

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 быстросменной  
инструментальной оправки

Студент

И.В. Головач

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент Д.Г. Левашкин

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

Консультант

к.э.н. Н.В. Зубкова

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

Тольятти 2021

## Аннотация

Студент: Головач Игорь Владимирович.

Тема работы: Технологический процесс изготовления быстросменной инструментальной оправки.

В первой части работы проводится анализ назначения детали «быстросменная инструментальная оправка», анализируется назначение каждой поверхности, рассматривается вопрос о химическом составе материала, из которого изготавливается быстросменная оправка, а также о его свойствах. Также предлагаются несколько вариантов изготовления заготовки для детали.

Во второй части работы приводится технико-экономический расчет двух вариантов получения заготовки, определяется тип производства для изготовления детали и описываются его характеристики, выполняется выбор методов обработки каждой поверхности детали, составляется план изготовления быстросменной инструментальной оправки, рассчитываются припуски на одну из поверхностей, определяются режимы резания на некоторые технологические операции.

В третьей части работы разрабатывается конструкция станочного приспособления для закрепления заготовки на центrovально-подрезной операции. Рассчитана погрешность закрепления заготовки.

В четвертой части работы для сверлильной операции техпроцесса проводится проектирование сложнопрофильного режущего инструмента – развертки.

В работе имеется раздел по безопасности и экологичности, где проработаны рекомендации по совершенствованию условий труда на участке механической обработки.

В завершении работы выполнен экономический расчет, показывающий эффективность модернизации базового техпроцесса.

## Содержание

|  |    |
|--|----|
| Введение.....  | 4  |
| 1 Анализ исходных данных.....                                    | 5  |
| 1.1 Назначение и условия работы детали .....                     | 5  |
| 1.2 Классификация поверхностей детали .....                      | 6  |
| 1.3 Анализ требований к поверхностям детали.....                 | 8  |
| 2 Технологическая часть.....                                     | 10 |
| 2.1 Определение типа производства.....                           | 10 |
| 2.2 Выбор стратегии разработки технологического процесса...      | 10 |
| 2.3 Выбор метода получения заготовки.....                        | 11 |
| 2.4 Выбор методов обработки поверхностей.....                    | 13 |
| 2.5 Определение припусков.....                                   | 14 |
| 2.6 Назначение режимов обработки.....                            | 18 |
| 3 Проектирование станочного приспособления.....                  | 23 |
| 3.1 Исходные данные.....   | 23 |
| 3.2 Определение крутящего момента и сил резания.....             | 24 |
| 4 Проектирование режущего инструмента.....                       | 27 |
| 5 Безопасность и экологичность технического объекта.....         | 31 |
| 5.1 Описание технического объекта.....                           | 31 |
| 5.2 Описание мероприятий по безопасности и<br>экологичности..... | 31 |
| 6 Экономическая эффективность работы.....                        | 34 |
| Заключение.....  | 38 |
| Список используемой литературы .....                             | 39 |
| Приложение А. Маршрутные карты.....                              | 41 |
| Приложение Б. Операционные карты.....                            | 47 |

## Введение

На машиностроительных предприятиях для быстрой смены инструмента в крупносерийном и массовом производствах широко используются быстросменные инструментальные оправки. Применение данных оправок позволяет значительно повысить производительность обработки сложных деталей за счет сокращения вспомогательного времени, связанного со сменой инструмента, и увеличения основного машинного времени обработки деталей.

Еще одним важным преимуществом применения инструментальных оправок является высокая точность позиционирования и жесткость соединения при небольшой массе. Это достоинство является очень важным при автоматизированной обработке на станках с числовым программным управлением. С одной стороны взаимосвязь «шпиндель-инструментальная оправка» дает высокую точность позиционирования инструмента, что приводит к возможности получения высокоточной продукции. С другой стороны жесткость системы уменьшает возникновение различных деформаций, вибраций и других вредных для механической обработки явлений, что еще больше способствует повышению точности изготовления продукции на металлообрабатывающем оборудовании.

Быстросменные инструментальные оправки выполняют двух различных принципиальных типов: с цилиндрическим и с коническим хвостовиками. Выбор того или иного типа оправки зависит от типа шпинделя металлообрабатывающего оборудования.

Целью настоящей работы является разработка технологического процесса изготовления быстросменной инструментальной оправки заданного качества с минимальной себестоимостью, используя современные достижения технологии машиностроения.

## **1 Анализ исходных данных**

### **1.1 Назначение и условия работы детали.**

Оправка является ответственным звеном в узле. В нее крепится режущий инструмент, которым обрабатывают детали на станке. А сама быстросменная оправка конической поверхностью вставляется в шпиндель станка и фиксируется винтами.

«Рабочие инструменты базируются и крепятся в шпинделе металлообрабатывающих станков с помощью инструментальной оснастки, которая включает в себя унифицированные оправки, зажимные патроны, переходные втулки и другие, так называемые, вспомогательные инструменты разных типоразмеров. Вспомогательные инструменты могут быть классифицированы в соответствии с назначением для различных технологических групп металлообрабатывающих станков, а также по уровню их автоматизации (с быстрой ручной или автоматической сменой)». []

«Конструкция вспомогательного инструмента определяется формой и размерами присоединительных поверхностей для базирования его на станке и закрепления в нем рабочего инструмента. Устройства автоматической смены инструментов и его крепления в шпинделе станка определяют конструкцию вспомогательного инструмента – стандартной оправки с коническим хвостовиком, которая должна быть одинакова для всего рабочего инструмента к данному станку». [15]

«Основным конструктивным параметром оправки в соответствии с ГОСТ 25827-93 является наибольший диаметр конической поверхности  $D$  (рисунок 1); существуют размеры от 10-го до 80-го с шагом 5 мм. Наибольшее применение получили оправки с номерами конусов 40 и 50. Размеры  $D_2$ ,  $D_3$  и  $l$  оправки определяют зону захвата ее манипулятором при автоматической смене». [15]

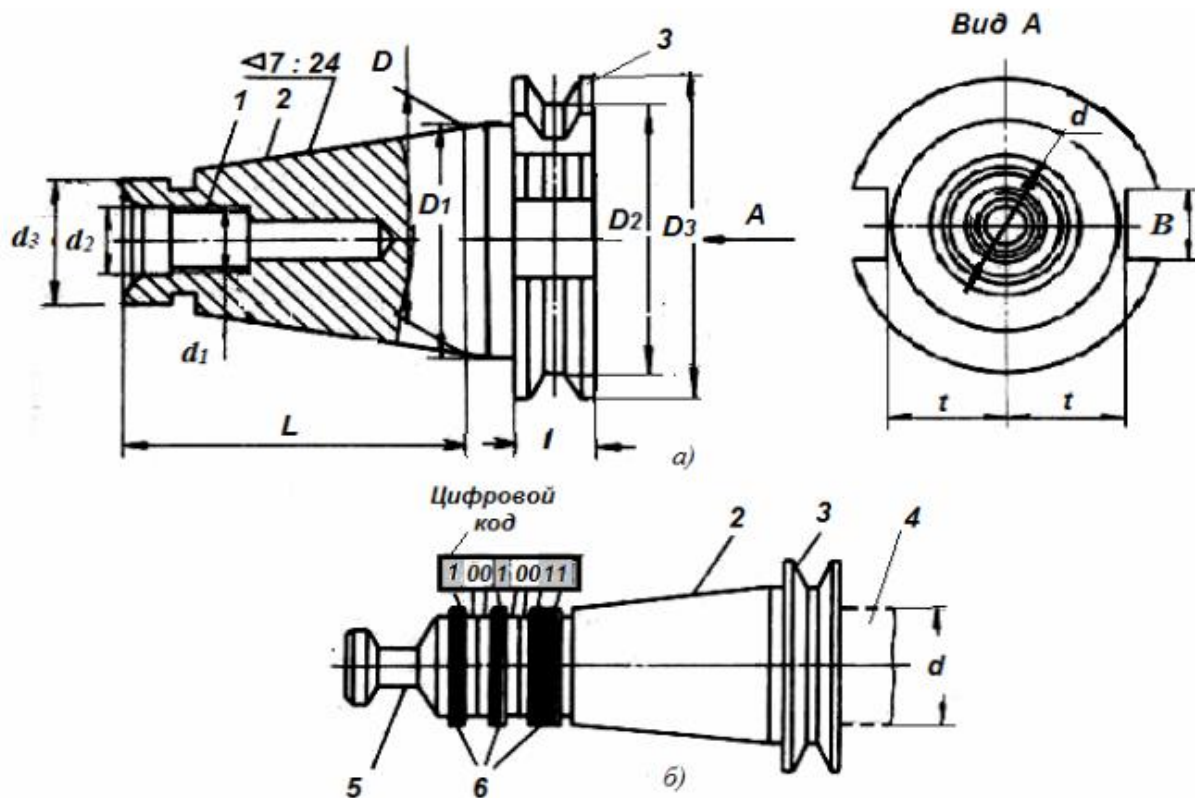


Рисунок 1 – Стандартная инструментальная оправка

«Паз с размерами  $B$  и  $t$  на переднем фланце является опорной базой при передаче крутящего момента от шпинделя к рабочему инструменту, установленному в оправке. Для этого на торце шпинделя имеются соответствующие шпонки». [15]

Описанной деталью и является наша оправка. Выполним анализ ее конструкции и материала.

## 1.2 Классификация поверхностей детали.

Пронумеруем поверхности шкива и представим это на рисунке 2.

Исполнительными поверхностями оправки являются коническая внутренняя поверхность 20, предназначенная для базирования в ней режущего инструмента с цилиндрическим хвостовиком, плоские

поверхности 32 и 36, которыми оправку проворачивают, настраивая режущий инструмент. [8]

Основной конструкторской базой оправки является коническая наружная поверхность 3, которой данная оправка базируется в шпинделе станка. [8]

