

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 фланца сцепления трактора Т-150

Обучающийся

Р.Р. Ишмаков

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент А.А. Козлов

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультанты

канд. экон. наук, доцент Е.Г. Смышляева

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

М.А. Кривова

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2024

Аннотация

Тема выпускной квалификационной работы технологический процесс изготовления фланца сцепления трактора Т-150. Цель выпускной квалификационной работы заключается в проектировании технологического процесса изготовления фланца сцепления трактора Т-150, обеспечивающего максимально эффективные экономические показатели при условии обеспечения требуемых показателей качества изготовления.

Результаты выполнения работы отражены на 45 страницах пояснительной записки и на 7 листах формата А1 графической части.

Первый раздел работы содержит комплексный анализ исходных данных, по результатам которого формулируются задачи, которые позволят достичь цели работы.

Второй раздел работы содержит проектирование заготовки, разработку плана изготовления детали, выбор технических средства оснащения, проектирование технологических операций, включая определение режимов резания и нормирование.

Третий раздел работы содержит разработку специальной технологической оснастки и режущего инструмента, проектирование которых позволило увеличить эффективность технологического процесса.

«Четвертый раздел работы содержит анализ безопасности выполнения, экологичности и пожарной безопасности технологического процесса, а также предложения по устранению, выявленных проблем» [10].

Пятый раздел работы содержит оценку эффективности спроектированного технологического процесса на основе анализа его экономических показателей.

Заключение содержит основные выводы по результатам выполнения работы.

Содержание

Введение.....	4
1 Исходные данные и их анализ	5
1.1 Назначение и условия работы детали	5
1.2 Оценка технологичности детали	6
1.3 Анализ параметров типа производства.....	7
1.4 Постановка задач работы	9
2 Технологическая часть	10
2.1 Проектирование заготовки.....	10
2.2 Разработка плана изготовления	18
2.3 Технические средства оснащения	20
2.4 Определение режимов резания и нормирование	23
3 Разработка специальных технических средств оснащения	26
3.1 Разработка станочного приспособления	26
3.2 Разработка резца.....	30
4 Безопасность и экологичность технического объекта	33
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта	33
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	33
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков	34
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	35
5 Экономическая эффективность работы	37
Заключение	41
Список используемых источников.....	42
Приложение А Технологическая документация.....	46
Приложение Б Спецификации к сборочным чертежам	55

Введение

Основное назначение семейства тракторов Т-150 заключается в производстве разнообразных сельскохозяйственных работ. Наличие колесной модификации также позволяет использование данных машин для перевозки тяжелых грузов по дорогам общего пользования, что, безусловно, является их преимуществом. Универсальность данного семейства тракторов заключается в высокой степени унификации узлов и агрегатов гусеничных и колесных машин. Такое решение позволило значительно снизить стоимость машин за счет увеличения серийности выпуска, что стало ключевой причиной их высокой популярности. С другой стороны это требует выпуска большого количества запасных частей для ремонта данной техники.

Как показал опыт эксплуатации тракторов данного семейства, одним из наиболее проблемных элементов конструкции является двухдисковый узел сцепления постоянно замкнутого типа. При этом в зависимости от модификации для замыкания и размыкания дисков используется сервомеханизм, пневматический или гидравлический усилитель. Такая конструкция предполагает достаточно интенсивный износ фланца сцепления, что определяет не только выбор материала детали, но и необходимость ужесточения требований к ее поверхностям. В ходе проектирования технологии изготовления фланца сцепления необходимо обеспечить выполнение всех технических требований, закладываемых конструктором. Кроме этого необходимо обеспечить конкурентоспособность изготавливаемой детали. Таким образом, цель выпускной квалификационной работы заключается в проектировании технологического процесса изготовления фланца сцепления трактора Т-150, обеспечивающего максимально эффективные экономические показатели при условии обеспечения требуемых показателей качества изготовления.

1 Исходные данные и их анализ

1.1 Назначение и условия работы детали

Служебное назначение фланца в механизме сцепления заключается в размещении в нем механизма, обеспечивающего включение и выключение передачи крутящего момента, а также в установке нажимной вилки.

В механизме сцепления фланец базируется и устанавливается в корпусе по торцу и шейке. На одной из цилиндрических поверхностей фланца размещается нажимная вилка, обеспечивающая включение и выключение исполнительного механизма сцепления. Крепление фланца выполняется при помощи винтов, через отверстия, выполненные на торце. Размещение исполнительного механизма и передача крутящего момента обеспечиваются пальцами, установленными в отверстиях фланца.

Эксплуатационные нагрузки данной детали определяются ее служебным назначением. Величина нагрузок достаточно значительная, при этом она может изменяться в значительных пределах за короткий промежуток времени. Направление нагрузок носит знакопеременный характер. Эти факторы могут привести к ускоренному износу исполнительных поверхностей. Износ, как правило, носит адгезионный характер и является равномерным по всей площади рабочих поверхностей. В случае наличия скрытых дефектов или проведения некачественной механической обработки, возможно возникновение очагов локального износа.

Следует отметить влияние на деталь факторов эксплуатационного характера. Наиболее вероятно возникновение ударных нагрузок, а также эксплуатация в условиях экстремального температурного режима. Это может ускорить износ рабочих поверхностей детали и их повреждение.

1.2 Оценка технологичности детали

Ключевым вопросом при проектировании технологии изготовления детали является оценка детали на технологичность. От ее результатов зависит, какие методы и методики будут наиболее эффективны при проектировании технологии изготовления рассматриваемой детали. Проведение оценки на технологичность рекомендуется производить по методике [10].

Первым показателем, определяющим технологичность детали, является ее материал. Для изготовления рассматриваемой в данной работе детали необходимо правильно подобрать материал, так как это напрямую влияет на сложность обработки заготовки и на качество исполнения итоговой продукции. В данном случае используется сталь 45ФЛ ГОСТ 977-88. «Данная сталь имеет следующий химический состав: от 0,42% до 0,5% углерода, от 0,06% до 0,15% ванадия, до 0,3% хрома, 0,045% серы, 0,04% фосфора, от 0,2% до 0,52% кремния, от 0,4% до 0,92% марганца, 0,3% никеля, 0,3% меди» [23]. «Механические характеристики: предел прочности 589 МПа, предел текучести 392 МПа, относительное удлинение при разрыве 12%, относительное сужение 20%, твердость по шкале Бринелля от 170 до 229 единиц» [23].

Вторым показателем технологичности детали является ее конструкция. В данном случае все поверхности детали простые по форме и представляют собой плоскости и цилиндрические поверхности. В конструкции детали широко применены унифицированные конструктивные элементы, такие как канавки и фаски. Размеры всех конструктивных элементов детали соответствуют стандартным размерным рядам. С точки зрения механической обработки это позволит получать все поверхности детали без применения специальных методов обработки.

Третьим показателем технологичности детали является возможность механической обработки. Данный показатель определяется

характеристиками точности поверхностей и качеством их поверхностного слоя. В данном случае все характеристики поверхностей могут быть достигнуты путем стандартных операций механической обработки, для проектирования которых могут быть применены типовые технологические процессы. Точность обработки в данном случае обеспечивается базированием детали с применением стандартных схем базирования.

Проведенный анализ детали на ее технологичность показывает, что для ее обработки возможно применение различных заготовок. Методы ее обработки не отличаются от стандартных, поэтому можно использовать оборудование и приспособления широкого спектра. Конструкция детали является простой и технологичной одновременно.

1.3 Анализ параметров типа производства

Характеристики производства зависят от его типа, который определяется номенклатурой, годовой программой выпуска изделий и его массой [8].

Масса детали определяется путем моделирования детали, результаты которого приведены на рисунке 1 и равна 27,37 кг.



Рисунок 1 – Моделирование детали

«При годовой программе выпуска равной 6000 штук тип производства среднесерийный» [8].

«Отличительными особенностями данного типа производства являются» [8]:

- метод получения заготовки выбирается на основе экономических показателей;
- определение припусков в зависимости от требуемой точности обработки «расчетно-аналитическим или статистическим методом» [8];
- «определение норм времени операций расчетно-аналитическим методом» [8];
- «использование станков оснащенных системами числового программного управления, а также полуавтоматических и специализированных станков» [8];
- «использование универсального режущего инструмента, обладающего высокой стойкостью и производительностью, допускается использование специального инструмента» [8];
- «использование универсальной, стандартизированной, сборно-разборной технологической оснастки, допускается использование специальной технологической оснастки» [8];
- «использование универсальных, механических и электронных средств контроля» [8], допускается использование специальных средств контроля;
- формирование производственных участков по группам производственного оборудования.

Из особенностей параметров выбранного типа производства следует, что данный тип производства допускает применение разнообразных методик проектирования, среднюю степень автоматизации, как производственных процессов, так и процессов технологической подготовки производства.

Припуски на механическую обработку поверхностей деталей

определяются исходя из следующих факторов. Габаритные размеры детали: припуски должны учитывать размеры и форму детали для обеспечения требуемого зазора или пространства для сборки с другими деталями. Технология обработки: различные методы механической обработки (фрезерование, точение, шлифование и так далее) требуют различного размера припуска для обеспечения необходимой точности и качества обработки. Материал детали: различные материалы имеют разные свойства и ограничения, которые также могут влиять на размер припуска. Допуски по номинальным размерам: при проектировании детали учитываются допуски по номинальным размерам, которые также могут влиять на размер припуска. Требуемая точность и качество обработки: для достижения определенной точности и качества поверхности детали могут потребоваться дополнительные припуски.

1.4 Постановка задач работы

«Задачи работы» [10]:

- «провести проектирование заготовки, разработку плана изготовления детали, выбор технических средства оснащения, проектирование технологических операций» [10];
- «провести разработку специальной технологической оснастки и режущего инструмента» [10];
- «провести анализ безопасности выполнения, экологичности и пожарной безопасности технологического процесса» [10];
- «провести оценку эффективности спроектированного технологического процесса» [10] на основе анализа его экономических показателей;

В результате выполнения первого раздела работы проведен комплексный анализ исходных данных, по результатам которого сформулированы задачи, которые позволят достичь цели работы.

2 Технологическая часть

2.1 Проектирование заготовки

Определяющими факторами при выборе метода получения заготовки являются тип производства, материал и форма детали, а также экономические показатели. «В условиях среднесерийного типа производства для представленной детали эффективны методы получения заготовки литьем в кокиль и литьем в землю» [4].

«Затраты определяются по формуле:

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

где $C_{\text{ЗАГ}}$ – стоимость получения заготовки, руб.;

$C_{\text{МЕХ}}$ – стоимость удаления стружки, руб.;

$C_{\text{ОТХ}}$ – стоимость одного кг стружки, руб.;

Q – масса заготовки, кг;

q – масса детали, кг» [4].

«Стоимость получения заготовки рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{ЗАГ}} = C_{\text{ОТ}} \cdot h_T \cdot h_C \cdot h_B \cdot h_M \cdot h_{\Pi}, \quad (2)$$

где $C_{\text{ОТ}}$ – цена за 1 кг заготовки, выбранным методом, руб.;

h_T – коэффициент метода получения заготовки;

h_C – коэффициент сложности метода получения заготовки;

h_B – коэффициент массы заготовки;

h_M – коэффициент марки материала;

h_{Π} – коэффициент годовой программы производства» [4].

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

«Стоимость удаления стружки рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{МЕХ}} = C_{\text{С}} + E_{\text{Н}} \cdot C_{\text{К}}, \quad (3)$$

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

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

$E_{\text{Н}}$ – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений» [4].

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

«Масса заготовки для проведения расчетов определяется формулу:

$$Q = q \cdot K_{\text{Р}}, \quad (4)$$

где $K_{\text{Р}}$ – коэффициент метода получения заготовки» [4].

