60^{0,86}} \cdot 1,03 = 12 \text{ Н}.$$

Выбираем нагрузку для первого перехода. Крутящий момент на шпинделе при фрезеровании:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 1000} \quad (17)$$

Подставим ранее рассчитанные значения в формулу (16) и получим:

$$M_{кр} = \frac{288 \cdot 50}{2 \cdot 1000} = 7,2 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

### 3.3 Расчет зажимного механизма

Приспособление является механизированным и поэтому привод должен быть пневматическим или гидравлическим. Для определения параметров привода необходимо рассчитать усилие на штоке. Компоновка приспособления простая [23]. Заготовка устанавливается в призмы и сверху прижимается Г-образным прихватом. С учетом плеч рычагов можно принять коэффициент усиления зажима, полученное из расчета их отношений. Можно для обеспечения надежности работы приспособления учесть потери на трение в направляющих через коэффициент 0,9.

$$Q = Wl_1 / l_2 \eta, \quad (18)$$

где  $l_1, l_2$  - плечи рычага, соответственно 35 и 70 мм;

$\eta$  – потери механизма.

$$Q = \frac{288 \cdot 35}{70 \cdot 0,85} = 200 \text{ Н}.$$

С учетом коэффициента безопасности 2,5 принимаем необходимую силу зажима 500 Н.

При расчете принимаем сначала пневматический привод, так как он является общедоступным в цеховых условиях. Стандартное давление рабочей среды 0,4 МПа. Рассчитаем необходимый диаметр поршня, который равен:

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{Q}{P}} \quad (19)$$

где  $P$  – давление среды, МПа.

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{500}{0,4}} = 39 \text{ мм}.$$

Принимаем диаметр стандартным - 55 мм [24].

Чтобы обеспечить беспрепятственный съём-установку заготовки принимаем ход рычага 40 мм.

Для свободного доступа к установочным призмам прихват может в разжатом виде свободно поворачиваться вручную.

### **3.4 Расчет на точность**

Точность установки заготовки в данном приспособлении определяется по разному в двух направлениях.

В горизонтальном направлении из-за особенностей установки в призме погрешность будет равняться 0.

По высоте, из-за той же особенности, она равна половине допуска на размер с учетом угла призмы. Допуск на посадочные шейки штока равен 0,1 мм, что с учетом угла в  $90^\circ$  определяет погрешность базирования в 0,071 мм.

Для обеспечения необходимой точности обработка ведется последовательно концевой и дисковой модульными фрезами. В результате точность относительного положения сформированной плоскости и зубьев определяется погрешностью позиционирования станка, которая для данной модели равна 5 микронметров [25].

### **3.6 Описание приспособления**

Приспособление предназначено для установки заготовки штока на обрабатывающем фрезерном центре. Приспособление состоит из установочной плиты 1, на которой закрепляется удлиненная призма 8. Она крепится к установочной плите 1 при помощи стойки 9, которая точно фиксируется в направляющем пазу установочной плиты при помощи шпонки, зафиксированной винтом снизу стойки 9. Сама стойка и призма

крепятся при помощи штифтов 11 и винтов 12. Для поддержки выступающего конца заготовки штока используется дополнительная опора в виде стойки 18, на которой закрепляется плитка 7, которая крепится аналогичным способом, как и призмы, при помощи штифтов и винтов, и также точно размещается в направляющем пазу установочной плиты. Для упора в торец штока используется кронштейн 13, который по аналогичной схеме закрепляется на промежуточной стойке 18 штифтами и винтами. Для фиксации заготовки используется Г-образный прихват 6. Он устанавливается на опорной шпильке 5, которая зафиксирована гайкой на плите 1.

При помощи той же гайки производится фиксация при помощи пружины 26 с поджимом прихвата к сферическим шайбам 15 и 16. Выступающий конец прихвата 6 опирается на шток 2, который вкручивается и фиксируется в поршне 3. Сам поршень 3 перемещается внутри корпуса пневматического цилиндра 4, которой установлен и зафиксирован на крышке 10. Этот цилиндр закрепляется на установочной плите 1 при помощи винтов. Имеет внутри уплотнения для предохранения утечек рабочей среды.

Приспособление работает следующим образом. Заготовка штока устанавливается на призму. Заготовка сдвигается влево до упора 14. Происходит подача давления в нижнюю часть полости пневмоцилиндра. Поршень смещает шток 2 вверх. Происходит поворот прихвата 6 вокруг точки опоры в виде сферических шайб 15 и 16. Происходит фиксация заготовки. Для дополнительной жесткости свободный конец заготовки поджимается регулируемой опорой 17, которая подкручивается при необходимости до касания с заготовкой.