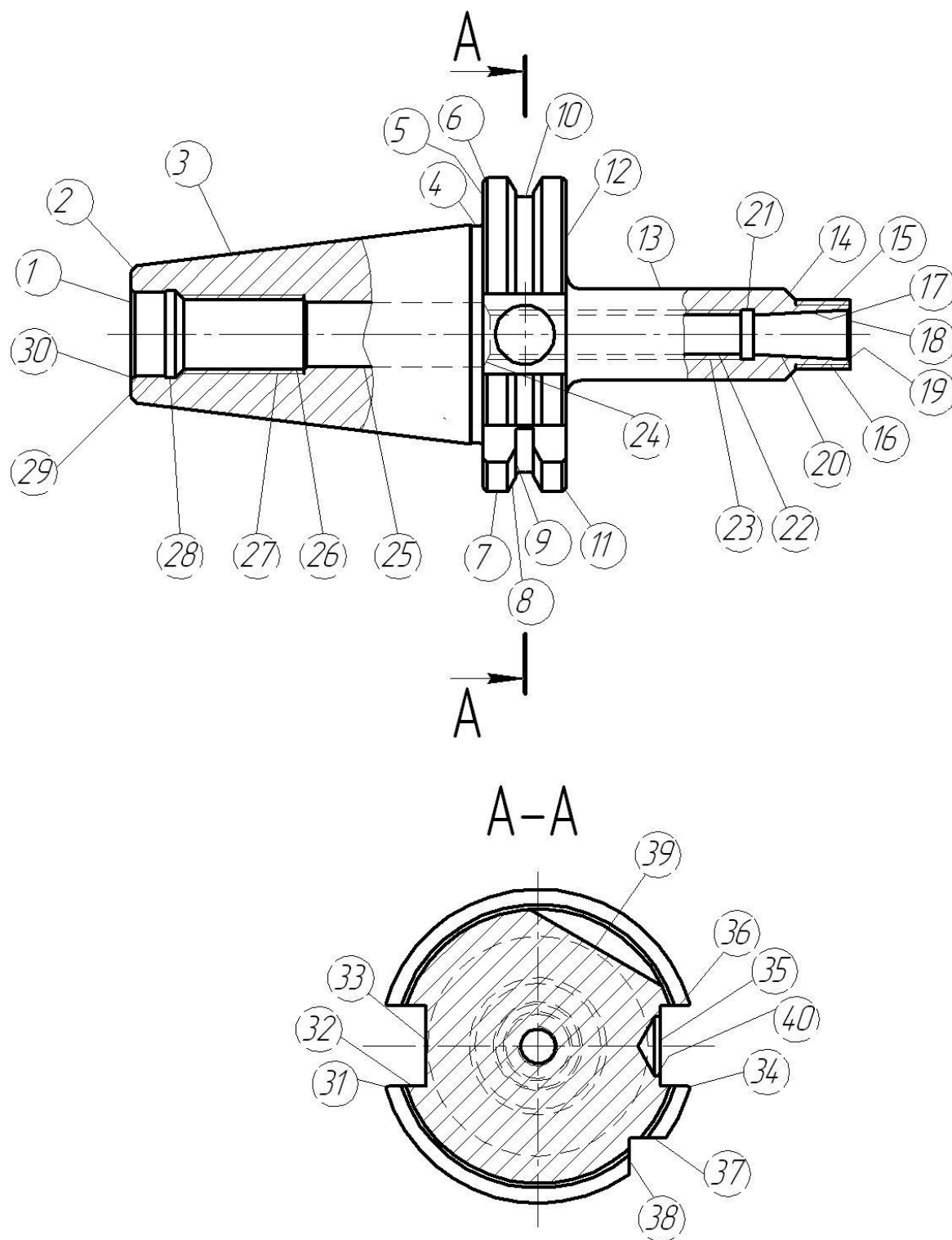


Рисунок 2 - Классификация поверхностей детали

Вспомогательными конструкторскими базами оправки являются резьбовая поверхность 16, на которую накручивают гайку для фиксации режущего инструмента; торцовая поверхность 1, которой оправка упирается в ответственную деталь; внутренняя резьбовая поверхность 23, в которую вворачивается тяга от станка; еще одна резьбовая внутренняя поверхность 27, предназначенная для фиксации оправки; плоские поверхности 37 и 38, в которые заходит выступ от узла; а также плоская поверхность 40, в которую входит ключ для поворота оправки.

### 1.3 Анализ требований к поверхностям детали.

Материалом оправки является сталь 19ХГН ГОСТ 4543-2016 [5]. Данный материал соответствует требованиям по прочности и твердости. Он состоит из углерода (С) с содержанием 0,17...0,23%, марганца (Mn) с содержанием 0,7...1,1%, фосфора (P) с содержанием не более 0,035%, кремния (Si) с содержанием 0,17...0,37%, никеля (Ni) с содержанием 1,0...1,4%, серы (S) с содержанием не более 0,35%, хрома (Cr) с содержанием 0,45...0,75%, меди (Cu) с содержанием не более 0,3%. Остальное в составе стали – железо (Fe).

Физико-механические свойства стали 19ХГН представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Физико-механические свойства стали 19ХГН

| $\sigma_B$ | $\psi$ | $\sigma_T$ | $\delta_5$ | НВ       |
|------------|--------|------------|------------|----------|
| МПа        | %      | МПа        | %          | не более |
| 700        | 50     | 590        | 14         | 187      |

«Прорабатывая конструкцию детали, стремятся обеспечить возможность ее изготовления в определенных организационно-технических условиях производства наиболее производительными способами и с



наименьшими затратами. Это удастся, если конструктор сумеет учесть комплекс производственно-технических требований, повышающих технологичность детали, среди которых отметим следующее. Материал детали должен обеспечивать получение заготовок заданной точности наиболее дешевыми и эффективными методами; он должен хорошо обрабатываться с помощью имеющихся средств производства. В целях снижения материалоемкости и объема механической обработки желательно, чтобы конфигурация заготовки максимально соответствовала формам и размерами детали или приближалась к ним. В условиях серийного и массового производства детали иногда конструируют с учетом имеющихся видов проката (специального, профильного и периодического), что обеспечивает при дальнейшей обработке значительный экономический эффект и минимальный расход материала». [16]

«Заготовки деталей машин должны иметь поверхности, обеспечивающие их удобное и надежное базирование при обработке; при отсутствии таковых предусматривают возможность создания искусственных технологических баз в виде бобышек, платиков, поясков, отверстий и т.п. Конструкция детали должна обеспечивать ее надежное удобно и быстрое закрепление на станке или в приспособлении. Жесткость крепления должна быть достаточной для выполнения обработки одним или несколькими инструментами с использованием интенсивных режимов». [16]

Согласно данных рекомендаций, перейдем к проектированию технологической части работы.

## **2 Технологическая часть**

### **2.1 Определение типа производства.**

«Машиностроительное производство – производство с преимущественным применением методов технологии машиностроения при выпуске изделий. Различают основное производство, то есть производство товарной продукции, и вспомогательное производство, то есть производство средств, необходимых для функционирования основного производства». [5]

В нашем случае мы имеем вспомогательное машиностроительное производство.

«Тип производства – классификационная категория производства, выделяемая по признакам широты номенклатуры, регулярности, стабильности, и объема выпуска изделий. В зависимости от сочетаний указанных признаков (показателей) современные производства подразделяют на следующие типы: массовое, серийное и единичное». [16]

В нашем случае будем основываться на массе заготовки  $m=1,1$  кг и программе выпуска в  $N=10\ 000$  деталей в год. Исходя из этих показателей [16], принимаем среднесерийный тип производства.

### **2.2 Выбор стратегии разработки технологического процесса.**

«Серийным называется такой тип производства, когда несколько установившихся объектов изготавливаются сериями, регулярно повторяющимися через определенные промежутки времени. Этот тип производства наиболее распространенный (75-80% всей продукции машиностроения выпускается в серийном производстве). Его характерные признаки: на рабочих местах выполняется по несколько определенных, периодически повторяющихся операций; механическая обработка и сборка машин происходит по технологическому процессу, разделенному на

отдельные операции; применяется универсальное и в некоторой степени специализированное оборудование; оборудование устанавливается по технологическому процессу обработки деталей; широко используются специальные приспособления и инструменты; соблюдается принцип взаимозаменяемости; рабочие имеют среднюю квалификацию». [9]

Эти принципы будем использовать при проектировании технологического процесса изготовления оправки.

### 2.3 Выбор метода получения заготовки.

«Технологические требования, предъявляемые к заготовкам, тесно связаны со способами их получения, которые зависят от типа производства и технологических возможностей заготовительных цехов предприятия. В массовом и серийном производстве при наличии литейных и кузнечно-прессовых цехов или при хорошо отлаженной кооперации со специализированными заготовительными предприятиями предпочтение отдают заготовкам, получаемыми различными способами литья,ковки и штамповки. Широко используют специальный профильный или периодический прокат». [16]

Для производства заготовки выбираем два следующих метода: прокат и штамповку на горизонтально-ковочных машинах.

При помощи трехмерного моделирования получим: масса штампованной заготовки – 1,5 кг [4], масса заготовки из проката – 3,9 кг [6].

Рассчитаем стоимость срезания 1 кг стружки при механической обработке.

$$C_{\text{мех}} = C_c + E_n \cdot C_k, \quad (1)$$

где  $C_c = 0,495$ ;  $E_n = 0,15$ ;  $C_k = 1,085$ . [12]

Тогда

$$C_{\text{мех}} = 0,495 + 0,15 \cdot 1,085 = 0,6578 \text{ руб/кг.}$$

Рассчитаем стоимость 1 кг заготовки, полученной штамповкой. [12]

$$C_{\text{заг}} = C_{\text{ум}} \cdot k_m \cdot k_c \cdot k_g \cdot k_m \cdot k_n, \quad (2)$$

где  $C_{\text{ум}} = 0,315; k_m = 0,9; k_c = 0,84; k_g = 1,14; k_m = 1,0; k_n = 1,0$ . [12]

Тогда

$$C_{\text{заг}} = 0,315 \cdot 0,9 \cdot 0,84 \cdot 1,14 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,2715 \text{ руб.}$$

Рассчитаем технологическую себестоимость изготовления детали, полученной штамповкой.

$$C_{\text{ми}} = C_{\text{заг}} \cdot Q_{\text{ум}} + C_{\text{мех}} (Q_{\text{ум}} - q) - C_{\text{отх}} (Q_{\text{ум}} - q), \quad (3)$$

где  $Q_{\text{ум}} = 1,5; q = 1,1$  кг - массы заготовки и детали;

$$C_{\text{отх}} = 0,0144 \text{ руб/кг. [12]}$$

Тогда

$$C_{\text{ми}} = 0,2715 \cdot 1,5 + 0,6578(1,5 - 1,1) - (1,5 - 1,1)0,0144 = 0,6646 \text{ руб.}$$

Рассчитаем технологическую себестоимость изготовления детали, полученную прокатом. [12]

$$C_{\text{ми}} = C_{\text{заг}} \cdot Q_{\text{пр}} + C_{\text{мех}} (Q_{\text{пр}} - q) - C_{\text{отх}} (Q_{\text{пр}} - q), \quad (4)$$

где  $Q_{\text{пр}} = 3,9; q = 1,1$  кг;

$$C_{\text{отх}} = 0,0144 \text{ руб/кг. [12]}$$

Тогда

$$C_{\text{ми}} = 0,1219 \cdot 3,9 + 0,6578(3,9 - 1,1) - 0,0144(3,9 - 1,1) = 2,2769 \text{ руб.}$$

По себестоимости наиболее выгодным является вариант изготовления детали из заготовки, полученной штамповкой.

Годовая экономия при этом

$$\mathcal{E}_z = (C_{np} - C_{um})N_z. \quad (5)$$

$$\mathcal{E}_z = (C_{np} - C_{um})N_z = (2,2769 - 0,6646)10000 = 16123 \text{ руб.}$$

## 2.4 Выбор методов обработки поверхностей.

«Выбор рациональной последовательности установов и переходов операций производится последовательно на всех этапах проектирования технологического процесса. Критериями оценки вариантов проектируемой операции являются штучное время обработки или себестоимость ее выполнения. Величины этих критериев уменьшаются при сокращении числа переходов, при одновременном их выполнении или при совмещении основного и вспомогательного времени. Число переходов зависит от числа ступеней обработки каждой элементарной поверхности заготовки. Большинство существующих методов выбора структуры операции основывается на размерно-точностном анализе обрабатываемой заготовки и типовых решениях, обобщающих опыт, накопленный при обработке заготовок различных классов». [1]

Исходя из необходимой точности механической обработки (IT 9) и требуемой шероховатости (Ra 3,2) поверхностей 1, 18 назначим последовательность их обработки: центровально-подрезная обработка.

Исходя из необходимой точности механической обработки (IT 10) и требуемой шероховатости (Ra 3,2) поверхностей 1, 18 назначим последовательность их обработки: черновое и чистовое точение.

Исходя из необходимой точности механической обработки (IT 10) и требуемой шероховатости (Ra 3,2) поверхностей 2, 5, 4, 6, 10, 11, 12, 14, 15, 16 назначим последовательность их обработки: черновое и чистовое точение.

Исходя из необходимой точности механической обработки (IT 9) и требуемой шероховатости (Ra 3,2) поверхностей 22, 25, 24, 40 назначим последовательность их обработки: сверление.

Исходя из необходимой точности механической обработки (IT 10) и требуемой шероховатости (Ra 3,2) поверхностей 17, 26, 21, 28 назначим последовательность их обработки: сверление и растачивание.

Исходя из необходимой точности механической обработки (IT 6) и требуемой шероховатости (Ra 0,8) поверхности 20 назначим последовательность её обработки: сверление, растачивание, зенкерование, развертывание.

Исходя из необходимой точности механической обработки (IT 6) и требуемой шероховатости (Ra 0,4) поверхности 20 назначим последовательность её обработки: сверление, растачивание, зенкерование, черновое и чистовое развертывание.

Исходя из необходимой точности механической обработки (IT 12) и требуемой шероховатости (Ra 3,2) поверхностей 31-39 назначим последовательность их обработки: фрезерование.

Исходя из необходимой точности механической обработки (IT 7) и требуемой шероховатости (Ra 0,8) поверхностей 7, 5, 8, 12, 13 назначим последовательность их обработки: черновое и чистовое точение, черновое и чистовое шлифование.