«Для метода литья в кокиль получаем:

$$Q = 27,37 \cdot 1,7 = 46,09 \text{ кг} \gg [4].$$

«Для метода литья в землю получаем:

$$Q = 27,37 \cdot 1,8 = 49,27 \text{ кг} \gg [4].$$

Производим расчеты по формуле (1).

«Для метода литья в кокиль получаем:

$$\begin{aligned} C_{\text{Т1}} &= 132 \cdot 46,09 + 4,6 \cdot (46,09 - 27,37) - 1,4 \cdot (46,09 - 27,37) = \\ &= 6143,78 \text{ р.} \gg [4]. \end{aligned}$$

«Для метода литья в землю получаем:

$$\begin{aligned} C_{\text{Т2}} &= 132 \cdot 49,27 + 4,6 \cdot (49,27 - 27,37) - 1,4 \cdot (49,27 - 27,37) = \\ &= 6572,73 \text{ р.} \gg [4]. \end{aligned}$$

«Сравнительный экономический эффект определяется по формуле:

$$\mathcal{E} = (C_{\text{Т2}} - C_{\text{Т1}}) \cdot N, \quad (5)$$

где N – годовая программа выпуска, шт.» [4].

$$\mathcal{E} = (6572,73 - 6143,78) \cdot 6000 = 2573700 \text{ р.}$$

«Из расчетов следует, что необходимо применить метод получения

заготовки литьем в кокиль» [4].

«Проектирование заготовки начинаем с определения маршрутов ее поверхностей» [10]. «На рисунке 2 приведен эскиз детали, на котором каждой поверхности присвоен свой уникальный цифровой код» [10]. Маршрут обработки каждой отдельной поверхности назначается в зависимости от параметров данной поверхности. В первую очередь учитывается требуемая точность обработки и качество обработки поверхностного слоя, то есть квалитет точности размера и шероховатость поверхности. Кроме этого следует учесть требуемую твердость поверхности, так как это может потребовать внесения в маршрут обработки дополнительных термических переходов. Формирование маршрутов обработки производится по «коэффициентам удельных затрат, которые определяются в соответствии с методикой» [17].

«Маршруты обработки поверхностей, определенные по описанной выше методике приведены в таблице 1» [10].

Таблица 1 – Маршруты обработки поверхностей

Поверхности	Квалитет точности	Шероховатость	Маршрут обработки
1, 34	12	12,5	«точение черновое, точение чистовое, термическая обработка, шлифование» [17]
2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30	12	12,5	«точение черновое, термическая обработка» [17]
6, 7	12	12,5	«литье, термическая обработка» [17]
14, 31	8	2,5	«точение черновое, точение чистовое, термическая обработка, точение тонкое» [17]
15	10	2,5	«точение черновое, точение чистовое, термическая обработка, точение тонкое» [17]
19	10	6,3	«точение черновое, точение чистовое, термическая обработка» [17]
20	8	1,25	«сверление, зенкерование, развертывание термическая обработка» [17]
21, 38	12	12,5	«сверление, термическая обработка» [17]
32, 33, 35, 36, 37	10	3,2	«точение чистовое, термическая обработка» [17]

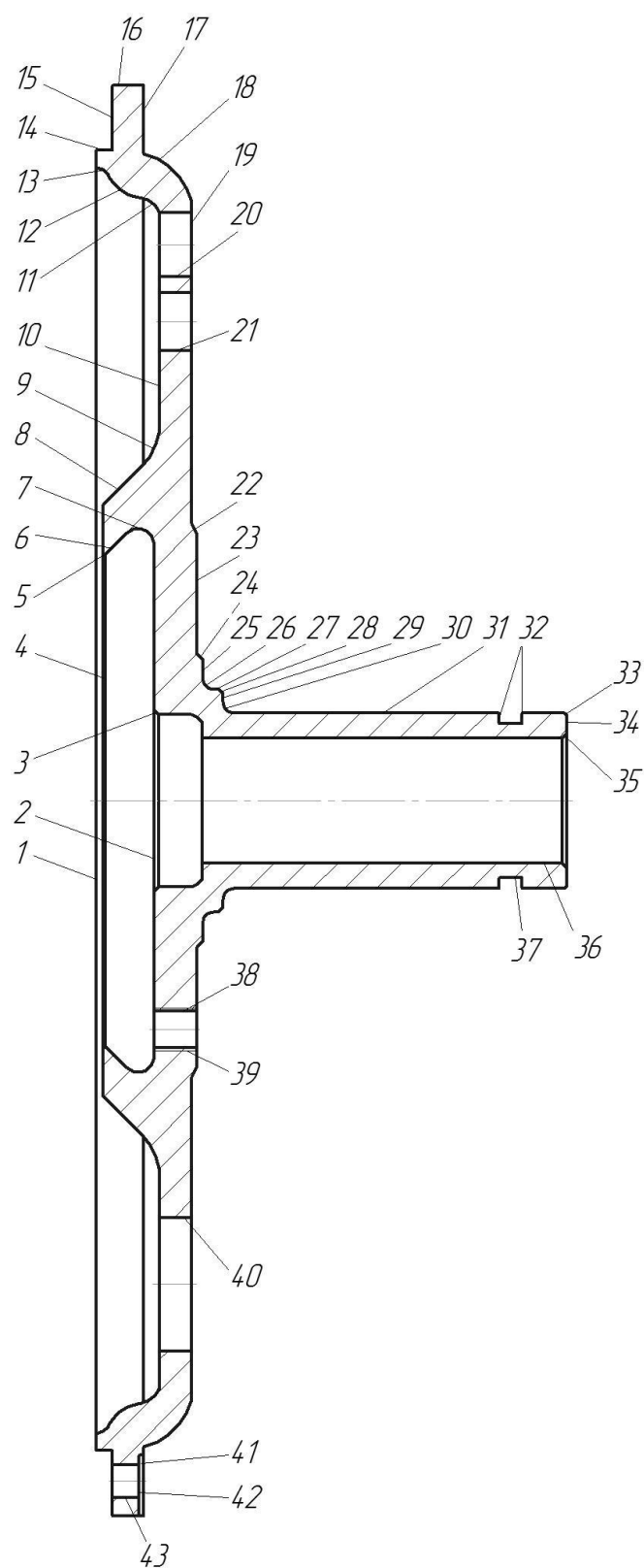


Рисунок 2 – Эскиз детали

Припуски на механическую обработку поверхностей деталей определяются исходя из следующих факторов. Габаритные размеры детали:

припуски должны учитывать размеры и форму детали для обеспечения требуемого зазора или пространства для сборки с другими деталями. Технология обработки: различные методы механической обработки (фрезерование, точение, шлифование и так далее) требуют различного размера припуска для обеспечения необходимой точности и качества обработки. Материал детали: различные материалы имеют разные свойства и ограничения, которые также могут влиять на размер припуска. Допуски по номинальным размерам: при проектировании детали учитываются допуски по номинальным размерам, которые также могут влиять на размер припуска. Требуемая точность и качество обработки: для достижения определенной точности и качества поверхности детали могут потребоваться дополнительные припуски.

Обычно припуски на механическую обработку поверхностей деталей определяются с учетом всех перечисленных факторов и устанавливаются в технической документации на изготовление детали.

В соответствии с типом производства определение припусков осуществляется в зависимости от требуемой точности обработки расчетно-аналитическим или статистическим методом. «Таким образом, припуски на обработку самой точной поверхности диаметром $500h8_{(-0.097)}$ целесообразно определить с применением расчетно-аналитического метода» [13].

«Величина минимальных припусков определяется по формуле:

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

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

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

ε_i – величина погрешности установки заготовки на текущем

переходе, мм» [13].

$$z_{1min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,300 + \sqrt{1,750^2 + 0,025^2} = 2,05 \text{ мм.}$$

$$z_{2min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,200 + \sqrt{0,157^2 + 0,025^2} = 0,36 \text{ мм.}$$

$$z_{3min} = a_{T0} + \sqrt{\Delta_{T0}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,250 + \sqrt{0,1^2 + 0,012^2} = 0,351 \text{ мм} \gg [13].$$

«Величина максимальных припусков определяется по формуле:

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

где Td_i – допуск размера текущего перехода, мм;

Td_{i-1} – допуск размера предыдущего перехода, мм» [13].

$$\begin{aligned} z_{1 \max} &= z_{1 \min} + 0,5(Td_0 + Td_1) = 2,05 + 0,5 \cdot (7,0 + 0,63) = \\ &= 5,865 \text{ мм} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z_{2 \max} &= z_{2 \min} + 0,5 \cdot (Td_1 + Td_2) = 0,36 + 0,5 \cdot (0,63 + 0,25) = \\ &= 0,8 \text{ мм.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z_{3 \max} &= z_{3 \min} + 0,5 \cdot (Td_{T0} + Td_3) = 0,351 + 0,5 \cdot (0,4 + 0,4) = \\ &= 0,571 \text{ мм} \gg [13]. \end{aligned}$$

«Величина средних припусков определяется по формуле:

$$z_{cpi} = 0,5 \cdot (z_{i \max} + z_{i \min}). \quad (8) \gg [13]$$

$$z_{cp1} = 0,5 \cdot (z_{1 \max} + z_{1 \min}) = 0,5 \cdot (5,865 + 2,051) = 3,958 \text{ мм.}$$

$$z_{cp2} = 0,5 \cdot (z_{2 \max} + z_{2 \min}) = 0,5 \cdot (0,8 + 0,36) = 0,58 \text{ мм.}$$

$$z_{cp3} = 0,5 \cdot (z_{3 \max} + z_{3 \min}) = 0,5 \cdot (0,571 + 0,351) = 0,461 \text{ мм} \gg [13].$$

«Минимальные операционные размеры рассчитываются по формуле:

$$d_{(i-1)min} = d_{i \min} + 2 \cdot z_{i \min}. \quad (9) \gg [13]$$

«Минимальный диаметр перехода термообработки рассчитывается по

формуле:

$$d_{(TO-1)min} = d_{(i-1)min} \cdot 0,999. \quad (10)» [13]$$

«Максимальные операционные размеры рассчитываются по формуле:

$$d_{(i-1)max} = d_{(i-1)min} + Td_{i-1}. \quad (11)» [13]$$

«Средние операционные размеры рассчитываются по формуле:

$$d_{i\text{ cp}} = 0,5 \cdot (d_{i\text{ max}} + d_{i\text{ min}}). \quad (12)» [13]$$

«Проводим расчеты.

$$d_{3min} = 499,903 \text{ мм.}$$

$$d_{3max} = 500,000 \text{ мм.}$$

$$\begin{aligned} d_{3cp} &= 0,5 \cdot (d_{3max} + d_{3min}) = 0,5 \cdot (500,000 + 499,903) = \\ &= 499,952 \text{ мм.} \end{aligned}$$

$$d_{TO\text{ min}} = d_{3min} + 2 \cdot z_{3min} = 499,903 + 2 \cdot 0,351 = 500,605 \text{ мм.}$$

$$d_{TO\text{ max}} = d_{TO\text{ min}} + Td_{TO} = 500,605 + 0,4 = 501,005 \text{ мм.}$$

$$\begin{aligned} d_{TO\text{ cp}} &= 0,5 \cdot (d_{TO\text{ max}} + d_{TO\text{ min}}) = 0,5 \cdot (501,005 + 500,605) = \\ &= 500,805 \text{ мм.} \end{aligned}$$

$$d_{2min} = d_{TO\text{ min}} \cdot 0,999 = 500,605 \cdot 0,999 = 500,105 \text{ мм.}$$

$$d_{2max} = d_{2min} + Td_2 = 500,105 + 0,25 = 500,355 \text{ мм.}$$

$$\begin{aligned} d_{2cp} &= 0,5 \cdot (d_{2max} + d_{2min}) = 0,5 \cdot (500,355 + 500,105) = \\ &= 500,230 \text{ мм.} \end{aligned}$$

$$d_{1min} = d_{2min} + 2 \cdot z_{2min} = 500,105 + 2 \cdot 0,36 = 500,825 \text{ мм.}$$

$$d_{1max} = d_{1min} + Td_1 = 500,825 + 0,63 = 501,455 \text{ мм.}$$

$$\begin{aligned} d_{1cp} &= 0,5 \cdot (d_{1max} + d_{1min}) = 0,5 \cdot (501,455 + 500,825) = \\ &= 501,140 \text{ мм.} \end{aligned}$$

$$d_{0min} = d_{1min} + 2 \cdot z_{1min} = 500,825 + 2 \cdot 2,05 = 504,925 \text{ мм.}$$

$$d_{0max} = d_{0min} + Td_0 = 504,925 + 7,0 = 511,925 \text{ мм.}$$

$$d_{0cp} = 0,5 \cdot (d_{0max} + d_{0min}) = 0,5 \cdot (511,925 + 504,925) = 508,425 \text{ мм} \gg [13].$$

