

Аннотация

Газеева Яна Александровна. Технологический процесс изготовления шкива поршневого бустера. Оборудование и технологии машиностроительного производства. ТГУ Тольятти, 2020 г.

Цель выпускной квалификационной работы заключается в проектировании технологического процесса изготовления шкива поршневого бустера, отвечающего условиям обеспечения требуемых качественных, количественных и экономических показателей.

Выпускная квалификационная работа состоит из пяти разделов. Первый раздел содержит анализ исходных данных и формулировку основных задач работ. Второй раздел содержит определение основных характеристик типа производства, на основании которых производится дальнейшее проектирование технологии изготовления шкива поршневого бустера. В данном разделе проектируется заготовка на основе определения маршрутов обработки поверхностей и рассчитанных в соответствии с ними припусков на механическую обработку. Проектируется план изготовления детали на основе разработанного маршрута изготовления, схем базирования и характеристик производства. Для каждой операции подбираются соответствующие требованиям средства технологического оснащения. Разрабатываются технологические операции на основе определения режимов резания и нормирования. Третий раздел содержит мероприятия по совершенствованию операций технологического процесса через разработку соответствующей технологической оснастки и режущего инструмента. Четвертый раздел содержит оценку основных профессиональных рисков возникающих в ходе изготовления детали, а также оценку экологичности технологического процесса. Пятый раздел для подтверждения эффективности технологического процесса содержит расчет его экономических показателей. Работа состоит из 63 страниц пояснительной записки и 7 листов формата А1 графической части.

Содержание

Введение.....	4
1 Анализ исходных данных.....	5
1.1 Назначение детали и условия ее эксплуатации.....	5
1.2 Технологические характеристики детали.....	6
1.3 Выбор параметров техпроцесса.....	8
1.4 Формулировка задач работы.....	10
2 Разработка технологической части работы.....	11
2.1 Проектирование заготовки.....	11
2.2 Проектирование плана изготовления.....	19
2.3 Определение средств оснащения техпроцесса.....	20
2.4 Разработка технологических операций.....	22
3 Проектирование специальных средств оснащения.....	26
3.1 Проектирование станочного приспособления.....	26
3.2 Проектирование режущего инструмента.....	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.....	34
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков.....	36
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	39
4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта.....	42
5 Экономическая эффективность работы.....	45
Заключение.....	49
Список используемых источников.....	50
Приложение А Технологическая документация.....	54
Приложение Б Спецификации к сборочным чертежам.....	61

Введение

Бустеры применяются для увеличения давления предварительно сжатого газа до величин от 40 до 400 бар, то есть являются компрессорами второй ступени.

В производстве обычно создание такого давления требуется лишь для незначительного количества оборудования, поэтому создание систем высокого давления на основе стационарных компрессоров и трубопроводов с экономической точки зрения нецелесообразно. Кроме того, такие системы имеют высокую стоимость и дорогие в обслуживании. Применение в таких случаях бустера значительно сокращает затраты на создание и эксплуатацию систем высокого давления. Еще одной положительной особенностью бустера является возможность его установки на любой твердой ровной поверхности без предварительной ее подготовки и создания специальных массивных фундаментов.

Бустеры представляют собой поршневые насосы. Основным элементом данных насосов является платформа, на которую устанавливаются поршневой блок, радиатор и электродвигатель. Создаваемое бустером давление достаточно высокое, но при этом он должен обладать незначительными габаритами для обеспечения мобильности. Это приводит к необходимости применения в конструкции бустера высокопрочных сталей и сплавов, а также соответствующих технологий, обеспечивающих заданное конструктором качество изготовления деталей и сборки. При этом применяемые технологии производства должны обеспечивать выполнение годовой производственной программы при условии обеспечения минимальной себестоимости изготовления бустера и деталей входящих в его состав. Из приведенных выше соображений следует, что целью выпускной квалификационной работы является проектирование технологического процесса изготовления шкива поршневого бустера, обеспечивающего требуемые качественные, количественные и экономические показатели.

1 Анализ исходных данных

1.1 Назначение детали и условия ее эксплуатации

«Шкив поршневого бустера служит для передачи крутящего момента от электродвигателя поршневому блоку» [11].

Шкив устанавливается на входном валу поршневого блока по отверстию и торцу. При этом шпоночный паз шкива вводится в зацепление со шпонкой вала. С одной из сторон на ступицу шкива напрессовывается еще один шкив. Крутящий момент воспринимается боковыми поверхностями канавки шкива и передается при помощи боковых поверхностей шпоночного паза исполнительному механизму и через поверхность шейки другому шкиву.

Служебное назначение шкива определяет формы поверхностей, формирующих его контур. Поверхности достаточно простые, но при этом их количество значительное, а взаимное расположение сложное.

В процессе эксплуатации шкив вращается с частотой от 870 до 1740 об/мин. Нагрузки, возникающие при этом, являются постоянными, возможно их возрастание при пиковых нагрузках и перегрузке оборудования. Износ шкива, как правило, происходит по рабочим поверхностям паза под ремень. В случае нарушения посадки сопрягаемого со ступицей шкива при значительной перегрузке и в аварийных ситуациях возможно разрушение детали.

Условия эксплуатации обусловлены служебным назначением бустера, который эксплуатируется в производственных помещениях. В связи с чем, влияние климатических факторов можно исключить. Однако, в процессе эксплуатации возможно влияние вибраций от работы сторонних узлов и механизмов, что может привести к повышенному износу рабочих поверхностей шкива.

Влияние перечисленных факторов негативно сказывается на

эксплуатационных характеристиках шкива и может привести к его выходу из строя, а при определенных условиях к его разрушению. Заданные конструктором характеристики поверхностей максимально компенсируют влияние рассмотренных факторов. Добиться заданных характеристик поверхностей можно только на стадии изготовления детали.

1.2 Технологические характеристики детали

«Технологические характеристики детали характеризуются следующими показателями: технологичность материала детали, технологичность заготовки, технологичность конструкции детали, технологичность механической обработки детали» [11].

«Химический состав чугуна СЧ-20 ГОСТ 1412-85: 3,3-3,5% углерода, до 0,15% серы, до 0,2% фосфора, 1,4-2,4% кремния, 0,7-1,0% марганца» [4]. Предел прочности на растяжение в состоянии поставки до 200 МПа.

Такие характеристики материала обеспечивают хорошие показатели механической обработки, которые выражаются коэффициентом обрабатываемости. Согласно данным [15] для инструмента из быстрорежущей стали данный коэффициент равен 1,0.

Технологичность заготовки оценивается по методу ее получения [10]. «Выбор в пользу конкретного метода получения заготовки производится с учетом свойств материала детали, типа производства, формы детали и требуемых характеристик детали» [10]. Исходя из этих соображений, заготовку шкива можно получить методами литья. Выбор конкретного метода получения заготовки литьем производится исходя из экономического их сравнения. Исходя из формы детали, применимыми в данном случае являются методы литья в земляные формы и в кокиль.

Основой оценки технологичности конструкции детали является определение служебного назначения поверхностей, выполняемое согласно

методике [13]. Эскиз шкива с пронумерованными поверхностями представлен на рисунке 1.

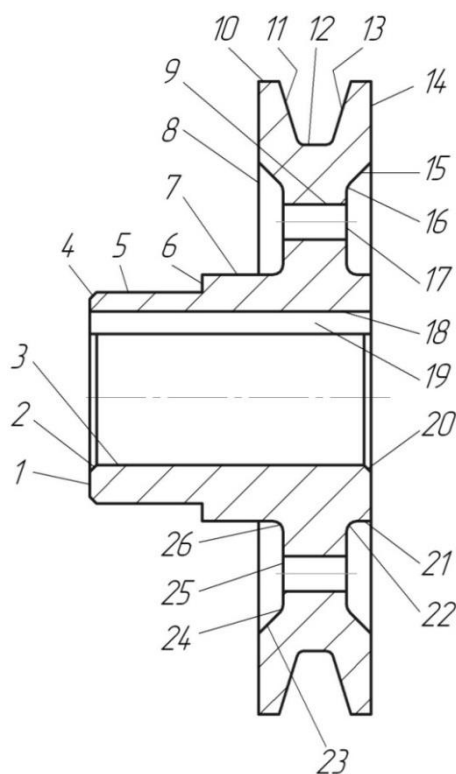


Рисунок 1 – Эскиз шкива

Роль основных конструкторских баз в данной детали выполняют поверхности 1, 3. Вспомогательными конструкторскими базами являются поверхности 5, 6, 19. В качестве исполнительных поверхностей используются 5, 11, 13, 19. Все остальные поверхности являются свободными. Анализ основных, вспомогательных конструкторских баз, а также исполнительных поверхностей следует уделить основное внимание. Большинство из этих поверхностей имеют простую форму, размеры приняты в соответствии с нормальным рядом, типовые элементы (фаски, канавки) применены стандартные. Это позволяет выполнять механическую обработку поверхностей стандартными методами обработки.

Технологичность механической обработки заключается в оценке требований к базированию заготовки и оценке операций механической обработки.

Базирование заготовки в данном случае достаточно простое и позволяет применять характерные для деталей данной конфигурации схемы базирования. При этом соблюдение основных принципов базирования не вызывает каких-либо затруднений. Реализация принятых схем базирования возможна при помощи различных поверхностей заготовки. Количество требуемых операций механической обработки определяется качественными показателями поверхностей детали и сокращение их возможно только путем снижения требований к поверхностям, что недопустимо. Исходя из этого, для изготовления детали можно применять стандартное технологическое оборудование и средства оснащения, что существенно упростит этап технологической подготовки производства и сократит экономические затраты.

