

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения
(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»
(наименование)

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»
(код и наименование направления подготовки / специальности)

Технология машиностроения
(направленность (профиль) / специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Технологический процесс изготовления ведущего вала шестеренчатого насоса

| | | |
|--------------|---|----------------------------------|
| Обучающийся | <u>Е.М. Широбоков</u> (Инициалы Фамилия) | <u>_____</u> (личная подпись) |
| Руководитель | <u>к.т.н., доцент А.А. Козлов</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия) | <u>_____</u> |
| Консультанты | <u>к.э.н., доцент О.М. Сярдова</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия) | <u>_____</u> |
| | <u>И.В. Резникова</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия) | <u>_____</u> |

Тольятти 2023

Аннотация

В выпускной квалификационной работе рассмотрен технологический процесс изготовления вала шестеренчатого насоса. «Цель работы – проектирование технологического процесса изготовления вала шестеренчатого насоса» [12], обеспечивающего выпуск годовой программы выпуска деталей требуемого качества в условиях среднесерийного типа производства с минимальными экономическими затратами.

Пояснительная записка работы состоит из пяти основных разделов. В первом разделе проведен анализ условий работы, назначения и технологичности детали, анализ типа производства, в условиях которого предполагается изготавливать деталь, формулируются задачи работы. «Во втором разделе произведен выбор метода получения заготовки, произведено проектирование заготовки, произведено проектирование плана изготовления детали, выбраны средства технологического оснащения технологического процесса, произведен расчет режимов резания и нормирование технологических операций» [12]. В третьем разделе, с целью повышения эффективности базовой технологии, произведено «проектирование специальных средств технологического оснащения» [12]. «Спроектированы токарный патрон и резец» [12], что позволило снизить затраты вспомогательного времени за счет механизации процесса закрепления и решить технические проблемы операции связанные с применением дорогостоящего импортного резца и образованием в процессе резания сливной стружки. В четвертом разделе рассмотрены безопасность и экологичность технического объекта. Это позволило выявить опасные производственные факторы, устранить и уменьшить их влияние на работников производства и окружающую среду. «В пятом разделе определена экономическая эффективность технологического процесса» [12].

«Объем работы 65 страниц пояснительной записки и 7 чертежей формата А1» [12].

Abstract

In the final qualifying work, the manufacturing a gear pump shaft technological process is considered. The work purpose is to design the manufacturing the gear pump shaft technological process, which ensures the release of an annual program for the parts production of the required quality in the conditions of an average production type with minimal economic costs.

The explanatory note of the work consists of five main sections. In the first section, the working conditions analysis, the part purpose and manufacturability, the production type analysis in which the part is supposed to be manufactured, the work tasks are formulated. In the second section, the workpiece obtaining method selection was made, the workpiece design was made, the part manufacturing plan design was made, the technological process technological equipment means were selected, the cutting modes and technological operations rationing calculation were performed. In the third section, in order to increase the basic technology efficiency, the special technological equipment design was carried out. A lathe chuck and a cutter were designed, which made it possible to reduce the cost of auxiliary time due to the fastening process mechanization and solve technical problems associated with the use of an expensive imported cutter and the formation of drain chips during cutting. The fourth section discusses the safety and environmental friendliness of a technical facility. This made it possible to identify hazardous production factors, eliminate and reduce their impact on production workers and the environment. The fifth section defines the technological process economic efficiency.

The work volume is 65 pages of an explanatory note and 7 drawings in A1 format.

Содержание

| | |
|--|----|
| Введение..... | 5 |
| 1 Анализ исходных данных..... | 6 |
| 1.1 Анализ назначения и условий эксплуатации детали..... | 6 |
| 1.2 Анализ технологичности детали | 7 |
| 1.3 Анализ характеристик типа производства | 9 |
| 1.4 Формулировка задач работы..... | 11 |
| 2 Разработка технологической части | 12 |
| 2.1 Выбор и проектирование заготовки..... | 12 |
| 2.2 Проектирование плана изготовления детали | 20 |
| 2.3 Выбор средств технологического оснащения..... | 22 |
| 2.4 Расчет режимов резания и нормирование | 25 |
| 3 Проектирование специальных средств оснащения | 28 |
| 3.1 Проектирование трехкулачкового патрона..... | 28 |
| 3.2 Проектирование токарного резца..... | 34 |
| 4 Безопасность и экологичность технического объекта | 36 |
| 4.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта | 36 |
| 4.2 Идентификация профессиональных рисков..... | 36 |
| 4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков | 38 |
| 4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта..... | 41 |
| 4.5 Обеспечение экологической безопасности объекта..... | 42 |
| 5 Экономическая эффективность работы | 44 |
| Заключение | 49 |
| Список используемых источников..... | 50 |
| Приложение А Технологическая документация..... | 54 |
| Приложение Б Спецификации к сборочным чертежам | 63 |

Введение

Современный уровень развития техники предполагает широкое использование насосного оборудования для перекачки, откачки разных жидкостей и их подачи в разнообразные технологические системы. На основе насосов komponуются насосные агрегаты с различными техническими характеристиками. В кораблестроении, гидравлических системах, технологических системах по перекачке технологических жидкостей и подачи топлива наиболее распространены шестеренчатые насосы. Это объясняется тем, что они обладают высокими характеристиками по надежности, экономичности, небольшими габаритами и малым весом.

Рассматриваемый в данной работе вал является частью шестеренчатого насоса, предназначенного для перекачки технологических жидкостей. Вал является ответственной деталью, непосредственно влияющей на работоспособность и надежность насоса. В связи с этим технология изготовления детали должна обеспечить выполнение всех конструкторских требований, указанных на чертеже детали. Другим немаловажным требованием к технологии изготовления детали является обеспечение выпуска всей годовой производственной программы в соответствии с графиком производства. Данное требование при проектировании технологических процессов в современном производстве является ключевым, так как от его выполнения в конечном итоге зависит экономическая эффективность технологического процесса. С учетом выше изложенных соображений сформулируем цель выпускной квалификационной работы.

Цель работы – проектирование технологического процесса изготовления вала шестеренчатого насоса, обеспечивающего выпуск годовой программы выпуска деталей требуемого качества в условиях среднесерийного типа производства с минимальными экономическими затратами.

1 Анализ исходных данных

1.1 Анализ назначения и условий эксплуатации детали

Вал шестеренчатого насоса предназначен для размещения на нем шестерни привода и рабочей шестерни. Функциональное назначение вала заключается в восприятии крутящего момента от шестерни привода посредством боковых поверхностей шлиц и передачи его на рабочую шестерню, установленную на валу по посадке с натягом.

Вал устанавливается в корпусе насоса на подшипники скольжения, что обеспечивает требуемую скорость вращения, которая может достигать 1500 об/мин.

Условия работы вала зависят от области применения насоса и свойств перекачиваемой технологической жидкости. В случае использования насоса в агрегатах, работающих на открытом воздухе на насос действуют климатические факторы. С учетом того, что вал установлен в закрытом корпусе из данных факторов возможно воздействие температурного фактора, который может привести к повышенному износу трущихся поверхностей.

Сам принцип работы насоса также способствует повышенному износу поверхностей вала от воздействия сил трения в местах контакта с другими деталями насоса. Также принцип работы насоса приводит к воздействию на ряд поверхностей вала большого давления, достигающего десятков МПа.

Большое влияние оказывают на состояние поверхностей вала физико-механические свойства перекачиваемой жидкости, а также наличие в ней различных посторонних примесей и включений. В ряде случаев наличие посторонних частиц, особенно в случае необходимости создания большого давления в системе и работы на высоких частотах, может привести к аварийному выходу из строя вала и его разрушению.

Из сказанного можно сделать вывод, что условия работы вала сложные и способствуют его быстрому износу.

1.2 Анализ технологичности детали

Технологичность детали описывается группой критериев. «К ним относятся технологичность материал, конструкции детали, механической обработки. Проведем анализ детали на технологичность согласно данным критериям и рекомендациям» [12].

«Технологичность материала детали определяется его физико-механическими свойствами. Рассмотрим их подробнее. Сталь 40ХН2МА ГОСТ 4543–71 имеет следующий химический состав: углерод от 0,37% до 0,44%, хром от 0,6% до 0,9%, никель от 1,25% до 1,65%, марганец от 0,5% до 0,8%, кремний от 0,17% до 0,37%, медь не более 0,3%, сера не более 0,025%, фосфор не более 0,025%» [24]. «Основные физико-механические характеристики предел прочности 1080 МПа, предел текучести 930 МПа» [24]. Из представленных данных следует, что материал обладает оптимальными свойствами для выполнения деталию ее служебного назначения. Сталь имеет пониженную обрабатываемость резанием, так как коэффициент обрабатываемости твердосплавным инструментом составляет 0,6, а быстрорежущим инструментом 0,7. Оптимальными для получения заготовки будут методы пластического деформирования.

Технологичность конструкции детали определяется формой, точностью поверхностей, количеством ответственных поверхностей, наличием стандартных конструктивных элементов, соответствием размеров нормальному ряду. Форма детали достаточно простая, характерная для деталей данного типа. В конструкции детали используются стандартные конструктивные элементы, такие как фаски и шлицы. Заметим, что шлицы один из наиболее сложных элементов в исполнении в конструкции данной детали. «Размеры детали соответствуют нормальному ряду чисел» [15]. Точность поверхностей детали относительно невысокая. Для того чтобы выяснить количество ответственных поверхностей и их взаимное расположение выполним их классификацию по служебному назначению [15].

«На рисунке 1 приведен эскиз детали. В соответствии с ним: основная конструкторская база 12, 13; вспомогательная конструкторская база 4, 9, 13; исполнительные поверхности 4, 13; свободные поверхности все оставшиеся» [15]. Количество ответственных поверхностей относительно небольшое.

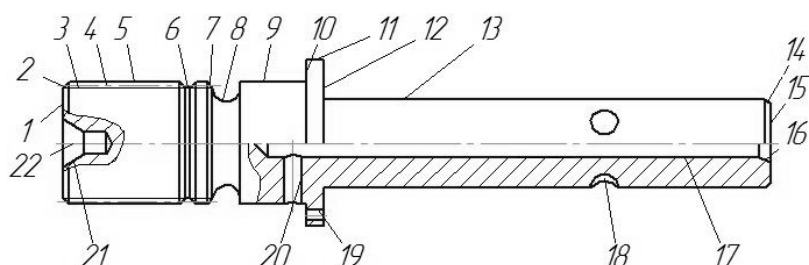


Рисунок 1 – Нумерация поверхностей

Такие характеристики конструкции детали позволяют применить при проектировании технологии изготовления в качестве базового варианта типовой технологический процесс, что существенно сократит время на проектирование.

Технологичность механической обработки определяется требуемой точностью обработки, характеристиками поверхностей, наличием базовых поверхностей. Точность поверхностей детали подразумевает механическую обработку всех поверхностей и может быть обеспечена типовыми методами обработки. В ряде случаев необходимо применить средства технологического оснащения повышенной точности. Характеристики поверхностей также могут быть обеспечены типовыми методами обработки, включая термическую обработку. В качестве базовых поверхностей можно использовать имеющиеся на детали поверхности или создать искусственные технологические базы в виде центровых фасок, что для данной детали не вызовет технических затруднений и не повысит значительно стоимость механической обработки.

Анализ детали на технологичность по основной группе критериев позволяет сделать вывод о высокой технологичности детали. Это позволит

использовать при проектировании технологического процесса типовые и ранее применяемые решения.

1.3 Анализ характеристик типа производства

Проведем анализ характеристик типа производства. Для этого сначала определим тип производства. На начальной стадии проектирования рекомендуется определять тип производства по методике [12]. «Согласно данной методике тип производства определяется по годовой программе выпуска и массе детали» [12]. Определение массы детали произведем путем ее моделирования при помощи специализированного программного обеспечения. Результаты моделирования представлены на рисунке 2.

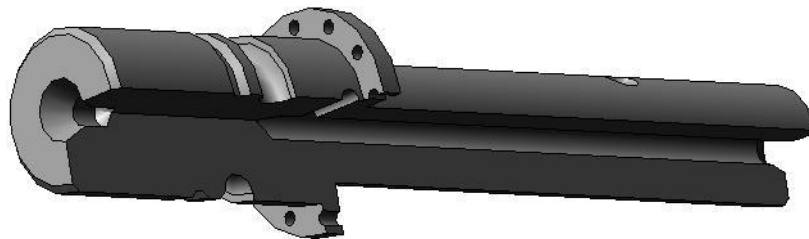


Рисунок 2 – Объемная модель вала

По результатам моделирования масса детали составляет 0,25 кг. Согласно заданию на проектирование годовая программа выпуска вала составляет 4000 штук. Такие исходные параметры соответствуют среднесерийному типу производства.

Проанализируем характеристики данного типа производства:

- групповая последовательная форма организации техпроцесса, с возможным применением адаптивных форм организации;
- проектирование техпроцесса с использованием типовых техпроцессов;

- достижение точности обработки путем работы на заранее настроенном оборудовании;
- использование методов получения заготовок, приближающих их форму к готовой детали, с учетом свойств материала детали;
- определение припусков на обработку поверхностей с использованием статистического метода для неточных поверхностей и расчетного метода для точных поверхностей;
- использование типовых методов обработки для достижения заданной точности;
- применение последовательной и последовательно-параллельной структур при проектировании технологических операций;
- соблюдение основных принципов базирования;
- применение типовых схем базирования;
- определение режимов резания и нормирование операций на основе нормативных данных и эмпирических методов расчета;
- применение станков с полуавтоматическим циклом работы, станков оснащенных системами числового управления, допускается применение специализированного и универсального оборудования;
- применение переналаживаемой универсальной механизированной технологической оснастки, допускается применение сборно-разборной и специальной технологической оснастки;
- «применение универсального и стандартизированного режущего инструмента, допускается применение специального режущего инструмента;
- применение универсальных средств контроля с возможностью получения цифровых значений контролируемых параметров, допускается применение специальных средств контроля и средств контроля, дающих представление о годности контролируемого параметра» [12];
- оформление технологической документации в виде

соответствующем стандартам.

1.4 Формулировка задач работы

На основе проведенного выше анализа условий работы, назначения и технологичности детали, а также анализа типа производства сформулируем задачи работы:

- «произвести выбор метода получения заготовки;
- произвести проектирование заготовки;
- произвести проектирование плана изготовления детали;
- выбрать средства технологического оснащения технологического процесса;
- произвести расчет режимов резания и нормирование технологических операций» [12];
- с целью повышения эффективности базовой технологии, произвести проектирование специальных средств технологического оснащения;
- выявить опасные производственные факторы, устранить и уменьшить их влияние на работников производства и окружающую среду;
- определить экономическую эффективность технологического процесса.