«Минимальный общий припуск определяется по формуле:

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

$$2z_{min} = 504,925 - 500,000 = 4,925 \text{ мм.}$$

«Максимальный общий припуск определяется по формуле:

$$2z_{max} = 2z_{min} + Td_0 + Td_3. \quad (14) \gg [13]$$

$$2z_{max} = 4,925 + 7,0 + 0,097 = 12,022 \text{ мм.}$$

«Средний общий припуск определяется по формуле:

$$2z_{cp} = 0,5 \cdot (2z_{min} + 2z_{max}). \quad (15) \gg [13]$$

$$2z_{cp} = 0,5 \cdot (4,925 + 12,022) = 8,474 \text{ мм.}$$

Определение припусков с использованием статистической методики производится следующим образом. «Минимальный припуск на обработку определяется по статистическим таблицам» [24], [21]. «Максимальный припуск на обработку рассчитывается с использованием формулы (7)» [10]. Результаты определения припусков представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты расчета припусков на обработку

Поверхности	Переход	Минимальный припуск, мм	Максимальный припуск, мм
1	1	2,5	4,5
	2	1,0	1,28
	3	0,5	0,66

Продолжение таблицы 2

Поверхности	Переход	Минимальный припуск, мм	Максимальный припуск, мм
2, 4	1	2,0	2,4
8, 9, 10, 11, 12, 13	1	2,5	6,26
15	1	2,5	6,2
	2	1,0	1,28
	3	0,5	0,66
16	1	2,25	6,065
18	1	2,5	4,7
19, 23, 25, 26, 27	1	2,5	4,825
20	1	0,5	0,647
29	1	2,0	4,325
31	1	1,3	3,95
	2	0,15	0,36
	3	0,2	0,283
34	1	1,6	3,6
	2	0,8	1,08
	3	0,4	0,56
36	1	1,0	3,325

«Параметры заготовки, а также напуски определяем по ГОСТ Р 53464-2009: степень точности поверхности 15; класс точности массы 10; класс размерной точности 11; ряд припусков 7; степень коробления 7; минимальный литейный припуск 0,8 мм; эксцентricность отверстий не более 2,0 мм; плоскостность торцов не более 2,5 мм; неуказанные радиусы 2 мм» [2].

2.2 Разработка плана изготовления

«Разработка плана изготовления является ключевым вопросом при проектировании технологии изготовления детали» [10]. От принимаемых на данном этапе решений зависит эффективность всей технологии изготовления.

«На первом этапе формирования плана изготовления необходимо разработать маршрут обработки детали на основе типовых технологических

процессов» [5], [19]. Такой подход позволит существенно сократить время проектирования и улучшить качество проработки технологических решений. При выборе типового технологического процесса необходимо учитывать не только форму поверхностей типовой детали, но и ее материал, параметры точности и шероховатости поверхностей, а также результаты выбора маршрутов обработки поверхностей, разработанных ранее. Разработанный технологический маршрут представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Маршрут обработки детали

Операция	Метод обработки	Номер обрабатываемой поверхности
005 Токарная	точение	17, 18, 19, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 34, 36
010 Токарная	точение	1, 2, 4, 4, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16
015 Токарная	точение	19, 31, 32, 34, 35, 37
020 Токарная	точение	1, 14, 15
025 Сверлильная	сверление	20, 21, 38, 40, 43
025 Сверлильная	зенкерование	20
025 Сверлильная	развертывание	20
025 Сверлильная	резьбонарезание	39
025 Сверлильная	фрезерование	41, 42
030 Термическая	закалка, отпуск	все
035 Плоскошлифовальная	шлифование	1, 34
040 Токарная	точение	31
045 Токарная	точение	14, 15
050 Моечная	мойка	все
055 Контрольная	контроль	все

Полученный маршрут обработки применяется для формирования плана изготовления детали.

Вторым этапом формирования плана изготовления является разработка схем базирования. Выполнение данного этапа зависит от типа производства, так как он определяет применяемые методы достижения размерной точности. В данном случае точность достигается методом работы на настроенном оборудовании, что приводит к необходимости соблюдения принципов базирования, представленных в литературе [18]. Данное решение позволит не только применить максимально эффективные схема базирования, но и

впоследствии применить стандартные станочные приспособления для их реализации, что существенно сократит производственные затраты.

«На третьем этапе формирования плана изготовления детали определяются технические требования на выполнение операций» [10].

Для этого необходимо выполнить следующие действия. Определить требования к размерам и форме детали, включая точность и геометрические параметры. Определить необходимый материал детали и требования к его механическим свойствам (твёрдость, прочность, усталостная прочность). Установить требования к поверхностной обработке детали: шероховатость, чистота поверхности, покрытие и другие. Определить требования к процессу обработки: скорость резания, подачу, слой отрезания, охлаждение и смазку, тип инструмента. Учитывать требования к безопасности на рабочем месте при выполнении операций обработки. Проверять соответствие выполненной обработки требованиям чертежа и техническому заданию. Документировать все выполненные операции обработки, включая параметры процесса, используемые инструменты и оборудование, временные затраты и качество обработки.

Конкретные значения перечисленных параметров определяются по данным [11] исходя из метода обработки, номинального размера поверхности, наличия погрешностей базирования и пространственных отклонений.

«План изготовления формируется по данным литературы» [11]. Более подробная маршрутная карта обработки детали представлена в приложении А «Технологическая документация».

2.3 Технические средства оснащения

«Технические средства оснащения должны отвечать следующим требованиям» [10]:

- «применение станков оснащенных системами числового

программного управления, а также полуавтоматических и специализированных станков» [10];

- «применение универсального режущего инструмента, обладающего высокой стойкостью и производительностью, допускается использование специального режущего инструмента» [10];
- «применение универсальной, стандартизированной, сборно-разборной технологической оснастки, допускается использование специальной технологической оснастки» [10];
- «применение универсальных, механических и электронных средств контроля» [10], допускается использование специальных средств контроля.

Следует отметить, что при выборе технических средств оснащения следует учесть особенности формы поверхностей детали, требуемые параметры точности и качества обрабатываемых поверхностей, схемы технологических операций, а также экономическую целесообразность применения конкретного технического средства.

В основном металлорежущее оборудование предназначено для выполнения конкретных профильных работ с определенными металлами и сплавами, но также существуют и универсальное оборудование, с помощью которого возможно изготовление различных деталей.

Осуществим выбор средств оснащения с использованием данных [6], [9], [12], [14], [15], [20], [22] (таблица 4).

Таблица 4 – Технические средства оснащения

Операция	Оборудование	Станочные приспособления	Режущий инструмент	Средства контроля
005 Токарная	токарно-карусельный с ЧПУ 1A512МФЗ	патрон трехкулачковый ГОСТ 2675-80	резец расточной специальный Т5К10,	штангенциркуль ШЦ-III ГОСТ 166-89

Продолжение таблицы 4

Операция	Оборудование	Станочные приспособления	Режущий инструмент	Средства контроля
010 Токарная	токарно-карусельный с ЧПУ 1A512MФ3	патрон трехкулачковый ГОСТ 2675-80	резец расточной специальный Т5К10	нутромер НМ-175 ГОСТ 10-88
015 Токарная	токарно-карусельный с ЧПУ 1A512MФ3	патрон трехкулачковый ГОСТ 2675-80	резец контурный ГОСТ 20872-80 Т30К4	скоба СИ-100 ГОСТ 11098-75
020 Токарная	токарно-карусельный с ЧПУ 1A512MФ3	патрон трехкулачковый ГОСТ 2675-80	резец контурный ГОСТ 20872-80 Т30К4	скоба СИ-500 ГОСТ 11098-75
025 Сверлильная	обрабатывающий центр JET JVC-4S CNC	приспособление специальное	сверло 880-D5000C6-03 GC4014, фреза концевая R216.24-20050CCC32P GC1640, сверло R840-1250-30-A0A GC1220	штангенциркуль ШЦ-III ГОСТ 166-89, нутромер НМ-75 ГОСТ 10-88
030 Термическая	печь	—	—	—
035 Шлифовальная	плоскошлифовальный 3Б756	плита магнитная ГОСТ 16528-87	круг шлифовальный 1 – 500х40х127 23A46K5V	скоба СИ-200 ГОСТ 11098-75
040 Токарная	токарно-карусельный с ЧПУ 1A512MФ3	патрон трехкулачковый ГОСТ 2675-80	резец контурный ГОСТ 28980-91 ВОК-60	скоба СИ-100 ГОСТ 11098-75
045 Токарная	токарно-карусельный с ЧПУ 1A512MФ3	патрон трехкулачковый ГОСТ 2675-80	резец контурный ГОСТ 28980-91 ВОК-60	скоба СИ-500 ГОСТ 11098-75
050 Моечная	моечная машина	—	—	—
055 Контрольная	контрольный стол	—	—	—

Из таблицы 4 видно, что большинство технических средств оснащения являются стандартизированными и универсальными, что полностью отвечает требованиям среднесерийного типа производства. Однако следует обратить внимание на 025 Сверлильную операцию, так как реализовать принятую схему базирования применением стандартных средств оснащения не представляется возможным. Также отметим, что режущий инструмент является точным инструментом и от его качества зависит точность обработки

заготовки. Применение резцов контурных для токарных операций, не обеспечивающих достаточной производительности, не соответствует серийному типу производства. «Результаты выбор технических средств оснащения отражаются в приложении А «Технологическая документация», а также на чертежах плана изготовления и технологических наладок» [10].

2.4 Определение режимов резания и нормирование

Такие характеристики производственного процесса, как эффективность и себестоимость готовой продукции зависят не только от применяемого оборудования, приспособлений и инструмента, но и от режимов резания. Снижение себестоимости продукции напрямую связано со скоростью резания, и чем выше скорость резания, тем ниже себестоимость продукции.

Для определения режимов резания необходимо обратиться к таким основополагающим параметрам резания, как скорость резания, подача, и время резания. «Определение режимов резания осуществляется» [10], в зависимости от ответственности операции, расчетно-аналитическим или статистическим методом. В данном случае наиболее рационально применение расчетно-аналитического метода, что объясняется необходимостью произведения точных расчетов для станков, оснащенных системами числового программного управления. Приведем основные положения данного метода определения режимов резания в соответствии с методикой [16].

«Определение скорости резания по формуле:

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

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

K_1 – коэффициент материала детали;

K_2 – коэффициент материала инструмента;

K_3 – коэффициент вида обработки» [16].

«Определение частоты вращения по формуле:

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

где d – размер поверхности обработки, мм» [16].

«Определение действительной скорости резания по формуле:

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

где n_d – действительная частота вращения шпинделя, об/мин» [16].