Приведенные технологические характеристики позволяют сделать заключение о высоких показателях технологичности шкива в целом.

1.3 Выбор параметров техпроцесса

«Тип производства определяем согласно справочным данным. При годовой программе 6000 штук в год, массе детали равной 4,23 кг определяем тип производства как среднесерийный» [22]. «Технологический процесс для данного типа производства характеризуется следующими параметрами» [16].

Номенклатура выпускаемых изделий достаточно большая, формируемая по группам исходя из условия конструктивного и технологического подобия деталей. Форма организации технологического процесса групповая не поточная с запуском деталей в производство периодическими повторяющимися партиями.

Проектирование технологического процесса основано на последовательной и частично циклической стратегии проектирования. В качестве исходного техпроцесса используются типовые техпроцессы деталей данной группы. Методы обработки поверхностей назначаются исходя из

требований к поверхностям детали и условия обеспечения минимальных удельных затрат. «Обязательным условием при проектировании техпроцесса является обеспечение выполнения принципов единства и постоянства баз. Результаты проектирования оформляются в виде маршрутной карты, операционных карт, карт эскизов и технологических наладок» [11].

Метод получения заготовки выбирается на основе экономического анализа исходя из особенностей материала детали. Наиболее применимы методы литья.

Операции проектируются исходя из условия обеспечения экстенсивной концентрации переходов с применением последовательной структуры. Припуски на обработку поверхностей определяются расчетно-аналитическим методом для точных и особо ответственных поверхностей, статистическим методом для остальных поверхностей. Режимы резания определяются на основе эмпирических зависимостей и статистических данных. Нормирование операций на основе опытно-статистических данных и расчетно-аналитических зависимостей. Методы достижения точности механической обработки основаны на применении предварительной настройки оборудования на размер при помощи измерительных приборов, а также систем адаптивного управления.

Оборудование, применяемое для механической обработки универсальное, специализированное и оснащенное CNC-системами. Последний тип оборудования является предпочтительным, так как позволяет обеспечить необходимую гибкость производства.

Средства технологического обеспечения (станочные приспособления, режущие инструменты, средства контроля) универсальные, стандартные и нормализованные. В обоснованных случаях допускается использование специализированных и специальных средств технологического оснащения.

Размещение оборудования в цехе по групповому принципу с соблюдением всех норм технологического проектирования цехов и участков механосборочного профиля.

1.4 Формулировка задач работы

Основные задачи работы сформулируем на основе проведенного выше анализа назначения детали, условий ее эксплуатации и технологических характеристик:

- выбрать параметры проектируемого техпроцесса на основе определения типа производства;
- провести выбор метода получения заготовки, спроектировать заготовку с минимально возможными припусками и напусками на обработку;
- разработать план изготовления детали на основе предложенных маршрутов обработки поверхностей;
- выбрать соответствующие типу производства, плану изготовления и принятым схемам базирования оборудование и средства технологического оснащения техпроцесса;
- спроектировать технологические операции на основе расчета рациональных режимов резания, а также определения эффективных норм времени на выполнение операций;
- разработать технологическую документацию в виде маршрутных и операционных карт, а также технологических наладок на операции механической обработки;
- провести совершенствование операций технологического процесса не отвечающих требованиям выполнения операций, путем проектирования соответствующего станочного приспособления и металлорежущего инструмента;
- проанализировать опасные и вредные факторы производственного процесса, воздействующие на работника и окружающую среду;
- экономическими расчетами подтвердить эффективность разработанного технологического процесса и предлагаемых технических решений.

2 Разработка технологической части работы

2.1 Проектирование заготовки

«Характеристиками производства определено, что метод получения заготовки выбирается на основе экономического анализа исходя из особенностей материала детали. В ходе выполнения анализа исходных данных было выяснено, что наиболее подходящими методами получения заготовки для шкива являются литье в кокиль или литье в землю» [26]. Экономическое сравнение этих методов будем производить на основе сравнения общих технологических затрат на получение шкива по методике [28]:

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

где $C_{ЗАГ}$ – затраты на получение одного кг заготовок, руб.;

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

$C_{ОТХ}$ – стоимость одного кг отходов производства в виде стружки, руб.;

Q – масса заготовки, кг;

q – масса детали, кг» [28].

Массу детали, с целью облегчения расчетов и увеличения их точности, определим при помощи 3-D моделирования в программе «Компас». По результатам моделирования масса детали составляет 4,23 кг.

Определение массы заготовки производится по формуле:

$$Q_i = q \cdot K_p, \quad (2)$$

где i – индекс номера варианта получения заготовки;

K_p – коэффициент, зависящий от формы детали и способа ее получения.

В ходе выполнения расчетов принимаем индекс номера варианта 1 для метода получения заготовки литьем в кокиль, индекс номера варианта 2 для метода получения заготовки литьем в землю. Проводим расчеты массы заготовки для различных методов получения по формуле (2).

$$Q_1 = 4,23 \cdot 1,97 = 8,33 \text{ кг.}$$

$$Q_2 = 4,23 \cdot 2,1 = 8,88 \text{ кг.}$$

Затраты на получение одного кг заготовок определяются по формуле:

$$C_{\text{ЗАГ } i} = C_{\text{ОТ}} \cdot h_{\text{Т}} \cdot h_{\text{С}} \cdot h_{\text{В}} \cdot h_{\text{М}} \cdot h_{\text{П}}, \quad (3)$$

где $C_{\text{ОТ}}$ – базовые затраты на получение одного кг заготовок рассматриваемым методом литья, руб.;

$h_{\text{Т}}$ – коэффициент точности отливки;

$h_{\text{С}}$ – коэффициент сложности отливки;

$h_{\text{В}}$ – коэффициент массы отливки;

$h_{\text{М}}$ – коэффициент материала отливки;

$h_{\text{П}}$ – коэффициент объема производства.

$$C_{\text{ЗАГ } 1,2} = 75,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 2,2 \cdot 1,0 = 132 \text{ р.}$$

«Затраты на снятие одного кг стружки определяются по формуле:

$$C_{\text{МЕХ } i} = C_{\text{С}} + E_{\text{Н}} \cdot C_{\text{К}}, \quad (4)$$

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

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

$E_{\text{Н}}$ – коэффициент нормативной эффективности капитальных вложений» [28].

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

Общие технологические затраты на получение шкива рассчитанные по формуле (1) составят:

$$C_{\text{Т1}} = 132 \cdot 8,33 + 4,6 \cdot (8,33 - 4,23) - 1,4 \cdot (8,33 - 4,23) = 1112,68 \text{ р.}$$

$$C_{T2} = 132 \cdot 8,88 + 4,6 \cdot (8,88 - 4,23) - 1,4 \cdot (8,88 - 4,23) = 1187,04 \text{ р.}$$

Расчеты показали, что метод получения заготовки литьем в кокиль имеет лучшие экономические показатели. Экономический эффект при составлении данных методов можно рассчитать по формуле:

$$\mathcal{E} = (C_{T1} - C_{T2}) \cdot N, \quad (5)$$

где N – годовая программа выпуска деталей, шт.

$$\mathcal{E} = (1187,04 - 1112,68) \cdot 6000 = 446160 \text{ р.}$$

Метод получения заготовки литьем в кокиль имеет лучшие экономические показатели и должен быть выбран в качестве базового метода в проектируемом технологическом процессе.

Основываясь на знании метода получения заготовки, проводим ее проектирование. С этой целью используем методику [8]. Согласно данной методике проектирования на первом этапе необходимо для каждой поверхности определить маршрут ее обработки. В ходе определения характеристик производства было выяснено, что для этого необходимо знать параметры точности, шероховатости поверхности, ее форму и удельные затраты, обеспечиваемые каждым методом обработки [16]. Оптимальный маршрут обработки поверхностей должен обеспечить минимальную сумму данных затрат.

Следующим этапом проектирования заготовки является определение припусков на обработку поверхностей на базе маршрутов их обработки.

В соответствии с определенными ранее характеристиками типа производства расчета припусков для точной поверхности диаметром $60p6^{(+0,051)}_{(+0,032)}$ ведем расчетно-аналитическим методом [23].

«Определение минимального припуска для каждого перехода производится по формуле:

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

где a – величина дефектного слоя, мм;

Δ – величина суммарных пространственных отклонений, мм;

ε – величина погрешности установки заготовки, мм;

i – индекс текущего перехода;

$i - 1$ – индекс предыдущего перехода» [23].

«Определение максимального припуска для каждого перехода производится по формуле:

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

где Td_i – допуск размера на текущем переходе, мм;

Td_{i-1} – допуск размера на предыдущем переходе, мм» [23].