После обработки происходит раскрепление заготовки за счет подачи давления в верхнюю полость пневмоцилиндра. Прихват освобождает заготовку и ее снимают с призмы.

### 3.7 Расчет и проектирование режущего инструмента

Модульная фасонная фреза представляет себя сборный инструмент, который включает в себя корпус, зубья и механизм их крепления.

Инструмент обеспечивает высокую производительность за счет выбора материала зубьев в виде твердого сплава T15K6 с покрытием из нитрида титана (NiT).

Скорость резания возрастает до 90 м/мин, осевую подачу принимаем равной 1,2 мм/об. Время обработки сокращается до 5,05 мин. Штучное время будет равно 10,3 мин.

Механическое крепление обеспечивает быструю замену зубьев в случае их износа или поломки. Инструмент устанавливается на цилиндрическую оправку, которая фиксируется в инструментальном шпинделе обрабатывающего центра. Сама обработка происходит при последовательном перемещении инструмента вдоль профиля формируемого зуба.

Обработка осуществляется на каждом зубе за 3 прохода. Первые два черновых по противоположным кромкам зуба. Финишный проход по центру впадины.

Таких проходов по длине зубчатой поверхности штока будет произведено 14, что делает данный переход лимитирующим во всем технологическом процессе.

Использования предлагаемого инструмента вместо быстрорежущей цельного инструмента обеспечивает повышение стойкости и снижение затрат на обработку за счет сокращения времени выполнения данного технологического перехода.

В корпусе 1 в пазах установлены сменные режущие пластины 2. Они крепятся винтами 3 через отверстия. Для дополнительной жесткости сбоку

пластины подклинивают при помощи эксцентриковых винтов 4 рифлеными прижимами 5.

В комплексе эти особенности применения фрезы повышают точность и качество зацепления зубьев. Стойкость фрезы при этом возрастает в 2,2 раза.

За счет более равномерной структуры поверхностных слоев зубья, обработанные комбинированной фрезой, меньше деформируются при термической обработке.

Выводы по разделу

Спроектировано для лимитирующей операции станочное приспособление, которое предназначено для установки заготовки штока на обрабатывающем фрезерном центре.

Спроектирована фреза вместо быстрорежущей цельного инструмента, которая обеспечивает повышение стойкости и снижение затрат на обработку за счет сокращения времени выполнения фрезерного перехода.

#### 4 Безопасность труда

В разделе рассматривается комплекс мер по защите от вредных факторов по типовому технологическому процессу изготовления штока привода зажима, который реализуется на автоматизированных станках с ЧПУ. Особенностью технологического процесса является концентрация переходов на токарной операции по обработке наружного контура заготовки штока. На фрезерной операции происходит обработка зубчатой поверхности с подготовкой плоской поверхности под него. Группы обрабатываемых поверхностей: цилиндрические наружные и торцовые.

После заготовительной операции обработка ведется на фрезерно-центровальном полуавтомате, далее на токарном центре, обработка зубьев – на фрезерном центре.

Для обеспечения твердости используется термообработка- закалка с низким отпуском.

После термообработки выполняется шлифование и полирование цилиндрической поверхности, шлифование резьбовой поверхности.

Инструментами являются стандартные сборные токарные резцы. Для контурного обтачивания используется резец с ромбической пластиной T5K10 и T15K6, для обработки канавок два разных резца по форме канавок для выхода шлифовального и резьбонарезного инструмента.

На фрезерной операции используется концевая фреза большого размера для обработки лыски. Вторым инструментом является дисковый модульный инструмент - сборная фреза.

Закрепление заготовок осуществляется с использованием специализированных наладочных приспособлений.

После термообработки, которая происходит в специализированном цехе, заготовка штока обрабатывается на группе шлифовальных операций. На центрошлифовальной операции за два установа происходит правка центровых отверстий конической шлифовальной головкой при установке в

тисках. После этого на кругло- и резьбошлифовальных операциях происходит окончательная доводка цилиндрической и резьбовой поверхностей до требований чертежа.

Инструментами являются шлифовальные круги, структура которых выбрана в технологическом разделе. При обработке эти круги правятся алмазным инструментом.

Все технологические операции со снятием припуска ведутся с использованием универсальной синтетической СОЖ "Акрил Экол-3". Используется машинное масло для обслуживания поверхностей трения станочного оборудования. Ветошь используется для протирки, уборки грязи и стружки. Нейтральные чистящие средства используются для мойки. Они состоят из поверхностно-активных веществ и водорастворимых компонентов для обеспечения высокой моющей способности.

