



## Аннотация

Сафонов Анатолий Федорович. Технологический процесс изготовления промежуточного вала привода обрабатывающего центра Beaver. Оборудование и технологии машиностроительного производства. ТГУ Тольятти, 2020 г.

В работе рассматриваются вопросы проектирования технологического процесса изготовления промежуточного вала на основе типовых технологических процессов изготовления деталей данного типа. Цель данной работы заключается в проектировании технологического процесса, который позволит обеспечить выпуск годового объема промежуточных валов при обеспечении характеристик качества и минимума затрат. Для решения поставленной цели на основе анализа исходных данных были сформулированы и решены задачи технологического и конструкторского характера.

Работа состоит из введения, пяти основных разделов, заключения, списка используемых источников и приложений. Введение посвящено оценке актуальности темы и формированию цели работы. В первом разделе проведен анализ исходных данных, на основании которых сформулированы основные задачи работы. Второй раздел содержит решения технологических задач работы. В третьем разделе решаются вопросы конструкторского характера, направленные на совершенствование базовой технологии. Четвертый раздел посвящен анализу безопасности выполнения технологического процесса и экологичности производства. В пятом разделе оценена экономическая эффективность проектируемого технологического процесса. Заключение содержит основные выводы по работе. В приложениях содержится вся необходимая конструкторская и технологическая документация.

Работа состоит из 72 страниц пояснительной записки и 7 листов формата А1 графической части.

## Содержание

|   |    |
|---|----|
| Введение.....   | 3  |
| 1 Анализ исходных данных.....   | 4  |
| 1.1 Назначение детали и условия ее эксплуатации.....  | 4  |
| 1.2 Технологические характеристики детали.....  | 5  |
| 1.3 Выбор параметров техпроцесса.....   | 8  |
| 1.4 Формулировка задач работы.....  | 9  |
| 2 Разработка технологической части работы.....  | 11 |
| 2.1 Проектирование заготовки.....   | 11 |
| 2.2 Проектирование плана изготовления.....  | 20 |
| 2.3 Определение средств оснащения техпроцесса.....  | 22 |
| 2.4 Разработка технологических операций.....  | 25 |
| 3 Проектирование специальных средств оснащения.....   | 29 |
| 3.1 Проектирование станочного приспособления.....   | 29 |
| 3.2 Проектирование режущего инструмента.....  | 37 |
| 4 Безопасность и экологичность технического объекта.....  | 40 |
| 4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая<br>характеристики рассматриваемого технического объекта..... | 40 |
| 4.2 Идентификация профессиональных рисков.....  | 41 |
| 4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков.....   | 43 |
| 4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....   | 46 |
| 4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта.....  | 48 |
| 5 Экономическая эффективность работы.....   | 51 |
| Заключение.....   | 55 |
| Список используемых источников.....   | 56 |
| Приложение А Технологическая документация.....  | 59 |
| Приложение Б Спецификации к сборочным чертежам.....   | 70 |

## Введение

Универсальный многооперационный обрабатывающий центр Beaver хорошо себя зарекомендовал в мебельном производстве, в производстве декоративных элементов для отделки интерьеров и экстерьеров, в производстве рекламной продукции, а также в модельном производстве для изготовления оснастки.

Широкое распространение данного обрабатывающего центра объясняется рядом причин. Во-первых, обрабатывать можно широкую номенклатуру материала: древесина, полуфабрикаты из древесины, композитные материалы, разнообразные пластики, искусственный камень, стекло, цветные металлы и ряд других материалов. Другая причина заключается в высокой производительности и широких технологических возможностях центра. На данном центре можно выполнять профильное и контурное фрезерование, сверление, пропиливание пазов и ряд других операций.

Данное оборудование часто используется в условиях малых предприятий, поэтому простой центра по причине поломки недопустим или должен быть минимальным. Это накладывает жесткие требования к надежности узлов обрабатывающего центра. Не маловажным фактором для малых предприятий является и стоимость запасных частей в случае выхода какого-либо механизма из строя. Эксплуатационная надежность узлов и агрегатов, а также минимизация их стоимости обеспечиваются на стадии изготовления применением соответствующих технологических решений.

Исходя из приведенных соображений, цель данной выпускной квалификационной работы заключается в разработке такой технологии изготовления промежуточного вала привода, которая обеспечит изготовление годовой программы деталей с установленными параметрами качества и минимальными экономическими затратами.

## **1 Анализ исходных данных**

### **1.1 Назначение детали и условия ее эксплуатации**

«Назначение промежуточного вала в передаче крутящего момента от вала электропривода исполнительному механизму. Крутящий момент передается от электропривода боковыми поверхностями шлиц и далее через боковые поверхности выполненной на валу шестерни на исполнительный механизм привода подачи» [22]. В механизме привода промежуточный вал устанавливается в корпус на шарикоподшипники.

Конструкция промежуточного вала обусловлена его служебным назначением. Контуры детали сформированы плоскостями и цилиндрическими поверхностями. В конструкции детали имеются уступы, внутренние ступенчатые цилиндрические поверхности, а также отверстия для установки системы подачи смазочных материалов и поверхности эвольвенты.

Эксплуатация промежуточного вала производится в закрытом производственном помещении, где поддерживается определенный микроклимат, поэтому влияние внешних факторов вызванных климатическими условиями маловероятно.

Влияние внутренних факторов, возникающих в ходе работы обрабатывающего центра достаточно существенно. На вал в процессе эксплуатации могут воздействовать вибрации, вызванные техническими особенностями работы узлов обрабатывающего центра, а также передающиеся от находящихся в непосредственной близости механизмов и оборудования. Эксплуатационные нагрузки вала являются знакопеременными и непостоянными по величине, что вызвано техническими особенностями работы привода. Суммарное влияние данных факторов может привести к износу рабочих поверхностей детали и мест под подшипники. Снижение износа достигается в данном случае путем применения системы принудительной смазки, а также созданием масляного

тумана в корпусе привода.

Анализ конструкции промежуточного вала и условий его эксплуатации показал, что обеспечение всех требований, заданных конструктором на чертеже детали одна из основных задач, которую необходимо решить в ходе проектирования технологического процесса ее изготовления.

## 1.2 Технологические характеристики детали

Проведение анализа детали с точки зрения ее технологичности предусматривает выполнение нескольких этапов [11]: анализ служебного назначения поверхностей; анализ конструкции детали; анализ материала детали и возможных методов получения заготовки; анализ базирования и механической обработки детали.

«Поверхности детали по служебному назначению подразделяются на: основные конструкторские базы, вспомогательные конструкторские базы, исполнительные поверхности и свободные» [9]. Для проведения данной классификации выполним эскиз детали (рисунок 1.1) и обозначим на нем все поверхности.

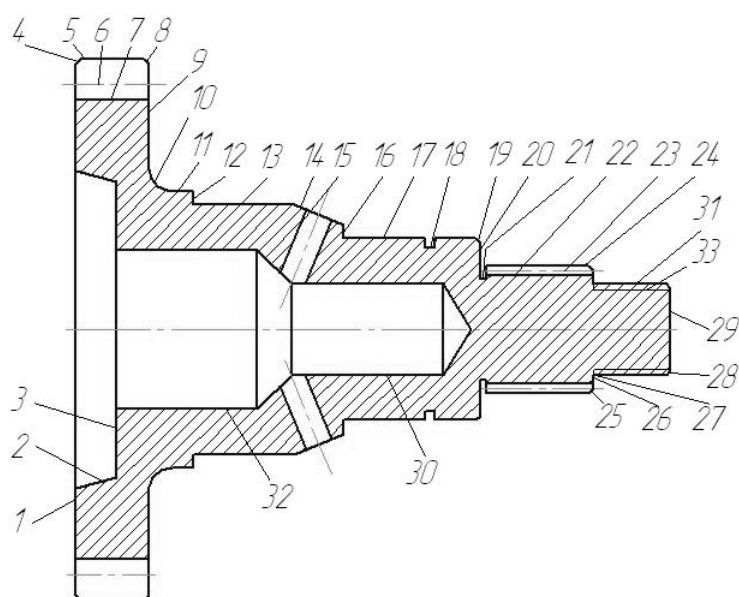


Рисунок 1 – Эскиз детали

Поверхности вала классифицируются следующим образом:

- «основные конструкторские базы – 6, 23, 33;
- вспомогательные конструкторские базы – 12, 13, 17;
- исполнительные поверхности – 16, 23;
- свободные поверхности – оставшиеся» [9].

Конструкция детали достаточно простая и типична для такого рода деталей. Деталь сформирована набором простых поверхностей типа плоскостей и цилиндров, из сложнопрофильных поверхностей на данной детали присутствует только поверхность эвольвенты, формирующей зубчатый венец. Точность, размеры и допуски взаимного расположения поверхностей полностью соответствуют стандартным рядам, поэтому все поверхности могут быть получены стандартными методами обработки с применением параллельной и параллельно-последовательной структуры операций. Следовательно, конструкцию промежуточного вала можно признать технологичной.

Промежуточный вал изготавливается из стали 12ХНЗА ГОСТ4543-71. Наиболее важными характеристиками материала с точки зрения механической обработки заготовки и обеспечения эксплуатационных характеристик детали являются, химический состав стали и ее механические характеристики. Химический состав данной стали: «углерод от 0,09% до 0,16 %, хром от 0,6% до 0,9%, марганец от 0,3% до 0,6%, кремний от 0,17% до 0,37%, никель от 2,75% до 3,15%, сера не более 0,025%, фосфор не более 0,025%, медь не более 0,3%. Механические характеристики данной стали: предел прочности при растяжении 690 МПа, предел текучести 590 МПа, относительное удлинение после разрыва 11%, относительное сужение 55%, твердость по Бринеллю от 200 до 220 единиц» [23]. Такие характеристики обеспечивают хорошие эксплуатационные показатели и высокую технологичность изготовления.

Материал детали определяет метод получения заготовки [4]. В данном случае наиболее приемлемо применение методов получения при помощи

обработки давлением. Для выбора конкретного метода получения заготовки учитывается форма конечной детали. Исходя из этих соображений, наилучшими вариантами получения заготовки для вала могут быть методковки или метод штамповки. Оба метода достаточно технологичны и позволяют получить точную с точки зрения обеспечения минимального количества механической обработки заготовку.

Анализ схем базирования один из ключевых вопросов в определении технологичности детали. Рассматриваемая деталь имеет достаточно большое количество подходящих по размеру и точности поверхностей, которые удобно использовать в качестве баз при установке и закреплении заготовки на операциях механической обработки. Исходя из формы и расположения поверхностей детали, для реализации схем базирования вероятнее всего не понадобится применения специальных средств оснащения. Окончательная разработка схемы базирования и выбор средств технологического оснащения ее реализующих будет сделана в последующих разделах данной работы. На данном этапе можно сделать заключение, что с точки зрения базирования деталь отвечает всем требованиям технологичности.

Качественные характеристики поверхностей детали требуют их обязательной механической обработки без применения специальных методов обработки, что существенно снижает время на технологическую подготовку производства и упрощает проектирование технологического процесса. Оборудование и средства технологического оснащения в данном случае будут выбраны исходя из типа производства, но при этом будет отдано предпочтение универсальному оборудованию и стандартным средствам технологического оснащения. С точки зрения механической обработки поверхностей промежуточный вал можно считать технологичной деталью.

Резюмируя проведенный анализ детали в соответствии с предложенной методикой можно считать, что промежуточный вал отвечает всем критериям технологичности.



### 1.3 Выбор параметров техпроцесса

Параметры технологического процесса определяют основные направления его проектирования и требуемые характеристики производства. Выбор данных параметров основывается на знании типа производства. Существует несколько методик определения типа производства [7]. «В данном случае решение этой задачи возможно на основе знания массы детали (2,6 кг) и годовой программы выпуска (5000 штук в год). В соответствии с выбранной методикой тип производства среднесерийный» [7].

«Параметры технологического процесса назначаем в соответствии с данным типом производства» [10].

Проектирование технологического процесса осуществляется на основе линейной и циклической стратегий. В случае наличия независимых этапов проектирование применяется разветвленная стратегия. Метод получения заготовки выбирается исходя из конструктивных особенностей детали, марки материала и технологических возможностей производства. Проектирование заготовки осуществляется на основе определения припусков с применением статистического или расчетно-аналитического методов. Технологический маршрут строится на базе типовых технологических процессов с выбором методов обработки поверхностей с применением показателей удельных затрат в виде маршрутной и маршрутно-операционной технологии. Предпочтительным является применение оборудования с программным управлением. В ряде случаев допускается применение универсального и специализированного оборудования. Предусматривается применение универсальных и стандартных средств оснащения техпроцесса (инструмент, станочные приспособления, средства контроля). В обоснованных случаях возможно применение специальных средств оснащения. Технологические операции проектируются на основе последовательной и параллельно-последовательной структуры. Точность операций обеспечивается методом предварительной настройки оборудования на размер или применением

систем активного контроля. Установка и закрепление детали осуществляется на основе схем базирования, разработанных с соблюдением принципов единства и постоянства баз. Режимы резания и нормирование операций осуществляются на базе статистических и расчетных методов. Производственный процесс организуется на базе не поточной формы организации с запуском периодически повторяющихся партий деталей. Производственные участки организуются по групповому признаку, при котором. Оборудование расставляется исходя из принадлежности к той или иной классификационной группе.

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

Проведенный анализ исходных данных позволяет сформулировать основные задачи, которые должны быть решены в ходе выполнения выпускной квалификационной работы.

Во-первых, технологический процесс изготовления должен решать задачу обеспечения всех требований, предъявляемых конструктором к чертежу детали. Для этого необходимо провести анализ технологических процессов изготовления аналогичных деталей, определить рациональные припуски на обработку, определить операционные допуски, а также провести проектирование технологических операций с учетом конструктивных особенностей детали и технических возможностей производства.

Во-вторых, необходимо решить задачу получения максимальной экономической эффективности технологического процесса изготовления. Для этого необходимо провести выбор заготовки на основе экономического обоснования затрат на получения готовой детали из нее, максимально сократить припуски на обработку поверхностей детали, выбрать наиболее эффективные средства технологического оснащения и оборудования для выбранного типа производства, выполнить определение оптимальных режимов резания и нормирование технологических операций.

В-третьих, должна быть решена задача модернизации наиболее проблемных операций технологического процесса путем проектирования соответствующих станочного приспособления или режущего инструмента. Для этого сначала необходимо выявить операции, имеющие существенные технические недостатки, сказывающиеся на эффективности технологического процесса, а также лимитирующие операции. Далее необходимо провести их анализ и предложить соответствующие изменения.

В-четвертых, необходимо решить задачу безопасности выполнения спроектированного технологического процесса. Для этого необходимо провести анализ техпроцесса на предмет выполнения соответствующих требований безопасности, а также его влияния на экологию. В случае выявления несоответствий необходимо разработать соответствующие технические и организационные мероприятия по устранению или снижению влияния данных факторов.