«Нормирование операций осуществляется с использованием следующей методики » [16].

«Штучное время:

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

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

$T_{об}$ – время обслуживания, мин;

$T_{пер}$ – время перерывов в работе, мин» [16].

«Оперативное время:

$$T_{оп} = T_o + T_b, \quad (20)$$

где T_o – основное время обработки, мин;

T_b – вспомогательное время обработки, мин» [16].

«Время обслуживания:

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

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

$T_{орг}$ – время на организационное обслуживание, мин» [16].

«Штучно-калькуляционное время:

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

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

n – размер производственной партии запуска» [16].

«Результаты определения режимов резания и нормирования представлены в таблице 5» [10].

Таблица 5 – Режимы резания и нормирование

Операция	Переход	Подача, мм/об	Скорость, м/мин	Частота вращения, об/мин	Длина хода, мм	Основное время, мин	Штучно-калькуляционное время, мин
005 Токарная	1	1,05	122	72	529	7,0	9,18
	2	0,63	118	800	142	0,34	
010 Токарная	1	1,05	122	72	66	1,17	5,74
	2	0,98	108	72	182	3,42	
015 Токарная	1	0,32	102	72	277	12,96	15,6
	2	0,5	100	480	10	0,04	
020 Токарная	1	0,32	122	72	31	1,45	1,89
025 Сверлильная	1	0,4	14	90	153	5,58	17,74
	2	0,3	173	2150	135	0,21	
	3	0,2	12	300	153	2,97	
035 Плоскошлифовальная	1	0,015	10	–	602	5,7	7,13
040 Токарная	1	0,028	249	1200	143	4,29	5,54
045 Токарная	1	0,028	203	120	31	9,31	11,64

«Подробная операционная карта обработки детали представлена в приложении А «Технологическая документация»» [10].

В результате выполнения второго раздела работы решена задача разработки технологии изготовления. «Для этого проведено проектирование заготовки, разработка плана изготовления детали, выбор технических средства оснащения, проектирование технологических операций» [10].

3 Разработка специальных технических средств оснащения

3.1 Разработка станочного приспособления

В ходе анализа результатов выбора технических средств оснащения было отмечено, что на 025 Сверлильной операции реализовать принятую схему базирования применением стандартных средств оснащения не представляется возможным. «Кроме того данная операция в спроектированном технологическом процессе является лимитирующей» [10]. «Эскиз операции представлен на рисунке 3» [10].

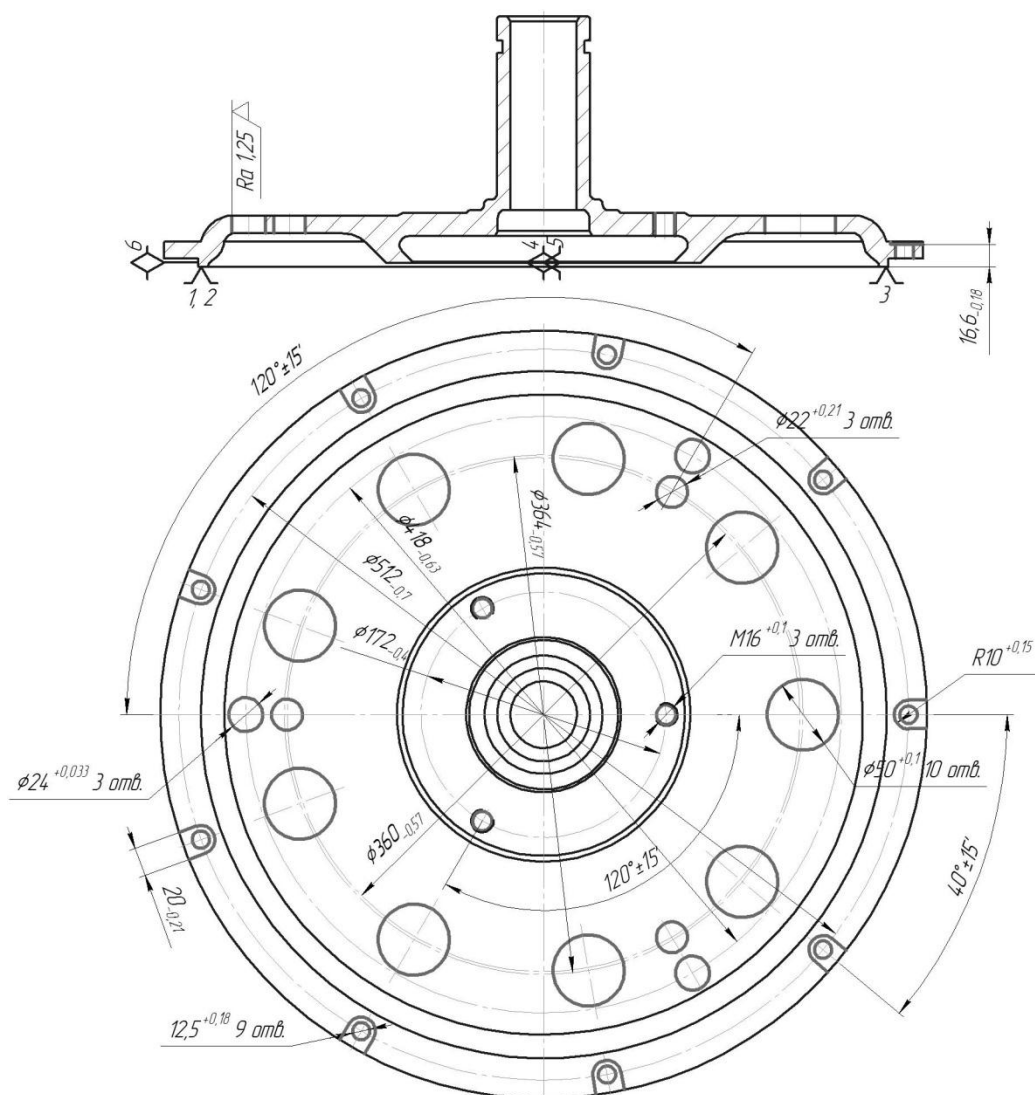


Рисунок 3 – Эскиз операции

Проведем проектирование станочного приспособления, реализующего выбранную схему базирования. С целью сокращения времени выполнения операции предлагается произвести механизацию приспособления путем применения гидравлического привода. Для проектирования используем методику [14].

«Крутящий момент рассчитывается по формуле:

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

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

D – диаметр обрабатываемой поверхности, мм;

S – продольная подача, мм/об» [14].

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,041 \cdot 50^2 \cdot 0,4^{0,7} \cdot 1,07 = 578 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

«Осевая сила рассчитывается по формуле:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (24)$$

где C_p – поправочный коэффициент, который учитывает условия проведения операции» [14].

$$P_o = 10 \cdot 143 \cdot 50^1 \cdot 0,4^{0,7} \cdot 1,07 = 40284 \text{ Н}.$$

«Момент силы закрепления рассчитывается по формуле:

$$M_3 = 2 \cdot W \cdot f \cdot d_3, \quad (25)$$

где W – сила закрепления, Н;

f – коэффициент трения поверхностей закрепления;

d_3 – диаметр закрепления, мм» [14].

«Из условия равновесия системы выводим формулу для определения усилия закрепления:

$$W = \frac{M_{кр}}{2 \cdot f \cdot d_3} \cdot K, \quad (26)$$

где K – коэффициент запаса» [14].

$$W = \frac{578}{2 \cdot 0,16 \cdot 500} \cdot 2,48 = 9 \text{ Н.}$$

«Действию осевой силы резания в процессе обработки противодействует сила трения, которая определяется по формуле:

$$F_{тр} = 8 \cdot W \cdot f. \quad (27)» [14]$$

«Из условия равновесия системы следует:

$$W = \frac{P_0}{8 \cdot f} \cdot K, \quad (28)$$

где K – коэффициент запаса» [14].

$$W = \frac{40284}{8 \cdot 0,16} \cdot 2,5 = 70171 \text{ Н.}$$

«Усилие на приводе определяется по формуле:

$$Q = \frac{W}{i}, \quad (29)$$

где: i – передаточное отношение зажимного механизма» [14].

«Передаточное отношение определяется по формуле:

$$i = \frac{A}{B}, \quad (30)$$

где A и B – плечи создаваемые силами W и Q , мм» [14].

Производим расчеты

$$i = \frac{210}{84} = 2,5.$$

$$Q = \frac{7071}{2,5} = 28069 \text{ Н.}$$

«Создание расчетного усилия обеспечивается применением гидроцилиндра, диаметр которого рассчитывается по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot Q}{P} + d^2}, \quad (31)$$

где d – диаметр штока, мм;

P – давление рабочей среды, МПа» [14].

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot 28069}{5,0} + 30^2} = 89 \text{ мм.}$$

Составим размерную схему приспособления (рисунок 4). «Из схемы составляем формулу для определения погрешности установки в данном приспособлении:

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2 + \Delta_4^2 + \Delta_5^2}, \quad (32)$$

где Δ_1, Δ_3 – погрешности изготовления соответствующих размеров размерной цепи, мм;

$\Delta_2, \Delta_4, \Delta_5$ – колебания зазоров в соответствующих сопряжениях размерной цепи, мм» [14].

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{0,025^2 + 0,015^2 + 0,018^2 + 0,015^2 + 0,015^2} = 0,020 \text{ мм.}$$

Рассчитанная погрешность установки должна быть меньше чем допустимая, определяемая по формуле:

$$\llbracket \varepsilon_y^{\text{доп}} \rrbracket = 0,3 \cdot Td, \quad (33)$$

где: Td – допуск выполняемого размера, мм» [14].

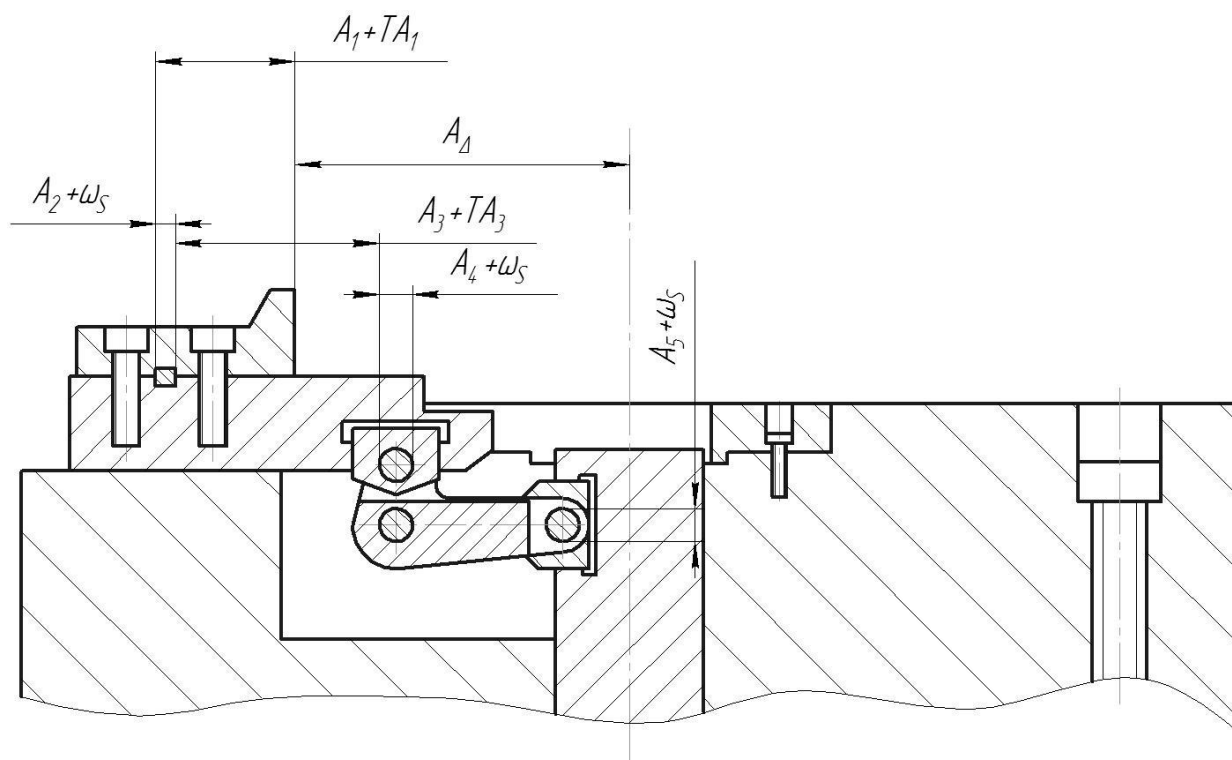


Рисунок 4 – Размерная схема приспособления

$$\varepsilon_y^{\text{доп}} = 0,3 \cdot 0,33 = 0,11 \text{ мм.}$$

В ходе конструирования приспособления учтем, что при изготовлении детали необходимо применение качественного приспособления, которое обеспечит точную обработку детали на протяжении всего технологического процесса и прослужит длительный срок [10]. Спроектированное приспособление обладает необходимой прочностью и надежностью, а также полностью соответствует типу производства.