Исходя из необходимой точности механической обработки (IT 6) и требуемой шероховатости (Ra 0,2) поверхности 3 назначим последовательность её обработки: черновое и чистовое точение, черновое и чистовое шлифование, полирование.

## 2.5 Определение припусков.

«При обработке деталей резанием заданные чертежом геометрические размеры (как значения, так и установленные на них отклонения), форма, пространственные отклонения поверхностей и параметры качества поверхностного слоя (шероховатости, волнистости и др.) получают за один или несколько переходов механической обработки. На каждом технологическом переходе механической обработки с элементарной обрабатываемой поверхности в виде стружки срезается слой металла. Толщину этого удаляемого слоя называют припуском на обработку и обозначают буквой  $Z$ . Смежные технологические переходы принято обозначать так: выполняемый переход  $i$ , предшествующий  $i-1$ ».

[9]

Стремление изыскать пути повышения эффективности металлообработки, экономии материальных, трудовых и энергетических ресурсов в результате обоснованного уменьшения припусков и конкретизации условий обработки привели к созданию расчетных методик, базирующихся на дифференцированном анализе и учете только тех факторов, которые действуют в данных конкретных условиях производства. Этот метод прогрессивный, позволяет смоделировать условия, близкие к имеющим место на производстве. Расчетно-аналитический метод предполагает, что при анализе различных условий обработки установлены основные факторы, определяющие промежуточный припуск». [9]

Определим припуски на обработку поверхности 16 с параметрами  $\varnothing 44,45 \pm 0,01$ ,  $L = 71$  мм;  $Ra = 0,2$  мкм расчетно-аналитическим методом. Технологический маршрут обработки данной поверхности состоит из чернового и чистового точения, чернового и чистового шлифования и полирования.

Найдем суммарную величину для каждого перехода

$$a = R_z + h_o \cdot [2] \quad (6)$$

Найдем суммарное отклонение формы и расположения поверхностей

$$\Delta = 0,25 \cdot Td \cdot [2] \quad (7)$$

$$\Delta_0 = 0,25 \cdot 1,6 = 0,400.$$

$$\Delta_{01} = 0,25 \cdot 0,25 = 0,063.$$

$$\Delta_{02} = 0,25 \cdot 0,15 = 0,0375.$$

$$\Delta_{03} = 0,25 \cdot 0,15 = 0,0375.$$

$$\Delta_{04} = 0,25 \cdot 0,1 = 0,025.$$

$$\Delta_{05} = 0,25 \cdot 0,05 = 0,005.$$

Вычислим максимальное и минимальное значение припуска (мм)

$$Z_{\min} = a_{i-1} + \sqrt{(\Delta_{i-1})^2 + \varepsilon_i^2} \cdot [2] \quad (8)$$

$$Z_{1\min} = a_0 + \sqrt{(\Delta_0)^2 + \varepsilon_1^2} = 0,4 + \sqrt{0,4^2 + 0,025^2} = 0,801.$$

$$Z_{2\min} = a_1 + \sqrt{(\Delta_1)^2 + \varepsilon_2^2} = 0,2 + \sqrt{0,063^2 + 0} = 0,263.$$

$$Z_{3\min} = a_2 + \sqrt{(\Delta_{00})^2 + \varepsilon_3^2} = 0,25 + \sqrt{0,04^2 + 0,012^2} = 0,292.$$

$$Z_{4\min} = a_3 + \sqrt{(\Delta_3)^2 + \varepsilon_4^2} = 0,039 + \sqrt{0,0038^2 + 0} = 0,077.$$

$$Z_{5\min} = a_4 + \sqrt{(\Delta_4)^2 + \varepsilon_5^2} = 0,03 + \sqrt{0,025^2 + 0} = 0,055.$$

$$Z_{i\max} = Z_{i\min} + 0,5(Td_{i-1} + Td_i) \cdot [2] \quad (9)$$

$$Z_{1\max} = Z_{1\min} + 0,5(Td_0 + Td_1) = 0,801 + 0,5(1,6 + 0,25) = 1,714.$$



$$Z_{2\max} = Z_{2\min} + 0,5(Td_1 + Td_2) = 0,263 + 0,5(0,200 + 0,100) = 0,413.$$

$$Z_{3\max} = Z_{3\min} + 0,5(Td_2 + Td_3) = 0,292 + 0,5(0,15 + 0,025) = 0,379.$$

$$Z_{4\max} = Z_{4\min} + 0,5(Td_3 + Td_4) = 0,077 + 0,5(0,025 + 0,02) = 0,099.$$

$$Z_{5\max} = Z_{5\min} + 0,5(Td_4 + Td_5) = 0,055 + 0,5(0,02 + 0,02) = 0,075.$$

Рассчитаем значения размеров на каждом переходе (мм)

$$d_{5\min} = 44,44.$$

$$d_{5\max} = 44,46.$$

$$d_{i\min} = d_{(i+1)\max} + 2 \cdot Z_{(i+1)\min} \cdot [2] \quad (10)$$

$$d_{4\min} = d_{5\max} + 2 \cdot Z_{5\min} = 44,460 + 2 \cdot 0,055 = 44,570.$$

$$d_{i\max} = d_{i\min} + Td_i \cdot [2] \quad (11)$$

$$d_{4\max} = d_{4\min} + Td_4 = 44,570 + 0,020 = 44,590.$$

$$d_{3\min} = d_{4\max} + 2 \cdot Z_{4\min} = 44,590 + 2 \cdot 0,077 = 44,744.$$

$$d_{3\max} = d_{3\min} + Td_3 = 44,744 + 0,020 = 44,764.$$

$$d_{TO\min} = d_{3\max} + 2 \cdot Z_{3\min} = 44,764 + 2 \cdot 0,292 = 45,348.$$

$$d_{TO\max} = d_{TO\min} + Td_{TO} = 45,348 + 0,150 = 45,498.$$

$$d_{2\min} = d_{TO\max} \cdot 0,999 = 45,348 \cdot 0,999 = 45,303.$$

$$d_{2\max} = d_{2\min} + Td_2 = 45,303 + 0,150 = 45,453.$$

$$d_{1\min} = d_{2\max} + 2 \cdot Z_{2\min} = 45,453 + 2 \cdot 0,263 = 45,979.$$

$$d_{1\max} = d_{1\min} + Td_1 = 45,979 + 0,250 = 46,229.$$

$$d_{0\min} = d_{1\max} + 2 \cdot Z_{1\min} = 46,229 + 2 \cdot 0,801 = 47,831.$$

$$d_{0\max} = d_{0\min} + Td_0 = 47,831 + 1,600 = 49,431.$$

Найдем средние значения размеров на каждом переходе (мм)

$$d_{cpi} = 0,5(d_{i\max} + d_{i\min}). \quad (12)$$

$$d_{cp0} = 0,5(d_{0\max} + d_{0\min}) = 0,5(49,431 + 47,831) = 48,631.$$

$$d_{cp1} = 0,5(d_{1\max} + d_{1\min}) = 0,5(46,229 + 45,979) = 46,104.$$

$$d_{cp2} = 0,5(d_{2\max} + d_{2\min}) = 0,5(45,453 + 45,303) = 45,378.$$

$$d_{cp3} = 0,5(d_{3\max} + d_{3\min}) = 0,5(44,744 + 44,764) = 44,754.$$

$$d_{cp4} = 0,5(d_{4\max} + d_{4\min}) = 0,5(44,57 + 44,59) = 44,58.$$

$$d_{cp5} = 0,5(d_{5\max} + d_{5\min}) = 0,5(44,44 + 44,46) = 44,45.$$

Найдем общий припуск на обработку (мм)

$$2Z_{\min} = d_{0\min} - d_{5\max}. \quad (13)$$

$$2Z_{\min} = 47,831 - 44,46 = 3,371.$$

$$2Z_{\max} = 2Z_{\min} + Td_0 + Td_5. \quad (14)$$

$$2Z_{\max} = 3,371 + 1,6 + 0,02 = 4,991.$$

$$2Z_{cp} = 0,5(2Z_{\min} + 2Z_{\max}). \quad (15)$$

$$2Z_{cp} = 0,5(3,371 + 4,991) = 4,181.$$

## 2.6 Назначение режимов обработки.

«При различных видах обработки в условиях эксплуатации инструмента на первый план могут выступать различные показатели обрабатываемости. Например, при окончательных операциях (чистовое точение, протягивание, развертывание и т.д.) большое значение имеют

шероховатость и качество обработанной поверхности, а при нарезании резьб в глухих отверстиях – вид стружки и легкость ее отвода. В условиях автоматизированного производства особенно важны размерная стойкость инструмента и стабильность качества обработанных деталей. Но во всех случаях, независимо от особенностей технологического процесса и требований к качеству обработанных поверхностей, производительность и стоимость обработки определяются целесообразными скоростями резания».

[11]

### 2.6.1 Назначение режимов резания для операции 10.

Примем глубину резания и подачу  $t = 1,25; S = 0,35$ . [17]

Скорость резания

$$V_0 = 205 \text{ м/мин. [17]}$$

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4, \quad (16)$$

где  $K_1 = 0,8; K_2 = 1,0; K_3 = 1,15; K_4 = 1,0$ . [17]

Тогда  $V = 205 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,15 \cdot 1,0 = 188,6 \text{ м/мин.}$

Частота вращения

$$n = \frac{1000V}{\pi D}. \quad (17)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 188,6}{3,14 \cdot 70} = 858 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_\phi = 800 \text{ мин}^{-1}.$$

Уточним скорость резания

$$V = \frac{\pi D n}{1000}. \quad [20] \quad (18)$$

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 70 \cdot 800}{1000} = 175,8 = 96 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n. \quad [20] \quad (19)$$

$$S = 0,35 \cdot 800 = 280 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S \cdot n}. \quad [20] \quad (20)$$

$$T_0 = \frac{91}{0,16 \cdot 800} = 0,71 \text{ мин.}$$

2.6.2 Назначение режимов резания для операции 20.

Примем глубину резания и подачу  $t = 0,25; S = 0,35$ . [17]

Скорость резания

$$V_0 = 205 \text{ м/мин. [17]}$$

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4,$$

где  $K_1 = 0,8; K_2 = 1,0; K_3 = 1,15; K_4 = 1,0$ . [17]

Тогда  $V = 205 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,15 \cdot 1,0 = 188,6 \text{ м/мин.}$

Частота вращения

$$n = \frac{1000 \cdot 188,6}{3,14 \cdot 70} = 858 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_{\phi} = 800 \text{ мин}^{-1}.$$

Уточним скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 70 \cdot 800}{1000} = 175,8 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,35 \cdot 800 = 280 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_{01} = \frac{91}{0,16 \cdot 800} = 0,71, \text{ мин.}$$

$$T_{02} = \frac{19}{0,16 \cdot 800} = 0,15, \text{ мин.}$$

Общее основное время операции

$$T_0 = T_{01} + T_{02} = 0,71 + 0,15 = 0,86, \text{ мин.}$$

2.6.3 Назначение режимов резания для операции 30.

Принимаем  $D = B = 16,2$  мм, подачу  $S_z = 0,01$  мм. [17]

Выберем табличное значение подачи на зуб фрезы:

$$S_z = S_{zT} \cdot K_{s1} \cdot K_{s2} \cdot K_{s3}, \quad (21)$$

где  $K_{s1} = 0,85; K_{s2} = 0,57; K_{s3} = 0,25$ . [10]

Тогда

$$S_z = 0,01 \cdot 0,85 \cdot 0,57 \cdot 0,25 = 0,002, \text{ мм/зуб.}$$

Скорость резания

$$V_p = V_T \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (22)$$

где  $V_T = 48; K_1 = 1; K_2 = 1,15; K_3 = 0,8$ . [17]

Тогда

$$V_p = 48 \cdot 1 \cdot 1,15 \cdot 0,8 = 44,2, \text{ м/мин.}$$

Частота вращения

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 44,2}{3,14 \cdot 16,2} = 869, \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_\phi = 800 \text{ мин}^{-1}.$$

$$V_{\text{ФАКТ}} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\text{насп}}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 16,2 \cdot 800}{1000} = 40,7.$$

$$V_{\text{ФАКТ}} = \frac{3,14 \cdot 16,2 \cdot 800}{1000} = 40,7, \text{ м/мин.}$$

Мощность резания

$$N = N_T \cdot K_{N1} \cdot K_{N2} \cdot K_{N3} \cdot K_{N4} \cdot K_{N5} \cdot K_{N6} \cdot K_{N7}, \quad (23)$$

где  $N_T = 1,8$ ;  $K_{N1} = 1$ ;  $K_{N2} = 1,1$ ;  $K_{N3} = 0,8$ ;  $K_{N4} = 1,0$ ;  $K_{N5} = 0,3$ ;  $K_{N6} = 1,0$ ;

$$K_{N7} = 1,0 \text{ [17]}$$

Тогда

$$N = 1,8 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 0,3 \cdot 1 \cdot 1 = 0,52, \text{ кВт.}$$

Основное время

$$T_{01} = \frac{(16 + 5 + 31 + 16) + (1 + 1 + 1 + 1)}{6,4} = 10,7 \text{ мин.}$$

Расчетные величины режимов обработки отражены в технологической документации работы, представленной в приложении А.