Результатом раздела является «анализ условий работы, назначения и технологичности детали, анализ типа производства, в условиях которого предполагается изготавливать деталь и формулировка задач работы» [15].

2 Разработка технологической части

2.1 Выбор и проектирование заготовки

Согласно анализу типа производства необходимо использовать методы получения заготовок, приближающие их форму к готовой детали, с учетом свойств материала детали. Анализ свойств материала показал, что оптимальными для получения заготовки данной детали будут методы пластического деформирования. Опыт проектирования заготовок [2] показывает, что «в данном случае оптимальными для получения заготовки являются метод штамповки на кривошипном горячештамповочном прессе и штамповка в открытых штампах. Выбора одного из данных вариантов получения заготовки проводим сравнение их технологической себестоимости по методике» [13].

«Технологическая себестоимость рассчитывается по формуле:

$$C_T = C_{ЗАГ} \cdot Q + C_{МЕХ} \cdot (Q - q) - C_{ОТХ} \cdot (Q - q), \quad (1)$$

где $C_{ЗАГ}$ – стоимость получения одного кг заготовок, руб.;

Q – масса заготовки, кг;

$C_{МЕХ}$ – стоимость механической обработкой, руб.;

q – масса детали, кг;

$C_{ОТХ}$ – стоимость одного кг стружки, руб.» [13].

«Стоимость получения одного кг заготовок рассчитывается по формуле:

$$C_{ЗАГ i} = C_{ШТ} \cdot h_T \cdot h_C \cdot h_B \cdot h_M \cdot h_{П}, \quad (2)$$

где i – индекс варианта получения штамповки;

$C_{ШТ}$ – базовая стоимость получения штамповок в зависимости от метода, руб.;

h_T – коэффициент точности штамповки;
 h_C – коэффициент группы сложности штамповки;
 h_B – коэффициент массы штамповки;
 h_M – коэффициент марки материала штамповки;
 h_{II} – коэффициент программы выпуска» [13].

«Для удобства проведения расчетов здесь и далее примем, что индекс вариант получения заготовки соответствует 1 для штамповки на прессе в открытых штампах, 2 для штамповки на кривошипном горячештамповочном прессе» [13].

«Рассчитываем по формуле (2) стоимость получения одного кг заготовок.

$$C_{ЗАГ\ 1,2} = 75,12 \cdot 1,06 \cdot 0,7 \cdot 0,82 \cdot 2,2 \cdot 0,5 = 50,28 \text{ р} \text{» [13].}$$

«Масса заготовки с достаточной для стадии проектирования точностью может быть определена по формуле:

$$Q_i = q \cdot K_P, \quad (3)$$

где K_P – коэффициент, учитывающий особенности метода получения заготовки и ее формы» [13].

$$Q_1 = 0,25 \cdot 1,6 = 0,4 \text{ кг.}$$

$$Q_2 = 0,25 \cdot 1,4 = 0,35 \text{ кг.}$$

«Стоимость механической обработки рассчитывается по формуле:

$$C_{МЕХ\ i} = C_C + E_H \cdot C_K, \quad (4)$$

где C_C – приведенные затраты на снятие 1 кг стружки, руб.;

C_K – приведенные капитальные вложения на 1 кг стружки, руб.;

E_H – коэффициент эффективности капитальных вложений» [13].

$$C_{МЕХ\ 1,2} = 3,56 + 0,1 \cdot 10,35 = 4,6 \text{ р.}$$

Подставляем в формулу (1) полученные данные.

$$C_{T1} = 50,28 \cdot 0,4 + 4,6 \cdot (0,4 - 0,25) - 1,4 \cdot (0,4 - 0,25) = 20,59 \text{ р.}$$

$$C_{T2} = 50,28 \cdot 0,35 + 4,6 \cdot (0,35 - 0,25) - 1,4 \cdot (0,35 - 0,25) = 17,92 \text{ р.}$$

Из расчетов следует, что штамповка на кривошипном прессе имеет более низкую технологическую себестоимость. Следовательно, «принимая данный метод получения заготовки для дальнейшего проектирования» [13].

«Далее необходимо определить припуски на обработку поверхностей. Для этого необходимо сначала определить маршруты их обработки» [17]. В ходе анализа детали на технологичность было выяснено, что размеры и характеристики поверхностей могут быть обеспечены применением типовых методов обработки. Определение маршрутов обработки произведем по методике [17]. Согласно ей необходимо знать форму поверхности, размер, требуемую точность обработки, качество обработки поверхности и ее твердость. В случае наличия нескольких вариантов маршрута обработки выбирается маршрут с минимальными суммарными удельными затратами. «Результат разработки маршрутов обработки поверхностей детали оформлен в виде таблицы 1» [17].

Таблица 1 – Маршруты обработки поверхностей

| Номер поверхности | Форма поверхности | Шероховатость Ra , мкм | Квалитет точности | Маршрут обработки |
|-------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|------------------------|
| 1 | плоская | 12,5 | 12 | «ф-то» [17] |
| 2 | коническая | 12,5 | 12 | «тч-то» [17] |
| 3 | плоская | 12,5 | 10 | «ф-то» [17] |
| 4 | эвольвента | 3,2 | 9 | «ф-то» [17] |
| 5 | цилиндрическая | 12,5 | 12 | «т-то» [17] |
| 6 | цилиндрическая | 12,5 | 12 | «т-то» [17] |
| 7 | коническая | 12,5 | 12 | «тч-то» [17] |
| 8 | цилиндрическая | 12,5 | 12 | «т-то» [17] |
| 9 | цилиндрическая | 0,32 | 6 | «т-тч-то-ш-шч-по» [17] |
| 10 | плоская | 12,5 | 12 | «т-то» [17] |
| 11 | цилиндрическая | 12,5 | 12 | «т-то» [17] |
| 12 | плоская | 1,25 | 10 | «т-тч-то-ш-шч» [17] |
| 13 | цилиндрическая | 0,63 | 6 | «т-тч-то-ш-шч» [17] |
| 14 | коническая | 12,5 | 12 | «тч-то» [17] |
| 15 | плоская | 12,5 | 12 | «ф-то» [17] |

Продолжение таблицы 1

| Номер поверхности | Форма поверхности | Шероховатость Ra , мкм | Квалитет точности | Маршрут обработки |
|-------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|-------------------|
| 16 | коническая | 12,5 | 12 | «с-то» [17] |
| 17 | цилиндрическая | 12,5 | 12 | «с-то» [17] |
| 18 | цилиндрическая | 6,3 | 8 | «ф-то» [17] |
| 19 | цилиндрическая | 12,5 | 12 | «с-то» [17] |
| 20 | цилиндрическая | 12,5 | 12 | «с-то» [17] |
| 21 | коническая | 12,5 | 12 | «с-то» [17] |

«Сокращения, принятые в таблице 1: т – черновое точение; тч – чистовое точение; то – термическая обработка; ш – шлифование черновое; шч – шлифование чистовое; с – сверление; ф – фрезерование; по – полирование» [17].

Анализ характеристик типа производства показал, что определение припусков на обработку поверхностей производится с использованием статистического метода для неточных поверхностей и расчетного метода для точных поверхностей.

«Самой точной поверхностью детали является поверхность диаметром $16k6^{(+0,012}_{+0,001)}$ мм. Расчет припуска для данной поверхности производим по методике» [20].

«Значение минимального припуска для каждого перехода определяется по формуле:

$$z_{imin} = a_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}, \quad (5)$$

где a_{i-1} – глубина дефектного слоя после выполнения предыдущего перехода, мм;

Δ_{i-1} – величина суммарных пространственных отклонений поверхности на предыдущем переходе, мм;

ε_i – величина погрешности установки заготовки на текущем переходе, мм» [20].

$$\llcorner z_{1min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,300 + \sqrt{0,300^2 + 0,025^2} = 0,601 \text{ мм.}$$

$$z_{2min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,200 + \sqrt{0,045^2 + 0,025^2} = 0,252 \text{ мм.}$$

$$z_{3min} = a_{T0} + \sqrt{\Delta_{T0}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,250 + \sqrt{0,028^2 + 0,012^2} = 0,180 \text{ мм.}$$

$$z_{4min} = a_3 + \sqrt{\Delta_3^2 + \varepsilon_4^2} = 0,150 + \sqrt{0,007^2 + 0,012^2} = 0,164 \text{ мм}\rangle [20].$$

«Значение максимальных припусков по переходам определяется по формуле:

$$z_{i max} = z_{i min} + 0,5 \cdot (Td_{i-1} + Td_i), \quad (6)$$

где Td_i – допуск размера текущего перехода, мм;

Td_{i-1} – допуск размера предыдущего перехода, мм» [20].

$$\llcorner z_{1 max} = z_{1 min} + 0,5 \cdot (Td_0 + Td_1) = 0,601 + 0,5 \cdot (1,2 + 0,18) = 1,291 \text{ мм.}$$

$$z_{2 max} = z_{2 min} + 0,5 \cdot (Td_1 + Td_2) = 0,252 + 0,5 \cdot (0,18 + 0,07) = 0,377 \text{ мм.}$$

$$z_{3 max} = z_{3 min} + 0,5 \cdot (Td_{T0} + Td_3) = 0,18 + 0,5 \cdot (0,11 + 0,027) = 0,249 \text{ мм.}$$

$$z_{4 max} = z_{4 min} + 0,5 \cdot (Td_3 + Td_4) = 0,164 + 0,5 \cdot (0,027 + 0,011) = 0,183 \text{ мм}\rangle [20].$$

«Значение средних припусков по переходам определяется по формуле:

$$z_{cpi} = 0,5 \cdot (z_{i max} + z_{i min}). \quad (7)\rangle [20]$$

$$\llcorner z_{cp1} = 0,5 \cdot (z_{1 max} + z_{1 min}) = 0,5 \cdot (1,291 + 0,601) = 0,946 \text{ мм.}$$

$$z_{cp2} = 0,5 \cdot (z_{2 max} + z_{2 min}) = 0,5 \cdot (0,377 + 0,252) = 0,315 \text{ мм.}$$

$$z_{cp3} = 0,5 \cdot (z_{3 max} + z_{3 min}) = 0,5 \cdot (0,249 + 0,18) = 0,215 \text{ мм.}$$

$$z_{cp4} = 0,5 \cdot (z_{4 max} + z_{4 min}) = 0,5 \cdot (0,183 + 0,164) = 0,174 \text{ мм}\rangle [20].$$

«Минимальные величины операционных размеров

$$d_{(i-1)min} = d_{i min} + 2 \cdot z_{i min}. \quad (8) \gg [20]$$

«При выполнении термической обработки минимальный размер определяется по формуле:

$$d_{(то-1)min} = d_{(i-1) min} \cdot 0,999. \quad (9) \gg [20]$$

«Максимальные величины операционных размеров определяются по формуле:

$$d_{(i-1)max} = d_{(i-1)min} + Td_{i-1}. \quad (10) \gg [20]$$

«Средние величины операционных размеров определяются по формуле:

$$d_{i ср} = 0,5 \cdot (d_{i max} + d_{i min}). \quad (11) \gg [20]$$

«Производим расчеты операционных размеров по формулам (8) – (11).

$$d_{4min} = 16,001 \text{ мм.}$$

$$d_{4max} = 16,012 \text{ мм.}$$

$$d_{4ср} = 0,5 \cdot (d_{4max} + d_{4min}) = 0,5 \cdot (16,012 + 16,001) = 16,007 \text{ мм.}$$

$$d_{3min} = d_{4min} + 2 \cdot z_{4min} = 16,001 + 2 \cdot 0,164 = 16,329 \text{ мм.}$$

$$d_{3max} = d_{3min} + Td_3 = 16,329 + 0,027 = 16,356 \text{ мм.}$$

$$d_{3ср} = 0,5 \cdot (d_{3max} + d_{3min}) = 0,5 \cdot (16,356 + 16,329) = 16,343 \text{ мм.}$$

$$d_{то min} = d_{3min} + 2 \cdot z_{3min} = 16,329 + 2 \cdot 0,180 = 16,689 \text{ мм.}$$

$$d_{то max} = d_{то min} + Td_{то} = 16,689 + 0,110 = 16,799 \text{ мм.}$$

$$d_{то ср} = 0,5 \cdot (d_{то max} + d_{то min}) = 0,5(16,799 + 16,689) = 16,744 \text{ мм.}$$

$$d_{2min} = d_{то min} \cdot 0,999 = 16,689 \cdot 0,999 = 16,672 \text{ мм.}$$

$$d_{2max} = d_{2min} + Td_2 = 16,672 + 0,070 = 16,742 \text{ мм.}$$

$$d_{2cp} = 0,5 \cdot (d_{2max} + d_{2min}) = 0,5 \cdot (16,742 + 16,672) = 16,707 \text{ мм}$$

$$d_{1min} = d_{2min} + 2 \cdot z_{2min} = 16,672 + 2 \cdot 0,252 = 17,176 \text{ мм.}$$

$$d_{1max} = d_{1min} + Td_1 = 17,176 + 0,180 = 17,356 \text{ мм.}$$

$$d_{1cp} = 0,5 \cdot (d_{1max} + d_{1min}) = 0,5 \cdot (17,356 + 17,176) = 17,266 \text{ мм.}$$

$$d_{0min} = d_{1min} + 2 \cdot z_{1min} = 17,176 + 2 \cdot 0,601 = 18,378 \text{ мм.}$$

$$d_{0max} = d_{0min} + Td_0 = 18,378 + 1,200 = 19,578 \text{ мм.}$$

$$d_{0cp} = 0,5(d_{0max} + d_{0min}) = 0,5(19,578 + 18,378) = 18,978 \text{ мм} \gg [20].$$

«Величина минимального общего припуска определяется по формуле:

$$2z_{min} = d_{0min} - d_{5max}. \quad (12) \gg [20]$$

$$2z_{min} = 18,378 - 16,012 = 2,366 \text{ мм.}$$

«Величина максимального общего припуска определяется по формуле:

$$2z_{max} = 2z_{min} + Td_0 + Td_5. \quad (13) \gg [20]$$

$$2z_{max} = 2,366 + 1,2 + 0,011 = 3,577 \text{ мм.}$$

«Величина среднего общего припуска определяется по формуле:

$$2z_{cp} = 0,5 \cdot (2z_{min} + 2z_{max}). \quad (14) \gg [20]$$

$$2z_{cp} = 0,5 \cdot (2,366 + 3,577) = 2,972 \text{ мм.}$$

«Как отмечалось ранее, определение припусков на обработку неточных поверхностей производится с использованием статистического метода. Минимальный припуск определяется по статистическим таблицам, а максимальный аналогично расчетному методу. Результаты определения припусков на обработку поверхностей согласно данному методу приведены в таблице 2» [22].