Опасные и вредные производственные факторы для данного технологического процесса определяются условиями работы на выбранных металлорежущих станках.

На участке, где осуществляется изготовление штока, проводятся несколько ключевых технологических операций, каждая из которых требует не только высокой квалификации работников, но и строгого соблюдения правил охраны труда. Первой из этих операций является токарная обработка, в ходе которой заготовке штока придается окончательная конструктивная геометрия. Эта работа предполагает использование токарного станка ТСК630, который генерирует значительный уровень шума. Такой шум на производстве может оказывать негативное воздействие на слух работников, делая использование защитных наушников или берушей обязательной мерой.

Следующей операцией является фрезерная обработка. В процессе данной операции на заготовку воздействуют фрезерный инструмент, позволяя получить деталь с зубчатой поверхностью сложной формы и точными размерами. При этом возникает значительное количество

металлической пыли и микрочастиц, которые могут раздражающе влиять на дыхательные пути и зрение работников. Поэтому использование масок и очков здесь крайне важно для защиты органов дыхания и глаз. Для очистки воздуха система подачи и циркуляции воздуха должна быть оборудована фильтрующими устройствами. Для выхода воздуха также необходимо ставить очистные фильтрующие устройства для обеспечения соответствия нормам чистоты окружающего воздуха.

Финальная операция в производственном цикле — это круглошлифовальная обработка, при которой поверхность штока доводится до нужной шероховатости и точности. Однако, работа шлифовальных станков сопровождается значительными вибрациями, которые могут привести к профессиональным заболеваниям опорно-двигательного аппарата. Специальные перчатки с амортизирующими вставками и обувь с антивибрационной подошвой помогают снижать эти риски. Необходимо исключать обработку заготовок не соответствующих входным требованиям по точности, особенно допускам расположения. Вращающийся инструмент должен быть отрегулирован и отбалансирован. Шум снижается за счет использования шумопоглощающих покрытий в рабочей зоне непосредственно на оборудовании, а также на несущих конструкциях.

Есть опасность химического или токсичного поражения, так как используется СОЖ и масло при высоких температурах заготовки, стружки и инструмента.

Безопасность сотрудников на производственном участке напрямую зависит от систематического выявления и минимизации воздействия вредных и опасных факторов, к которым, кроме уже упомянутых шума, пыли и вибрации, можно отнести возможность контакта с горячими поверхностями, острыми краями деталей и другими потенциальными источниками травм. Процесс лезвийной обработки сопровождается образованием сливной стружки. Все режущие инструменты имеют острые кромки. Обработка

осуществляется при помощи вращения заготовки и/или инструмента, при этом ее закрепление происходит за счет механизированного привода. Все эти подвижные части могут привести к физическим травмам. Для защиты от механических повреждений вращающиеся заготовки и инструмент должны быть изолированы при помощи рабочих экранов, которые закрывают рабочую зону станка.

На всех операциях присутствует операционный контроль, что приводит к напряжению анализаторов (зрения). Повторяющийся режим работы может привести к психофизиологическим нагрузкам. Они снижаются соответствующим режимом работы и отдыха, температурным режимом в рабочей зоне, очисткой воздуха, а также обеспечение норм освещенности. Она достигается выбором совмещенной общей и местной систем световых источников.

Возможно поражения электрическим током, так как оборудование является высоковольтным. Для исключения опасности поражения данным фактором необходимо обслуживание и своевременный ремонт электрооборудования. Должны быть предусмотрены защитные автоматические отключающие устройства - предохранители.

Цех по обработке относится к категории В по пожарной безопасности. Возможно возникновение пожара из-за искрения электрического оборудования, возгорания промасленной ветоши. Необходимо оснастить участок системами пожарной сигнализации и автоматического пожаротушения. Для тушения необходимо использовать или пенный или углекислотный состав тушащих средств, так как возможно горение масел. Персонал должен быть обучен правилам поведения в случае возникновения пожара, ознакомлен с планом эвакуации, обучен работе со средствами первичного пожаротушения (огнетушитель, песок), которыми должен быть оснащен каждый соответствующий участок. Кроме этого необходимо

проводить плановые мероприятия по проверке знаний работников по охране труда и действий в случае чрезвычайной ситуации.