### 3 Проектирование станочного приспособления

«Выбор технологической оснастки – станочных и контрольных приспособлений, вспомогательного инструмента и др. – во многом определяется типом производства. В условиях единичного и мелкосерийного производства пользуются преимущественно универсальными стандартными приспособлениями (машинными тисками, самоцентрирующими патронами и прочими), а также универсально-сборными приспособлениями (УСП). В условиях мелкосерийного и серийного производства, кроме УСП применяются сборно-разборные приспособления (СРП) и универсально-наладочные приспособления (УНП), позволяющие быстро перенастраиваться на обработку партии других деталей. В крупносерийном и массовом производстве оправдывают себя дорогие механизированные и автоматизированные специальные приспособления с быстродействующими приводными системами, обеспечивающие высокую точность и производительность». [16]

#### 3.1 Исходные данные.

Теоретическая схема базирования показана на рисунке 3.

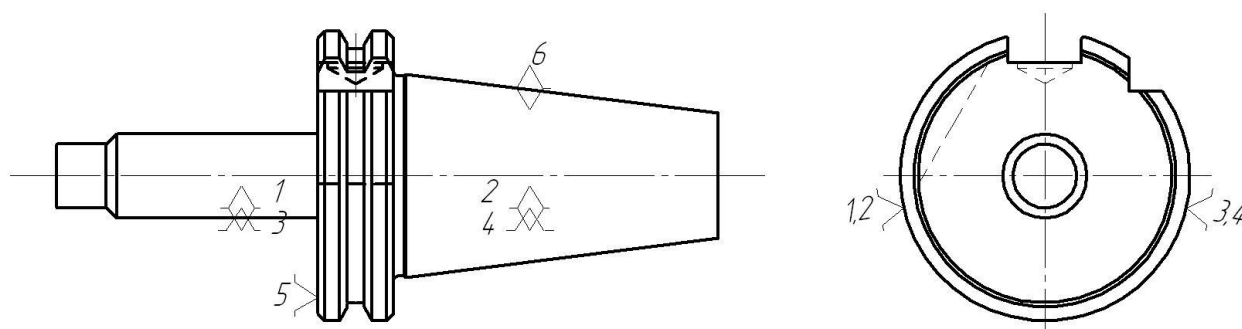


Рисунок 3 – Теоретическая схема базирования

### 3.2 Определение крутящего момента и сил резания.

Найдем составляющие силы резания  $P_x$  и  $P_y$

$$P_{x,z} = C_p t^{x_p} s^{y_p} B^z D^q, \quad (24)$$

где для  $P_x$ :  $C_p = 68; x = 0,86; y = 0,74; q_p = -0,86$ ; [11]

для  $P_z$ :  $C_p = 68; x = 0,86; y = 0,74; q_p = -0,86$ . [11]

Тогда

$$P_x = 68 \cdot 5^{0,86} \cdot 0,05^{0,74} \cdot 10^1 \cdot 10^{-0,86} = 40,8, \text{ Н.}$$

$$P_z = 68 \cdot 5^{0,86} \cdot 0,05^{0,74} \cdot 10^1 \cdot 10^{-0,86} = 40,8, \text{ Н.}$$

$$P = \sqrt{P_x^2 + P_z^2}. \quad (25)$$

$$P = \sqrt{40,8^2 + 40,8^2} = 51,7, \text{ Н.}$$

В зафиксированном в приспособлении состоянии заготовка находится в покое, поэтому

$$\begin{aligned} \Sigma x &= 0; \Sigma Mx = 0 \\ \Sigma y &= 0; \Sigma My = 0. \\ \Sigma z &= 0; \Sigma Mz = 0 \end{aligned} \quad (26)$$

Учитывая коэффициента надежности, определим силу закрепления заготовки:

$$P = \frac{K \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)}{f} P. \quad (27)$$



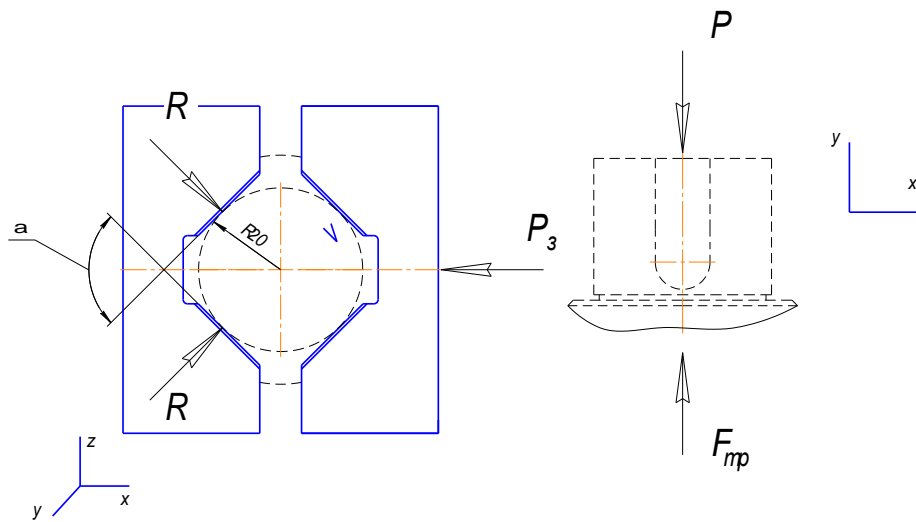


Рисунок 4 – Схема, действующих на заготовку, сил

Коэффициент надежности  $K = 2,7$  . [12]

Тогда рассчитаем необходимую силу:

$$P_3 = \frac{K \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)}{f} P = \frac{2,7 \cdot \sin 45^\circ}{0,1} \cdot 51,7 = 987,1 \text{ Н.}$$

Определим коэффициент усиления

$$i = \frac{P_3}{P_u} . \quad (28)$$

Для приспособлений с пневмоприводом

$$P_u = \frac{\pi \cdot (D+d)^2}{16} \cdot p . \quad [11] \quad (29)$$

$$D = \sqrt{\frac{16P_u}{\pi p}} - d . \quad [11] \quad (30)$$

Подставляя найденные значения, получим

$$D = \sqrt{\frac{16 \cdot 132}{3,14 \cdot 0,4}} - 20 = 189.$$

Примем  $D = 250$  мм.

Определим усилие на штоке

$$P_u = \frac{3,14 \cdot (0,25 + 0,02)^2}{16} \cdot 0,4 = 580, \text{ Н.}$$

Максимальное зажимное усилие

$$P_3 = \frac{P_u L_1}{L_2}. \quad [11] \quad (31)$$

$$P_3 = \frac{580 \cdot 0,472}{0,054} = 5070, \text{ Н.}$$

Спроектированное станочное приспособление представлено в графической части работы.

#### 4 Проектирование режущего инструмента

«При выборе режущего инструмента для выполнения каждой проектируемой операции руководствуются прежде всего тем, что инструмент должен обеспечить необходимые точность и качество обработанных поверхностей, а также необходимую производительность и рентабельность. Применение того или иного инструмента определяется следующими факторами: типом станка и технологической оснастки, конфигурацией и размерами заготовки, свойствами обрабатываемого материала, типом и уровнем организации производства и пр. В единичном и серийном производстве предпочтение отдают более дешевому универсальному (покупному) инструменту; в крупносерийном и массовом широко используют дорогой, но более производительный специальный инструмент, изготавливаемый в инструментальном цехе предприятия. В реальных условиях считаются с наличием или возможностью приобретения необходимого (подходящего) инструмента. Режущие свойства инструмента подбирают с учетом условий и стадии выполнения операции. Для окончательной и отделочной обработки конструкционных или легированных сталей и чугунов наиболее эффективны инструменты из сверхтвердых материалов». [16]

«Инструментальные быстрорежущие стали типа P6M5, P9K5 (реже P9 и P18) используют при низких скоростях резания и недостаточной мощности станка, также для изготовления сложных фасонных инструментов, таких как метчики, червячные и модульные фрезы, протяжки, развертки и др. Углеродистые инструментальные стали (типа У7А, У10А и пр.) применяют при изготовлении инструмента для ручных работ, например крейцмейселей, напильников и других инструментов». [16]

На сверлильной операции 40 обрабатывается коническое внутреннее отверстие детали. Эта поверхность имеет высокую точность и

шероховатость, поэтому обрабатывать ее необходимо методом развертывания. В этом разделе спроектируем режущий инструмент для этого перехода. Схема обработки представлена на рисунке 5.

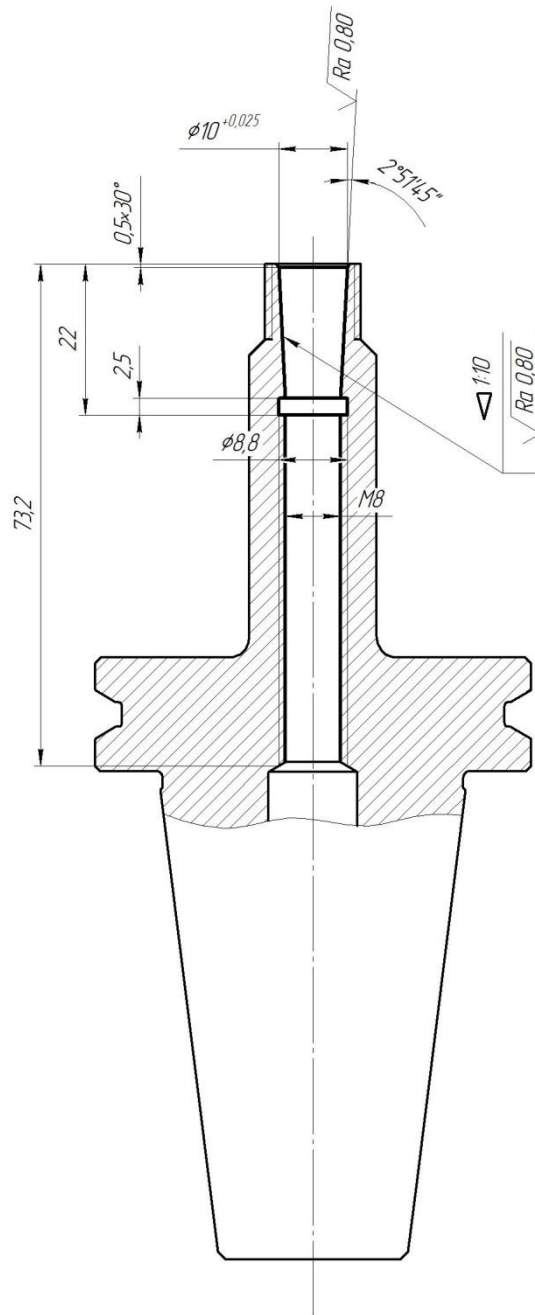


Рисунок 5 – Переход развертывание на операции 40

«Вопрос о стойкости разверток связан с уменьшением точности обработки вследствие потери размера диаметра зубьев развертки в результате их износа и разбивки отверстия. По мере затупления зубьев развертки, а также при развертывании всухую величина разбивки

