

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

Институт машиностроения
(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»
(наименование)

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

Технология машиностроения
(направленность (профиль) / специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Технологический процесс изготовления крышки насоса

Обучающийся	<u>Д.Р. Камзин</u> (Инициалы Фамилия)	<u>_____</u> (личная подпись)
Руководитель	<u>к.т.н., доцент А.А. Козлов</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	
Консультанты	<u>к.э.н., доцент О.М. Сярова</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	
	<u>И.В. Резникова</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	

Тольятти 2023

Аннотация

В работе представлен вариант технологического процесса изготовления крышки насоса в условиях среднесерийного типа производства.

«Цель работы – проектирование технологического процесса изготовления крышки насоса на основе типового технологического процесса» [10] и повышение его эффективности путем устранения недостатков базовой технологии проектированием эффективных средств технологического оснащения.

Структура работы состоит из пяти разделов. Первый раздел посвящен анализу исходных данных и формулировке задач работы. Каждый из последующих разделов посвящен решению поставленных задач. Во втором разделе решаются технологические задачи. «Производится выбор оптимальной заготовки и ее проектирование, проектирование плана изготовления детали, выбор средств технологического оснащения, расчет режимов резания и нормирование технологических операций» [10]. В третьем разделе решаются задачи по совершенствованию спроектированной технологии путем проектирования приспособления для комбинированной операции и фрезы, что позволило повысить их эффективность и устранить выявленные в ходе анализа базовой технологии недостатки. В четвертом разделе производится комплексная оценка безопасности и экологичности технического объекта. Выявлены профессиональные риски, действующие на работников производства, разработаны мероприятия по снижению их влияния. Предложены мероприятия по обеспечению пожарной и экологической безопасности на производстве. В пятом разделе произведены расчеты, подтверждающие экономическую эффективность предлагаемых технических решений в условиях среднесерийного типа производства.

Объем выполненной работы: пояснительная записка 62 страниц, графическая часть 7 листов формата А1.

Содержание

Введение.....	4
1 Анализ исходных данных.....	5
1.1 Анализ назначения и условий эксплуатации детали.....	5
1.2 Анализ технологичности детали	6
1.3 Анализ характеристик типа производства	9
1.4 Формулировка задач работы.....	11
2 Разработка технологической части	12
2.1 Выбор и проектирование заготовки.....	12
2.2 Проектирование плана изготовления детали	19
2.3 Выбор средств технологического оснащения.....	20
2.4 Расчет режимов резания и нормирование	24
3 Проектирование специальных средств оснащения	27
3.1 Проектирование кулачковой оправки.....	27
3.2 Проектирование фрезы.....	32
4 Безопасность и экологичность технического объекта	35
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта	35
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	36
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков	37
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	39
4.5 Обеспечение экологической безопасности объекта.....	41
5 Экономическая эффективность работы	42
Заключение	47
Список используемых источников.....	48
Приложение А Технологическая документация.....	51
Приложение Б Спецификации к сборочным чертежам	61

Введение

Современное насосное оборудование широко распространено в самых различных сферах деятельности от космических кораблей до бытового использования. Рассматриваемый в данной работе насос предназначен для создания давления рабочей охлаждающей жидкости в системе охлаждения привода передвижной бурильной установки.

Насос должен обеспечивать требуемую производительность, надежность и ряд других требований, напрямую влияющих на характеристики системы охлаждения привода передвижной бурильной установки. Одним из базовых элементов насоса является крышка, технологию изготовления которой необходимо разработать. Данная технология должна обеспечивать требуемые параметры поверхности детали. Это достигается применением в ходе проектирования определенных технологических решений, влияющих на параметры поверхностей детали.

Эффективность применяемых технологий определяется, не только возможностью достижения параметров детали, но и экономическими показателями в условиях конкретного типа производства, а также возможностью изготовления всей годовой программы выпуска деталей в строго определенных сроки. Наиболее эффективным решением в данном случае является использование типовых технологических процессов в качестве аналога проектируемого техпроцесса. При этом типовой технологический процесс следует доработать, так как он не учитывает всех конструктивно-технологических особенностей конкретной детали.

«Из сказанного следует, что цель данной выпускной квалификационной работы – проектирование технологического процесса изготовления крышки насоса на основе типового технологического процесса» [10] и повышение его эффективности путем устранения недостатков базовой технологии проектированием эффективных средств технологического оснащения.

1 Анализ исходных данных

1.1 Анализ назначения и условий эксплуатации детали

«Служебное назначение крышки обусловлено конструкцией насоса и заключается в установке, базировании и закреплении деталей исполнительного механизма насоса» [10], уплотнений, а также направлении потока охлаждающей жидкости. Во внутренние полости крышки устанавливаются подшипники валов исполнительного механизма, который и создает давление. В процессе эксплуатации жидкость всасывается через одно из отверстий, выполненных на торце крышки, и выходит в охлаждающую систему через второе отверстие под требуемым давлением. Оба отверстия имеют резьбу для присоединения к ним шлангов подвода и отвода охлаждающей жидкости. Крышка базируется на корпус насоса при помощи штифтов и крепится к нему винтами.

Эксплуатационные нагрузки достаточно значительны по величине, что объясняется высоким давлением в системе, которое может достигать десятков МПа. При этом изменение давления происходит резко, что может привести к появлению усталостных трещин. Наиболее подвержены износу места под установку подшипников поверхности, контактирующие с уплотнениями, что объясняется конструктивными особенностями гидравлического привода и принципами его работы.

Влияние внешних климатических факторов может быть значительным, так как буровая установка, в конструкцию которой входит насос, работает на открытом воздухе. В связи с этим возможны значительные колебания температур, повышенной влажности, а также попадание на внешние поверхности грязи и пыли. В большинстве случаев воздействие этих факторов не приведет к каким-либо последствиям. Исключением является воздействие экстремально низких температур, которые могут привести к замораживанию охлаждающей жидкости внутри насоса.

1.2 Анализ технологичности детали

Технологичность детали один из важнейших ее показателей, непосредственно влияющих на эффективность технологического процесса ее изготовления и, в конечном итоге, на окончательную стоимость. Оценка технологичности детали комплексная задача, состоящая из оценки технологичности применяемого материала, технологичности конструкции и технологичности механической обработки [10].

Оценим технологичность материала втулки. В первую очередь технологичность материала определяется его химическим составом и физико-механическими свойствами. Сплав АК-8 ГОСТ 1583–93 состоит из: «91% алюминия, от 0,6% до 1,2% кремния, 0,7% железа, от 3,9% до 4,8% меди, 0,1% никеля, от 0,4% до 0,8% магния, от 0,4% до 1% марганца, 0,1% титана, 0,3% цинка» [23]. «Предел прочности при растяжении 157 МПа» [23]. Исходя из условий работы детали, данные характеристики отвечают всем заданным требованиям. Не менее важной характеристикой материала является возможность применения различных методов получения заготовок. В данном случае наиболее приемлемы методы литья [3]. Следующей важной характеристикой материала является его обрабатываемость, характеризуемая соответствующим коэффициентом обрабатываемости. В данном случае данный показатель можно охарактеризовать как удовлетворительный. «Коэффициент обрабатываемости твердым сплавом составляет 1,1, быстрорежущей сталью 1,0» [1]. В целом можно охарактеризовать материал детали как технологичный, отвечающий всем основным требованиям.

Оценим технологичности конструкции детали. Наружный контур детали образован несимметричными поверхностями и плоской торцовой поверхностью. Имеются бобышки под установку арматуры. Внутренний контур детали также образован сложным сочетанием поверхностей различной формы. Имеются ступенчатые цилиндрические поверхности, обеспечивающие установку подшипников, а также два отверстия с резьбой в

бобышках, расположенные под углом относительно друг друга. Конфигурация контура детали может быть признана технологичной, так как образована простыми по кинематике получения поверхностями с применением типовых элементов, таких как пазы, фаски, канавки, резьбы.

Дальнейшая оценка технологичности конструкции детали основана на классификации ее поверхностей по их назначению. Выполним эскиз детали и присвоим каждой поверхности свой уникальный номер (рисунок 1).

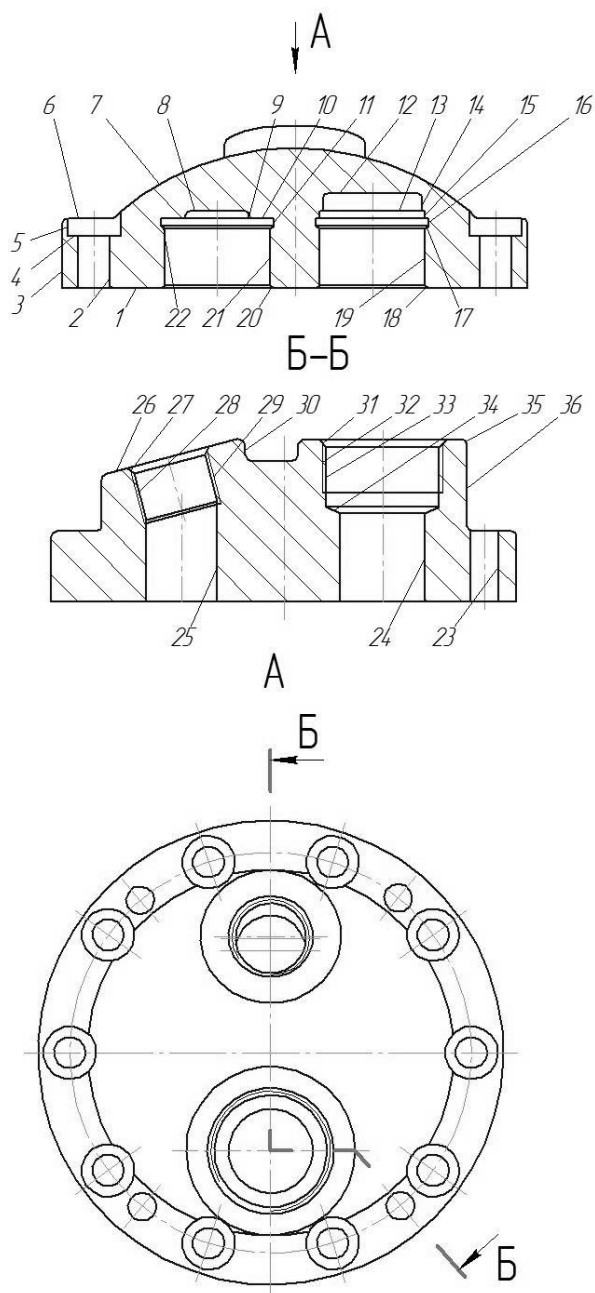


Рисунок 1 – Эскиз крышки

«Проведем классификация поверхностей: основные конструкторские базы 1, 23; вспомогательные конструкторские базы 4, 10, 12, 14, 19, 21, 26, 31; исполнительные поверхности 10, 12, 19, 21, 26, 28, 32; свободные поверхности все оставшиеся» [1]. Как видно из классификации общее количество поверхностей достаточно велико, но при этом количество ответственных поверхностей относительно небольшое. Следовательно, конструкцию детали следует признать технологичной.

Технологичность механической обработки детали определяется требуемой максимальной точностью обработки, характеристиками качества обработки поверхностей, количеством точных поверхностей, формой поверхностей и их взаимным расположением, а также характеристиками технологических баз. В данном случае максимальный квалитет точности 7, что позволит его получить стандартными методами обработки. Качественные характеристики поверхностей также не предполагают применения специальных методов обработки и средств технологического оснащения. Форма поверхностей детали и их взаимное расположение могут быть обеспечены на стандартном оборудовании с применением универсального инструмента и технологической оснастки. Количество точных поверхностей, как отмечалось ранее, относительно невелико, что не потребует широкого применения точных методов обработки. Технологические базы могут быть реализованы при помощи стандартной технологической оснастки. При этом все базы могут быть естественными, то есть, реализованы реальными поверхностями детали, что снизит количество механической обработки. Исходя из этого, в качестве аналога проектируемого технологического процесса можно принять типовой технологический процесс. Следовательно, механическую обработку детали следует признать технологичной.

Оценка технологичности детали по всем критериям технологичности показала хорошие результаты. В целом рассматриваемую деталь следует признать технологичной.

1.3 Анализ характеристик типа производства

«Характеристики типа производства определяют дальнейшую стратегию разработки технологического процесса» [12], а также позволяют определить круг задач, которые необходимо решить в ходе дальнейшего проектирования.