Для обеспечения экологических норм необходимо обеспечить очистку воздушных, водных и твердых составляющих отходов. Для воздушной очистки используется система вентиляции и фильтрующие устройства. Для очистки жидких отходов необходимо использовать водные очистные сооружения с комплексной очисткой. Твердые отходы необходимо вывозить на полигон, кроме тех, которые можно использовать для повторного использования в рамках ресурсосберегающих технологий.

Учитывая это, сотрудники должны быть обеспечены не только индивидуальными средствами защиты, такими как специальная одежда, но и должны проходить регулярные инструктажи по технике безопасности. Лишь при комплексном подходе можно создать безопасные и комфортные условия труда, способствующие сохранению здоровья персонала и повышению эффективности производственного процесса.

#### Выводы по разделу

Выполнен анализ вредных факторов для технологического процесса изготовления штока. С учетом проектирования техпроцесса предусмотрены комплекс мероприятий по обеспечению охраны труда и экологичности.

## 5 Экономическая эффективность работы

Задача раздела – провести вычисления и анализ всех технико-экономических показателей сравниваемых технологий, с целью определения экономического эффекта от разработанных изменений.

Для осуществления задуманного, нужно применить информацию, которая представлена в предыдущих разделах. Она касается только модернизации и оптимизации технологии изготовления детали «Шток привода зажима». Результат существенной перестройки технологии и ее итог, представлены на рисунке 10.



Рисунок 10 – Результат существенной перестройки технологии и ее итог

Слева, на рисунке 10, представлен измененный инструмент, который предложено использовать вместо модульной сборной фрезы с пластинами T15K6 Ø120 мм. Справа, итог по трудоемкости выполнения измененной операции технологии изготовления детали «Шток привода зажима».

Для определения экономического эффекта, первым пунктом необходимо определить капитальные вложения в модернизацию процесса или выражаясь научными терминами – необходимую сумму инвестиций. Чтобы определить сумму инвестиций применим специальную «методику расчета капитальных вложений (инвестиций) по сравниваемым вариантам технологического процесса» [10]. Изменения технологии затрачивают только такие инструмент и оснастку. Поэтому сумма инвестиций будет учитывать «затраты на проектирование ( $K_{ПР}$ ), инструмент ( $K_{И}$ ) и корректировку управляющей программы ( $K_{У.ПР}$ )» [10]. Числовое значение перечисленных показателей и общая сумма инвестиций, представлены на рисунке 11.



Рисунок 11 – Общая сумма инвестиций и входящих в ее затрат, руб.

Детализация рисунка 11, позволяет сделать вывод о том, что самыми крупными тратами является инструмент, его доля в общей сумме инвестиций составляет 75,1 %. Самыми наименьшими вложениями для предприятия будут траты, связанные с проектированием, так как их доля составит 13,34 %.

Вслед за проведенными расчетами возникает необходимость подсчитать технологическую себестоимость. Она определяется по методике «расчет технологической себестоимости изменяющихся по вариантам операций» [10]. Значение технологической себестоимости и, влияющих на ее величину, показателей, отображены на рисунке 12.