увеличивается. В ряде случаев наблюдается некоторое уменьшение диаметра развернутого отверстия по отношению к фактическому диаметру развертки. Такое явление называется отрицательной разбивкой; она зависит от геометрических параметров развертки и скорости резания». [18]

«Если при углах в плане  $30...45^0$  наблюдается положительная величина разбивки, то с уменьшением угла  $\phi$  до  $5...20^0$  разбивка по мере увеличения времени работы развертки переходит в зону отрицательных значений. Это объясняется увеличением упругих деформаций обрабатываемого материала в связи с возрастанием радиальных сил резания по мере уменьшения величины угла  $\phi$ . Если величина отрицательных значений разбивки зависит от упругих свойств обрабатываемых материалов, то величина положительных значений разбивания определяется степенью образования нароста и условиями налипания мельчайших частиц металла на ленточки развертки». [18]

«Поскольку развертка срезает слои металла малой толщины, она изнашивается чаще всего по задним поверхностям. Износ инструмента по диаметру, с одной стороны, уменьшает разбивку отверстия, а с другой – износ в месте перехода главной режущей кромки каждого зуба во вспомогательную увеличивает ее из-за большей деформации системы СПИЗ. Средний период стойкости разверток, соответствующий техническому критерию износа, колеблется в пределах 18...84 минуты при обработке сталей». [18]

Определим крутящий момент

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 10^3} \cdot \quad (32)$$

Определим силу резания

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^{x_p} \cdot S^{y_p}, [11] \quad (33)$$

где  $C_p = 247; x = 1; y = 0,75$ . [11]

Тогда

$$P'_z = 10 \cdot 247 \cdot 0,02^1 \cdot 0,2^{0,75} = 14,77, \text{ Н.}$$

И следовательно

$$P_z = P'_z \cdot 6 = 14,77 \cdot 6 = 88,62, \text{ Н.}$$

$$M_{кр} = \frac{88,62 \cdot 10}{2 \cdot 10^3} = 0,443, \text{ Н м.}$$

«Конические развертки работают в более тяжелых условиях, чем цилиндрические. Если цилиндрические развертки режут материал в основном заборной частью, то коническая развертка работает все длиной своих режущих кромок и по существу не имеет калибрующей части». [11]

«Такие развертки изготавливают комплектом из трех штук: обдирочная, промежуточная и чистовая. Обдирочная делается ступенчатой и снимает основную часть припуска. С целью улучшения усилий резания у обдирочных разверток делается передний угол. Промежуточная развертка имеет стружкоделительные канавки в виде резьбы и в основном срезает ступени, оставшиеся после обдирочной развертки; зубья острозаточенной формы с двойным задним углом. Чистовая развертка имеет прямые сплошные зубья по всей длине режущей части. Ленточка на вершинах делается минимальной, так как развертка работает всей длиной зубьев и при большей ширине ленточки резать не будет. Шаг зубьев равномерный». [11]

Примем число зубьев развертки  $z = 6$ .

Чертеж спроектированной развертки представлен в графической части работы.

## **5 Безопасность и экологичность технического объекта**

### **5.1 Описание технического объекта.**

Объектом рассмотрения является участок механической обработки детали «быстросменная инструментальная оправка», на котором осуществляется технологический процесс, согласно среднесерийному типу производства.

Участок содержит один центrovально-подрезной станок модели 2А911, четыре токарных станка с ЧПУ 16М20Ф3, один вертикально-фрезерный станок с ЧПУ 6Р13РФ3, два вертикально-сверлильных станка с ЧПУ 2Р135Ф2-1, четыре круглошлифовальных станка с ЧПУ 3К151ВФ10 и один полировально-шлифовальный станок 3В852.

Перечисленное оборудование осуществляет механическую обработку производимой на участке детали.

В работе предлагается заменить станочное приспособление на центrovально-подрезной операции 005 работающее от ручного привода автоматизированным. Автоматизация работы станочных приспособлений позволит уменьшить работы станочников, связанные с вращением механизмов для зажима-разжима заготовки, что приведет с одной стороны к сокращению времени на установку и снятие заготовки в оборудовании, а с другой стороны снизит риски получения станочниками производственных травм на рабочем месте.

### **5.2 Описание предлагаемых мероприятий по безопасности и экологичности.**

«В организациях, эксплуатирующих опасные производственные объекты, как правило, создаются единые системы управления охраной труда и промышленной безопасностью (ЕСУОТ и ПБ). Как показывает практика,

достигаемый положительный эффект внедрения ЕСУОТ и ПБ для предприятий на территории России достаточно многогранен». [10]

Если рассматривать объект со стороны охраны труда, то его автоматизация является полезным усовершенствованием. Ведь это снижает риски получения рабочими травм, связанных с ручным приведением в действие станочной оснастки, в частности специального приспособления для токарной обработки заготовки. Для закрепления заготовки необходимо вставить ключ в приспособление, закрутить по часовой стрелке до упора, что приведет движению прижима к заготовке, при этом происходит её закрепление. После проведения обработки необходимо раскрепить заготовку. При этом необходимо вставить ключ в механизм приспособления и прокрутить ключ на несколько оборотов против часовой стрелки, что приведет к движению кулачков приспособления от поверхности заготовки, и она разожмется в приспособлении.

Данные действия предлагается исключить путем автоматизации приспособления. При этом теперь станочник должен нажать на кнопку и приспособление при помощи автоматизированного привода проведет раскрепление и закрепление заготовки. Остаются только действия по вставке заготовки перед обработкой до упора и снятие ее после обработки.

«Решение вопросов обеспечения безопасности промышленной продукции заключается в разработке, принятии и применении документов, устанавливающих требования к объектам технического регулирования. Таковыми являются следующие документы: декларация о соответствии, подтверждение соответствия, сертификат соответствия, стандарт, технический регламент, свод правил и т.д. Одной из основных проблем промышленной продукции, определяющей безопасность при использовании, эксплуатации и т.д., является ее качество. Качество продукции по мере развития научно-технического прогресса все в большей степени зависит от уровня технологии и определяется рядом таких факторов, как механизация и автоматизация технологических процессов, их непрерывность, качество



исходных материалов, организация труда, требование техники безопасности и охраны труда на производстве. Недопустимо повышение качества продукции за счет гигиенических, экологических, эстетических и других условий производства». [14]

Автоматизацией работы станочного приспособления мы уменьшили движения рабочих и, таким образом, улучшили условия работы.

Высокая температура обрабатываемых изделий и инструмента, получаемая при изготовлении деталей уменьшается подачей в зону обработки смазочно-охлаждающих технологических средств (СОТС) [7], эти уменьшаются риски воздействия высоких температур на рабочих-операторов станков. Попадание СОТС на кожу операторов станков исключается применением в конструкции станков защитных экранов. Также при открытии и закрытии зоны резания операторами необходимо надевать защитные очки [3].

Воздействие электрического тока и статического электричества практически исключается применением резиновых коврик на рабочем месте операторов станков. При этом также необходимо выполнить заземление от станин станков.

В результате разработки данного раздела нами предложены мероприятия, которые способствуют увеличению безопасности и экологичности на механическом участке обработке детали «быстросменной инструментальной оправки». При внедрении в производство предложенных мероприятий сократиться производственный травматизм, улучшится экологическая ситуация на рабочих местах.

## **6 Экономическая эффективность работы**

При написании бакалаврской работы было предложено изменить оснастку на операции 005 (центровально-подрезная). Это изменение привело к сокращению трудоемкости выполнения операции, что с технологической точки зрения доказывает эффективность данного изменения. Однако, это предстоит подтвердить еще и с экономической точки зрения, что и будет выполнено в рамках раздела 6 бакалаврской работы.

Все необходимые технические параметры, такие как: основное и штучное время, модель оборудования, наименование инструмента и оснастки, применяемые на операции 005, были взяты из предыдущих разделов бакалаврской работы. Для сбора информации по остальным параметрам, необходимым для расчета: мощность и занимаемая площадь оборудования, цены оснастки и инструмента, часовые тарифные ставки, тарифы по энергоносителям и многое другое, использовались разные источники: паспорт станка; учебно-методическое пособие по выполнению экономического раздела выпускной квалификационной работы для студентов, обучающихся по специальности 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»; данные предприятия по тарифам на энергоносители; сайты с ценами на оборудование, оснастку и инструмент, и другие источники.

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

- «капитальные вложения по сравниваемым вариантам;
- технологическая себестоимость изменяющихся по вариантам операций;
- калькуляция себестоимости обработки детали по вариантам технологического процесса;
- приведенные затраты и выбор оптимального варианта;

– показатели экономической эффективности проектируемого варианта техники (технологии)» [13].

Далее представлены основные результаты проведенных расчетов. На рисунке 6, показаны величины, из которых складываются капитальные вложения, которые составят 29 135,28 рублей.

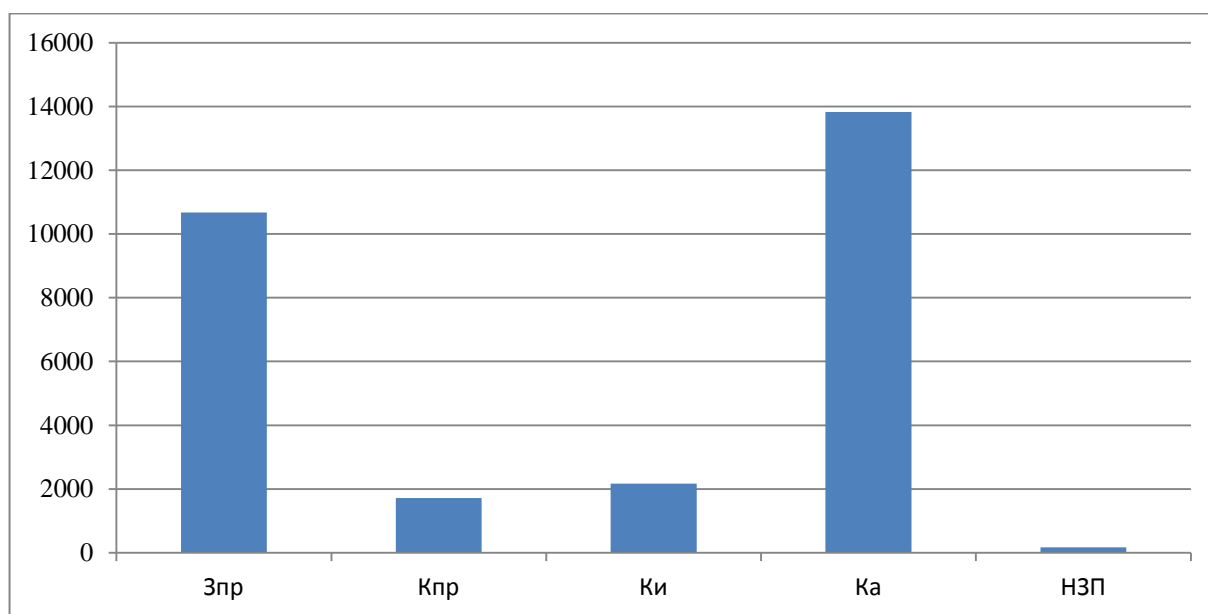


Рисунок 6 – Величина затрат, входящих в капитальные вложения, предложенного проекта, руб.

Анализируя, представленные на рисунке 6, данные, можно сделать вывод о том, что самыми капиталоемкими затратами являются затраты на управляющую программу ( $K_A$ ), величина которых составляет 49,39 %, далее идут затраты на проектирование ( $Z_{ПР}$ ), с объемом затрат 38,10 % от всей величины капитальных вложений. Следующие, по величине, это затраты на инструмент ( $K_{И}$ ), с долей в общей объеме, равной 7,8 %. Четвертыми, являются затраты на приспособление ( $K_{ПР}$ ), они составляют 6,03 %. И самой незначительной, является величина незавершенного производства ( $НЗП$ ), т. к. она составляет всего 0,73 % от всей величины капитальных вложений.

На рисунке 7 представлены параметры, из которых складывается технологическая себестоимость детали «быстросменная инструментальная оправка», по двум сравниваемым вариантам технологического процесса.