Сначала необходимо определить к какому типу относится производство. Исходя из имеющихся данных и рекомендаций [12] для этого используется информация о годовой программе выпуска изделий и массе детали. Годовая программа выпуска деталей согласно исходным данным составляет 5000 штук, а масса детали согласно, определенная по результатам моделирования (рисунок 2), составляет 0,85 кг. Следовательно, тип производства определяем как среднесерийный [12].



Рисунок 2 – Модель крышки

«Данный тип производства имеет следующие характеристики» [12].

«Применяется групповая форма организации техпроцесса с выпуском деталей партиями на настроенном оборудовании. Технология изготовления проектируется на основе типовой технологии» [12] путем ее доработки под конструктивно-технологические особенности данной детали. Такое решение существенно сокращает сроки проектирования без потери его качества.

Заготовки деталей выбираются из стандартных методов их получения путем экономического сравнения возможных методов получения с учетом физико-механических свойств применяемого материала, технологических возможностей производства, а также конструктивных особенностей детали.

При проектировании заготовки используются стандартные методики проектирования с определением припусков на обработку, в зависимости от требуемой ее точности, расчетом по переходам или статистическим методом.

Проектирование операций технологического процесса основано на применении последовательной структуры. Допускается применение параллельно-последовательной структуры в случае дополнительного обоснования. Следует учесть, что работа ведется на настроенном оборудовании, поэтому должны быть предусмотрены соответствующие методы его настройки. Определение режимов резания и нормирование операций выполняется расчетно-аналитическим и статистическим методами в зависимости от требуемой точности обработки и сложности структуры операции. Технологическая документация оформляется в виде стандартных документов, то есть маршрутной карты и операционных карт с картами эскизов на наиболее сложные и ответственные операции.

Оборудование используется в зависимости от сложности решаемых задач, геометрии обрабатываемых поверхностей, требуемой точности обработки, требуемой производительности и гибкости. Наиболее перспективным является применение оборудования оснащенного CNC-системами, что в условиях современного производства позволяет обеспечить выполнение всех вышеперечисленных требований.

Станочные приспособления должны реализовывать принятые на операциях схемы базирования, обеспечивать необходимую точность установки, обладать отвечающей используемому оборудованию и требуемой гибкости производства степенью механизации и автоматизации, а также отвечать ряду других требований согласно принятым стандартам. При этом желательно использовать стандартизированные станочные приспособления. Применение специальных станочных приспособлений требует дополнительного экономического обоснования.

Режущий инструмент в первую очередь должен отвечать требованиям универсальности, обеспечивать требуемые параметры качества обработки,

обладать необходимой стойкостью. Применение специального режущего инструмента требует дополнительного экономического обоснования.

Средства контроля желательно применять универсальные, способные выдавать результат измерений в абсолютных величинах. Возможно применение средств автоматизации контроля в случае их комплексного использования при контроле других деталей номенклатуры производства. Применение специальных средств контроля должно быть обосновано техническими или экономическими причинами.

1.4 Формулировка задач работы

«Анализ данных проведенных выше и цель работы, сформулированная во введении, позволяют поставить следующие задачи работы» [10].

«На первом этапе необходимо решить технологические задачи» [10]. «Произвести выбор оптимальной заготовки и ее проектирование, проектирование плана изготовления детали, выбор средств технологического оснащения, расчет режимов резания и нормирование операций» [10]. На втором этапе необходимо решить задачи по совершенствованию технологии путем проектирования специальных средств технологического оснащения, что позволит повысить эффективность технологических операций и устранить выявленные в ходе анализа базовой технологии недостатки. На третьем этапе необходимо произвести комплексную оценку безопасности и экологичности технического объекта. В заключении необходимо произвести расчеты, подтверждающие экономическую эффективность предлагаемых технических решений в условиях среднесерийного типа производства. Каждый из последующих разделов посвящен решению поставленных задач.

«Результатом выполнения данного раздела стала формулировка задач работы, основанная на анализе назначения детали и условий ее эксплуатации, комплексной оценке технологичности детали, анализе особенностей типа производства» [10].

2 Разработка технологической части

2.1 Выбор и проектирование заготовки

Выбор метода получения заготовки многофакторная задача. При ее решении необходимо учитывать физико-механические свойства материала детали, технологические возможности производства, а также конструктивные особенности детали. Анализ детали на технологичность позволил выяснить, что в данном случае наиболее приемлемы методы литья. «Проанализировав имеющиеся данные, приходим к выводу, что в данном случае наиболее рационально использовать методы литья в землю и в кокиль» [3]. При этом форма заготовки в обоих случаях будет достаточно близка к форме детали.

Согласно характеристикам среднесерийного типа производства, заготовки деталей выбираются путем экономического сравнения возможных методов получения, которое основано на определении общих затрат на изготовление деталей [3].

«Общие затраты определяются по формуле:

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

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

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

i – индекс варианта получения заготовки» [3].

«Стоимость получения заготовки рассчитывается по формуле:

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

где C_{mi} – цена материала за тонну, руб.;

M_{zi} – масса заготовки, кг;

$K_{сп}$ – коэффициент, определяемый способом получения заготовки;

K_T – коэффициент, определяемый необходимой точностью заготовки;

$K_{сл}$ – коэффициент, определяемый сложностью получения заготовки» [3].

«Расчет массы заготовки выполняется по формуле:

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

где M_d – масса детали, кг;

K_p – коэффициент формы заготовки и способа ее получения» [3].

«Индекс метода получения заготовки принимаем 1 для заготовки, полученной литьем в земляные формы, 2 для заготовки, полученной литьем в кокиль» [3].

Выполняем расчеты.

$$M_{z1} = 0,85 \cdot 1,5 = 1,28 \text{ кг.}$$

$$M_{z2} = 0,85 \cdot 1,3 = 1,11 \text{ кг.}$$

«Стоимость получения заготовки по формуле (2) равна.

$$C_{z1} = \frac{50000 \cdot 1,28}{1000} \cdot 1,2 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 69,12 \text{ р.}$$

$$C_{z2} = \frac{50000 \cdot 1,11}{1000} \cdot 1,3 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 64,94 \text{ р.}» [3].$$

«Стоимость механической обработки рассчитывается по формуле:

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

где $C_{уд}$ – удельная стоимость обработки, руб./кг;

$K_{имi}$ – коэффициент использования материала;

K_o – коэффициент обрабатываемости материала» [3].

«Коэффициент использования материала рассчитывается по формуле:

$$K_{имi} = \frac{M_d}{M_3}. \quad (5)» [3].$$

«Выполняем расчеты.

$$K_{им1} = \frac{0,85}{1,28} = 0,67.$$

$$K_{им2} = \frac{0,85}{1,11} = 0,77» [3].$$

«Стоимость механической обработки по формуле (4) равна.

$$C_{обр1} = \frac{400 \cdot \left(\frac{1}{0,67} - 1\right) \cdot 0,85}{1,1} = 152,2 \text{ р.}$$

$$C_{обр2} = \frac{400 \cdot \left(\frac{1}{0,77} - 1\right) \cdot 0,85}{1,1} = 92,3 \text{ р.}» [3].$$

«Общие затраты по формуле (1) составят.

$$C_1 = 69,12 + 152,2 = 221,32 \text{ р.}$$

$$C_2 = 64,94 + 92,3 = 157,24 \text{ р.}» [3].$$

«Приведенные расчеты показали, что метод получения заготовки литьем в кокиль машине имеет лучшие экономические показатели. Следовательно, для получения заготовки принимаем данный метод» [3].

После выбора заготовки необходимо провести ее проектирование, которое выполняется в несколько этапов [3]. На первом этапе выполняется расчет припусков на обработку, затем определяются технологические напуски и допуски на размеры, после этого определяются характеристики заготовки и технические требования на ее выполнение.

«Определение припусков на обработку, вне зависимости от принятой методики, основано на знании маршрутов обработки каждой поверхности» [14]. Решение задачи выбора маршрутов обработки основано на обеспечении заданных параметров поверхностей при условии минимальных суммарных затрат на их получение [14].

«Сформируем маршруты обработки поверхностей для данной детали с учетом рекомендаций принятой методики (таблица 1)» [14].

Таблица 1 – Маршруты обработки поверхностей

Номер поверхности	Шероховатость Ra , мкм	Квалитет точности	Маршрут обработки
1	3,2	12	«ф-фч» [14]
2	12,5	14	«с» [14]
4	12,5	14	«с» [14]
5	12,5	14	«с» [14]
6	3,2	12	«ф-фч-фт» [14]
8	12,5	14	«рс» [14]
9	12,5	14	«рс» [14]
10	3,2	12	«рс-рч-рт» [14]
11	12,5	14	«рч» [14]
12	3,2	12	«рс-рч-рт» [14]
13	12,5	14	«рс» [14]
14	1,25	7	«рс-рч-рт» [14]
15	12,5	14	«рч» [14]
16	12,5	14	«рч» [14]
17	12,5	12	«рч» [14]
18	12,5	12	«рч» [14]
19	0,63	7	«с-рч-рт» [14]
20	12,5	12	«рч» [14]
21	0,63	7	«с-рч-рт» [14]
22	12,5	12	«рч» [14]
23	1,6	7	«с-з-рв» [14]
24	12,5	14	«с» [14]
25	12,5	14	«с» [14]
26	12,5	12	«ф» [14]
27	12,5	12	«рч» [14]
28	12,5	14	«с» [14]
29	6,3	10	«рн» [14]
30	12,5	12	«т» [14]
31	12,5	12	«рч» [14]
32	6,3	10	«рн» [14]
33	12,5	14	«с» [14]
34	12,5	12	«рч» [14]

«Сокращения, принятые в таблице 1: рс – растачивание черновое, рч – растачивание чистовое, рт – растачивание тонкое, с – сверление, з – зенкерование, рв – развертывание, рн – резьбонарезание, ф – фрезерование черновое, фч – фрезерование чистовое, фт – фрезерование тонкое» [14].

«В соответствии с принятой методикой проектирования заготовки далее необходимо определить припуски на обработку» [10]. Как отмечалось ранее, для этого используются стандартные методики проектирования расчетом по

переходам или статистическим методом в зависимости от требуемой точности обработки.

«Метод определения припусков на обработку по переходам будем использовать для определения припусков на поверхность диаметром $30H7(+0,021)$ мм» [21].

«Минимальный припуск определяется из выражения:

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

где a – глубина дефектного слоя, мм;

Δ – суммарные пространственные отклонения, мм;

ε – погрешность установки заготовки в приспособлении, мм;

i – текущий переход;

$i - 1$ – предыдущий переход» [21].

$$\ll z_{1min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,3 + \sqrt{0,5^2 + 0,025^2} = 0,8 \text{ мм.}$$

$$z_{2min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,2 + \sqrt{0,053^2 + 0,025^2} = 0,259 \text{ мм.}$$

$$z_{3min} = a_2 + \sqrt{\Delta_2^2 + \varepsilon_3^2} = 0,1 + \sqrt{0,013^2 + 0,02^2} = 0,224 \text{ мм} \gg [21].$$

«Максимальный припуск определяется из выражения:

$$z_{imax} = z_{imin} + 0,5(TD_{i-1} + TD_i), \quad (7)$$

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

TD_i – операционный допуск на текущем переходе, мм» [21].

$$\ll z_{1max} = z_{1min} + 0,5(TD_0 + TD_1) = 0,8 + 0,5(2,0 + 0,21) = 1,905 \text{ мм.}$$

$$z_{2max} = z_{2min} + 0,5(TD_1 + TD_2) = 0,259 + 0,5(0,21 + 0,052) = 0,39 \text{ мм.}$$

$$z_{3max} = z_{3min} + 0,5(TD_2 + TD_3) = 0,224 + 0,5(0,052 + 0,021) = 0,26 \text{ мм} \gg [21].$$

«Средний припуск определяется из выражения:

$$z_{cpi} = 0,5 \cdot (z_{i \max} + z_{i \min}). \quad (8) \gg [21]$$

$$\ll z_{cp1} = 0,5(z_{1 \max} + z_{1 \min}) = 0,5(0,8 + 1,905) = 1,353 \text{ мм.}$$

$$z_{cp2} = 0,5(z_{2 \max} + z_{2 \min}) = 0,5(0,259 + 0,39) = 0,325 \text{ мм.}$$

$$z_{cp3} = 0,5(z_{3 \max} + z_{3 \min}) = 0,5(0,224 + 0,26) = 0,242 \text{ мм} \gg [21].$$

