

Аннотация

Выпускная квалификационная работа рассматривает проектирования технологического процесса изготовления штоков-клинов зажимного механизма призматических тисков. Цель работы заключается в том, чтобы спроектировать технологический процесс, который обеспечит изготовление необходимого количества деталей заданного качества при условии обеспечения минимальных экономических затрат в условиях среднесерийного производства.

Структура работы включает в себя пояснительную записку, которая состоит из введения, основных разделов, заключения и приложений, а также графическую часть, отражающую результаты проектирования в графическом виде. Введение содержит анализ актуальности темы работы и формулировку ее цели. Первый раздел содержит комплексный анализ исходных данных, на основе которого поставлены задачи работы. Второй раздел содержит решение задач технологического характера. В частности выбран метод получения заготовки и проведено ее проектирование, определены припуски на обработку, разработан технологический маршрут и план изготовления детали, выбрано оборудование и технологическая оснастка, определены режимы резания на операции механической обработки и проведено их нормирование. Третий раздел содержит технические решения, направленные на совершенствование технологического процесса. В частности спроектирована цанговая оправка и сборная фреза для фрезерной операции. Четвертый раздел содержит анализ безопасности выполнения спроектированного технологического процесса. Пятый раздел содержит расчет экономических показателей, подтверждающих правильность принятых технических решений.

Пояснительная записка состоит из 59 страниц, включая приложения. Графическая часть состоит из 7,5 листов формата А1.

Содержание

Введение.....	4
1 Определение задач работы на базе анализа исходных данных.....	5
1.1 Анализ функционального назначения детали и условий эксплуатации ..	5
1.2 Анализ технологических показателей детали	6
1.3 Анализ типа производства.....	8
1.4 Задачи работы	10
2 Разработка технологии изготовления	11
2.1 Обоснование выбора и разработка заготовки	11
2.2 Разработка плана изготовления детали.....	19
2.3 Выбор оборудования и технологической оснастки.....	21
2.4 Проектирование операций технологического процесса	23
3 Разработка специальной технологической оснастки	26
3.1 Разработка цангового патрона	26
3.2 Разработка фрезы.....	31
4 Безопасность и экологичность технического объекта	34
4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристики рассматриваемого технического объекта	34
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	35
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков.....	37
5 Экономическая эффективность работы	39
Заключение	43
Список используемых источников.....	44
Приложение А Технологическая документация.....	47
Приложение Б Спецификации к сборочным чертежам	57

Введение

Технологическая оснастка для современного технологического оборудования, работающего в условиях автоматизированного производства должна отвечать ряду требований. Среди которых, кроме стандартных требований по обеспечению надежности работы приспособления и заданной точности установки заготовок, можно выделить требование по обеспечению механизации процесса закрепления. Обеспечение данного требования достигается путем применения в конструкции приспособления механизированного привода закрепления, осуществляющего закрепление через различные зажимные механизмы. Одним из самых распространенных является клиновой зажимной механизм. Это объясняется простотой его конструкции, высокой точностью установки и возможностью механизации работ.

Призматические тиски также часто применяются с данным видом зажимного механизма. Кроме перечисленных достоинств, такой механизм вследствие особенностей кинематики движения тисков позволяет обеспечить компактность конструкции за счет объединения функций штока привода и клина зажимного механизма. Исходя из назначения штока-клина, к нему предъявляются жесткие требования по надежности, ремонтпригодности и ряду других характеристик, которые обеспечиваются в процессе его изготовления. Кроме технических характеристик в процессе изготовления необходимо обеспечить необходимую производительность и минимальную стоимость изготовления штока-клина в условиях среднесерийного типа производства.

Из сказанного следует, что выбранная тема работы является актуальной, а цель работы заключается в проектировании технологического процесса, который обеспечит изготовление необходимого количества деталей заданного качества при условии обеспечения минимальных экономических затрат.

1 Определение задач работы на базе анализа исходных данных

1.1 Анализ функционального назначения детали и условий эксплуатации

Назначение штока-клина заключается в передаче поступательного движения от поршня толкателю исполнительного механизма и создании тем самым исходного усилия закрепления. Шток–клин вставляется в направляющее отверстие в крышке гидроцилиндра. На шейку малого диаметра одевается поршень до упора в торец и закрепляется при помощи гайки. С другой стороны имеется паз, в который вставляется направляющая шпонка, ограничивающая вращение штока-клина во время осевого перемещения. Перемещение передается при помощи клина, выполненного на конце детали и состоящего из двух частей, при этом происходит смена направления перемещения.

Воздействие внешней среды на деталь зависит от условий использования оборудования. Внутренний микроклимат производственного помещения достаточно жестко регламентируется, поэтому его влияние на состояние и условия эксплуатации незначительное. Влияние других внешних факторов рабочей среды, таких как, смазочно-охлаждающая жидкость, стружка, металлическая пыль и ряд других, может быть существенным и сильно зависит от условий эксплуатации оборудования. Под условиями эксплуатации в данном случае понимаются вид обрабатываемого материала и его физико-механические характеристики, характеристики используемой смазочно-охлаждающей жидкости, характеристики используемого режущего инструмента и реализуемый метод обработки. В наихудшем случае данные условия могут быть очень агрессивными и приведут к повышенному износу открытых поверхностей детали и их повреждению. Рабочие нагрузки, воздействующие на шток-клин, могут быть значительными по величине и зависят от необходимого усилия закрепления. Направление приложения

рабочих нагрузок характеризуется как знакопеременное. Возможно возникновение ударных нагрузок, что объясняется особенностями реализуемых на оборудовании методов обработки и наличием жесткой механической связи между призмами тисков, контактирующих с заготовкой и зажимным механизмом. Возможно возникновение очагов местного адгезионного износа в месте контакта шток-клина с направляющим отверстием в крышке гидроцилиндра, что объясняется реализуемой кинематикой движений.

Из проведенного анализа можно сделать вывод, что деталь соответствует своему служебному назначению. Условия эксплуатации можно охарактеризовать как сложные с активным внешним механическим и химическим воздействием.

1.2 Анализ технологических показателей детали

Проведение анализа технологических показателей детали позволит выявить основные особенности ее конструкции, которые необходимо учесть при проектировании технологии ее изготовления. Анализ выполним по рекомендациям [11].

Анализ материала детали на технологичность основан на оценке его химического состава. Шток-клин изготавливается из стали 20ХГСА ГОСТ 4543-71. «Данный материал имеет следующее содержание основных химических элементов: 0,17-0,23% углерода, 0,8-1,1% хрома, 0,8-1,1% марганца, 0,9-1,32% кремния, не более 0,3% меди, не более 0,025% серы и фосфора» [20]. Анализ химического состава позволяют следующие выводы относительно характеристик данного материала. Механические характеристики выбранной для изготовления детали стали обеспечивают нормальную эксплуатацию во всех диапазонах рабочих скоростей и нагрузок. Характеристика обрабатываемости, оцениваемая по коэффициенту обрабатываемости материала, составляет 0,7 для твердосплавного

инструмента и 0,6 для быстрорежущей стали. Материал обладает хорошими пластическими свойствами. Значит, для получения заготовки можно использовать методы пластического деформирования, которые являются достаточно производительными и при определенных условиях экономичными. Из приведенных соображений по первому критерию деталь следует признать технологичной.

Анализ конфигурации детали на технологичность позволяет сделать следующие выводы. Поверхность детали образована простыми поверхностями с применением стандартных конструктивных элементов, таких как фаски и канавки, но при этом образуемый контур достаточно сложный, что связано с назначением детали. Размеры элементов детали соответствуют нормальному ряду чисел. Важной характеристикой технологичности конструкции детали является наличие ответственных поверхностей. С целью выявления данных поверхностей необходимо классифицировать все поверхности детали по их назначению. Для этого выполним эскиз детали и каждой поверхности присвоим номер (рисунок 1).

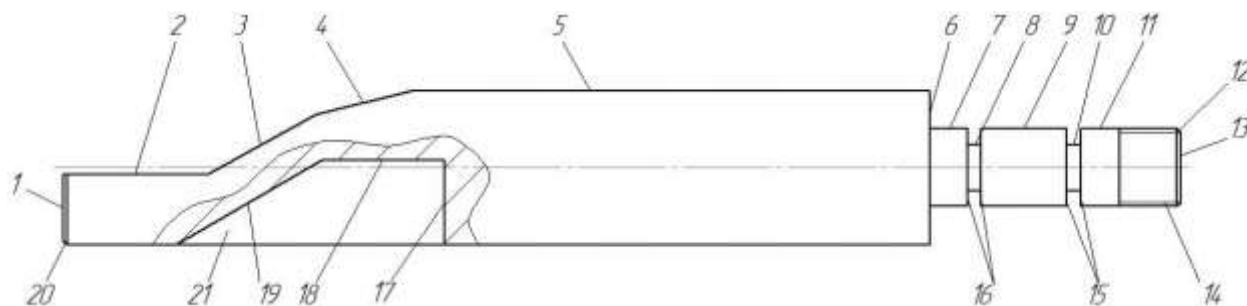


Рисунок 1 – Эскиз детали

Классифицируем поверхности по их назначению с использованием методики [16]. «Основными конструкторскими базами являются поверхности 5, вспомогательными конструкторскими базами являются поверхности 6, 7, 9, 21, исполнительными поверхностями являются 2, 3, 4» [16]. Как видно из данной классификации, количество ответственных поверхностей составляет

значительную часть от общего количества поверхностей, что скажется на количестве точных операций, необходимых для их обработки. Для получения поверхностей детали, исходя из вышесказанного, достаточно применять типовые методы обработки. А для проведения контроля стандартные средства измерений и диагностики. Из приведенных соображений по второму критерию деталь следует признать технологичной.

Анализ механической обработки детали на технологичность позволяет сделать следующие выводы. Обработка детали, исходя из ее особенностей, может производиться по типовому маршруту обработки. Базирование детали может быть реализовано на основе типовых схем при помощи центровых отверстий и наружных поверхностей. Это позволит использовать в качестве средств оснащения стандартные станочные приспособления и гарантированно соблюсти принципы базирования, что необходимо для снижения припусков на обработку. Механическая обработка всех поверхностей, не зависимо от их точности, может быть реализована стандартными методами обработки на серийном оборудовании с применением универсального и стандартизированного режущего инструмента. Из этого следует, что по третьему критерию деталь следует признать технологичной.

Анализ детали на технологичность показал, что она отвечает всем основным требованиям и может быть признана технологичной. При этом выявлены ряд особенностей, которые необходимо учесть при проектировании технологии изготовления.

1.3 Анализ типа производства

Анализ типа производства позволит более подробно рассмотреть его особенности и определить дальнейшее направление в проектировании.

На первом этапе необходимо определить серийность производства исходя из имеющихся исходных данных. В данном случае для этого

подходит методика [13] согласно которой при годовой программе выпуска 8000 штук в год детали массой 2,08 кг тип производства соответствует среднесерийному.

Проведем анализ данного типа производства с применением литературы [13] с целью выявления основных направлений дальнейшего проектирования технологического процесса.

Технологический процесс при среднесерийном типе производства имеет не поточную форму организации с последовательной стратегией проектирования и проектированием на основе типового техпроцесса. Методы обработки поверхностей и их последовательность назначаются из условия обеспечения минимума суммарного коэффициента удельных затрат. Маршрут обработки проектируется исходя из принципов экстенсивной или интенсивной концентрации операций, в зависимости от используемого оборудования и особенностей конструкции детали. Результат проектирования технологического процесса оформляется в виде маршрутной карты.

Технологические припуски назначаются в зависимости от требуемой точности обработки по переходам. Для точных и ответственных поверхностей используется расчетно-аналитический метод, а для остальных опытно-статистический. Точность исполнения размеров обеспечивается работой на настроенном оборудовании.

Технологические операции строятся на основе максимальной концентрации переходов. Режимы резания на выполнение операций и их нормирование определяются по нормативам и эмпирическим формулам. Базирование заготовок осуществляется с учетом принципов постоянства баз и единства баз на основе типовых схем базирования, что позволяет сократить величину припусков на обработку и использовать для их реализации универсальную станочную оснастку. В случае обоснованной необходимости допускается использование специальной станочной оснастки. Оборудование на технологических операциях должно реализовывать схему операции, быть

гибким, отвечать требованиям универсальности и желательно оснащенным числовым программным управлением. Металлорежущий инструмент используется универсальный, стандартизированный. В случае обоснованной необходимости допускается использование специального металлорежущего инструмента. Контрольные средства должны быть универсальными, желательно с абсолютным отсчетом значений. Результат проектирования технологических операций оформляется в виде операционных карт и карт эскизов.