Определение среднего припуска для каждого перехода производится по формуле:

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

Проводим соответствующие расчеты.

$$z_{1min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,300 + \sqrt{0,400^2 + 0,025^2} = 0,700 \text{ мм.}$$

$$z_{2min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,200 + \sqrt{0,075^2 + 0,020^2} = 0,278 \text{ мм.}$$

$$z_{3min} = a_{то} + \sqrt{\Delta_2^2 + \varepsilon_3^2} = 0,100 + \sqrt{0,019^2 + 0,020^2} = 0,128 \text{ мм.}$$

$$\begin{aligned} z_{1 max} &= z_{1 min} + 0,5(Td_0 + Td_1) = 0,700 + 0,5 \cdot (1,600 + 0,300) = \\ &= 1,650 \text{ мм.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z_{2 max} &= z_{2 min} + 0,5 \cdot (Td_1 + Td_2) = 0,278 + 0,5 \cdot (0,300 + 0,074) = \\ &= 0,465 \text{ мм.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z_{3 max} &= z_{3 min} + 0,5 \cdot (Td_2 + Td_3) = 0,128 + 0,5 \cdot (0,074 + 0,019) = \\ &= 0,175 \text{ мм.} \end{aligned}$$

$$z_{cp1} = 0,5 \cdot (z_{1\ max} + z_{1\ min}) = 0,5 \cdot (0,700 + 1,650) = 1,175 \text{ мм.}$$

$$z_{cp2} = 0,5 \cdot (z_{2\ max} + z_{2\ min}) = 0,5 \cdot (0,278 + 0,465) = 0,372 \text{ мм.}$$

$$z_{cp3} = 0,5 \cdot (z_{3\ max} + z_{3\ min}) = 0,5 \cdot (0,128 + 0,175) = 0,152 \text{ мм.}$$

Определение максимального операционного размера производится по формуле:

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

Определение минимального операционного размера производится по формуле:

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

Определение среднего операционного размера производится по формуле:

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

Расчеты выполняются по направлению от готового размера к заготовке.

$$d_{3\ max} = 60,051 \text{ мм.}$$

$$d_{3\ min} = 60,032 \text{ мм.}$$

$$d_{3\ cp} = 0,5 \cdot (d_{3\ max} + d_{3\ min}) = 0,5 \cdot (60,051 + 60,032) = 60,042 \text{ мм.}$$

$$d_{2\ min} = d_{3\ min} + 2 \cdot z_{3\ min} = 60,032 + 2 \cdot 0,128 = 60,288 \text{ мм.}$$

$$d_{2\ max} = d_{2\ min} + Td_2 = 60,288 + 0,074 = 60,362 \text{ мм.}$$

$$d_{2\ cp} = 0,5 \cdot (d_{2\ max} + d_{2\ min}) = 0,5 \cdot (60,362 + 60,288) = 60,325 \text{ мм.}$$

$$d_{1\ min} = d_{2\ min} + 2 \cdot z_{2\ min} = 60,288 + 2 \cdot 0,278 = 60,844 \text{ мм.}$$

$$d_{1\ max} = d_{1\ min} + Td_1 = 60,844 + 0,300 = 61,144 \text{ мм.}$$

$$d_{1\ cp} = 0,5 \cdot (d_{1\ max} + d_{1\ min}) = 0,5 \cdot (61,144 + 60,844) = 60,994 \text{ мм.}$$

$$d_{0\ min} = d_{1\ min} + 2 \cdot z_{1\ min} = 60,844 + 2 \cdot 0,700 = 62,244 \text{ мм.}$$

$$d_{0\ max} = d_{0\ min} + Td_0 = 62,244 + 1,600 = 63,844 \text{ мм.}$$

$$d_{0\ cp} = 0,5 \cdot (d_{0\ max} + d_{0\ min}) = 0,5 \cdot (63,844 + 62,244) = 63,044 \text{ мм.}$$

Определение минимального общего припуска производится по формуле:

$$2z_{min} = d_{0 min} - d_{3 max}. \quad (12)$$

$$2z_{min} = 63,844 - 60,032 = 3,812 \text{ мм.}$$

Определение максимального общего припуска производится по формуле:

$$2z_{max} = 2z_{min} + Td_0 + Td_3. \quad (13)$$

$$2z_{max} = 3,812 + 1,6 + 0,019 = 5,431 \text{ мм.}$$

Определение среднего общего припуска производится по формуле:

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

$$2z_{cp} = 0,5 \cdot (3,812 + 5,431) = 4,622 \text{ мм.}$$

Операционные припуски на обработку других поверхностей определяются статистическим методом [6, 19]. Согласно данному методу сначала необходимо определить минимальный припуск на обработку для каждого технологического перехода обработки поверхности, затем рассчитать по формуле (7) максимальный припуск и по формуле (8) средний припуск. Результаты определения припусков приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты определения припусков

Номер поверхности	Номер перехода	Минимальный припуск, мм	Максимальный припуск, мм
1	1	1,8	3,15
	2	0,8	1,01
	3	0,4	0,52
3	1	0,9	2,025
	2	0,6	0,756
	3	0,4	0,444
6	1	1,8	2,925

Продолжение таблицы 1

Номер поверхности	Номер перехода	Минимальный припуск, мм	Максимальный припуск, мм
	2	0,8	0,975
	3	0,4	0,5
7	1	1,0	2,35
8	1	2,2	3,325
10	1	1,4	3,2
	2	0,15	0,43
11	1	1,0	1,28
	2	0,5	0,612
13	1	1,0	1,28
	2	0,5	0,612

На следующем этапе проектирования заготовки производится определение ее допусков, напусков и других характеристик по ГОСТ Р 53464-2009 [5]. В результате заготовка имеет следующие параметры:

- степень точности поверхности 13;
- класс точности массы 10;
- класс размерной точности 9;
- ряд припусков 7;
- степень коробления 3;
- минимальный литейный припуск 0,8 мм;
- сдвиг не более 1,4 мм;
- эксцентricность отверстий не более 1,2 мм;
- плоскостность торцев не более 0,8 мм;
- неуказанные радиусы 2 мм.

Основываясь на полученные данные по величине припусков на обработку и величине напусков, формируется контур заготовки путем их прибавления к исходному контуру детали. Расчетные размеры заготовки, а также допуски на их изготовление и другие технические требования указываются на чертеже заготовки в графической части работы.

2.2 Проектирование плана изготовления

Основой для проектирования плана изготовления является технологический маршрут изготовления детали. Характеристиками среднесерийного типа производства установлено, что проектирование должно вестись на базе типовых маршрутов обработки [9, 14]. Каждая операция технологического маршрута изготовления детали объединяет методы обработки различных поверхностей с одинаковыми показателями достигаемых параметров. При формировании операций технологического маршрута изготовления также следует учитывать конструктивные особенности детали и места расположения конкретных поверхностей. Маршрут изготовления представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Маршрут изготовления

Наименование операции	Обрабатываемые поверхности	Метод обработки
005 Токарная	1, 3, 5, 6, 7, 8, 23, 24, 25, 26	точение
010 Токарная	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17	точение
015 Сверлильная	9	сверление
020 Токарная	1, 2, 4, 5, 6	точение
025 Токарная	3, 10, 11, 13, 14, 20	точение
030 Протяжная	18, 19	протягивание
035 Токарная	1, 5, 6	точение
040 Токарная	3, 11, 13	точение
045 Моечная	все	мойка
050 Контрольная	все	контроль

«На основе представленного в таблице 2 маршрута изготовления шкива формируется план его изготовления, который представляет собой графическое отображение маршрута в рекомендованном виде» [18]. Кроме того, план изготовления содержит перечень используемого на операциях оборудования, операционные эскизы с указанными на них обрабатываемыми поверхностями, схемами базирования и операционными размерами, а также операционные технические требования.

Разработка схем базирования ведется с соблюдением основных принципов базирования [9]. Это позволит снизить припуски на обработку и сократить количество технологических переходов для получения заданной точности обработки за счет снижения и исключения погрешности базирования заготовки на операциях механической обработки.

Спроектированный план изготовления шкива представлен в графической части работы, а также в виде технологической документации в приложении А.

2.3 Определение средств оснащения техпроцесса

Решения, принятые на данном этапе проектирования во многом определяют экономические показатели проектируемого технологического процесса. К средствам технологического оснащения в данном случае относятся оборудование, металлорежущий инструмент, станочное приспособление и контрольные средства. Определение данных средств оснащения многофакторная задача, решение которой зависит от типа производства, принятой структуры технологической операции, требуемой производительности операции, обеспечиваемой точности размеров и других параметров техпроцесса.

При определении моделей оборудования следует учитывать специфические требования, такие как, необходимость обеспечения гибкости, производительности и точности выполнения операций. Конкретные модели оборудования определяются по данным [7, 24]. Результаты представлены в таблице 3.

При определении конструкции и типоразмеров металлорежущего инструмента следует учитывать требования к его стойкости и характеристикам обрабатываемой поверхности. Конкретные наименования и типоразмеры определяются по данным [2, 24]. Результаты представлены в таблице 4.

При определении типа и конструкции станочного приспособления следует учитывать схемы базирования, подлежащие к реализации, требуемую точность обработки, необходимое усилие закрепления. Конкретные наименования приспособлений определяются по данным [24, 27]. Результаты представлены в таблице 5.

При определении измерительных средств следует учитывать требуемую точность контроля, необходимость автоматизации и механизации контрольных операций. Конкретные наименования измерительных средств определяются по данным [1, 24]. Результаты представлены в таблице 6.