Таблица 2 – Результаты определения припусков

| Номер поверхности | Наименование перехода | Минимальный припуск, мм | Максимальный припуск, мм |
|-------------------|-----------------------|-------------------------|--------------------------|
| 1, 15 | фрезерование | 1,0 | 2,0 |
| 4 | фрезерование | 0,5 | 0,8 |
| 5 | точение черновое | 0,8 | 1,5 |
| 9 | точение черновое | 0,8 | 1,5 |
| | точение чистовое | 0,125 | 0,272 |
| | шлифование | 0,15 | 0,209 |
| | шлифование чистовое | 0,03 | 0,063 |
| | полирование | 0,01 | 0,043 |
| 10 | точение черновое | 1,8 | 2,68 |
| 11 | точение черновое | 0,8 | 1,505 |
| 12 | точение черновое | 1,8 | 2,265 |
| | точение чистовое | 0,8 | 0,975 |
| | шлифование | 0,4 | 0,47 |
| | шлифование чистовое | 0,1 | 0,139 |

«На следующем этапе проектирования заготовки определяем ее параметры:

- класс точности, в зависимости от метода получения заготовки Т4;
- группа стали, в зависимости от содержания углерода и минеральных элементов М2;
- степень сложности заготовки С2;
- исходный индекс И9;
- штамповочные уклоны 5°;
- радиус закругления 2 мм;
- допустимые значения остаточного облоя не более 0,5 мм» [5].

В соответствии с определенными параметрами формируется контур заготовки, рассчитываются ее размеры и назначаются допуски на размеры, а также напуски.

Спроектированная заготовка представлена на листе графической части работы.

2.2 Проектирование плана изготовления детали

«План изготовления представляет собой графическое отображение технологического процесса изготовления детали» [8].

«Из анализа типа производства следует, что проектирование технологического процесса изготовления детали производится с использованием типовых технологических процессов изготовления деталей данной группы» [8].

Технологические операции формируются путем объединения одинаковых методов обработки, выявленных при составлении маршрутов обработки поверхностей. Следует учитывать, взаимное расположение поверхностей, их форму и схемы базирования на операции. Результатом формирования технологических операций является маршрут изготовления детали, приведенный в таблице 3.

Таблица 3 – Маршрута изготовления детали

| Наименование операции | Содержание операции | Номера обрабатываемых поверхностей |
|----------------------------|-----------------------|------------------------------------|
| 005 Фрезерно-центровальная | фрезеровать, сверлить | 1, 15, 16, 21 |
| 010 Токарная | точить | 12, 13 |
| 015 Токарная | точить | 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 |
| 020 Сверлильная | сверлить | 17 |
| 025 Сверлильная | сверлить | 19 |
| 030 Фрезерная | фрезеровать | 18, 20 |
| 035 Токарная | точить | 12, 13, 14 |
| 040 Токарная | точить | 9 |
| 045 Зубофрезерная | нарезать шлицы | 3, 4 |
| 050 Термическая | закалить, отпускать | все |
| 055 Центрошлифовальная | шлифовать | 16, 21 |
| 060 Круглошлифовальная | шлифовать | 9 |
| 065 Круглошлифовальная | шлифовать | 12, 13 |
| 070 Круглошлифовальная | шлифовать | 9 |
| 075 Круглошлифовальная | шлифовать | 6, 7, 11 |
| 080 Полировальная | полировать | 9 |
| 085 Моечная | мойка | все |
| 090 Контрольная | контроль | все |

«На следующем этапе разработки плана изготовления определяем схемы базирования на операциях техпроцесса» [8]. Проектирование схем базирования осуществляется с учетом геометрических особенностей детали, типовых схем базирования, а также принципов единства и постоянства баз. Результаты проектирования схем базирования приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Схемы базирования

| Наименование операции | Наименование базы | Номера базирующих поверхностей |
|----------------------------|---------------------------|--------------------------------|
| 005 Фрезерно-центровальная | двойная направляющая база | 5, 13 |
| | опорная база | 12 |
| 010 Токарная | двойная направляющая база | 5, 16 |
| | опорная база | 1 |
| 015 Токарная | двойная направляющая база | 13, 21 |
| | опорная база | 15 |
| 020 Сверлильная | двойная направляющая база | 5, 13 |
| | опорная база | 21 |
| 025 Сверлильная | двойная направляющая база | 5, 13 |
| | опорная база | 16 |
| 030 Фрезерная | двойная направляющая база | 5, 16 |
| | опорная база | 15 |
| 035 Токарная | двойная направляющая база | 16, 21 |
| | опорная база | 21 |
| 040 Токарная | двойная направляющая база | 16, 21 |
| | опорная база | 16 |
| 045 Зубофрезерная | двойная направляющая база | 16, 21 |
| | опорная база | 16 |
| 050 Термическая | – | – |
| 055 Центрошлифовальная | двойная направляющая база | 5, 13 |
| | опорная база | 16, 21 |
| 060 Круглошлифовальная | двойная направляющая база | 16, 21 |
| | опорная база | 21 |
| 065 Круглошлифовальная | двойная направляющая база | 16, 21 |
| | опорная база | 16 |
| 070 Круглошлифовальная | двойная направляющая база | 16, 21 |
| | опорная база | 21 |
| 075 Круглошлифовальная | двойная направляющая база | 16, 21 |
| | опорная база | 16 |
| 080 Полировальная | двойная направляющая база | 16, 21 |
| | опорная база | 16 |
| 085 Моечная | – | – |
| 090 Контрольная | – | – |

На следующем этапе проектирования плана изготовления определяются операционные технические требования с учетом средней статистической точности обработки, схем базирования принятых на операциях и погрешностей пространственных отклонений [18], [29]. На заключительном этапе формируется графическое представление «плана изготовления детали по рекомендациям» [18]. «Результаты проектирования плана изготовления приведены в графической части работы, а также в маршрутной и операционных картах (Приложение А «Технологическая документация»)» [12].

2.3 Выбор средств технологического оснащения

Средства технологического оснащения выбираем с учетом результатов анализа типа производства. В соответствии с ним будем придерживаться следующих рекомендаций.

Следует выбирать станки с полуавтоматическим циклом работы, станки оснащенные системами числового управления, допускается применение специализированного и универсального оборудования. Следует выбирать переналаживаемую универсальную механизированную технологическую оснастку, допускается применение сборно-разборной и специальной технологической оснастки. Следует выбирать универсальный и стандартизированный режущий инструмент. «Следует выбирать универсальные средства контроля с возможностью получения цифровых значений контролируемых параметров, допускается применение специальных средств контроля и средств контроля, дающих представление о годности контролируемого параметра» [12].

«Выбор конкретных наименований и моделей средств технологического оснащения производим с использованием данных [3], [9], [10], [11], [19], [21], [23], [27]. Результаты выбора приведены в таблице 5» [12].

Таблица 5 – Результаты выбора средств технологического оснащения

| Операция | Станки | Приспособления | Инструменты | Средства контроля |
|----------------------------|---|--|---|--|
| 005 Фрезерно-центровальная | «фрезерно-центровальный МР-78» [21] | «тиски самоцентрирующие, упор ГОСТ 4743-83» [21] | «фреза торцовая Ø100 ГОСТ 9473-80 Т5К10, сверло центровочное Р6М5» [21] | «калибр, штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-89» [21] |
| 010 Токарная | «токарный HAAS SL-10» [9] | «патрон трехкулачковый специальный, центр А-1-4-Н ЧПУ ГОСТ 8742-75» [21] | «резец контурный специальный ВОК-60» [21] | «штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-89» [21] |
| 015 Токарная | «токарный HAAS SL-10» [9] | «патрон трехкулачковый специальный, центр А-1-4-Н ЧПУ ГОСТ 8742-75» [21] | резец контурный специальный ВОК-60, резец канавочный N151.2-500-40-4P GC1125 «Sandvik», резец контурный CNMG 25 09 24-PR GC4235 «Sandvik» | «штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-89» [21] |
| 020 Сверлильная | «вертикально-сверлильный с ЧПУ HAAS OM-1» [9] | «тиски самоцентрирующие, центр А-1-4-Н ЧПУ ГОСТ 8742-75» [21] | сверло спиральное R840-0500-30-A0A GC1220 | калибр |
| 025 Сверлильная | «вертикально-сверлильный с ЧПУ HAAS OM-1» [9] | тиски самоцентрирующие, центр А-1-4-Н ЧПУ ГОСТ 8742-75 | сверло спиральное R840-0200-50-A0B GC1020 «Sandvik» | «калибр» [21] |
| 030 Фрезерная | «вертикально-фрезерный JET JTM949TS» [9] | «приспособление специальное, центр А-1-4-Н ЧПУ ГОСТ 8742-75, упор ГОСТ 4743-83» [21] | «сверло спиральное R840-0300-30-A0A GC1220 «Sandvik», фреза сферическая R216F-08A12C-035 GC P20A «Sandvik»» [10] | «калибр, штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-89» [21] |
| 035 Токарная | «токарный HAAS SL-10» [9] | «патрон трехкулачковый специальный, центр А-1-4-Н ЧПУ ГОСТ 8742-75» [21] | «резец контурный специальный ВОК-60» [21] | «штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-89» [21] |

Продолжение таблицы 5

| Операция | Станки | Приспособления | Инструменты | Средства контроля |
|------------------------|---------------------------|--|---|--|
| 040 Токарная | «токарный HAAS SL-10» [9] | «патрон трехкулачковый специальный, центр А-1-4-Н ЧПУ ГОСТ 8742-75» [21] | «резец контурный специальный ВОК-60» [21] | «штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-89» [21] |
| 045 Зубофрезерная | зубофрезерный 5310А | патрон поводковый, центр А-1-4-Н ЧПУ ГОСТ 8742-75 | фреза шлицевая Ø63 ГОСТ 8027-60 Р6М5К5 | калибр |
| 050 Термическая | печь | – | – | – |
| 055 Центрошлифовальная | центрошлифовальный 3922 | тиски самоцентрирующие, центр А-1-4-Н ЧПУ ГОСТ 8742-75 | головка алмазная АГК ГОСТ 2447-82 | калибр |
| 060 Круглошлифовальная | круглошлифовальный 3А151 | патрон цанговый, центр А-1-4-Н ЧПУ ГОСТ 8742-75 | круг шлифовальный 5-750х32х35023А46 М6V8 30м/с1А | микрометр МР-70 ГОСТ 6507-90 |
| 065 Круглошлифовальная | круглошлифовальный 3А151 | патрон цанговый, центр А-1-4-Н ЧПУ ГОСТ 8742-75 | «круг шлифовальный 1-750х32х350 23А46М6V8 30м/с1А» [21] | микрометр МР-70 ГОСТ 6507-90 |
| 070 Круглошлифовальная | круглошлифовальный 3А151 | патрон цанговый, центр А-1-4-Н ЧПУ ГОСТ 8742-75 | «круг шлифовальный 5-750х32х350 24А80М5V5 30м/с1А» [21] | микрометр МР-70 ГОСТ 6507-90 |
| 075 Круглошлифовальная | круглошлифовальный 3А151 | патрон цанговый, центр А-1-4-Н ЧПУ ГОСТ 8742-75 | «круг шлифовальный 1-750х32х350 24А80М5V5 30м/с1А» [21] | микрометр МР-70 ГОСТ 6507-90 |
| 080 Полировальная | полировальный 3890 | патрон цанговый, центр А-1-4-Н ЧПУ ГОСТ 8742-75 | круг эластичный М40 | микрометр МР-70 ГОСТ 6507-90 |
| 085 Моечная | «моечная машина» [21] | – | – | – |
| 090 Контрольная | «стол контрольный» [21] | – | – | – |

Данные по средствам технологического оснащения используются при проектировании технологических наладок, приведенных на листах графической части работы, а также при разработке технологической документации, приведенной в приложении А «Технологическая документация».

2.4 Расчет режимов резания и нормирование

«Из анализа типа производства следует, что определение режимов резания и нормирование операций выполняется на основе нормативных данных и эмпирических методов расчета» [6], [16]. Рассмотрим более подробно основные положения данных методик.

«Определение скорости резания производится по формуле:

$$V = \frac{C_V \cdot K_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y}, \quad (15)$$

где C_V – постоянная определяемая видом обработки;

K_V – коэффициент, учитывающий фактические условия обработки;

T – период стойкости инструмента, мин;

t – глубина резания, мм.;

S – подача, мм/об;

m, x, y – показатели степеней, учитывающие условия резания» [6].

«Исходя из полученного значения, определяется частота вращения шпинделя инструмента или заготовки по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}, \quad (16)$$

где d – диаметр обработки, мм» [6].

«Исходя из технических характеристик оборудования, определяется

фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}. \quad (17) \gg [6]$$

«Основное время определяется по формуле:

$$T_o = \frac{L_{p.x.}}{S \cdot n}, \quad (18)$$

где $L_{p.x.}$ – длина рабочего хода, мм;

S – подача, мм/об» [16].

«Длина рабочего хода определяется по формуле:

$$L_{p.x.} = l_1 + l_{рез} + l_2, \quad (19)$$

где l_1 – длина врезания, мм.;

$l_{рез}$ – длина резания, мм.;

l_2 – длина перебега, мм» [16].

«На операциях, где применяется инструмент фирмы «Сандвик» режимы резания назначаем по рекомендациям каталога данного производителя» [10].

«Результаты расчета режимов резания и нормирования операций технологического процесса представлены в таблице 6» [6].

Таблица 6 – Режимы выполнения операций и их нормирование

| Операция | Переход | Подача, мм/об | Скорость резания, м/мин | Частота вращения, об/мин | Рабочий ход, мм | Основное время, мин |
|----------|---------|---------------|-------------------------|--------------------------|-----------------|---------------------|
| 005 | 1 | 0,15 | 79 | 250 | 25 | 0,21 |
| | 2 | 0,26 | 16 | 180 | 12 | 0,26 |
| 010 | 1 | 0,3 | 189 | 2000 | 90 | 0,15 |
| 015 | 1 | 0,3 | 189 | 2000 | 51 | 0,09 |

Продолжение таблицы 6

| Операция | Переход | Подача, мм/об | Скорость резания, м/мин | Частота вращения, об/мин | Рабочий ход, мм | Основное время, мин |
|----------|---------|---------------|-------------------------|--------------------------|-----------------|---------------------|
| | 2 | 0,2 | 76 | 1600 | 6 | 0,02 |
| | 3 | 0,15 | 113 | 1800 | 8 | 0,03 |
| 020 | 1 | 0,05 | 24 | 1500 | 93 | 1,24 |
| 025 | 1 | 0,05 | 10 | 1500 | 72 | 0,96 |
| 030 | 1 | 0,05 | 15 | 1500 | 11 | 0,15 |
| | 2 | 0,1 | 74 | 4800 | 12 | 0,03 |
| 035 | 1 | 0,15 | 226 | 2400 | 90 | 0,25 |
| | 2 | 0,08 | 113 | 1800 | 3 | 0,02 |
| 040 | 1 | 0,15 | 166 | 2400 | 15 | 0,04 |
| 045 | 1 | 0,1 | 85 | 430 | 25 | 2,4 |
| 055 | 1 | 0,014 | 30 | – | 1 | 0,25 |
| | 2 | 0,014 | 30 | – | 1 | 0,25 |
| 060 | 1 | 0,025 | 30 | 200 | 80 | 2,43 |
| 065 | 1 | 0,025 | 30 | 200 | 15 | 1,12 |
| 070 | 1 | 0,011 | 30 | 320 | 80 | 2,58 |
| 075 | 1 | 0,011 | 30 | 320 | 15 | 1,42 |
| 080 | 1 | 0,01 | 16 | 320 | 15 | 0,56 |

«Используя полученные данные, проектируем технологические операции» [17]. Результаты данного проектирования приведены в графической части работы на чертежах технологических наладок, а также в приложении А «Технологическая документация» в маршрутной карте и операционных картах.