«Конструкция приспособления описана в приложении Б «Спецификации», а также приведена в графической части работы» [10].

3.2 Разработка резца

С целью повышения производительности обработки на черновых операциях предлагается применить повышенные по сравнению со стандартными значениями режимы резания. Режущий инструмент является точным инструментом и от его качества зависит точность обработки

заготовки. Применение резцов контурных для токарных операций, не обеспечивающих достаточной производительности, не соответствует серийному типу производства.

Основной проблемой такого решения для обработки заданного материала является появление сливной стружки. Это может потребовать дополнительного времени на механическое удаление стружки и привести к ухудшению качества обработки за счет повреждения поверхностей заготовки во время обработки.

«Вариант решения описанной проблемы рассмотрим на примере перехода растачивания на токарной черновой операции по методике» [3].

«Для определения основных размеров резца необходимо определить площадь сечения срезаемого слоя по формуле:

$$F = t \cdot S, \quad (34)$$

где t – глубина резания, мм;

S – подача, мм/об» [3].

$$F = 1,0 \cdot 0,63 = 0,63 \text{ мм}^2.$$

«Данному сечению резца соответствуют следующие конструктивные параметры: диаметр державки 20 мм, рабочая высота 25 мм, длина 170 мм» [3].

«Расчет минимально допустимого диаметра винта, прижимающего прихват к пластине, выполняется по формуле:

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

где Q_1 – сила, действующая на винт в процессе обработки, Н;

σ_d – допустимое материалом винта напряжение, МПа» [3].

«Сила, действующая на винт в процессе обработки, определяется по формуле:

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

где P_{Zmax} – максимальное значение составляющей силы резания, возникающей в процессе обработки, Н» [3].

Выполняем расчеты.

$$Q_1 = \frac{1659}{0,7} = 2370 \text{ Н.}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 2370}{\pi \cdot 650}} = 2,7 \text{ мм.}$$

С целью устранения проблемы появления сливной стружки предлагается применить в конструкции резца накладной стружколом, выполненный по рекомендациям [3].

Конструкция резца описана в приложении Б «Спецификации», а также приведена в графической части работы.

В данном разделе работы по результатам анализа полученной технологии изготовления проведена разработка специальной технологической оснастки и режущего инструмента. Это позволило увеличить эффективность сверлильной операции за счет механизации процесса закрепления и токарных операций за счет устранения появления сливной стружки на высокопроизводительных режимах резания.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта

Конструктивно-технологические характеристики технологического процесса приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Конструктивно-технологические характеристики

Операции	Оборудование	Приспособления	Инструменты
токарные	токарно-карусельный с ЧПУ 1A512МФ3	патрон трехкулачковый ГОСТ 2675-80	резец расточной специальный Т5К10, резец контурный ГОСТ 20872-80 Т5К10
сверлильная	обрабатывающий центр JET JVC-4S CNC	приспособление специальное	сверло 880-D5000C6-03 GC4014 Sandvik, фреза концевая R216.24-20050CCC32P GC1640 Sandvik
шлифовальная	плоскошлифовальный 3Б756	плита магнитная 72080115 ГОСТ 16528-87	круг шлифовальный 1 – 500x40x127 23A46K5V

Также в ходе изготовления детали применяется сталь 45ФЛ ГОСТ 977-88, смазочно-охлаждающая жидкость «Юнивеко» и смазочные материалы для станков.

4.2 Идентификация профессиональных рисков

Профессиональные риски определяются исходя из приведенных в таблице 6 данных, опасных и/или вредных производственно-технологических факторов определенных по ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация», а также по Приказу Минтруда России от 28.12.2021 N 926 «Об утверждении

Рекомендаций по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков и по снижению уровней таких рисков».

«В результате выявлены следующие опасные и вредные производственные факторы: опасные и вредные производственные факторы, связанные с силами и энергией механического движения, в том числе в поле тяжести движущиеся (в том числе разлетающиеся) твердые, жидкие или газообразные объекты, наносящие удар по телу работающего (в том числе движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования» [1].

«Результатом перечисленных выше опасных и вредных производственных факторов является возникновение следующих рисков: удары, порезы, проколы, уколы, затягивания, наматывания, абразивные воздействия подвижными частями оборудования, наезд транспорта на человека, заболевания кожи (дерматиты)» [1].

4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Мероприятия по улучшению условий труда разрабатываются на основе «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» [1]. Средства и методы снижения профессиональных рисков выбираются на основе «Приказа Минтруда России от 29.10.2021 N 776н «Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда» [1].

«В результате получаем следующие мероприятия по улучшению условий и охраны труда: 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 обучения по охране труда, в том числе обучения безопасным методам и приемам выполнения работ, обучения по оказанию первой помощи пострадавшим на производстве» [1].

Необходимо применить следующие методы и средства снижения профессиональных рисков: «использование блокировочных устройств, применение средств индивидуальной защиты – специальных рабочих костюмов, халатов или роб, исключающих попадание свисающих частей одежды на быстродвижущиеся элементы производственного оборудования» [1]; «использование станков и инструментов для механической обработки материалов и изделий, сопровождающихся выделением газов, паров и аэрозолей, совместно с системами удаления указанных веществ» [1]; «организация обучения, инструктажей, стажировки, проверки знаний, установка предупреждающих знаков, визуальных и звуковых предупреждающих сигналов, утверждение правил поведения на рабочих местах, правильное применение средств индивидуальной защиты» [1].

4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Выбор технических средств и мероприятий по обеспечению пожарной безопасности производится исходя из опасных факторов пожара, которые определяются исходя из класса пожара. «Класс пожара определяем как В, то есть пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов» [1]. «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)» [1].

«В соответствии с выявленными опасными факторами возможного пожара предлагается применять следующие технические средства пожаротушения: пожарный щит; огнетушители; мотопомпа; пожарный извещатель; оповещатель охранно-пожарный» [1].

«В качестве мероприятий по обеспечению пожарной безопасности предлагается разработать инструкции по действиям персонала в случае аварийной и чрезвычайной ситуации и проводить инструктажи по пожарной безопасности» [1].

«В результате выполнения данного раздела работы решена задача обеспечения безопасности выполнения спроектированного технологического процесса» [10]. «Для этого проведен анализ безопасности выполнения, экологичности и пожарной безопасности технологического процесса, а также выработаны предложения по устранению, выявленных проблем» [10].

5 Экономическая эффективность работы

Задача раздела – осуществить необходимый расчет и анализ всех технико-экономических показателей сравниваемых технологических процессов, с целью определения экономического эффекта от разработанных изменений.

Для осуществления задуманного, нужно применить информацию, которая представлена в предыдущих разделах и касаются только модернизации и оптимизации технологии изготовления детали «Фланец». Результат принципиальной переделка технологии и ее итог, представлены на рисунке 5.

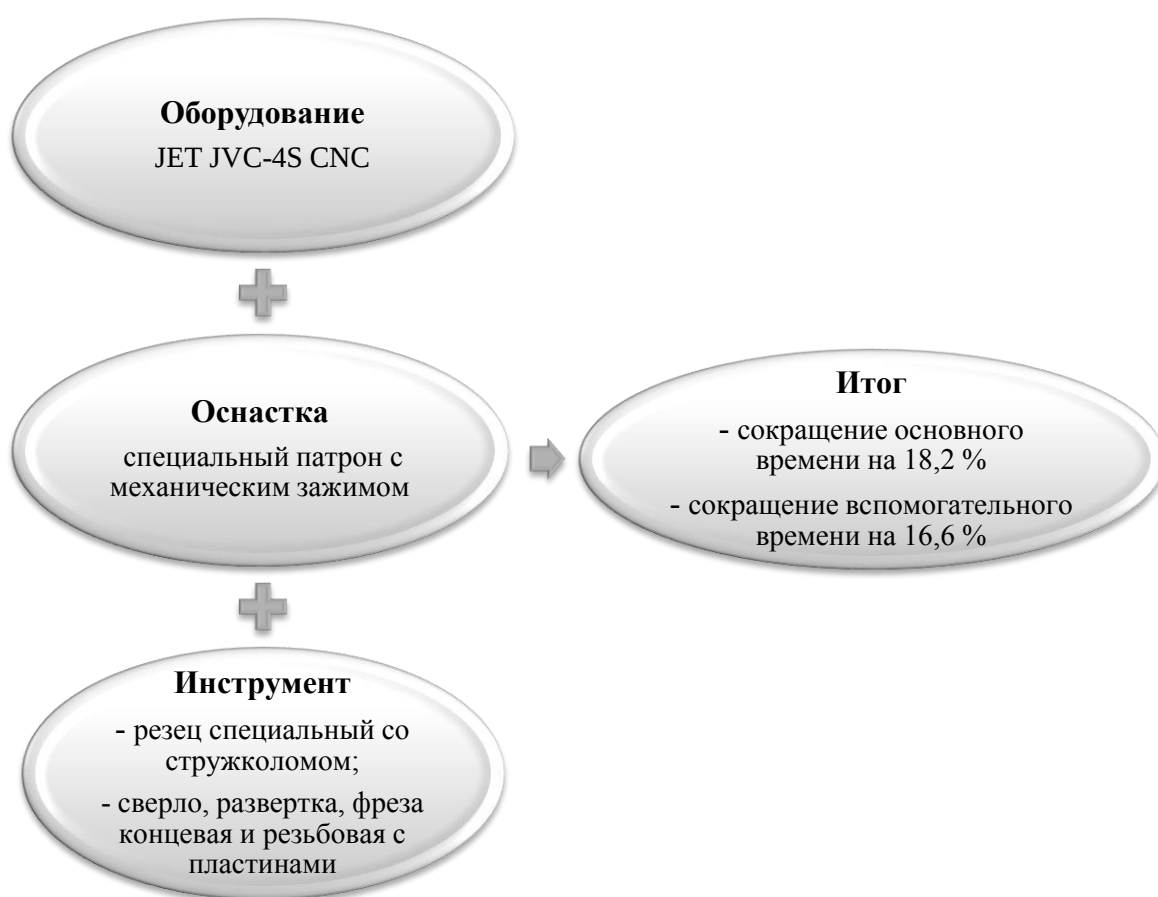


Рисунок 5 – Результат принципиальной переделки технологии и ее итог

Слева, на рисунке 5, представлены измененные оборудование, оснастка

и инструмент. Их предложено использовать вместо 2Р135Ф2, приспособления с ручным зажимом, резца расточного ГОСТ 2675-80, сверла развертки, фрез резьбовой и концевой по ГОСТ, соответственно. Справа, итог по трудоемкости выполнения измененной операции технологии изготовления детали «Фланец».