«Операционные размеры определяются с использованием выражений:

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

$$D_{(i-1)\min} = D_{(i-1)\max} - TD_{i-1}. \quad (10)$$

$$D_{i \text{ cp}} = 0,5 \cdot (D_{i \max} + D_{i \min}). \quad (11) \gg [21]$$

$$\ll D_{3 \max} = 30,021 \text{ мм.}$$

$$D_{3 \min} = 30,000 \text{ мм.}$$

$$D_{3 \text{ cp}} = 0,5 \cdot (D_{3 \max} + D_{3 \min}) = 0,5 \cdot (30,021 + 30,000) = 30,011 \text{ мм.}$$

$$D_{2 \max} = D_{3 \max} - 2 \cdot z_{3 \min} = 30,021 - 2 \cdot 0,224 = 29,573 \text{ мм.}$$

$$D_{2 \min} = D_{2 \max} - TD_2 = 29,573 - 0,052 = 29,521 \text{ мм.}$$

$$D_{2 \text{ cp}} = 0,5 \cdot (D_{2 \max} + D_{2 \min}) = 0,5 \cdot (29,573 + 29,571) = 29,547 \text{ мм.}$$

$$D_{1 \max} = D_{2 \max} - 2 \cdot z_{2 \min} = 29,573 - 2 \cdot 0,259 = 29,055 \text{ мм.}$$

$$D_{1 \min} = D_{1 \max} - TD_1 = 29,055 - 0,21 = 28,845 \text{ мм.}$$

$$D_{1 \text{ cp}} = 0,5 \cdot (D_{2 \max} + D_{2 \min}) = 0,5 \cdot (29,055 + 28,845) = 28,95 \text{ мм.}$$

$$D_{0 \max} = D_{1 \max} - 2 \cdot z_{1 \min} = 29,055 - 2 \cdot 0,8 = 27,455 \text{ мм.}$$

$$D_{0 \min} = D_{0 \max} - TD_0 = 27,455 - 2,0 = 25,455 \text{ мм.}$$

$$D_{0 \text{ cp}} = 0,5(D_{\max} + D_{\min}) = 0,5(27,455 + 25,455) = 26,455 \text{ мм} \gg [21].$$

«Для определения общих припусков используются выражения:

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

$$2z_{max} = 2z_{min} + TD_0 + TD_3. \quad (13)$$

$$2z_{cp} = 0,5 \cdot (2z_{min} + 2z_{max}). \quad (14) \gg [21]$$

$$\ll 2z_{min} = 30,000 - 27,455 = 2,545 \text{ мм.}$$

$$2z_{max} = 2,545 + 2,0 + 0,021 = 4,566 \text{ мм.}$$

$$2z_{cp} = 0,5 \cdot (2,545 + 4,566) = 3,556 \text{ мм} \gg [21].$$

«Определение припусков на остальные поверхности ведем статистическим методом» [19]. В этом случае величина минимального припуска определяется исходя из метода обработки и номинального размера поверхности. Величина максимального припуска и остальные параметры определяются аналогично предыдущей методике. «Результаты определения припусков с использованием данной методики приведены в таблице 2» [10].

Таблица 2 – Припуски на обработку поверхностей детали

Номер поверхности	Метод обработки	Минимальный припуск, мм	Максимальный припуск, мм
1	фрезерование черновое	0,55	1,7
	фрезерование чистовое	0,25	0,46
6	фрезерование черновое	0,55	1,7
	фрезерование чистовое	0,25	0,46
10	расточивание	0,15	1,28
12	расточивание	0,15	0,33
	расточивание чистовое	0,1	0,28
23	зенкерование	0,4	0,49
	развертывание	0,1	0,13
26	фрезерование черновое	0,55	1,7
28	расточивание черновое	0,5	1,63
	расточивание чистовое	0,1	0,28
33	расточивание черновое	0,5	1,63
	расточивание чистовое	0,1	0,28

Затем определяются технологические напуски и допуски на размеры, а также характеристики заготовки и технические требования на ее выполнение. «Получаем следующие параметры заготовки: степень точности поверхности 10, класс точности массы 8, класс размерной точности 9, ряд припусков 4, сдвиг не более 0,8 мм» [5].

«Результаты проектирования заготовки представлены в графической части работы в виде соответствующего чертежа» [5].

2.2 Проектирование плана изготовления детали

«План изготовления представляет собой графическое отображение технологического процесса изготовления детали и включает в себя операционные эскизы с указанием схем базирования и операционных размеров на них, а также технические требования на выполнение операций» [16]. План изготовления проектируется на основе маршрута обработки детали разрабатываемого путем доработки типовых маршрутов обработки под конструктивно-технологические особенности данной детали. Такое решение существенно сокращает сроки проектирования без потери его качества. В качестве типовых маршрутов используем типовые маршруты деталей данного класса [7]. «Полученный технологический маршрут изготовления детали приведен в таблице 3» [16].

Таблица 3 – Технологический маршрут изготовления детали

Операция	Метод обработки	Обрабатываемые поверхности
005 Термическая	закалка	все поверхности
010 Комбинированная	фрезерование	1
	сверление	19, 21, 23, 24, 25
	расточивание	8, 9, 10, 12, 13, 14, 19, 21
	зенкерование	23
	развертывание	23
015 Комбинированная	фрезерование	6, 26, 31
	сверление	2, 4, 5, 28, 33
	расточивание	27, 28, 29, 32, 33, 34

Продолжение таблицы 3

Операция	Метод обработки	Обрабатываемые поверхности
020 Комбинированная	фрезерование	1
	расточивание	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22
025 Фрезерная	фрезерование	6
030 Расточная	расточивание	14, 19, 21
040 Моечная	очистка	все поверхности
045 Контрольная	измерения	все поверхности

Разработка операционных эскизов предусматривает выполнение эскиза операции с указанием на нем «обрабатываемых поверхностей, схем базирования и операционных размеров» [17]. «Схемы базирования разрабатываются исходя из необходимости соблюдения принципов единства и постоянства баз, а также конструктивных особенностей детали и особенностей простановки конструкторских размеров» [17]. Технические требования назначаются исходя из номинальных размеров обрабатываемых поверхностей, статистической точности обработки на рассматриваемой операции и дополнительных погрешностей возникающих вследствие особенностей принятой на операции схемы базирования [18].

Результатом проектирования плана изготовления детали является чертеж, приведенный в графической части работы. Так же результаты проектирования плана изготовления частично отражены в Приложении А таблица А.1 «Технологическая документация».

2.3 Выбор средств технологического оснащения

При выборе средств технологического оснащения будем руководствоваться следующими рекомендациями [14].

Оборудование выбирается в зависимости от сложности решаемых задач, геометрии обрабатываемых поверхностей, требуемой точности обработки, требуемой производительности и гибкости. Наиболее перспективным

является применение оборудования, оснащенного CNC-системами, что в условиях современного производства позволяет обеспечить выполнение всех вышеперечисленных требований.

«Станочные приспособления выбираются исходя из возможности реализовать принятые на операциях схемы базирования» [12], обеспечить необходимую точность установки, обладать отвечающей используемому оборудованию и требуемой гибкости производства степенью механизации и автоматизации, а также отвечать ряду других требований согласно принятым стандартам. Предпочтительным является использование стандартизированных станочных приспособлений. Использование специальных станочных приспособлений требует дополнительного экономического обоснования.

Режущий инструмент в первую очередь должен отвечать требованиям универсальности, обеспечивать требуемые параметры качества обработки, обладать необходимой стойкостью. Применение специального режущего инструмента требует дополнительного экономического обоснования.

Средства контроля применяются универсальные, способные выдавать результат измерений в абсолютных величинах. Возможно применение средств автоматизации контроля в случае их комплексного использования при контроле других деталей номенклатуры производства. Применение специальных средств контроля должно быть обосновано техническими или экономическими причинами.

Выбор конкретных моделей, типоразмеров и наименований средств технологического оснащения производим с использованием данных [6], [8], [9], [14], [13], [20], [22]. «Результаты выбора наименований средств технологического оснащения приведены в таблице 4» [10].

Таблица 4 – Средства оснащения технологического процесса

Операция	Оборудование	Станочные приспособления	Инструменты	Средства контроля
005 Термическая	печь	–	–	–
010 Комбинированная	вертикальный обрабатывающий центр Haas VF-2	упоры, приспособление самоцентрирующее специальное	фреза торцевая P6M5K5 специальная Ø160, сверло R850–2000–70–A1A GC1220 Sandvik, сверло R850–2400–70–A1A GC1220 Sandvik, сверло R850–2800–70–A1A GC1220 Sandvik, сверло R850–0700–70–A1A GC1220 Sandvik, зенкер C3-R825A-FAB208A GC1220 Sandvik, развертка 830B–E06D0800H7S1 2 GC1220 Sandvik, резец расточной CCGX 12 04 08–AL H10 Sandvik	нутромер ГОСТ 10–88, штангенциркуль ГОСТ 166–89
015 Комбинированная	вертикальный обрабатывающий центр Haas VF-2	опоры плоские, палец цилиндрический, приспособление специальное	фреза концевая P6M5K5 специальная Ø20, сверло ступенчатое R416.21–0090L25–21 GC1220 Sandvik, фреза концевая P6M5K5 специальная Ø60, сверло R411.5–19554D19.50	штангенциркуль ГОСТ 166–89, калибр, нутромер ГОСТ 10–88

Продолжение таблицы 4

Операция	Оборудование	Станочные приспособления	Инструменты	Средства контроля
015 Комбинированная	–	–	GC1220 Sandvik, резец расточной CCGX 12 04 08-AL H10 Sandvik, фреза резьбовая 327R12-22 450MM-TH Sandvik	–
020 Комбинированная	вертикальный обрабатывающий центр Haas VF-2	опоры плоские, палец ромбический, приспособление специальное	фреза концевая P6M5K5 специальная Ø20, резец расточной CCGX 12 04 08-AL H10 Sandvik, резец расточной канавочный CXS-05G200-5230R GC1025 Sandvik	скоба рычажная ГОСТ 7470-92, нутромер НМ-40 ГОСТ 10-88
025 Фрезерная	вертикально-фрезерный с ЧПУ Haas DT-1	опоры плоские, палец цилиндрический, приспособление специальное	фреза концевая P6M5K5 специальная Ø20	скоба рычажная ГОСТ 7470-92
030 Расточная	вертикально-фрезерный с ЧПУ Haas DT-1	опоры плоские, палец ромбический, приспособление специальное	резец токарный расточной R825A-AF11STUC06T1 A H10 Sandvik	нутромер ГОСТ 10-88
040 Моечная	моечная машина	–	–	–
045 Контрольная	контрольный стол	–	–	–

«Выбранные средства технологического оснащения заносятся в соответствующие графы маршрутной карты и операционных карт, представленных в приложении А «Технологическая документация», а также отражаются на чертежах технологических наладок графической части» [10].

2.4 Расчет режимов резания и нормирование

Согласно типу производства, определение режимов резания и нормирование операций выполняется расчетно-аналитическим и статистическим методами в зависимости от требуемой точности обработки и сложности структуры операции.

Методика определения режимов резания подробно рассмотрена в литературе [9], [15].

Рассмотрим более подробно методику нормирования технологических операций [15].

«Определение основного времени выполняется по формуле:

$$t_o = \sum t_{oi}, \quad (15)$$

где t_{oi} – основное время выполнения перехода обработки поверхности, мин» [15].

«Основное время выполнения перехода обработки поверхности определяется по формуле:

$$t_o = \frac{(L+l) \cdot i}{S \cdot n}, \quad (16)$$

где L – длина обрабатываемой поверхности, мм.;

l – длина перебега и врезания, мм.;

i – количество рабочих ходов» [15].

«Определение вспомогательного времени выполняется по формуле:

$$t_B = t_{c.y} + t_{m.B}, \quad (17)$$

где $t_{c.y}$ – время на установку и снятие заготовки, мин;

$t_{m.B}$ – машинно-вспомогательное время, мин» [15].

«Определение времени на обслуживание, и личные потребности выполняется по формуле

$$t_{\text{обс}} + t_{\text{п}} = 0,1 \cdot t_{\text{оп}}, \quad (18)$$

где $t_{\text{оп}}$ – оперативное время, мин» [15].