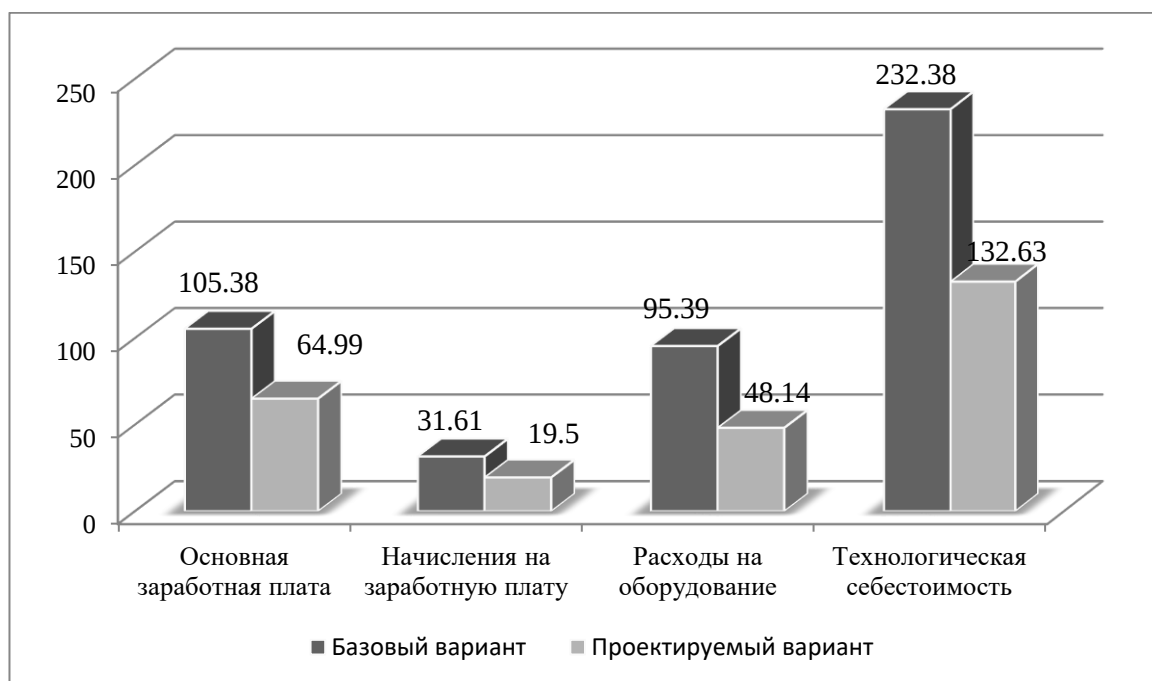


Рисунок 12 – Значение технологической себестоимости и, влияющих на ее величину показателей, руб.

Как следует из диаграммы (рисунок 10), максимально полная зависимость значения технологической себестоимости обеспечивается основной заработной платой. Ее долевая величина находится в интервале 45-49 % в соответствии с вариантом представленных технологий.

После установления значения технологической себестоимости, следует выяснить значения ряда показателей. К таким показателям относятся: «чистая прибыль, срок окупаемости, общий дисконтируемый доход, индекс доходности и интегральный экономический эффект» [10]. Чтобы их рассчитать, используется «методика расчета показателей экономической

эффективности проектируемого варианта технологического процесса» [10].  
Значения перечисленных показателей представлены на рисунке 13.

| Показатели экономической эффективности                                                                                                                                                                                                                                               |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Чистая прибыль - 742470 руб.;</li><li>• Срок окупаемости - 1 год;</li><li>• Общий дисконтируемый доход - 778536,22 руб.</li><li>• Индекс доходности - 1,16 руб./руб.;</li><li>• Интегральный экономический эффект - 106848,77 руб.</li></ul> |  |

Рисунок 13 – Значения показателей экономической эффективности

Вследствие экономических расчетов была показана польза внедрения предложенной модернизации технологии изготовления детали «Шток привода зажима».

#### **Выводы по разделу**

Соответственно, такой процесс можно считать эффективным, так как в результате его внедрения будет получен интегральный экономический эффект в размере 106848,77 рублей.

## Заключение

Выполненная работа обеспечивает повышение эффективности типового технологического процесса изготовления штока привода зажима.

В рамках первого этапа разработки технологии изготовления штока из стали 45 выполнен анализ исходных данных, где с учетом назначения штока в приспособлении, особенностей условий его эксплуатации обеспечено соответствие технических требований этим условиям. Анализ технологичности выявил особенности конструкции штока, которые приводят к дополнительным затратам на инструмент.

В технологическом разделе определен тип производства для 15000 деталей в год – среднесерийный. С учетом этого после сравнения вариантов выбран прокат. Критерием выбора заготовки является обеспечение минимальных затрат на изготовление. Определены требования к точности и качеству проката. Выбраны переходы для каждой поверхности. С учетом анализа типового технологического процесса решено выбрать станки с ЧПУ для повышения концентрации переходов. Это позволит снизить штучное время и повысить точность за счет сокращения переустановок. Выбор технологических баз обеспечивает снижение технологических допусков путем совмещения технологических и измерительных баз. Разработка технологического маршрута базируется на типовом процессе и отличается от него сокращением операций за счет выбора параллельно-последовательной обработки на первом этапе технологического процесса.

В конструкторском разделе спроектировано станочное приспособление и инструмент на лимитирующую операцию. Это дает возможность получить экономический эффект. Затраты на эти переходы определяют технологическую стоимость, определенную в последнем разделе. Она снижается в связи с повышением производительности за счет применения сборной конструкции инструмента. Обеспечена охрана труда.