Таблица 3 – Модели оборудования

Операция	Содержание операции	Квалитет	Наименование оборудования
005 Токарная	точение, растачивание шеек, торцев	12	токарный 16К20Ф3
010 Токарная	точение, растачивание шеек, торцев	12	токарный 16К20Ф3
015 Сверлильная	сверление отверстий	12	вертикально-сверлильный 2С135Ф2
020 Токарная	точение, шейки, торцев	9	токарный 16К20Ф3
025 Токарная	точение, растачивание шеек, торцев	9	токарный 16К20Ф3
030 Протяжная	протягивание паза	9	вертикально-протяжной 7Б65
035 Токарная	точение, шейки, торцев	6	токарный 16К20Ф3
040 Токарная	точение, растачивание шеек, торцев	7	токарный 16К20Ф3
045 Моечная	мойка		моечная машина
050 Контрольная	контроль		контрольный стол

Таблица 4 – Металлорежущий инструмент

Операция	Содержание операции	Наименование инструмента
005 Токарная	точение, растачивание шеек, торцев	резец расточной ГОСТ 18879-73 ВК8, резец контурный ГОСТ 18879-73 ВК8, резец канавочный ГОСТ 18879-73 ВК8
010 Токарная	точение, растачивание шеек, торцев	резец расточной ГОСТ 18879-73 ВК8, резец контурный ГОСТ 18879-73 ВК8, резец канавочный ГОСТ 18879-73 ВК8, резец фасонный специальный ВК8

Продолжение таблицы 4

Операция	Содержание операции	Наименование инструмента
015 Сверлильная	сверление отверстий	сверло спиральное ГОСТ 10902-77 Р6М5
020 Токарная	точение, шейки, торцев	резец расточной ГОСТ 18879-73 ВК6, резец контурный ГОСТ 18879-73 ВК6
025 Токарная	точение, растачивание шеек, торцев	резец расточной ГОСТ 18879-73 ВК6, резец контурный ГОСТ 18879-73 ВК6, резец фасонный специальный ВК6
030 Протяжная	протягивание паза	протяжка шпоночная ГОСТ 18217-90 Р9
035 Токарная	точение, шейки, торцев	резец контурный специальный ВК4
040 Токарная	точение, растачивание шеек, торцев	резец фасонный специальный ВК4, резец расточной ГОСТ 18879-73 ВК4

Таблица 5 – Станочные приспособления

Операция	Содержание операции	Наименование приспособления
005 Токарная	точение, растачивание шеек, торцев	патрон трехкулачковый ГОСТ 2675-80
010 Токарная	точение, растачивание шеек, торцев	патрон трехкулачковый ГОСТ 2675-80
015 Сверлильная	сверление отверстий	оправка цанговая специальная
020 Токарная	точение, шейки, торцев	оправка клиноплунжерная специальная
025 Токарная	точение, растачивание шеек, торцев	патрон цанговый ГОСТ 2877-80
030 Протяжная	протягивание паза	адаптер
035 Токарная	точение, шейки, торцев	оправка клиноплунжерная специальная
040 Токарная	точение, растачивание шеек, торцев	патрон цанговый ГОСТ 2877-80

Таблица 6 – Измерительные средства

Операция	Точность измерений	Наименование измерительного средства
005 Токарная	12	штангенциркуль ШЦ-I ГОСТ 166-89, нутромер НМ-50 ГОСТ 10-88
010 Токарная	12	штангенциркуль ШЦ-I ГОСТ 166-89, калибры
015 Сверлильная	12	штангенциркуль ШЦ-I ГОСТ 166-89
020 Токарная	9	скоба индикаторная СИ-100 ГОСТ 11098-75

Продолжение таблицы 6

Операция	Точность измерений	Наименование измерительного средства
025 Токарная	9	скоба индикаторная СИ-100 ГОСТ 11098-75, нутромер НМ-50 ГОСТ 10-88, калибры
030 Протяжная	9	калибры
035 Токарная	6	скоба индикаторная СИ-100 ГОСТ 11098-75
040 Токарная	7	скоба индикаторная СИ-100 ГОСТ 11098-75, нутромер НМ-50 ГОСТ 10-88, калибры

Результаты выбор средств оснащения заносятся в соответствующие графы маршрутной карты и операционных карт, представленных в приложении А. Выбранные модели технологического оборудования также приводятся в графической части работы на листе плана изготовления. Результаты определения средств оснащения должны быть учтены на следующем этапе проектирования техпроцесса при разработке технологических операций.

2.4 Разработка технологических операций

Результатом разработки технологических операций являются маршрутная карта, операционные карты и технологические наладки. Основой для разработки данной технологической документации является определение режимов резания и нормирование операций технологического процесса.

Режимы резания определяются по методике [17, 20]. Данная методика предусматривает выполнение нескольких этапов.

На первом этапе определяется глубина резания и подача.

На втором этапе определяется скорость резания по формуле:

$$V = V_T \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (15)$$

где V_T – скорость резания табличная, м/мин;

K_1 – коэффициент обрабатываемого материала;

K_2 – коэффициент стойкости инструмента и марки инструментального материала;

K_3 – коэффициент вида обработки.

На третьем этапе определяется частота вращения по формуле:

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

где d – размер поверхности обработки, мм.

На четвертом этапе, исходя из действительной частоты вращения n_D , определяется действительная скорость резания по формуле:

$$V_D = \frac{\pi \cdot d \cdot n_D}{1000}. \quad (17)$$

После расчета режимов резания проводится нормирование операций технологического процесса, то есть определение норм времени на их выполнение. Для этого используются данные [20].

В общем случае процесс нормирования операции выглядит следующим образом. «Сначала необходимо определить длину рабочего хода инструмента по формуле:

$$L_{px} = l_1 + l_{рез} + l_2, \quad (18)$$

где l_1 – длина врезания инструмента, мм;

$l_{рез}$ – длина обработки, мм;

l_2 – длина перебега инструмента, мм» [20].

«Затем определяется основное время на выполнение операции по формуле:

$$T_o = \frac{L_{px}}{S_o \cdot n_d}, \quad (19)$$

где S_o – подача инструмента, мм/об» [20].

«Далее определяется штучное время на выполнение операции по формуле:

$$T_{шт} = T_o + T_v + T_{об} + T_{пер}, \quad (20)$$

где T_v – вспомогательное время, мин;

$T_{об}$ – время на обслуживание, мин;

$T_{пер}$ – время на регламентируемые перерывы в работе, мин» [20].

«Далее определяется штучно-калькуляционное время на выполнение операции по формуле:

$$T_{шт.к.} = T_{шт} + \frac{T_{п.з.}}{n}, \quad (21)$$

где $T_{п.з.}$ – подготовительно-заключительное время, мин;

n – количество заготовок в партии запуска, шт» [20].

Результаты определения режимов резания и нормирования операций приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Определение режимов резания и нормирование операций

Переход	Подача, мм/об	Скорость, м/мин	Частота вращения, об/мин	Длина рабочего хода, мм	Основное время, мин	Штучно-калькуляционное время, мин
005 Токарная						
1	1,05	41	72	125	2,23	5,53
2	0,35	57	480	90	0,59	
3	0,1	58	150	24	1,6	
010 Токарная						
1	1,05	41	72	109	1,94	5,23
2	0,63	41	72	30	0,64	
3	0,1	58	150	24	1,6	
015 Сверлильная						
1	0,45	25	800	48	0,13	0,28
020 Токарная						
1	0,25	70	320	48	0,74	0,96
2	0,1	143	1200	3	0,03	
025 Токарная						
1	0,32	68	120	103	3,06	5,59
2	0,1	143	1200	87	0,74	
3	0,32	68	120	24	0,67	
030 Протяжная						
1	0,12	5,8		80	0,32	0,46
035 Токарная						
1	0,04	226	1200	54	1,08	1,35
040 Токарная						
1	0,04	239	1200	86	1,79	4,5
2	0,04	181	320	24	1,81	

Результаты определения режимов резания и нормирования заносятся в соответствующие графы технологической документации приложения А, а также в листы технологических наладок графической части.

3 Проектирование специальных средств оснащения

3.1 Проектирование станочного приспособления

Реализация принятой схемы базирования и обеспечение механизации процесса закрепления заготовки на 035 операции тонкого точения с учетом требуемой точности обработки требуют проектирования специального зажимного приспособления. Эскиз операции представлен на рисунке 2.

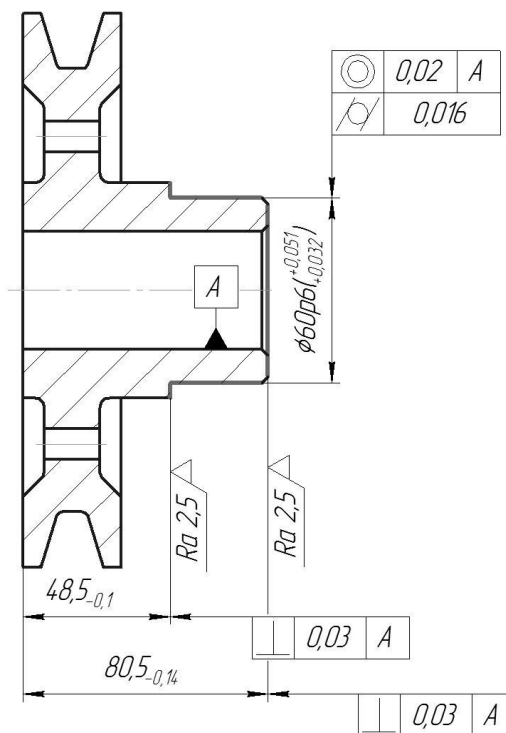


Рисунок 2 – Эскиз выполнения операции тонкого точения

Проектирование приспособления производим с применением методики и данных литературы [25]. В качестве зажимного механизма выбираем клино-плунжерный, так как в данном случае требуется обеспечить высокую точность базирования и минимальную погрешность закрепления.

На первом этапе проектирования необходимо рассчитать основную составляющую силы резания, возникающую в процессе обработки. Для этого

используется выражение:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (22)$$

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

t – глубина резания, мм;

S – подача инструмента, мм/об;

V – скорость резания, м/мин;

K_p – коэффициент условий обработки» [25].

Получаем следующие результаты расчета.

$$P_z = 10 \cdot 92 \cdot 0,152^{1,0} \cdot 0,042^{0,75} \cdot 226^0 \cdot 1,08 = 14 \text{ Н.}$$

В соответствии со схемой закрепления заготовки на данной операции (рисунок 3) на заготовку в процессе обработки должна действовать уравновешенная система моментов от сил резания и закрепления. Исходя из этой системы, можно определить требуемое усилие закрепления.