«Оперативное время определяется по формуле:

$$t_{\text{оп}} = t_{\text{o}} + t_{\text{в}}. \quad (19)» [15]$$

«Определение штучного времени выполняется по формуле:

$$T_{\text{шт}} = t_{\text{o}} + t_{\text{в}} + t_{\text{обс}} + t_{\text{п}}. \quad (20)» [15]$$

«Штучно–калькуляционное время на выполнение операций рассчитывается по формуле:

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

где $T_{\text{шт}}$ – штучное время выполнения операции, мин;

$T_{\text{п-з}}$ – подготовительно–заключительное время выполнения операции, мин;

$n_{\text{з}}$ – размер партии деталей, шт» [15].

Таблица 5 – Результаты определения режимов резания и нормирование

Операция	Переход	Подача, мм/об	Скорость резания, м/мин	Частота вращения, об/мин	Рабочий ход, мм	Основное время, мин	Штучно–калькуляционное время, мин
010	1	0,2	220	3800	138	0,05	1,45
	2	0,4	200	2700	30	0,03	
	3	0,4	200	3200	30	0,02	
	4	0,1	100	4000	92	0,23	
	5	0,5	36	1400	92	0,13	
	6	0,25	95	3600	92	0,1	
	7	0,4	200	2100	52	0,06	

Продолжение таблицы 5

Операция	Переход	Подача, мм/об	Скорость резания, м/мин	Частота вращения, об/мин	Рабочий ход, мм	Основное время, мин	Штучно-калькуляционное время, мин
010	8	0,5	410	4200	70	0,03	–
015	1	0,1	112	1800	362	2,01	4,37
	2	0,1	100	2100	230	1,1	
	3	0,2	734	3900	102	0,13	
	4	0,4	201	2900	17	0,02	
	5	0,4	198	1900	23	0,03	
	6	0,5	410	4200	42	0,02	
	7	0,089	285	7600	173	0,26	
020	1	0,1	110	3500	132	0,38	1,43
	2	0,2	282	3000	102	0,17	
	3	0,05	150	2000	8	0,08	
025	1	0,5	425	7200	138	0,04	0,84
030	1	0,1	400	4200	50	0,12	0,92

«Результаты расчета режимов резания и нормирования технологических операций, приведенные в таблице 5, заносятся в соответствующие графы маршрутной карты и операционных карт, представленных в приложении А «Технологическая документация», а также отражаются на чертежах технологических наладок, представленных в графической части работы» [10].

«Результатом выполнения данного раздела стало решение технологических задач. Произведен выбор оптимальной заготовки и ее проектирование, проектирование плана изготовления детали, выбор средств технологического оснащения, расчет режимов резания и нормирование технологических операций» [10].

3 Проектирование специальных средств оснащения

3.1 Проектирование кулачковой оправки

Проведя анализ полученного технологического процесса, приходим к выводу о том, что для реализации, принятой на 015 комбинированной операции схемы базирования нет возможности использовать стандартные механизированные средства технологического оснащения. Это приводит к увеличению вспомогательного времени, затрачиваемого на снятие и установку заготовки. Кроме того, снижается точность установки заготовки, что увеличивает процент брака на операции и приводит к необходимости завышения припусков на обработку. Проанализируем схему операции (рисунок 3) и проведем проектирование станочного приспособления с механизированным приводом реализующего данную схему.

Выбор конструкции приспособления проводился с использованием рекомендаций [2]. В результате был выбран вариант реализации схемы приспособления представляющий собой оправку, в качестве установочного и зажимного элемента которой используются кулачки. Привод приспособления предполагается реализовать при помощи стандартного пневматического силового привода.

«Согласно принятой методике осевая сила резания рассчитывается по формуле:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (22)$$

где C_p , q , y , K_p – поправочные коэффициенты и показатели степеней, которые учитывают фактические условия операции;

D – диаметр обрабатываемой поверхности, мм;

S – продольная подача, мм/об» [21].

$$P_o = 10 \cdot 31,5 \cdot 15^0 \cdot 0,4^{0,8} \cdot 0,85 = 128,64 \text{ Н.}$$

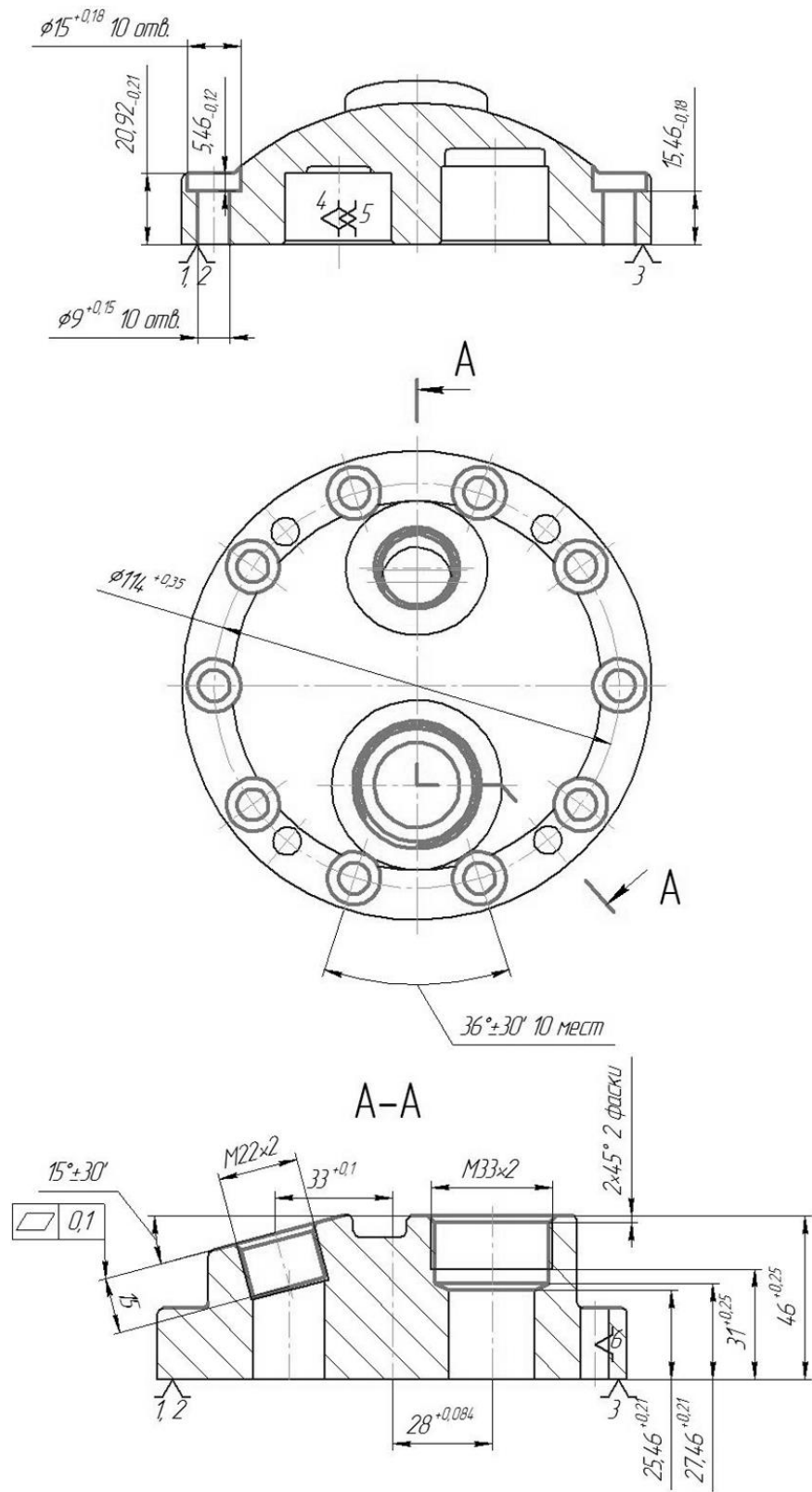


Рисунок 3 – Эскиз операции

«Крутящий момент от силы резания при сверлении рассчитывается по формуле:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (23)$$

где C_m – поправочный коэффициент, который учитывает фактические условия операции» [21].

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,012 \cdot 30^{2,0} \cdot 0,4^{0,8} \cdot 0,85 = 44,11 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Сила трения, удерживающая заготовку в приспособление при воздействии осевой силы резания, определяемая по формуле:

$$\langle F_{тр} = 8 \cdot W \cdot f, \quad (24)$$

где W – сила зажима, Н;

f – коэффициент трения поверхностей заготовки и призмы» [2].

«Из условия равновесия следует:

$$W = \frac{P_o}{8 \cdot f} \cdot K, \quad (25)$$

где K – коэффициент запаса» [2].

Выполняем расчет.

$$W = \frac{128,64}{8 \cdot 0,16} \cdot 2,5 = 251,25 \text{ Н}.$$

Момент закрепления, препятствующий повороту заготовки в приспособлении от воздействия крутящего момента при резании, рассчитывается по формуле:

$$\langle M_3 = 2 \cdot W \cdot f \cdot d_3, \quad (26)$$

где d_3 – диаметр закрепления, мм» [2].

«Из условия равновесия следует:

$$W = \frac{M_p}{2 \cdot f \cdot d_3} \cdot K, \quad (27)$$

где K – коэффициент запаса» [2].

Выполняем расчет.

$$W = \frac{44,11}{2 \cdot 0,16 \cdot 30} \cdot 2,48 = 11,39 \text{ Н.}$$

На следующем этапе необходимо спроектировать механизированный зажимной механизм. В данном случае для закрепления заготовки приводу необходимо развить требуемое усилие, которое 251,25 Н. Конструкция зажимного механизма представляет собой плунжер, соединенный с силовым приводом. При такой конструкции расчет зажимного механизма сводится к определению «диаметра поршня силового привода, который определяется по формуле:

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{Q}{P}}, \quad (28)$$

где Q – требуемое усилие, Н;

P – давление в пневмосистеме, МПа» [2].

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{251,25}{0,4}} = 56 \text{ мм.}$$

Как отмечалось ранее, в качестве силового привода предполагается использовать стандартный пневматический силовой привод, «поэтому полученное расчетное значение диаметра поршня округляем до стандартного большего равного 60 мм» [2].

«На заключительном этапе проектирования станочного приспособления необходимо рассчитать его точность» [2]. Для этого составляем схему расчета погрешностей (рисунок 4).

«Из схемы следует:

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

где Δ_1 – погрешность в сопряжении A_1 , мм;

Δ_2 – погрешности в сопряжении A_2 , мм;

Δ_3 – погрешность в сопряжении A_3 , мм» [2].

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{0,05^2 + 0,04^2 + 0,016^2} = 0,025 \text{ мм.}$$

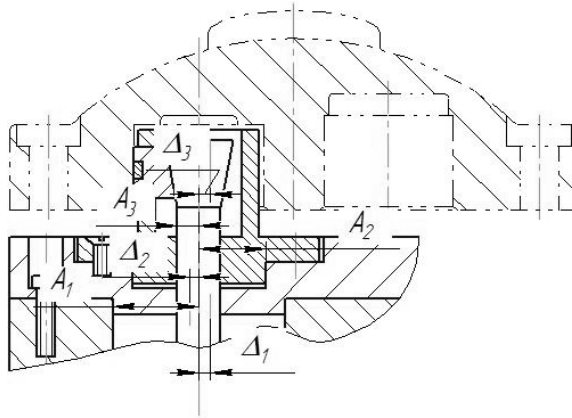


Рисунок 4 – Расчетная схема определения погрешностей

Для того, чтобы определить соответствует полученное значение требуемой точности приспособления необходимо рассчитать допустимую точность приспособления:

$$\varepsilon_y^{\text{доп}} = 0,3 \cdot TD, \quad (30)$$

где TD – точность выполняемого размера, мм» [2].

$$\varepsilon_y^{\text{доп}} = 0,3 \cdot 0,084 = 0,026 \text{ мм.}$$

Расчеты показали, что расчетная точность спроектированной оправки выше допустимой, то есть приспособление может быть использовано на данной операции.

Приспособление состоит из корпуса, в который устанавливается

оправка, цилиндрический палец и опоры, а также монтируется механизм привода. Привод передает движение кулачкам оправки при помощи плунжера.

«Работа приспособления осуществляется следующим образом» [2]. Воздух подается в верхнюю полость пневмоцилиндра и перемещает поршень со штоком, закрепленным с плунжером. В результате плунжер воздействует на торцевую часть кулачков своей конической направляющей, тем самым перемещая их от центра в радиальном направлении. «Происходит закрепление заготовки. При подаче воздуха в нижнюю часть пневмоцилиндра система возвращается в исходное положение» [2], кулачки сжимаются кольцевой пружиной.