1.4 Задачи работы

Основываясь на проведенном анализе, сформулируем задачи, которые необходимо решить в ходе выполнения работы.

Решить задачи технологического характера. В частности выбрать метод получения заготовки и провести ее проектирование, определить припуски на обработку, разработать технологический маршрут и план изготовления детали, выбрать оборудование и технологическую оснастку, определить режимы резания на операции механической обработки и провести их нормирование. Провести совершенствование технологического процесса путем устранения технических недостатков базовой технологии при помощи проектирования станочного приспособления и режущего инструмента. Провести анализ безопасности выполнения спроектированного технологического процесса. Предложить мероприятия по устранению выявленных недостатков. Рассчитать экономические показатели для подтверждения правильности принятых технических решений.

В данном разделе проведен комплексный анализ исходных данных, выявлены характеристики типа производства, которые необходимо учесть в ходе дальнейшего проектирования и совершенствования технологии, а также поставлены задачи работы.

2 Разработка технологии изготовления

2.1 Обоснование выбора и разработка заготовки

В ходе анализа типа производства и оценки материала на технологичность было выявлено, что в данном случае заготовка детали получается методами штамповки. Проанализировав литературу [3] приходим к выводу, что для получения заготовки подходят штамповка в открытых штампах на молоте и на горизонтально-ковочной машине. Окончательный выбор метода произведем согласно методике [3] путем сравнения технологических себестоимостей заготовок полученных каждым из методов, рассчитанной по формуле:

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

где $C_{ЗАГ}$ – приведенные затраты метода получения заготовки, руб.;

$C_{МЕХ}$ – приведенные затраты на снятие стружки, руб.;

$C_{ОТХ}$ – цена одного кг стружки, руб.;

Q – масса заготовки, кг;

q – масса детали, кг» [3].

«Для определения приведенных затрат метода получения заготовки используется выражение:

$$C_{ЗАГ i} = C_6 \cdot h_T \cdot h_C \cdot h_B \cdot h_M \cdot h_{II}, \quad (2)$$

где i – индекс метода получения заготовки;

C_6 – базовая стоимость получения одного кг заготовок, рассматриваемым методом, руб.;

h_T – коэффициент, характеризующий точность метода штамповки;

h_C – коэффициент, характеризующий сложности метода;

h_B – коэффициент, характеризующий массу заготовки полученной данным методом;

h_M – коэффициент, характеризующий марку материала;

h_{Π} – коэффициент, характеризующий годовую программу выпуска» [3].

Принимаем индекс метода получения заготовки 1 штамповки в открытых штампах на молоте, индекс метода получения заготовки 2 для горизонтально-ковочной машины.

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

Масса заготовки ориентировочно может быть рассчитана по формуле:

$$\ll Q_i = q \cdot K_p, \quad (3)$$

где K_p – коэффициент, зависящий от метода получения заготовки и геометрических особенностей детали» [3].

Масса детали определяется по формуле:

$$\ll q = V \cdot \rho, \quad (4)$$

где V – коэффициент, учитывающий особенности метода получения и формы заготовки, см^3 ;

ρ – плотность материала детали, кг/см^3 » [3].

Выполняем расчеты.

$$q = \left(\frac{\pi}{4} \cdot (0,04^2 \cdot 0,065 + 0,04^2 \cdot 0,225) - 0,032 \cdot 0,022 \cdot 0,012 - 0,5 \times \right. \\ \left. \times 0,038 \cdot 0,022 \cdot 0,012\right) \cdot 0,776 = 2,7 \text{ кг.}$$

$$Q_1 = 2,7 \cdot 1,6 = 4,32 \text{ кг.}$$

$$Q_2 = 2,7 \cdot 1,4 = 3,78 \text{ кг.}$$

«Приведенные затрат на снятие стружки рассчитываются по формуле:

$$C_{\text{МЕХ } i} = C_{\text{С}} + E_{\text{Н}} \cdot C_{\text{К}}, \quad (5)$$

где $C_{\text{С}}$ – текущие затраты на снятие одного кг стружки, руб.;

$C_{\text{К}}$ – капитальные вложения на снятие одного кг стружки, руб.;

$E_{\text{Н}}$ – коэффициент, характеризующий эффективности капитальных вложений» [3].

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

По формуле (1) определяем искомые значения технологических себестоимостей.

$$C_{\text{Т1}} = 50,28 \cdot 4,32 + 4,6 \cdot (4,32 - 2,08) - 1,4 \cdot (4,32 - 2,08) = 224,38 \text{ р.}$$

$$C_{\text{Т1}} = 50,28 \cdot 3,78 + 4,6 \cdot (3,78 - 2,08) - 1,4 \cdot (3,78 - 2,08) = 195,5 \text{ р.}$$

Расчеты показали более высокую эффективность технологической себестоимости при получении заготовки на горизонтально-ковочной машине.

Проектирование заготовки включает в себя определение припусков на обработку, параметров заготовки, допусков на размеры и технологических напусков.

Первым этапом проектирования заготовки является определение припусков на обработку поверхностей по переходам. Для этого сначала необходимо определить маршруты обработки поверхностей исходя из требуемой точности их размеров и требуемого качества обработки поверхностного слоя. Составление данного маршрута это комплексная задача, решение которой подразумевает подбор такой последовательности методов обработки, которые обеспечат необходимое качество обработки поверхностей при условии обеспечения минимальных затрат на их выполнение. В ходе анализа типа производства было установлено, что методы обработки поверхностей и их последовательность назначаются из условия обеспечения минимума суммарного коэффициента удельных затрат по методике [7]. Полученные последовательности методов обработки поверхностей приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Последовательности методов обработки поверхностей

Номер поверхности	Форма поверхности	Требуемая шероховатость Ra , мкм	Требуемый квалитет точности	Последовательность обработки
1	плоская	12,5	12	ф, то
2	плоская	2,5	10	ф, то, ш
3	плоская	2,5	10	ф, то, ш
4	плоская	2,5	10	ф, то, ш
5	цилиндрическая	0,32	6	т, тч, то, ш, шч, по
6	плоская	1,6	12	т, тч, то, ш, шч
7	цилиндрическая	0,63	6	т, тч, то, ш, шч
8	цилиндрическая	6,3	10	тч, то
9	цилиндрическая	0,63	6	т, тч, то, ш, шч
10	цилиндрическая	6,3	10	тч, то
11	цилиндрическая	0,63	6	т, тч, то, ш, шч
12	коническая	12,5	12	тч, то
13	плоская	12,5	12	ф, то
14	винтовая	6,3	10	рн, то
15	плоская	3,2	9	тч, то
16	плоская	3,2	9	тч, то
17	плоская	12,5	12	ф, то
18	плоская	12,5	12	ф, то
19	плоская	12,5	12	ф, то
20	коническая	12,5	12	т, то
21	плоская	3,2	9	ф, то

Обозначения принятые в таблице 1: т – метод обработки черновое точение; тч – метод обработки чистовое точение; то – закалка и отпуск; ш – метод обработки черновое шлифование; шч – метод обработки чистовое шлифование; ф – метод обработки фрезерование; по – метод обработки полирование; рн – метод обработки резьбонарезание.

Далее производим расчет припусков на обработку по имеющимся последовательностям обработки поверхностей. Согласно ранее принятым рекомендациям расчет припусков точных поверхностей производим расчетно-аналитическим методом [17]. В данном случае это поверхность с номинальным диаметром $40h6(-0,016)$.

«Минимальные значения припусков определяются по формуле:

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

где a – глубина суммарного дефектного слоя, мм;

Δ – суммарные пространственные отклонения, мм;

ε – погрешности установки заготовки на операции, мм;

i – индекс текущего перехода;

$i - 1$ – индекс предыдущего перехода» [17].

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

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

$$z_{3min} = a_{\text{ТО}} + \sqrt{\Delta_{\text{ТО}}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,250 + \sqrt{0,030^2 + 0,012^2} = 0,263 \text{ мм.}$$

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

$$z_{5min} = a_4 + \sqrt{\Delta_4^2 + \varepsilon_5^2} = 0,010 + \sqrt{0,001^2 + 0,012^2} = 0,022 \text{ мм.}$$

«Максимальные значения припусков определяются по формуле:

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

где Td_i – допуски на выполнение размера на текущем переходе, мм;

Td_{i-1} – допуск на выполнение размера на предыдущем переходе, мм» [17].

$$\begin{aligned} z_{1 \max} &= z_{1 \min} + 0,5 \cdot (Td_0 + Td_1) = 0,601 + 0,5 \cdot (1,6 + 0,25) = \\ &= 1,526 \text{ мм.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z_{2 \max} &= z_{2 \min} + 0,5 \cdot (Td_1 + Td_2) = 0,252 + 0,5 \cdot (0,25 + 0,084) = \\ &= 0,419 \text{ мм.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z_{3 \max} &= z_{3 \min} + 0,5 \cdot (Td_{\text{ТО}} + Td_3) = 0,263 + 0,5 \cdot (0,160 + 0,039) = \\ &= 0,363 \text{ мм.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z_{4 \max} &= z_{4 \min} + 0,5 \cdot (Td_3 + Td_4) = 0,164 + 0,5 \cdot (0,039 + 0,016) = \\ &= 0,192 \text{ мм.} \end{aligned}$$

$$z_{5max} = z_{5min} + 0,5 \cdot (Td_4 + Td_5) = 0,022 + 0,5 \cdot (0,016 + 0,016) = 0,038 \text{ мм.}$$

«Средние значения припусков определяются по формуле:

$$z_{cpi} = 0,5 \cdot (z_{i \max} + z_{i \min}). \quad (8)» [17]$$

$$z_{cp1} = 0,5 \cdot (z_{1 \max} + z_{1 \min}) = 0,5 \cdot (1,526 + 0,601) = 1,064 \text{ мм.}$$

$$z_{cp2} = 0,5 \cdot (z_{2 \max} + z_{2 \min}) = 0,5 \cdot (0,419 + 0,252) = 0,336 \text{ мм.}$$

$$z_{cp3} = 0,5 \cdot (z_{3 \max} + z_{3 \min}) = 0,5 \cdot (0,363 + 0,263) = 0,313 \text{ мм.}$$

$$z_{cp4} = 0,5 \cdot (z_{4 \max} + z_{4 \min}) = 0,5 \cdot (0,192 + 0,164) = 0,178 \text{ мм.}$$

$$z_{cp5} = 0,5 \cdot (z_{5 \max} + z_{5 \min}) = 0,5 \cdot (0,038 + 0,022) = 0,030 \text{ мм.}$$

Операционные размеры рассчитываются следующим образом.