## Список использованных источников

1. Антонюк В. Е. Конструктору станочных приспособлений : справ. пособие / В. Е. Антонюк. - Минск : Беларусь, 1991. - 400 с. : ил. - 5-50. - Текст : непосредственный.
2. Бушуев В. В. Практика конструирования машин : справочник / В. В. Бушуев. - Москва : Машиностроение, 2006. - 448 с. : ил. - (Библиотека конструктора). - Прил.: с. 440-448. - Библиогр.: с. 438-439. - ISBN 5-217-03341-X : 500-00. - Текст : непосредственный.
3. Васильев, В. И. Резание материалов : учеб. пособие. В 2 ч. Ч. 2 / В. И. Васильев, А. В. Негодин. - Томск : Изд-во Томского гос. архитектурно-строительного ун-та, 2018. - 306 с.
4. 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. - Прил.: с. 31-41. - Библиогр.: с. 26-30. - Режим доступа: Репозиторий ТГУ. - ISBN 978-5-8259-1370-4. - Текст : электронный.
5. Горохов В. А. Проектирование и расчет приспособлений : учебник для вузов / В. А. Горохов, А. Г. Схиртладзе. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2008. - 301 с. : ил. - Прил.: с. 252-297. - Библиогр.: с. 298-299. - ISBN 978-5-94178-181-2 : 329-60. - Текст : непосредственный.
6. Зубарев, Ю. М. Введение в инженерную деятельность : Машиностроение : учеб. пособие / Ю. М. Зубарев. - Изд. 4-е, стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 232 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - URL: <https://e.lanbook.com/book/195437> (дата обращения: 25.11.2022).
7. Зырянов В.А. Расположение режущих твердосплавных пластин в сборном исходном контуре производящей рейки для червячных фрез / В.А. Зырянов Е.В., Артамонов, В.В. Киреев // В сборнике: Современные

технологии: проблемы и перспективы. Сборник статей всероссийской научно-практической конференции для аспирантов, студентов и молодых учёных. Главный редактор О.В. Мухина. 2019. С. 24-28.

8. Инженерные основы современных технологий : средства технол. оснащения машиностр. пр-ва : учеб. для студентов вузов, обуч. по направлениям подготовки "Менеджмент", "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в" / Ю. М. Передрей, В. В. Волков, В. Б. Моисеев, А. Г. Схиртладзе. - Старый Оскол : ТНТ, 2016. - 199 с.

9. 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. : ил. - (Учебник для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 392-395. - ISBN 978-5-8114-1856-5 : 1091-00. - Текст : непосредственный.

10. 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.

11. 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.

12. 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. — ISBN 978-5-8114-4521-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/121986> (дата обращения: 17.05.2020)

13. Обработка металлов резанием [Текст] : справочник технолога / А. А. Панов [и др.] ; под общ. ред. А. А. Панова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2004. - 784 с. : ил. - Библиогр. в конце гл. - Прил.:

с. 764-779. - Предм. указ.: с. 780-784. - ISBN 5-94275-049-1 : 1242-91. - 1000-00.

14. Проектирование технологических процессов в машиностроении : учеб. пособие для вузов / И. П. Филонов, Г. Я. Беляев, Л. М. Кожуро [и др.] ; под общ. ред. И. П. Филонова. - Москва : УП "Технопринт", 2003. - 909 с.

15. Проектирование металлообрабатывающих инструментов : учеб. пособие / А. Г. Схиртладзе, В. А. Гречишников, С. Н. Григорьев, И. А. Коротков. - Изд. 2-е стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2015. - 256 с. : ил. - (Учебник для вузов. Специальная литература). - URL: <https://e.lanbook.com/book/64341> (дата обращения: 10.02.2020)

16. Скрыбин, В. А. Инструментальное обеспечение технологических процессов : учебник для вузов. В 2 кн. Кн. 1 / В. А. Скрыбин, А. Г. Схиртладзе, А. Е. Зверовщиков. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2021. - 293, [1] с.

17. 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.

18. 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. : ил. - Библиогр.: с. 55-56. - Прил. : с. 57-140. - ISBN 978-5-8259-0817-5 : 1-00.

19. 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. : ил. - Библиогр.: с. 31-34. - ISBN 978-5-8259-1145-8.

20. Расчет режимов резания при точении и фрезеровании [Текст] : метод. пособие к курс. работе по дисциплине "Технол. процессы машиностроит. пр-ва" для заоч. формы обучения спец. 12 01 00, 12 02 00, 15 01 00, 150200 / ТГУ ; Каф. "Технология машиностроения". - Тольятти : ТГУ, 2002. - 59 с. : ил.

21. Режущий инструмент [Текст] : учеб. для вузов / Д. В. Кожевников [и др.] ; под ред. С. В. Кирсанова. - Гриф УМО. - Москва : Машиностроение, 2004. - 511 с. : ил. - Библиогр.: с. 510-511. - ISBN 5-217-03250-2 : 312-00.

22. Режимы резания металлов : справочник / Ю. В. Барановский [и др.] ; под ред. А. Д. Корчемкина. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : НИИТавтопром, 1995. - 456 с.