Подробно конструкция приспособления, а также его технические характеристики представлены в приложении Б «Спецификации к сборочным чертежам» таблица Б.1 и на листе графической части работы.

3.2 Проектирование фрезы

Проведя дальнейший анализ полученного технологического процесса, приходим к выводу о том, что для получения плоскостей применяются переходы фрезерования с использованием импортных сборных концевых фрез. Это приводит к существенному удорожанию обработки, что для операции с относительно низкой точностью недопустимо.

Анализ литературы показал, что данную проблему можно устранить путем применения в конструкции фрезы вставных ножей из спекаемого сплава на основе быстрорежущей стали Р6М5К5 [15]. Определение геометрических параметров проектируемой фрезы осуществим по данным [6].

«Геометрия режущих пластин обеспечивается углом наклона главной режущей кромки относительно нормальной секущей плоскости. Данный угол рассчитывается по формуле:

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{\operatorname{tg}\alpha \cdot \sin \varepsilon}{\operatorname{tg}\alpha_1 + \operatorname{tg}\alpha \cdot \cos \varepsilon}, \quad (31)$$

где α – главный задний угол, град;

ε – угол при вершине пластины, град;
 α_1 – вспомогательный задний угол, град» [6].

«Угол при вершине пластины определяется по формуле:

$$\varepsilon = 180 - \frac{n-2}{n}, \quad (32)$$

где n – количество граней режущей пластины» [6].

«Проводим расчеты.

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

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

Из этого следует, что искомый угол наклона главной режущей кромки относительно нормальной секущей плоскости составляет 37° » [6].

«Тогда угол наклона пластины может быть определен из выражения:

$$\operatorname{tg}\mu = \frac{\operatorname{tg}\alpha}{\sin\beta}. \quad (33)$$

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

Из этого следует, что угол наклона пластины равен 24° » [6].

«С целью обеспечения удобства изготовления фрез необходимо определить угол между нормальной секущей плоскостью и осью фрезы:

$$\psi = \varphi + \beta - 90^\circ. \quad (34) \gg [6]$$

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

«Крепление режущих пластин к корпусу фрезы предполагается осуществлять при помощи винтов. Надежность такого крепления обеспечивается в случае если минимально допустимый диаметр равен:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot \sigma_d}}, \quad (35)$$

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

σ_d – предел прочности материала винта, МПа» [6].

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

$$Q_1 = \frac{P_z}{0,7}, \quad (36)$$

где P_{zmax} – максимальное значение силы резания, Н» [6].

Производим расчеты.

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

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

«Подробно конструкция фрезы со всеми предлагаемыми изменениями представлена в приложении Б «Спецификации к сборочным чертежам» и на листе графической части работы» [10].

«Результатом выполнения данного раздела стало решение задач по совершенствованию спроектированной технологии» [10] путем проектирования оправки для комбинированной операции и сборной фрезы для обработки поверхностей, что позволило повысить их эффективность и устранить выявленные в ходе анализа базовой технологии недостатки.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта

С целью оценки технологического процесса изготовления крышки насоса на безопасность и экологичность выполнения рассмотрим его конструктивно-технологические характеристики. Результаты оформим в виде таблицы 6.

Таблица 6 – Операции и средства технологического оснащения

Операция	Оборудование	Инструменты	Приспособления
комбинированная	вертикальный обрабатывающий центр Haas VF-2	фреза торцевая P6M5K5 специальная, сверло R850–2000–70–A1A GC1220 Sandvik, сверло R850–2400–70–A1A GC1220 Sandvik, сверло R850–2800–70–A1A GC1220 Sandvik, сверло R850–0700–70–A1A GC1220 Sandvik, зенкер C3-R825A-FAB208A GC1220 Sandvik, развертка 830B–E06D0800H7S12 GC1220 Sandvik, резец расточной CCGX 12 04 08–AL H10 Sandvik	упоры, приспособление самоцентрирующее специальное
фрезерная	вертикально-фрезерный с ЧПУ Haas DT-1	фреза концевая P6M5K5 специальная	опоры плоские, палец цилиндрический, приспособление специальное
расточная	вертикально-фрезерный с ЧПУ Haas DT-1	резец токарный расточной R825A–AF11STUC06T1A H10 Sandvik	опоры плоские, палец ромбический, приспособление специальное

В ходе выполнения технологического процесса используются

смазочные материалы, обеспечивающие работу оборудования, а также технологические жидкости для охлаждения зоны резания. Работники участка механической обработки детали: операторы и наладчики станков с числовым программным управлением, наладчики.

4.2 Идентификация профессиональных рисков

В соответствии с ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» и Приказа Минтруда № 776н «Об утверждении примерного положения о системе управления охраной труда» и с учетом описанных выше конструктивно-технологических характеристик технологического процесса выявляем возникающие профессиональные риски, воздействующие на работников производственного участка [4].

«Опасными и вредными производственными факторами, действующими при выполнении технологического процесса исходя из конструктивно-технологических характеристик технологического процесса будут: действие силы тяжести в тех случаях, когда оно может вызвать падение твердых, сыпучих, жидких объектов на работающего, движущиеся твердые, жидкие или газообразные объекты, наносящие удар по телу работающего, производственные факторы, обладающие свойствами химического воздействия на организм работающего человека, опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека, производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризующиеся повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума, производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей, характеризующиеся повышенным уровнем общей вибрации, монотонность

труда, тяжесть трудового процесса, производственные факторы, связанные с электрическим током, под действие которого попадает работающий» [4].

«В результате действия данных опасных и вредных производственных факторов возможно возникновение следующих опасностей и рисков: груз, инструмент или предмет, перемещаемый или поднимаемый, в том числе на высоту, транспортное средство, в том числе погрузчик, подвижные части машин и механизмов, воздействие на кожные покровы смазочных масел, материал, жидкость или газ, имеющие высокую температуру, повышенный уровень шума и другие неблагоприятные характеристики шума, воздействие общей вибрации, физические перегрузки, электрический ток» [4].

4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

«Анализ показал, что опасные и вредные производственные факторы относятся к группам физического, химического и психофизиологического воздействия, что требует разработки соответствующих методов и средств снижения профессиональных рисков на основании приказа Минтруда России № 771н от 29 октября 2021 г. «Об утверждении примерного перечня ежегодно реализуемых работодателем мероприятий по улучшению условий и охраны труда, ликвидации или снижению уровней профессиональных рисков либо недопущению повышения их уровней»» [4].

«В результате получаем следующие мероприятия по улучшению условий и охраны труда: издание (тиражирование) инструкций, правил (стандартов) по охране труда; устройство и содержание пешеходных дорог, тротуаров, переходов, тоннелей, галерей на территории организации в целях обеспечения безопасности работников; устройство ограждений элементов производственного оборудования, защищающих от воздействия движущихся частей, а также разлетающихся предметов, включая наличие фиксаторов, блокировок, герметизирующих и других элементов, обеспечение работников, занятых на работах с вредными или опасными условиями труда, а также на

работах, производимых в особых температурных и климатических условиях или связанных с загрязнением, специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты, дерматологическими средствами индивидуальной защиты; проведение специальной оценки условий труда, выявления и оценки опасностей, оценки уровней профессиональных рисков, реализация мер, разработанных по результатам их проведения; внедрение и (или) модернизация технических устройств и приспособлений, обеспечивающих защиту работников от поражения электрическим током» [4].

В соответствие с применяемым приказом необходимо использовать следующие методы и средства снижения профессиональных рисков: «использование современной высокопроизводительной техники; соблюдение эргономических характеристик рабочего места» [4]; «обеспечение безопасных условий труда» [4]; «соблюдение правил дорожного движения и правил перемещения транспортных средств по территории работодателя; соблюдение скоростного режима» [4]; «применение исправных транспортных средств, подача звуковых сигналов при движении и своевременное применение систем торможения» [4]; «использование блокировочных устройств, применение средств индивидуальной защиты, специальных рабочих костюмов, халатов, исключающих попадание свисающих частей одежды на быстродвижущиеся элементы производственного оборудования» [4]; «допуск к работе работника, прошедшего обучение в области охраны труда» [4]; «устройство систем удаления вредных веществ, выделяющихся в технологическом процессе, на станки и инструменты» [4]; «организация первичного и периодического обучения и инструктаж работников безопасным методам и приемам выполнения работ» [4]; «использование средств индивидуальной защиты, герметизация технологического оборудования» [4]; «применение закрытых систем для горячих сред, установка изоляции, разделяющих защитных устройств, уменьшение площади контакта, правильное применение средств индивидуальной защиты» [4]; «применение звукоизолирующих ограждений-

кожухов, кабин управления технологическим процессом, устройство звукопоглощающих облицовок и объемных поглотителей шума, использование средств индивидуальной защиты» [4]; «своевременный ремонт машин и оборудования (с балансировкой движущихся частей), проверкой крепления агрегатов к полу, фундаменту, с последующим лабораторным контролем вибрационных характеристик» [4]; «установка стационарного оборудования на отдельные фундаменты и поддерживающие конструкции зданий и сооружений, применение вибропоглощения и виброизоляции; проведение инструктажа на рабочем месте» [4]; «соблюдение основных требований эргономики, соблюдение режимов труда и отдыха» [4]; «организация рабочего места для наиболее безопасного и эффективного труда работника, исходя из физических и психических особенностей человека» [4]; «изоляция токоведущих частей электрооборудования, применение средств индивидуальной защиты, соблюдение требований охраны труда, применение ограждений, сигнальных цветов, табличек, указателей и знаков безопасности» [4].

В результате внедрения разработанных мероприятий по улучшению условий и охраны труда, а также применения принятых методов и средств снижения профессиональных рисков на производственном участке по изготовлению детали должны быть обеспечены условия труда наиболее благоприятные для работников участка.

4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Пожарная безопасность производственного участка обеспечивается путем применения соответствующих технических противопожарных средств и разработки противопожарных мероприятий. Выбор технических средств и разработка мероприятий зависят от опасных факторов возможного пожара, которые определяются по классу пожара. В свою очередь класс пожара определяется веществами и материалами, используемыми в ходе

осуществления технологического процесса, а также применяемых средств оснащения на производственном участке. «В данном случае возможные пожары связаны с воспламенением и горением металлов, то есть относятся к классу D» [4].

«Основными опасными факторами данного класса пожаров: пламя и искры, тепловой поток, повышенная температура окружающей среды, повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения, пониженная концентрация кислорода, снижение видимости в дыму (в задымленных пространственных зонах). Сопутствующими проявлениями опасных факторов пожара являются: образующиеся в процессе пожара осколочные фрагменты, крупногабаритные части разрушившихся строительных зданий, инженерных сооружений, транспортных средств, энергетического оборудования, технологических установок, производственного и инженерно-технического оборудования, произведенной и/или хранящейся продукции и материалов и иного имущества; вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества; негативные термохимические воздействия, используемых при пожаре огнетушащих веществ, на предметы и людей» [4].

«В соответствии с выявленными опасными факторами возможного пожара предлагается применять следующие технические средства пожаротушения: огнетушители ОП-10, ОВП-10, ОВП-100, ОП-100; мотопомпа пожарная «Shibaura»; пожарный извещатель ИП-212-141; пожарный щит класса ЩП-А; оповещатель охранно-пожарный звуковой Маяк-220» [4].

Профилактику и предотвращение пожара предлагается осуществлять путем внедрения «следующих мероприятий: инструкции по действиям персонала в случае аварийной и чрезвычайной ситуации; инструктаж по пожарной безопасности» [4].

4.5 Обеспечение экологической безопасности объекта

Экологическая безопасность технологического процесса обеспечивается путем применения соответствующих технических средств и разработки организационных мероприятий. Определение состава технических средств и организационных мероприятий осуществляется исходя из негативных факторов, возникающих в ходе выполнения технологического процесса. Данные факторы определяются веществами и материалами, используемыми в ходе осуществления технологического процесса, а также применяемых средств оснащения на производственном участке. В состав выбросов в гидросферу и литосферу в данном случае входят: «масла, смазочно-охлаждающие жидкости, смазочные материалы, частицы абразива и стружки, металлический лом, мусор промышленный» [4]. В атмосферу возможно попадание незначительного количества паров смазочно-охлаждающей жидкости и абразивной пыли.