«Минимальный операционный размер рассчитывается по формуле:

$$d_{(i-1)min} = d_{i \min} + 2 \cdot z_{i \min}. \quad (9)» [17]$$

«Максимальный операционный размер рассчитывается по формуле:

$$d_{(i-1)max} = d_{(i-1)min} + Td_{i-1}. \quad (10)» [17]$$

«Средний операционный размер рассчитывается по формуле:

$$d_{i \text{ cp}} = 0,5 \cdot (d_{i \max} + d_{i \min}). \quad (11)» [17]$$

«Для перехода предшествующему термическому минимальный размер рассчитывается по формуле:

$$d_{(то-1)min} = d_{(i-1) \min} \cdot 0,999. \quad (12)» [17]$$

Выполнение расчета операционных размеров начинаем с последнего

перехода, то есть с окончательного размера.

$$d_{5min} = 39,984 \text{ мм.}$$

$$d_{5max} = 40,000 \text{ мм.}$$

$$d_{5cp} = 0,5 \cdot (d_{5max} + d_{5min}) = 0,5 \cdot (40,000 + 39,984) = 39,992 \text{ мм.}$$

$$d_{4min} = d_{5min} + 2 \cdot z_{5min} = 39,984 + 2 \cdot 0,022 = 40,028 \text{ мм.}$$

$$d_{4max} = d_{4min} + Td_4 = 40,028 + 0,016 = 40,044 \text{ мм.}$$

$$d_{4cp} = 0,5 \cdot (d_{4max} + d_{4min}) = 0,5 \cdot (40,044 + 40,028) = 40,036 \text{ мм.}$$

$$d_{3min} = d_{4min} + 2 \cdot z_{4min} = 40,044 + 2 \cdot 0,164 = 40,372 \text{ мм.}$$

$$d_{3max} = d_{3min} + Td_3 = 40,372 + 0,084 = 40,456 \text{ мм.}$$

$$d_{3cp} = 0,5 \cdot (d_{3max} + d_{3min}) = 0,5 \cdot (40,456 + 40,372) = 40,414 \text{ мм.}$$

$$d_{TO min} = d_{3min} + 2 \cdot z_{3min} = 40,372 + 2 \cdot 0,263 = 40,898 \text{ мм.}$$

$$d_{TO max} = d_{TO min} + Td_{TO} = 40,8989 + 0,160 = 41,058 \text{ мм.}$$

$$d_{TO cp} = 0,5 \cdot (d_{TO max} + d_{TO min}) = 0,5(41,058 + 40,898) = 40,478 \text{ мм.}$$

$$d_{2min} = d_{TO min} \cdot 0,999 = 40,898 \cdot 0,999 = 40,857 \text{ мм.}$$

$$d_{2max} = d_{2min} + Td_2 = 40,857 + 0,084 = 40,941 \text{ мм.}$$

$$d_{2cp} = 0,5 \cdot (d_{2max} + d_{2min}) = 0,5 \cdot (40,941 + 40,857) = 40,899 \text{ мм}$$

$$d_{1min} = d_{2min} + 2 \cdot z_{2min} = 40,857 + 2 \cdot 0,252 = 41,361 \text{ мм.}$$

$$d_{1max} = d_{1min} + Td_1 = 41,361 + 0,250 = 41,611 \text{ мм.}$$

$$d_{1cp} = 0,5 \cdot (d_{1max} + d_{1min}) = 0,5 \cdot (41,611 + 41,361) = 41,486 \text{ мм.}$$

$$d_{0min} = d_{1min} + 2 \cdot z_{1min} = 41,361 + 2 \cdot 0,601 = 42,563 \text{ мм.}$$

$$d_{0max} = d_{0min} + Td_0 = 42,563 + 1,600 = 44,163 \text{ мм.}$$

$$d_{0cp} = 0,5 \cdot (d_{0max} + d_{0min}) = 0,5 \cdot (44,163 + 42,563) = 43,363 \text{ мм.}$$

«Общий минимальный припуск рассчитывается по формуле:

$$2z_{min} = d_{0min} - d_{4max}. \quad (13) \gg [17]$$

$$2z_{min} = 42,563 - 40,000 = 2,563 \text{ мм.}$$

«Общий максимальный припуск рассчитывается по формуле:

$$2z_{max} = 2z_{min} + Td_0 + Td_4. \quad (14) \gg [17]$$

$$2z_{max} = 2,563 + 1,600 + 0,016 = 4,179 \text{ мм.}$$

«Общий средний припуск рассчитывается по формуле:

$$2z_{cp} = 0,5 \cdot (2z_{min} + 2z_{max}). \quad (15) \gg [17]$$

$$2z_{cp} = 0,5 \cdot (2,563 + 4,179) = 3,371 \text{ мм.}$$

Исходя из анализа типа производства, для определения припусков на оставшиеся менее точные поверхности необходимо применить метод расчета основанный на статистических данных [21]. Суть данной методики заключается в определении минимальных значений припусков для каждого технологического перехода с использованием статистических таблиц данных [21], максимальных и средних значений припусков для каждого технологического перехода аналогично предыдущей методике. Результаты определения припусков для упрощения их дальнейшего использования представим в виде таблицы 2.

Таблица 2 – Результаты определения припусков

Номер поверхности	Номер перехода	Минимальный припуск, мм	Максимальный припуск, мм
2	1	1,54	2,39
	2	0,96	1,06
3	1	1,54	2,39
	2	0,96	1,06
4	1	1,54	2,39
	2	0,96	1,06
6	1	2,2	3,23
	2	1,0	1,323
	3	0,5	0,629
	4	0,2	0,272
7	1	1,65	2,555
	2	0,15	0,297
	3	0,3	0,359
	4	0,03	0,053

Продолжение таблицы 2

Номер поверхности	Номер перехода	Минимальный припуск, мм	Максимальный припуск, мм
9	1	1,65	2,555
	2	0,15	0,297
	3	0,3	0,359
	4	0,03	0,053
11	1	1,65	2,555
	2	0,15	0,297
	3	0,3	0,359
	4	0,03	0,053

Следующим этапом определяем характеристики заготовки с использованием данных [5]. Получаем следующие значения «класс точности Т4, группа стали М2, степень сложности С1, исходный индекс И11, штамповочные уклоны 5°, радиусы 3 мм, допустимые значения остаточного облоя не более 0,8 мм» [5]. По данным параметрам на все размеры заготовки назначаются технологические напуски и определяются допуски на их выполнение.

Далее проектируется рабочий чертеж заготовки. Контур заготовки формируется путем прибавления операционных припусков и технологических напусков. Затем проставляются размеры заготовки с допусками и назначаются технические требования. Чертеж заготовки представлен в графической части.

2.2 Разработка плана изготовления детали

План изготовления в среднесерийном типе производства проектируется с учетом того, что применяется не поточная форма его организации с последовательной стратегией проектирования на основе типовых маршрутов обработки. План изготовления детали представляет собой графический документ, отражающий основную суть проектируемой технологии изготовления. В нем указываются все операции технологического процесса в

порядке их выполнения. Для каждой операции разрабатывается операционный эскиз, на котором приводятся обрабатываемые поверхности, операционные размеры и схемы базирования. Определяются операционные технические требования по методике и справочным данным [15]. Правила оформления и основные рекомендации по проектированию плана изготовления приведены в литературе [15].

Маршрут обработки проектируется исходя из принципов экстенсивной или интенсивной концентрации переходов на операциях, в зависимости от используемого оборудования и особенностей конструкции детали. Для формирования маршрута обработки в качестве типовых маршрутов обработки будем использовать данные представленные в литературе [9, 11]. Проведя анализ данных технологических маршрутов путем исключения из них лишних операций и добавления недостающих. Результаты представим в виде таблицы 3.

Таблица 3 – Маршрут изготовления

Операция	Содержание операции	Номера обрабатываемых поверхностей
005 Фрезерно-центровальная	фрезерование, сверление	1, 13
010 Токарная	точение	6, 7
015 Токарная	точение	5
020 Токарная	точение	6, 7
025 Токарная	точение	5
030 Фрезерная	фрезерование	17, 18, 19
035 Фрезерная	фрезерование	2, 3, 4
040 Термическая	закалка	все
050 Шлифовальная	шлифование	5
055 Шлифовальная	шлифование	6, 7, 9, 11
060 Шлифовальная	шлифование	5
065 Шлифовальная	шлифование	6, 7, 9, 11
070 Шлифовальная	шлифование	2, 3, 4
075 Полировальная	полирование	5
080 Моечная	мойка	все
085 Контрольная	контроль	все

Другим важным вопросом при проектировании плана изготовления

является разработка схем базирования. При разработке схем базирования необходимо обеспечить принципы единства баз и их постоянства, что позволит минимизировать погрешности и снизить припуски при обработке. Желательно использование типовых схем базирования [14], что упростит их реализацию. Основываясь на представленных в таблице 3 сведениях, проектируется план изготовления детали. Рекомендации по проектированию плана изготовления детали содержатся в литературе [15]. Спроектированный план изготовления приведен в графической части работы.

2.3 Выбор оборудования и технологической оснастки

В ходе анализа технологичности детали и типа производства было установлено, что для оснащения технологического процесса в условиях среднесерийного типа производства, а также особенностей конструкции детали к оборудованию и технологической оснастке предъявляется ряд требований.

Станочное оборудование должно обеспечивать возможность обработки широкой номенклатуры изделий, обладать большим диапазоном регулирования скоростей и подач, иметь возможность быстрой переналадки на выпуск нового изделия, обеспечивать реализацию требуемой структуры операции, желательно оснащаться CNC-системами управления.

Режущий инструмент должен иметь необходимую стойкость, оптимальную геометрию, обеспечивать обработку всей номенклатуры, реализовывать весь потенциал оборудования по скорости резания и подачам, обеспечивать заданную точность обработки.

Средства контроля должны обеспечивать необходимую точность контроля, обладать возможностью производить измерения в широком диапазоне, предпочтительно выдавать результаты контроля в абсолютных величинах.

Станочная оснастка должна обеспечивать принятые на операциях

схемы базирования, быть механизированной, обладать возможностью быстрой переналадки на выпуск новых деталей, отвечать требованиям по быстродействию, развивать необходимые усилия закрепления.

Более подробно принципы выбора оборудования и технологической оснастки приведены в литературе [11]. Выбор моделей и типоразмеров оборудования и технологической оснастки выполняем с использованием данных [2, 6, 10, 18]. Результаты представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты выбора оборудования и технологической оснастки

Операция	Оборудование	Приспособления	Режущий инструмент	Средства контроля
005 Фрезерно-центровальная	фрезерно-центровальный МР-78	тиски самоцентрирующие	фреза Ø100 ГОСТ 9473-80, Сверло	штангенциркуль ГОСТ 166-89, калибр
010 Токарная	токарный 16К20Ф3	патрон цанговый специальный	резец ГОСТ 18879-73	штангенциркуль ГОСТ 166-89
015 Токарная	токарный 16К20	патрон цанговый специальный	резец ГОСТ 18879-73	штангенциркуль ГОСТ 166-89
020 Токарная	токарный 16К20Ф3	патрон цанговый специальный	резец специальный, резец ГОСТ 18879-73, резец ГОСТ 18879-73	штангенциркуль ГОСТ 166-89
025 Токарная	токарный 16К20	патрон цанговый специальный	резец специальный	штангенциркуль ГОСТ 166-89
030 Фрезерная	вертикально-фрезерный 6Р11Ф3-1	тиски самоцентрирующие	фреза ГОСТ 17025-71	калибр
035 Фрезерная	вертикально-фрезерный 6Р11Ф3-1	тиски самоцентрирующие	фреза специальная ВК6М	штангенциркуль ГОСТ 166-89
050 Шлифовальная	бесцентровошлифовальный 3М184	упор	круг 1 23А46М8V5	микрометр ГОСТ 6507-90
055 Шлифовальная	торцекруглошлифовальный 3Т153Е	патрон цанговый специальный	круг 3 23А46М8V5	микрометр ГОСТ 6507-90
060 Шлифовальная	бесцентровошлифовальный 3М184	упор	круг 1 24А80М5V5	микрометр ГОСТ 6507-90
065 Шлифовальная	торцекруглошлифовальный 3Т153Е	патрон цанговый специальный	круг 3 24А80М5V5	микрометр ГОСТ 6507-90

Продолжение таблицы 4

Операция	Оборудование	Приспособления	Режущий инструмент	Средства контроля
070 Шлифовальная	плоскошлифовальный с ЧПУ 3E711ВФ3-1	тиски самоцентрирующие	круг 1 24A80M5V5	микрометр ГОСТ 6507-90, калибр
075 Полировальная	полировально-шлифовальный 3A352	патрон цанговый специальный	круг эластичный	микрометр ГОСТ6507-90

Данные по выбору оборудования и средств технологического оснащения заносятся в технологическую документацию, представленную в приложении А, а также используются при заполнении плана изготовления и указываются в технологических наладках, которые представлены в графической части данной работы.

2.4 Проектирование операций технологического процесса

Основным этапом проектирования операций технологического процесса является определение режимов резания на их выполнение и нормирование.

В соответствии с типом производства режимы резания определим с использованием методики [12, 18].

«Расчетная скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_V \cdot K_V}{T^{m \cdot t^x \cdot S^y}}, \quad (16)$$

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» [18].

«Далее определяется частота вращения шпинделя инструмента или заготовки по формуле:

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

где d – диаметр обработки, мм» [18].

Исходя из технических возможностей станка, назначается реальная частота вращения шпинделя. С учетом этого фактическая скорость резания пересчитывается по формуле:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}. \quad (18)$$

После определения режимов резания необходимо определить время на обработку одной заготовки.

«Основное время определяется по формуле:

$$T_0 = \frac{L_{р.х.}}{S \cdot n}, \quad (19)$$

где $L_{р.х.}$ – длина рабочего хода, мм;

S – подача, мм/об» [12].