В-пятых, для подтверждения экономической эффективности разрабатываемого технологического процесса необходимо определить его соответствующие экономические показатели. В случае выявления низкой эффективности принятых мер по совершенствованию техпроцесса их следует переработать или заменить на более эффективные меры.

Результатом выполнения данного раздела стала формулировка задач работы на основе анализа служебного назначения детали, ее технологических характеристик и выбора параметров проектируемого технологического процесса на основе типа производства. Комплексному решению данных задач посвящены следующие разделы работы.

## 2 Разработка технологической части работы

### 2.1 Проектирование заготовки

Проектирование заготовки выполняется в несколько этапов [20]. На первом этапе необходимо произвести выбор метода получения заготовки. На втором этапе производится выбор методов обработки для каждой поверхности, и рассчитываются припуски на механическую обработку. На третьем этапе определяются характеристики заготовки, и выполняется ее рабочий чертеж.

Выбор метода проектирования заготовки основан на их экономическом сравнении [22]. В ходе выполнения анализа исходных данных было установлено, что в данном случае целесообразно применения методов штамповки на кривошипном горячештамповочном прессе иковки. Проведем их сравнение путем сравнения затрат на получение детали из заготовок, полученных каждым из способов:

$$C_i = C_{zi} + C_{обри}, \quad (1)$$

где  $C_{zi}$  – стоимость получения заготовки, выбранным методом, руб.;

$C_{обри}$  – стоимость механической обработки, руб.;

$i$  – номер варианта получения заготовки.

Номер варианта 1 принимаем для метода получения заготовки на кривошипном горячештамповочном прессе, номер варианта 2 принимаем для метода получения заготовки ковкой.

Стоимость заготовки, выбранным методом получения определяется по формуле:

$$C_{zi} = \frac{C_M \cdot M_{zi}}{1000} \cdot K_{сп} \cdot K_T \cdot K_{сл}, \quad (2)$$

где  $C_M$  – цена материала заготовки за тонну, руб.;

$M_{zi}$  – масса заготовки, полученной выбранным методом, кг;

$K_{сп}$  – коэффициент, зависящий от способа получения заготовки;

$K_T$  – коэффициент, зависящий от точности метода получения заготовки;

$K_{сл}$  – коэффициент, зависящий от сложности получения заготовки выбранным методом.

Масса заготовки рассчитывается по формуле:

$$M_{zi} = M_d \cdot K_p, \quad (3)$$

где  $M_d$  – масса детали, кг;

$K_p$  – коэффициент, зависящий от формы и способа получения заготовки.

Рассчитываем массу заготовок, полученных выбранными методами получения.

$$M_{z1} = 2,6 \cdot 1,35 = 3,5 \text{ кг.}$$

$$M_{z2} = 2,6 \cdot 1,5 = 3,9 \text{ кг.}$$

С использованием выражения (2) рассчитываем стоимость заготовки, выбранным методом получения.

$$C_{z1} = \frac{27000 \cdot 3,5}{1000} \cdot 0,82 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 77,49 \text{ р.}$$

$$C_{z2} = \frac{27000 \cdot 3,9}{1000} \cdot 0,82 \cdot 1,0 \cdot 1,2 = 103,61 \text{ р.}$$

Определение стоимости механической обработки выполняется исходя из выражения:

$$C_{обрi} = \frac{C_{уд} \cdot \left(\frac{1}{K_{имi}} - 1\right) \cdot M_d}{K_o}, \quad (4)$$

где  $C_{уд}$  – стоимость снятия стружки, отнесенная на один кг, руб./кг;

$K_{имi}$  – коэффициент использования материала;

$K_0$  – коэффициент обрабатываемости материала.

Определение коэффициента использования материала выполняется исходя из выражения:

$$K_{имi} = \frac{M_d}{M_{zi}}. \quad (5)$$

$$K_{им1} = \frac{2,6}{3,5} = 0,74.$$

$$K_{им2} = \frac{2,6}{3,9} = 0,67.$$

Далее с использованием выражения (4) рассчитываем стоимость механической обработки.

$$C_{обр1} = \frac{40 \cdot \left(\frac{1}{0,74} - 1\right) \cdot 3,5}{1,1} = 44,72 \text{ р.}$$

$$C_{обр2} = \frac{40 \cdot \left(\frac{1}{0,67} - 1\right) \cdot 3,9}{1,1} = 69,85 \text{ р.}$$

С использованием выражения (1) определяем затраты на получение детали из заготовок, полученных каждым из способов.

$$C_1 = 77,49 + 44,72 = 122,21 \text{ р.}$$

$$C_2 = 103,61 + 69,85 = 173,46 \text{ р.}$$

Проведенные расчеты показали более высокую экономическую эффективность применения получения заготовки методом штамповки на кривошипном горячештамповочном прессе.

Далее определяем методы обработки поверхностей. Для этого используем методику [16] в соответствии с которой последовательность методов обработки поверхностей выбирается исходя из их формы, показателей их точности, шероховатости и удельных затрат соответствующего набора методов обработки.

Для поверхности 1 имеющей плоскую форму, квалитет точности 14 и

параметр шероховатости  $Ra$  12,5 мкм «маршрут обработки состоит из точения черного, точения чистового, термической обработки, шлифования черного» [16].

Для поверхностей 2, 4, 25, 28 имеющих коническую форму, качество точности 14 и параметр шероховатости  $Ra$  12,5 мкм маршрут обработки состоит из точения чистового, термической обработки.

Для поверхностей 3, 9, 20, 26 имеющих плоскую форму, качество точности 14 и параметр шероховатости  $Ra$  12,5 мкм маршрут обработки состоит из точения черного, термической обработки.

Для поверхностей 5, 10, 11, 27 имеющих цилиндрическую форму, качество точности 14 и параметр шероховатости  $Ra$  12,5 мкм маршрут обработки состоит из точения черного, термической обработки.

Для поверхности 6 имеющую форму эвольвенты, 8 степень точности и параметр шероховатости  $Ra$  1,6 мкм маршрут обработки состоит из зубофрезерования, шевингования, термической обработки.

Для поверхности 7 имеющей цилиндрическую форму, качество точности 14 и параметр шероховатости  $Ra$  12,5 мкм маршрут обработки состоит из зубофрезерования, термической обработки.

Для поверхностей 8, 14, 19 имеющих коническую форму, качество точности 14 и параметр шероховатости  $Ra$  12,5 мкм маршрут обработки состоит из точения черного, термической обработки.

Для поверхностей 12, 16 имеющих плоскую форму, качество точности 10 и параметр шероховатости  $Ra$  2,5 мкм «маршрут обработки состоит из точения черного, точения чистового, термической обработки, шлифования черного, шлифования чистового» [16].

Для поверхностей 13, 17 имеющих плоскую форму, качество точности 6 и параметр шероховатости  $Ra$  1,25 мкм «маршрут обработки состоит из точения черного, точения чистового, термической обработки, шлифования черного, шлифования чистового» [16].

Для поверхностей 15, 30, 32 имеющих цилиндрическую форму,

квалитет точности 14 и параметр шероховатости  $Ra$  12,5 мкм маршрут обработки состоит из сверления, термической обработки.

Для поверхностей 18, 21 имеющих цилиндрическую форму, квалитет точности 14 и параметр шероховатости  $Ra$  12,5 мкм маршрут обработки состоит из точения чистового, термической обработки.

Для поверхности 22 имеющей цилиндрическую форму, квалитет точности 14 и параметр шероховатости  $Ra$  12,5 мкм маршрут обработки состоит из долбления, термической обработки.

Для поверхности 23 имеющей плоскую форму, квалитет точности 9 и параметр шероховатости  $Ra$  2,5 мкм маршрут обработки состоит из долбления, термической обработки.

Для поверхности 24 имеющей цилиндрическую форму, квалитет точности 12 и параметр шероховатости  $Ra$  6,3 мкм маршрут обработки состоит из точения черного, точения чистового, термической обработки.

Для поверхности 29 имеющей плоскую форму, квалитет точности 14 и параметр шероховатости  $Ra$  12,5 мкм маршрут обработки состоит из точения черного, точения чистового, термической обработки.

Для поверхности 31 имеющей цилиндрическую форму, квалитет точности 14 и параметр шероховатости  $Ra$  12,5 мкм маршрут обработки состоит из точения черного, точения чистового, термической обработки.

Для поверхности 33 имеющей винтовую форму, степень точности 6 и параметр шероховатости  $Ra$  3,2 мкм маршрут обработки состоит из резбифрезерования, термической обработки.

Следующим этапом выполняем расчет припусков на обработку поверхностей. Исходя из определенных ранее параметров техпроцесса, припуски рассчитываются расчетно-аналитическим [18] и статистическим [13] методами. Расчетно-аналитический метод достаточно точный, но при этом требует проведение большого количества вычислений. В условиях среднесерийного производства область применения данного метода ограничивается расчетом припусков для точных поверхностей.



В соответствии с предлагаемой методикой расчетно-аналитическим методом определяем припуски для поверхности диаметром  $40js6(\pm 0,008)$ .

«Минимальный припуск определяется из выражения:

$$z_{imin} = a_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}, \quad (6)$$

где  $a$  – глубина дефектного слоя, мм;

$\Delta$  – суммарные пространственные отклонения, мм;

$\varepsilon$  – погрешность установки заготовки в приспособлении, мм;

$i$  – текущий переход;

$i - 1$  – предыдущий переход» [18].

$$z_{1min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,400 + \sqrt{0,400^2 + 0,025^2} = 0,801 \text{ мм.}$$

$$z_{2min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,200 + \sqrt{0,063^2 + 0,025^2} = 0,268 \text{ мм.}$$

$$z_{3min} = a_{\text{то}} + \sqrt{\Delta_{\text{то}}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,025 + \sqrt{0,040^2 + 0,012^2} = 0,292 \text{ мм.}$$

$$z_{4min} = a_3 + \sqrt{\Delta_3^2 + \varepsilon_4^2} = 0,050 + \sqrt{0,010^2 + 0,012^2} = 0,066 \text{ мм.}$$

«Максимальный припуск определяется из выражения:

$$z_{imax} = z_{imin} + 0,5 \cdot (Td_{i-1} + Td_i), \quad (7)$$

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

$Td_i$  – операционный допуск на текущем переходе, мм» [18].

$$\begin{aligned} z_{1max} &= z_{1min} + 0,5 \cdot (Td_0 + Td_1) = 0,801 + 0,5 \cdot (1,6 + 0,25) = \\ &= 1,714 \text{ мм.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z_{2max} &= z_{2min} + 0,5 \cdot (Td_1 + Td_2) = 0,268 + 0,5 \cdot (0,25 + 0,10) = \\ &= 0,443 \text{ мм.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z_{3max} &= z_{3min} + 0,5 \cdot (Td_{\text{то}} + Td_3) = 0,292 + 0,5 \cdot (0,16 + 0,10) = \\ &= 0,422 \text{ мм.} \end{aligned}$$

$$z_{4max} = z_{4min} + 0,5 \cdot (Td_3 + Td_4) = 0,066 + 0,5 \cdot (0,039 + 0,016) =$$

= 0,094 мм.

Средний припуск определяется из выражения:

$$z_{cpi} = 0,5(z_{i \max} + z_{i \min}). \quad (8)$$

$$z_{cp1} = 0,5 \cdot (z_{1 \max} + z_{1 \min}) = 0,5 \cdot (1,714 + 0,801) = 1,258 \text{ мм.}$$

$$z_{cp2} = 0,5 \cdot (z_{2 \max} + z_{2 \min}) = 0,5 \cdot (0,443 + 0,268) = 0,356 \text{ мм.}$$

$$z_{cp3} = 0,5 \cdot (z_{3 \max} + z_{3 \min}) = 0,5 \cdot (0,422 + 0,292) = 0,357 \text{ мм.}$$

$$z_{cp4} = 0,5 \cdot (z_{4 \max} + z_{4 \min}) = 0,5 \cdot (0,094 + 0,066) = 0,080 \text{ мм.}$$

Операционные размеры определяются с использованием следующих выражений.

Минимальный диаметр:

$$d_{(i-1)min} = d_{i \min} + 2 \cdot z_{i \min}. \quad (9)$$

Минимальный диаметр на переходе предшествующем термическому:

$$d_{(то-1)min} = d_{(i-1) \min} \cdot 0,999. \quad (10)$$

Максимальный диаметр:

$$d_{(i-1)max} = d_{(i-1)min} + Td_{i-1}. \quad (11)$$

Средний диаметр:

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

Исходя из приведенных выражений, очевидно, что расчет необходимо выполнять в обратном направлении, т.е. начиная с последнего перехода.

$$d_{4min} = 39,992 \text{ мм.}$$

$$d_{4max} = 40,008 \text{ мм.}$$

$$d_{4cp} = 0,5 \cdot (d_{4max} + d_{4min}) = 0,5 \cdot (40,008 + 39,992) = 40,000 \text{ мм.}$$

$$d_{3min} = d_{4min} + 2 \cdot z_{4min} = 40,008 + 2 \cdot 0,066 = 40,140 \text{ мм.}$$

$$d_{3max} = d_{3min} + Td_3 = 40,140 + 0,039 = 40,179 \text{ мм.}$$

$$d_{3cp} = 0,5 \cdot (d_{3max} + d_{3min}) = 0,5 \cdot (40,179 + 40,140) = 40,160 \text{ мм.}$$

$$d_{TO min} = d_{3min} + 2 \cdot z_{3min} = 40,179 + 2 \cdot 0,292 = 41,219 \text{ мм.}$$

$$d_{TO max} = d_{TO min} + Td_{TO} = 41,219 + 0,160 = 41,379 \text{ мм.}$$

$$d_{TO cp} = 0,5 \cdot (d_{TO max} + d_{TO min}) = 0,5 \cdot (41,379 + 41,219) = \\ = 41,299 \text{ мм.}$$

$$d_{2min} = d_{TO min} \cdot 0,999 = 41,219 \cdot 0,999 = 41,168 \text{ мм.}$$

$$d_{2max} = d_{2min} + Td_2 = 41,168 + 0,100 = 41,268 \text{ мм.}$$

$$d_{2cp} = 0,5 \cdot (d_{2max} + d_{2min}) = 0,5 \cdot (41,268 + 41,168) = 41,218 \text{ мм}$$

$$d_{1min} = d_{2min} + 2 \cdot z_{2min} = 41,268 + 2 \cdot 0,268 = 41,804 \text{ мм.}$$

$$d_{1max} = d_{1min} + Td_1 = 41,804 + 0,250 = 42,054 \text{ мм.}$$

$$d_{1cp} = 0,5 \cdot (d_{1max} + d_{1min}) = 0,5 \cdot (42,054 + 41,804) = 41,929 \text{ мм.}$$

$$d_{0min} = d_{1min} + 2 \cdot z_{1min} = 42,054 + 2 \cdot 0,801 = 43,656 \text{ мм.}$$

$$d_{0max} = d_{0min} + Td_0 = 43,656 + 1,600 = 45,256 \text{ мм.}$$

$$d_{0cp} = 0,5 \cdot (d_{0max} + d_{0min}) = 0,5 \cdot (45,256 + 43,656) = 44,456 \text{ мм.}$$