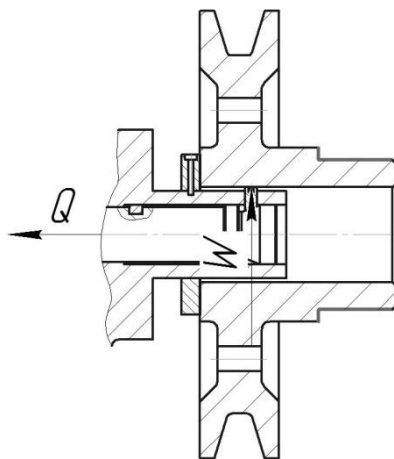


Рисунок 3 – Схема закрепления заготовки

Момент от основной составляющей силы резания в процессе обработки будет определяться по формуле:

$$M_{P_{PZ}} = P_Z \cdot \frac{d_0}{2}, \quad (23)$$

где d_0 – максимальный обрабатываемый на операции диаметр, мм.

«Момент от необходимой для обеспечения силы закрепления будет определяться по формуле:

$$M_{3PZ} = \frac{3 \cdot W \cdot f \cdot d_3}{2}, \quad (24)$$

где W – усилие закрепления, Н;

f – коэффициент трения на поверхности контакта зажимных элементов приспособления и технологической базы;

d_3 – диаметр закрепления, мм» [25].

Равновесие системы обеспечивается в случае равенства этих моментов. Исходя из этого, приравниваем данные моменты и определяем усилие закрепления. В результате получаем следующее выражение:

$$W = \frac{P_Z \cdot d_0}{3 \cdot f \cdot d_3} \cdot K, \quad (25)$$

где K – коэффициент, который учитывает фактические условия выполнения операции.

Коэффициента, который учитывает фактические условия выполнения операции, определяется из выражения:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5, \quad (26)$$

где: « K_0 – гарантированный коэффициент запаса;

K_1 – коэффициент влияния неровностей обрабатываемой поверхности;

K_2 – коэффициент состояния режущего инструмента;

K_3 – коэффициент изменения сил резания;

K_4 – коэффициент колебания усилия на приводе;

K_5 – коэффициент эргономических характеристик зажимного механизма» [25].

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,15 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 2,07.$$

В соответствии с принятой методикой проектирования коэффициента, который учитывает фактические условия выполнения операции, в данном случае должен быть принят равным 2,5.

По формуле (25) рассчитываем усилие закрепления.

$$W = \frac{14 \cdot 70}{3 \cdot 0,2 \cdot 38} \cdot 2,5 = 108 \text{ Н.}$$

Создание расчетного усилия зажима в механизированном приспособлении подразумевает использование для этого силового привода. Усилие, которое необходимо развить силовому приводу зависит от принятой схемы зажимного механизма и конструкции силового привода. Для данного зажимного механизма усилие определяется по формуле:

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

где α – угол наклона рабочей поверхности плунжера;

φ – угол трения рабочей поверхности плунжера.

$$Q = 108 \cdot \operatorname{tg}(20^\circ + 6,5^\circ) = 54 \text{ Н.}$$

«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» [25].

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot 54}{0,4} + 30^2} = 68 \text{ мм.}$$

Расчет точности приспособления выполняется исходя из

представленной на рисунке 4 расчетной схемы.

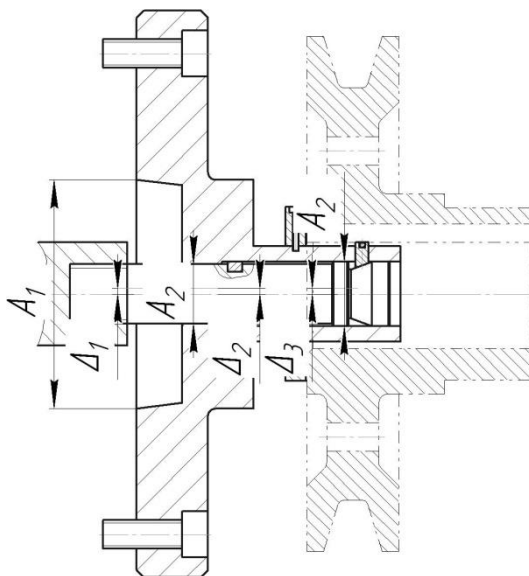


Рисунок 4 – Расчетная схема определения погрешностей

Определение погрешности производится по формуле:

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

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

Δ_2 – колебание зазора в сопряжении, мм;

Δ_3 – колебание зазора направляющей поверхности и корпуса, мм.

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{0,010^2 + 0,010^2 + 0,006^2} = 0,007 \text{ мм.}$$

Приспособление считается отвечающим заданной точности, если расчетная погрешность установки в нем не превышает допустимой погрешности, которая в данном случае является допуском на несоосность обрабатываемой поверхности относительно установочной поверхности и равна 0,008 мм.

Клино-плунжерная оправка состоит из зажимного механизма и механизированного привода. Зажимной механизм представляет собой корпус, в который устанавливаются плунжер и упор. Связь исполнительного механизма с приводом осуществляется посредством штока. Механизированный привод состоит из корпуса и установленного в нем поршня. Подача воздуха в пневмоцилиндр осуществляется через вращающуюся муфту с отверстиями для его подвода.

Установка и закрепление заготовки в спроектированной оправке производится следующим образом. Заготовка устанавливается в разжатую оправку до упора. При подаче в правую полость пневмоцилиндра воздуха он воздействует на поршень, который перемещает шток и соединенный с ним плунжер влево. Кулачки перемещаются по конической направляющей плунжера и перемещаются от центра, тем самым обеспечивая центрирование и закрепление заготовки. При подаче воздуха в левую полость шток возвращает плунжер в исходное положение, кулачки скользят по направляющим и сходятся к центру, тем самым обеспечивая раскрепление заготовки.

3.2 Проектирование режущего инструмента

Используемая система крепления режущих пластин на чистовой токарной операции требует значительного времени на замену режущей пластины. С целью устранения данного недостатка был проведен анализ существующих систем крепления режущих пластин и предложена конструкция, исключая данный недостаток. Дополнительным требованием к проектируемой системе крепления является обеспечение надежности крепления. Проектирование осуществляем по методике [21].

«Материал и форму режущей пластины выбирается исходя из условий обработки и марки обрабатываемого материала. В данном случае выбираем трехгранную пластину из твердого сплава ВК4» [21].

Способ крепления пластины к державке резца выбираем при помощи прихвата [16].

«Конструктивные размеры резца зависят от площади сечения срезаемого слоя, который определяется по формуле:

$$F = t \cdot S, \quad (30)$$

где t – глубина резания, мм;

S – подача, мм/об» [21].

$$F = 0,152 \cdot 0,04 = 0,007 \text{ мм}^2.$$

«При данной площади сечения резец должен иметь следующие конструктивные параметры:

- рабочая высота резца 25 мм;
- сечение державки 20×20 мм;
- длина державки 140 мм» [21].

В предлагаемой конструкции крепление пластины к державке производится посредством прихвата при помощи винта, минимально допустимый диаметр которого определяется по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot \sigma_d}}, \quad (31)$$

где Q_1 – сила, действующая на винт при резании, Н;

σ_d – допустимое напряжение, МПа.

Сила, действующая на винт при резании, определяется по формуле:

$$Q_1 = \frac{P_{Zmax}}{0,7}, \quad (32)$$

где P_{Zmax} – максимальное значение составляющей силы резания, Н.

Выполняем расчеты силы, действующей на винт при резании.

$$Q_1 = \frac{14}{0,7} = 20 \text{ Н.}$$

По формуле (31) определяем минимально допустимый для данных условий резания диаметр винта для крепления прихвата.

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 20}{\pi \cdot 450}} = 0,24 \text{ мм.}$$

Путем прочерчивания конструкции резца определяем, что диаметр штифта должен составлять 4 мм, что допустимо исходя из проведенных расчетов.

«В конструкцию резца входит державка, к которой при помощи винта жестко крепится опорная пластина. На опорную пластину устанавливается режущая пластина, фиксируемая при помощи прихвата» [16]. Для этого прихват крепится к державке при помощи винта. Такой способ крепления режущих пластин отличается простотой, надежностью, а также позволяет максимально сэкономить время в случае необходимости проведения замены режущей пластины.

Конструкция спроектированного резца представлена на листе графической части работы и в приложении Б.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

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

На первом этапе определения безопасности выполнения спроектированного технологического процесса необходимо определить его характеристики. Для этого в соответствии с рекомендациями [3] оформляется технологический паспорт технического объекта (таблица 8).

Таблица 8 – Технологический паспорт технического объекта

«Технологический процесс» [3]	«Технологическая операция, вид выполняемых работ» [3]	«Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию» [3]	«Оборудование, техническое устройство, приспособление» [3]	«Материалы, вещества» [3]
технологический процесс изготовления шкива поршневого бустера	токарная операция	оператор станков с числовым управлением	токарный станок 16К20Ф3, оправка клино-плунжерная, резец контурный специальный ВК4	СЧ-20 ГОСТ 1412-85, обтирочная ветошь, смазочно-охлаждающая жидкость

Из паспорта следует, что используемые в технологическом процессе оборудование, средства оснащения, материалы и вещества являются характерными для выполнения данных операций.

4.2 Идентификация профессиональных рисков

Основываясь на паспорте технологического процесса, выявляем профессиональные риски, воздействие которых возможно на работников,

выполняющих операции технологического процесса. Определение опасных и вредных факторов выполняем в соответствии с рекомендациями [3] по данным соответствующих стандартов. В таблице 9 представлены результаты идентификации профессиональных рисков.