«Длина рабочего хода определяется по формуле:

$$L_{р.х.} = l_1 + l_{рез} + l_2, \quad (20)$$

где l_1 – длина врезания, мм;

$l_{рез}$ – длина резания, мм;

l_2 – длина перебега, мм» [12].

Полученные режимы резания на операциях и их нормирование представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Режимы резания на операциях и их нормирование

Номер операции	Переход	Подача, мм/об	Скорость резания, м/мин	Частота вращения, об/мин	Основное время, мин	Штучное время, мин
005	1	0,15	79	250	80	0,21
	2	0,26	16	180	12	0,26
010	1	0,3	201	1600	75	0,16
015	1	0,3	201	1600	235	0,49
020	1	0,15	201	1600	75	0,32
	2	0,1	60	1600	10	0,07
	3	1,5	101	1600	17	0,01
025	1	0,15	201	1600	235	0,98
030	1	0,05	60	1600	240	0,15
035	1	0,1	186	980	96	0,25
	2	0,08	200	1100	96	0,27
050	1	735	25	200	227	0,31
055	1	0,014	30	320	0,359	0,33
060	1	1040	25	200	227	0,22
065	1	0,011	35	320	0,053	0,27
070	1	0,023	15	–	96	2,15
075	1	0,01	16	320	227	0,12

Результаты проектирования технологических операций содержатся в технологической документации, представленной в приложении А пояснительной записки. Также эти данные используются при проектировании плана изготовления детали и технологических наладок графической части работы.

Выполнение данного раздела позволило решить задачи технологического характера. Для этого выбран метод получения и спроектирована заготовка. Проведено проектирование плана изготовления детали. Выбрано технологическое оборудование, технологическая оснастка, металлорежущие инструменты и средства контроля. Определены режимы резания и нормирование технологических операций.

3 Разработка специальной технологической оснастки

3.1 Разработка цангового патрона

Анализ спроектированного технологического процесса, показал, что существенным его недостатком является отсутствие механизированного приспособления на шлифовальной операции, представленной на рисунке 2. Это существенно увеличивает вспомогательное время выполнения операции. Основной проблемой при конструировании приспособления в данном случае является реализация принятой на операции схемы базирования. Невыполнение принятой схемы влечет увеличение припусков на обработку и снижение ее точности. Устранение данных недостатков проведем путем проектирования приспособления по методике [1].

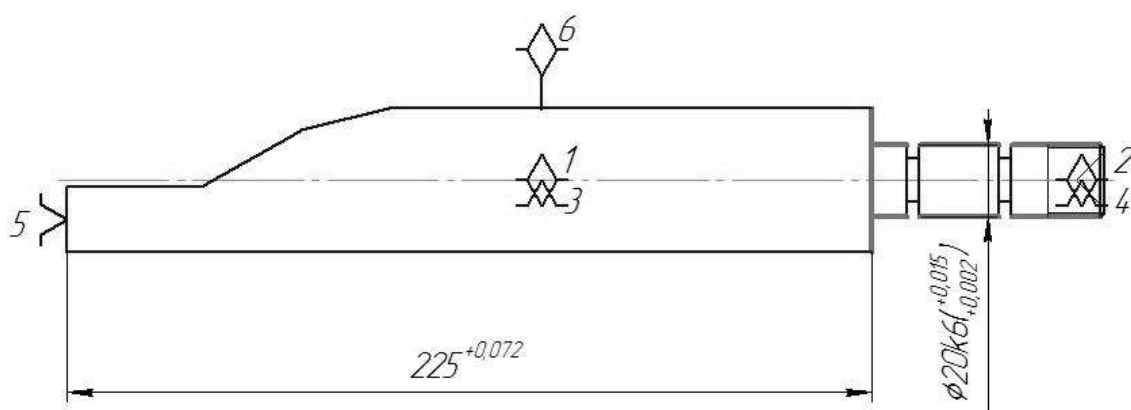


Рисунок 2 – Эскиз операции

Анализ литературы [1] показал, что в данном случае необходимо использовать патрон с цанговым зажимным механизмом.

Определение усилия закрепления производится из уравнения равновесия системы моментов от силы закрепления и резания, действующих на заготовку в процессе обработки. Для составления данного уравнения составляется расчетная схема закрепления заготовки, представленная на

рисунке 3.

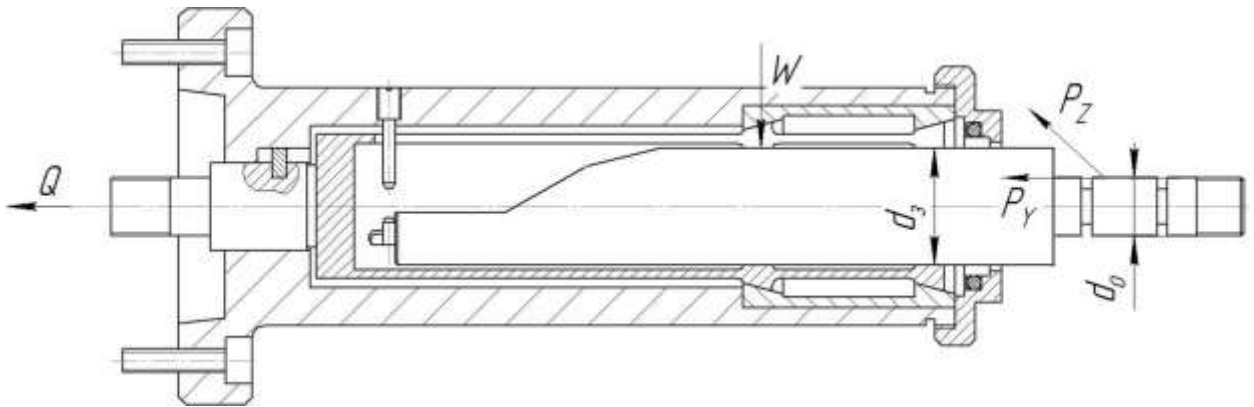


Рисунок 3 – Расчетная схема закрепления

«При шлифовальной обработке для определения основной составляющей силы резания используется формула:

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

где N – мощность резания, кВт;

K_{PZ} – коэффициент, учитывающий фактические условия выполнения операции в направлении силы резания P_Z » [18].

«Для определения тангенциальной составляющей силы резания используется формула:

$$P_Y = (1,3 \dots 1,8) \cdot P_Z \cdot K_{PY}, \quad (22)$$

где K_{PY} – коэффициент, учитывающий фактические условия выполнения операции в направлении силы резания P_Y » [18].

«Мощность резания определяется по формуле:

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

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

v_3 – скорость заготовки, м/мин;

s – продольная подача, мм/об;

d – диаметр шлифуемой поверхности, мм;

b – ширина шлифования, мм» [18].

Проводим расчеты.

$$N = 0,14 \cdot 35^{0,8} \cdot 0,011^{0,8} \cdot 20^{0,2} \cdot 65^{1,0} = 2,7 \text{ кВт.}$$

$$P_Z = \frac{2,7 \cdot 102 \cdot 60}{21} \cdot 1,25 = 983 \text{ Н.}$$

$$P_Y = (1,3 \dots 1,8) \cdot 983 \cdot 1,25 = 2212 \text{ Н.}$$

«Момент от составляющей силы резания P_Z определяется по формуле:

$$M_{P_{PZ}} = P_Z \cdot \frac{d_o}{2}, \quad (24)$$

где d_o – диаметр обрабатываемой поверхности, мм» [1].

«Момент от силы закрепления определяется по формуле:

$$\ll M_{3PZ} = \frac{3 \cdot W \cdot f \cdot d_3}{2}, \quad (25)$$

где W – расчетное усилие зажима, Н;

f – коэффициент;

d_3 – диаметр, за который происходит закрепление, мм» [1].

Приравняв уравнения (24) и (25) выводим уравнение для определения силы закрепления:

$$\ll W = \frac{P_Z \cdot d_o}{3 \cdot f \cdot d_3} \cdot K, \quad (26)$$

где K – коэффициент запаса, учитывающий условия выполнения операции» [1].

$$W = \frac{983 \cdot 20}{3 \cdot 0,2 \cdot 40} \cdot 2,5 = 3979 \text{ Н.}$$

«Усилие, которое должен создать силовой привод для цангового зажимного механизма рассчитывается по формуле:

$$\langle Q = W \cdot \text{tg}(\alpha + \varphi), \quad (27)$$

где α – угол наклона рабочей поверхности цанги;

φ – угол трения рабочей поверхности цанги» [1].

$$Q = 3979 \cdot \text{tg}(15^\circ + 6,5^\circ) = 1568 \text{ Н.}$$

«Создание расчетного усилия зажима обеспечивается поршнем, диаметр которого определяется по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot Q}{P} + d^2}, \quad (28)$$

где d – диаметр штока, мм;

P – давление масла в гидросистеме, МПа» [1].

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot 1568}{0,5} + 30^2} = 86 \text{ мм.}$$

Для облегчения конструирования привода и удешевления его производства принимаем ближайшее большее значение из стандартного ряда номинальных значений диаметров равное 90 мм.

Определим точность приспособления. Для этого составим расчетную размерную схему проектируемого приспособления (рисунок 4).

Из схемы определяем:

$$\varepsilon_y = \frac{\omega \cdot A_\Delta}{2} = \frac{1}{2} \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2}, \quad (29)$$

где Δ_1 – погрешность вызванная неперпендикулярностью выходного конца привода, мм;

Δ_2 – погрешность колебания зазоров в сопряжении, мм;

Δ_3 – погрешность изготовления рабочих поверхностей, мм» [1].

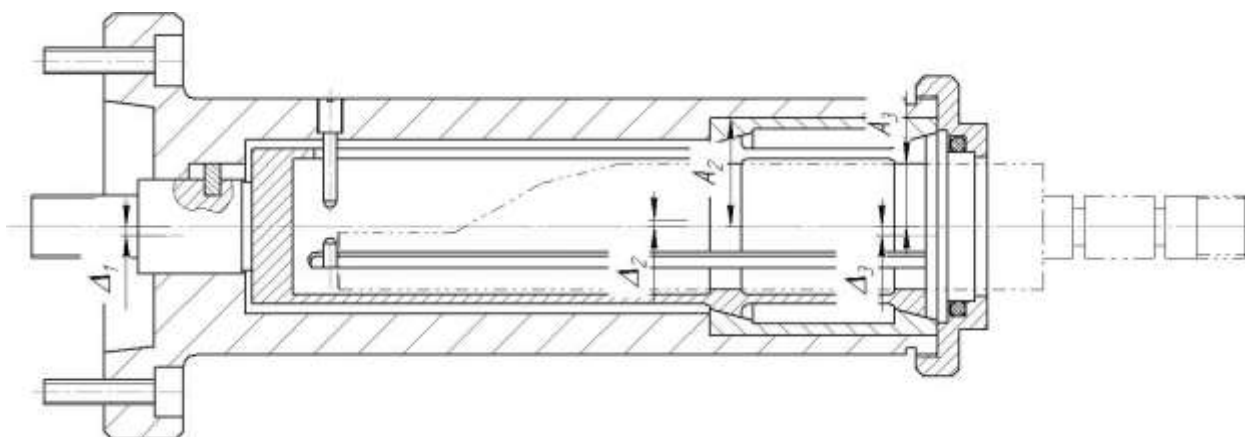


Рисунок 4 – Схема определения погрешностей

Выполняем расчет погрешности установки в приспособлении.

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{0,020^2 + 0,014^2 + 0,025^2} = 0,003 \text{ мм.}$$

Расчетное значение погрешности установки в приспособлении не должно превышать допустимой, которая составляет 0,004 мм. В данном случае это условие выполнено.

Приспособление состоит из корпуса, в который вставляется втулка с коническими направляющими, с установленной в нее цангой. В корпусе также устанавливаются упоры для базирования заготовки в осевом направлении. Цанга соединена со штоком гидроцилиндра.

Установка заготовки происходит следующим образом. Заготовка устанавливается до упоров. В правую полость гидроцилиндра через соответствующее отверстие по гидросистеме подается рабочая жидкость. Поршень движется в сторону обратную данной полости, перемещает шток и соединенную с ним цангу, которая скользит по коническим направляющим и сжимается, обеспечивая тем самым центрирование и закрепление заготовки.