Для определения общих припусков используются выражения:

$$2z_{min} = d_{0 min} - d_{4 max}. \quad (13)$$

$$2z_{max} = 2z_{min} + Td_0 + Td_4. \quad (14)$$

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

$$2z_{min} = 43,656 - 40,008 = 3,648 \text{ мм.}$$

$$2z_{max} = 3,648 + 1,600 + 0,016 = 5,264 \text{ мм.}$$

$$2z_{cp} = 0,5 \cdot (3,648 + 5,264) = 4,456 \text{ мм.}$$

Для остальных поверхностей припуски на обработку определяем с использованием статистического метода. Минимальный припуск назначается в зависимости от требуемой точности и шероховатости обрабатываемой поверхности с учетом особенностей технологического перехода по данным [13]. Затем рассчитывается максимальный припуск с использованием выражения (7). Полученные результаты расчета представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Определение припусков на обработку

| Номер поверхности | Номер перехода | Минимальный припуск, мм | Максимальный припуск, мм |
|-------------------|----------------|-------------------------|--------------------------|
| 1                 | 1              | 1,0                     | 2,475                    |
|                   | 2              | 0,6                     | 0,845                    |
|                   | 3              | 0,4                     | 0,497                    |
| 6                 | 1              | 0,12                    | 0,19                     |
| 12                | 1              | 2,2                     | 3,4                      |
|                   | 2              | 1,2                     | 1,347                    |
|                   | 3              | 0,5                     | 0,559                    |
| 13                | 1              | 0,3                     | 0,323                    |
|                   | 2              | 1,3                     | 2,675                    |
|                   | 3              | 0,15                    | 0,325                    |
|                   | 4              | 0,2                     | 0,27                     |
|                   | 5              | 0,03                    | 0,058                    |
| 16                | 1              | 1,0                     | 2,35                     |
|                   | 2              | 0,8                     | 1,01                     |
|                   | 3              | 0,4                     | 0,483                    |
|                   | 4              | 0,3                     | 0,333                    |
| 20                | 1              | 1,0                     | 2,425                    |
|                   | 2              | 0,8                     | 1,045                    |
| 24                | 1              | 0,9                     | 2,105                    |
|                   | 2              | 0,125                   | 0,272                    |
| 26                | 1              | 1,0                     | 2,425                    |
|                   | 2              | 0,8                     | 1,045                    |
| 29                | 1              | 1,2                     | 2,275                    |
|                   | 2              | 0,8                     | 1,045                    |
| 31                | 1              | 0,9                     | 2,105                    |
|                   | 2              | 0,125                   | 0,272                    |

В соответствии с принятой методикой проектирования заготовки следующим этапом является определение ее параметров и разработка рабочего чертежа. Для определения параметров будем использовать данные

ГОСТ 7505-89 [3]. Согласно им проектируемая штамповка имеет следующие параметры: «класс точности Т4, группа стали М2, степень сложности заготовки С3, исходный индекс И 13, штамповочные уклоны 7°, радиус закругления 3,0 мм, допустимые значения остаточного облоя не более 1,0 мм» [3].

Рабочий чертеж заготовки, разработанный в соответствии с требованиями [20], представлен в графической части работы.

## **2.2 Проектирование плана изготовления**

Проектирование плана изготовления выполняется на основе предварительного формирования маршрута обработки и разработки схем базирования.

Формирование маршрута обработки задача многофакторная. Для ее решения необходимо учесть характеристики параметров техпроцесса, с учетом типа производства, рассмотренные ранее в подразделе 2.1. С целью повышения качества проектных решений формирование маршрута будем производить на основе типовых маршрутов обработки [9, 16]. При формировании маршрута необходимо формировать операции путем объединения в них однотипных переходов с учетом конструктивных особенностей детали. Полученный маршрут обработки выглядит следующим образом.

Операция 005 Токарная содержит переходы точения наружных поверхностей 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 20, 24, 26, 29, 31.

Операция 010 Сверлильная содержит переходы сверления поверхностей 30, 32.

Операция 015 Сверлильная содержит переход сверления поверхности 15.

Операция 020 Токарная содержит переходы точения поверхностей 1, 2, 3, 8, 12, 13, 16, 17, 19, 20, 24, 25, 26, 28, 29, 31.

Операция 025 Зубофрезерной содержит переход нарезания зубьев, поверхности 6, 7.

Операция 030 Долбежная содержит переход нарезания шлиц, поверхности 22, 23.

Операция 035 Шевинговальная содержит переход чистовой обработки зубьев, поверхность 6.

Операция 040 Зубофасочная содержит переход получения фасок на зубьях.

Операция 050 Внутришлифовальная содержит переход шлифования поверхности 1.

Операция 055 Торцекруглошлифовальная содержит переход шлифования поверхностей 12, 13, 16, 17.

Операция 060 Торцекруглошлифовальная содержит переход шлифования поверхностей 12, 13, 16, 17.

Операция 065 Резьбошлифовальная содержит переход нарезания резьбы, поверхность 33.

Выбор схем базирования во многом влияет на эффективность проектируемого технологического процесса, так как от принятых схем зависят величины припусков на обработку, величины операционных допусков на размеры поверхностей и на погрешности их взаимного расположения, необходимые усилия для закрепления, выбор и состав станочной оснастки, и ряд других показателей техпроцесса. Успешное решение этой задачи основано на использовании основных принципов базирования [22]. Особое внимание следует уделить соблюдению принципов единства и постоянства баз.

Разработка чертежа плана изготовления детали основывается на рекомендациях [12]. В соответствии с ними данный чертеж должен содержать следующие основные элементы: перечень всех операций технологического процесса; применяемое оборудование; эскизы выполнения операций, на которых указываются обрабатываемые поверхности и их

размеры, разработанные ранее схемы базирования; технические требования к выполнению операции, которые включают шероховатость, операционные допуски, допустимые отклонения формы и расположения поверхностей. Разработанный план изготовления представлен в графической части работы.

### **2.3 Определение средств оснащения техпроцесса**

В общем случае средства оснащения должны отвечать требованиям, которые были определены при выборе параметров техпроцесса. Для выбора конкретных марок, наименований и моделей необходимо дополнительно учитывать следующие рекомендации [9]:

- оборудование должно обеспечивать предусмотренную максимальную концентрацию выполняемых переходов, гибкость и производительность;

- режущий инструмент должен иметь максимальную стойкость, обеспечивать выполнение расчетных режимов резания, обеспечивать размерную точность обработки и качество обработанных поверхностей;

- станочные приспособления должны обеспечивать выполнение схемы базирования, обеспечивать максимальную надежность закрепления и иметь максимальное быстродействие;

- средства контроля должны обеспечивать заданную точность контроля, быть максимально простыми и надежными в эксплуатации.

Кроме высказанных выше рекомендаций следует учитывать и экономические показатели выбираемых средств оснащения техпроцесса. Наиболее точным методом определения эффективности принятых решений является выполнение точного экономического расчета, но в данном типе производства проведение таких расчетов не целесообразно из-за их трудоемкости. Поэтому следует руководствоваться укрупненными нормативами.

Выбор конкретных марок, наименований и моделей средств оснащения будем осуществлять, используя данные [1, 5, 6, 17, 19].

Операция 005 Токарная содержит следующие средства оснащения: токарно-винторезный станок JET KDCK-25AS CNC, патрон трехкулачковый самоцентрирующий ГОСТ 2675-80, резец для контурного точения Т5К10 ГОСТ 18879-73, штангенциркули ШЦ-III-400-0.1, ШЦ-I-150-0.1 ГОСТ 166-80.

Операция 010 Сверлильная содержит следующие средства оснащения: вертикально-сверлильный станок JET GHD-55PFA, приспособление специальное сверло ступенчатое пушечное ВК6М специальное, нутромер НМ-50 ГОСТ 166.

Операция 015 Сверлильная содержит следующие средства оснащения: вертикально-сверлильный станок JET GHD-55PFA, приспособление специальное, сверло ГОСТ 10903-77 Р6М5, нутромер НМ-50 ГОСТ 166-80.

Операция 020 Токарная содержит следующие средства оснащения: токарно-винторезный станок JET KDCK-25AS CNC, патрон трехкулачковый самоцентрирующий ГОСТ 2675-80, резец контурный Т30К4 ГОСТ 18879-73, резец расточной Т30К4 ГОСТ 18063-72, резец канавочный Т5К10 ГОСТ 18879-73, штангенциркули ШЦ-III-400-0.1, ШЦ-I-150-0.1 ГОСТ 166-80, микрометр МК-50 ГОСТ 6507-78, скоба рычажная, калибры.

Операция 025 Зубофрезерная содержит следующие средства оснащения: зубофрезерный станок LC 200, патрон цанговый ГОСТ 2877-80, опора плоская ГОСТ 13440-68, фреза червячная Р9К10 ГОСТ 9324-80, прибор комплексного контроля.

Операция 030 Долбежная содержит следующие средства оснащения: долбежный станок УК5150, приспособление специальное, долбяк Р9К10 ГОСТ 9323-79, шаблоны для комплексного контроля шлиц.

Операция 035 Шевинговальная содержит следующие средства оснащения: шевинговальный станок HURTH ZS 240 CNC, патрон цанговый ГОСТ 2877-80, шевер дисковый Р18 ГОСТ8570-80, прибор комплексного



контроля.

Операция 040 Зубофасочная содержит следующие средства оснащения: зубофасочный станок Genesis 210HiC, патрон цанговый ГОСТ 2877-80, фреза специальная P18, шаблоны.

Операция 050 Внутришлифовальная содержит следующие средства оснащения: внутришлифовальный станок RIG-150, патрон мембранный специальный, шлифовальный круг 11-300x50x60 24A90K5V5 35м/с1А, шаблон.

Операция 055 Торцекруглошлифовальная содержит следующие средства оснащения: торцекруглошлифовальный станок GA-3570, патрон мембранный специальный алмазная гребенка для правки круга, шлифовальный круг 3-750x50x305 24A90K5V5 35м/с1А, микрометр МК-50 ГОСТ 6507-78, скобы.

Операция 060 Торцекруглошлифовальная содержит следующие средства оснащения: торцекруглошлифовальный станок GA-3570, патрон мембранный специальный алмазная гребенка для правки круга, шлифовальный круг 3-750x32x350 24A60K7V35м/с1А, микрометр МК-50 ГОСТ 6507-78, скобы.

Операция 065 Резьбошлифовальная содержит следующие средства оснащения: резьбошлифовальный станок MB20, патрон мембранный специальный алмазная гребенка для правки круга, круг шлифовальный 4 150x10x60 53C90N3V3 30м/с, калибр комплексного контроля резьбы.

Операция 070 Моечная содержит следующие средства оснащения: моечная машина.

Информация о средствах оснащения заносится в технологическую документацию, которая представлена в приложении А.

## 2.4 Разработка технологических операций

Разработка технологических операций заключается в определении соответствующих режимов резания, выполнении нормирования и проектировании технологической документации. В условиях среднесерийного производства режимы резания могут быть определены расчетно-аналитическим [19] и статистическим [14] методами. Первый метод более точный, но при этом требует большого количества справочных данных. Второй метод менее точный, но при этом более простой.

Использование расчетно-аналитического метода подразумевает использование следующего алгоритма:

- по глубине резания и напускам назначаются глубины резания для каждого перехода;
- по справочным данным выбирается подача;
- рассчитывается скорость резания;
- определяется частота вращения шпинделя;
- уточняется скорость резания исходя из действительной частоты вращения шпинделя.

Определение скорости резания производится по формуле:

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

где  $V_T$  – скорость резания по нормативам, м/мин;

$K_1$  – коэффициент материала детали;

$K_2$  – коэффициент материала инструмента;

$K_3$  – коэффициент вида обработки.

Определение частоты вращения производится по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}, \quad (17)$$

где  $d$  – размер поверхности обработки, мм.

Определение действительной скорости резания производится по формуле:

$$V_d = \frac{\pi \cdot d \cdot n_d}{1000}, \quad (18)$$

где  $n_d$  – действительная частота вращения шпинделя, об/мин.

Нормирование операций технологического процесса выполняется с применением расчетного метода [19].

Нормы времени устанавливаются для каждой операции техпроцесса.

«Штучное время рассчитывается по формуле:

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{об} + T_{пер}, \quad (19)$$

где  $T_{оп}$  – оперативное время, мин;

$T_{об}$  – время обслуживания, мин;

$T_{пер}$  – время перерывов в работе, мин» [19].

«Оперативное время рассчитывается по формуле:

$$T_{оп} = T_o + T_v, \quad (20)$$

где  $T_o$  – основное время обработки, мин;

$T_v$  – вспомогательное время обработки, мин» [19].

«Время обслуживания рассчитывается по формуле:

$$T_{об} = T_{тех} + T_{орг}, \quad (21)$$

где  $T_{тех}$  – время на техническое обслуживание, мин;

$T_{орг}$  – время на организационное обслуживание, мин» [19].

Штучно-калькуляционное время принимается за норму времени в условиях серийного производства и рассчитывается по формуле:

$$T_{шт.к.} = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n}, \quad (22)$$

где  $T_{тех}$  – подготовительно-заключительное время, мин;

$n$  – размер производственной партии запуска.

Все составляющие для определения норм времени назначаются исходя из конфигурации детали, структуры операции, режимов резания и статистических данных [14].

Результаты определения режимов резания и нормирования операций технологического процесса представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты определения режимов резания и нормирования

| Номер операции | Установ, номер перехода | Подача, мм/об | Скорость, м/мин | Частота вращения шпинделя, об/мин | Основное время, мин | Штучное время, мин |
|----------------|-------------------------|---------------|-----------------|-----------------------------------|---------------------|--------------------|
| 005            | Установ А               | 0,5           | 119             | 630                               | 1,67                | 2,59               |
|                | Установ Б               | 0,5           | 119             | 630                               |                     |                    |
| 010            | 1                       | 0,2           | 25              | 400                               | 1,25                | 2,17               |
| 015            | 1                       | 0,1           | 8               | 400                               | 0,8                 | 1,72               |
| 020            | Установ А<br>1          | 0,32          | 138             | 800                               | 2,46                | 3,38               |
|                |                         | 0,19          | 138             | 800                               |                     |                    |
|                | Установ Б<br>1          | 0,32          | 173             | 1000                              |                     |                    |
|                |                         | 0,08          | 126             | 1000                              |                     |                    |
|                |                         | 0,08          | 151             | 1200                              |                     |                    |
|                |                         | 0,08          | 106             | 1200                              |                     |                    |
|                |                         | 0,08          | 67              | 1000                              |                     |                    |
| 025            | 1                       | 2,0           | 68              | 200                               | 1,35                | 2,27               |
| 030            | 1                       | 0,2           | 22              | 630                               | 1,49                | 2,41               |
| 035            | 1                       | 105           | 0,04            | 290                               | 1,95                | 2,87               |
| 040            | 1                       |               |                 | 600                               | 0,54                | 1,46               |
| 050            | 1                       | 1,2           | 60              | 160                               | 0,48                | 1,4                |
| 055            | 1                       | 0,43          | 25              | 200                               | 1,32                | 2,24               |
|                |                         |               |                 |                                   |                     |                    |

Продолжение таблицы 2

| Номер операции | Установ, номер перехода | Подача, мм/об | Скорость, м/мин | Частота вращения шпинделя, об/мин | Основное время, мин | Штучное время, мин |
|----------------|-------------------------|---------------|-----------------|-----------------------------------|---------------------|--------------------|
|                | 2                       | 0,43          | 35              | 200                               |                     |                    |
| 060            | 1                       | 0,23          | 25              | 200                               | 0,56                | 1,48               |
|                | 2                       | 0,23          | 35              | 200                               |                     |                    |
| 065            | 1                       | 1,5           | 25              | 400                               | 0,25                | 1,17               |
| 070            |                         |               |                 |                                   | 0,67                | 1,59               |
| 075            |                         |               |                 |                                   | 0,72                | 1,64               |

Полученные данные заносятся в соответствующие графы технологической документации, которая в данном случае оформляется в виде маршрутной и операционных карт, а также являются основой для проектирования технологических наладок на операции техпроцесса.