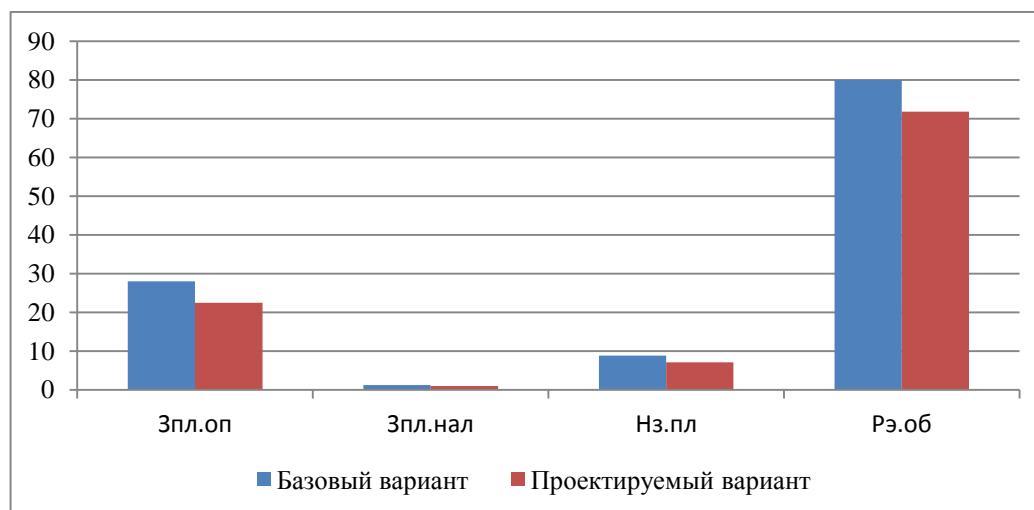


Рисунок 7 – Слагаемые технологической себестоимости изготовления детали «быстросменная инструментальная оправка», по вариантам, руб.

Как видно из рисунка 7, значение величины основных материалов за вычетом отходов не использовалось для определения вышеуказанного параметра, т. к. в процессе совершенствования технологического процесса, способ получения заготовки не менялся, поэтому эта величина остается без изменения, а при определении разницы в себестоимости между вариантами она не окажет влияния.

Анализируя диаграмму на рисунке 7, видно, что две величины имеют максимальные доли в общей величине технологической себестоимости, это:

- расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, с объемом величины 69,1 % для базового варианта и 71,56 % для проектируемого варианта, от всего значения технологической себестоимости;
- заработная плата оператора ( $Z_{пл.оп}$ ), необходимая на оплату труда рабочего, занятого на работе центrovально-подрезного станка, доля которой

составляет 24,23 % для базового варианта и 22,38 % для проектируемого варианта, в размере технологической себестоимости.

Данные параметры позволили сформировать значение полной себестоимости. Результаты калькуляции себестоимости обработки детали «быстросменная инструментальная оправка» по операции 005 технологического процесса, представлены на рисунке 8.

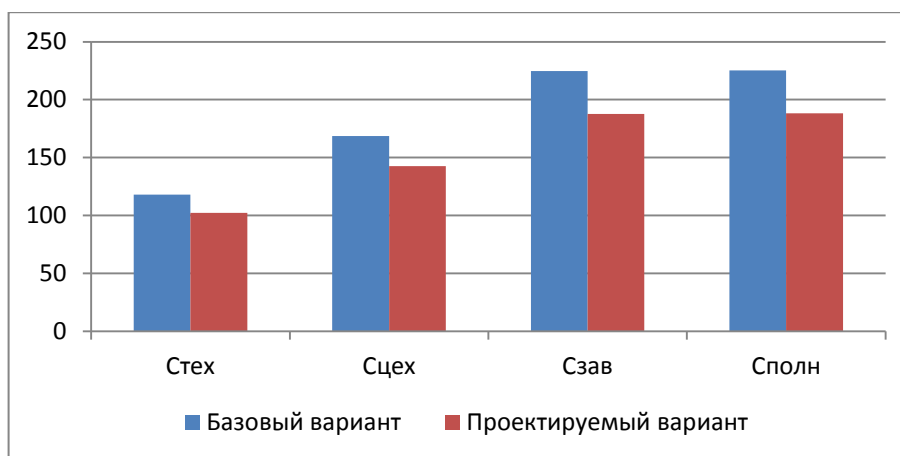


Рисунок 8 – Калькуляция себестоимости, по вариантам технологического процесса, руб.

Согласно рисунку 8, значение полной себестоимости ( $C_{\text{полн}}$ ) для базового варианта составило 229,88 рублей, а для проектируемого варианта – 192,04 рублей.

Дальнейшие расчеты показали, что капитальные вложения, в размере 29 135,28 рублей, окупятся в течение 3-х лет. Такой срок является допустимым для совершенствования технологического процесса. Однако прежде чем говорить об его эффективности, проанализируем такой экономический параметр как интегральный экономический эффект или чистый дисконтируемый доход. Величина данного показателя составляет 4 966,38 рубля со знаком «плюс», что доказывает эффективность предложенных мероприятий. А это значит, что на каждый вложенный рублю будет получен доход 1,17 рублей.

## Заключение

В результате проделанной работы нами разработан технологический процесс изготовления быстросменной инструментальной оправки, используя современные достижения в технологии машиностроения.

В первой части работы выполнен анализ служебного назначения быстросменной оправки, проклассифицированы все поверхности детали по назначению, проанализирован химический состав материала, из которого изготавливается деталь, дан анализ рациональности использования данного материала, также предложены несколько способов изготовления заготовки.

Во второй части работы проведен анализ и назначен тип машиностроительного производства, исходя из заданной массы детали и годовой программы выпуска, описаны характеристики этого типа производства, проведен технико-экономический расчет двух наиболее подходящих методов получения заготовки. На одну из самых точных поверхностей детали проведен расчет припусков на обработку расчетно-аналитическим способом. Для операций, которые модернизированы в ходе проектирования техпроцесса, рассчитаны режимы обработки.

В третьей части работы разработана конструкция станочного приспособления для закрепления заготовки на центrovально-подрезной операции. Рассчитана погрешность закрепления заготовки.

В четвертой части работы для сверлильной операции техпроцесса проведено проектирование сложнопрофильного режущего инструмента – развертки.

В работе проведен анализ безопасности и экологичности технического объекта, которым является участок для механической обработки детали.

Экономический расчет показал эффективность выполненной работы, что подтверждает целесообразность выполненных технических решений.

## Список используемой литературы

1. Александров, А.М. Технология автоматизированного машиностроения. Технологическая подготовка, оснастка, наладка и эксплуатация многооперационных станков с ЧПУ : учебник для вузов / А.М. Александров, Ю.М. Зубарев, А.В. Приемышев, В.Г. Юрьев. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 264 с.
2. Вереина, Л. И. Metalлообработка [Электронный ресурс] : справочник / Л.И. Вереина, М.М. Краснов, Е. И. Фрадкин ; под общ. ред. Л.И. Вереиной. - Москва : ИНФРА-М, 2013. - 320 с.
3. ГОСТ 12.4.253-2013. Средства индивидуальной защиты глаз. Общие технические требования. – 39 с.
4. ГОСТ 2590-2006. Прокат сортовой стальной горячекатаный круглый. Сортамент. – 8 с.
5. ГОСТ 4543-2016. Metalлопродукция из конструкционной легированной стали. Технические условия. – 53 с.
6. ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски, кузнечные напуски. – 36 с.
7. ГОСТ Р 50558-93. Промышленная чистота. Жидкости смазочно-охлаждающие. Общие технические требования. – 12 с.
8. Зубарев, Ю.М. Введение в инженерную деятельность. Машиностроение : учебное пособие для вузов / Ю.М. Зубарев. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 232 с.
9. Иванов, И.С. Технология машиностроения : учебное пособие / И.С. Иванов. – 2-е изд., перераб и доп. – М. : ИНФРА-М, 2020. – 240 с.
10. Иванов, Н.И. Безопасность технологических процессов и производств : учебник / под ред. Н.И. Иванова, И.М. Фадына и Л.Ф. Дроздовой. – Логос, 2020. – 612 с.
11. Кишуров, В.М. 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.

12. Козлов, А.А. Разработка технологических процессов изготовления деталей машин : учеб.-метод. пособие по выполнению курсовых проектов по дисциплине «Основы технологии машиностроения» / А.А. Козлов, И.В.Кузьмич. – Тольятти : ТГУ, 2008. – 152 с.

13. Краснопевцева И.В. Экономика и управление машиностроительным производством : учеб.-метод. пособие / И.В.Краснопевцева, Н.В. Зубкова. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2014. – 183 с.

14. Ниметулаева Г.Ш. Безопасность промышленной продукции : Учебное пособие / Г.Ш. Ниметулаева, Э.М. Люманов, М.Ф. Добролюбова. – СПб. : Издательство «Лань», 2021. – 124 с.

15. Павлов, Ю.А. Проектирование технологических процессов в камнеобрабатывающем производстве : учеб. пособие / Ю.А. Павлов. – М. : Изд. Дом МИСиС, 2015. – 203 с.

16. Погонин А.А. Технология машиностроения : Учебник / А.А.Погонин, А.А. Афанасьев, И.В. Шрубченко. – 3-е изд., доп. – Москва : ИНФРА-М, 2020. – 530.

17. Режимы резания металлов: Справочник/ Ю.В.Барановский, Л.А.Брахман, А.И.Гадалевич и др. – М.: НИИТавтопром, 1995. – 456 с.

18. Солоненко, В.Г. Резание металлов и режущие инструменты: Учеб. пособие для вызов / В.Г.Солоненко, А.А.Рыжкин. – 2-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2008. – 414с.

19. Трусов, А.Н. Проектирование автоматизированных технологических процессов : учеб. пособие / А.Н. Трусов; КузГТУ. – Кемерово, 2015. – 136 с.

20. Ямников, А.С. Основы технологии машиностроения : учебник для вузов / А.С. Ямников, А.А. Маликов ; под ред. А.С. Ямникова. – Москва : Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. – 252 с.