В данном разделе «произведен выбор метода получения заготовки, произведено проектирование заготовки, произведено проектирование плана изготовления детали, выбраны средства технологического оснащения технологического процесса, произведен расчет режимов резания и нормирование технологических операций» [15].

3 Проектирование специальных средств оснащения

3.1 Проектирование трехкулачкового патрона

Одна из проблем спроектированного технологического процесса заключается в использовании на токарных операциях патронов с ручным приводом закрепления. Такое решение влияет на точность обработки, так как усилие закрепления зависит от оператора и может меняться в течение рабочего дня, а также увеличивает вспомогательное время операции. Решением данной проблемы является механизация процесса закрепления. Рассмотрим проектирование такого патрона на примере 015 токарной операции, представленной на рисунке 3. Проектирование производим по методике [7].

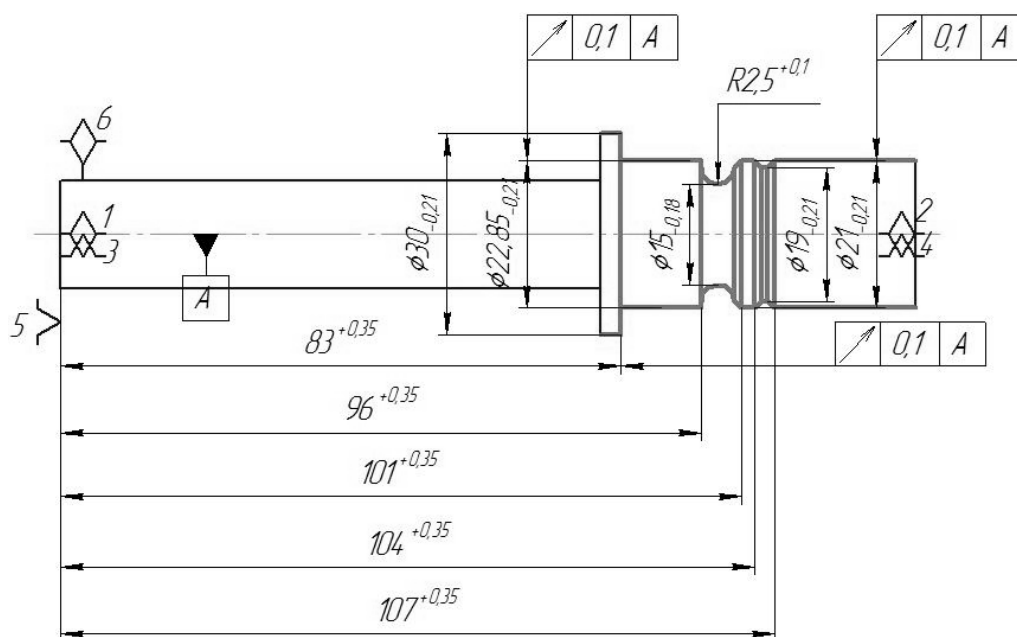


Рисунок 3 – Эскиз токарной операции

«Для определения силовых характеристик проектируемого патрона рассчитываем силы, возникающие при обработке заготовки по формуле:

$$P_{z,y} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (20)$$

где C_p , x , y , n – коэффициент и показатели степеней, характеризующие фактические условия выполнения операции;

t – глубина резания, мм;

S – подача, мм/об;

V – скорость резания, м/мин;

K_p – коэффициент условий обработки» [20].

Выполняем расчеты.

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1,5^{1,0} \cdot 0,3^{0,75} \cdot 189^{-0,15} \cdot 0,9 = 1080 \text{ Н.}$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 1,5^{0,9} \cdot 0,3^{0,6} \cdot 189^{-0,30} \cdot 0,9 = 484 \text{ Н.}$$

«Для определения требуемой силы закрепления необходимо составить расчетную схему. Данная схема приведена на рисунке 4» [20].

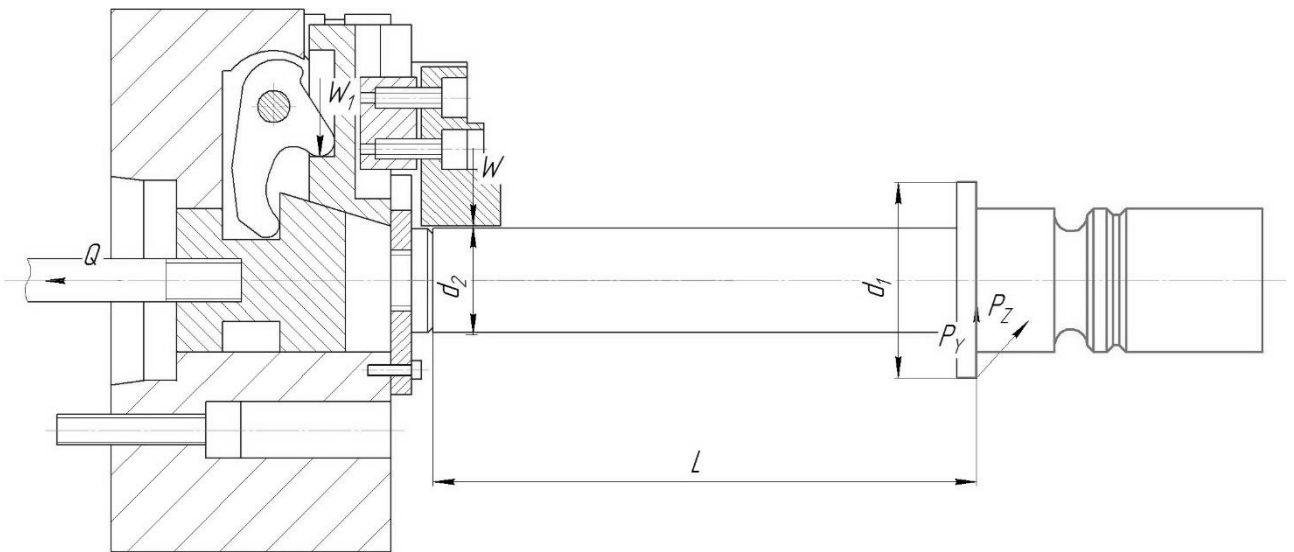


Рисунок 4 – Схема закрепления в патроне

«Искомая сила закрепления определяется исходя из выполнения условия равновесия системы моментов сил при обработке» [20].

«Момент от силы резания P_z равен:

$$M_{P_{PZ}} = P_Z \cdot \frac{d_1}{2}, \quad (21)$$

где d_1 – обрабатываемый диаметр, мм» [7].

«Момент силы зажима, противодействующий ему равен:

$$M_{3PZ} = \frac{W \cdot f \cdot d_2}{2}, \quad (22)$$

где W – сила зажима, Н;

f – коэффициент трения поверхностей заготовки и сменного кулачка;

d_2 – диаметр закрепления, мм» [7].

«Из условия равенства моментов силу зажима определяется по формуле:

$$W = \frac{P_Z \cdot d_1}{f \cdot d_2} \cdot K, \quad (23)$$

где K – коэффициент запаса» [7].

«Коэффициент запаса учитывает особенности выполнения операции и рассчитывается по формуле:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5, \quad (24)$$

где: K_0 – гарантированный коэффициент запаса;

K_1 – коэффициент состояния обрабатываемой поверхности;

K_2 – коэффициент увеличения сил резания вследствие износа режущего инструмента;

K_3 – коэффициент прерывистости процесса резания;

K_4 – коэффициент стабильности усилия зажима;

K_5 – коэффициент эргономических показателей привода» [7].

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,8.$$

$$W = \frac{1080 \cdot 30}{0,3 \cdot 16} \cdot 1,8 = 24300 \text{ Н.}$$

«Момент от силы резания P_Y равен:

$$M_{P_Y} = P_Y \cdot l, \quad (25)$$

где l – плечо приложения силы, мм» [7].

«Момент силы зажима, противодействующий ему равен:

$$M_{3P_Y} = \frac{2 \cdot W \cdot f \cdot d_2}{3}. \quad (26) \gg [7]$$

«Из условия равенства моментов силу зажима определяется по формуле:

$$W = \frac{3 \cdot P_Y \cdot l}{2 \cdot f \cdot d_2} \cdot K. \quad (27)$$

По формуле (27) определяем силу зажима» [7].

$$W = \frac{2 \cdot 484 \cdot 48}{3 \cdot 0,3 \cdot 16} \cdot 2,52 = 18295 \text{ Н.}$$

«Для дальнейших расчетов принимается большее из значений силы закрепления» [20].

«Усилие зажима на постоянных кулачках рассчитывается по формуле:

$$W_1 = \frac{W}{1 - \frac{3 \cdot l}{H} \cdot f_1}, \quad (28)$$

где l – вылет кулачка, мм;

H – длина направляющей постоянного кулачка, мм;

f_1 – коэффициент трения в направляющих» [7].

Проводим расчеты.

$$W_1 = \frac{24300}{1 - \frac{3 \cdot 62}{80} \cdot 0,1} = 31559 \text{ Н.}$$

«Тогда искомое усилие на приводе будет рассчитываться по формуле:

$$Q = \frac{W_1}{i_c}, \quad (29)$$

где i_c – передаточное отношение зажимного механизма» [7].

$$Q = \frac{31559}{2,5} = 12624 \text{ Н.}$$

«Определяем диаметр поршня гидроцилиндра по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot Q}{P} + d^2}, \quad (30)$$

где d – диаметр штока поршня, мм;

P – давление в гидросистеме, МПа» [7].

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot 12624}{2,5} + 30^2} = 79,5 \text{ мм.}$$

«В приводе будет использован стандартный гидроцилиндр с диаметром поршня из стандартного ряда равным 80 мм» [7].

Спроектированный патрон следует проверить на соответствие его требуемой точности установки. «Для этого составляем схему определения погрешностей, приведенную на рисунке 5. Согласно данной схеме составляем расчетную формулу для определения погрешности установки:

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2 + \Delta_4^2 + \Delta_5^2}, \quad (31)$$

где Δ_1 – погрешность изготовления размера A_1 , мм;

Δ_2 – колебание зазора в сопряжении A_2 , мм;

Δ_3 – погрешность изготовления размера A_3 , мм;

Δ_4 – колебание зазора в сопряжении A_4 , мм;

Δ_5 – колебание зазора в сопряжении A_5 , мм» [7].

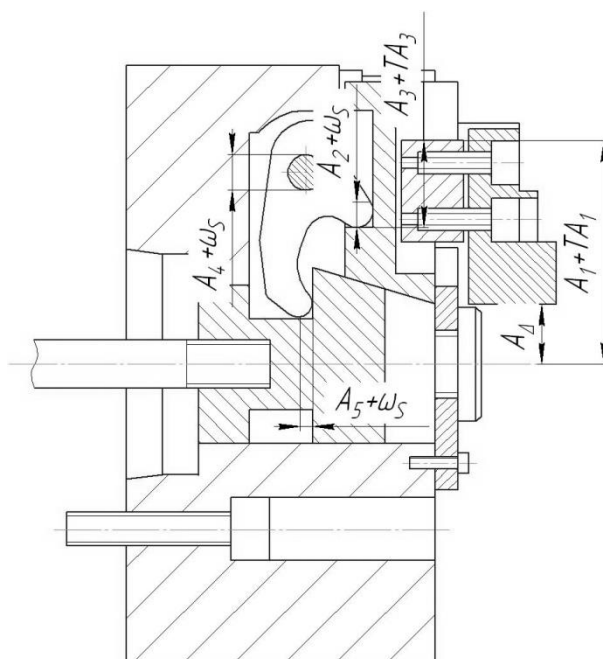


Рисунок 5 – Схема определения погрешностей

Производим расчет.

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{0,025^2 + 0,015^2 + 0,018^2 + 0,015^2 + 0,015^2} = 0,02 \text{ мм.}$$

Данное значение должно быть меньше, чем значение допустимой точности установки в патроне, которое составляет 0,3 от допуска на самый точный обрабатываемый размер. В данном случае значение допустимой точности установки составляет 0,09 мм. Следовательно, патрон соответствует требуемой точности установки и может быть применен на рассматриваемой операции.

Конструкция приспособления состоит из зажимного механизма и силового привода. Зажимной механизм в данном случае рычажный. Это обеспечивает значительный выигрыш в силе и требуемую точность установки [28]. Однако данная конструкция не является компактной. Силовой привод, примененный в конструкции патрона, является стандартным, что существенно удешевит данное приспособление. «Конструкция патрона представлена на листе графической части работы и в приложении Б «Спецификации»» [12].

3.2 Проектирование токарного резца

В проектируемом технологическом процессе на токарных операциях используется высокопроизводительное импортное оборудование и режущий инструмент иностранного производителя способный обеспечивать требуемую скорость обработки. Такое решение положительно сказывается на показателях производительности операций. С другой стороны существенным недостатком данного решения является высокая стоимость режущего инструмента в существующих экономических условиях, что повышает стоимость выполнения токарных операций. С целью решения данной проблемы спроектируем резец с применением в его конструкции более дешевых отечественных режущих материалов, но не уступающих импортным материалам по свойствам. Проектирование выполним по методике [1].

В качестве материала режущей пластины резца выбираем керамический инструментальный материал ВОК–60 с предварительным азотированием способный обеспечить заданные режимы резания и стойкость.

«Конструктивные параметры резца определяются исходя из площади сечения срезаемого слоя по формуле:

$$F = t \cdot S, \quad (32)$$

где t – глубина резания, мм;

S – подача, мм/об» [1].

$$F = 1,5 \cdot 0,3 = 0,45 \text{ мм}^2.$$

«Полученному значению сечения стружки соответствует державка квадратного сечения со стороной 20 мм и длиной 125 мм» [1].