Результаты проектирования технологических наладок представлены в графической части работы. Результаты разработки технологической документации представлены в приложении А.

Результатом выполнения данного раздела стала технология изготовления детали, которая основана на типовом технологическом процессе, проектировании достаточно точной заготовки, определении средств оснащения исходя из типа производства и проектировании технологических операций с использованием расчетно-аналитического метода.

### 3 Проектирование специальных средств оснащения

#### 3.1 Проектирование станочного приспособления

Станочное приспособление на шлифовальной операции (рисунок 2) обладает рядом существенных недостатков. Во-первых, данное приспособление не реализует теоретическую схему базирования, что вызывает необходимость увеличения припусков на обработку вследствие несовпадения измерительных и технологических баз. Во-вторых, в конструкции приспособления отсутствует механизированный зажимной привод, что приводит к увеличению вспомогательного времени данной операции и снижению точности обработки вследствие изменения силы закрепления. Для решения данных проблем осуществим проектирование соответствующего зажимного приспособления по методике и данным [21].

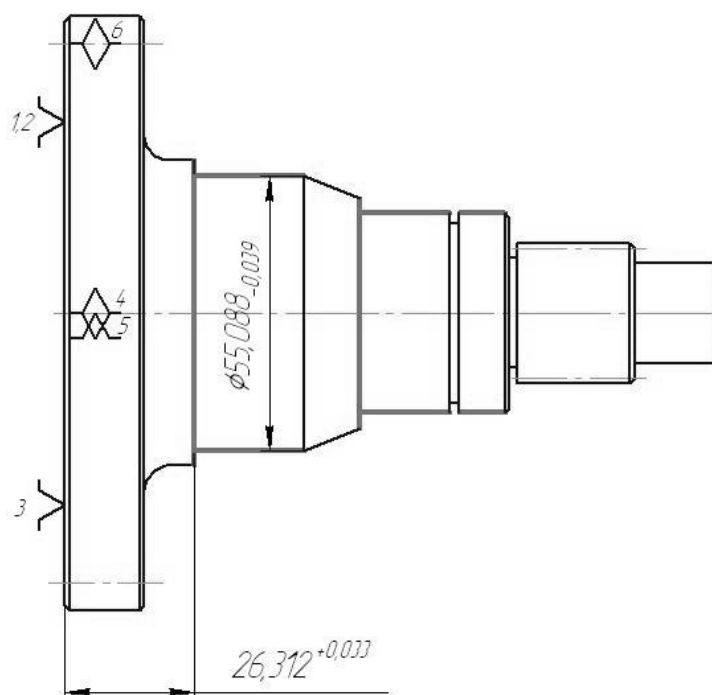


Рисунок 2 – Эскиз выполнения шлифовальной операции

Исходя из приведенной схемы базирования, а также необходимой точности обработки принимаем мембранный зажимной механизм.

Расчет сил резания при шлифовании основан на определении мощности резания по формуле:

$$N = C_N \cdot v_3^r \cdot s^y \cdot d^q \cdot b^z, \quad (23)$$

где  $C_N$ ,  $r$ ,  $q$ ,  $z$  – поправочные коэффициенты и показатели степеней, учитывающие фактические условия операции;

$v_3$  – скорость заготовки в процессе обработки, м/мин;

$s$  – продольная подача, мм/об;

$d$  – диаметр обрабатываемой поверхности, мм;

$b$  – ширина шлифования, мм.

$$N = 0,36 \cdot 21^{0,35} \cdot 0,01^{0,4} \cdot 1,8^{0,4} \cdot 55^{0,3} = 0,6 \text{ кВт.}$$

Составляющая силы резания  $P_Z$  рассчитывается по формуле:

$$P_Z = \frac{N \cdot 102 \cdot 60}{21} \cdot K_{PZ}, \quad (24)$$

где  $K_{PZ}$  – коэффициент условий операции.

Составляющая силы резания  $P_Y$  рассчитывается по формуле:

$$P_Y = (1,3 \dots 1,8) \cdot P_Z \cdot K_{PY}, \quad (25)$$

где  $K_{PY}$  – коэффициент условий операции.

Проводим расчеты составляющих силы резания.

$$P_Z = \frac{0,6 \cdot 102 \cdot 60}{21} \cdot 1,25 = 219 \text{ Н.}$$

$$P_Y = (1,3 \dots 1,8) \cdot 219 \cdot 1,25 = 329 \text{ Н.}$$

Закрепление и базирование заготовки, исходя из представленной схемы базирования, должно осуществляться по поверхности эвольвенты. Реализация данной схемы базирования возможна с использованием в

качестве установочного элемента роликов. Произведем расчет данных роликов.

«Диаметр ролика определяется из выражения:

$$d = 2 \cdot [r_0 \cdot \operatorname{tg}(\gamma + \alpha_2) - r_2 \cdot \sin \alpha_2], \quad (26)$$

где  $r_0$  – радиус основной окружности, мм;

$\gamma$  – угол контакта ролика с поверхностью, рад;

$\alpha_2$  – угол смещения, рад;

$r_2$  – расстояние от оси патрона до точки контакта, мм» [21].

Радиус основной окружности определяется из выражения:

$$r_0 = r_d \cdot \cos \alpha_1, \quad (27)$$

где  $r_d$  – радиус делительной окружности зубчатого венца, мм;

$\alpha_1$  – угол зацепления, град.

Получаем следующий результат.

$$r_0 = 54 \cdot \cos 20^\circ = 50,743 \text{ мм.}$$

Расстояние от оси патрона до точки контакта определяется из выражения:

$$r_2 = r_b - 0,3 \cdot m, \quad (28)$$

где  $r_b$  – радиус выступов, мм;

$m$  – модуль, мм.

$$r_2 = 59,38 - 0,3 \cdot 4 = 58,18 \text{ мм.}$$

Угол смещения определяется из выражения:

$$\cos \alpha_2 = \frac{r_0}{r_2}. \quad (29)$$



Исходя из выражения (29) определяем искомый угол.

$$\cos \alpha_2 = \frac{50,743}{58,180} = 0,872, \text{ тогда } \alpha_2 = 30^\circ 12' 45''.$$

«Угол контакта ролика с поверхностью определяется из выражения:

$$\gamma = \frac{\pi}{z} - \left( \frac{s}{2r_d} + \theta_1 \right) + \theta_2, \quad (30)$$

где  $z$  – число зубьев;

$s$  – толщина зуба по дуге делительной окружности, мм;

$\theta_1, \theta_2$  – углы эвольвенты, рад» [21].

Определение углов эвольвенты производится с использованием следующих выражений:

$$\theta_1 = \operatorname{tg} \alpha_1 - \alpha_1, \quad (31)$$

$$\theta_2 = \operatorname{tg} \alpha_2 - \alpha_2. \quad (32)$$

Проводим расчеты.

$$\theta_1 = \operatorname{tg} 0,349 - 0,349 = 0,0149 \text{ рад.}$$

$$\theta_2 = \operatorname{tg} 0,475 - 0,475 = 0,039196 \text{ рад.}$$

$$\gamma = \frac{\pi}{27} - \left( \frac{\pi \cdot 27}{2 \cdot 54} + 0,0149 \right) + 0,039196 = 0,09259 \text{ рад.}$$

Данному углу соответствует диаметр ролика 15,98 мм. Из стандартного ряда принимаем значение диаметра ролика 16 мм.

«Далее проводим проверку на отсутствие кромочного контакта.

Расстояние между осями ролика и патрона определяется из выражения:

$$L^I = \frac{r_0}{\cos \alpha_3}, \quad (33)$$

где  $\alpha_3$  – угол между осью ролика и точкой контакта, рад.

Угол между осью ролика и точкой контакта определяется из выражения:

$$\alpha_3 = \frac{s}{2 \cdot r_d} + \theta_1 + \frac{d^l}{2 \cdot r_o} - \frac{\pi}{z}. \quad (34) \gg [21]$$

Выполняем расчеты.

$$\alpha_3 = \frac{\pi \cdot 27}{2 \cdot 54} + 0,0149 + \frac{16}{2 \cdot 50,743} - \frac{\pi}{27} = 0,069987.$$

$$L^l = \frac{50,743}{\cos 30^\circ 31'} = 60,052.$$

Радиус расположения точки контакта с зубом определяется из выражения:

$$r_2^l = \sqrt{\left(L^l \cdot \sin \alpha_3 - \frac{d^l}{2}\right)^2 + r_o^2}. \quad (35)$$

Выполняем расчеты.

$$r_2^l = \sqrt{\left(60,052 \cdot \sin 32^\circ 31' - \frac{16}{2}\right)^2 + 50,743^2} = 56,17 \text{ мм.}$$

Отсутствие кромочного контакта обеспечивается, в случае если радиус расположения точки контакта с зубом меньше радиуса окружности выступов. В данном случае это условие выполняется.

Необходимую силу закрепления, прикладываемую в радиальном направлении к одному кулачку, определяем по формуле:

$$Q = \frac{k \cdot M_p}{n \cdot f \cdot b'}, \quad (36)$$

где  $k$  – коэффициент, учитывающий условия выполнения операции;

$M_p$  – момент резания, Н;

$n$  – количество роликов, шт.;

$f$  – коэффициент трения по поверхностям контакта детали и ролика;

$b$  – половина диаметра базовой поверхности детали, мм.

$$Q = \frac{1,5 \cdot 6355}{3 \cdot 0,15 \cdot 3,6} = 5884 \text{ Н.}$$

Необходимый для деформации мембраны изгибающий момент определяем по формуле:

$$M_{\text{изг}} = \frac{Q \cdot n \cdot l}{2 \cdot \pi \cdot b'} \quad (37)$$

где  $l$  – расстояние между средней плоскостью мембраны и серединой роликов, мм.

$$M_{\text{изг}} = \frac{5884 \cdot 3 \cdot 50}{2 \cdot \pi \cdot 3,6} = 156 \text{ Н.}$$

Момент закрепления определяется по формуле:

$$M_3 = 0,58 \cdot M_{\text{изг}}. \quad (38)$$

$$M_3 = 0,58 \cdot 156 = 90,5 \text{ Н.}$$

Жесткость мембраны определяется по формуле:

$$D = \frac{E \cdot h}{12 - (1 - \mu^2)} \quad (39)$$

где  $E$  – модуль упругости мембраны, МПа;

$h$  – толщина мембраны, см.

$\mu$  – коэффициент Пуассона.

$$D = \frac{2,1 \cdot 10^5 \cdot 0,7}{12 - (1 - 0,3^2)} = 13462 \text{ Н} \cdot \text{см.}$$

Необходимый угол разжима мембраны определяется по формуле:

$$\varphi = \frac{M_3 \cdot b}{D \cdot (1 + \mu)}. \quad (40)$$

$$\varphi = \frac{90,5 \cdot 3,6}{13462 \cdot (1+0,3)} = 0,0186.$$

Наибольший угол разжима мембраны определяется по формуле:

$$\varphi' = \varphi + \frac{\delta}{2 \cdot l} + \frac{\Delta}{2 \cdot l}. \quad (41)$$

где  $\delta$  – допуск на диаметр, мм;

$\Delta$  – зазор для обеспечения закладывания заготовки в кулачки, мм;

$$\varphi' = 0,0186 + \frac{0,025}{2 \cdot 5} + \frac{0,35}{2 \cdot 5} = 0,0561.$$

Сила для обеспечения деформации мембраны, которая должна прикладываться штокам определяется по формуле:

$$P = \frac{4 \cdot \pi \cdot D \cdot \varphi'}{2,3 \cdot \lg \frac{a}{b}}, \quad (42)$$

где  $a$  – половина диаметра мембраны, мм.

$$P = \frac{4 \cdot \pi \cdot 13462 \cdot 0,0561}{2,3 \cdot \lg \frac{1,1}{3,6}} = 8506 \text{ Н.}$$

Возникающее при таком давлении напряжение в мембране определяется по формуле:

$$\sigma_2 = \frac{3 \cdot P \cdot (1+\mu)}{2 \cdot \pi \cdot h^2} \cdot \left( \ln \frac{a}{r_0} + \frac{r_0^2}{4 \cdot a^2} \right), \quad (43)$$

где  $r_0$  – радиус окружности контакта штока и мембраны, мм.

$$\sigma_2 = \frac{3 \cdot 8506 \cdot (1+0,3)}{2 \cdot \pi \cdot 0,7^2} \cdot \left( \ln \frac{11}{0,3} + \frac{0,3^2}{4 \cdot 11^2} \right) = 10778 \text{ МПа}$$

Полученное напряжение следует учесть при выборе материала мембраны.

Усилие на штоке создается при помощи гидроцилиндра, основным расчетным параметром которого является диаметр поршня определяемого по формуле:

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{Q}{P}}, \quad (44)$$

где  $P$  – давление воздуха, МПа.

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{5884}{1,0}} = 88 \text{ мм.}$$

С целью удешевления проектируемого приспособления в его конструкции необходимо применять как можно больше стандартных узлов и элементов, поэтому применим стандартный гидроцилиндр с диаметром поршня 90 мм.

Расчитанную погрешность установки в приспособлении необходимо сравнить с допустимой для данного приспособления исходя из необходимой точности данной операции, которая составляет 0,008 мм.

«Расчетная погрешность установки в приспособлении определяется по формуле:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{\text{пр}}^2}, \quad (45)$$

где  $\varepsilon_6$  – погрешность базирования от несовпадения измерительной и технологической баз, мм;

$\varepsilon_3$  – погрешность возникающая при закреплении вследствие смещения измерительных баз, мм;

$\varepsilon_{\text{пр}}$  – погрешность точности изготовления базирующих элементов приспособления, мм» [21].

$$\varepsilon_y = \sqrt{0^2 + 0^2 + 0,003^2} = 0,003 \text{ мм.}$$

Расчетное значение погрешности установки в проектируемом приспособлении меньше, чем допустимая погрешность, то есть точность приспособления соответствует предъявляемым требованиям.