«Все возможные мероприятия по обеспечению экологической безопасности принимаем по ГОСТ Р 53692–2009 «Национальный стандарт Российской Федерации. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы»» [4].

В разделе решена задача комплексной оценки безопасности и экологичности технического объекта. Выявлены профессиональные риски, действующие на работников производства, разработаны мероприятия по снижению их влияния. Предложены мероприятия по обеспечению пожарной и экологической безопасности на производстве.

5 Экономическая эффективность работы

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

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

Основное изменение технологического процесса предполагает сокращение количества операций за счет их объединения. Это стало возможным благодаря применению более современного оборудования, которое может выполнить как фрезерные операции, так и сверлильные, за счет этого достигается сокращение их трудоемкости. Модели применяемого оборудования в базовом и проектном варианте представлены в соответствующих разделах бакалаврской работы. Совместно с заменой оборудования было предложено применить специальную оснастку и более износостойкой инструмент, что также привело к снижению общей трудоемкости выполнения совершенствованных операций.

Результаты технических изменений после совершенствований операций, а именно замены двух операций на одну:

- сокращение основного времени выполнения операций на 27,9%;
- сокращение вспомогательного времени – на 10,2%;
- уменьшение количества единиц используемого оборудования на 50%;
- уменьшение использование производственных площадей на 8,4%;
- увеличение стойкости применяемого инструмента на 16,7 %.

Описанные результаты достаточно существенны для того чтобы сделать предварительное положительное заключение о необходимости внедрения данных изменений. Однако, чтобы полноценно в этом убедиться, необходимо провести некоторые экономические расчеты. Они связаны с определением

величины инвестиций и их сроком окупаемости, а также с расчетом самого важного показателя, такого как экономический эффект.

На рисунке 5 представлены методики, которые позволяют грамотно рассчитать все вышеперечисленные экономические показатели.



Рисунок 5 – Применяемые методики для определения необходимых экономических показателей [14]

Используя, описанную на рисунке 5, методику расчета капитальных вложений, в совокупности с программой Microsoft Excel, была определена величина инвестиций (K_{BV}), которая составила 348981,87 руб. Данное значение учитывает все необходимые финансовые вливания в совершенствование проекта. На рисунке 6 представлены показатели, из которых сложилась итоговая величина инвестиций.

Анализируя рисунок 6, можно сказать, что затраты на оборудование с учетом доставки и монтажа являются самыми существенными, так как их доля составила 82,3% в общем объеме инвестиций.

Квв = 348981,87 руб.

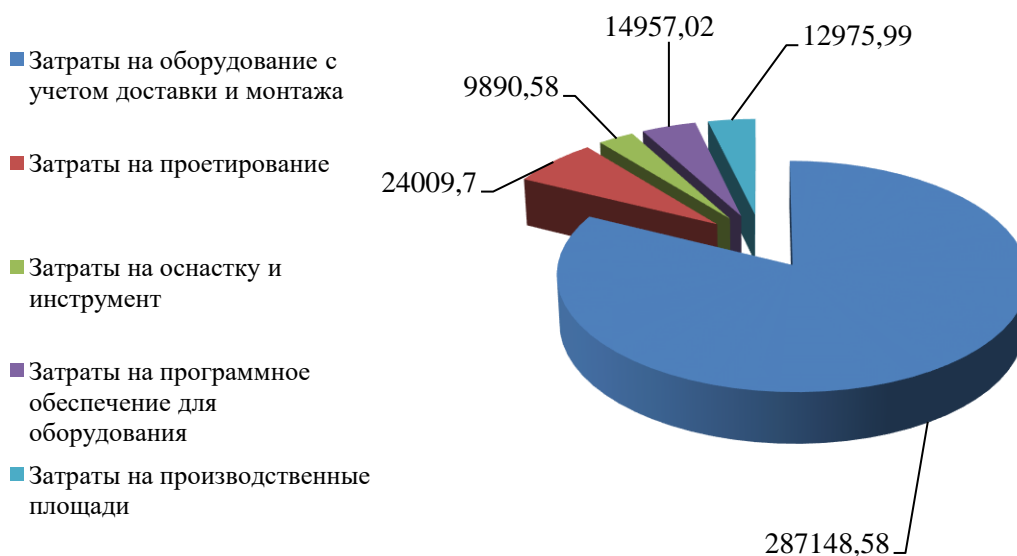


Рисунок 6 – Показатели и их значения, которые вошли в величину инвестиций для предлагаемых совершенствований

Для определения срока окупаемости заявленных инвестиций необходимо последовательно определить некоторое количество дополнительных показателей, которые представлены на рисунке 7.

Как видно из рисунка 7, для получения результата по сроку окупаемости, сначала необходимо определить значение такого экономического показателя как полная себестоимость изменяемых операций. Эту величину рассчитывают по двум вариантам, базовому и проектируемому. Это необходимо для того чтобы можно было определить изменения, то есть посмотреть на сколько снизится или увеличится себестоимость выполнения этих операций. Чтобы окупить вложенные инвестиции себестоимость проектируемого варианта должна снижаться. Также важно, насколько она снизится, потому что чем больше будет разница у полной себестоимости, тем быстрее окупятся вложенные инвестиции.

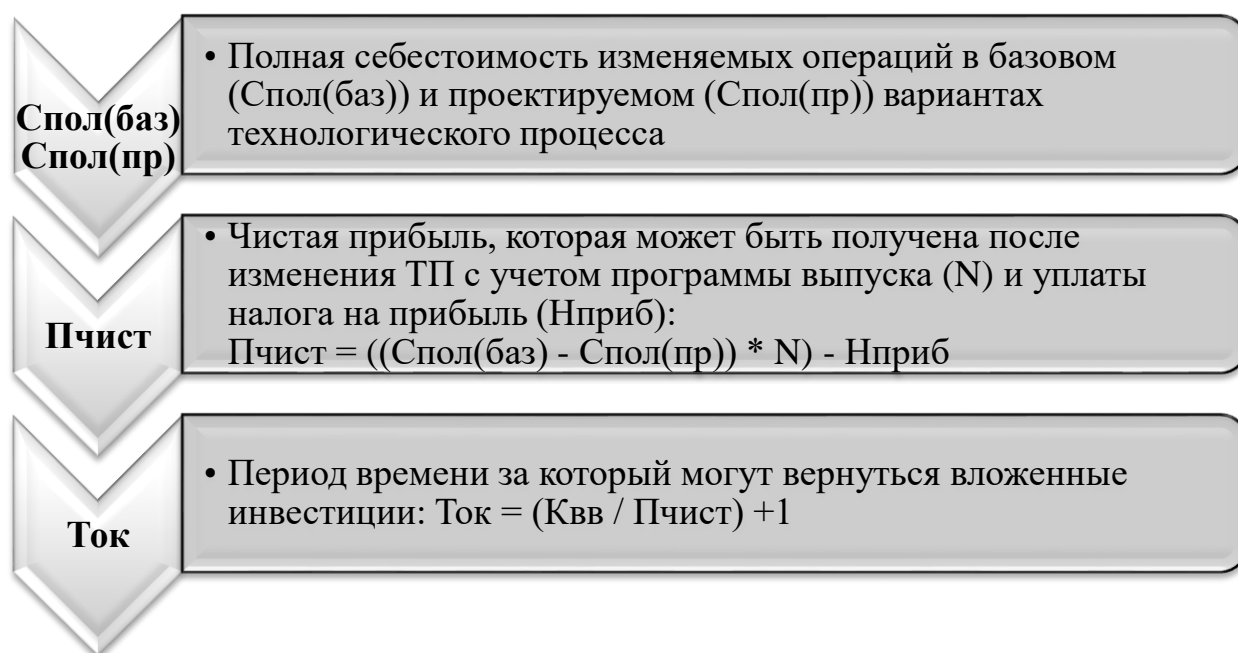


Рисунок 7 – Дополнительные экономические показатели для определения срока окупаемости и их взаимосвязь

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

Затем уже приступают к определению самого срока окупаемости. Так как, технологические процессы по изготовлению продукции присуще промышленным предприятиям, то для них определен максимальный горизонт окупаемости инвестиций в 4 года.

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

На рисунке 8 представлены рассчитанные значения следующих показателей: чистая прибыль, срок окупаемости и экономический эффект.

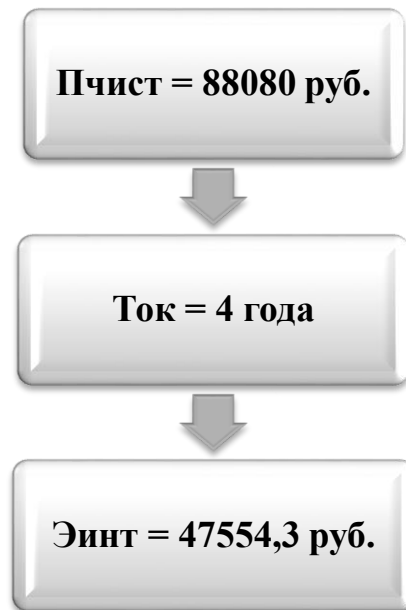


Рисунок 8 – Значения показателей чистой прибыли ($P_{\text{чист}}$), срока окупаемости ($T_{\text{ок}}$) и экономического эффекта (Эинт)

Как показано на рисунке 8, экономический эффект является положительной величиной, то есть он получен, поэтому внедрение предлагаемых совершенствований можно считать целесообразными.

В ходе выполнения данного раздела произведены расчеты, подтверждающие экономическую эффективность предлагаемых технических решений в условиях среднесерийного типа производства.

Заключение

Выполнение работы позволило спроектировать вариант технологического процесса изготовления крышки насоса в условиях среднесерийного типа производства на основе типового технологического процесса и повысить ее эффективность за счет устранения недостатков базовой технологии путем проектирования эффективных средств технологического оснащения. «На первом этапе выполнения работы для достижения данного результата был проведен анализ исходных данных, на основе которых сформулированы задачи работы» [10]. Далее поставленные задачи были последовательно решены.

Группа технологических задач включила в себя: «выбор оптимальной заготовки и ее проектирование, проектирование плана изготовления детали, выбор средств технологического оснащения, расчет режимов резания и нормирование технологических операций» [10]. При этом за основу был принят типовой технологический процесс, что повысило качество проектных решений.

Задачи по совершенствованию спроектированной технологии решены путем проектирования приспособления для комбинированной операции и фрезы, что позволило повысить их эффективность и устранить выявленные в ходе анализа базовой технологии недостатки.

Решена задача комплексной оценки безопасности и экологичности технического объекта. Выявлены профессиональные риски, действующие на работников производства, разработаны мероприятия по снижению их влияния. Предложены мероприятия по обеспечению пожарной и экологической безопасности на производстве.

Произведены расчеты, подтверждающие экономическую эффективность предлагаемых технических решений в условиях среднесерийного типа производства.

Список используемых источников

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

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

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

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

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

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

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

14. Краснопевцева И.В. Экономика и управление машиностроительным производством: электрон. учеб. –метод. пособие / И.В. Краснопевцева, Н.В. Зубкова. – Тольятти.: ТГУ, 2014. – 183 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/13> (дата обращения: 03.05.2023).

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

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

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

18. Расторгуев Д.А. Технологическая часть выпускной квалификационной работы машиностроительного направления: электронное учеб. –метод. пособие / Д.А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин –т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр –ва". – ТГУ. – Тольятти. : ТГУ, 2017. – 34 с. [Электронный ресурс] – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/6204> (дата обращения: 16.04.2023).

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

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

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

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

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

24. Химический состав и физико-механические свойства алюминиего сплава АК-8 [Электронный ресурс]. – URL: <http://mashinform.ru/marochnik/aluminium/ak8l-byvsh-val5-al34-obj1657.html>. (дата обращения: 12.03.2023).