Систему крепления выбираем с опорной пластиной через винт. Для обеспечения надежности крепления режущей пластины рассчитываем диаметр винта по формуле:

$$\langle D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot \sigma_d}}, \quad (33)$$

где Q_1 – сила, действующая на винт при работе инструмента, Н;
 σ_d – допустимое материалом винта напряжение, МПа» [1].

$$\langle Q_1 = \frac{P_{Zmax}}{0,7}, \quad (34)$$

где P_{Zmax} – максимальное значение главной составляющей силы резания, Н» [1].

«Выполняем расчеты.

$$Q_1 = \frac{721}{0,7} = 1030 \text{ Н.}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 1030}{\pi \cdot 650}} = 1,6 \text{ мм} \rangle [1].$$

Данный расчетный диаметр необходимо увеличить в 1,5 раза [26]. Это связано с воздействием во время обработки разнообразных случайных факторов. Например, ударные нагрузки от неровностей обрабатываемой поверхности и так далее.

Обрабатываемый материал имеет склонность к образованию сливной стружки на токарной обработке, поэтому предлагается внести в конструкцию резца накладной стружколом [25]. «Конструкция резца представлена на листе графической части работы и в приложении Б «Спецификации»» [12].

В данном разделе, с целью повышения эффективности базовой технологии, произведено проектирование специальных средств технологического оснащения. Спроектированы токарный патрон и резец, что позволило снизить затраты вспомогательного времени за счет механизации процесса закрепления и решить технические проблемы операции связанные с применением дорогостоящего импортного резца и образованием в процессе резания сливной стружки.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта

Охарактеризуем кратко технологический процесс изготовления вала шестеренчатого насоса с целью обеспечения его безопасности и экологичности.

Основные технологические операции: фрезерно-центровальная, токарная, сверлильная, фрезерная, зубофрезерная, шлифовальная, полировальная. Более подробно последовательность операций технологического процесса представлена в таблице 3. Средства оснащения технологического процесса представлены в таблице 5. Работники, задействованные в выполнении технологического процесса: операторы станков с числовым управлением, фрезеровщики, сверловщики, зуборезчики, шлифовщики. Материалы, используемые в ходе выполнения технологического процесса: сталь 40ХН2МА ГОСТ 4543–71, синтетические смазочно-охлаждающие жидкости, масла, ветошь.

4.2 Идентификация профессиональных рисков

Идентификация профессиональных рисков основана на знании возникающих опасных и вредных факторов, определяемых по ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» в соответствии с конструктивно-технологическими характеристиками, определенными ранее и выполняется согласно Приказа Минтруда № 776н «методы оценки уровня профессиональных рисков определяются работодателем с учетом характера своей деятельности и сложности выполняемых операций» [4]. Результаты приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Идентификация профессиональных рисков

| Перечень оборудования | Реестр опасностей/ рисков | Опасные и вредные производственные факторы |
|--|---|--|
| фрезерно-центровальный МР–78, токарный HAAS SL–10, вертикально-сверлильный с ЧПУ HAAS OM–1, вертикально-фрезерный JET JTM949TS, зубофрезерный 5310A, центрошлифовальный 3922, круглошлифовальный 3A151, полировальный 3890 | «груз, инструмент или предмет, перемещаемый или поднимаемый, в том числе на высоту» [4] | «действие силы тяжести в тех случаях, когда оно может вызвать падение твердых, сыпучих, жидких объектов на работающего» [4] |
| | «транспортное средство, в том числе погрузчик» [4] | «движущиеся твердые, жидкие» [4] |
| | «транспортное средство, в том числе погрузчик» [4] | «или газообразные объекты, наносящие удар по телу работающего» [4] |
| | «подвижные части машин и механизмов» [4] | «движущиеся (в том числе разлетающиеся) твердые, жидкие или газообразные объекты, наносящие удар по телу работающего» [4] |
| | «воздействие на кожные покровы смазочных масел» [4] | «производственные факторы, обладающие свойствами химического воздействия на организм работающего человека» [4] |
| | материал, жидкость или газ, имеющие высокую температуру | «производственные факторы, обладающие свойствами химического воздействия на организм работающего человека» [4] |
| | «повышенный уровень шума и другие неблагоприятные характеристики шума» [4] | «производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризующиеся повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума» [4] |
| | «воздействие общей вибрации» [4] | «производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей, характеризующиеся повышенным уровнем общей вибрации» [4] |
| | «физические перегрузки» [4] | «монотонность труда, тяжесть трудового процесса» [4] |
| | «электрический ток» [4] | «производственные факторы, связанные с электрическим током, под действие которого попадает работающий» [4] |

«Количество и состав опасных и вредных производственных факторов физического, химического и психофизиологического воздействия, а также возникающих под их влиянием рисков, воздействующих на работников, задействованных в выполнении технологического процесса, характерно для цехов механической обработки» [4].

4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Выявленные ранее опасности и риски, воздействующие на работников производственного участка, требуют разработки методов и средств их снижения. Для этого используется Приказ Минтруда России № 771н от 29 октября 2021 г. «Об утверждении Примерного перечня ежегодно реализуемых работодателем мероприятий по улучшению условий и охраны труда, ликвидации или снижению уровней профессиональных рисков либо недопущению повышения их уровней» (таблица 8).

Таблица 8 - Методы и средства снижения профессиональных рисков

| Реестр опасностей/ рисков | Мероприятия по улучшению условий и охраны труда (Приказа Минтруда России № 771н) | Методы и средства снижения профессиональных рисков |
|---|---|--|
| груз, инструмент или предмет, перемещаемый или поднимаемый, в том числе на высоту | «издание (тиражирование) инструкций, правил (стандартов) по охране труда» [4] | использование современной высокопроизводительной техники; соблюдение эргономических характеристик рабочего места; обеспечение безопасных условий труда |
| транспортное средство, в том числе погрузчик | «устройство и содержание пешеходных дорог, тротуаров, переходов, тоннелей, галерей на территории организации в целях обеспечения безопасности работников» [4] | «соблюдение правил дорожного движения и перемещения транспортных средств по территории; соблюдение скоростного режима; применение исправных транспортных средств, подача звуковых сигналов при движении и систем торможения» [4] |

Продолжение таблицы 8

| Реестр опасностей/ рисков | Мероприятия по улучшению условий и охраны труда (Приказа Минтруда России № 771н) | Методы и средства снижения профессиональных рисков |
|---|--|---|
| подвижные части машин и механизмов | «устройство ограждений элементов производственного оборудования, защищающих от воздействия движущихся частей, разлетающихся предметов, включая наличие фиксаторов, блокировок, герметизирующих элементов» [4] | «использование блокировочных устройств, применение средств индивидуальной защиты, специальных рабочих «костюмов, халатов, исключающих попадание свисающих частей одежды на быстродвижущиеся элементы производственного оборудования; допуск к работе работника, прошедшего обучение в области охраны труда» [4] |
| воздействие на кожные покровы смазочных масел | «обеспечение работников, занятых на работах с вредными или опасными условиями труда, а также на работах, производимых в особых температурных и климатических условиях или связанных с загрязнением, специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты, дерматологическими средствами индивидуальной защиты» [4] | «устройство систем удаления вредных веществ, выделяющихся в технологическом процессе, на станки и инструменты; организация первичного и периодического обучения и инструктажей работников безопасным методам и приемам выполнения работ; использование средств индивидуальной защиты, герметизация технологического оборудования» [4] |
| материал, жидкость или газ, имеющие высокую температуру | «обеспечение работников, занятых на работах с вредными или опасными условиями труда, а также на работах, производимых в особых условиях или связанных с загрязнением, специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты, дерматологическими средствами индивидуальной защиты» [4] | «применение закрытых систем для горячих сред, установка изоляции, разделяющих защитных устройств, уменьшение площади контакта, правильное применение средств индивидуальной защиты» [4] |

Продолжение таблицы 8

| Реестр опасностей/ рисков | Мероприятия по улучшению условий и охраны труда (Приказа Минтруда России № 771н) | Методы и средства снижения профессиональных рисков |
|---|--|---|
| повышенный уровень шума и другие неблагоприятные характеристики шума | «обеспечение работников, занятых на работах с вредными или опасными условиями труда, а также на работах, производимых в особых температурных и климатических условиях или связанных с загрязнением, специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты, дерматологическими средствами индивидуальной защиты» [4] | «применение звукоизолирующих ограждений-кожухов, кабин управления технологическим процессом, устройство звукопоглощающих облицовок и объемных поглотителей шума, использование средств индивидуальной защиты» [4] |
| воздействие общей вибрации (колебания всего тела, передающиеся с рабочего места). | «обеспечение работников, занятых на работах с вредными или опасными условиями труда, а также на работах, производимых в особых температурных и климатических условиях или связанных с загрязнением, специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты, дерматологическими средствами индивидуальной защиты» [4] | «своевременный ремонт машин и оборудования (с балансировкой движущихся частей), проверкой крепления агрегатов к полу, фундаменту, с последующим лабораторным контролем вибрационных характеристик; установка стационарного оборудования на отдельные фундаменты и поддерживающие конструкции зданий и сооружений, применение вибропоглощения и виброизоляции» [4] |
| физические перегрузки | «проведение специальной оценки условий труда, выявления и оценки опасностей, оценки уровней профессиональных рисков, реализация мер, разработанных по результатам их проведения» [4] | «проведение инструктажа на рабочем месте; соблюдение основных требований эргономики, соблюдение режимов труда и отдыха; организация рабочего места для наиболее безопасного и эффективного труда работника, исходя из физических и психических особенностей человека» [4] |

Продолжение таблицы 8

| Реестр опасностей/ рисков | Мероприятия по улучшению условий и охраны труда (Приказа Минтруда России № 771н) | Методы и средства снижения профессиональных рисков |
|---------------------------|--|---|
| электрический ток | «внедрение и (или) модернизация технических устройств и приспособлений, обеспечивающих защиту работников от поражения электрическим током» [4] | «изоляция токоведущих частей электрооборудования, применение средств индивидуальной защиты, соблюдение требований охраны труда, применение ограждений, сигнальных цветов, табличек, указателей и знаков безопасности» [4] |

Описанные выше мероприятия, методы и средства позволят снизить опасности и риски, возникающие на производственном участке и воздействие которых на работников производственного участка может привести к негативным последствиям.

4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Обеспечение пожарной безопасности технического объекта определяется характеристиками производственного корпуса и характеристиками используемых в ходе технологического процесса материалов.

«Характеристика производственного корпуса по пожароопасности: категория по взрыво и пожаробезопасности – пожароопасное; степень огнестойкости зданий и сооружений – из несгораемых материалов; класс помещения в зависимости от окружающей среды – сухое; класс помещения по степени опасности поражения электрическим током – с повышенной опасностью» [4]. «Исходя из характеристик, используемых в ходе технологического процесса материалов возможные пожары относятся к классу D пожары, связанные с воспламенением и горением металлов» [4].

«Далее необходимо определить основные опасные факторы возможного пожара: пламя и искры, тепловой поток, повышенная температура окружающей среды, повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения, пониженная концентрация кислорода, снижение видимости в дыму (в задымленных пространственных зонах)» [4].

Исходя из имеющихся опасных факторов пожара, определяем технические средства обеспечения пожарной безопасности (таблица 9) и организационные мероприятия.

Таблица 9 – Технические средства обеспечения пожарной безопасности

| Первичные средства пожаротушения | Мобильные средства пожаротушения | Средства пожарной автоматики | Пожарное оборудование | Пожарные сигнализация, связь и оповещение. |
|--|----------------------------------|------------------------------|--------------------------------|---|
| «огнетушители: – ОП-10, ОВП-10, ОВП-100, ОП-100» [4] | «мотопомпа пожарная» [4] | «пожарный извещатель» [4] | «пожарный щит класса ЩП-А» [4] | «оповещатель охранно-пожарный звуковой, программно-аппаратный комплекс» [4] |

«Организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности: разрабатываются инструкции по действиям персонала в случае аварийной и чрезвычайной ситуации; проводится инструктаж по пожарной безопасности» [4].

4.5 Обеспечение экологической безопасности объекта

Негативными факторами, определяющими экологическую безопасность объекта, являются отходы, образующиеся в ходе выполнения технологического процесса. В частности к ним относятся: масла, смазочно-охлаждающие жидкости, смазочные материалы, частицы абразива, стружка,

мусор. Наибольшее влияние данные негативные факторы проявляются в виде выбросов в сточные воды и землю.

С целью нейтрализации и снижения влияния выявленных негативных факторов на экологию необходимо соблюдать положения «ГОСТ Р 53692–2009, который определяет основные этапы процедуры по сбору, обезвреживанию, транспортировке, размещению, утилизации опасных промышленных отходов» [4].

Негативное воздействие на экологию также возможно в случае возникновения аварийных ситуаций. «Возможные причины возникновения и развития, которых условно можно разделить на три группы: отказы оборудования, ошибочные действия работников, внешние воздействия природного и техногенного характера» [4]. В зависимости от этого разрабатываются соответствующие мероприятия по ликвидации последствий аварийных ситуаций.

В разделе рассмотрены вопросы безопасности и экологичности проектируемого технологического процесса. Это позволило выявить опасные производственные факторы, устранить и уменьшить их влияние на работников производства и окружающую среду.

5 Экономическая эффективность работы

Данный раздел предполагает решение главной задачи бакалаврской работы, которая заключается в экономическом обосновании целесообразности внедрения предложенных в технологический процесс изменений.

Для решения поставленной задачи необходимо провести сравнительный анализ технических и экономических параметров, двух вариантов технологического процесса, описанных в предыдущих разделах.

Основное изменение технологического процесса предполагает применение более современного оборудования и более износостойкого инструмента, что приводит к снижению общей трудоемкости выполнения совершенствованных операций. Используемое оборудование и инструмент представлены в предыдущих разделах бакалаврской работы.

Результаты технических изменений после совершенствований операции, а именно замены оборудования и инструмента:

- сокращение основного времени выполнения операций на 23,1 %;
- сокращение вспомогательного времени на 2 %;
- увеличение стойкости применяемого инструмента в 1,3 раза.

Описанные результаты достаточно существенны для того чтобы сделать предварительное положительное заключение о необходимости внедрения данных изменений. Однако, чтобы полноценно в этом убедиться, необходимо провести некоторые экономические расчеты. Они связаны с определением величины инвестиций и их сроком окупаемости, а также с расчетом самого важного показателя, такого как экономический эффект.

На рисунке 6 представлены методики, которые позволяют грамотно рассчитать все вышеперечисленные экономические показатели.