Конструкция проектируемого приспособления состоит из двух основных элементов зажимного механизма и силового привода на основе гидроцилиндра.

Зажимной механизм спроектирован на основе мембраны, к которой крепятся постоянные кулачки с роликами. Мембрана устанавливается в корпусе присоединяющегося к шпинделю станка. Также в конструкции имеются упоры, которые присоединены к корпусу патрона. Гидроцилиндр состоит из следующих основных элементов: корпус, поршень, шток, вращающаяся муфта для подачи воздуха. Более подробно конструкция и элементы проектируемого приспособления представлены на чертеже графической части работы и в спецификации (приложение Б).

Процесс установки заготовки в приспособлении следующий. Заготовка устанавливается на упоры. При этом мембрана находится в разжатом положении. В полость гидроцилиндра содержащую шток подается масло, под действием которого поршень движется в противоположную сторону и тянет за собой шток, соединенный с толкателем. Таким образом, мембрана освобождается и выпрямляется под действием сил упругости, тем самым осуществляя центрирование и закрепление заготовки. Раскрепление заготовки после обработки осуществляется в обратном порядке. Масло подается в полость гидроцилиндра не содержащую шток, и система движется в исходное положение. При этом мембрана деформируется толкателем, принимая исходное состояние.

### **3.2 Проектирование режущего инструмента**

Лимитирующей операцией в проектируемом технологическом процессе является 010 Сверлильная. На данной операции выполняется сверление ступенчатого отверстия диаметрами 20 мм и 35 мм, глубиной 87 мм. Последовательное использование двух спиральных сверл соответствующих диаметров сильно увеличивает время на выполнение

операции, кроме того данные сверла обладают существенными недостатками при выполнении глубокого сверления, связанные с плохими условиями отвода стружки из зоны резания.

С целью устранения данных недостатков спроектируем режущий инструмент с применением методики [15].

Расчеты выполняются по диаметру, при котором условия обработки наилучшие. В данном случае это диаметр 35 мм, так как при одновременной обработке отверстий при его получении возникает наибольшие значения крутящего момента и силы резания.

Для определения рабочих диаметров сверла используется выражение:

$$D = D_{min} + \frac{TD}{2}, \quad (46)$$

где  $D_{min}$  – минимальный диаметр отверстия, мм;

$TD$  – допуск на выполняемый размер, мм.

Диаметр первой ступени будет равен.

$$D = 35 + \frac{0,25}{2} = 35,125 \text{ мм.}$$

Диаметр второй ступени будет равен.

$$D = 20 + \frac{0,21}{2} = 20,105 \text{ мм.}$$

Диаметральные размеры сверла должны быть на два качества точнее, чем выполняемый размер. Принимаем точность исполнительных размеров соответствующую 10 качеству. Получаем рабочие размеры инструмента диаметром  $35,125^{+0,1}$  и  $20,105^{+0,084}$ .

Режущую часть сверла выполняем из пластин сплава ВК6М, припаянных к корпусу сверла. Применение данного материала обеспечит необходимую стойкость инструмента и качество обработки поверхностей.

Хвостовую часть сверла выполняем в виде конуса Морзе. «Расчет диаметра для определения номера конуса Морзе выполняется по формуле:

$$d = \frac{6 \cdot \mu_{\text{ср}} \cdot \sin \theta}{\mu \cdot P_0 \cdot (1 - 0,04 \cdot \Delta\theta)}, \quad (47)$$

где  $\mu_{\text{ср}}$  – момент сопротивления силам резания, Н·м;

$\theta$  – угол конуса, град;

$\mu$  – коэффициент трения на поверхности контакта;

$P_0$  – осевая сила, Н;

$\Delta\theta$  – допуск угла конуса, град» [15].

Выполняем расчет.

$$d = \frac{6 \cdot 3,47 \cdot \sin 1^\circ 30'}{0,1 \cdot 34,1 \cdot (1 - 0,04 \cdot 5)} = 20,79 \text{ мм.}$$

Исходя из полученного значения расчетного диаметра принимаем конус Морзе №2.

Геометрия сверла принимается исходя из требуемых параметров шероховатости и условия обеспечения стойкости сверла:

- задний угол  $\alpha$  равен  $8^\circ$ ;
- передний угол  $\gamma$  равен  $90^\circ$ .

Конструкция сверла представляет собой корпус и две профилированные соответствующим образом пластины твердого сплава, которые крепятся к корпусу при помощи пайки. Такая конструкция обеспечивает решение проблемы стружкообразования при сверлении. Наличие одновременно двух работающих ступеней сверла позволяет существенно сократить время на обработку. Применение на режущей части пластин из твердого сплава позволяет повысить в 1,5-2 раза стойкость режущего инструмента. Подробно конструкция данного ступенчатого сверла представлена на листе графической части работы. Спецификация на сверло представлено в приложении Б.

Спроектированные в данном разделе средства оснащения позволили решить основные технические проблемы базового техпроцесса и повысить его эффективность без кардинального перестроения его структуры и применения дорогостоящих методов обработки.



## 4 Безопасность и экологичность технического объекта

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

Выполнение анализа технологического процесса изготовления промежуточного вала привода обрабатывающего центра Beaver на первом этапе предусматривает составление его технологического паспорта. Согласно методике [2] технологический паспорт включает краткое описание выполняемых операций, наименование должностей работников осуществляющих техпроцесс, описание оборудования и средств оснащения применяемых на операциях, описание материалов и веществ необходимых для выполнения техпроцесса. Технологический паспорт для проектируемого технологического процесса приведен в таблице 3.

Таблица 3 – Технологический паспорт технического объекта

| «Технологический процесс» [2]  | «Технологическая операция, вид выполняемых работ» [2] | «Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию» [2] | «Оборудование, техническое устройство, приспособление» [2]  | «Материалы, вещества» [2]  |
|--|---|--|---|--|
| технологический процесс изготовления промежуточного вала привода обрабатывающего центра Beaver | сверлильная операция                                  | сверловщик   | вертикально-сверлильный станок JET GHD-55PFA, приспособление специальное, сверло ГОСТ 10903-77 P6M5, нутромер НМ-50 ГОСТ 166-80 | сталь 12ХН3А ГОСТ 4543-71, ветошь, смазочно-охлаждающая жидкость |
|  | шлифовальная операция                                 | шлифовщик  | торцевкруглошлифовальный станок GA-3570,  | сталь 12ХН3А ГОСТ 4543-71, ветошь,                               |

Продолжение таблицы 3

| «Технологический процесс» [2] | «Технологическая операция, вид выполняемых работ» [2] | «Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию» [2] | «Оборудование, техническое устройство, приспособление» [2]  | «Материалы, вещества» [2]     |
|-------------------------------|---|--|---|-------------------------------|
|                               |   |  | патрон мембранный специальный алмазная гребенка для правки круга, шлифовальный круг 3-750x50x305 24A90K5V5 35м/с1А, микрометр МК-50 ГОСТ 6507-78, скобы | смазочно-охлаждающая жидкость |

Составленный технологический паспорт используется для определения рисков, возникающих в ходе выполнения технологического процесса, определения параметров пожарной безопасности производства и его экологичности.

#### 4.2 Идентификация профессиональных рисков

Основываясь на данных технологического паспорта технического объекта, определяем профессиональные риски, которые могут возникнуть в ходе выполнения технологического процесса. Результаты представим в виде таблицы 4.

Таблица 4 – Идентификация профессиональных рисков

| «Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ» [2] | «Опасный и/или вредный производственный фактор» [2]   | «Источник опасного и/или вредного производственного фактора» [2]а      |
|---|---|--|
| сверлильная операция, шлифовальная операция   | «неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним» [2]   | станок, средства технологического оснащения, технологический транспорт |
|   | опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека   | станок, средства технологического оснащения                            |
|   | опасные и вредные производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей и характеризующиеся повышенным уровнем общей вибрации   | станок, средства технологического оснащения, технологический транспорт |
|   | опасные и вредные производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризующиеся повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума  | станок, средства технологического оснащения, технологический транспорт |
|   | опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий, включая действие молнии и высоковольтного разряда в виде дуги, а также электрического разряда живых организмов | станок   |
|   | отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения  | станок, средства технологического оснащения                            |
|   | вещества, обладающие острой токсичностью по воздействию на организм   | смазочно-охлаждающая жидкость  |
|   | физическая динамическая нагрузка  | станок, средства   |

Продолжение таблицы 4

| «Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ» [2] | «Опасный и/или вредный производственный фактор» [2] | «Источник опасного и/или вредного производственного фактора» [2]       |
|---|---|--|
|   |   | технологического оснащения, технологический транспорт                  |
|   | стереотипные рабочие движения                       | станок, средства технологического оснащения, технологический транспорт |

Анализируя риски технологического процесса, отметим, что все перечисленные опасные и вредные факторы требуют разработки организационных и технических мероприятий по снижению или устранению их влияния на работников производства.

### 4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

«Снижение и устранение влияния профессиональных рисков на работников производства производится путем разработки соответствующих организационно-технических методов и применением средств индивидуальной защиты» [2]. Результаты разработки данных мероприятий представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Организационно-технические методы и технические средства устранения или снижения негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов

| «Опасный и/или вредный производственный фактор» [2]   | «Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора» [2] | «Средства индивидуальной защиты работника» [2]   |
|---|--|--|
| «неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним» [2]   | инструктаж по охране труда, устройства, ограждающие опасные зоны, зачистка заусенцев   | «фартук для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий, перчатки с полимерным покрытием, перчатки трикотажные с точечным полимерным покрытием, очки защитные» [2]   |
| опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека | инструктаж по охране труда, устройства, ограждающие опасные зоны   | «костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий или халат для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий, нарукавники, перчатки с полимерным покрытием, перчатки трикотажные с точечным полимерным покрытием» [2] |
| опасные и вредные производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей и характеризующиеся повышенным уровнем общей вибрации   | «инструктаж, устройства и приспособления, гасящие вибрации» [2]  | ботинки кожаные с защитным подноском   |
| опасные и вредные производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и  | «инструктаж, устройства и приспособления, поглощающие и снижающие уровень шума» [2]  | «наушники противозумные или вкладыши противозумные» [2]  |

|                 |  |  |
|-----------------|--|--|
| характеризуемые |  |  |
|-----------------|--|--|

Продолжение таблицы 5

|   |  |   |
|---|--|---|
| «Опасный и/или вредный производственный фактор» [2]   | «Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора» [2]                                       | «Средства индивидуальной защиты работника» [2]  |
| повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума   |  |   |
| опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий, включая действие молнии и высоковольтного разряда в виде дуги, а также электрического разряда живых организмов | «инструктаж по охране труда, устройства, ограждающие опасные зоны, устройства заземления оборудования, изоляции токоведущих частей, система аварийного отключения оборудования, средства изоляции» [2] | спецодежда  |
| отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения  | инструктаж по охране труда, устройства местного освещения  |   |
| вещества, обладающие острой токсичностью по воздействию на организм   | инструктаж по охране труда, устройств ограждающие опасные зоны   | костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий или халат для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий, нарукавники, фартук для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий с нагрудником |
| физическая динамическая нагрузка  | инструктаж по охране труда, периодические регламентируемые   |   |

|                               |   |  |
|-------------------------------|---|--|
|                               | перерывы  |  |
| стереотипные рабочие движения | инструктаж по охране труда, регламентируемые перерывы |  |

Предлагаемые мероприятия позволяют устранить или снизить влияние на работников выявленных профессиональных рисков и обеспечить безопасность выполнения технологического процесса.

#### 4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

«Разработка эффективных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности технического объекта основана на идентификации класса пожара и его опасных факторов» [2]. Результаты представим в виде таблицы 6.

Таблица 6 – Идентификация класса и опасных факторов пожара

| «Участок, подразделение» [2]   | «Оборудование» [2]  | «Класс пожара» [2]   | «Опасные факторы пожара» [2]   | «Сопутствующие проявления факторов пожара» [2]   |
|--|---|--|--|--|
| участок изготовления промежуточного вала привода обрабатывающего центра Beaver | вертикально-сверлильный станок JET GHD-55PFA, приспособление специальное, сверло ГОСТ 10903-77 Р6М5, нутромер НМ-50 ГОСТ 166-80, торцевкруглошлифовальный станок GA-3570, патрон мембранный специальный алмазная гребенка для правки круга, шлифовальный круг 3-750x50x305 24A90K5V535м/с | пожары горючих жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В) | пламя и искры, тепловой поток, повышенная температура окружающей среды, повышенная концентрация токсичных продуктов повышенной концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения, пониженная концентрация | «осколки, части разрушившихся оборудования, изделий и иного имущества, вынос высокого напряжения на токопроводящие части оборудования, изделий и иного имущества, опасные факторы взрыва, происшедшего вследствие пожара, воздействие огнетушащих веществ» [2] |

|  |   |  |                                      |  |
|--|---|--|--------------------------------------|--|
|  | 1А, микрометр МК-50 ГОСТ 6507-78, скобы |  | кислорода, снижение видимости в дыму |  |
|--|---|--|--------------------------------------|--|

Используя полученные данные, производим выбор технических средств, обеспечивающих пожарную безопасность рассматриваемого производства. Результаты представим в виде таблицы 7.

Таблица 7 – Технические средства пожарной безопасности

| Первичные средства пожаротушения   | Мобильные средства пожаротушения                         | Стационарные установки и системы пожаротушения | Средства пожарной автоматики   | Пожарное оборудование  | Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре | Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)      | Пожарные сигнализация, связь и оповещение                 |
|--|--|--|--|--|--|--|---|
| огнетушители, гидропомпы, ведра, бочки с водой, лопаты, ящики с песком, ломы, пилы, топоры | пожарные автомобили, мотопомпы, передвижные огнетушители | автоматическая система пожаротушения           | извещатели, приборы приемно-контрольные, системы передачи извещений о пожаре | клапаны, гидранты, колонки, стволы, рукава соединительные, колонки, гидрозельсаторы, | противогазы, самоспасатели                                 | ведра, ломы, багры с деревянной ручкой, полотно, лопаты, тележка | автоматические звуковые оповещатели, световые оповещатели |

Следующим этапом производим разработку необходимых организационных мероприятий, обеспечивающих пожарную безопасность рассматриваемого производства. Результаты представим в виде таблицы 8.



Таблица 8 – Организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

| «Наименование технологического процесса, используемого применяемого оборудования, в составе технического объекта» [2] | «Наименование видов реализуемых организационных мероприятий» [2]   | «Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности» [2]                  |
|---|--|--|
| технологический процесс изготовления промежуточного вала привода обрабатывающего центра Beaver                        | «приказы, распоряжения инструкции в части организации проведения работы по обеспечению пожарной безопасности объекта, обучение работников объекта мерам пожарной безопасности, разработка средств наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности» [2] | инструктажи, сигнализация, автоматическая система пожаротушения, первичные средств пожаротушения |

Применение предлагаемых технических средств и разработанных организационных мероприятий позволяет эффективно решить проблему обеспечения пожарной безопасности производственного процесса.