23. Строителев В. Н. Методы и средства измерений, испытаний и контроля [Текст] : учеб. для вузов / В. Н. Строителев ; [редкол.: В. Н. Азаров (председ.) и др.]. - Москва : Европ. центр по качеству, 2002. - 150 с. : ил. - (Управление качеством). - Библиогр.: с. 150. - Прил.: с. 115-149. - ISBN 5-94768-023-8 : 180-00.

24. Станочные приспособления : учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлениям подготовки 15.03.05 (151900) "Конструкторско-технол. обеспечение машиностроит. пр-в", "Автоматизация технол. процессов и пр-в (машиностроение)" / В. В. Клепиков [и др.]. - Гриф УМО. - Москва : Форум, 2016. - 318 с.

25. 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.

## Технологические карты

### Таблица А.1 - Маршрутная карта

[illegible]

## Продолжение таблицы А.1

47

# Продолжение Приложения А

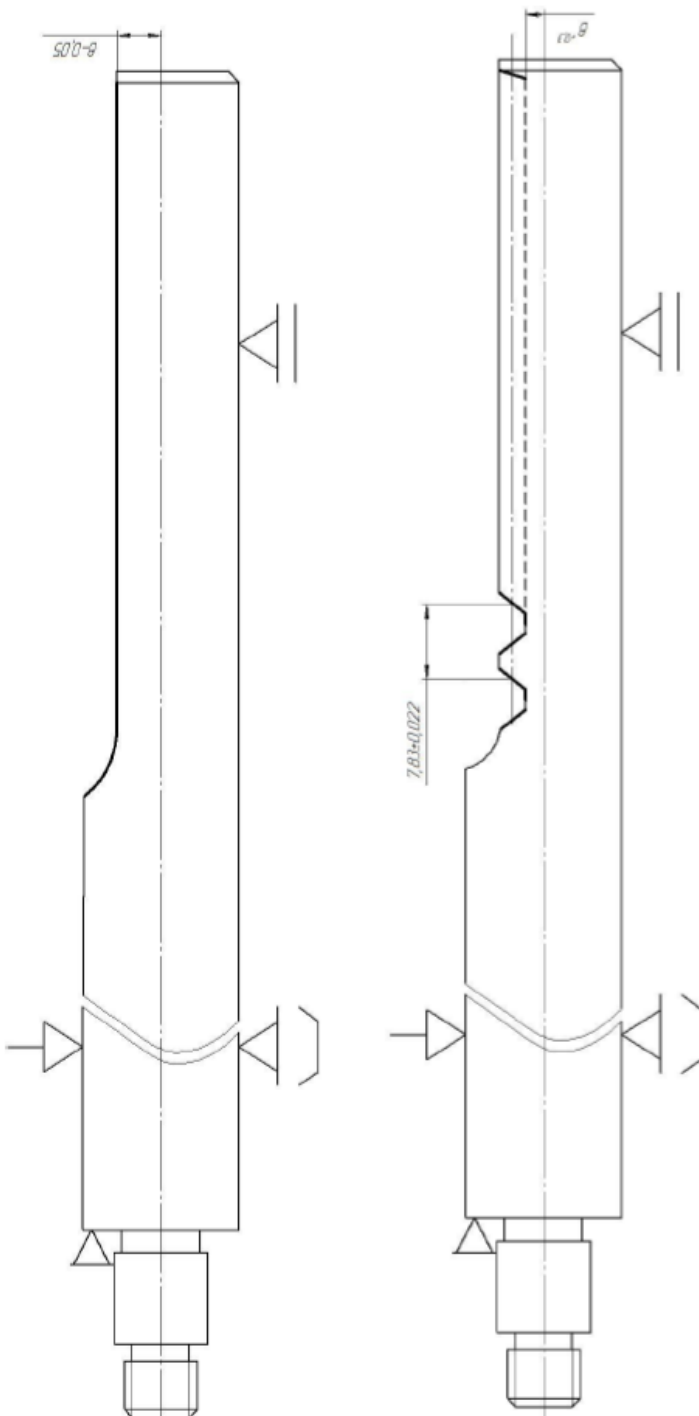
Таблица А.2 – Операционная карта

ГОСТ 31404-86 Форма 3

|      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |    |
|------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|
| Цифл |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | </ |
|------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|