Рисунок 6 – Применяемые методики для определения необходимых экономических показателей [14]

Используя, описанную на рисунке 6, методику расчета капитальных вложений, в совокупности с программой Microsoft Excel, была определена величина инвестиций (K_{BB}), которая составила 340289,69 руб. Данное значение учитывает все необходимые финансовые вливания в совершенствование проекта. На рисунке 7 представлены показатели, из которых сложилась итоговая величина инвестиций.

Анализируя рисунок 7, можно сказать, что затраты на оборудование с доставкой являются самыми существенными, так как их доля составила 84,2% в общем объеме инвестиций.

Для определения срока окупаемости заявленных инвестиций необходимо последовательно определить некоторое количество дополнительных показателей, которые представлены на рисунке 8.

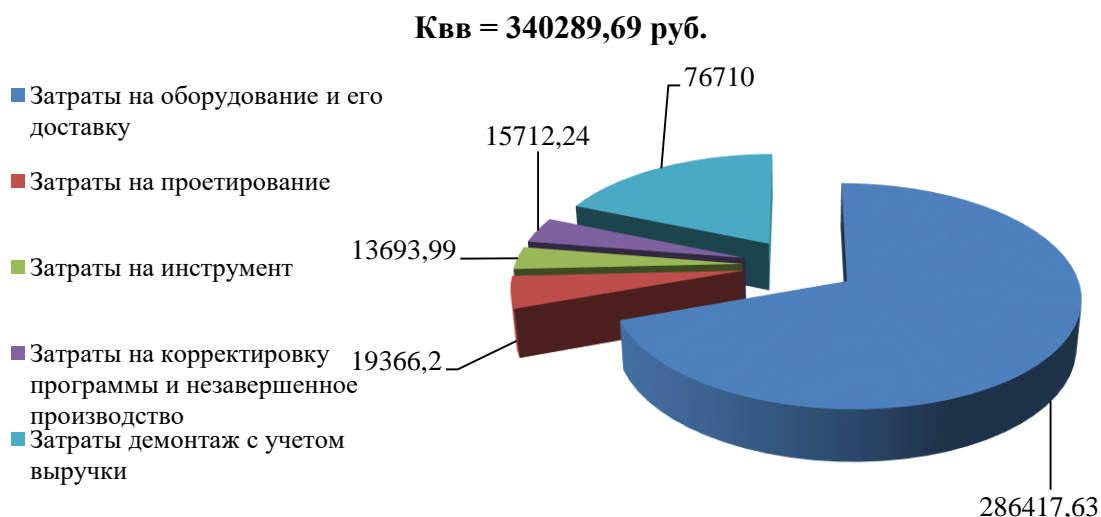


Рисунок 7 – Показатели и их значения, которые вошли в величину инвестиций для предлагаемых совершенствований

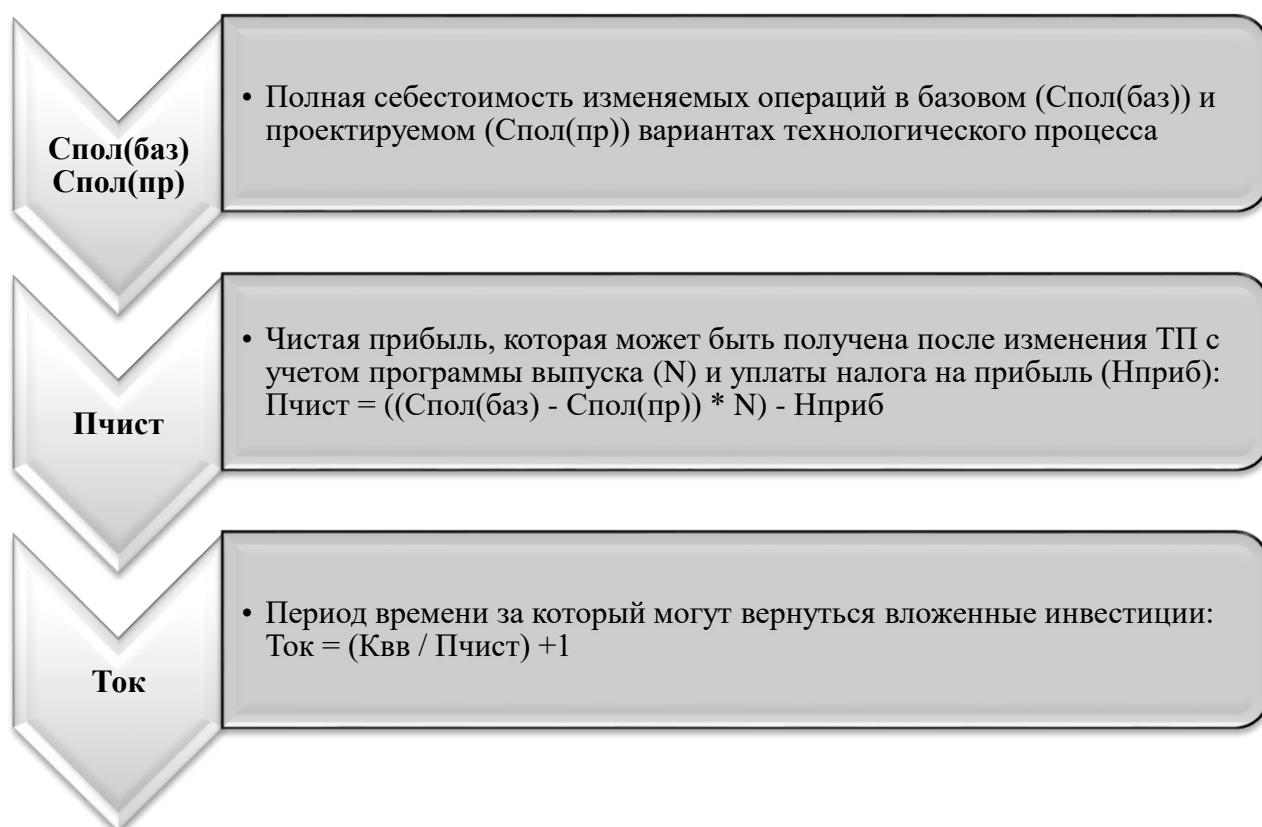


Рисунок 8 – Дополнительные экономические показатели для определения срока окупаемости и их взаимосвязь

Как видно из рисунка 8, для получения результата по сроку окупаемости, сначала необходимо определить значение такого экономического показателя как полная себестоимость изменяемых операций. Эту величину рассчитывают по двум вариантам, базовому и проектируемому. Это необходимо для того чтобы можно было определить изменения, то есть посмотреть на сколько снизится или увеличится себестоимость выполнения этих операций. Чтобы окупить вложенные инвестиции себестоимость проектируемого варианта должна снижаться. Также важно, насколько она снизится, потому что чем больше будет разница у полной себестоимости, тем быстрее окупятся вложенные инвестиции.

Далее, благодаря значениям полной себестоимости базового и проектируемого варианта операций, определяется возможная прибыль, которую сможет получить предприятие от внедрения совершенствований.

Затем уже приступают к определению самого срока окупаемости. Так как, технологические процессы по изготовлению продукции присуще промышленным предприятиям, то для них определен максимальный горизонт окупаемости инвестиций в 4 года. Другими словами, срок окупаемости должен быть меньше, либо равен четырем годам.

Учитывая срок окупаемости инвестиций, определяется интегральный экономический эффект ($\mathcal{E}_{инт}$) путем расчета через сложные проценты. Они позволяют максимально учесть потерю стоимости денежных средств и показать максимально реалистичное значение экономического эффекта. Данный способ расчета экономического эффекта основывается на расчетном сроке окупаемости инвестиций, величине чистой прибыли и процентной ставке на капитал.

На рисунке 9 представлены рассчитанные значения следующих показателей:

- чистая прибыль,
- срок окупаемости
- и экономический эффект.

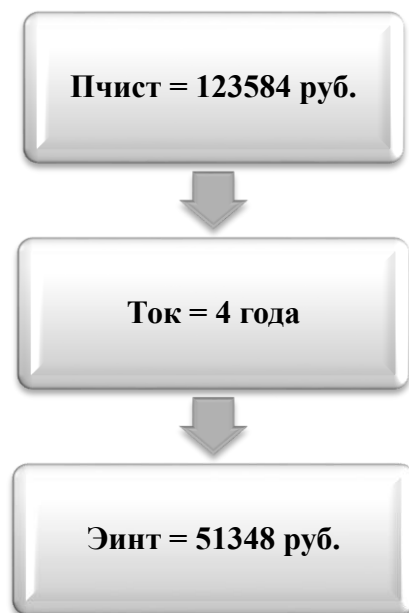


Рисунок 9 – Значения показателей чистой прибыли ($P_{\text{чист}}$), срока окупаемости ($T_{\text{ок}}$) и экономического эффекта (Эинт)

Как показано на рисунке 9, экономический эффект является положительной величиной, то есть он получен, поэтому внедрение предлагаемых совершенствований можно считать целесообразными.

В заключительной части работы определена экономическая эффективность спроектированного технологического процесса, которая подтвердила правильность принятых решений.

Заключение

Результатом выполнения выпускной квалификационной работы стал технологический процесс изготовления вала шестеренчатого насоса. Получение данного результата стало возможным благодаря достижению «цели работы, заключающейся в проектировании технологического процесса изготовления вала шестеренчатого насоса, обеспечивающего выпуск годовой программы выпуска деталей требуемого качества в условиях среднесерийного типа производства с минимальными экономическими затратами» [15].

На первом этапе был проведен анализ условий работы, назначения и технологичности детали, а также анализ типа производства, в условиях которого необходимо изготовить деталь. На основании этого сформулированы задачи, решение которых позволило достичь заявленной цели работы. На следующем этапе проектирования произведены: «выбор метода получения заготовки, проектирование заготовки, проектирование плана изготовления детали, выбор средств технологического оснащения, расчет режимов резания и нормирование технологических операций» [15]. Далее с целью повышения эффективности базовой технологии, произведено «проектирование специальных средств технологического оснащения» [12]. Спроектированы токарный патрон и резец, что позволило снизить затраты вспомогательного времени за счет механизации процесса закрепления и решить технические проблемы операции связанные с применением дорогостоящего импортного резца и образованием в процессе резания сливной стружки. Затем рассмотрены вопросы безопасности и экологичности. Это позволило выявить опасные производственные факторы, устранить и уменьшить их влияние на работников производства и окружающую среду. В заключительной части работы определена экономическая эффективность спроектированного технологического процесса, которая подтвердила правильность принятых решений.

Список используемых источников

1. Артамонов Е.В. Расчет и проектирование сменных режущих пластин и сборных инструментов: монография / Е.В. Артамонов, Т.Е. Помигалова, М.Х. Утешев. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2011. – 152 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/28284> (дата обращения: 25.04.2023).
2. Афонькин М.Г. Производство заготовок в машиностроении. / М.Г. Афонькин, В.Б. Звягин – 2 –е изд., доп. и пер.ера. СПб: Политехника, 2007 – 380 с.
3. Богомолова С. А. Метрология и измерительная техника: технические требования к средствам измерений: учебник / С. А. Богомолова, И. В. Муравьева. – Москва: Изд. Дом НИТУ «МИСиС», 2019. – 172 с. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1248043> (дата обращения: 11.04.2023).
4. Горина Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта»: учеб. –метод. пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. – Тольятти.: Изд –во ТГУ, 2021. – 22 с.
5. ГОСТ 7505–89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – Введ. 1990 –01 –07. – М.: Изд –во стандартов, 1990. – 83 с.
6. Грубый С. В. Расчет режимов резания для операций механической обработки: учебное пособие / С. В. Грубый. – Москва; Вологда : Инфра – Инженерия, 2021. – 200 с. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1833110> (дата обращения: 16.04.2023).
7. Зубарев Ю.М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении: учебник / Ю.М. Зубарев. – Санкт –Петербург: Лань, 2015. – 320 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/61360> (дата обращения: 21.04.2023).
8. Иванов И. С. Технология машиностроения: производство типовых деталей машин: учебное пособие / И.С. Иванов. – Москва: ИНФРА –М, 2022.

– 224 с. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1723512> (дата обращения: 07.04.2023).

9. Каталог продукции «haascnc». [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.int.haascnc.com> (дата обращения: 29.03.2023).

10. Каталог продукции «Sandvik coromant». [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.sandvik.coromant.com> (дата обращения: 29.03.2023).

11. Клепиков В. В. Технологическая оснастка. Станочные приспособления: учебное пособие / В. В. Клепиков. – Москва: ИНФРА –М, 2022. – 345 с. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1836736> (дата обращения: 21.04.2023).

12. Клепиков В. В. Технология машиностроения: курсовое проектирование: учебное пособие / В.В. Клепиков, В.Ф. Солдатов. – Москва: ИНФРА –М, 2020. – 229 с. – (Высшее образование: Бакалавриат). – Текст: электронный. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1081966> (дата обращения: 20.03.2023).

13. Клименков С. С. Проектирование заготовок в машиностроении. Практикум: учеб. пособие / С.С. Клименков. – Минск: Новое знание; М.: ИНФРА –М, 2019. – 269 с. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1008022> (дата обращения: 02.04.2023).

14. 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: 03.05.2023).

15. Основы технологии машиностроения: учебник / В.В. Клепиков, Н.М. Султан –заде, В.Ф. Солдатов, А.Г. Схиртладзе. – Москва: ИНФРА – М, 2019. – 295 с. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1037766> (дата обращения: 14.03.2023).

16. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов : справочник / под общ. ред. В. И. Баранчикова. – Москва : Машиностроение, 1990. – 399 с.

17. Расторгуев Д. А. Проектирование технологических операций [Электронный ресурс] : электрон. учеб. –метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин –т машиностроения ; каф. «Оборудование и технологии машиностроит. пр –ва». – Тольятти : ТГУ, 2015. – 140 с.

18. 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: 16.04.2023).

19. 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.

20. 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.

21. 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.

22. Харламов Г.А. Припуски на механическую обработку: справочник. [Электронный ресурс] / Г.А. Харламов, А.С. Тарапанов. – Электрон. дан. – М. : Машиностроение, 2013. – 256 с.

23. Харченко А. О. Металлообрабатывающие станки и оборудование машиностроительных производств: учебное пособие / А.О. Харченко. – 2 –е изд. – Москва: Вузовский учебник: ИНФРА –М, 2023. – 260 с. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1895652> (дата обращения: 05.04.2023).

24. Химический состав и физико –механические свойства стали 40ХН2МА [Электронный ресурс]. – URL: <https://enginiger.ru/materials/konstruktsionnaya-legirovannaya/stal-40hn2ma-konstruktsionnaya-legirovannaya/?ysclid=lfpsijf50282843787> (дата обращения:

12.03.2023).