#### 4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

«Обеспечение экологической безопасности основано на идентификации негативных экологических факторов, которые могут возникнуть в результате выполнения технологического процесса или работы производства. В таблице 9 представлены основные негативные экологические факторы, рассматриваемого производственного процесса» [2].

Таблица 9 – Идентификация негативных экологических факторов технического объекта

| «Наименование технического объекта, производственно-технологического техпроцесса» [2]          | «Структурные составляющие объекта производственно-технологического процесса» [2]  | «Негативное экологическое воздействие технического объекта на атмосферу» [2]                     | «Негативное экологическое воздействие технического объекта на гидросферу» [2]                                | «Негативное экологическое воздействие технического объекта на литосферу» [2]                            |
|--|---|--|--|---|
| технологический процесс изготовления промежуточного вала привода обрабатывающего центра Beaver | вертикально-сверлильный станок JET GHD-55PFA, приспособление специальное, сверло ГОСТ 10903-77 Р6М5, нутромер НМ-50 ГОСТ 166-80, торцекруглошлифовальный станок GA-3570, патрон мембранный специальный алмазная гребенка для правки круга, шлифовальный круг 3-750x50x305 24A90K5V5 35м/с1А | взвешенные частицы и аэрозоли смазочно-охлаждающей жидкости и других технических жидкостей, пыль | смазочно-охлаждающая жидкость, другие технические жидкости и их растворы, частицы стружки, растворенная пыль | металлическая стружка, ветошь, смазочно-охлаждающая жидкость, другие технические жидкости и их растворы |

Устранение и снижение влияния выявленных экологических факторов производится путем разработки соответствующих организационно-технических мероприятий, представленных в таблице 10.

Таблица 10 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия заданного технического объекта на окружающую среду

|                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| Наименование технического объекта | технологический процесс изготовления промежуточного вала привода обрабатывающего центра Beaver |
|-----------------------------------|--|

|   |   |
|---|---|
| Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу | очистка воздуха при помощи адсорберов, барботажно-пенных пылеуловителей, аппараты термической и каталитической нейтрализации газовых выбросов |
|---|---|

Продолжение таблицы 10

|  |   |
|--|---|
| Наименование технического объекта  | технологический процесс изготовления промежуточного вала привода обрабатывающего центра Beaver        |
| Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу | «очистка сточных вод при помощи системы механической очистки, флотационных установок и аэраторов» [2] |
| Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу  | «переплавка лома, сортировка отходов, захоронение отходов на полигонах» [2]                           |

Приведенные в таблице 10 мероприятия позволяют устранить или снизить влияние всех экологических негативных факторов производственного процесса.

Результатом выполнения данного раздела стал анализ спроектированного технологического процесса на наличие профессиональных рисков, соответствие требованиям пожарной безопасности и наличие экологических негативных факторов. При этом были разработаны мероприятия направленные на устранение выявленных недостатков.

## 5 Экономическая эффективность работы

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

Основанием для определения экономической эффективности служат предложенные изменения в технологическом процессе изготовления детали «Вал промежуточный». Эти изменения касаются трех операций:

- две, это токарные, на которых скорректированы режимы резанья, так как были назначены по справочникам и нормативам, а теперь назначены с учетом НИР;

- и одна – сверлильная, на которой применение ступенчатого сверла позволило сократить их количества и обрабатывать отверстие с одного перехода.

Используя данное описание изменений, рассчитаем необходимые для определения эффективности параметры, такие как: себестоимость, капитальные вложения, прибыль, срок окупаемости и экономический эффект. Чтобы получить значения указанных параметров необходимо воспользоваться соответствующим учебно-методическим пособием [8] и программным обеспечением Microsoft Excel.

Для определения себестоимости, в частности технологической себестоимости, необходимо последовательно определить основную заработную плату, социальные отчисления и расходы на содержание и эксплуатацию оборудования. Значения этих параметров, по сравниваемым вариантам выполнения описанных операций показано на рисунке 3.

Как видно из рисунка 3, все параметры имеют тенденцию к снижению, то есть проектируемый вариант предполагает снижение технологической себестоимости изготовления детали «Вал промежуточный» на 6,98 руб., что составит 15,5%.

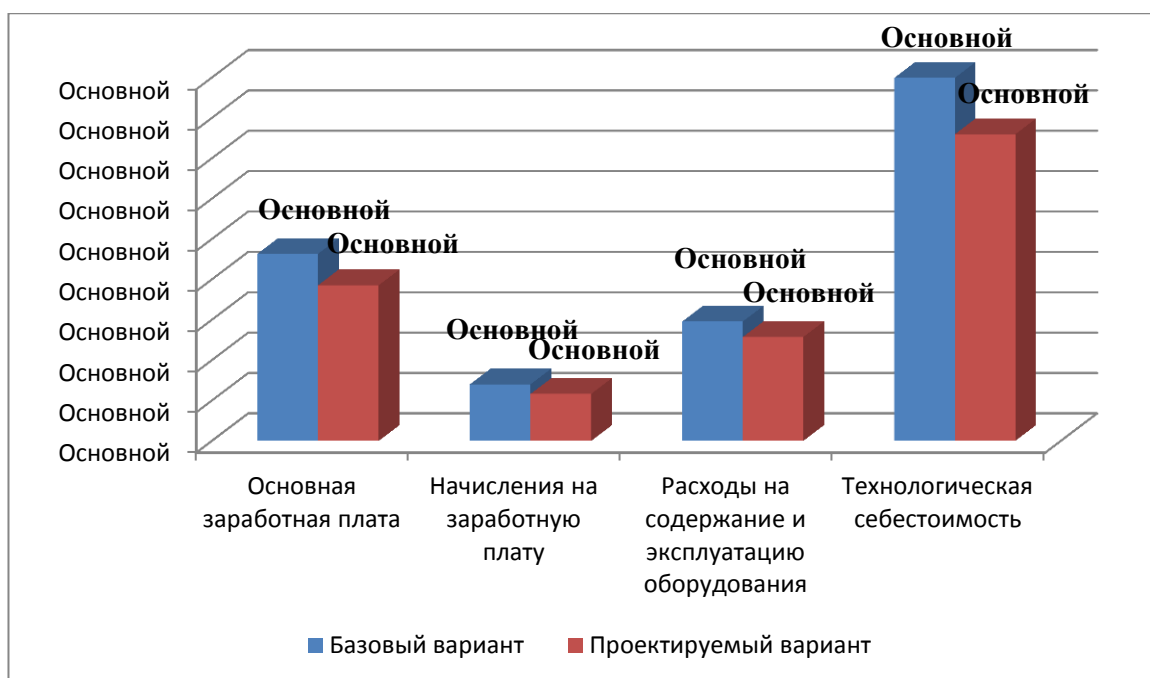


Рисунок 3 – Сравнительная характеристика параметров технологической себестоимости по вариантам, руб.

Полученные значения основной заработной платы и технологической себестоимости по сравниваемым вариантам служат необходимыми данными для определения такого параметра как полная себестоимость. В результате проведенных расчетов полная себестоимость для базового варианта составит 129,65 рублей, а для проектируемого – 108,49 рублей. По полученным значениям можно сделать вывод о том, что полная себестоимость проектируемом варианте меньше чем в базовом. Эта разница составляет 16,3% или 21,16 руб.

Используя полученную разницу и годовую программу выпуска детали, определяем сначала ожидаемую прибыль, а затем, с учетом налоговой ставки для юридических лиц, чистую прибыль от внесенных изменений в технологический процесс, которая составит 84640 рублей.

Чтобы определить будут ли эффективны предложенные изменения, необходимо рассчитать инвестиции или капитальные вложение в проект. Учитывая то, что изменения технологического процесса изготовления детали

«Вал промежуточный» затрагивают замену инструмента, то капитальные вложения будут складываться из затрат на инструмент, проектирование нового технологического процесса и затрат на корректировку управляющей программы, поэтому общая сумма инвестиций составит 57522,18 рублей. На рисунке 4 представленная структура капитальных вложений в долевом соотношении.

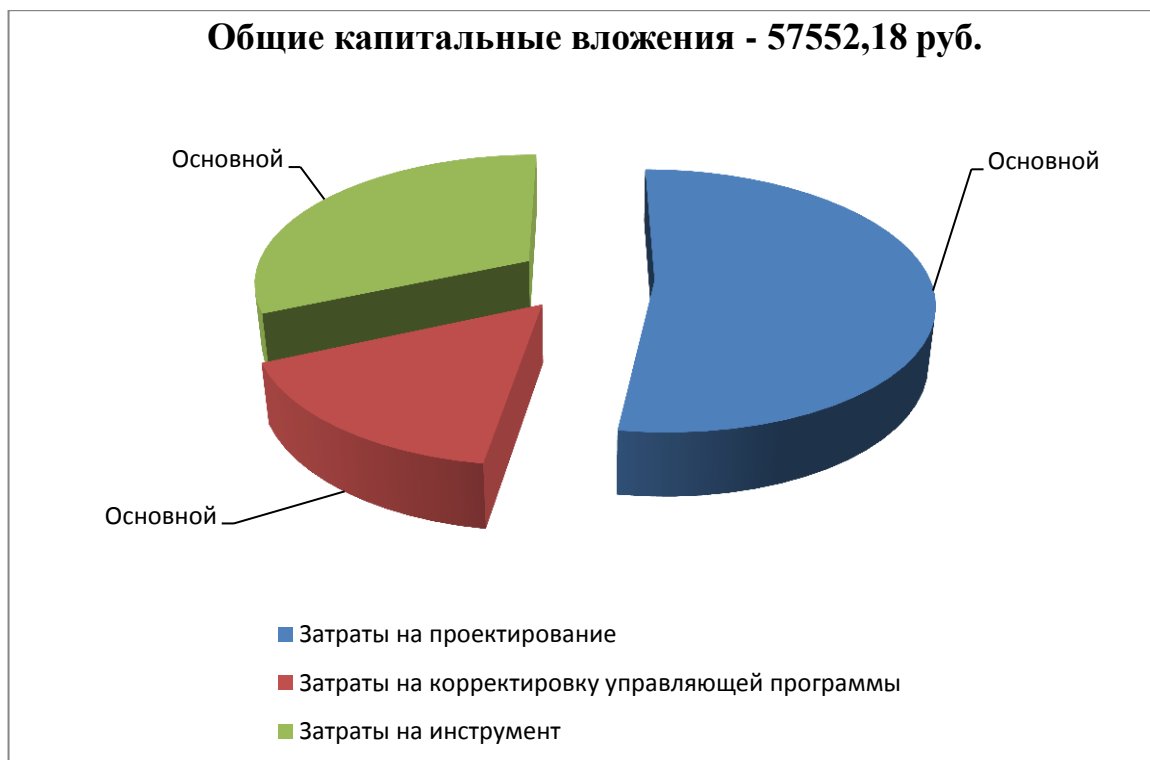


Рисунок 4 – Структура капитальных вложений в долях к общей величине

Анализируя структуру параметров инвестиций, представленную на рисунке 4, видно, что затраты на проектирование составляют большую долю в общей величине капитальных вложений, их доля – 52,4%, а следующей величиной, оказывающей влияние, являются затраты инструмент, их доля составит 31,6%.

Имея все необходимые параметры, можно обосновать эффективность предложенных изменений. Для этого необходимо определить: срок окупаемости, общий дисконтируемый доход, интегральный экономический

эффект и в зависимости от величины эффекта либо индекс доходности, либо доход на капитал. Полученные значения всех перечисленных параметров представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Показатели экономической эффективности проекта

| Наименование параметра                  | Величина параметра |
|---|--------------------|
| Срок окупаемости, года                  | 1                  |
| Общий дисконтируемый доход, руб.        | 66317,65           |
| Интегральный экономический эффект, руб. | 8795,47            |
| Индекс доходности, руб. / руб.          | 1,15               |

Анализируя, представленные в таблице 11, данные можно сделать вывод о том, что проект является эффективным, так как интегральный экономический эффект является положительной величиной и составляет 8795,47 рублей, что является обязательным условием для экономического обоснования мероприятий. Именно по этому, определяется индекс доходности, а не доход на капитал. Данный показатель дает понимание, какую прибыль может получить производитель с каждого вложенного в проект рубля, в нашем случае эта прибыль составит 0,15 рублей, что может обеспечить рентабельность в размере 15%.

В результате выполнения данного раздела определены основные экономические показатели проектируемого техпроцесса. Расчеты показали, что предлагаемые технические изменения базового технологического процесса позволяют, не только увеличить производительность обработки, но и получить экономический эффект.

## Заключение

Результатом выполнения данной работы стала разработка технологии изготовления промежуточного вала привода обрабатывающего центра, которая обеспечит изготовление годовой программы деталей с установленными параметрами качества и минимальными экономическими затратами. Проведена оценка актуальности темы и сформулирована цель работы. На основе анализа исходных данных сформулированы задачи работы. В ходе проведения анализа также были выявлены основные технологические особенности детали и проблемы, возникновение которых возможно в ходе ее изготовления.

Успешно решен блок технологических задач. Для этого применена методика проектирования технологического процесса изготовления, основанная на типовых технологических процессах изготовления деталей данного типа. Данное решение позволило получить качественные технологические решения без применения сложных трудоемких процедур. В соответствии с типом производства выбраны методики проектирования заготовки, технологического маршрута и операций технологического процесса. Используя данные методики, рассчитаны припуски на обработку, спроектирована заготовка, рассчитаны режимы резания на операции и проведено их нормирование. На основе данных результатов проектируется соответствующая технологическая документация.

Совершенствование операций шлифования и сверления проведено путем внесения изменений в их техническое оснащение. Для этого было спроектировано соответствующее станочное приспособление и ступенчатое сверло.

Анализ безопасности выполнения технологического процесса и экологичности производства свидетельствует о полном его соответствии соответствующим нормам. Экономические расчеты свидетельствуют об эффективности спроектированного технологического процесса.



## Список используемых источников

1 Болтон У. Карманный справочник инженера-метролога / У Болтон. – М. : ДМК Пресс, 2010. – 380 с.

2 Горина Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта» : электрон. учеб.-метод. пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. – Тольятти. : Изд-во ТГУ, 2018. – 41 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/8767> (дата обращения: 04.05.2020).

3 ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – Введ. 1990-06-30. – М. : Стандартинформ, 2010. – 36с.

4 Зубарев Ю.М. Методы получения заготовок в машиностроении и расчет припусков на их обработку: учеб. пособие / Ю.М. Зубарев. - Санкт-Петербург. : Лань, 2016. - 256 с. [Электронный ресурс] – URL: <https://e.lanbook.com/book/72581> (дата обращения: 15.04.2020).