Для определения экономического эффекта, первым пунктом необходимо определить капитальные вложения в модернизацию процесса или выражаясь научными терминами – необходимая сумма инвестиций. Чтобы определить сумму инвестиций, применим специальную «методику расчета капитальных вложений (инвестиций) по сравниваемым вариантам технологического процесса» [7]. Так как изменения технологии затрачивают такие элементы как оборудование, оснастку и инструмент, сумма инвестиций будет учитывать «затраты на оборудование и доставку ($K_{ОБ}$), проектирование ($K_{ПР}$), оснастку ($K_{О}$), инструмент ($K_{И}$), площадь ($K_{ПЛ}$) и корректировку управляющей программы ($K_{У.ПР}$)» [7]. Числовое значение перечисленных показателей и общая сумма инвестиций, представлены на рисунке 6.

Детализация рисунка 6, позволяет сделать вывод о том, что самыми крупными тратами являются оборудование и его доставка, их доля в общей сумме инвестиций составляет 84,5 %. Самыми наименьшими вложениями для предприятия будут траты, связанные с оснасткой, так как их доля составит всего 1,3 %.

Вслед за проведенными расчетами, возникает необходимость подсчитать технологическую себестоимость, которая определяется по методике «расчет технологической себестоимости изменяющихся по вариантам операций» [7]. Значение технологической себестоимости и, влияющих на ее величину, показателей, отображены на рисунке 7.

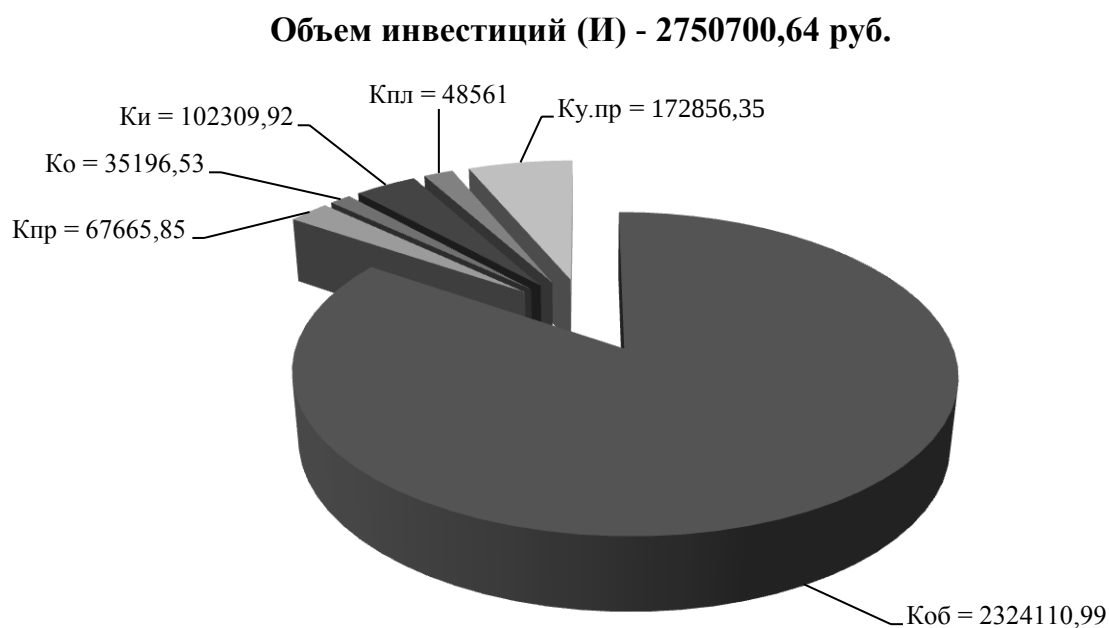


Рисунок 6 – Общая сумма инвестиций и входящих в ее затрат, руб.

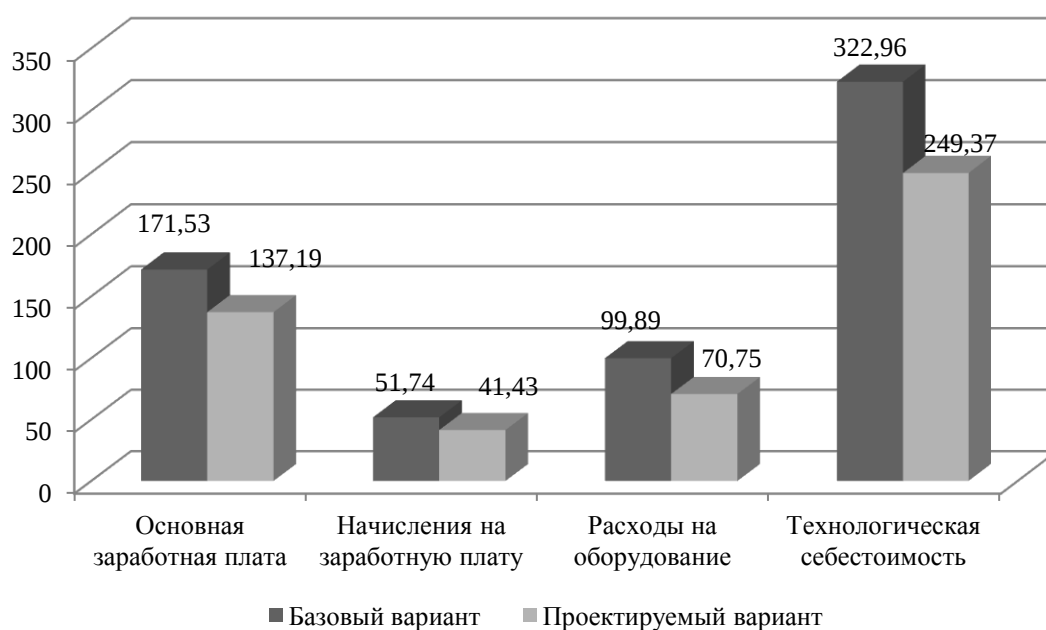


Рисунок 7 – Значение технологической себестоимости и, влияющих на ее величину показателей, руб.

Как следует из диаграммы (рисунок 7), максимально полная зависимость значения технологической себестоимости обеспечивается

основной заработной платой, с долевой величиной около 55% в обоих представленных вариантах.

После установления значения технологической себестоимости, следует выяснить значения такие показателей как: «срок окупаемости и интегральный экономический эффект» [7]. Чтобы их рассчитать, используется «методика расчета показателей экономической эффективности проектируемого варианта технологического процесса» [7]. Значения перечисленных показателей представлены на рисунке 8.

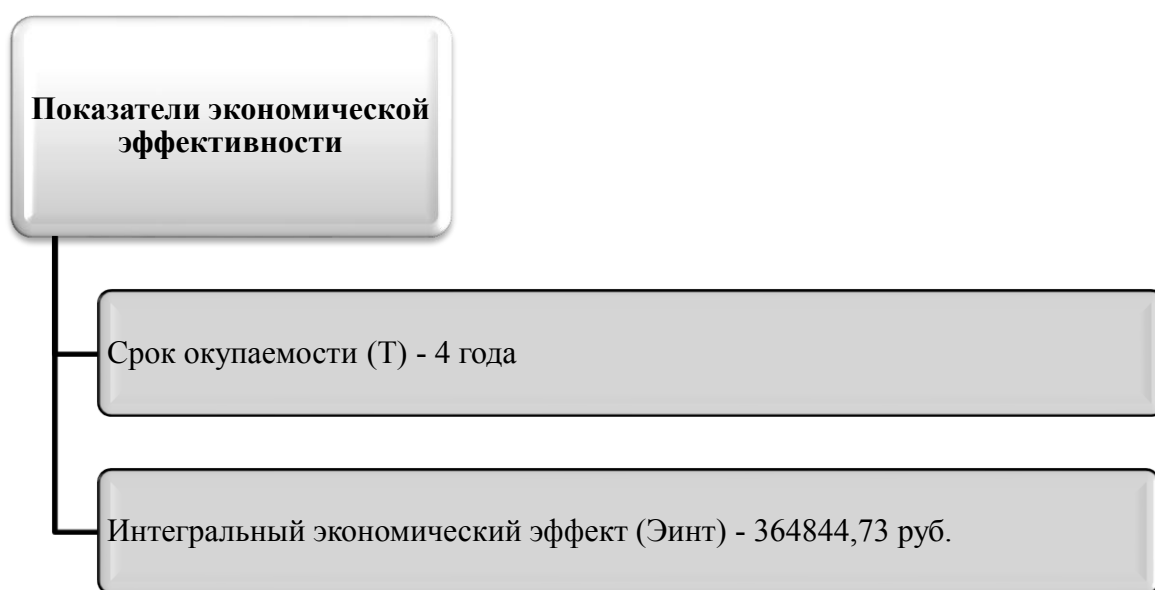


Рисунок 8 – Значения показателей экономической эффективности

Вследствие экономических расчетов была показана польза внедрения предложенной модернизации технологии изготовления детали «Фланец». Соответственно, такой процесс можно считать эффективным, так как в результате ее внедрения будет получен интегральный экономический эффект в размере 364844,73 рублей.

В результате выполнения пятого раздела работы выполнена оценка эффективности спроектированного технологического процесса на основе анализа его экономических показателей.

Заключение

Результатом выполнения работы стало проектирование технологического процесса изготовления фланца сцепления трактора Т-150, обеспечивающего максимально эффективные экономические показатели при условии обеспечения требуемых показателей качества изготовления.

«На первом этапе была решена задача проведения комплексного анализа исходных данных, по результатам решения которой определяются основные особенности рассматриваемой детали, а также характеристики типа производства, в условиях которого предполагается ее изготавливать» [10].

«Далее решена задача разработки технологии изготовления. Для этого проведено проектирование заготовки, разработка плана изготовления детали, выбор технических средства оснащения, проектирование технологических операций, включая определение режимов резания и нормирование» [10].

«По результатам анализа полученной технологии изготовления проведена разработка специальной технологической оснастки и режущего инструмента» [10]. Это позволило увеличить эффективность сверлильной операции за счет механизации процесса закрепления и токарных операций за счет устранения появления сливной стружки на высокопроизводительных режимах резания.

Решена задача обеспечения безопасности выполнения спроектированного технологического процесса. Для этого «проведен анализ безопасности выполнения, экологичности и пожарной безопасности технологического процесса, а также выработаны предложения по устранению, выявленных проблем» [10].

На заключительном этапе работы решена задача оценки эффективности спроектированного технологического процесса на основе анализа его экономических показателей. В результате чего он признан эффективным.

Список используемых источников

1. 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.
2. ГОСТ Р 53464 –2009. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку. – Введ. 2010–07–01. – М. : Стандартиформ, 2010. – 45 с.
3. Григорьев С. Н. Методы повышения стойкости режущего инструмента : учебник / С. Н. Григорьев. – 2-е изд. – Москва : Машиностроение, 2023. – 368 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/307286> (дата обращения: 28.03.2024).
4. Зубарев Ю. М. Методы получения заготовок в машиностроении и расчет припусков на их обработку : учебное пособие для вузов / Ю. М. Зубарев. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 256 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/215714> (дата обращения: 28.03.2024).
5. Иванов И. С. Технология машиностроения: производство типовых деталей машин: учебное пособие / И.С. Иванов. – Москва: ИНФРА –М, 2022. – 224 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1723512> (дата обращения: 05.09.2024).
6. Каталог продукции «Sandvik coromant». [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.sandvik.coromant.com> (дата обращения: 21.09.2024).
7. 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: 12.10.2024).
8. Маталин А. А. Технология машиностроения : учебник для вузов / А. А. Маталин. – 6-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2024. – 512 с. –

[Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/399728> (дата обращения: 28.03.2024).