25. GuoXiangdong. Effect of Mechanical Machining Process on Parts Machining Accuracy[J]. // Hunan Agricultural Machinery,2013,40(07). P. 148-149.

26. Khalimonenko A.D. Cutting tool for turning large workpieces. / Khalimonenko A.D., Timofeev D.Yu., Golikov T.S. // Journal of Physics: Conference Series. International Scientific Conference "Conference on Applied Physics, Information Technologies and Engineering – APITECH-2019". Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations; Polytechnical Institute of Siberian Federal University. 2019. P. 44082.

27. Morgan J. Multi-sensor process analysis and performance characterisation in CNC turning –a cyber physical system approach / J Morgan, E. Garret, O. Donnell. // Int J Adv Manuf Technol. – 2017. V.92. P. 855-868.

28. Oborskyi G. Study of dynamic impacts at combined operations of the thin turning and boring. / Oborskyi G., Orgiyan A., Tonkonogyi V., Aymen A., Balaniuk A. // Lecture Notes in Mechanical Engineering. 2020. P. 226 – 235.

29. Sahib B.S., Nassrullah K.S. Experimental and numerical investigation of temperature distribution in the cutting zone with different coated tools in orthogonal turning operations. / Sahib B.S., Nassrullah K.S. // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 3. Cep. "3rd International Conference on Engineering Sciences" 2020. P. 012 – 016.

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

| А | Цех | Уч | РМ | Опер | Код, наименование операции | Обозначение документа | | | | | | | | | | | |
|------|---|-------------------|----------------|-------------|----------------------------|-----------------------|-------|---|----|----|------|----|----|-----|------|-----|------|
| | | | | | | СМ | проф. | Р | УТ | КР | КОИД | ЕН | ОП | Кшт | Тпрз | Тшт | |
| А 19 | XX XX XX | 015 | 4110 | Токарная | | | | | | | | | | | | | |
| Б 20 | 381101 | Токарный | HAAS SL-10 | 3 | 18217 | 312 | 1P | 1 | 1 | 1 | 800 | 1 | | | | | 0,17 |
| О 21 | Точить поверхность 5, 6, 7, 8, 9, 10, в размеры $\phi 30_{-0,21}$; $\phi 22,85_{-0,21}$; $\phi 15_{-0,18}$; $\phi 19_{-0,21}$; $\phi 21_{-0,21}$; $83_{+0,35}$; | | | | | | | | | | | | | | | | |
| О 22 | $96_{+0,35}$; $101_{+0,35}$; $104_{+0,35}$; $107_{+0,35}$ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Т 23 | 396190 Патрон 3-х кулачковый специальный; 392101 Резец контурный специальный ВСК-60; 393311 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Т 24 | Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-89. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| А 26 | XX XX XX | 020 | 4120 | Сверлильная | | | | | | | | | | | | | |
| Б 27 | 381210 | Сверлильный с ЧПУ | HAAS OM-13 | 3 | 17335 | 422 | 1P | 1 | 1 | 1 | 800 | 1 | | | | | 149 |
| О 28 | Сверлить поверхность 17 в размер $\phi 5_{+0,12}$; $38_{+0,25}$ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Т 29 | 396131 Тиски самоцентрирующие; 391213 Сверло $\phi 5$ R840-0500-30-A0A GC1020 Sandvik; | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Т 30 | 393450 Нутромер НМ-25 ГОСТ10-88; 393400 Калибр. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 31 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| А 32 | XX XX XX | 025 | 4120 | Сверлильная | | | | | | | | | | | | | |
| Б 33 | 381210 | Сверлильный с ЧПУ | HAAS OM-13 | 3 | 17335 | 422 | 1P | 1 | 1 | 1 | 800 | 1 | | | | | 115 |
| О 34 | Сверлить поверхность 19 в размер $\phi 2_{+0,1}$; $\phi 26_{+0,21}$ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Т 35 | 396131 Тиски самоцентрирующие; 391213 Сверло $\phi 2$ R840-0200-50-A0A GC1020 Sandvik; 393400 Калибр. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 36 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| А 37 | XX XX XX | 030 | 4260 | Фрезерная | | | | | | | | | | | | | |
| Б 38 | 381210 | Фрезерный с ЧПУ | JET JTM949TS 3 | 3 | 17335 | 422 | 1P | 1 | 1 | 1 | 800 | 1 | | | | | 0,21 |
| О 39 | Сверлить поверхность 20, фрезеровать поверхность 18 в размер $\phi 3_{+0,1}$; $30_{+0,21}$; $86_{+0,35}$; $R2,5_{0,014}$; | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Т 40 | 396190 Приспособление специальная; 391213 Сверло $\phi 3$ R840-0300-30-A0A GC1220 Sandvik; | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Т 41 | 391822 Фреза сферическая $\phi 5$ R216F-08A12C-035 GC P20A "Sandvik"; 393610 Шаблон. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| МК | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

| А | Цех | Уч | РМ | Опер | Код, наименование операции | Обозначение документа | | | | | | | | | | | | | | |
|------|--|--------------------|-------|-------|----------------------------|--------------------------------|-----|-------|---|----|------|------|----|----|-----|------|-----|--|------|------|
| | | | | | | Код, наименование оборудования | СМ | проф. | Р | УТ | КР | КОИД | ЕН | ОП | Кшт | Тпоз | Тшт | | | |
| А 69 | XX | XX | XX | 035 | 4110 Токарная | | | | | | | | | | | | | | | |
| Б 70 | 381101 | Токарный | HAAS | SL-10 | 3 | 18217 | 312 | 1P | 1 | 1 | 1 | 800 | 1 | | | | | | 0,32 | |
| О 71 | Точить последовательно поверхности 12, 13, 14 в размер $\phi 16,675^{+0,07}$, $515^{+0,1}$, $1^{+0,1} \times 45^\circ$. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Т 72 | 396190 Патрон 3-х кулачковый специальный; 392841 Центр упорный №3 ГОСТ8742-75; 392104 Резец | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Т 73 | контурный специальный ВOK-60; 393311 Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-89. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| О 74 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Т 75 | XX | XX | XX | 040 | 4110 Токарная | | | | | | | | | | | | | | | |
| Т 76 | 381101 | Токарный | HAAS | SL-10 | 3 | 18217 | 312 | 1P | 1 | 1 | 1 | 800 | 1 | | | | | | | 0,05 |
| Т 77 | Точить поверхность 9 в размер $\phi 22,38^{+0,004}$. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| А 78 | 396190 Патрон 3-х кулачковый специальный; 392841 Центр упорный №3 ГОСТ8742-75; 392104 Резец | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Т 79 | контурный специальный ВOK-60; 393311 Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-89. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 80 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| А 81 | XX | XX | XX | 045 | 4153 Зубофрезерная | | | | | | | | | | | | | | | |
| Б 82 | 381572 | Зубофрезерный | 5310A | 3 | 12287 | 312 | 1P | 1 | 1 | 1 | 800 | 1 | | | | | | | | 3,6 |
| О 83 | Фрезеровать поверхности 3, 4 в размер 8-й степени точности. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Т 84 | 396171 Приспособление специальное; 391810 Фреза шлицевая $\phi 63$ ГОСТ8027-60 P6M5K5; 394590 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Т 85 | Прибор измерительный универсальный. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 86 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| А 87 | XX | XX | XX | 050 | Термическая | | | | | | | | | | | | | | | |
| 88 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| А 89 | XX | XX | XX | 055 | 4142 Центрошлифовальная | | | | | | | | | | | | | | | |
| Б 90 | 381317 | Центрошлифовальный | 3922 | 3 | 18873 | 312 | 1P | 1 | 1 | 1 | 1200 | 1 | | | | | | | | 0,6 |
| О 91 | Шлифовать поверхности 21, 16 в размер $\phi 6^{+0,016}$. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| МК | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

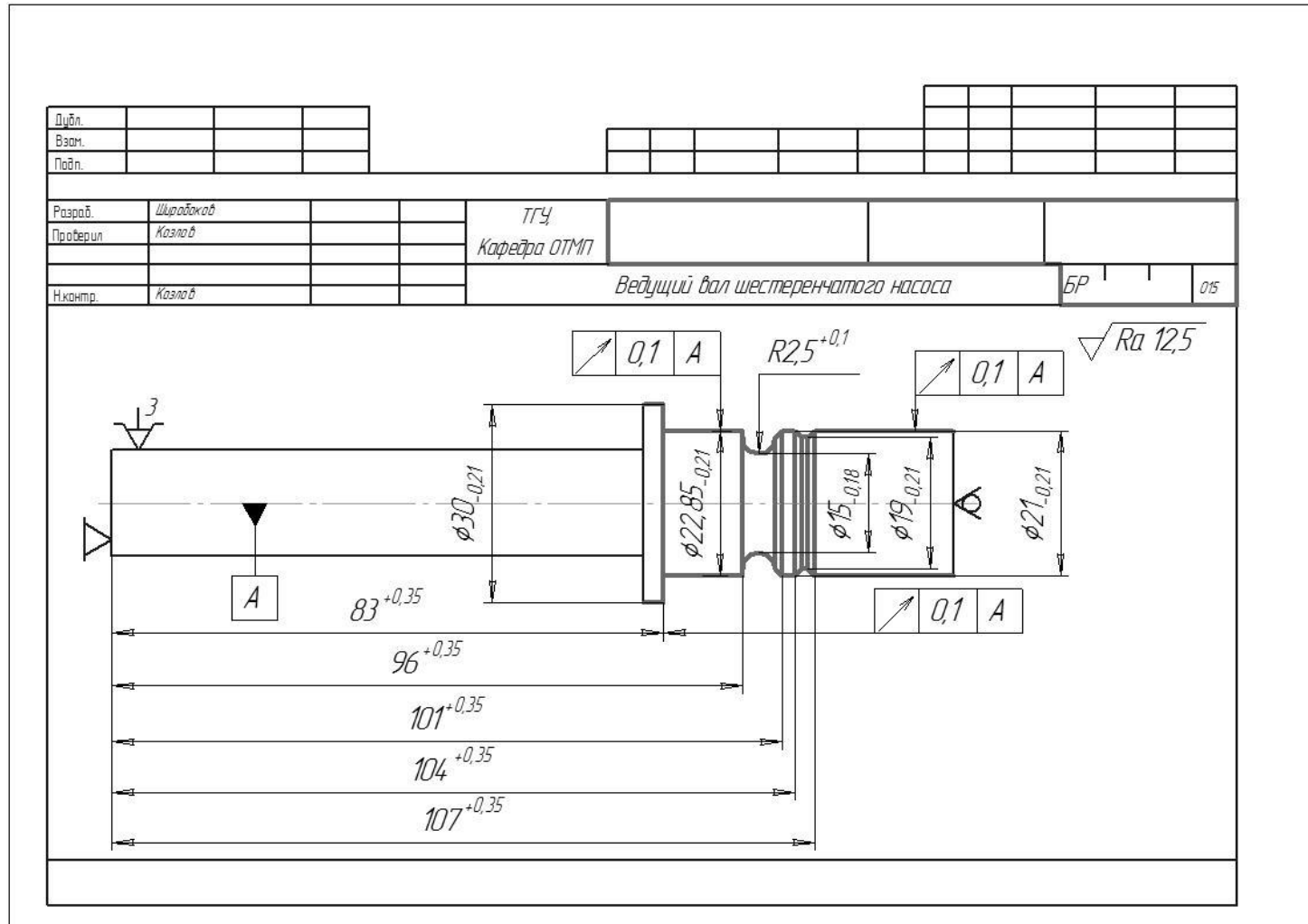
Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

| A | Цех | Уч | РМ | Опер | Код, наименование операции | Обозначение документа | | | | | | | | | |
|-------|---|----|----|------|----------------------------|--------------------------------|----|-------|---|----|----|------|----|----|-----|
| | | | | | | Код, наименование оборудования | СМ | проф. | Р | УТ | КР | КОИД | ЕН | ОП | Кшт |
| Т 94 | 396171 Тиски самоцентрирующие специальные; 397120 Круг шлифовальный АГК ГОСТ2447-82; 393610 | | | | | | | | | | | | | | |
| Т 95 | Шаблон. | | | | | | | | | | | | | | |
| 96 | | | | | | | | | | | | | | | |
| A 97 | XX XX XX 060 4131 Шлифовальная | | | | | | | | | | | | | | |
| Б 98 | 381311 Круглошлифовальный 3А151 3 18873 312 1Р 1 1 1 800 1 2,92 | | | | | | | | | | | | | | |
| О 99 | Шлифовать поверхности 12, 13 в размер $\phi 16,329^{+0,027}$, $51,1^{+0,039}$ | | | | | | | | | | | | | | |
| Т 100 | 396190 Патрон цанговый; 39810 Круг шлифовальный; 393421 Микрометр МР-70 ГОСТ6507-90. | | | | | | | | | | | | | | |
| 101 | | | | | | | | | | | | | | | |
| A 102 | XX XX XX 065 4131 Шлифовальная | | | | | | | | | | | | | | |
| Б 103 | 381311 Круглошлифовальный 3А151 3 18873 312 1Р 1 1 1 800 1 1,34 | | | | | | | | | | | | | | |
| О 104 | Шлифовать поверхность 9 в размер $\phi 22,08^{+0,033}$ | | | | | | | | | | | | | | |
| Т 105 | 396190 Патрон цанговый; 39810 Круг шлифовальный; 393421 Микрометр МР-70 ГОСТ6507-90. | | | | | | | | | | | | | | |
| 106 | | | | | | | | | | | | | | | |
| A 107 | XX XX XX 070 4131 Шлифовальная | | | | | | | | | | | | | | |
| Б 108 | 381311 Круглошлифовальный 3А151 3 18873 312 1Р 1 1 1 800 1 3,1 | | | | | | | | | | | | | | |
| О 109 | Шлифовать поверхности 12, 13 в размер $\phi 16,001^{+0,011}$, $51^{+0,039}$ | | | | | | | | | | | | | | |
| Т 110 | 396190 Патрон цанговый; 39810 Круг шлифовальный; 393421 Микрометр МР-70 ГОСТ6507-90. | | | | | | | | | | | | | | |
| 111 | | | | | | | | | | | | | | | |
| A 112 | XX XX XX 075 4131 Шлифовальная | | | | | | | | | | | | | | |
| Б 113 | 381311 Круглошлифовальный 3А151 3 18873 312 1Р 1 1 1 800 1 1,7 | | | | | | | | | | | | | | |
| О 114 | Шлифовать поверхность 9 в размер $\phi 22,02^{+0,033}$ | | | | | | | | | | | | | | |
| Т 115 | 396190 Патрон цанговый; 39810 Круг шлифовальный; 393421 Микрометр МР-70 ГОСТ6507-90. | | | | | | | | | | | | | | |
| 116 | | | | | | | | | | | | | | | |
| МК | | | | | | | | | | | | | | | |