5 Иванов В.П. Оборудование и оснастка промышленного предприятия: учеб. для студентов вузов по специальности "Оборудование и технологии высокоэффектив. процессов обработки материалов" / В.П. Иванов, А.В. Крыленко. – Минск. : Новое знание, 2016. – 234 с.

6 Клепиков В.В. Технологическая оснастка: станочные приспособления: учеб. пособие / В.В. Клепиков. – Москва. : ИНФРА-М, 2017. – 345 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/765631> (дата обращения: 26.04.2020).

7 Ковшов А.Н. Технология машиностроения: учебник / А.Н. Ковшов. - Изд. 3-е, стер. - Санкт-Петербург. : Лань, 2016. - 320 с. [Электронный ресурс] – URL: <https://e.lanbook.com/book/86015> (дата обращения: 16.04.2020).

8 Краснопевцева И.В. Экономика и управление машиностроительным производством: электрон. учеб.-метод. пособие / И.В. Краснопевцева, Н.В. Зубкова. – Тольятти. : ТГУ, 2014. – 183 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/13> (дата обращения: 10.05.2020).

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

10 Основы технологии машиностроения: учебник / В.В. Клепиков [и др.]. – Москва. : ИНФРА-М, 2017. – 295 с. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/545566> (дата обращения: 29.04.2020).

11 Пухаренко Ю.В. Механическая обработка конструкционных материалов: курсовое и диплом. проектирование: учеб. пособие / Ю.В. Пухаренко, В.А. Норин. - Санкт-Петербург. : Лань, 2018. - 240 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/99220> (дата обращения: 25.04.2020).

12 Расторгуев Д.А. Технологическая часть выпускной квалификационной работы машиностроительного направления: электронное учеб.-метод. пособие / Д.А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". – ТГУ. – Тольятти. : ТГУ, 2017. – 34 с. [Электронный ресурс] – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/6204> (дата обращения: 19.04.2020).

13 Расчет припусков и межпереходных размеров в машиностроении: Учеб. пособ. Для машиностроит. спец. вузов/ Я.М. Радкевич, В.А. Тимирязев, А.Г. Схиртладзе, М.С. Островский; Под ред. В.А. Тимирязева. – 2-е изд. – М.: Высш. шк., 2007. – 272 с.

14 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. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/60989> (дата обращения: 29.04.2020).

15 Режущий инструмент: учебник для вузов / Д.В. Кожевников [и др.] ; под общ. ред. С.В. Кирсанова. – Изд. 4-е, перераб. и доп. – Москва. : Машиностроение, 2014. – 520 с. [Электронный ресурс]. – URL:

<https://e.lanbook.com/book/63256> (дата обращения: 30.04.2020).

16 Скворцов В.Ф. Основы технологии машиностроения: учеб. пособие / В.Ф. Скворцов. - 2-е изд. - Москва. : ИНФРА-М, 2016. - 330 с. [Электронный ресурс] – URL: <http://znanium.com/catalog/product/505001> (дата обращения: 15.04.2020).

17 Справочник конструктора-инструментальщика / В.И. Баранчиков [и др.] ; под общ. ред. В.А. Гречишникова, С.В. Кирсанова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва. : Машиностроение, 2006. – 541 с.

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

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

20 Схиртладзе А.Г. Проектирование и производство заготовок : учеб. для вузов / А.Г. Схиртладзе, В.П. Борискин, А.В. Макаров. – 3-е изд., перераб. и доп. ; Гриф УМО. – Старый Оскол. : ТНТ, 2009. – 447 с.

21 Схиртладзе А.Г. Технологическая оснастка машиностроительных производств: учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в". Т. 3 / А.Г. Схиртладзе, В.П. Борискин. – 3-е изд., перераб. и доп. ; гриф УМО. – Старый Оскол. : ТНТ, 2016. – 536 с.

22 Технология машиностроения: курсов. проектирование и диплом. проектирование: учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по специальности 15.05.01 "Проектирование технол. машин и комплексов" и направлению подготовки 15.03.05 "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в" (бакалавриат) / М. Ф. Пашкевич [и др.]. - Старый Оскол. : ТНТ, 2015. – 443 с.

23 Химический состав и физико-механические свойства стали 12ХНЗА [Электронный ресурс]. – URL: <http://tekhnar.ru/materialy/12hn3a.html> (дата обращения: 29.04.2020).

Приложение А

Технологическая документация

Продолжение  
Приложения А

| Цех | Уч | РМ | Опер | Код наименования операции | Обозначение документа   |      |   |    |    |      |    |    |      |      |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-----|----|----|------|---------------------------|---|------|---|----|----|------|----|----|------|------|------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|     |    |    |      |                           | СМ  | проф | Р | УТ | КР | КОИД | ЕН | ОП | Кштм | Тпоз | Тштм |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |    |    |      |                           | Сверлить поверхность 30, 32 в размер $\phi 20^{+0,24}$ ; $\phi 35^{+0,25}$ ; 42   |      |   |    |    |      |    |    |      |      |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |    |    |      |                           | 391290 Сверло ступенчатое специальное ВК6М; 393311  |      |   |    |    |      |    |    |      |      |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |    |    |      |                           | Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-89.  |      |   |    |    |      |    |    |      |      |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |    |    |      |                           | XX XX XX 015 4121 Сверлильная   |      |   |    |    |      |    |    |      |      |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |    |    |      |                           | 381213Вертикально-сверлильныйГНД-55РФА 3 15292 312 1Р 1 1 1 1200 1  |      |   |    |    |      |    |    |      |      |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |    |    |      |                           | Сверлить поверхность 15 в размер $\phi 6^{+0,1}$ ; 54,15  |      |   |    |    |      |    |    |      |      |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |    |    |      |                           | 396171 Приспособление специальное; 391290 Сверло $\phi 6$ ГОСТ10903-77 Р6М5; 393311 Штангенциркуль  |      |   |    |    |      |    |    |      |      |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |    |    |      |                           | ШЦ-1 ГОСТ 166-89.   |      |   |    |    |      |    |    |      |      |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |    |    |      |                           | XX XX XX 020 4110 Токарная  |      |   |    |    |      |    |    |      |      |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |    |    |      |                           | 381101 Токарный КДСК-25АS CNC 3 18217 312 1Р 1 1 1 1200 1   |      |   |    |    |      |    |    |      |      |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |    |    |      |                           | Точить последовательно поверхность: Установ А пов. 1, 2, 3 в размер $\phi 65^{+0,3}$ ; $\phi 70^{+0,3}$ ; 89,45                               |      |   |    |    |      |    |    |      |      |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |    |    |      |                           | Установ Б пов. 8, 12, 13, 16, 17, 19, 20, 24, 25, 26, 28, 29, 31, в размер $\phi 55,294_{-0,1}$ ; $\phi 41,218_{-0,1}$ ; $\phi 28_{-0,084}$ ; |      |   |    |    |      |    |    |      |      |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |    |    |      |                           | $\phi 20_{-0,084}$ ; 17,95 ; 28,87 ; 49,95 ; 62,61 ; 116,45 ; 133,85  |      |   |    |    |      |    |    |      |      |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |    |    |      |                           | 396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80; 392101 Резец контурный ГОСТ 18879-73 Т5К10;  |      |   |    |    |      |    |    |      |      |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |    |    |      |                           | 392135Резец расточной ГОСТ18879-73Т30К4; 392104 Резец канавочный ГОСТ 18879-73 Т30К4;   |      |   |    |    |      |    |    |      |      |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |    |    |      |                           | 392104 Резец канавочный ГОСТ 18879-73 Т30К4; 392104 Резец канавочный ГОСТ 18879-73 Т30К4;   |      |   |    |    |      |    |    |      |      |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |    |    |      |                           | 392104 Резец канавочный ГОСТ 18879-73 Т30К4; 394233 Микрометр МК-80 ГОСТ 6507-90; 394253  |      |   |    |    |      |    |    |      |      |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |    |    |      |                           | Нутромер НМ-50 ГОСТ 10-88.  |      |   |    |    |      |    |    |      |      |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |    |    |      |                           | XX XX XX 025 4153 Зидофрезерная   |      |   |    |    |      |    |    |      |      |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

2,17

Продолжение Приложения А

| А    | Цех  | Уч | РМ | Опер | Код, наименование операции | СМ | проф. | Р | УТ | КР | КОИД | ЕН | ОП | Кшт | Тпоз | Тшт |
|------|--|----|----|------|----------------------------|----|-------|---|----|----|------|----|----|-----|------|-----|
|      |  |    |    |      |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |     |      |     |
| Б    | Код, наименование оборудования   |    |    |      |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |     |      |     |
| 0.69 | Фрезеровать пов. 6, 7 в размер 10-й степени точности   |    |    |      |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |     |      |     |
| Т.70 | 396171 Приспособление специальное; 391810 Фреза червячная $\phi$ 100 ГОСТ9324-80 Р9К10; 394590 |    |    |      |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |     |      |     |
| Т.71 | Прибор измерительный универсальный.  |    |    |      |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |     |      |     |
| 72   |  |    |    |      |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |     |      |     |
| А.73 | XX XX XX 030 4152 Долбежная  |    |    |      |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |     |      |     |
| Б.74 | 381571 Долбежный УК5150 3 12287 312 1Р 1 1 1 1200 1 2,41                                       |    |    |      |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |     |      |     |
| 0.75 | Долбить пов. 22, 23 в размер $\phi$ 26 <sup>+0,032</sup> ; $\phi$ 24 <sup>+0,1</sup>           |    |    |      |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |     |      |     |
| Т.76 | 396171 Приспособление специальное; 392410 Дольяк чашечный ГОСТ 9323-79 Р18; 393400 Калибры.    |    |    |      |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |     |      |     |
| 77   |  |    |    |      |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |     |      |     |
| А.78 | XX XX XX 035 4157 Шейнговальная  |    |    |      |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |     |      |     |
| Б.79 | 381574 Шейнговальный ZS240NC 3 12287 312 1Р 1 1 1 1200 1 2,87                                  |    |    |      |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |     |      |     |
| 0.80 | Шейнговать пов. 6 в размер 6-й степени точности  |    |    |      |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |     |      |     |
| Т.81 | 396171 Приспособление специальное; 391810 Шейер дисковый Р9Ф5 ГОСТ8570-75 394300 Прибор        |    |    |      |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |     |      |     |
| Т.82 | Измерительный универсальный.   |    |    |      |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |     |      |     |
| 83   |  |    |    |      |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |     |      |     |
| А.84 | XX XX XX 040 4162 Зубофасочная.  |    |    |      |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |     |      |     |
| Б.85 | 381574 Зубофасочный 210Н1С 3 12287 312 1Р 1 1 1 1200 1 1,46                                    |    |    |      |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |     |      |     |
| 0.86 | Выполнить фаски на торцовых поверхностях зидьев.   |    |    |      |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |     |      |     |
| Т.87 | 396171 Приспособление специальное; 391810 Фреза Р6М5 специальная; 393400 Калибр.               |    |    |      |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |     |      |     |
| 88   |  |    |    |      |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |     |      |     |
| А.89 | XX XX XX 045 Термическая   |    |    |      |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |     |      |     |
| 90   |  |    |    |      |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |     |      |     |





Продолжение Приложения А

| ГОСТ 3.118-82 |  |       |                              |           |     |       |                   |  |  | Формы 1           |      |      |       |   |   |   |   |   |  |
|---------------|--|-------|------------------------------|-----------|-----|-------|-------------------|--|--|-------------------|------|------|-------|---|---|---|---|---|--|
| Дцфл.         | Взам.  | Подп. |                              |           |     |       |                   |  |  | Цех               | Уч   | Р.М. | Опер. |   |   |   |   |   |  |
|               |  |       | ТГУ,<br>Кафедра ОТМП         |           |     |       |                   |  |  | Вал промежуточный |      |      |       |   |   |   |   |   |  |
| Разраб.       | Свафанд  |       |                              |           |     |       |                   |  |  |                   |      |      |       |   |   |   |   |   |  |
| Проверил      | Козлов   |       |                              |           |     |       |                   |  |  |                   |      |      |       |   |   |   |   |   |  |
|               |  |       | Материал                     | Твердость | EB  | МД    | Профиль и размеры |  |  | МЗ                | КОИД |      |       |   |   |   |   |   |  |
|               |  |       | Сталь 42ХНЗА ГОСТ 4543-71    | HB 220    | 166 | 2,6кг | φ1224x135         |  |  | 3,5кг             | 1    |      |       |   |   |   |   |   |  |
|               |  |       | Оборудование, устройство ЧПУ | To        | Tб  | Тпз   | Тшп               |  |  | СОЖ               |      |      |       |   |   |   |   |   |  |
|               |  |       | JET GHD-55PFA                | 125       |     |       | 2,17              |  |  | Укринал-1         |      |      |       |   |   |   |   |   |  |
|               |  |       | D или B                      |           |     |       |                   |  |  |                   |      |      | л     | т | і | S | п | V |  |
| 01            | 1. Установить заготовку  |       |                              |           |     |       |                   |  |  |                   |      |      |       |   |   |   |   |   |  |
| T 02          | 396171 Приспособление специальное; 391810 Сверло ступенчатое специальное ВК6М. |       |                              |           |     |       |                   |  |  |                   |      |      |       |   |   |   |   |   |  |
| 0 03          | 2. Сверлить пов. 30, 32 выдерживая размеры согласно эскиза.                    |       |                              |           |     |       |                   |  |  |                   |      |      |       |   |   |   |   |   |  |
| P 04          | 1 17,5 0,2 400 25  |       |                              |           |     |       |                   |  |  |                   |      |      |       |   |   |   |   |   |  |
| 05            | 3. Открепить, снять деталь с приспособления, уложить на тележку.               |       |                              |           |     |       |                   |  |  |                   |      |      |       |   |   |   |   |   |  |
| 06            |  |       |                              |           |     |       |                   |  |  |                   |      |      |       |   |   |   |   |   |  |
| 07            |  |       |                              |           |     |       |                   |  |  |                   |      |      |       |   |   |   |   |   |  |
| 08            |  |       |                              |           |     |       |                   |  |  |                   |      |      |       |   |   |   |   |   |  |
| 09            |  |       |                              |           |     |       |                   |  |  |                   |      |      |       |   |   |   |   |   |  |
| 10            |  |       |                              |           |     |       |                   |  |  |                   |      |      |       |   |   |   |   |   |  |