9. Пелевин В.Ф. Метрология и средства измерений: учеб. пособие / В.Ф. Пелевин. – Москва.: ИНФРА –М, 2017. – 273 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/774201> (дата обращения: 23.09.2024).

10. Пухаренко Ю.В. Механическая обработка конструкционных материалов: курсовое и диплом. проектирование: учеб. пособие / Ю.В. Пухаренко, В.А. Норин. – Санкт–Петербург. : Лань, 2018. – 240 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/99220> (дата обращения: 04.09.2024).

11. 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: 06.09.2024).

12. Справочник технолога : справочник / А. Г. Суслов, В. Ф. Безъязычный, Б. М. Базров [и др.] ; под общей редакцией А. Г.Суслова. – 2-е изд. – Москва : Машиностроение, 2023. – 800 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/387530> (дата обращения: 28.09.2024).

13. Справочник технолога-машиностроителя в 2-х тт : справочник / В. И. Аверченков, А. В. Аверченков, Б. М. Базров [и др.] ; под редакцией А. С. Васильева, А. А. Кутина. – 7-е изд. испр. – Москва : Машиностроение, 2023. – 1574 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/307325> (дата обращения: 28.09.2024).

14. Станочные приспособления: справочник. В 2 т. Т. 1 / редсовет: Б. Н. Вардашкин (пред.) [и др.] ; ред. тома Б. Н. Вардашкин [и др.]. – Москва: Машиностроение, 1984. – 592 с.

15. Станочные приспособления: справочник. В 2 т. Т. 2 / редсовет: Б. Н.

Вардашкин (пред.) [и др.] ; ред. тома Б. Н. Вардашкин [и др.]. – Москва: Машиностроение, 1984. – 655 с.

16. Технологические процессы в машиностроении. Назначение режимов резания и нормирование операций механической обработки заготовок в машиностроении : учебное пособие для вузов / Ю. М. Зубарев, А. В. Приемышев, В. Г. Юрьев, М. А. Афанасенков. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 248 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/197529> (дата обращения: 28.09.2024).

17. Технология автоматизированного машиностроения. Технологическая подготовка, оснастка, наладка и эксплуатация многооперационных станков с ЧПУ: учебник для вузов / А. М. Александров, Ю. М. Зубарев, А. В. Приемышев, В. Г. Юрьев. – Санкт –Петербург: Лань, 2021. – 264 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/174961> (дата обращения: 09.10.2024).

18. Технология машиностроения. Проектирование технологии изготовления деталей : учебное пособие / В. А. Лебедев, И. В. Давыдова, А. П. Шишкина, Е. Н. Колганова. – Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. – 176 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/346985> (дата обращения: 28.09.2024).

19. Трофимов А. В. Основы технологии машиностроения. Типовые технологические процессы в машиностроении : учебное пособие для студентов / А. В. Трофимов, И. А. Зверев ; под редакцией А. В. Трофимова. – Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2022. – 64 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/257828> (дата обращения: 28.09.2024).

20. Фельдштейн Е. Э. Режущий инструмент. Эксплуатация: Учебное пособие / Е.Э. Фельдштейн, М.А. Корниевич. – Москва: НИЦ ИНФРА –М; Минск: Нов. знание, 2014. – 256 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/424209> (дата обращения: 18.09.2024).

21.Харламов Г.А. Припуски на механическую обработку: справочник. / Г.А. Харламов, А.С. Тарапанов. – Электрон. дан. – М. : Машиностроение, 2013. – 256 с.

22.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. [Электронный ресурс]. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1895652> (дата обращения: 18.09.2024).

23.Химический состав и физико–механические свойства стали 45ФЛ [Электронный ресурс]. – URL: <https://azbukametalla.ru/marochnik/stali-i-splavy-dlya-otlivok/stali-dlya-otlivok/stal-45fl.html> (дата обращения: 02.09.2024).

24.Ямников А. С. Расчет припусков и проектирование заготовок / А.С. Ямников, Е.Ю. Кузнецов, М.Н. Бобков; под редакцией А.С. Ямникова. – Вологда: Инфра –Инженерия, 2020. – 328 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/148337> (дата обращения: 10.09.2024).

Технологическая документация

Таблица А.1 – Технологическая документация

[illegible]

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

A	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа										
Б	Код, наименование оборудования					СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт
T 19	396190 Оправка цанговая специальная; 392190 Резец расточной ГОСТ 18879-73 Т5К10; 392190 Резец															
T20	контурный Т5К10; 393311 Штангенциркуль ШЦ-III ГОСТ 166-89; 393450 Нутромер НМ-175 ГОСТ10-88.															
21																
A 22	XX XX XX 015 4110 Токарная															
Б 23	381101 Токарный 16К20Ф3					3	18217	422	1Р	1	1	1	1200	1		1,88
O 24	Точить поверхности 1, 23, 24, 34 в размер $\phi 168,811^{+0,10}$, $218,1_{-0,185}^{+0,10}$, $87,4_{-0,16}^{+0,10}$.															
T 25	396190 Оправка цанговая специальная; 392190 Резец расточной ГОСТ 18879-73 Т30К4; 392190 Резец															
T 26	контурный специальный Т30К4; 392190 Резец канавочный ГОСТ 18879-73 Т5К10; 394300 Скоба															
T 27	индикаторная СИ-300 ГОСТ 11098-75; 393450 Нутромер НМ-150 ГОСТ10-88.															
28																
A 29	XX XX XX 020 4110 Токарная															
Б 30	381101 Токарный 16К20Ф3					3	18217	422	1Р	1	1	1	1200	1		1,88
O 31	Точить поверхности 15, 16, 17, 19, 20, 21 в размер $\phi 182^{+0,105}$, $\phi 168,811^{+0,10}$, $217,1_{-0,185}^{+0,10}$, $167,2_{-0,16}^{+0,10}$.															
T 32	396190 Оправка цанговая специальная; 392190 Резец расточной ГОСТ 18879-73 Т30К4; 392190 Резец															
T 33	контурный специальный Т30К4; 392190 Резец канавочный ГОСТ 18879-73 Т5К10; 394300 Скоба															
T 34	индикаторная СИ-300 ГОСТ 11098-75; 393450 Нутромер НМ-175 ГОСТ10-88.															
35																
A 36	XX XX XX 025 4120 Сверлильная															
Б 37	381210 Вертикально-сверлильный 2С135Ф2					3	17335	312	1Р	1	1	1	1200	1		15,65
O 38	Сверлить, нарезать резьбу поверхности 5, 30 в размер $\phi 16_{-0,015}^{-0,018}$; М18; $191,5_{-0,16}^{+0,16}$, $181,5_{-0,16}^{+0,16}$, $176,5_{-0,16}^{+0,16}$.															
T 39	396190 Оправка цанговая специальная; 391213 Сверло $\phi 15,465$ специальное; 391213 Сверло $\phi 15$															
T 40	ГОСТ10902-77 Р6М5; 391603 Зенкер $\phi 15,75$ ГОСТ12489-71 Р6М5; 391722 Развертка $\phi 16$ ГОСТ1672-80															
T 41	Р6М5; 391311 Метчик М18 ГОСТ3266-81 Р6М5; 393400 Калибр															
МК																

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

A	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции					Обозначение документа						
Б	Код, наименование оборудования				СМ	проф	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт	
A 42	XX XX XX	030	4120	Сверлильная												
Б 43	381210	Обработывающий центр JET JVC-4S CNC				3	17335	312	1Р	1	1	1	1200	1	1146	
О 44	Фрезеровать, сверлить, нарезать резьбу поверхности 8, 9, 10 в размер М18: 119,6 ^{+0,35} , 84,6 ^{+0,35} , 79,6 ^{+0,35}															
Т 45	396190 Оправка цанговая специальная; 391213 Сверло Ø15,465 специальное; 391821 Фреза концевая															
Т 46	Ø36 ГОСТ17024-82 Р6М5; 391311 Метчик М18 ГОСТ3266-81 Р6М5; 393400 Калибр.															
47																
A 48	XX XX XX	035	Термическая													
49																
A 50	XX XX XX	040	4133	Плоскошлифовальная												
Б 51	381313	Плоскошлифовальный ЗД723				3	18873	312	1Р	1	1	1	1200	1	6,0	
О 52	Шлифовать поверхности 1, 21 в размер 216 ^{+0,185}															
Т 53	396161 Плита магнитная ГОСТ16528-87; 398110 Круг шлифовальный; 394300 Скоба индикаторная															
Т 54	СИ-300 ГОСТ 11098-75.															
55																
A 56	XX XX XX	045	4132	Внутришлифовальная												
Б 57	381312	Внутришлифовальный ЗК228В				3	18873	312	1Р	1	1	1	1200	1	5,0	
О 58	Шлифовать поверхности 19, 20 в размер Ø169,667 ^{+0,063} ; 166,1 ^{+0,16}															
Т 59	396190 Оправка цанговая специальная; 398110 Круг шлифовальный; 394300 Скоба индикаторная															
Т 60	СИ-300 ГОСТ 11098-75; 393450 Нутромер НМ-175 ГОСТ 10-88.															
61																
A 62	XX XX XX	050	4132	Внутришлифовальная												
Б 63	381312	Внутришлифовальный ЗК228В				3	18873	312	1Р	1	1	1	1200	1	3,5	
О 64	Шлифовать поверхности 23, 24 в размер Ø169,667 ^{+0,063} ; 85,1 ^{+0,14}															
МК																

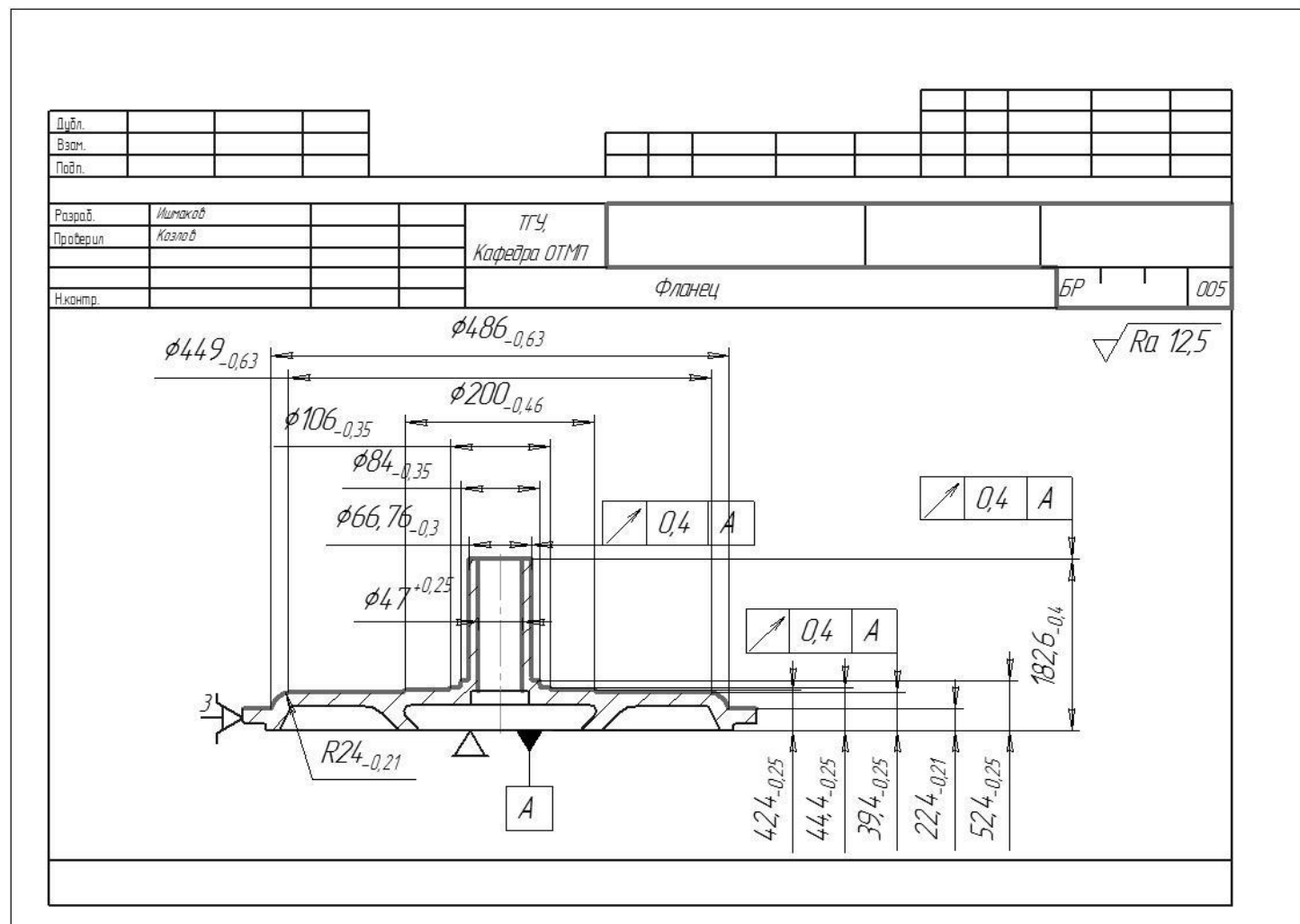
Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