Для раскрепления заготовки масло подается по гидросистеме в левую полость гидроцилиндра, перемещая систему в исходное положение. После чего заготовка может быть снята с приспособления.

Более подробно конструкция приспособления представлена на чертеже графической части работы и в приложении Б.

3.2 Разработка фрезы

Анализ спроектированного технологического процесса, показал, что существенным его недостатком является применение на операции по фрезерованию плоскостей цельных фрез, что существенно увеличивает их стоимость и увеличивает расход дорогостоящего инструментального материала. Решение данной проблемы заключается в проектировании для данной операции сборной фрезы со сменными твердосплавными режущими пластинами по методике [19].

Исходя из характеристик материала заготовки, требуемых режимов резания на операции, стойкости режущего инструмента, точности и качества обрабатываемых поверхностей выбираем в качестве режущих пластин выбираем трехгранные пластины из твердого сплава ВК6.

Для обеспечения требуемой геометрии режущих пластин необходимо определить угол наклона главной режущей кромки относительно нормальной секущей плоскости по формуле:

$$\langle \operatorname{tg} \beta = \frac{\operatorname{tg} \alpha \cdot \sin \varepsilon}{\operatorname{tg} \alpha_1 + \operatorname{tg} \alpha \cdot \cos \varepsilon}, \quad (30)$$

где α – главный задний угол, град;

ε – угол при вершине пластины, град;

α_1 – вспомогательный задний угол, град» [19].

«Угол при вершине пластины определяется по формуле:

$$\varepsilon = 180 - \frac{n-2}{n}, \quad (31)$$

где n – количество граней режущей пластины» [19].

Проводим расчеты.

$$\varepsilon = 180 - \frac{3-2}{3} = 60^\circ.$$

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{\operatorname{tg}15 \cdot \sin 60}{\operatorname{tg}10 + \operatorname{tg}15 \cdot \cos 60} = 0,75.$$

Тогда угол наклона главной режущей кромки относительно нормальной секущей плоскости равен 37° .

«Тогда угол наклона пластины может быть определен из выражения:

$$\operatorname{tg}\mu = \frac{\operatorname{tg}\alpha}{\sin \beta}. \quad (32)» [19].$$

$$\operatorname{tg}\mu = \frac{\operatorname{tg}15}{\sin 37} = 0,45.$$

Тогда угол наклона пластины равен 24° .

На практике для удобства изготовления фрез используется угол между нормальной секущей плоскостью и осью фрезы:

$$\psi = \varphi + \beta - 90^\circ. \quad (33) » [19].$$

$$\psi = 90^\circ + 37^\circ - 90^\circ = 37^\circ.$$

Режущие пластины крепятся к корпусу фрезы при помощи винтов минимально допустимый диаметр которых рассчитывается по формуле:

$$\ll D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot \sigma_d}}, \quad (34)$$

где Q_1 – усилие, действующее на винт в процессе резания, Н.

σ_d – предел прочности материала винта, МПа» [19].

«Усилие, действующее на винт в процессе резания, определяется по формуле:

$$Q_1 = \frac{P_z}{0,7}, \quad (35)$$

где P_{zmax} – максимальное значение силы резания, Н» [19].

Производим расчеты.

$$Q_1 = \frac{720}{0,7} = 1030 \text{ Н.}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 1030}{\pi \cdot 650}} = 1,6 \text{ см.}$$

При проектировании системы крепления режущих пластин к корпусу фрезы следует учесть полученное значение минимально допустимого диаметра винта. Более подробно конструкция спроектированной фрезы приведена на листе графической части работы и в приложении Б пояснительной записки.

В ходе выполнения данного раздела проведено совершенствование технологического процесса путем устранения выявленных технических недостатков базовой технологии. Для этого спроектирован цанговый патрон для шлифовальной операции с механизированным зажимом, который реализует схему базирования и фреза сборной конструкции, которая позволила заменить более дорогостоящий цельный инструмент на фрезерной операции.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

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

Обеспечение производственной безопасности на участке по изготовлению шток-клина зажимного механизма призматических тисков является важной задачей. Ее решение основано на анализе выполняемых технологических операций, используемого оборудования, материалов веществ и средств оснащения. Данную информацию представим в виде паспорта (таблица 6), составленного на основе рекомендаций [4].

Таблица 6 – «Технологический паспорт технического объекта»

Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества
технологический процесс изготовления шток-клина зажимного механизма призматических тисков	фрезерная операция	оператор станков с числовым программным управлением	вертикально-фрезерный 6P11ФЗ-1, тиски самоцентрирующие, фреза специальная ВК6М	сталь 20ХГСА ГОСТ 4543-71, ветошь, смазочно-охлаждающая жидкость
	шлифовальная операция	шлифовщик	торцевкруглошлифовальный 3Т153Е, патрон цанговый специальный, круг 3 23А46М8V5	сталь 20ХГСА ГОСТ 4543-71, ветошь, смазочно-охлаждающая жидкость» [4]

Как видно из представленного технологического паспорта особенностью технологического процесса является широкое использование

станков оснащенных системами числового программного управления. Это приводит к необходимости использования соответствующих средств технологического оснащения и технических жидкостей при выполнении технологических операций.

4.2 Идентификация профессиональных рисков

Следующим этапом разработки системы обеспечения производственной безопасности является оценка профессиональных рисков, которая заключается в выявлении опасных и вредных факторов, возникающих в ходе выполнения технологического процесса и источников их возникновения в соответствии с рекомендациями [4]. Перечень опасных и вредных факторов приведенных в таблице 7, составляется на основе анализа соответствующего списка государственного стандарта и рекомендаций [4] применительно к спроектированной технологии.

Таблица 7 – «Идентификация профессиональных рисков»

Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и/или вредный производственный фактор	Источник опасного и/или вредного производственного фактора
фрезерная операция, шлифовальная операция	неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним	станок, средства технологического оснащения, технологический транспорт
	опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой, могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей человека	станок, средства технологического оснащения
	опасные и вредные производственные факторы, связанные с повышенным уровнем общей вибрации	станок, средства оснащения, транспорт»[4]

Продолжение таблицы 7

«Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и/или вредный производственный фактор	Источник опасного и/или вредного производственного фактора
—	опасные и вредные производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризующиеся повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума	станок, средства технологического оснащения, технологический транспорт
	опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий, включая действие молнии и высоковольтного разряда в виде дуги, а также электрического разряда живых организмов	станок
	отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения	станок, средства технологического оснащения
	вещества, обладающие острой токсичностью по воздействию на организм	смазочно-охлаждающая жидкость
	физическая динамическая нагрузка	станок, средства технологического оснащения, технологический транспорт
	стереотипные рабочие движения	станок, средства технологического оснащения, технологический транспорт» [4]

Приведенные в таблице 7 опасные и вредные факторы могут нанести вред работникам производства, а часть из них повлиять на качество выполняемых работ. Основными источниками опасных и вредных факторов являются технологическое оборудование и средства технологического оснащения.

4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Устранение влияния опасных и вредных факторов произведем путем разработки соответствующих организационных мероприятий и применением технических средств, представленных в таблице 8.

Таблица 8 – «Организационно-технические методы и технические средства устранения или снижения негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов»

Опасный и/или вредный производственный фактор	Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним	инструктаж по охране труда, устройства, ограждающие опасные зоны, зачистка заусенцев	фартук для защиты от общих производственных загрязнений, перчатки трикотажные с точечным полимерным покрытием, очки защитные
опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека	инструктаж по охране труда, устройства, ограждающие опасные зоны	костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий или халат для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий, нарукавники, перчатки трикотажные с точечным полимерным покрытием
опасные и вредные производственные факторы, связанные с повышенным уровнем общей вибрации	инструктаж, виброгасящие устройства и приспособления	ботинки кожаные с защитным подноском
опасные и вредные производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями и повышенным уровнем шума	инструктаж, устройства и приспособления, поглощающие и снижающие уровень шума	наушники противозумные или вкладыши противозумные» [4]

Продолжение таблицы 8

«Опасный и/или вредный производственный фактор	Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий	инструктаж по охране труда, устройства, ограждающие опасные зоны, устройства заземления оборудования, изоляции токоведущих частей, система аварийного отключения оборудования, средства изоляции	спецодежда
отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения	инструктаж по охране труда, устройства местного освещения	–
вещества, обладающие острой токсичностью по воздействию на организм	инструктаж по охране труда, устройств ограждающие опасные зоны	халат для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий, нарукавники
физическая динамическая нагрузка	инструктаж по охране труда, периодические регламентируемые перерывы	–
стереотипные рабочие движения	инструктаж по охране труда, регламентируемые перерывы» [4]	–

Разработка приведенных в таблице 8 мер позволит снизить влияние опасных и вредных факторов до нормативных значений, что обеспечит соответствующие условия труда, снизит риск травматизма и появления профзаболеваний.

Выполнение данного раздела позволило рассмотреть вопросы обеспечения производственной, противопожарной и экологической безопасности выполнения технологического процесса. Для выявленных проблем предложены мероприятия по снижению и устранению их влияния.

5 Экономическая эффективность работы

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

При написании бакалаврской работы было предложено изменить на операции 035 фрезерной инструмент и на операции 060 шлифовальной оснастку. Эти изменения привели к сокращению трудоемкости выполнения операций, что с технологической точки зрения доказывает эффективность данного изменения. Однако, это предстоит подтвердить еще и с экономической точки зрения, что и будет выполнено в рамках раздела 5 бакалаврской работы.

Все необходимые технические параметры, такие как: основное и штучное время, модель оборудования, наименование инструмента и оснастки, применяемые на операциях 035 и 060, были взяты из предыдущих разделов бакалаврской работы. Для сбора информации по остальным параметрам, необходимым для расчета: мощность и занимаемая площадь оборудования, цены оснастки и инструмента, часовые тарифные ставки, тарифы по энергоносителям и многое другое, использовались разные источники:

- паспорт станка;
- данные предприятия по тарифам на энергоносители;
- сайты с ценами на оборудование, оснастку и инструмент, и другие источники.

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

- «капитальные вложения по сравниваемым вариантам;

- технологическая себестоимость изменяющихся по вариантам операций;
- калькуляция себестоимости обработки детали по вариантам технологического процесса;
- приведенные затраты и выбор оптимального варианта;
- показатели экономической эффективности проектируемого варианта техники (технологии)» [8, с. 15–23].

Далее представлены основные результаты проведенных расчетов. На рисунке 5, показаны величины, из которых складываются капитальные вложения, которые составят 18 172,66 рублей.

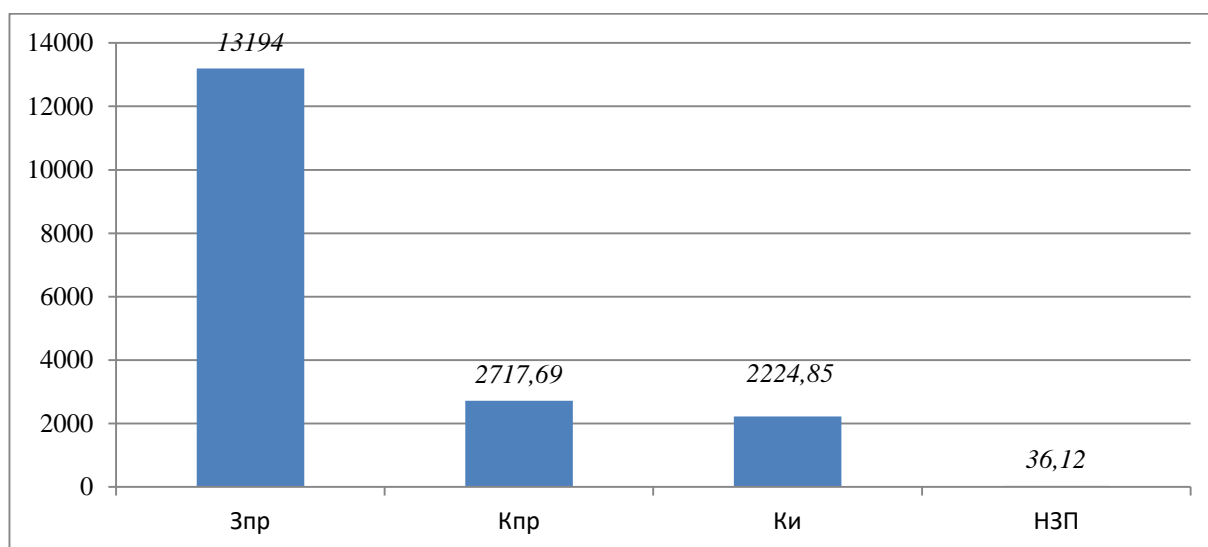


Рисунок 5 – Величина затрат, входящих в капитальные вложения, предложенного проекта, руб.