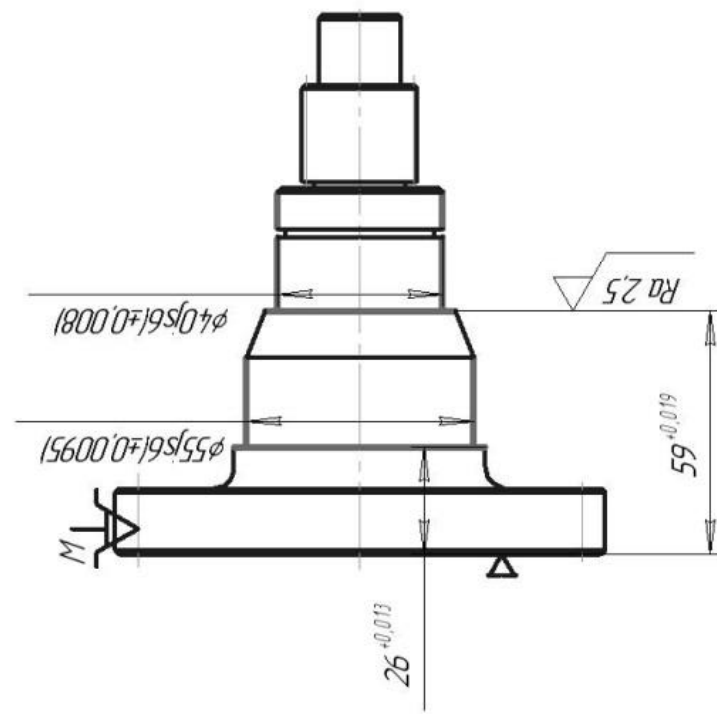
Продолжение Приложения А

|                              |   | ГОСТ 3.118-82 |              |                   | Формы 1   |      |       |
|------------------------------|---|---------------|--------------|-------------------|-----------|------|-------|
| Дцфл.                        |   |               |              |                   |           |      |       |
| Взам.                        |   |               |              |                   |           |      |       |
| Подп.                        |   |               |              |                   |           |      |       |
| Разраб.                      | Сафонов   |               | ТГУ,         |                   |           |      |       |
| Проверил                     | Козлов  |               | Кафедра ОТМП |                   |           |      |       |
|                              |   |               |              |                   |           |      |       |
|                              |   |               |              |                   |           |      |       |
|                              |   |               |              |                   |           |      |       |
|                              |   |               |              |                   |           |      |       |
| Наименование операции        |   | ТВ            | МД           | Профиль и размеры | МЗ        | КОИД | Опер. |
| Зубофрезерная                |   | НВ 220        | 2,6кг        | φ1224x135         | 3,5кг     | 1    | 025   |
| Оборудование, устройство ЧПУ |   | То            | Тб           | Тшт               | СОЖ       |      |       |
| LC 200                       |   | 135           |              | 2,27              | Украина-1 |      |       |
|                              |   | Д или В       | Л            | т                 | с         | п    | у     |
| 01                           | 1. Установить заготовку   |               |              |                   |           |      |       |
| T 02                         | 396171 Приспособление специальное; 391810 Фреза червячная φ100 ГОСТ9324-80 Р9К10. |               |              |                   |           |      |       |
| 0 03                         | 2. Фрезеровать пов. 6, 7 выдерживая размеры согласно эскиза.                      |               |              |                   |           |      |       |
| P 04                         | 1   |               | 11           |                   | 2,0       | 200  | 68    |
| 05                           | 3. Открепить, снять деталь с приспособления, уложить на тележку.                  |               |              |                   |           |      |       |
| 06                           |   |               |              |                   |           |      |       |
| 07                           |   |               |              |                   |           |      |       |
| 08                           |   |               |              |                   |           |      |       |
| 09                           |   |               |              |                   |           |      |       |
| 10                           |   |               |              |                   |           |      |       |

Продолжение Приложения А

|          |  |          |     |  |     |                   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |         |
|----------|--|----------|-----|--|-----|-------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---------|
| Деталь   |  | Скафанов | ТГУ |  | 060 |                   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |         |
|          |  |          |     |  |     |                   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Казимов |
| Разработ |  |          |     |  |     |                   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |         |
| Проверил |  |          |     |  |     | Вал промежуточный |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |         |

$\nabla$  Ra 1,25 (A)



Продолжение Приложения А

| Деталь   |         | Взам.                     |  | Подп.     |  | Гост 3.118-82 |  | Версия 1 |      |                   |  |
|--|---------|---------------------------|--|-----------|--|---------------|--|----------|------|-------------------|--|
| Разработ.  | Савинов |                           |  |           |  |               |  |          |      |                   |  |
| Проверил   | Козлов  |                           |  |           |  |               |  |          |      |                   |  |
|  |         | ТГУ,<br>Кафедра ОТМП      |  |           |  | Цех           |  | Уч.      | Р.М. | Опер.             |  |
|  |         |                           |  |           |  |               |  |          |      | 060               |  |
| Наименование операции  |         | Материал                  |  | Твердость |  | EB            |  | МД       |      | Профиль и размеры |  |
| Шлифовальная   |         | Сталь 12ХНЗА ГОСТ 4543-71 |  | HB 220    |  | 166           |  | 2,6кг    |      | φ122,4x135        |  |
| Обработка устройством ЧПУ  |         | Обозначение программы     |  | То        |  | Тb            |  | Тпз      |      | Тшм               |  |
| GA-3570  |         |                           |  | 0,56      |  |               |  |          |      | СОЖ<br>Укриол-1   |  |
|  |         | пм                        |  | l         |  | f             |  | s        |      | v                 |  |
| 1. Установить заготовку  |         |                           |  |           |  |               |  |          |      |                   |  |
| 396171 Приспособление специальное; 39810 Круг шлифовальный.      |         |                           |  |           |  |               |  |          |      |                   |  |
| 2. Фрезеровать пов. 6, 7 выдерживая размеры согласно эскиза.     |         |                           |  |           |  |               |  |          |      |                   |  |
| P.04   |         | 1                         |  | 0,16      |  | 0,23          |  | 200      |      | 35                |  |
| P.05   |         | 2                         |  | 0,088     |  | 0,23          |  | 200      |      | 35                |  |
| 3. Открепить, снять деталь с приспособления, уложить на тележку. |         |                           |  |           |  |               |  |          |      |                   |  |
| 07   |         |                           |  |           |  |               |  |          |      |                   |  |
| 08   |         |                           |  |           |  |               |  |          |      |                   |  |
| 09   |         |                           |  |           |  |               |  |          |      |                   |  |
| 10   |         |                           |  |           |  |               |  |          |      |                   |  |

Приложение Б  
**Спецификации к сборочным чертежам**

| Перв. примен. | Формат  | Зона    | Поз.   | Обозначение  | Наименование                     | Кол. | Примечание                          | Справ. № | Подп. и дата | Инв. № докл. | Взам. инв. №               | Подп. и дата | Инв. № подл. | Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | Лит. | Лист | Листов |         |
|---------------|---------|---------|--------|--|----------------------------------|------|-------------------------------------|----------|--------------|--------------|----------------------------|--------------|--------------|------|------|----------|-------|------|------|------|--------|---------|
|               |         |         |        |  |                                  |      |                                     |          |              |              |                            |              |              |      |      |          |       |      |      |      |        | Разраб. |
|               |         |         |        |  | <u>Документация</u>              |      |                                     |          |              |              |                            |              |              |      |      |          |       |      |      |      |        |         |
|               | A1      |         |        | 20.БР.ОТМП.735.65.00.000СБ                             | Сборочный чертеж                 |      |                                     |          |              |              |                            |              |              |      |      |          |       |      |      |      |        |         |
|               |         |         |        |  | <u>Детали</u>                    |      |                                     |          |              |              |                            |              |              |      |      |          |       |      |      |      |        |         |
|               | A3      |         | 1      | 20.БР.ОТМП.735.65.00.001                               | Корпус патрона                   | 1    |                                     |          |              |              |                            |              |              |      |      |          |       |      |      |      |        |         |
|               | A4      |         | 2      | 20.БР.ОТМП.735.65.00.002                               | Сухарь                           | 1    |                                     |          |              |              |                            |              |              |      |      |          |       |      |      |      |        |         |
|               | A4      |         | 3      | 20.БР.ОТМП.735.65.00.003                               | Гильза                           | 1    |                                     |          |              |              |                            |              |              |      |      |          |       |      |      |      |        |         |
|               | A3      |         | 4      | 20.БР.ОТМП.735.65.00.004                               | Мембрана                         | 1    |                                     |          |              |              |                            |              |              |      |      |          |       |      |      |      |        |         |
|               | A3      |         | 5      | 20.БР.ОТМП.735.65.00.005                               | Крышка гидроцилиндра             | 1    |                                     |          |              |              |                            |              |              |      |      |          |       |      |      |      |        |         |
|               | A3      |         | 6      | 20.БР.ОТМП.735.65.00.006                               | Корпус гидроцилиндра             | 1    |                                     |          |              |              |                            |              |              |      |      |          |       |      |      |      |        |         |
|               | A3      |         | 7      | 20.БР.ОТМП.735.65.00.007                               | Поршень                          | 1    |                                     |          |              |              |                            |              |              |      |      |          |       |      |      |      |        |         |
|               | A4      |         | 8      | 20.БР.ОТМП.735.65.00.008                               | Упор                             | 3    |                                     |          |              |              |                            |              |              |      |      |          |       |      |      |      |        |         |
|               | A3      |         | 9      | 20.БР.ОТМП.735.65.00.009                               | Толкатель                        | 1    |                                     |          |              |              |                            |              |              |      |      |          |       |      |      |      |        |         |
|               | A4      |         | 10     | 20.БР.ОТМП.735.65.00.010                               | Кулачок                          | 1    |                                     |          |              |              |                            |              |              |      |      |          |       |      |      |      |        |         |
|               | A3      |         | 11     | 20.БР.ОТМП.735.65.00.011                               | Шток                             | 1    |                                     |          |              |              |                            |              |              |      |      |          |       |      |      |      |        |         |
|               |         |         |        |  | <u>Стандартные изделия</u>       |      |                                     |          |              |              |                            |              |              |      |      |          |       |      |      |      |        |         |
|               |         |         | 12     |  | Винт М6х25<br>ГОСТ               | 3    |                                     |          |              |              |                            |              |              |      |      |          |       |      |      |      |        |         |
|               |         |         | 13     |  | Пробка М8 ГОСТ 12202-66          | 2    |                                     |          |              |              |                            |              |              |      |      |          |       |      |      |      |        |         |
|               |         |         | 14     |  | Пробка М10 ГОСТ 12202-66         | 1    |                                     |          |              |              |                            |              |              |      |      |          |       |      |      |      |        |         |
|               |         |         | 15     |  | Кольцо стопорное<br>ГОСТ 9060-69 | 1    |                                     |          |              |              |                            |              |              |      |      |          |       |      |      |      |        |         |
|               |         |         | 16     |  | Уплотнение ГОСТ 8752-79          | 2    |                                     |          |              |              |                            |              |              |      |      |          |       |      |      |      |        |         |
|               |         |         | 17     |  | Уплотнение ГОСТ 8752-79          | 2    |                                     |          |              |              |                            |              |              |      |      |          |       |      |      |      |        |         |
|               |         |         |        | <b>20.БР.ОТМП.735.65.00.000</b>                        |                                  |      |                                     |          |              |              |                            |              |              |      |      |          |       |      |      |      |        |         |
|               |         | Изм.    | Лист   | № докум.   | Подп.                            | Дата | <b>Приспособление<br/>станочное</b> |          |              |              | Лит.                       | Лист         | Листов       |      |      |          |       |      |      |      |        |         |
| Разраб.       | Провер. | Сафонов | Козлов |  |                                  |      |                                     |          |              |              |                            | 1            | 2            |      |      |          |       |      |      |      |        |         |
| Н.контр.      | Утв.    |         |        |  |                                  |      |                                     |          |              |              | ТГУ, ИМ,<br>зр. ТМБз-1502а |              |              |      |      |          |       |      |      |      |        |         |
|               |         |         |        | Копировал <span style="float: right;">Формат А4</span> |                                  |      |                                     |          |              |              |                            |              |              |      |      |          |       |      |      |      |        |         |

Продолжение Приложения Б

| Формат | Зона | Поз. | Обозначение | Наименование                  | Кол. | Примечание |
|--------|------|------|-------------|-------------------------------|------|------------|
|        |      | 18   |             | Винт М8х32<br>ГОСТ 1491-80    | 5    |            |
|        |      | 19   |             | Подшипник 904<br>ГОСТ 8338-85 | 2    |            |
|        |      | 20   |             | Уплотнение<br>ГОСТ 8752-79    | 2    |            |
|        |      | 21   |             | Демпфер<br>ГОСТ 8754-79       | 2    |            |
|        |      | 22   |             | Винт М12х35<br>ГОСТ 1491-80   | 3    |            |
|        |      | 23   |             | Прокладка<br>ГОСТ 8756-79     | 1    |            |
|        |      | 24   |             | Гайка М20<br>ГОСТ 11878-87    | 2    |            |
|        |      | 25   |             | Шайба<br>ГОСТ 11872-79        | 1    |            |
|        |      | 26   |             | Винт М8х25<br>ГОСТ 14475-80   | 8    |            |

|              |              |              |              |              |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Инд. № подл. | Подп. и дата | Взам. инд. № | Инд. № дудл. | Подп. и дата |
|              |              |              |              |              |

Продолжение Приложения Б

| Формат                   | Зона      | Поз.    | Обозначение                | Наименование        | Кол. | Примечание                 |
|--------------------------|-----------|---------|----------------------------|---------------------|------|----------------------------|
|                          |           |         |                            |                     |      |                            |
| Перв. примен.            |           |         |                            |                     |      |                            |
|                          |           |         |                            | <u>Документация</u> |      |                            |
| A2                       |           |         | 20.БР.ОТМП.735.70.00.000СБ | Сборочный чертеж    |      |                            |
|                          |           |         |                            | <u>Детали</u>       |      |                            |
| A3                       | 1         |         | 20.БР.ОТМП.735.70.00.001   | Корпус резца        | 1    |                            |
| A4                       | 2         |         | 20.БР.ОТМП.735.70.00.002   | Пластина режущая    | 1    |                            |
| A4                       | 3         |         | 20.БР.ОТМП.735.70.00.003   | Пластина режущая    | 1    |                            |
| Справ. №                 |           |         |                            |                     |      |                            |
| Подп. и дата             |           |         |                            |                     |      |                            |
| Взам. инв. №             |           |         |                            |                     |      |                            |
| Инв. № дубл.             |           |         |                            |                     |      |                            |
| Подп. и дата             |           |         |                            |                     |      |                            |
| Инв. № подл.             |           |         |                            |                     |      |                            |
|                          | Изм.      | Лист    | № докум.                   | Подп.               | Дата |                            |
|                          | Разработ. | Сафонов |                            |                     |      | Лит.                       |
|                          | Проб.     | Козлов  |                            |                     |      | Лист                       |
|                          |           |         |                            |                     |      | Листов                     |
|                          | Исполн.   |         |                            |                     |      | 1                          |
|                          | Утв.      |         |                            |                     |      |                            |
| 20.БР.ОТМП.735.70.00.000 |           |         |                            |                     |      |                            |
| Сверло                   |           |         |                            |                     |      |                            |
|                          |           |         |                            |                     |      | ТГУ, ИМ,<br>гр. ТМбз-1502а |
| Копировал                |           |         |                            |                     |      | Формат А4                  |