Таблица 9 – Идентификация профессиональных рисков

«Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ» [3]	«Опасный и/или вредный производственный фактор» [3]	«Источник опасного и/или вредного производственного фактора» [3]
токарная операция	«неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним» [3]	оборудование, техоснастка, инструмент, погрузчики
	опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека	«заготовка в процессе обработки, инструмент» [3]
	опасные и вредные производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей и характеризующиеся повышенным уровнем общей вибрации	оборудование, техоснастка, инструмент, погрузчики
	опасные и вредные производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризующиеся повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума	оборудование, техоснастка, инструмент, погрузчики
	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	оборудование

Продолжение таблицы 9

«Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ» [3]	«Опасный и/или вредный производственный фактор» [3]	«Источник опасного и/или вредного производственного фактора» [3]
	«отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения вещества, обладающие острой токсичностью по воздействию на организм (ядовитые вещества/химикаты/химическая продукция)» [3]	оборудование, техоснастка, инструмент, погрузчики, смазочно-охлаждающая жидкость на синтетической основе
	физическая динамическая нагрузка	оборудование, техоснастка
	стереотипные рабочие движения	оборудование, техоснастка, инструмент, погрузчики

Выявленные профессиональные риски достаточно опасны для работников осуществляющих технологический процесс и могут оказать существенное влияние на состояние его здоровья, привести к возникновению травмы, а при определенных обстоятельствах к летальному исходу.

4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Снижение влияния профессиональных рисков технологического процесса, представленных в таблице 9, производится путем применения специальных средств коллективной и индивидуальной защиты, а также применением организационных методов, представленных в таблице 10.

Таблица 10 – Организационно-технические методы и технические средства устранения или снижения негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов

«Опасный и/или вредный производственный фактор» [3]	«Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора» [3]	«Средства индивидуальной защиты работника» [3]
«неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним» [3]	инструктажи по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, снятие с заготовок заусенцев, ограждающие устройства	«фартук для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий, перчатки с полимерным покрытием, перчатки трикотажные с точечным полимерным покрытием, очки защитные» [3]
опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека	инструктажи по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, ограждающие и ограничивающие устройства	костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий или халат для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий, нарукавники, «перчатки с полимерным покрытием, перчатки трикотажные с точечным покрытием» [3]
опасные и вредные производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей и характеризующиеся повышенным уровнем общей вибрации	инструктажи по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, массивные фундаменты оборудования, виброгасящие коврики, виброгасящие опоры	ботинки кожаные с защитным подноском
опасные и вредные производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризующиеся	«инструктажи по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, защитные экраны, изоляция источников шума,» [3]	наушники противозумные или вкладыши противозумные

Продолжение таблицы 10

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
повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума	«дистанционное управление оборудованием» [3]	
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	инструктажи по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, ограждающие устройства, устройства заземления оборудования, изоляции токоведущих частей, аварийного отключения оборудования, диэлектрические коврики	спецодежда
отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения	инструктажи по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, применение местного освещения	
вещества, обладающие острой токсичностью по воздействию на организм (ядовитые вещества/химикаты/химическая продукция)	инструктажи по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, ограждающие устройства	костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий или халат для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий, нарукавники, фартук для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий с нагрудником
физическая динамическая нагрузка	инструктажи по охране труда в соответствии с требованиями нормативной	

Продолжение таблицы 10

«Опасный и/или вредный производственный фактор» [3]	«Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора» [3]	«Средства индивидуальной защиты работника» [3]
	документации, применение перерывов в работе	
стереотипные рабочие движения	инструктажи по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, применение перерывов в работе	

Предложенные организационные мероприятия, а также средства коллективной и индивидуальной защиты позволяют существенно снизить возможное воздействие выявленных профессиональных рисков, возникающих в ходе выполнения техпроцесса. Это позволит снизить количество несчастных случаев на производстве и сократить количество профессиональных заболеваний.

4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Пожарная безопасность на любом промышленном объекте играет важную роль. В данном случае необходимо обеспечить пожарную безопасность на участке механической обработки. Решение этой задачи будем выполнять согласно рекомендациям [3].

Для решения этой задачи необходимо «определить класс возможного пожара и опасные факторы пожара, возникновение которых может привести к получению травм, летальному исходу у персонала и нанесению значительного материального ущерба» [3]. Результаты представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

«Участок, подразделение» [3]	«Оборудование» [3]	«Класс пожара» [3]	«Опасные факторы пожара» [3]	«Сопутствующие проявления факторов пожара» [3]
участок изготовления шкива поршневого бустера	токарный станок 16К20Ф3, оправка клино-плунжерная, резец контурный специальный ВК4	пожары горючих жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В)	пламя и искры; тепловой поток; повышенная температура окружающей среды; повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения; пониженная концентрация кислорода; снижение видимости в дыму	«осколки, части разрушившихся оборудования, изделий и иного имущества; вынос высокого напряжения на токопроводящие части оборудования, изделий и иного имущества; опасные факторы взрыва, происшедшего вследствие пожара; воздействие огнетушащих веществ» [3]

Зная класс пожара и его возможные опасные факторы, выбираем технические средства обеспечения пожарной безопасности, которые представлены в таблице 12. Все выбранные технические средства должны соответствовать требованиям, предъявляемым к противопожарному оборудованию [3], иметь соответствующие сертификаты и быть максимально эффективным в условиях рассматриваемого производства.

Таблица 12 – Технические средства пожарной безопасности

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки и системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение
огнетушители, гидропомпы, ведра, лопаты, ящики с песком, ломы, пилы, топоры	пожарные автомобили, передвижные огнетушители	автоматическая пенная система пожаротушения	извещатели пожарные, приборы управления пожарные, системы передачи и извещений о пожаре	гидранты, колонки, стволы, рукава	противогазы, самоспасатели	конусные ведра, ломы, багры, полотно, лопаты, тележка, экран защитного действия	оповещатели автоматические звуковые и световые

Далее определяем комплекс организационных мероприятий, применение которых позволит «снизить вероятность возникновения пожара, а в случае его возникновения позволит минимизировать воздействие опасных факторов пожара на работников производства и минимизировать материальный ущерб» [3]. Разработанный в соответствии с рекомендациями [3] комплекс мероприятий представлен в таблице 13.

Таблица 13 – Организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

«Наименование технологического процесса, используемого применяемого оборудования, в составе технического объекта» [3]	«Наименование видов реализуемых организационных мероприятий» [3]	«Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности» [3]
технологический процесс изготовления шкива	разработка и реализация приказов и распоряжений, инструкций о	пожарные инструктажи, наличие пожарной

Продолжение таблицы 13

«Наименование технологического процесса, используемого применяемого оборудования, в составе технического объекта» [3]	«Наименование видов реализуемых организационных мероприятий» [3]	«Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности» [3]
поршневого бустера	мерах пожарной безопасности и действиях при возникновении пожара; обучение работников объекта мерам пожарной безопасности, средства наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности	сигнализации, автоматической системы пожаротушения, первичных средств пожаротушения

Представленные в таблицах 12 и 13 технические средства пожаротушения и организационные мероприятия позволяют успешно решить задачу обеспечения пожарной безопасности в условиях механосборочных производств, к которым относится рассматриваемый технологический процесс.

4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Еще одним важным аспектом безопасности производственного процесса является обеспечение экологических показателей. Определение негативных экологических факторов производится по данным [3].

В данном случае следует учесть особенности производства, связанные с наличием большого количества отходов в виде металлического лома и различных химических жидкостей, что требует применения специальных средств очистки.

Сначала определим, какие из отходов производства оказывают действие на экологические составляющие. Для этого идентифицируем негативные экологические факторы и представим результат в виде таблицы 14.

Таблица 14 – Идентификация негативных экологических факторов технического объекта

«Наименование технического объекта, производственно-технологического техпроцесса» [3]	«Структурные составляющие объекта производственно-технологического процесса» [3]	«Негативное экологическое воздействие технического объекта на атмосферу» [3]	«Негативное экологическое воздействие технического объекта на гидросферу» [3]	«Негативное экологическое воздействие технического объекта на литосферу» [3]
технологический процесс изготовления шкива поршневого бустера	токарный станок 16К20Ф3, оправка клино-плунжерная, резец контурный специальный ВК4	мелкодисперсные частицы смазочно-охлаждающей жидкости и других технических жидкостей, пыль	смазочно-охлаждающая жидкость, другие технические жидкости и их растворы, частицы стружки, растворенная пыль	металлическая стружка, ветошь, смазочно-охлаждающая жидкость, другие технические жидкости и их растворы

По результатам идентификации с использованием данных [3] разрабатываем организационно-технические мероприятия, направленные на снижение влияния выявленных негативных экологических факторов. Результаты разработки мероприятий представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия заданного технического объекта на окружающую среду

Наименование технического объекта	технологический процесс изготовления шкива поршневого бустера
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	«использование рукавных фильтров, адсорберов, барботажно-пенных пылеуловителей, туманоуловителей» [3]
«Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу» [3]	«использование механической очистки при помощи решеток, песколовок и отстойников, химической очистки при помощи адсорберов, замкнутого цикла водоснабжения» [3]
«Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу» [3]	«использование систем сортировки отходов, повторное использование металлического лома, утилизация не перерабатываемых отходов на полигонах» [3]

Выполнение анализа технологического процесса на безопасность его выполнения позволило максимально снизить риски получения травм работниками производства, что достигнуто благодаря применению средств индивидуальной и коллективной защиты, разработке соответствующих организационных мер.

Анализ возможных рисков возникновения пожаров и их характеристик позволил достигнуть необходимого уровня пожарной безопасности путем применения соответствующих виду выполняемых работ технических средств пожаротушения и организационных мероприятий.