## Приложение А

### Маршрутные карты

Таблица А.1 – Маршрутные карты

| ГОСТ 3.118-82 Форма 1 |  |     |    |       |   |       |               |                   |                       |       |     |    |      |      |      |     |
|-----------------------|--|-----|----|-------|---|-------|---------------|-------------------|-----------------------|-------|-----|----|------|------|------|-----|
| Директ.               |  |     |    |       |   |       |               |                   |                       |       |     |    |      |      |      |     |
| Взам.                 |  |     |    |       |   |       |               |                   |                       |       |     |    |      |      |      |     |
| Подл.                 |  |     |    |       |   |       |               |                   |                       |       |     |    |      |      |      |     |
|                       |  |     |    |       | Изм.  | Лист  | № докум.      | Подпись           | Дата                  |       |     |    |      |      |      |     |
|                       |  |     |    |       |   |       |               |                   |                       |       |     |    |      |      |      |     |
| Разработ.             | Головач  |     |    |       | Кафедра ОТММ                                    |       |               |                   |                       |       |     |    |      |      |      |     |
| Проб.                 | Левацкий   |     |    |       |   |       |               |                   |                       |       |     |    |      |      |      |     |
| Учт.                  |  |     |    |       | Оправка   |       |               |                   |                       |       |     |    |      |      |      |     |
| Н. контр.             |  |     |    |       |   |       |               |                   |                       |       |     |    |      |      |      |     |
|                       |  |     |    |       |   |       |               |                   | ВКР                   |       |     |    |      |      |      |     |
| М 01                  | Сталь 19ХГН ГОСТ 4543-71   |     |    |       |   |       |               |                   |                       |       |     |    |      |      |      |     |
| М 02                  | Код  | ЕВ  | МД | ЕН    | Н...  | КМ    | Код заготовки | Профиль и размеры | КД                    | МЗ    |     |    |      |      |      |     |
|                       | 0,2  | 166 | 11 | 1     |   | 0,73  | 4211XXX       | φ63,7×145         | 1                     | 15    |     |    |      |      |      |     |
| А                     | Цех  | Уч  | РМ | Опер. | Код наименования операции                       |       |               |                   | Обозначение документа |       |     |    |      |      |      |     |
| Б                     | Код наименования обработки   |     |    |       | ОМ  | Проф. | Р             | УТ                | НР                    | КОМ   | ЕН  | ОП | К... | Т... | Т... |     |
| А 03                  | XXXXXX   |     |    | 00    | Заготовительная                                 |       |               |                   |                       |       |     |    |      |      |      |     |
| Б 04                  |  |     |    |       | Кривашилно-горячештамповочный пресс             |       |               |                   |                       |       |     |    |      |      |      |     |
| 05                    |  |     |    |       |   |       |               |                   |                       |       |     |    |      |      |      |     |
| А 06                  | XXXXXX   |     |    | 05    | 4269 Центральна-подрезная ИОТ И 37.101.7013-93. |       |               |                   |                       |       |     |    |      |      |      |     |
| Б 07                  | 381825   |     |    |       | Центральна-подрезной станок 2А911               |       |               |                   | 2                     | 18225 | 411 | 1И | 1    | 1    | 1    | 137 |
| О 08                  | Подрезать два торца, выдерживая разм. 145 <sup>-0,3</sup> , центровать два торца, выдерживая разм. φ10 <sup>+0,05</sup> и φ17 <sup>+0,05</sup> и углы конусов 60°±30'. |     |    |       |   |       |               |                   |                       |       |     |    |      |      |      |     |
| О 09                  | Контроль исполнителем.   |     |    |       |   |       |               |                   |                       |       |     |    |      |      |      |     |
| Т 10                  | 391242XXX – сверло центровочное φ5, тип А ГОСТ 14034-74; 391242XXX – сверло центровочное φ10, тип А ГОСТ 14034-74;   |     |    |       |   |       |               |                   |                       |       |     |    |      |      |      |     |
| Т 11                  | 391801XXX – пластина Т5К10; 393120XXX – шаблон ГОСТ 9038-83.   |     |    |       |   |       |               |                   |                       |       |     |    |      |      |      |     |
| 12                    |  |     |    |       |   |       |               |                   |                       |       |     |    |      |      |      |     |
| А 13                  | XXXXXX   |     |    | 10    | 4110 Токарная черновая ИОТ И 37.101.7034-93.    |       |               |                   |                       |       |     |    |      |      |      |     |
| Б 14                  | 38140  |     |    |       | Токарно-винторезный станок с ЧПУ 16М20Ф3        |       |               |                   | 2                     | 15929 | 411 | 1Р | 1    | 1    | 1    | 137 |
| О 15                  | Точить конус, выдерживая разм. φ46 <sup>-0,1</sup> с конусностью 7:24, точить пояс, выдерживая размер φ63,7 <sup>-0,12</sup> , точить канавку, выдерживая              |     |    |       |   |       |               |                   |                       |       |     |    |      |      |      |     |
| О 16                  | размеры φ55,7 угол 45° l=2,7мм 7(1,2мм).   |     |    |       |   |       |               |                   |                       |       |     |    |      |      |      |     |
| МК                    |  |     |    |       |   |       |               |                   |                       |       |     |    |      |      |      |     |

# Продолжение Приложения А

## Продолжение таблицы А.1

| Дубл.  |   | ГОСТ 3.1118-82 Форма 16 |      |          |  |      |       |      |          |         |                       |       |     |                 |                 |                 |  |  |  |  |  |
|--|---|-------------------------|------|----------|--|------|-------|------|----------|---------|-----------------------|-------|-----|-----------------|-----------------|-----------------|--|--|--|--|--|
| Взам.  | Подл.   | Изм.                    | Лист | № докум. | Подпись                                      | Дата | Изм.  | Лист | № докум. | Подпись | Дата                  |       |     |                 |                 |                 |  |  |  |  |  |
|  |   |                         |      |          |  |      |       |      |          |         | 2                     |       |     |                 |                 |                 |  |  |  |  |  |
|  |   | Изм.                    | Лист | № докум. | Подпись                                      | Дата | Изм.  | Лист | № докум. | Подпись | Дата                  |       |     |                 |                 |                 |  |  |  |  |  |
| А  | Цех   | Уч                      | М/М  | Опер.    | Код, наименование операции                   |      |       |      |          |         | Обозначение документа |       |     |                 |                 |                 |  |  |  |  |  |
| Б  | Код, наименование оборудования  |                         |      |          |  | СМ   | Проф. | Р    | УТ       | КР      | КОИШ                  | ЕН    | ОП  | К <sub>оп</sub> | Т <sub>оп</sub> | Т <sub>ин</sub> |  |  |  |  |  |
| Наименование детали, сб. единицы или материала |   |                         |      |          | Обозначение код                              |      |       |      |          |         |                       |       |     |                 |                 |                 |  |  |  |  |  |
|  |   |                         |      |          | ОПТ  | ЕВ   | ЕН    | КИ   |          |         |                       | Нраск |     |                 |                 |                 |  |  |  |  |  |
| А 01   | Контроль исполнителем.  |                         |      |          |  |      |       |      |          |         |                       |       |     |                 |                 |                 |  |  |  |  |  |
| Б 02   | 39284.1XXX - центр упорный вращающийся А-2-3-НП ЧПУ ГОСТ 8742-75; 39284.4XXX - центр упорный жесткий №3;                                      |                         |      |          |  |      |       |      |          |         |                       |       |     |                 |                 |                 |  |  |  |  |  |
| Т 03   | 396171XXX - пастран поводковый ГОСТ 24351-80; 392195XXX - резец 2101-0641 ГОСТ 20872-80 Т5К10.  |                         |      |          |  |      |       |      |          |         |                       |       |     |                 |                 |                 |  |  |  |  |  |
| 04   |   |                         |      |          |  |      |       |      |          |         |                       |       |     |                 |                 |                 |  |  |  |  |  |
| А 05   | XXXXXX  |                         |      | 15       | 4110 Токарная черновая ИОТ И 37.101.7034-93. |      |       |      |          |         |                       |       |     |                 |                 |                 |  |  |  |  |  |
| Б 06   | 381140 Токарно-винторезный станок с ЧПУ 16М20Ф3   |                         |      |          |  | 2    | 15929 | 411  | 1Р       | 1       | 1                     | 1     | 137 |                 |                 |                 |  |  |  |  |  |
| О 07   | Точить поверхность, выдерживая разм. $\phi 19,2_{-0,1}$ , $\phi 15,5_{-0,1}$ , $l=11$ ; точить торец пояска, выдерживая разм. $88,4_{-0,1}$ . |                         |      |          |  |      |       |      |          |         |                       |       |     |                 |                 |                 |  |  |  |  |  |
| О 08   | Контроль исполнителем.  |                         |      |          |  |      |       |      |          |         |                       |       |     |                 |                 |                 |  |  |  |  |  |
| Т 09   | 39284.1XXX - центр упорный вращающийся А-2-3-НП ЧПУ ГОСТ 8742-75; 39284.4XXX - центр упорный жесткий №3;                                      |                         |      |          |  |      |       |      |          |         |                       |       |     |                 |                 |                 |  |  |  |  |  |
| Т 10   | 396171XXX - пастран поводковый ГОСТ 24351-80; 392195XXX - резец 2101-0641 ГОСТ 20872-80 Т5К10.  |                         |      |          |  |      |       |      |          |         |                       |       |     |                 |                 |                 |  |  |  |  |  |
| 11   |   |                         |      |          |  |      |       |      |          |         |                       |       |     |                 |                 |                 |  |  |  |  |  |
| А 12   | XXXXXX  |                         |      | 20       | 4110 Токарная черновая ИОТ И 37.101.7034-93. |      |       |      |          |         |                       |       |     |                 |                 |                 |  |  |  |  |  |
| Б 13   | 381140 Токарно-винторезный станок с ЧПУ 16М20Ф3   |                         |      |          |  | 2    | 15929 | 411  | 1Р       | 1       | 1                     | 1     | 137 |                 |                 |                 |  |  |  |  |  |
| О 14   | Точить конус, выдерживая разм. $\phi 45_{-0,1}$ с конусностью 7:24, точить наружный диаметр пояска, выдерж. размер $\phi 63,7_{-0,12}$ .      |                         |      |          |  |      |       |      |          |         |                       |       |     |                 |                 |                 |  |  |  |  |  |
| О 15   | Контроль исполнителем.  |                         |      |          |  |      |       |      |          |         |                       |       |     |                 |                 |                 |  |  |  |  |  |
| Т 16   | 39284.1XXX - центр упорный вращающийся А-2-3-НП ЧПУ ГОСТ 8742-75; 39284.4XXX - центр упорный жесткий №3 ГОСТ 8742-75;                         |                         |      |          |  |      |       |      |          |         |                       |       |     |                 |                 |                 |  |  |  |  |  |
| Т 17   | 396171XXX - пастран поводковый ГОСТ 24351-80; 392195XXX - резец 2101-0641 ГОСТ 20872-80 Т14К8.  |                         |      |          |  |      |       |      |          |         |                       |       |     |                 |                 |                 |  |  |  |  |  |
| МК   |   |                         |      |          |  |      |       |      |          |         |                       |       |     |                 |                 |                 |  |  |  |  |  |



Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

|         |  |     |    |       |   |       |     |    |   | ГОСТ 3.1118-82 Форма 16 |       |          |         |      |       |    |    |                 |                   |                 |  |  |
|---------|--|-----|----|-------|---|-------|-----|----|---|-------------------------|-------|----------|---------|------|-------|----|----|-----------------|-------------------|-----------------|--|--|
| Директ. |  |     |    |       |   |       |     |    |   |                         |       |          |         |      |       |    |    |                 |                   |                 |  |  |
| Взам.   |  |     |    |       |   |       |     |    |   | Изм.                    | Лист  | № докум. | Подпись | Дата |       |    |    |                 |                   |                 |  |  |
| Подл.   |  |     |    |       |   |       |     |    |   | Изм.                    | Лист  | № докум. | Подпись | Дата |       |    |    |                 |                   |                 |  |  |
|         |  |     |    |       |   |       |     |    |   |                         |       |          | 4       |      |       |    |    |                 |                   |                 |  |  |
|         |  |     |    |       |   |       |     |    |   |                         |       |          |         |      |       |    |    |                 |                   |                 |  |  |
|         |  |     |    |       |   |       |     |    |   |                         |       |          |         |      |       |    |    |                 |                   |                 |  |  |
| А       | Цех  | Уч. | РМ | Опер. | Код наименования операции                                 |       |     |    |   | Обозначение документа   |       |          |         |      |       |    |    |                 |                   |                 |  |  |
| Б       | Наименование детали, сб. единицы или материала   |     |    |       | Код наименования оборудования                             |       |     |    |   | СМ                      | Проф. | Р        | УТ      | КР   | Комп. | ЕН | ОП | К <sub>оп</sub> | Т <sub>с</sub>    | Т <sub>оп</sub> |  |  |
|         |  |     |    |       |   |       |     |    |   | Обозначение кода        |       |          |         |      | ОП    | ЕВ | ЕН | КИ              | Н <sub>доку</sub> |                 |  |  |
| А 01    |  |     |    |       | Контроль исполнителем.                                    |       |     |    |   |                         |       |          |         |      |       |    |    |                 |                   |                 |  |  |
| Б 02    | 391221 – Сверло 2301-4.075 ГОСТ 2092-77; 391221 – Сверло 2301-4.097 ГОСТ 2092-77; 391303 Метчик М16 Р6М5 ГОСТ 3266-99;   |     |    |       |   |       |     |    |   |                         |       |          |         |      |       |    |    |                 |                   |                 |  |  |
| Т 03    | 394161 – Тиски специальные; 393142 – Продак резьбовая тв. сплав. М16.  |     |    |       |   |       |     |    |   |                         |       |          |         |      |       |    |    |                 |                   |                 |  |  |
| 04      |  |     |    |       |   |       |     |    |   |                         |       |          |         |      |       |    |    |                 |                   |                 |  |  |
| А 05    | XXXXXX   |     |    | 40    | 4.120 Сверлильная ИОТ И 37.101.7025-00.                   |       |     |    |   |                         |       |          |         |      |       |    |    |                 |                   |                 |  |  |
| Б 06    | 38121X Вертикально-сверлильный станок с ЧПУ 2P135Ф2-1  |     |    |       | 2   | 17335 | 411 | 1P | 1 | 1                       | 1     | 137      |         |      |       |    |    |                 |                   |                 |  |  |
| О 07    | Сверлить отверстия, выдерживая разм. $\phi 6$ , $l=73$ ; конич. отв. $\phi 10$ , сверлить $\phi 8$ , зенкеровать, развернуть, выдерж. разм. $\phi 10^{+0,025}$ с конусом 1:10. |     |    |       |   |       |     |    |   |                         |       |          |         |      |       |    |    |                 |                   |                 |  |  |
| О 08    | Контроль исполнителем.   |     |    |       |   |       |     |    |   |                         |       |          |         |      |       |    |    |                 |                   |                 |  |  |
| Т 09    | 391221 – Сверло 2301-3351 ГОСТ 886-77; 391221 – Сверло 2301-3373 ГОСТ 886-77; зенкер конический Р6М5; развертка коническая полуметр.   |     |    |       |   |       |     |    |   |                         |       |          |         |      |       |    |    |                 |                   |                 |  |  |
| Т 10    | развертка конич. чистовая; 394161 – Тиски специальные; 393141 – калибр конусный $\phi 10$ Н7 ГОСТ 24.932-81; 393141 – продак М8 ГОСТ 9484-81.                                  |     |    |       |   |       |     |    |   |                         |       |          |         |      |       |    |    |                 |                   |                 |  |  |
| 11      |  |     |    |       |   |       |     |    |   |                         |       |          |         |      |       |    |    |                 |                   |                 |  |  |
| А 12    | XXXXXX   |     |    | 45    | 5181 Термическая.   |       |     |    |   |                         |       |          |         |      |       |    |    |                 |                   |                 |  |  |
| Б 13    | Термическая печь.  |     |    |       |   |       |     |    |   |                         |       |          |         |      |       |    |    |                 |                   |                 |  |  |
| 14      |  |     |    |       |   |       |     |    |   |                         |       |          |         |      |       |    |    |                 |                   |                 |  |  |
| А 15    | XXXXXX   |     |    | 50    | 4.131 Круглошлифовальная черновая ИОТ И 37.101.7419.1-00. |       |     |    |   |                         |       |          |         |      |       |    |    |                 |                   |                 |  |  |
| Б 16    | 381311 Круглошлифовальный станок ЭК1518Ф10   |     |    |       | 2   | 18873 | 411 | 1P | 1 | 1                       | 1     | 137      |         |      |       |    |    |                 |                   |                 |  |  |
| О 17    | Шлифовать поверхности, выдерживая разм. $\phi 4,53$ , $l=71$ ; с конусностью 7:24.   |     |    |       |   |       |     |    |   |                         |       |          |         |      |       |    |    |                 |                   |                 |  |  |
| МК      |  |     |    |       |   |       |     |    |   |                         |       |          |         |      |       |    |    |                 |                   |                 |  |  |

## Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

| ГОСТ 3.1118-82 Форма 1б         |  |    |    |       |   |                       |  |       |     |    |    |      |    |     |                 |                 |                 |
|---------------------------------|--|----|----|-------|---|-----------------------|--|-------|-----|----|----|------|----|-----|-----------------|-----------------|-----------------|
| Дубль                           |  |    |    |       |   |                       |  |       |     |    |    |      |    |     |                 |                 |                 |
| Взам                            |  |    |    |       |   |                       |  |       |     |    |    |      |    |     |                 |                 |                 |
| Подл.                           |  |    |    |       |   |                       |  |       |     |    |    |      |    |     |                 |                 |                 |
|                                 |  |    |    |       |   |                       |  |       |     | 5  |    |      |    |     |                 |                 |                 |
| Изм. Лист № докум. Подпись Дата |  |    |    |       |   |                       |  |       |     |    |    |      |    |     |                 |                 |                 |
| Изм. Лист № докум. Подпись Дата |  |    |    |       |   |                       |  |       |     |    |    |      |    |     |                 |                 |                 |
| Изм. Лист № докум. Подпись Дата |  |    |    |       |   |                       |  |       |     |    |    |      |    |     |                 |                 |                 |
| А                               | Цех  | Уч | РМ | Опер. | Код   | наименование операции | СМ   | Проф. | Р   | УТ | КР | КОИД | ЕН | ОП  | К <sub>ин</sub> | Т <sub>н2</sub> | Т <sub>ин</sub> |
| Б                               | Код, наименование детали, сб. единицы или материала  |    |    |       |   |                       | Обозначение документа  |       |     |    |    |      |    |     |                 |                 |                 |
| Т                               | Наименование детали, сб. единицы или материала   |    |    |       |   |                       | Обозначение кода   |       |     |    |    |      |    |     |                 |                 |                 |
| Т                               | Наименование детали, сб. единицы или материала   |    |    |       |   |                       | Обозначение кода   |       |     |    |    |      |    |     |                 |                 |                 |
| А 01                            | Контроль исполнителем.   |    |    |       |   |                       |  |       |     |    |    |      |    |     |                 |                 |                 |
| Б 02                            | 298110 - Круг шлифовальный 2 300x80x48 92AF54L 7V50M/с 2 кл  |    |    |       |   |                       | ГОСТ Р 52781-2007; 394621 - прибор активного контроля нар. diam. вала;     |       |     |    |    |      |    |     |                 |                 |                 |
| Т 03                            | 393610 - Шаблон.   |    |    |       |   |                       |  |       |     |    |    |      |    |     |                 |                 |                 |
| 04                              |  |    |    |       |   |                       |  |       |     |    |    |      |    |     |                 |                 |                 |
| А 05                            | XXXXXX   |    | 55 |       | 4131 Круглошлифовальная черновая ИОТ И 37.101.74.19.1-00. |                       |  |       |     |    |    |      |    |     |                 |                 |                 |
| Б 06                            | 381311 Круглошлифовальный станок ЗК1518Ф10   |    |    |       |   |                       | 2  | 18873 | 411 | 1Р | 1  | 1    | 1  | 137 |                 |                 |                 |
| О 07                            | Шлифовать поверхности, выдерживая разм. $\phi 63,52_{-0,046}$ , $l=87,4 \pm 0,023$ ; $\phi 18,52_{-0,033}$ $l=134 \pm 0,0315$ ; $\phi 14,2_{-0,027}$ $l=145$ |    |    |       |   |                       |  |       |     |    |    |      |    |     |                 |                 |                 |
| Т 08                            | 298110 - Круг шлифовальный 2 300x80x48 92AF54L 7V50M/с 2 кл  |    |    |       |   |                       | ГОСТ Р 52781-2007; 394621 - прибор активного контроля нар. diam. вала (2); |       |     |    |    |      |    |     |                 |                 |                 |
| Т 09                            | 393610 - Шаблон.   |    |    |       |   |                       |  |       |     |    |    |      |    |     |                 |                 |                 |
| 10                              |  |    |    |       |   |                       |  |       |     |    |    |      |    |     |                 |                 |                 |
| А 11                            | XXXXXX   |    | 60 |       | 4131 Круглошлифовальная чистовая ИОТ И 37.101.74.19.1-00. |                       |  |       |     |    |    |      |    |     |                 |                 |                 |
| Б 12                            | 381311 Круглошлифовальный станок ЗК1518Ф10   |    |    |       |   |                       | 2  | 18873 | 411 | 1Р | 1  | 1    | 1  | 137 |                 |                 |                 |
| О 13                            | Шлифовать наружную конусную поверхность, выдерживая разм. $\phi 44,47$ , $l=71$ , с конусностью 7:24.  |    |    |       |   |                       |  |       |     |    |    |      |    |     |                 |                 |                 |
| Т 14                            | 298110 - Круг шлифовальный 2 300x80x48 92AF54L 7V50M/с 2 кл  |    |    |       |   |                       | ГОСТ Р 52781-2007; 394621 - прибор активного контроля нар. diam. вала;     |       |     |    |    |      |    |     |                 |                 |                 |
| Т 15                            | 393610 - Шаблон.   |    |    |       |   |                       |  |       |     |    |    |      |    |     |                 |                 |                 |
| 16                              |  |    |    |       |   |                       |  |       |     |    |    |      |    |     |                 |                 |                 |
| 17                              |  |    |    |       |   |                       |  |       |     |    |    |      |    |     |                 |                 |                 |
| МК                              |  |    |    |       |   |                       |  |       |     |    |    |      |    |     |                 |                 |                 |



## Приложение Б

### Операционные карты

Таблица Б.1 – Операционные карты

| ГОСТ 3.14.04-86 Форма3   |  |                          |         |           |      |     |                   |          |         |      |     |  |
|--|--|--------------------------|---------|-----------|------|-----|-------------------|----------|---------|------|-----|--|
| Дубль  |  |                          |         |           |      |     |                   |          |         |      |     |  |
| Взам   |  |                          |         |           |      |     |                   |          |         |      |     |  |
| Подл   |  |                          |         |           |      |     |                   |          |         |      |     |  |
|  |  |                          |         |           |      |     |                   | Листов   | Лист    |      |     |  |
| Разраб   | Головач  |                          |         |           |      |     |                   |          |         |      |     |  |
| Проб   | Левашкин   |                          |         |           |      |     |                   |          |         |      |     |  |
| Отправка   |  |                          |         |           |      |     |                   | Цех      | Уч      |      |     |  |
|  |  |                          |         |           |      |     |                   | РМ       | Опер.   |      |     |  |
| Н. контр.  |  |                          |         |           |      |     |                   |          | 20      |      |     |  |
| Наименование операции  |  | Материал                 |         | Твердость | EB   | МД  | Профиль и размеры |          | МЗ      | КОИД |     |  |
| 4.110 Токарная чистовая  |  | Сталь 19ХГН ГОСТ 4543-71 |         | 200 НВ    | 166  | 11  | φ64×145           |          | 15      | 1    |     |  |
| Оборудование, устройство ЧПУ   |  | Обозначение программы    |         | Ta        | Tb   | Tpa | Tшт               | СОЖ      |         |      |     |  |
| 16M20Ф3  |  | XXXXXX                   |         | 0,86      | 0,15 | 5   | 1,01              | ИФХАН-33 |         |      |     |  |
| P  |  | πi                       | D или B | L         | f    | i   | S                 | n        | V       |      |     |  |
| P01  | 1. Установить и снять заготовку  |                          |         |           |      |     |                   |          |         |      |     |  |
| T02  | 396171 Патрон поводковый ГОСТ 24351-80; 302844 Центр упорн. жест. №3 ГОСТ 8742-75; 392841 Центр упорн. вращ. А-2-3-НП ЧПУ ГОСТ 24351-80. |                          |         |           |      |     |                   |          |         |      |     |  |
| P03  | 2. Точить конус, выдерживая размер φ45 <sub>0,1</sub> с конусностью 7:24.  |                          |         |           |      |     |                   |          |         |      |     |  |
| P04  |  | 1                        | 45,5    | 72        | 0,25 | 1   | 0,16              | 800      | 175,8   |      |     |  |
| P05  | 3. Точить поясок, выдерживая размер φ63,7 <sub>0,12</sub> .  |                          |         |           |      |     |                   |          |         |      |     |  |
| P06  |  | 2                        | 63,7    | 9,5       | 0,4  | 1   | 0,05              | 800      | 210/175 |      |     |  |
| P07  | 4. Точить торец, выдерживая размер 75,1±0,06.  |                          |         |           |      |     |                   |          |         |      |     |  |
| P08  |  | 3                        | 63,7    | 16        | 0,3  | 1   | 0,16              | 800      | 210     |      |     |  |
| T09  | 392195XX – резец 2101-0641 T14K8 ГОСТ 20872-80; 393410 – микрометр МК 50-75 ГОСТ 6507-78.  |                          |         |           |      |     |                   |          |         |      |     |  |
| 10   |  |                          |         |           |      |     |                   |          |         |      |     |  |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 5%;">ОКП</td> <td style="width: 95%;"></td> </tr> </table> |  |                          |         |           |      |     |                   |          |         |      | ОКП |  |
| ОКП  |  |                          |         |           |      |     |                   |          |         |      |     |  |

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