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1



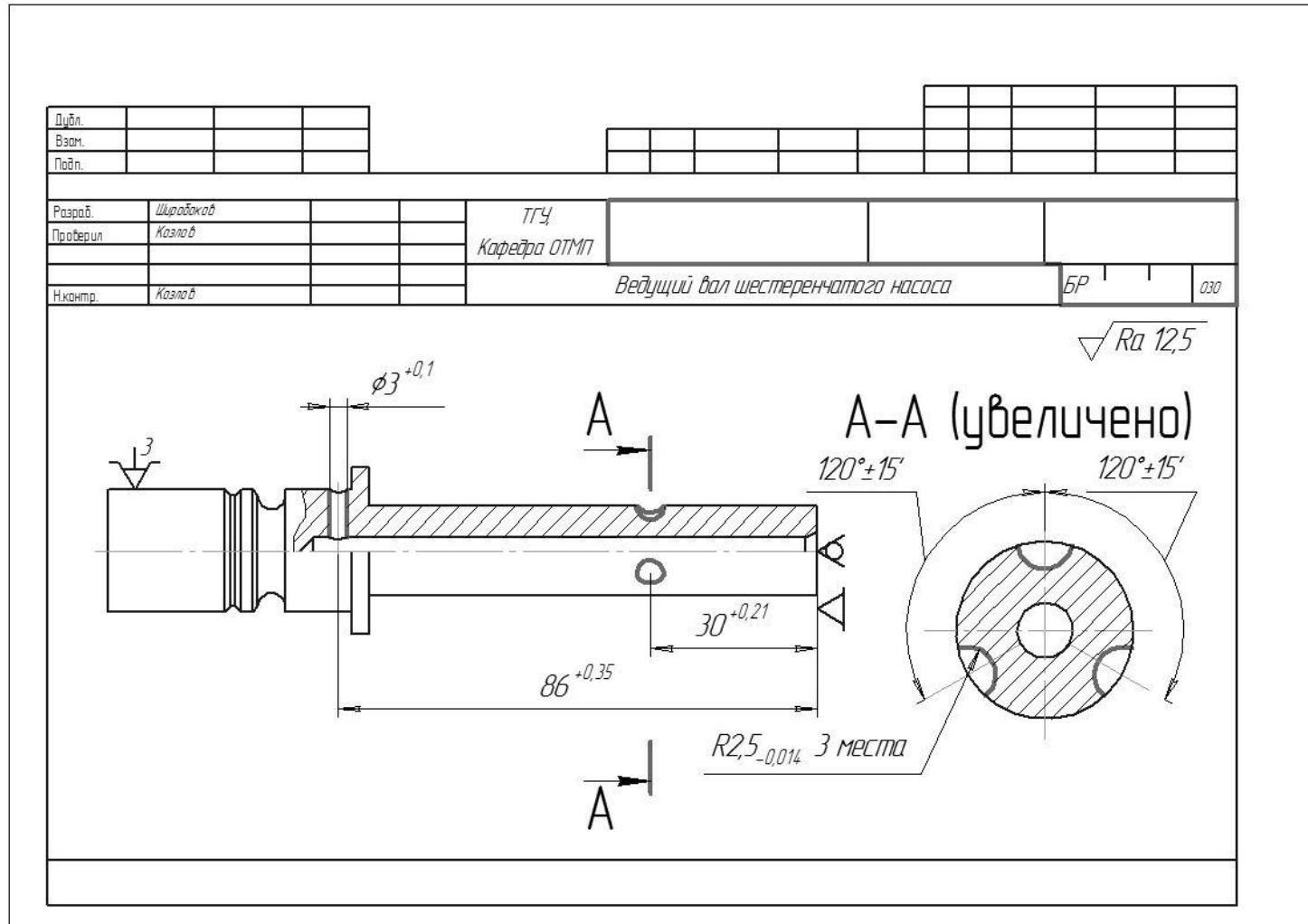
Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

| ГОСТ 2118-82 | | | | | | | | | | Форм 1 | | | |
|------------------------------|--|----------------------------|----|-----------------------------------|-----|------|-------------------|----------|-----|--------|------|------|-------|
| Дубл. | | | | | | | | | | | | | |
| Взам. | | | | | | | | | | | | | |
| Подп. | | | | | | | | | | | | | |
| Разраб. | Ширококов | | | ТГУ | | | | | | | | | |
| Проверил | Козлов | | | Кафедра ОТМП | | | | | | | | | |
| Н.контр. | Козлов | | | Ведущий вал шестеренчатого насоса | | | | | | Цех | Уч. | Р.М. | Опер. |
| Наименование операции | | Материал | | Твердость | EB | MD | Профиль и размеры | | | MB | КОИД | | |
| Токарная | | Сталь 40ХН2МА ГОСТ 4543-71 | | | 166 | 0,25 | ø32,3x131 | | | 0,35 | 1 | | |
| Оборудование, устройства ЧПУ | | Обозначение программы | | то | тв | тгв | тип | сок | | | | | |
| НААС SL-10 | | | | 0,14 | | | 0,17 | Ужинал-1 | | | | | |
| | | | пи | о или в | L | t | i | s | п | v | | | |
| 01 | 1. Установить заготовку | | | | | | | | | | | | |
| T ₀₂ | 396190 Патрон 3-х кулачковый специальный; 392841 Центр упорный №3 ГОСТ 8742-75; 392104 Резец | | | | | | | | | | | | |
| T ₀₃ | контурный специальный ВСК-60; 393311 Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-89 | | | | | | | | | | | | |
| 02 | 2. Точить поверхности выдерживая размеры согласно эскиза. | | | | | | | | | | | | |
| P ₀₂ | | 1 | | | 1,5 | | 0,3 | 2000 | 189 | | | | |
| P ₀₂ | | 2 | | | 2,5 | | 0,2 | 1600 | 76 | | | | |
| P ₀₇ | | 3 | | | 1,5 | | 0,15 | 1800 | 113 | | | | |
| 03 | 3. Открепить, снять деталь с приспособления, уложить на тележку. | | | | | | | | | | | | |
| 04 | | | | | | | | | | | | | |
| 05 | | | | | | | | | | | | | |
| 06 | | | | | | | | | | | | | |
| 07 | | | | | | | | | | | | | |

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1



Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

| ГОСТ 2118-82 | | | | | | | | | | Форм 1 | | | |
|------------------------------|--|----------------------------|----|-----------------------------------|-----|-----|------|-------------------|------|--------|------|------|-------|
| Дубл. | | | | | | | | | | | | | |
| Взам. | | | | | | | | | | | | | |
| Подп. | | | | | | | | | | | | | |
| Разраб. | Ширококов | | | ТГУ | | | | | | | | | |
| Проверил | Козлов | | | Кафедра ОТМП | | | | | | | | | |
| Н.контр. | Козлов | | | Ведущий вал шестеренчатого насоса | | | | | | Цех | Уч. | Р.М. | Опер. |
| Наименование операции | | Материал | | Твердость | | EB | MD | Профиль и размеры | | MB | КОИД | | |
| Фрезерная | | Сталь 40ХН2МА ГОСТ 4543-71 | | | | 166 | 0,25 | φ32,3х131 | | 0,35 | 1 | | |
| Оборудование, устройства ЧПУ | | Обозначение программы | | то | тЪ | тne | тип | созж | | | | | |
| JET JTM949TS | | | | 0,18 | | | 0,21 | Укринол-1 | | | | | |
| | | | пи | о или в | L | f | i | s | p | v | | | |
| 01 | 1. Установить заготовку | | | | | | | | | | | | |
| T ₀₂ | 396190 Приспособление специальное; 391213 Сверла φ3 R840-0300-30-A0A GC1220 Sandvik; | | | | | | | | | | | | |
| T ₀₃ | 391822 Фреза сферическая φ5 R216F-08A12E-035 GC P20A "Sandvik"; 393610 Шаблон. | | | | | | | | | | | | |
| 02 | 2. Точить поверхности выдерживая размеры согласно эскиза. | | | | | | | | | | | | |
| P ₀₂ | 1 | | | | 1,5 | | 0,1 | | 1500 | | 74 | | |
| P ₀₂ | 2 | | | | 2,5 | | 0,05 | | 4800 | | 15 | | |
| 03 | 3. Открепить, снять деталь с приспособления, уложить на тележку. | | | | | | | | | | | | |
| 04 | | | | | | | | | | | | | |
| 05 | | | | | | | | | | | | | |
| 06 | | | | | | | | | | | | | |
| 07 | | | | | | | | | | | | | |
| 08 | | | | | | | | | | | | | |
| 09 | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | |

Приложение Б

Спецификации к сборочным чертежам

Таблица Б.1 – Спецификации к сборочным чертежам

| Изм. № | Лист | № докум. | Подп. | Дата | Обозначение | Наименование | Кол. | Примечание | Лит. | Лист | Листов | Лист | |
|----------------------------|-----------|----------------------------|-------|------|---------------------------------|-----------------------------|------|------------|------|------|------------------|------|--------|
| | | | | | | | | | | | | Лит. | Лист |
| <i>Документация</i> | | | | | | | | | | | | | |
| A1 | | 23.БР.ОТМП.263.65.00.000СБ | | | | Сборочный чертеж | | | | | | | |
| <i>Детали</i> | | | | | | | | | | | | | |
| А4 | 1 | 23.БР.ОТМП.263.65.00.001 | | | | Корпус патрона | 1 | | | | | | |
| А4 | 2 | 23.БР.ОТМП.263.65.00.002 | | | | Рычаг | 3 | | | | | | |
| А4 | 3 | 23.БР.ОТМП.263.65.00.003 | | | | Ось | 3 | | | | | | |
| А4 | 4 | 23.БР.ОТМП.263.65.00.004 | | | | Постоянный кулачок | 3 | | | | | | |
| А4 | 5 | 23.БР.ОТМП.263.65.00.005 | | | | Сухарь | 3 | | | | | | |
| А4 | 6 | 23.БР.ОТМП.263.65.00.006 | | | | Сменный кулачок | 3 | | | | | | |
| А4 | 7 | 23.БР.ОТМП.263.65.00.007 | | | | Упор | 1 | | | | | | |
| А4 | 8 | 23.БР.ОТМП.263.65.00.008 | | | | Крышка | 1 | | | | | | |
| А4 | 9 | 23.БР.ОТМП.263.65.00.009 | | | | Тяга | 1 | | | | | | |
| А4 | 10 | 23.БР.ОТМП.263.65.00.010 | | | | Плунжер | 1 | | | | | | |
| А4 | 11 | 23.БР.ОТМП.263.65.00.011 | | | | Корпус неподвижный | 1 | | | | | | |
| А4 | 12 | 23.БР.ОТМП.263.65.00.012 | | | | Муфта | 1 | | | | | | |
| А4 | 13 | 23.БР.ОТМП.263.65.00.013 | | | | Крышка | 1 | | | | | | |
| А4 | 14 | 23.БР.ОТМП.263.65.00.014 | | | | Поршень | 1 | | | | | | |
| А4 | 15 | 23.БР.ОТМП.263.65.00.015 | | | | Корпус гидроцилиндра | 1 | | | | | | |
| А4 | 16 | 23.БР.ОТМП.263.65.00.016 | | | | Шток | 1 | | | | | | |
| <i>Стандартные изделия</i> | | | | | | | | | | | | | |
| | | 17 | | | | Винт М8х30 ГОСТ 14475-80 | 6 | | | | | | |
| | | | | | 23.БР.ОТМП.263.65.00.000 | | | | | | | | |
| Изм. № | Лист | № докум. | Подп. | Дата | Станочное приспособление | | | | | | Лит. | Лист | Листов |
| Разраб. | Широбожов | | | | | | | | | | В | 1 | 2 |
| Проб. | Козлов | | | | | | | | | | ТГУ ИМ | | |
| Нконтр. | Козлов | | | | | | | | | | гр. ТМддо-1901а | | |
| Утв. | Логинов | | | | <i>Копировал</i> | | | | | | <i>Формат А4</i> | | |

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

| Формат Зона Лист | Обозначение | Наименование | Кол. | Примечание |
|---------------------------------|----------------------------|-----------------------------|---------------------------|------------|
| | | | | |
| | | <u>Документация</u> | | |
| A1 | 23.БР.ОТМП.263.65.00.000СБ | Сборочный чертеж | | |
| | | <u>Детали</u> | | |
| A4 | 1 | 23.БР.ОТМП.263.65.00.001 | Корпус патрона | 1 |
| A4 | 2 | 23.БР.ОТМП.263.65.00.002 | Рычаг | 3 |
| A4 | 3 | 23.БР.ОТМП.263.65.00.003 | Ось | 3 |
| A4 | 4 | 23.БР.ОТМП.263.65.00.004 | Постоянный кулачок | 3 |
| A4 | 5 | 23.БР.ОТМП.263.65.00.005 | Сухарь | 3 |
| A4 | 6 | 23.БР.ОТМП.263.65.00.006 | Сменный кулачок | 3 |
| A4 | 7 | 23.БР.ОТМП.263.65.00.007 | Упор | 1 |
| A4 | 8 | 23.БР.ОТМП.263.65.00.008 | Крышка | 1 |
| A4 | 9 | 23.БР.ОТМП.263.65.00.009 | Тяга | 1 |
| A4 | 10 | 23.БР.ОТМП.263.65.00.010 | Плунжер | 1 |
| A4 | 11 | 23.БР.ОТМП.263.65.00.011 | Корпус неподвижный | 1 |
| A4 | 12 | 23.БР.ОТМП.263.65.00.012 | Муфта | 1 |
| A4 | 13 | 23.БР.ОТМП.263.65.00.013 | Крышка | 1 |
| A4 | 14 | 23.БР.ОТМП.263.65.00.014 | Поршень | 1 |
| A4 | 15 | 23.БР.ОТМП.263.65.00.015 | Корпус гидроцилиндра | 1 |
| A4 | 16 | 23.БР.ОТМП.263.65.00.016 | Шток | 1 |
| | | <u>Стандартные изделия</u> | | |
| | 17 | Винт М8х30 ГОСТ 14475-80 | 6 | |
| 23.БР.ОТМП.263.65.00.000 | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| Разраб. | Широбаков | | | |
| Пров. | Козлов | | | |
| Н.контр. | Козлов | | | |
| Утв. | Логинов | | | |
| Станочное приспособление | | | Лит | Лист |
| | | | В | 1 |
| | | | | Листов |
| | | | | 2 |
| | | | ТГУ, ИМ гр. ТМдо-1901а | |
| Копировал | | | Формат А4 | |