Результаты анализа возможного воздействия экологических факторов позволили разработать организационно-технические мероприятия направленные на снижение воздействия выявленных опасных экологических факторов на окружающую среду и обеспечить соответствие производства всем экологическим нормам.

5 Экономическая эффективность работы

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

Основанием для определения экономической эффективности служат предложенные изменения в технологическом процессе изготовления детали «Шкив». Эти изменения касаются только одной операций, на которой предложено в качестве оснастки использовать оправку клиноплунжерную специальную, вместо оправки цилиндрической, а в качестве инструмента – резец контурный ВК4 специальный, вместо резца контурного ВК4 ГОСТ 28101-89.

Используя данное описание изменений, рассчитаем, необходимые для определения эффективности, параметры, такие как: себестоимость, капитальные вложения, прибыль, срок окупаемости и экономический эффект. Чтобы получить значения указанных параметров воспользуемся соответствующим учебно-методическим пособием [12] и программным обеспечением Microsoft Excel.

Для определения себестоимости, в частности технологической себестоимости, необходимы последовательно определить основную заработную плату, социальные отчисления и расходы на содержание и эксплуатацию оборудования. Значения этих параметров, по сравниваемым вариантам выполнения описанных операций показано на рисунке 5.

Как видно из рисунка 5, все параметры имеют тенденцию к снижению, то есть. проектируемый вариант предполагает снижение технологической себестоимости изготовления детали «Шкив» на 2,11 руб., что составит 23,9%.

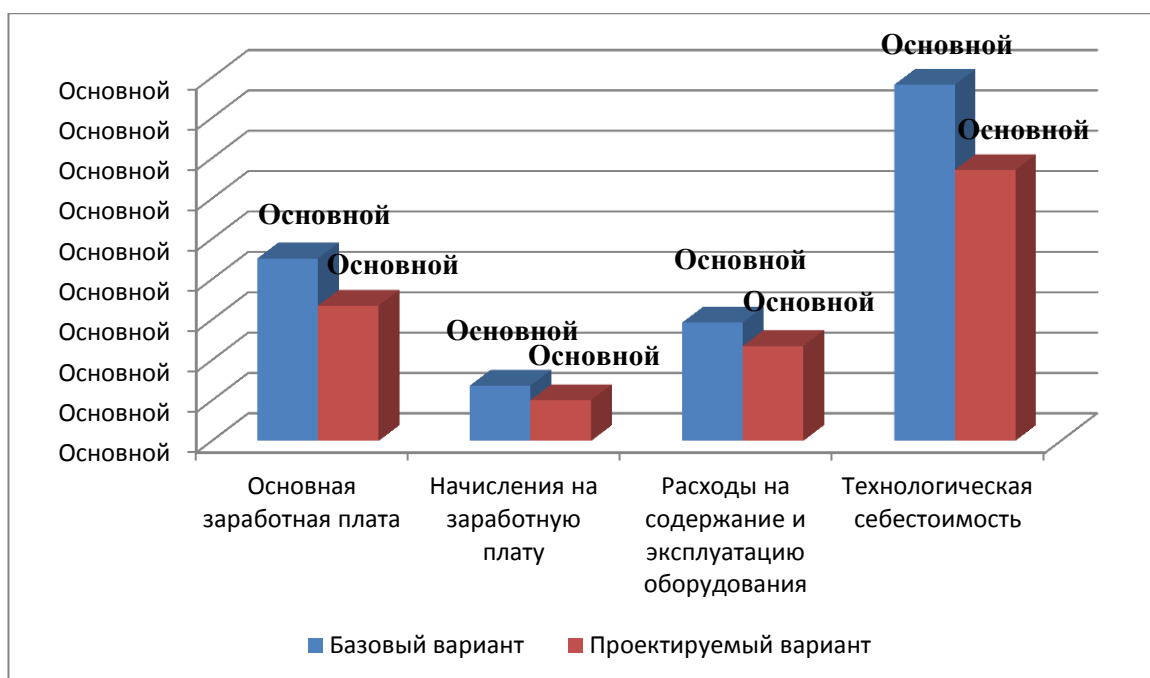


Рисунок 5 – Сравнительная характеристика параметров технологической себестоимости по вариантам, руб.

Полученные значения основной заработной платы и технологической себестоимости по сравниваемым вариантам служат необходимыми данными для определения такого параметра как полная себестоимость. В результате проведенных расчетов полная себестоимость для базового варианта составит 25,36 рублей, а для проектируемого – 18,98 рублей. По полученным значениям можно сделать вывод о том, что полная себестоимость проектируемом варианте меньше чем в базовом. Эта разница составляет 25,2% или 6,38 рублей.

Используя полученную разницу и годовую программу выпуска детали, определяем сначала ожидаемую прибыль, а затем, с учетом налоговой ставки для юридических лиц, чистую прибыль от внесенных изменений в технологический процесс, которая составит 30624 рублей.

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

«Шкив» затрагивают замену инструмента и оснастки, то капитальные вложения будут складываться из затрат на инструмент, приспособление и затрат на проектирование нового технологического процесса, поэтому общая сумма инвестиций составит 39836,8 рублей. На рисунке 6 представлена структура капитальных вложений в долевом соотношении.



Рисунок 6 – Структура капитальных вложений в долях к общей величине

Анализируя структуру параметров инвестиций, представленную на рисунке 6, видно, что затраты на проектирование составляют большую долю в общей величине капитальных вложений, их величина равна 89,7%.

Имея все необходимые параметры, можно обосновать эффективность предложенных изменений. Для этого необходимо определить: срок окупаемости, общий дисконтируемый доход, интегральный экономический эффект и в зависимости от величины эффекта либо индекс доходности, либо доход на капитал. Полученные значения всех перечисленных параметров представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Показатели экономической эффективности проекта

Наименование параметра	Величина параметра
Срок окупаемости, года	2
Общий дисконтируемый доход, руб.	46786,67
Интегральный экономический эффект, руб.	6949,87
Индекс доходности, руб. / руб.	1,17

Анализируя, представленные в таблице 16, данные можно сделать вывод о том, что проект является эффективным, так как интегральный экономический эффект является положительной величиной и составляет 6948,87 рублей, что является обязательным условием для экономического обоснования мероприятий. Так как эффект больше нуля, поэтому определяется индекс доходности, а не доход на капитал. Данный показатель дает понимание, какую прибыль может получить производитель с каждого вложенного в проект рубля, в нашем случае эта прибыль составит 0,17 рублей, что может обеспечить рентабельность в размере 17 %.

Заключение

При выполнении проектирования технологического процесса изготовления шкива поршневого бустера были реализованы следующие мероприятия.

Обоснована актуальность выбранной для проектирования темы. Выполнен анализ исходных данных и сформулированы основные задачи работы, которые в последующем были успешно решены. Определены основные характеристики типа производства, на основе которых производилось проектирование технологии изготовления. Проведено проектирование заготовки рассчитанных в соответствии с определенным маршрутом обработки поверхностей припусков на механическую обработку. Спроектирован план изготовления детали на основе разработанного маршрута изготовления, схем базирования и характеристик производства. В соответствии с требованиями типа производства для каждой операции подобраны средства технологического оснащения. Выполнена разработка технологических операций на основе определения режимов резания и нормирования. Произведено совершенствование операций технологического процесса путем разработки соответствующей технологической оснастки и режущего инструмента для операций, которые в базовом технологическом процессе имели недостатки. Проведена оценка основных профессиональных рисков в ходе изготовления детали, разработаны мероприятия по их устранению, а также произведена оценка экологичности спроектированного технологического процесса. Расчеты экономических показателей технологического процесса подтверждают его эффективность.

В результате проведения всех вышеперечисленных мероприятий спроектирован технологический процесс изготовления шкива поршневого бустера, который обеспечивает требуемые качественные, количественные и экономические показатели.

Список используемых источников

1. Болтон У. Карманный справочник инженера-метролога / У Болтон. – М. : ДМК Пресс, 2010. – 380 с.
2. Боровский Г.В. Справочник инструментальщика / Г.В. Боровский, С.Н. Григорьев, А.Р. Маслов ; под общ. ред. А.Р. Маслова. – 2-е изд., испр. – Москва. : Машиностроение, 2007. – 463 с.
3. 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: 01.05.2020).
4. ГОСТ 1412-85. Чугун с пластинчатым графитом для отливок. Марки. – Введ. 1987–01–01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2004. – 5 с.
5. ГОСТ Р 53464-2009. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку. – Введ. 2010–07–01. – М. : Стандартинформ, 2010. – 45 с.
6. Зубарев Ю.М. Методы получения заготовок в машиностроении и расчет припусков на их обработку: учеб. пособие / Ю.М. Зубарев. - Санкт-Петербург. : Лань, 2016. - 256 с. [Электронный ресурс] – URL: <https://e.lanbook.com/book/72581> (дата обращения: 25.04.2020).
7. Иванов В.П. Оборудование и оснастка промышленного предприятия: учеб. для студентов вузов по специальности "Оборудование и технологии высокоэффектив. процессов обработки материалов" / В.П. Иванов, А.В. Крыленко. – Москва. : ИНФРА-М, 2016. – 234 с.
8. Инженерные основы современных технологий: средства технол. оснащения машиностр. пр-ва: учеб. для студентов вузов, обуч. по направлениям подготовки "Менеджмент", "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в" / Ю.М. Передрей [и др.]. – Старый Оскол. : ТНТ, 2016. – 199 с.

9. Клепиков В.В. Технология машиностроения / В.В Клепиков., А.Н. Бодров. – М. : ФОРУМ ИНФРА, 2004. – 860 с.