# Продолжение Приложения А

## Продолжение таблицы А.2

|                                                                                     |  |  |  |  |  |  |  |  |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|----|
| ГОСТ 3.1105-84 Форма 7а                                                             |  |  |  |  |  |  |  |  |    |
| Испол.                                                                              |  |  |  |  |  |  |  |  |    |
| Взам.                                                                               |  |  |  |  |  |  |  |  |    |
| Подп.                                                                               |  |  |  |  |  |  |  |  |    |
| 2                                                                                   |  |  |  |  |  |  |  |  |    |
| Шток                                                                                |  |  |  |  |  |  |  |  |    |
| 030                                                                                 |  |  |  |  |  |  |  |  |    |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |    |
| Карта эскизов                                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  | 10 |
| КЭ                                                                                  |  |  |  |  |  |  |  |  |    |

# Приложение Б

## Спецификация приспособления

Таблица Б.1 – Спецификация приспособления

| Формат<br>Зона<br>Лист | Обозначение                 | Наименование                                | Кол      | Примечание |
|------------------------|-----------------------------|---------------------------------------------|----------|------------|
|                        |                             |                                             |          |            |
| Перв. примен.          |                             |                                             |          |            |
|                        |                             | Документация                                |          |            |
|                        |                             |                                             |          |            |
|                        | A1                          | 24.ВКР.ОТМП.64.65.00.000СБ Сборочный чертеж |          |            |
| Станд. №               |                             |                                             |          |            |
|                        |                             | Детали                                      |          |            |
|                        |                             |                                             |          |            |
|                        |                             |                                             |          |            |
| Подп. и дата           | 1                           | 24.ВКР.ОТМП.64.65.00.001. Плита             | 1        |            |
|                        | 2                           | 24.ВКР.ОТМП.64.65.00.002. Шток              | 1        |            |
|                        | 3                           | 24.ВКР.ОТМП.64.65.00.003. Поршень           | 1        |            |
|                        | 4                           | 24.ВКР.ОТМП.64.65.00.004. Цилиндр           | 1        |            |
|                        | 5                           | 24.ВКР.ОТМП.64.65.00.005. Шпилька           | 1        |            |
|                        | 6                           | 24.ВКР.ОТМП.64.65.00.006. Прихват           | 1        |            |
|                        | 7                           | 24.ВКР.ОТМП.64.65.00.007. Опора             | 1        |            |
|                        | 8                           | 24.ВКР.ОТМП.64.65.00.008. Призма            | 1        |            |
|                        | 9                           | 24.ВКР.ОТМП.64.65.00.009. Основание         | 1        |            |
|                        | 10                          | 24.ВКР.ОТМП.64.65.00.010. Винт              | 4        |            |
|                        | 11                          | 24.ВКР.ОТМП.64.65.00.011. Винт              | 2        |            |
|                        | 12                          | 24.ВКР.ОТМП.64.65.00.012. Штифт             | 2        |            |
|                        | 13                          | 24.ВКР.ОТМП.64.65.00.013. Уголок            | 1        |            |
|                        | 14                          | 24.ВКР.ОТМП.64.65.00.014. Упор              | 1        |            |
|                        | 15                          | 24.ВКР.ОТМП.64.65.00.015. Шайба             | 1        |            |
|                        | 16                          | 24.ВКР.ОТМП.64.65.00.016. Шайба             | 1        |            |
|                        | 17                          | 24.ВКР.ОТМП.64.65.00.017. Опора             | 1        |            |
|                        | 18                          | 24.ВКР.ОТМП.64.65.00.018. Стойка            | 1        |            |
|                        | 19                          | 24.ВКР.ОТМП.64.65.00.019. Шпонка            | 2        |            |
|                        | 20                          | 24.ВКР.ОТМП.64.65.00.020. Винт              | 2        |            |
| Взам. инв. №           | 24.ВКР.ОТМП.64.65.00.000.СП |                                             |          |            |
|                        | Изм.                        | Лист                                        | № докум. | Подп.      |
|                        | Разраб.                     | Трегубов                                    |          |            |
|                        | Проб.                       | Расторгуев                                  |          |            |
| Подп. и дата           | И.контр.                    | Расторгуев                                  |          |            |
|                        | Утв.                        | Логинов                                     |          |            |
| Инв. № подл.           | Станочное приспособление    |                                             |          |            |
|                        | Лит.                        | Лист                                        | Листов   |            |
|                        | Д                           | 1                                           | 2        |            |
|                        | ТГУ, ИМ, гр. ТМбд-1901бс    |                                             |          |            |

Копировал

Формат А4

## Продолжение таблицы Б.1

51

## Приложение В

## Спецификация инструмента

### Таблица В.1 – Спецификация инструмента

[illegible]