Приложение А
Технологическая документация

Таблица А.1 – Технологическая документация

Диал																
Взам																
Подп																
Разработал		Камзин Д.Р.				ТГУ кафедры ОТМП										
Проверил		Козлов А.А.														
Утвердил		Лозиню Н.Ю.				Крышка насоса										
Н. контр		Козлов А.А.														
МД1		418 ГОСТ 4784-97														
		Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. раск.	КИМ	Код заготовки	Профиль и размеры	КД	МЗ					
МД2			166	Q85	1		Q77	412X	∅132x49,8	1	111					
А		Цех	Уч	РМ	Опер	Код наименования операции				Обозначение документа						
Б				Код наименования оборудования		СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кит	Тпаз	Тшт
А03		XX XX XX			000	Заготовительная.										
Б04						Литейная машина										
Д05																
А06		XX XX XX			005	XXXX Термическая.										
Д07																
А 08		XX XX XX			010	XXXX Комбинированная.										
Б 09						381101 Обрабатывающий центр Haas VF-2 3 18217 422 1P 1 1 1 1200, 1 145										
Д 10						Обрабатывать поверхности 1 8 9 10 12 13 14 21 23 24 25 в размеры ∅24 ^{+0,21} ∅20 ^{+0,21} ∅8 ^{+0,015}										
Т 11						∅18 ^{+0,21} ∅9 ^{+0,015} ∅26,5 ^{+0,21} ∅28,845 ^{+0,21} 475 ^{+0,25} 26,8 ^{+0,21} 29 ^{+0,08} 28 ^{+0,08} 44 ^{+0,21} 24 ^{+0,21} 19 ^{+0,21}										
Т 12						396190 Писпособление специальное; 391822 Фреза торцовая специальная ∅160 P6M5K5.										
Т 13						391213 Сверло R850-2000-70-A1A "Sandvik" GC1220; 391213 Сверло R850-2400-70-A1A "Sandvik"										
Т 14						GC1220; 391213 Сверло R850-2800-70-A1A "Sandvik" GC1220; 391213 Сверло R850-0700-70-A1A										
Т 15						"Sandvik" GC 1220; 391620 Зенкер СЗ-R825A-FAB208A "Sandvik" GC 1220; 391701 Развертка 830B-										
Т 16						F06D1000H7S12 "Sandvik" GC 1220; 393450 Нупромер HM-40 ГОСТ10-88; 393311 Штангенциркуль ШЦ-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	Кшт	Тпоз	Тшт
Б	Код, наименование оборудования					СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт
А 19	XX XX XX	015	XXXX	Комбинированная.												
Б 20	381101	Обрабатывающий центр HaasVF-2 3	18217	422	1Р	1	1	1	1200	1						4,37
О 21	Обрабатывать поверхности 2, 4, 5, 6, 26, 27, 28, 31, 33, 34 в размер М33 ^{+0,25} , М22 ^{+0,21} , φ15 ^{+0,18} , φ9 ^{+0,15}															
О 22	15,5 ^{+0,18} , 4,65 ^{+0,3} , 4,15 ^{+0,25} , 27,5 ^{+0,21} , 25,5 ^{+0,21} , 20,5 ^{+0,21}															
Т 23	396190 Писпособление специальное; 391822 Фреза концевая специальная φ20 P6M5K5; 391213 Сверло															
Т 24	R4.115-19554D19.50 "Sandvik" GC1220; 391213 Сверло R4.115-28534D28.550 "Sandvik" GC1220; 391213															
Т 25	Сверло ступенчатое R4.16.212-0090L25-21 "Sandvik" GC1220; 391822 Фреза концевая специальная															
26	φ60 P6M5K5; 392190 Резец расточной CCGX 120408 ALH10 "Sandvik"; 391822 Фреза резьбовая 327R12															
А 27	-22 450MM-TH GS1025 "Sandvik"; 393450 Нутромер НМ-40 ГОСТ10-88; 393311 Штангенциркуль IIII-I															
Б 28																
О 29	XX XX XX	020	XXXX	Комбинированная.												
О 30	381101	Обрабатывающий центр HaasVF-2 3	18217	422	1Р	1	1	1	1200	1						14,3
О 31	Обрабатывать поверхность 1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22 в размеры φ27,8 ^{+0,052} , φ32 ^{+0,052}															
Т 32	φ29,521 ^{+0,052} 20 ^{+0,084} 5 ^{+0,058} 2 ^{+0,058} 1 ^{+0,1} x45°															
Т 33	396190 Писпособление специальное; 391822 Фреза концевая специальная φ20 P6M5K5;															
Т 34	392190 Резец расточной CCGX 12 04 08 ALH10 "Sandvik"; 392190 Резец расточной канавочный															
35	CXS-05G200-5230R GS1025 "Sandvik"; 393450 Нутромер НМ-40 ГОСТ10-88; 942333 Скоба СР ГОСТ74 70-92.															
А 36																
Б 37	XX XX XX	025	4220	Расточная.												
О 38	381101	Обрабатывающий центр HaasDT-1 3	18217	422	1Р	1	1	1	1200	1						0,84
О 39	Обрабатывать поверхность 6 в размеры 20 ^{+0,084}															
Т 40	396190 Писпособление специальное; 391822 Фреза концевая специальная φ20 P6M5K5; 394233 Скоба															
Т 41	рычажная СР ГОСТ 74 70-92.															
МК																

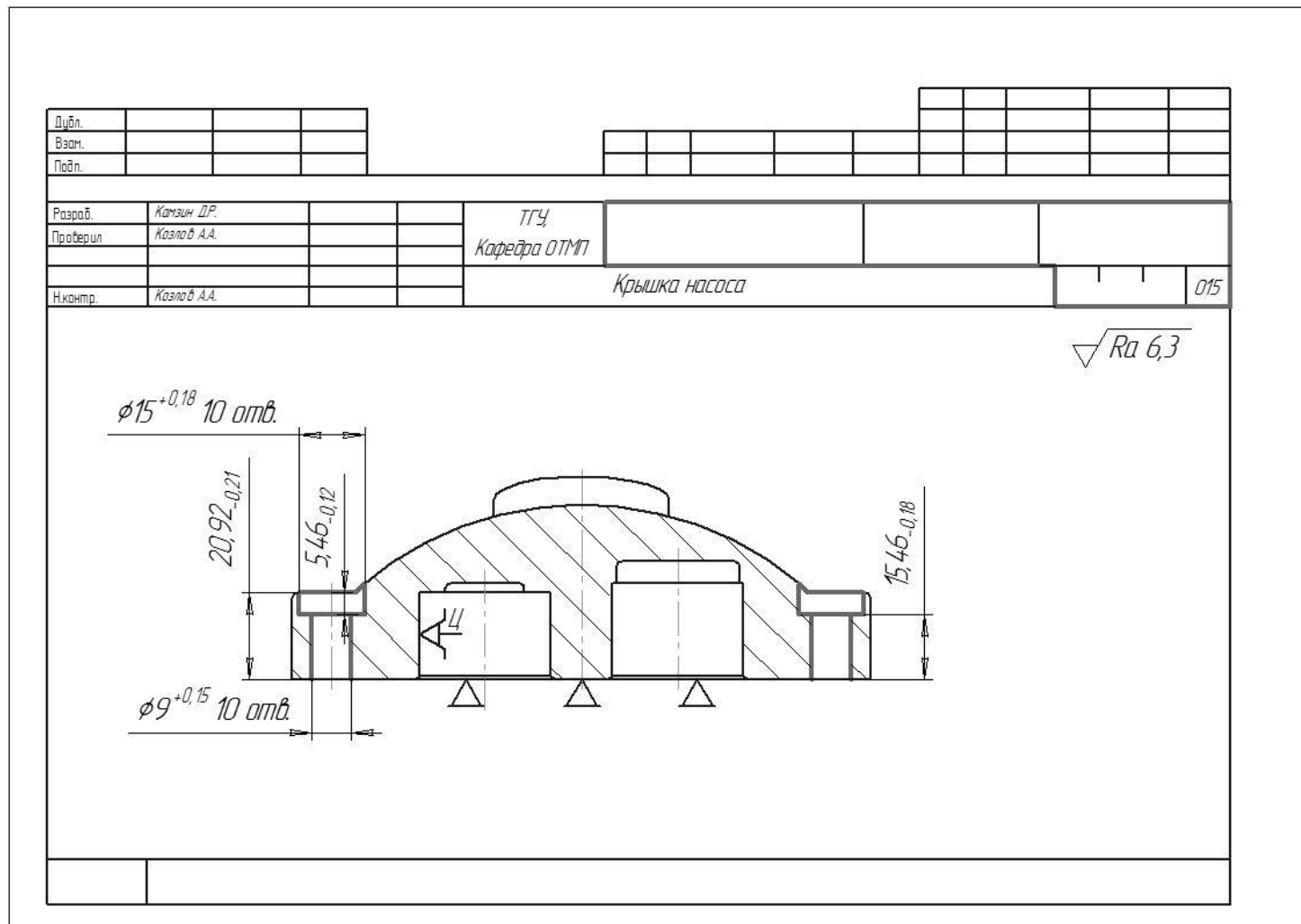
Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа										
						СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт
Т 42	XX	XX	XX	030	4220 Расточная.											
Т 43	381101	Обработка				центр HaasDT-13 18217 422 1Р	1	1	1	1200	1					0,92
Т 44	Обработка поверхности 14, 19, 21 в размеры $\phi 28^{+0,021}$, $\phi 30^{+0,021}$															
45	396190 Писпосадление специальное; 392190 Резец расточной R825A-AF11STUC06T1A H10 "Sandvik";															
А 46	393450 Нутромер НМ-40 ГОСТ10-88.															
Б 47																
О 48	XX	XX	XX	035	Моечная.											
Т 49																
Т 50	XX	XX	XX	040	Контрольная.											
51																
А 52																
Б 53																
О 54																
Т 55																
Т 56																
Т 57																
58																
А 59																
60																
А 61																
62																
63																
64																
МК																

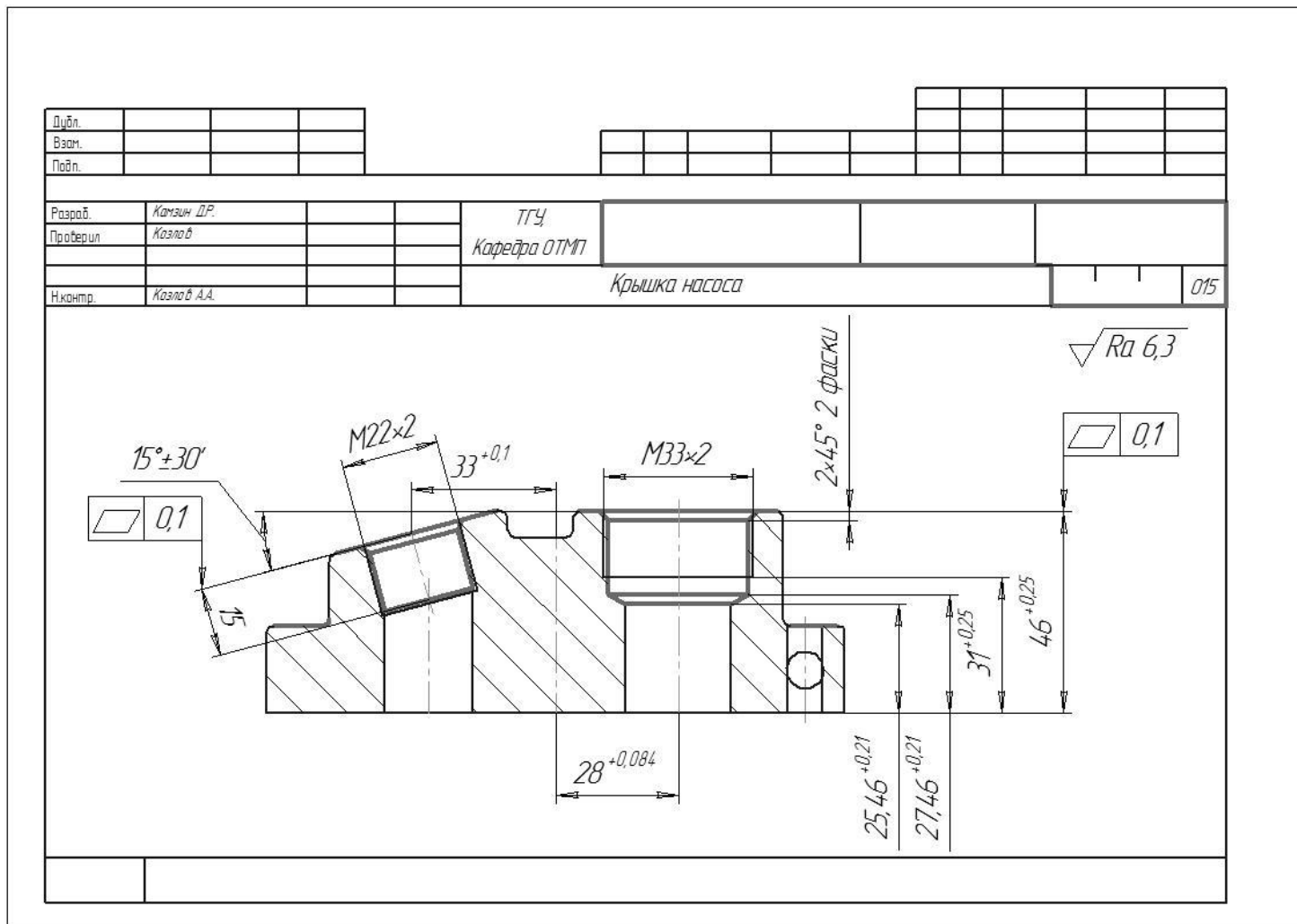
Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1



Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1



Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3118-82											Форма 1		
Дубл.													
Взам.													
Подп.													
Разраб.	Камзин Д.Р.				ТГУ								
Проверил	Козлов				Кафедра ОТМП								
Исполн.													
Наименование операции	Крышка насоса									Цех	Уч.	Р.М.	Опер.
Исполн.	Козлов А.А.												015
Наименование операции		Материал		Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры		МВ	КОИД		
Комбинированная		АКВ ГОСТ 4784-97				166	142	φ132x498		185	1		
Оборудование, устройства ЧПУ		Обозначение программы		то	тв	тге	тип	СОЖ					
HAAS VF 2				357			4,37	Blasocool					
		пи	о или в	L	f	i	s	п	v				
01	1. Установить заготовку												
T ₀₂	396190 Листособление специальное; 391822 Фреза концевая специальная φ20 P6M5K5; 391213												
T ₀₃	Сверло R4 11.5-19554D19.50 "Sandvik" GC1220; 391213 Сверло R4 11.5-28534D28.550 "Sandvik" GC1220;												
T ₀₄	391213 Сверло ступенчатое R4 16.212-0090L25-21 "Sandvik" GC1220; 391822 Фреза концевая φ60												
T ₀₅	P6M5K5; 392190 Резец расточной CCGX 120408 ALH10 "Sandvik"; 391822 Фреза резьбовая 327R12												
T ₀₆	-22 450MM-TH GS1025 "Sandvik"; 393450 Нутромер НМ-40 ГОСТ10-88; 3933M Штангенциркуль ШЦ-I.												
007	2. Обрабатывать поверхности выдерживая размеры согласно эскиза												
P ₀₈		1				17		0,1	1800	112			
P ₀₉		2				7,5		0,1	2100	100			
P ₁₀		3				17		0,2	3900	734			
P ₁₁		4				10,0		0,4	2900	201			

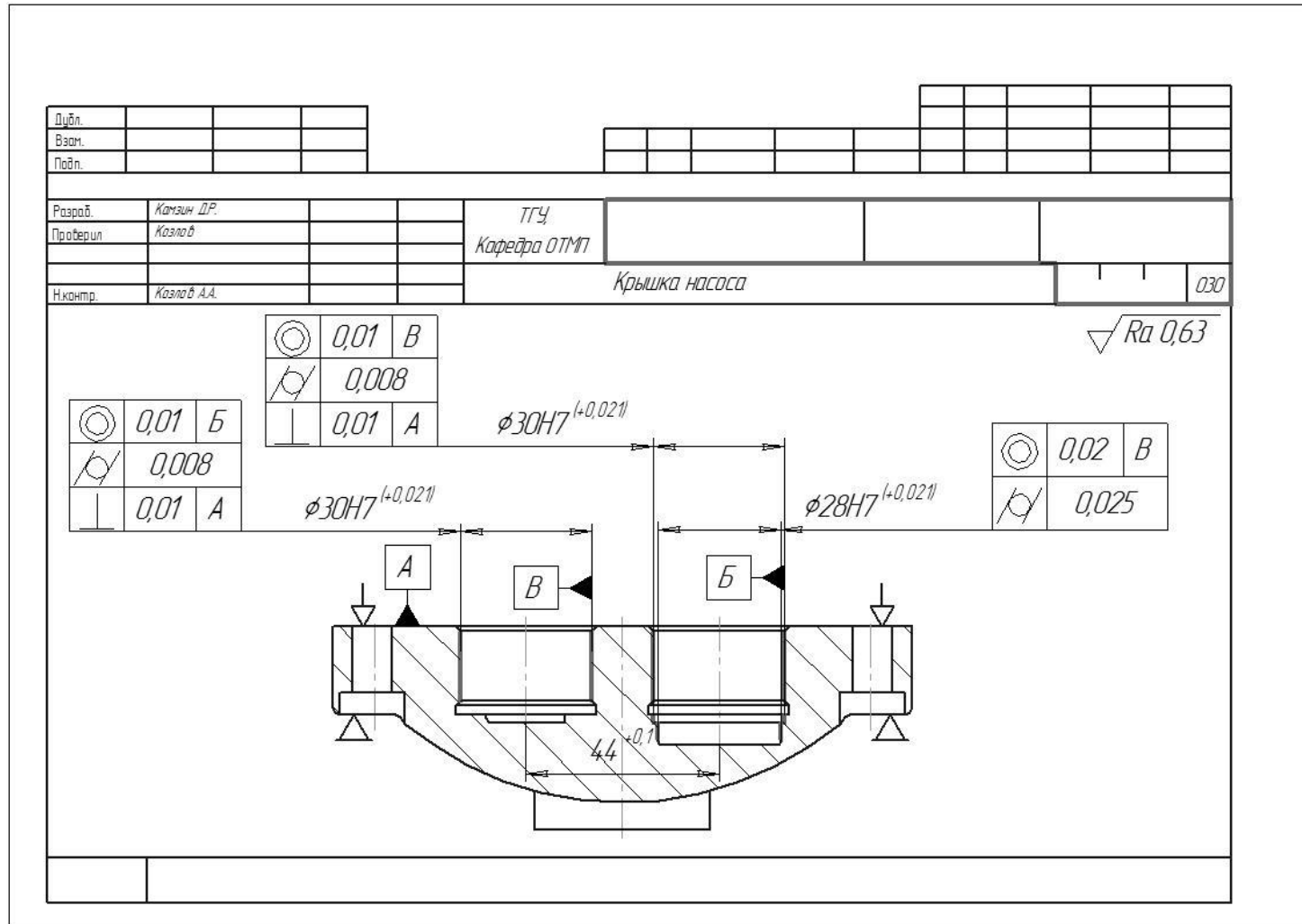
Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3118-82										Форм 1		
Дубл.												
Взам.												
Подп.												
Разраб.	Камзин Д.Р.			ТГУ								
Проверил	Козлов			Кафедра ОТМП								
Исполн.	Козлов А.А.			Крышка насоса				Цех	Уч.	Р.М.	Опер.	
											010	
Наименование операции		Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МВ	КОИД		
Комбинированная		АКВ ГОСТ 4784-97			166	142	ø132x498		185	1		
Оборудование, устройства ЧПУ		Обозначение программы		то	тв	тге	тип	код				
HAAS VF 2				146			2,26	Blasoccut				
		пи	о или в	L	t	i	s	n	v			
P ₁₂		5			14,0		0,4	1900	198			
P ₁₃		6			1,63		0,5	4200	410			
P ₁₄		7			2,5		0,089	7600	285			
15	3. Открепить, снять деталь с приспособления, положить на тележку.											
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1



Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3118-82										Форм 1			
Дубл.													
Взам.													
Подп.													
Разраб.	Камзин Д.Р.			ТГУ									
Проверил	Козлов			Кафедра ОТМП									
И.контр.	Козлов А.А.			Крышка насоса						Цех	Уч.	Р.М.	Опер.
Наименование операции		Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры			МВ	КОИД		
Расточная		АКВ ГОСТ 4784-97			166	142	Ø132x498			185	1		
Оборудование, устройства ЧПУ		Обозначение программы		то	тв	тге	тип	код					
HAAS DT1				0,12			0,92	Blasocut					
			пи	о или в	L	f	i	s	p	v			
01	1. Установить заготовку												
Т.02	396190 Писпособление специальное; 391822 Фреза концевая специальная Ø36 P12Ф2К8М3;												
Т.03	92190 Резец расточной R825C-AF23STUP1103A "Sandvik" GC3210; 393311 Штангенциркуль ШЦ-V;												
Т.04	393450 Нутромер НМ-100 ГОСТ10-88.												
05	2. Обработать поверхности выдерживая размеры согласно эскиза.												
Р.06			1				0,14		0,1	4200	400		
07	3. Открепить, снять деталь с приспособления, положить на тележку.												
08													
09													
10													
11													

Приложение Б

Спецификации к сборочным чертежам

Таблица Б.1 – Спецификации к сборочным чертежам

Формат Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме- чание
<u>Документация</u>					
A1		23.БР.ОТМП.276.65.00.000СБ	Сборочный чертеж		
<u>Детали</u>					
A3	1	23.БР.ОТМП.276.65.00.001	Корпус	1	
A4	2	23.БР.ОТМП.276.65.00.002	Крышка	1	
A4	3	23.БР.ОТМП.276.65.00.003	Корпус оправки	1	
A4	4	23.БР.ОТМП.276.65.00.004	Тяга	1	
A4	5	23.БР.ОТМП.276.65.00.005	Втулка	1	
A3	6	23.БР.ОТМП.276.65.00.006	Шток	1	
A3	7	23.БР.ОТМП.276.65.00.007	Пневмоцилиндр	1	
A4	8	23.БР.ОТМП.276.65.00.008	Поршень	1	
A4	9	23.БР.ОТМП.276.65.00.009	Крышка пневмоцилиндра	1	
A4	10	23.БР.ОТМП.276.65.00.010	Кулачки	3	
<u>Стандартные изделия</u>					
	11		Винт М8х22 ГОСТ17475-80	4	
	12		Винт М8х32 ГОСТ1491-80	8	
	13		Винт М12х30 ГОСТ11738-84	2	
	14		Винт М12х20 ГОСТ11738-84	5	
	15		Винт М12х20 ГОСТ11738-84	8	
	16		Уплотнение ГОСТ8752-79	2	
	17		Демпфер ГОСТ8756-79	1	
	18		Уплотнение ГОСТ8752-79	2	
	19		Гайка М40 ГОСТ 11878-87	1	
23.БР.ОТМП.276.65.00.000					
Изм. Лист		№ докум.		Подп.	
Разраб.		Камзин Д.Р.			
Проб.		Козлов А.А.			
Н.контр.		Козлов А.А.			
Утв.		Логонов Н.Ю.			
Приспособление станочное				Лит.	Лист
				18	1
				Листов 2	
				ТГУ, ИМ гр. ТМдп-1801а	
Копировал				Формат А4	

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		20		<i>Шайба ГОСТ6403-70</i>	1	
		21		<i>Уплотнение ГОСТ 8752-79</i>	1	
		22		<i>Демпфер ГОСТ 8758-79</i>	1	
		23		<i>Шпонка 7031-0609</i>	2	
				<i>ГОСТ 14737-69</i>		
		24		<i>Палец цилиндрический</i>	1	
				<i>7030-0904 ГОСТ12209-66</i>		
		25		<i>Опоры установочные</i>	3	
				<i>7034-0268 ГОСТ13440-68</i>		
Изм. № подл.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<p>23.БР.ОТМП.276.65.00.000</p> <p>Копировал Формат А4</p>	
Изм. № подл.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Изм. № подл.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Перв. примен.			
							Изм. №	Дата		
				Документация						
A1			23.БР.ОТМП.276.70.00.000СБ	Сборочный чертёж						
				Детали						
A3	1		23.БР.ОТМП.276.70.00.001	Хвостовик	1					
A4	2		23.БР.ОТМП.276.70.00.002	Корпус	1					
A4	3		23.БР.ОТМП.276.70.00.003	Державка	4					
A4	4		23.БР.ОТМП.276.70.00.004	Штифт	4					
A4	5		23.БР.ОТМП.276.70.00.005	Пластина	4					
				Стандартные изделия						
	6			Винт М5x15 ГОСТ 17475-80	4					
							Подп. и дата			
							Изм. № докл.			
							Взам. изм. №			
							Подп. и дата			
							Изм. № подл.			
			23.БР.ОТМП.276.70.00.000							
Изм. Лист		№ докум.		Подп.		Дата				
Разраб.		Камзин Д.Р.						Лит		
Пров.		Козлов А.А.						В		Лист
								1		Листов
Исполн.		Козлов А.А.								2
Утв.		Логинов Н.Ю.						Фреза концевая		
							ТГУ ИМ гр. ТМдп-1801а			
							Копировал Формат А4			