Анализируя, представленные на рисунке 5, данных, можно сделать вывод о том, что самыми капиталоемкими затратами являются затраты на проектирование ($Z_{пр}$) с величиной 72,6 %. Далее – затраты на приобретение приспособления ($K_{пр}$), их доля составляет 14,95 %. На третьем месте – затраты на инструмент ($K_{и}$), со значением 12,24 %. В конце списка находится величина оборотных средств (НЗП) – данная доля составляет 0,2 %.

На рисунке 6 представлены параметры, из которых складывается технологическая себестоимость детали «Шток-клин зажимного механизма призматических тисков», по двум сравниваемым вариантам технологического процесса.

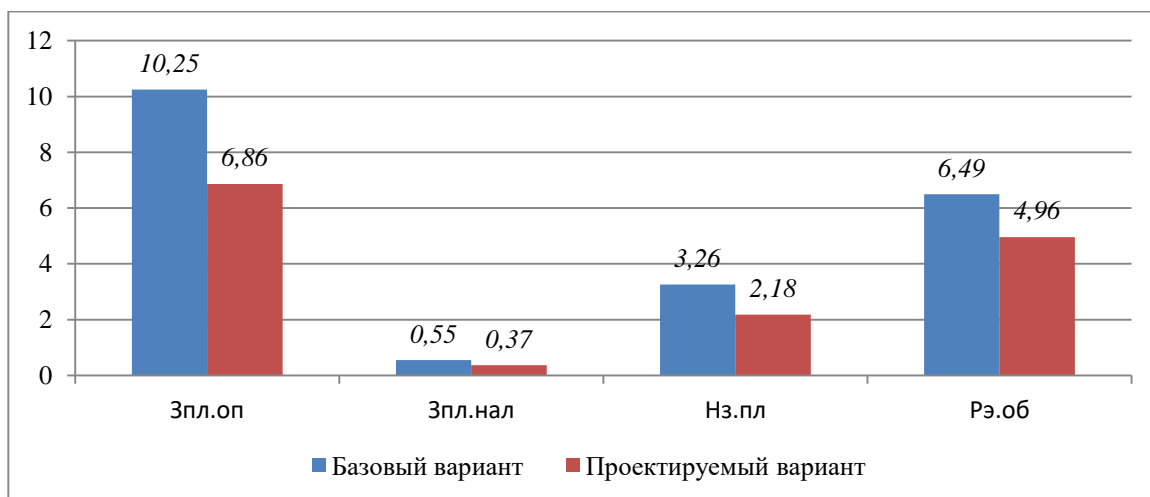


Рисунок 6 – Слагаемые технологической себестоимости изготовления детали «Шток-клин», по вариантам, руб.

Как видно из рисунка 6, значение величины основных материалов за вычетом отходов не использовалось для определения вышеуказанного параметра, так как в процессе совершенствования технологического процесса, способ получения заготовки не менялся, поэтому эта величина остается без изменения, а на определение разницы в себестоимости между вариантами она не окажет влияния.

Анализируя диаграмму на рисунке 6, видно, что только одна величина имеет максимальную долю в общей величине технологической себестоимости, это заработная плата рабочего оператора ($Z_{пл.оп}$), с объемом величины 49,88 % для базового варианта и 47,76 % для проектируемого варианта, от всего значения технологической себестоимости.

Данные параметры позволили сформировать значение полной себестоимости. Результаты калькуляции себестоимости обработки детали «Шток-клин зажимного механизма призматических тисков» по операциям

035 и 060 технологического процесса, представлены на рисунке 7. Согласно этому рисунку, полная себестоимость в базовом варианте составит 60,01 рублей, а в проектном – 40,81 рублей.

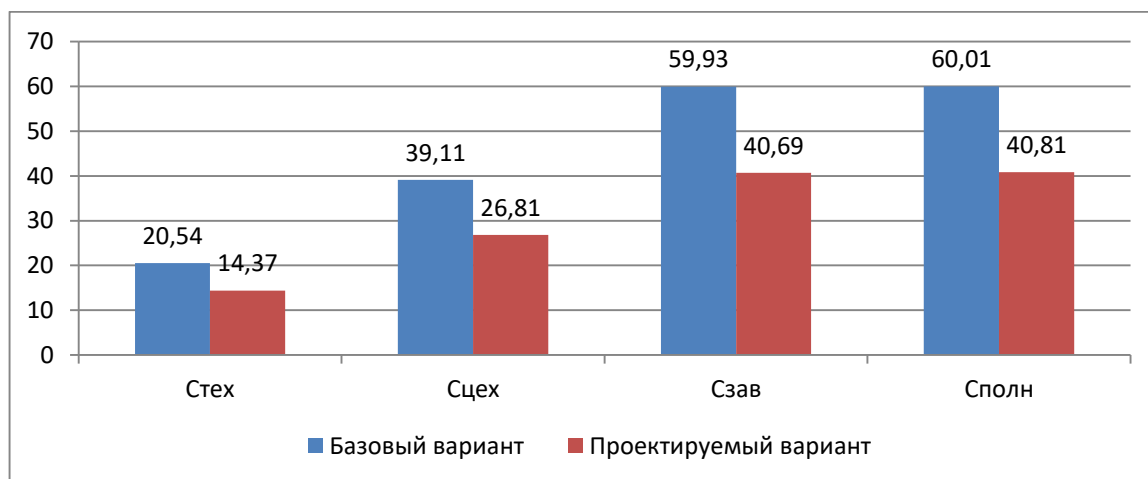


Рисунок 7 – Калькуляция себестоимости, по вариантам технологического процесса, руб.

Дальнейшие расчеты показали, что капитальные вложения, в размере 18172,66 рублей, окупятся в течение одного года. Такой срок является более чем допустимым для совершенствования технологического процесса. Однако прежде чем говорить об его эффективности, проанализируем такой экономический параметр как интегральный экономический эффект или чистый дисконтируемый доход. Величина данного показателя составляет 3260,81 рубля со знаком «плюс», что доказывает эффективность предложенных мероприятий. А это значит, что на каждый вложенный рубль будет получен доход 1,18 рублей.

Заключение

Результатом выполнения данной выпускной квалификационной работы стала разработка технологического процесса изготовления шток-клина зажимного механизма призматических тисков. Данный технологический процесс обеспечит выпуск необходимого количества деталей заданного качества при условии обеспечения минимальных экономических затрат в условиях среднесерийного производства.

Достижение данных результатов было обеспечено путем решения следующих задач. Проведен анализ исходных данных, на основе которого поставлены задачи работы и выполняется их дальнейшее решение. Разработана технология изготовления детали. Решена задача выбора метода получения заготовки на основе экономического сравнения и проведено ее проектирование. Определены припуски на обработку поверхностей с учетом особенностей типа производства. Разработан технологический маршрут и план изготовления детали на основе типовой технологии. Выбрано оборудование и технологическая оснастка, определены режимы резания на операции механической обработки и проведено их нормирование. Проведен анализ спроектированного технологического процесса и выявлены его недостатки. Для их устранения проведено совершенствование базового технологического процесса путем проектирования цангового патрона, который позволил реализовать сложную с точки зрения реализации при данной конструкции детали схему базирования и фрезы способной полностью заменить более дорогостоящий импортный аналог без потери технических характеристик. Решена задача обеспечения безопасности выполнения спроектированного технологического процесса, путем его анализа на соответствие нормам и разработки обеспечивающих их мероприятий. Рассчитаны экономические показатели спроектированного техпроцесса, которые подтвердили правильность принятых технических решений.

Список используемых источников

1. Блюменштейн В.Ю. Проектирование технологической оснастки : учебное пособие для вузов / В.Ю. Блюменштейн, А.А. Клепцов. – 4-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 220 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/166346> (дата обращения: 15.09.2021).
2. Болтон У. Карманный справочник инженера-метролога / У Болтон. – М. : ДМК Пресс, 2010. – 380 с.
3. Воронов Д.Ю. Проектирование и производство заготовок изделий машиностроительного производства : учебно-методическое пособие / Д.Ю. Воронов, В.М. Боровков, И.В. Кузьмич. – Тольятти : ТГУ, 2018. – 203 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/140032> (дата обращения: 15.08.2021).
4. Горина Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта» : электрон. учеб.-метод. пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. – Тольятти. : Изд-во ТГУ, 2018. – 41 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/8767> (дата обращения: 11.10.2021).
5. ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – Введ. 1990-01-07. – М. : Изд-во стандартов, 1990. – 83 с.
6. Клепиков В.В. Технологическая оснастка: станочные приспособления: учеб. пособие / В.В. Клепиков. – Москва. : ИНФРА-М, 2019. – 345 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/765631> (дата обращения: 24.08.2021).
7. Копылов Ю.Р. Технология машиностроения : учебное пособие / Ю.Р. Копылов. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. – 252 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/142335> (дата обращения: 16.08.2021).
8. Краснопевцева И.В. Экономика и управление машиностроительным производством: электрон. учеб.-метод. пособие / И.В. Краснопевцева, Н.В.

Зубкова. – Тольятти. : ТГУ, 2014. – 183 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/13> (дата обращения: 16.10.2021).

9. Крупенников О.Г. Высокие технологии в машиностроении : учебно-методическое пособие / О Г. Крупенников. – Ульяновск : УлГТУ, 2019. – 81 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/165090> (дата обращения: 09.09.2021).

10. Макаров В.Ф. Выбор абразивных инструментов и режимов резания для высокоэффективного шлифования заготовок : учебное пособие / В.Ф. Макаров. – Пермь : ПНИПУ, 2011. – 231 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/160502> (дата обращения: 11.09.2021).

11. Меринов В.П. Технология изготовления деталей: курсовое проектирование по технологии машиностроения: учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по специальности "Технология машиностроения" направления подготовки "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в" / В.П. Меринов, А.М. Козлов, А.Г. Схиртладзе ; 4-е изд., перераб. и доп. - гриф МО. - Старый Оскол. : ТНТ, 2015. – 263 с.

12. Назначение рациональных режимов резания при механической обработке: учебное пособие / В.М. Кишуров, М.В. Кишуров, П.П. Черников, Н. В. Юрасова. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2019. – 216 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/121986> (дата обращения: 28.09.2021).

13. Погонин А.А. Технология машиностроения : учебник / А.А. Погонин, А.А. Афанасьев, И.В. Шрубченко. – 3-е изд., доп. – Москва : ИНФРА-М, 2020. – 530 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1045711> (дата обращения: 21.08.2021).

14. 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.

15. 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: 05.09.2021).

16. Седых Л.В. Технология машиностроения: практикум / Л.В. Седых. – Москва. : МИСиС, 2015. – 73 с. [Электронный ресурс] – URL: <https://e.lanbook.com/book/69757> (дата обращения: 19.08.2021).

17. 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.

18. 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.

19. Схиртладзе А.Г. Проектирование режущих инструментов : учебное пособие / А.Г. Схиртладзе, В.А. Иванов, В.К. Перевозников. – Пермь : ПНИПУ, 2006. – 208 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/160688> (дата обращения: 20.09.2021).

20. Химический состав и физико-механические свойства стали 20ХГСА [Электронный ресурс]. – URL: https://metallicheckiportal.ru/marki_metallov/stk/20XGSA (дата обращения: 11.08.2021).

21. Ямников А. С. Расчет припусков и проектирование заготовок / А.С. Ямников, Е.Ю. Кузнецов, М.Н. Бобков ; под редакцией А.С. Ямникова. – Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. – 328 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/148337> (дата обращения: 18.09.2021).