10. Клименков С.С. Проектирование заготовок в машиностроении: практикум: учеб. пособие / С.С. Клименков. – Москва. : ИНФРА-М, 2013. – 269 с. [Электронный ресурс] – URL: <https://e.lanbook.com/book/37101> (дата обращения: 25.04.2020).

11. Ковшов А.Н. Технология машиностроения: учебник / А.Н. Ковшов. - Изд. 3-е, стер. - Санкт-Петербург. : Лань, 2016. – 320 с. [Электронный ресурс] – URL: <https://e.lanbook.com/book/86015> (дата обращения: 15.04.2020).

12. 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: 06.05.2020).

13. Лебедев В.А. Технология машиностроения: Проектирование технологий изготовления изделий: учеб. пособие для вузов / В.А. Лебедев, М.А. Тамаркин, Д.П. Гепта. – Гриф УМО. – Ростов-на-Дону. : Феникс, 2008. – 361 с.

14. Маталин А.А. Технология машиностроения : учеб. Для студ. Вузов, обуч. По спец. 151001 напр. «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроит. Производства» / А.А. Маталин. – Изд. 3-е, стер. ; Гриф УМО. – СПб. : Лань, 2010. – 512 с.

15. 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.

16. Михайлов А.В. Основы проектирования технологических процессов машиностроительных производств : учеб. пособие для студентов вузов, обуч.

по направлению "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в" / А.В. Михайлов, Д.А. Расторгуев, А.Г. Схиртладзе. - Гриф УМО. - Старый Оскол. : ТНТ, 2016. – 335 с.

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

18. Расторгуев Д.А. Проектирование технологических операций: электрон. учеб.-метод. пособие / Д.А. Расторгуев. – Тольятти. : ТГУ, 2015. - 140 с. [Электронный ресурс] – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/76> (дата обращения: 16.04.2020).

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

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

21. Руководство по курсовому проектированию металлорежущих инструментов: учеб. пособие для вузов / Г.Н. Кирсанов [и др.] ; под общ. ред. Г.Н. Кирсанова. – М. : Машиностроение, 1986. – 288 с.

22. 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: 06.04.2020).

23. 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.

24. 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.

25. Схиртладзе А. Г. Технологическая оснастка машиностроительных производств : учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в". Т. 2 / А.Г. Схиртладзе, С.Н. Григорьев, В.П. Борискин. - 4-е изд., перераб. и доп. ; гриф УМО. - Старый Оскол. : ТНТ, 2016. – 517 с.

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

27. Схиртладзе А.Г. Станочные приспособления: учеб. пособие для вузов / А.Г. Схиртладзе, В.Ю. Новиков. - Гриф МО. – Москва. : Высш. шк., 2001. – 110 с.

28. Технология машиностроения: учеб. для студентов вузов, обуч. по направлению "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в" / Л.В. Лебедев [и др.]. - 2-е изд., перераб. и доп. ; гриф УМО. - Старый Оскол. : ТНТ, 2015. - 620 с.

Приложение А

Технологическая документация

Дцбл.	Взам.	Подп.														
			ТГУ, кафедра ОТМП													
			Шкив													
			С 420 ГОСТ 1412-85													
			Разработал Газеева Проверил Козлов													
			Утвердил Н. Канта													
М01	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ	Код заготовки	Профиль и размеры	КД	МЗ						
М02		166	4,23	1		0,51	4112Х	φ184,7x87,7	1	8,33						
А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт
Б	Код, наименование оборудования															
А03	XX XX XX 000 Заготовительная															
Б04	Литейная машина															
05																
А06	XX XX XX 005 4113 Токарная															
Б07	381101 Токарный 16К20Ф3 3 18217 422 1Р 1 1 100 1 5,53															
0.08	Точить поверхность 1, 3, 5, 6, 7, 8, 23, 24, 25, 26 в размер φ36 ^{+0,25} , φ60,844 ^{0,3} , φ70 ^{0,3} , φ134 ^{+0,5} , 84,2 ^{0,3}															
0.09	52,2 ^{0,25} , 35 ^{0,25} , 25 ^{0,21} .															
Т 10	396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80; 392190 Резец концевой ГОСТ18879-73 ВК8; 392190															
Т11	Резец расточной ГОСТ18879-73 ВК8; 392190 Резец канавочный ГОСТ18879-73 ВК8; 393311															
Т12	Штангенциркуль ШЦ-I ГОСТ 166-89; 394253 Нутромер НМ-50 ГОСТ 10-88.															
13																
А 14	XX XX XX 010 4113 Токарная															
Б 15	381101 Токарный 16К20Ф3 3 18217 422 1Р 1 1 1 100 1 5,23															
0.16	Точить поверхность 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 в размер φ70 ^{0,3} , φ134 ^{+0,5} , φ144 ^{0,3} , φ180,3 ^{0,3} , 82,4 ^{0,3} .															
МК																

Продолжение Приложения А

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	Обозначение абакмента					
													Кшт	Гвоз	Тшт			
Б	Код, наименование оборудования																	
А 42	XX XX XX	030	4182	Протяжная														
Б 43	381753	Вертикально-протяжной	7565	3	18219	422	1P	1	1	1	100	1					0,46	
О 44	Протянуть поверхность 18, 19 в размер 4,3,6 ^{+0,25} , 12±0,021.																	
Т 45	396190	Адаптер;	392351	Протяжка шпоночная	ГОСТ 18217-90	Р9;	393110	Калибры.										
46																		
А 47	XX XX XX	035	4113	Токарная														
Б 48	381101	Токарный	16К20Ф3	3	18217	422	1P	1	1	1	100	1					1,35	
О 49	Точить поверхность 1, 5, 6 в размер $\phi 60^{+0,031}$, $80,4^{+0,032}$, $80,4^{+0,02}$, $48,4^{+0,1}$.																	
Т 50	396110	Оправка клиноплунжерная	специальная;	392190	Резец контурный	специальный	ВК4;	394300										
Т 51	Скоба индикаторная СИ-100 ГОСТ 11098-75.																	
52																		
А 53	XX XX XX	040	4113	Токарная														
Б 54	381101	Токарный	16К20Ф3	3	18217	422	1P	1	1	1	100	1					4,5	
О 55	Точить поверхность 3, 11, 13 в размер $\phi 38^{+0,025}$, $80^{+0,02}$, $74,2^{+0,02}$, $53,8^{+0,02}$.																	
Т 56	396190	Патрон цанговый	ГОСТ 2877-80;	392190	Резец расточной	ГОСТ 18879-73	ВК4;	392190	Резец									
Т 57	фасонный специальный ВК4, 394300 Скоба индикаторная СИ-100 ГОСТ 11098-75, 393450 Циркомер																	
Т 58	НМ-50 ГОСТ 10-88, 393110 Калибры.																	
59																		
А 60	XX XX XX	045	Моечная															
61																		
А 62	XX XX XX	050	Контрольная															
63																		
64																		
МК																		

Продолжение Приложения А

Дцл.		Взам.		Подп.		Цех		Уч		Р.М.		Опер.	
												015	
Разраб.		Газеева		ТГУ									
Проверил		Козлов		Кафедра ОТМП									
Исполн.													
Наименование операции		Шкюв		Твердость		МД		Профиль и размеры		МЗ		КОИД	
Сверльная		СЧ20 ГОСТ 14.12-85		166		4,23		φ184, 7x87,7		8,33		1	
Оборудование, инструмент		Обозначение программы		То		Тф		Тшм		СОЖ			
2С125Ф2				0,13				0,28		Укринол-1			
		ПМ		D или B		L		t		S		V	
01		1. Установить заготовку											
T 02		396190 Оправка цанговая специальная: 391213 Сверло φ10 ГОСТ10902-77 Р6М5.											
O 03		2. Сверлить поверхность 9 выдерживая размеры согласно эскизу											
P 04		1		5,0		0,45		800		25			
T 05		3. Открепить, снять деталь с приспособления, уложить на тележку.											
06													
07													
08													
09													
10													
11													

Формат 1

ГОСТ 3.116-82

Приложение Б

Спецификации к сборочным чертежам

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
				<u>Документация</u>			
A1			20.БР.ОТМП.757.65.00.000СБ	Сборочный чертеж			
				<u>Детали</u>			
A3	1		20.БР.ОТМП.757.65.00.001	Корпус	1		
A4	2		20.БР.ОТМП.757.65.00.002	Корпус муфты	1		
A4	3		20.БР.ОТМП.757.65.00.003	Корпус привода	1		
A4	4		20.БР.ОТМП.757.65.00.004	Плунжер	1		
A2	5		20.БР.ОТМП.757.65.00.005	Крышка привода	1		
A3	6		20.БР.ОТМП.757.65.00.006	Неподвижный корпус	1		
A3	7		20.БР.ОТМП.757.65.00.007	Поршень	1		
A4	8		20.БР.ОТМП.757.65.00.008	Стопор	1		
A3	9		20.БР.ОТМП.757.65.00.009	Шток	1		
A2	10		20.БР.ОТМП.757.65.00.010	Упор	1		
A3	11		20.БР.ОТМП.757.65.00.011	Шток	1		
				<u>Стандартные изделия</u>			
		12		Винт М8х30 ГОСТ 17475-80	6		
		13		Винт М8х20 ГОСТ 17475-80	6		
		14		Гайка М14х1,5 ГОСТ 5927-70	2		
			20.БР.ОТМП.757.65.00.000				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Разраб.	Газеева				Лит.	Лист	
Проб.	Козлов					Листов	
И.контр.						1	
Утв.						2	
				Оправка клиноплунжерная		ТГУ, ИМ, зр. ТМдд-1502а	
				Копировал		Формат А4	