A	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа									
Б	Код, наименование оборудования				СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт
Т 65	396190 Оправка цанговая специальная; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба индикаторная														
Т 66	СИ-300 ГОСТ 11098-75; 393450 Нутромер НМ-175 ГОСТ 10-88.														
67															
А 68	XX XX XX 055 4132 Внутршлифовальная														
Б 69	381312 Внутршлифовальный ЗК228В 3 18873 312 1Р 1 1 1 1200 1 5.63														
О 70	Шлифовать поверхности 19, 20 в размер $\phi 170^{+0,04}_{-0,16}$; 166 _{0,16} .														
Т 71	396190 Оправка цанговая специальная; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба индикаторная														
Т 72	СИ-300 ГОСТ 11098-75; 393450 Нутромер НМ-175 ГОСТ 10-88.														
73															
А 74	XX XX XX 060 4132 Внутршлифовальная														
Б 75	381312 Внутршлифовальный ЗК228В 3 18873 312 1Р 1 1 1 1200 1 4.0														
О 76	Шлифовать поверхности 23, 24 в размер $\phi 170^{+0,04}_{-0,16}$; 85 _{0,16} .														
Т 77	396190 Оправка цанговая специальная; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба индикаторная														
Т 78	СИ-300 ГОСТ 11098-75; 393450 Нутромер НМ-175 ГОСТ 10-88.														
79															
А 80	XX XX XX 065 4192 Хонинговальная														
Б 81	381836 Хонинговальный ЗР84 3 18873 312 1Р 1 1 1 1200 1 0.63														
О 82	Хонинговать поверхность 19 в размер $\phi 170^{+0,04}_{-0,16}$; 196 _{0,16} .														
Т 83	396190 Оправка цанговая специальная; 397717 Хон; 393450 Нутромер НМ-175 ГОСТ 10-88.														
84															
А 85	XX XX XX 070 Моечная.														
86															
А 87	XX XX XX 075 Контрольная.														
МК															

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1



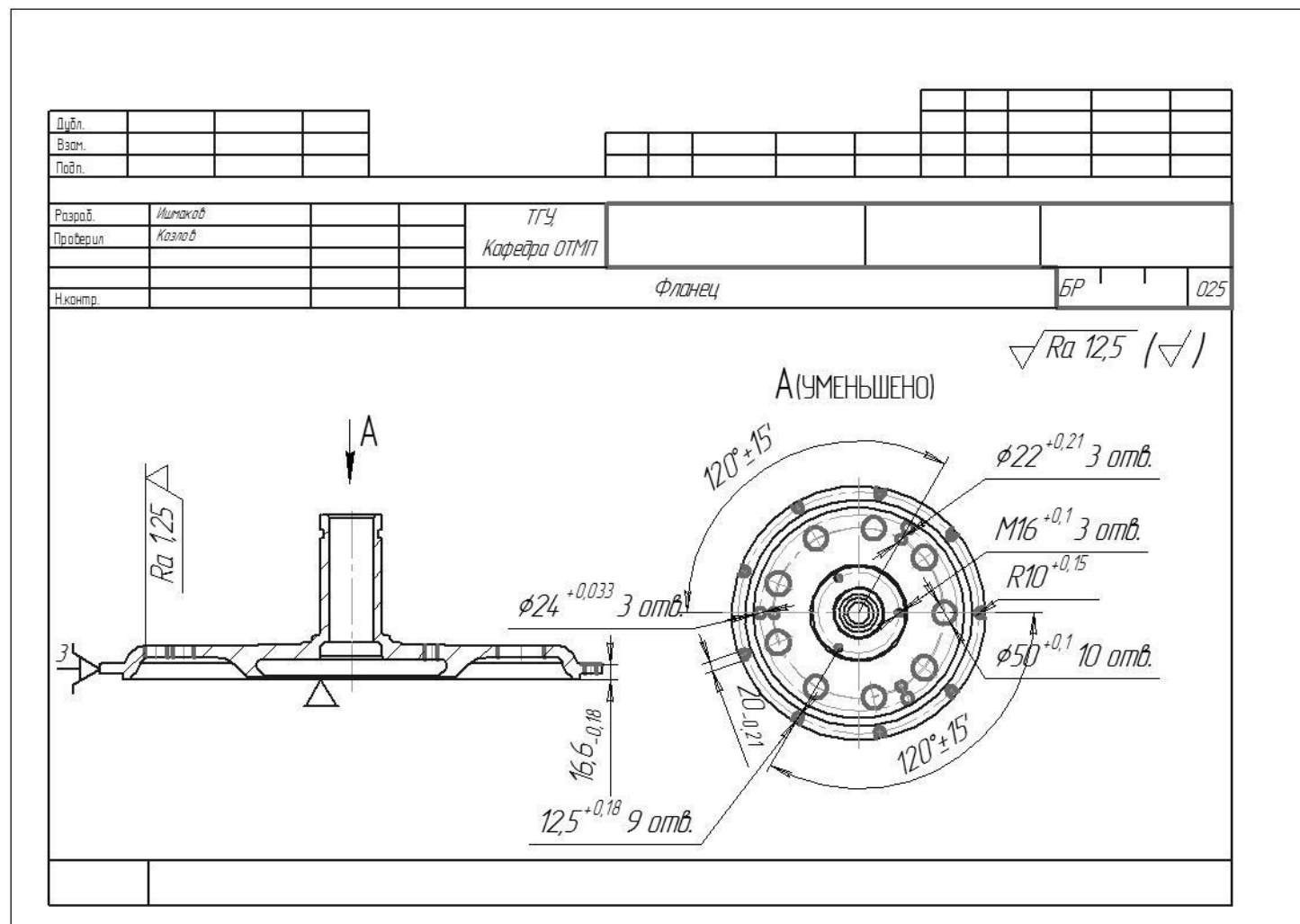
Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 2118-82										Форм 1	
Дубл.											
Взам.											
Подп.											
Разраб.	Ишмаков										
Проверил	Козлов										
Н.контр.											
Фланец										Цех	Уч.
										Р.М.	Опер.
										005	
Наименование операции		Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД	
Токарная		Сталь 45ФЛГОСТ 977-75			166	27,37	#544,1х184,2		46,09	1	
Оборудование, устройства ЧПУ		Обозначение программы		Тр	ТБ	Тгв	Тшт	Слож			
1A512MФ3				7,34			9,18	Угловая-1			
		пи	о или в	L	f	i	s	p	v		
01	1. Установить заготовку										
Т.02	396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80; 392190 Резец контурный ГОСТ 20872-80 Т5К10;										
Т.03	392190 Резец расточной специальный Т5К10.										
0.04	2. Точить поверхности 1, 2, 3, 8, 9 выдерживая размеры согласно эскиза.										
Р.05		1			2,5		105	72	122		
Р.06		2			10		0,63	800	118		
Т.07	3. Открепить, снять деталь с приспособления, уложить на тележку.										
08											
09											
10											
11											

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1



Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 2.116-62										Форм 1	
Дубл.											
Взам.											
Подп.											
Разраб.	Ишмаков										
Проверил	Козлов										
Н.контр.											
Фланец										Цех	Уч.
										Р.М.	Опер.
										025	
Наименование операции		Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД	
Сверлильная		Сталь 45Ф/ГОСТ 977-75			166	27,37	φ54,4 х 184,2		46,09	1	
Оборудование, устройства ЧПУ		Обозначение программы		то	тв	тгв	тип	слож			
JET JVC-4S CNC				14,78			17,74	Укринол-1			
		пи	о или в	л	т	и	с	п	v		
от	1. Установить заготовку										
т.зв	396190 Приспособление специальное; 391290 Сверло φ50 880-D5000C6-03 Sandvik GC4014; 391290										
т.зв	φ12,5 R840-1250-30-A0A Sandvik GC 1220; 391290 Сверло φ22 880-D2200L25-03 Sandvik GC4014;										
т.зв	391290 Сверло φ23,5 880-D2350L25-03 Sandvik GC4014; 391290 Сверло φ14,25 R840-1425-30-A0A										
т.зв	Sandvik GC 1220; 391790 Развертка φ24 830B-E06D1800H7S12 Sandvik P10R; 391822 Фреза концевая										
т.зв	φ20 R216.24-20050CCC32P Sandvik GC1640; 391818 Фреза резьбовая 326R08-B25100VM-TN Sandvik										
т.зв	GC1025.										
от	2. Растачивать поверхности 27, 28 выдерживая размеры согласно эскиза										
Р.зв		1			25,0		0,4	90	14		
Р.зв		2			2,0		0,3	2150	173		

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 2.116-82										Формат 1																																																	
Дубл.																																																											
Взам.																																																											
Подп.																																																											
<table border="1"> <tr> <td>Разраб.</td> <td>Ишмаков</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Проверил</td> <td>Козлов</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Н.контр.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>												Разраб.	Ишмаков											Проверил	Козлов																							Н.контр.											
Разраб.	Ишмаков																																																										
Проверил	Козлов																																																										
Н.контр.																																																											
Фланец										Цех	Уч.																																																
										Р.М.	Опер.																																																
										025																																																	
Наименование операции		Материал		Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД																																																
Сверлильная		Сталь 45Ф/ГОСТ 977-75				166	27,37	Ø54,4 х 184,2		46,09	1																																																
Оборудование, устройства ЧПУ		Обозначение программы		та	тб	тв		тшп	сож																																																		
JET JVC-45 CNC				14,78				17,74	Угрюнов-1																																																		
		пи	ди или в	L	f	i	s	p	v																																																		
P ₀₁		3			6,25		0,2	300	12																																																		
P ₀₂		4			11,0		0,26	150	11																																																		
P ₀₃		5			11,75		0,26	150	11																																																		
P ₀₄		6			0,25		0,15	1500	110																																																		
P ₀₅		7			7,125		0,2	150	6,7																																																		
P ₀₆		8			0,875		1,5	1800	87																																																		
T ₀₇	3. Открепить, снять деталь с приспособления, уложить на тележку.																																																										
08																																																											
09																																																											
10																																																											

Спецификации к сборочным чертежам

[illegible]

Продолжение таблицы Б.1

56

Продолжение таблицы Б.1

57