Приложение А

Технологическая документация

Таблица А.1 – Технологическая документация

Дибл																	
Взам																	
Подп																	
Разработал	Тарасов					ТГУ Кафедра ОТМП											
Проверил	Козлов																
Утвердил						Штак-клин											
Н.контр																	
М01	Сталь 20ЛГСА ГОСТ 4543-71																
М02	Код	СВ	МД	ЕН	Н.доск.	КМТ	Код заготовки	Профиль и размеры					КД	МБ			
		166	208	1		Q77		#454x2952					1	27			
А	Цик	Уч	РМ	Опер	Код наименования операции				Обозначение документа								
Б	Код наименования операции				О*	мод.	Р	УТ	МР	КОМ	ЕН	ОП	Куп	Тор	Туп		
А03	<i>XX XX XX 000 Заготовительная</i>																
Б04	<i>Горизонтально кобачная машина</i>																
О5																	
А06	<i>XX XX XX 005 4269 Фрезерно-центровальная</i>																
Б07	<i>381631 Фрезерно-центровальный МР-78 З 17845 312 1Р 1 1 1 800 1 125</i>																
П08	<i>Фрезеровать торцы 1, 13 в размер 290^{+0,20}, сверлить отверстие в размер $\phi 4,5^{+0,048}$</i>																
Т09	<i>396131 Тиски самоцентрирующие специальные; 391801 Фреза торцовая $\phi 100$ ГОСТ 9473-80 Т5К10;</i>																
Т10	<i>391267 Сверло центровочное А4,5 Р6М5; 393400 Калибр; 393311 Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 160-80.</i>																
П11																	
А12	<i>XX XX XX 010 4110 Токарная</i>																
Б13	<i>381101 Токарный 16К20Ф3 3 18217 312 1Р 1 1 1 800 1 0,93</i>																
П14	<i>Точить последовательно поверхности и торцы 6, 7 в размер $\phi 20,96^{+0,21}$ $225^{+0,48}$</i>																
Т15	<i>396190 Патрон цанговый специальный; 392841 Центр упорный №3 ГОСТ 8742-75; 392101 Резец</i>																
Т16	<i>кантурный ГОСТ 18879-73 Т15К6; 393311 Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-89.</i>																
МК																	

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	Кит	Тпоз	Тшт
Б	Код, наименование оборудования					СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кит	Тпоз	Тшт
А 19	XX XX XX	015	4110	Токарная												
Б 20	381101	Токарный 16К20Ф3	3	18217	312	1Р	1	1	1	800	1					1,27
О 21	Точить поверхность 5 в размер $\phi 41,361^{+0,25}$															
Т 22	396190 Патрон цанговый специальный; 392101 Резец контурный ГОСТ 18879-73 Т15К6; 393311															
Т 23	Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-89.															
24																
А 25	XX XX XX	020	4110	Токарная												
Б 26	381101	Токарный 16К20Ф3	3	18217	312	1Р	1	1	1	800	1					1,18
О 27	Точить последовательно поверхности и торцы 6, 7, 9, 11, 12, 14, 15, 16 в размер $\phi 21,4^{+0,084}$, $\phi 12^{+0,07}$															
Т 28	M20x15, $225,7^{+0,165}$, $235^{+0,165}$, $260^{+0,21}$, $289^{+0,21}$ 1x45.															
Т 29	396190 Патрон цанговый специальный; 392841 Центр упорный №3 ГОСТ8742-75; 392104 Резец															
Т 30	контурный ГОСТ 18879-73 Т30К4; 392104 Резец канавочный ГОСТ 18879-73 Т5К10; 392131 Резец															
Т 31	резьбовой ГОСТ18879-73 Т5К10; 393311 Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-89.															
32																
А 33	XX XX XX	025	4110	Токарная												
Б 34	381101	Токарный 16К20Ф3	3	18217	312	1Р	1	1	1	800	1					1,64
О 35	Точить поверхность 1, 5, 20 в размер $\phi 40,857^{+0,084}$, $258^{+0,21}$ 1x45.															
Т 36	396190 Патрон цанговый специальный; 392101 Резец контурный специальный Т30К4; 393311															
Т 37	Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-89.															
38																
А 39	XX XX XX	030	4260	Фрезерная												
Б 40	381210	Фрезерный с ЧПУ 6Р11Ф3-1	3	17335	422	1Р	1	1	1	800	1					0,94
О 41	Фрезеровать поверхности 17, 18, 19 в размер $126^{+0,16}$, $158^{+0,16}$, $18^{+0,07}$, $12^{+0,043}$															
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	Кит	Тпаз	Тшт
Т 69	396131 Тиски самоцентрирующие специальные; 391822 Фреза концевая $\phi 12$ ГОСТ 17025-71 Р6М5;																
Т 70	393610 Шаблон.																
71																	
А 72	XX XX XX 035 4260 Фрезерная																
Б 73	381210 Фрезерный с ЧПУ 6Р11Ф3-1					3	17335	422	1Р	1	1	1	800	1			13
О 74	Фрезеровать поверхности 2, 3, 4 в размер					$135^{+0,16}$	$160^{+0,16}$	$18^{+0,07}$									
Т 75	396131 Тиски самоцентрирующие специальные; 391822 Фреза концевая $\phi 60$ специальная ВК6М;																
Т 76	393311 Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-89.																
77																	
А 78	XX XX XX 040 Термическая																
79																	
А 80	XX XX XX 045 Правильная																
81																	
А 82	XX XX XX 050 4131 Шлифовальная																
Б 83	381311 Бесцентровошлифовальный 3М184					3	18873	312	1Р	1	1	1	800	1			1,08
Б 84	Шлифовать поверхность 5 в размер					$\phi 40,372^{+0,033}$											
О 85	39810 Круг шлифовальный; 393421 Микрометр МР-70 ГОСТ 6507-90.																
Т 86																	
А 87	XX XX XX 055 4131 Шлифовальная																
Б 88	381311 Торцевкруглошлифовальный 3Т153Е					3	18873	312	1Р	1	1	1	800	1			11
О 89	Шлифовать поверхности 6, 7, 9, 11 в размер					$\phi 20,4^{+0,033}$	$225,4^{+0,072}$										
Т 90	396190 Патрон цанговый специальный; 39810 Круг шлифовальный; 393421 Микрометр МР-70																
Т 91	ГОСТ 6507-90.																
МК																	

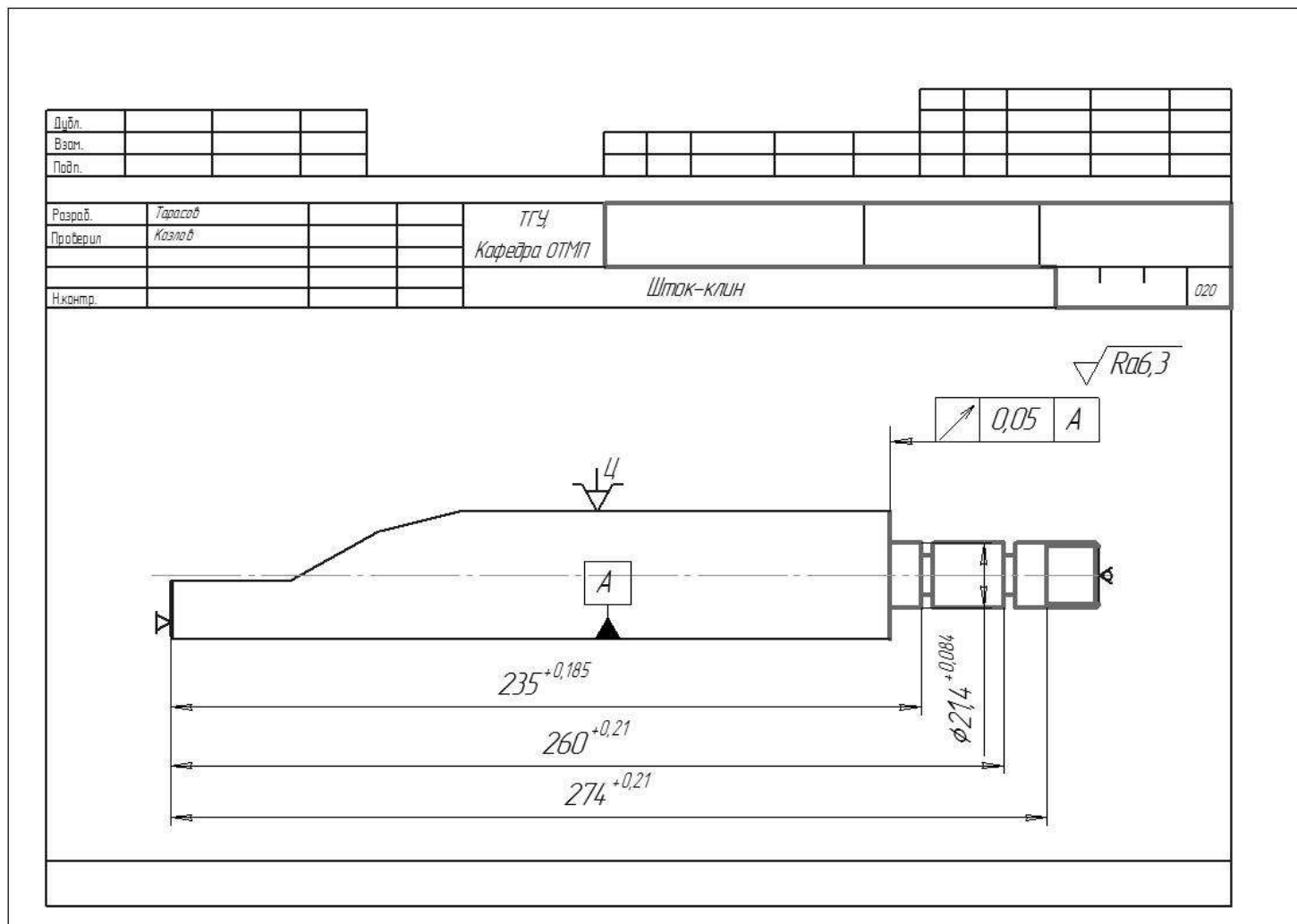
Продолжение Приложения А

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	Кит	Тпоз	Тшт
A 94					XX XX XX 060 4131 Шлифовальная												
Б 95					381311 Бесцентровошлифовальный ЗМ184 3 18873 312 1Р 1 1 1 800 1 1,0												
О 96					Шлифовать поверхность 5 в размер $\phi 40,028^{+0,010}$												
Т 97					39810 Круг шлифовальный; 393421 Микрометр МР-70 ГОСТ6507-90.												
98																	
A 99					XX XX XX 065 4131 Шлифовальная												
Б 100					381311 Торцекруглошлифовальный ЗТ153Е 3 18873 312 1Р 1 1 1 800 1 1,5												
О 101					Шлифовать поверхности 6, 7, 9, 11 в размер $\phi 20,002^{+0,015}$, $225^{+0,072}$												
Т 102					396190 Патрон цанговый специальный; 39810 Круг шлифовальный; 393421 Микрометр МР-70												
Т 103					ГОСТ6507-90.												
104																	
A 105					XX XX XX 070 4133 Шлифовальная												
Б 106					381313 Плоскошлифовальный ЗЕ711ВФ3-1 3 18873 312 1Р 1 1 1 800 1 3,94												
О 107					Шлифовать поверхности 2, 3, 4 в размер $135^{+0,16}$, $160^{+0,16}$, $18^{+0,07}$												
Т 108					396131 Тиски самоцентрирующие специальные; 39810 Круг шлифовальный; 393421 Микрометр МР-70												
Т 109					ГОСТ6507-90.												
110																	
A 111					XX XX XX 075 4191 Полировальная												
Б 112					381337 Полировально-шлифовальный ЗА352 3 18873 312 1Р 1 1 1 800 1 0,89												
О 113					Полировать поверхность 5 в размер $\phi 40,028^{+0,010}$												
Т 114					396190 Патрон цанговый специальный; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная.												
115																	
A 116					XX XX XX 080 Мречная												
МК																	

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1



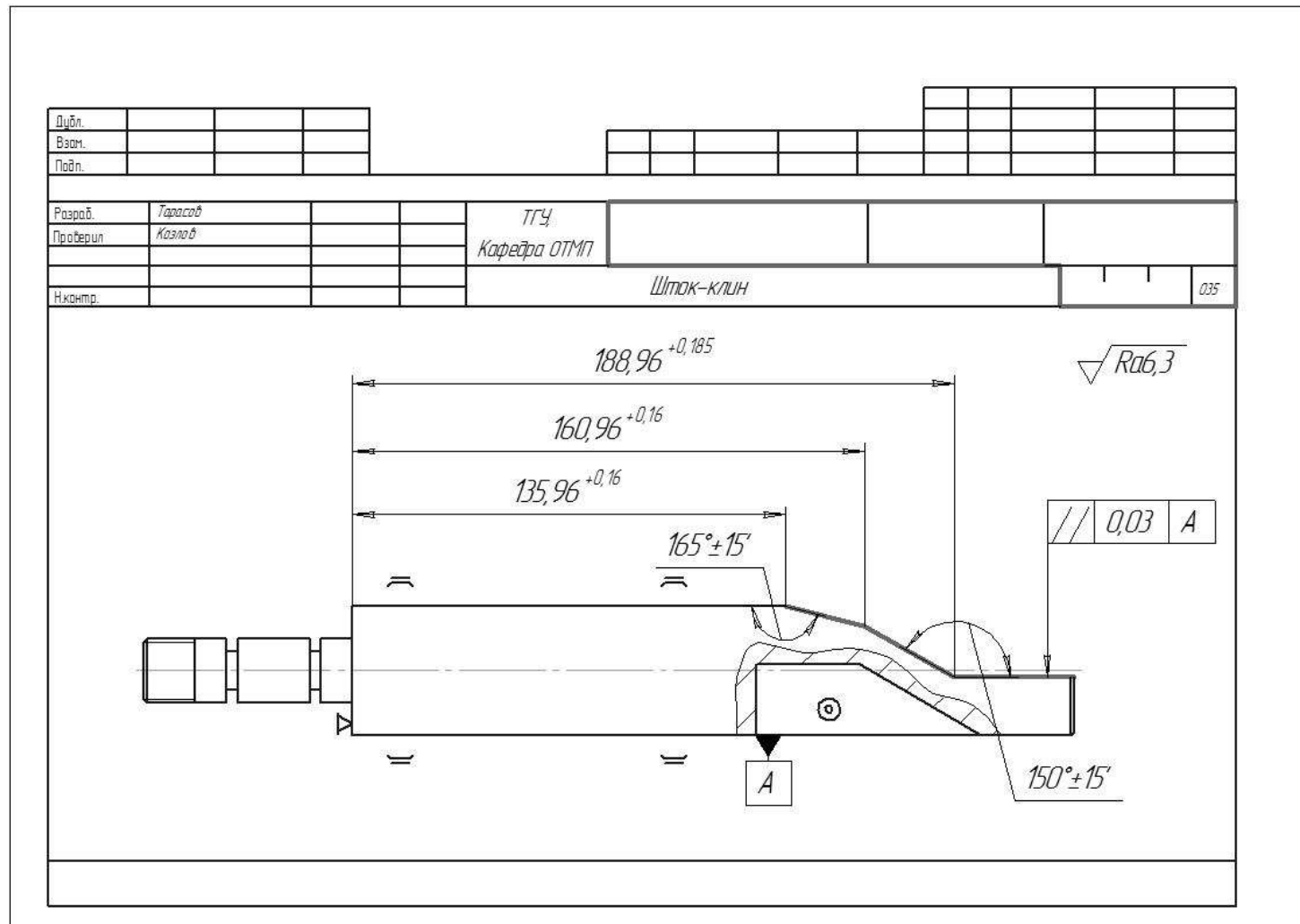
Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.116-82										Форм 1			
Дубл.													
Взам.													
Подп.													
Разраб.	Тарасов			ТГУ									
Проверил	Козлов			Кафедра ОТМП									
Н.контр.				Шток-клин						Цех	Уч.	Р.М.	Опер.
Наименование операции		Материал			Твердость	EB	MD	Профиль и размеры			МВ	КОИД	
Токарная		Сталь 20ХГСА ГОСТ 4543-71				166	208	#45,4x295,2			2,7	1	
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы			то	тв	тгв	тшт	сок				
16К20Ф3					0,4			1,18	Угрюмов-1				
		пи	о	или в	L	f	i	s	п	v			
01	1. Установить заготовку												
T ₀₂	396190 Патрон цанговый специальный; 392841 Центр упорный №3 ГОСТ8742-75; 392104 Резец												
T ₀₃	контурный ГОСТ 18879-73 Т30К4; 392104 Резец канавочный ГОСТ 18879-73 Т5К10; 392131 Резец												
T ₀₄	резьбовой ГОСТ18879-73 Т5К10; 393311 Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 186-89.												
05	2. Точить поверхности выдерживая размеры согласно эскиза.												
P ₀₆		1				1,3		0,15	1600	201			
P ₀₇		2				3,5		0,1	1600	60			
P ₀₈		3				0,3		1,5	1600	101			
09	3. Открепить, снять деталь с приспособления, положить на тележку.												
10													

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1



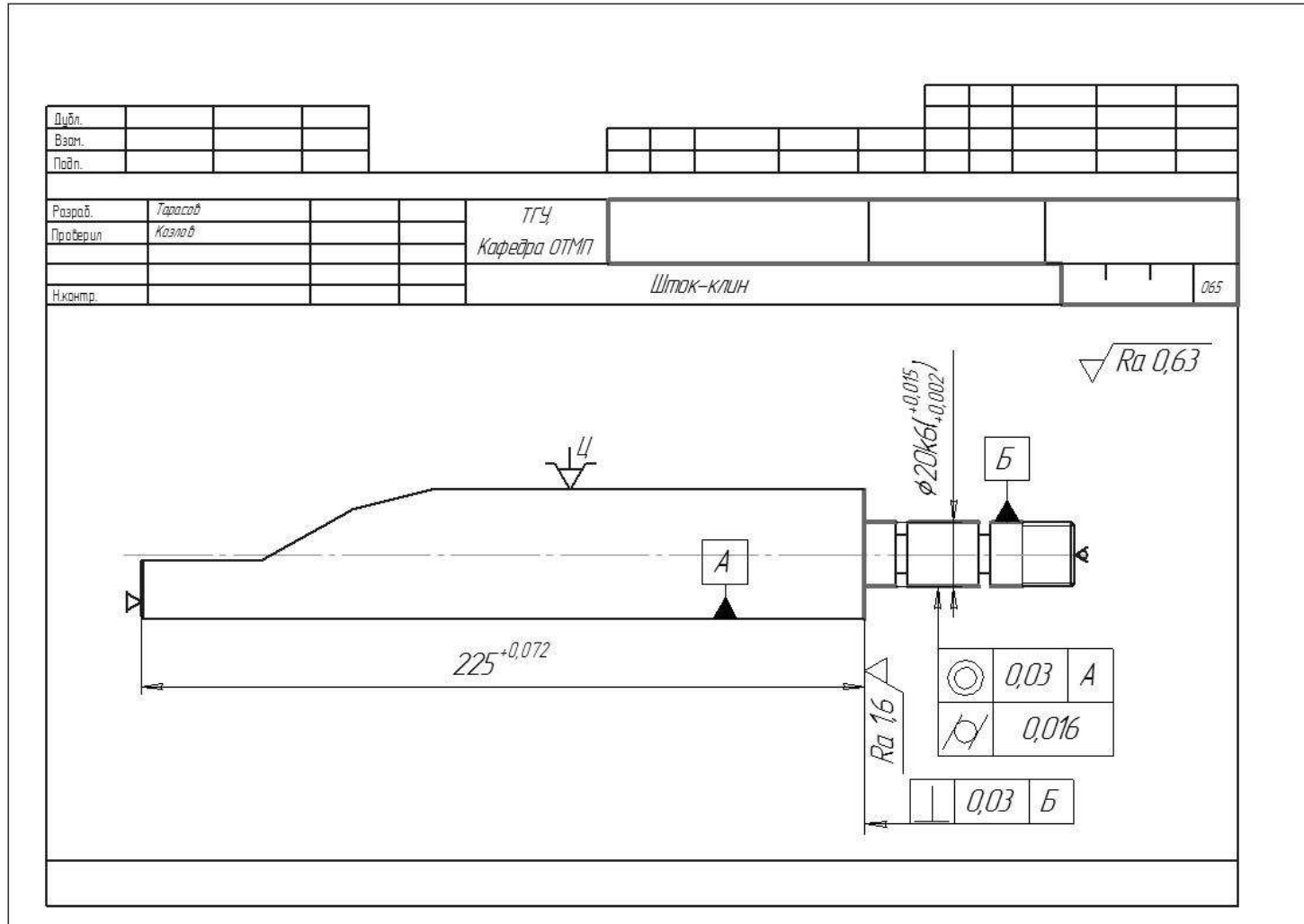
Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

										ГОСТ 3.116-82		Форм 1		
Дубл.														
Взач.														
Подп.														
Разраб.	Тарасов			ТГУ										
Проверил	Козлов			Кафедра ОТМП										
Н.контр.				Шток-клин							Цех	Уч.	Р.М.	Опер.
Наименование операции		Материал			Твердость	EB	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД		
Фрезерная		Сталь 20ХГСА ГОСТ 4543-71				166	2,08	#45,4x295,2			2,7	1		
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы			То	Тв	Тра	Тшт	Сок					
БР11Ф3-1					0,52			1,3	Укринал-1					
		пи	о или в	Л	г	и	с	п	v					
01	1. Установить заготовку													
Т.оп	396131 Тиски самоцентрирующие специальные; 391822 Фреза концевая $\phi 12$ ГОСТ 17025-71 РАМБ;													
Т.об	393610 Шаблон.													
04	2. Точить поверхности выдерживая размеры согласно эскиза.													
Р.об	1				0,9		0,1		980		186			
Р.об	2				0,6		0,08		1100		200			
07	3. Открепить, снять деталь с приспособления, уложить на тележку.													
08														
09														
10														

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1



Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

										ГОСТ 3.116-82				Форм 1	
Дубл.															
Взач.															
Подп.															
Разраб.	Тарасов			ТГУ											
Проверил	Козлов			Кафедра ОТМП											
Н.контр.				Шток-клин							Цех	Уч.	Р.М.	Опер.	065
Наименование операции		Материал			Твердость	EB	МД	Профиль и размеры				МЗ	КОИД		
Шлифовальная		Сталь 20ХГСА ГОСТ 4543-71				166	2,08	#45,4x295,2				2,7	1		
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы			то	то	то	тшт	сск						
3Т153Е					0,27			1,5	Украина-1						
				пи	о	и	в	л	т	и	с	п	в		
01	1. Установить заготовку														
Т.оп	396190 Патрон цанговый специальный; 39810 Круг шлифовальный; 393421 Микрометр МР-70														
Т.об	ГОСТ6507-90.														
04	2. Точить поверхности выдерживая размеры согласно эскиза.														
Р.об	1														
											0,011	320	35		
06	3. Открепить, снять деталь с приспособления, уложить на тележку.														
07															
08															
09															
10															

Приложение Б

Спецификации к сборочным чертежам

Таблица Б.1 – Спецификации к сборочным чертежам

		Формат Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме- чание	
								Лист
Перв. примен.					<u>Документация</u>			
	A1			21БР.ОТМП.355.65.00.000СБ	Сборочный чертеж			
Склад №					<u>Детали</u>			
	A4	1		21БР.ОТМП.355.65.00.001	Муфта	1		
	A4	2		21БР.ОТМП.355.65.00.002	Корпус патрона	1		
	A4	3		21БР.ОТМП.355.65.00.003	Корпус муфты	1		
	A4	4		21БР.ОТМП.355.65.00.004	Корпус привода	1		
	A4	5		21БР.ОТМП.355.65.00.005	Крышка	1		
	A4	6		21БР.ОТМП.355.65.00.006	Крышка задняя	1		
	A4	7		21БР.ОТМП.355.65.00.007	Крышка привода	1		
	A4	8		21БР.ОТМП.355.65.00.008	Поршень	1		
	A4	9		21БР.ОТМП.355.65.00.009	Стакан	1		
	Лист и дата	A4	10		21БР.ОТМП.355.65.00.010	Упор	3	
		A4	11		21БР.ОТМП.355.65.00.011	Цанга	1	
A4		12		21БР.ОТМП.355.65.00.012	Шток	1		
Инв. № дробл.					<u>Стандартные изделия</u>			
		13			Винт М8х30 ГОСТ 11738-72	6		
		14			Винт М8х25 ГОСТ 11738-72	6		
Взам. инв. №		15			Винт М8х30 ГОСТ 14738-72	3		
Лист и дата	21БР.ОТМП.355.65.00.000							
	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Инв. № лодк.	Разраб.	Тарасов				Лит.	Лист	Листов
	Проб.	Козлов					1	2
	Н.контр.	Козлов				ТГУ, ИМ гр. ТМдд-1601д		
	Утв.	Логинов				Формат А4		

