

Аннотация

В работе спроектирован технологический процесс изготовления вала вторичного коробки передач Niva Travel, а также рассмотрены мероприятия по совершенствованию предложенной технологии изготовления. В ходе выполнения работы достигается цель, которая заключается в разработке технологии изготовления, обеспечивающей выпуск вала вторичного коробки передач NivaTravel соответствующего заданным показателям качества изготовления для всей годовой программы выпуска, при условии обеспечения минимальной стоимости изготовления. Достижение цели выполняется поэтапно, путем решения соответствующих задач, выявленных в ходе анализа исходных данных, выполненного в первом разделе работы. Задача проектирования технологического процесса изготовления решена во втором разделе. Решение данной задачи включает в себя выбор и проектирование заготовки, выбор методов обработки, разработку технологических схем базирования, выбор средств технологического оснащения, определение режимов резания и проведение нормирования технологических операций, проектирование маршрутно-операционной технологии изготовления. Задача совершенствования спроектированного технологического процесса решена в третьем разделе. Решение данной задачи включает в себя выявление лимитирующих операций, их критический анализ и совершенствование, путем проектирования специального станочного приспособления и режущего инструмента. Задача обеспечения производственной, пожарной и экологической безопасности решена в четвертом разделе путем анализа действующих на производстве опасных и вредных факторов, а также разработкой соответствующих мероприятий. Задача определения экономической эффективности решена в пятом разделе.

Пояснительная записка работы состоит из 65 страниц. Графическая часть включает 7 листов формата А1.

Содержание

Введение.....	4
1 Анализ исходных данных и постановка задач работы.....	5
1.1 Функции и условия эксплуатации детали	5
1.2 Анализ детали на технологичность.....	6
1.3 Определение типа производства и его характеристик.....	9
1.4 Постановка задач.....	10
2 Проектирование технологического процесса	11
2.1 Выбор метода получения заготовки и ее проектирование	11
2.2 Проектирование маршрута и плана изготовления детали.....	18
2.3 Выбор средств оснащения технологического процесса	20
2.4 Проектирование технологических операций	24
3 Проектирование специальных средств оснащения	28
3.1 Проектирование трехкулачкового патрона	28
3.2 Проектирование полировального круга	33
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.....	40
4.5 Обеспечение экологической безопасности объекта.....	41
5 Экономическая эффективность работы	43
Заключение	48
Список используемых источников.....	49
Приложение А Технологическая документация.....	53
Приложение Б Спецификации к сборочным чертежам	63

Введение

После ухода большинства иностранных автопроизводителей перед отечественным автомобилестроением стоит важная задача по насыщению рынка недорогими и качественными автомобилями. В современных экономических условиях выполнение этой задачи сопряжено с рядом трудностей. Прежде всего, необходимо заменить импортные технологии отечественными без снижения их эффективности, что потребует определенного времени. В этом случае одно из решений состоит в наращивании объемов производства более простых конструктивно и дешевых автомобилей. Одним из таких автомобилей является Niva Travel. Данный автомобиль является дальнейшим развитием автомобиля Lada 4x4, что позволяет использовать в его конструкции проверенные технические решения и тем самым заменить ряд комплектующих поставляемых зарубежными поставщиками. При этом следует обратить особое внимание на сохранение качества данных комплектующих. Большинство технологий используемых в «классической» Lada 4x4 являются устаревшими и нацелены на массовое производство, что не обеспечивают требуемой эффективности и гибкости в условиях среднесерийного типа производства. Это требует кардинального пересмотра используемых технологических процессов. Также следует обратить внимание и на целевое назначение автомобилей, которое предполагает их эксплуатацию в тяжелых дорожных условиях. В данной работе рассматривается вторичный вал коробки передач Niva Travel.

Из сказанного следует, что в ходе выполнения работы необходимо достигнуть цели, которая заключается в разработке технологии изготовления, обеспечивающей выпуск вала вторичного коробки передач Niva Travel соответствующего заданным показателям качества изготовления для всей годовой программы выпуска, при условии обеспечения минимальной стоимости изготовления.

1 Анализ исходных данных и постановка задач работы

1.1 Функции и условия эксплуатации детали

Вал в конструкции коробки передач предназначен для установки на нем шестерен, синхронизаторов и фланца эластичной муфты карданной передачи, а также передачи крутящего момента посредством шлицевых соединений на муфту, соединяющую коробку с карданным валом.

Автомобили рассматриваемого класса предназначены для эксплуатации в тяжелых дорожных условиях. Это определяет условия эксплуатации входящих в их конструкцию деталей. Прежде всего, это температурный режим. Эксплуатация автомобилей происходит в самых различных климатических условиях, поэтому возможно воздействие экстремально низких и высоких температур, что приводит к повышенному износу опорных поверхностей вала и шлицевых соединений. Другим фактором, влияющим на ускоренный износ шлицевых поверхностей вала, является попадание на них грязи, частиц пыли и других примесей, находящихся в рабочей среде. Влияние данного фактора на большинство поверхностей вала ограничено, кроме выходного конца непосредственно контактирующего с внешней средой, так как они работают в закрытом корпусе в условиях постоянной смазки. Однако возможно попадание продуктов износа механизмов коробки передач. Воздействие внешних атмосферных осадков может привести к появлению коррозии на поверхностях находящихся вне корпуса коробки передач.

Служебное назначение коробки передач подразумевает воздействие на вал знакопеременных и ударных нагрузок, что может привести к повреждению и разрушению его шлицевых и опорных поверхностей. В процессе эксплуатации возможно воздействие на ряд поверхностей вала различных химически активных жидкостей, например, антигололедных реагентов, что может привести к повреждению и преждевременному износу

данных поверхностей.

В общем, условия работы вала можно оценить как умеренно агрессивные с риском повреждения, преждевременного износа, а в ряде случаев и разрушения отдельных его поверхностей.

1.2 Анализ детали на технологичность

Технологичность является комплексной оценкой соответствия детали группе критериев [14]. К данным критериям относятся технологичность материала детали, технологичность конструкции детали, технологичность изготовления. Ниже приведен анализ вала на технологичность согласно данным критериям.

Материал детали считается технологичным, если его химический состав и физико-механические характеристики соответствуют выполняемым функциям. В качестве материала вала используется сталь 20ХГНМ ГОСТ 4543–71. «Химический состав [26]: углерод 0,15–0,22%, хром 1,0–1,3%, марганец 0,4–0,6%, никель 1,6–2,0%, молибден 0,2–0,3%, кремний 0,17–0,37%, медь до 0,3%, серы до 0,035%, фосфор до 0,035%» [26]. Предел текучести 930 МПа, предел прочности 1180 МПа, твердость до 185 НВ. Приведенные характеристики являются достаточными и полностью отвечают требованиям к детали исходя из проведенного ранее анализа функционального назначения и условий работы детали.

Конструкцию вала можно считать технологичной. Данный вывод можно сделать исходя из того, что контур детали ступенчатый, сформирован в основном плоскими поверхностями и поверхностями вращения. Это облегчает получение данных поверхностей с наименьшим количеством переустановок заготовки. В конструкции вала применены стандартизированные элементы, а размеры приняты из стандартного ряда чисел, что позволит применить для их получения стандартизированные металлорежущие инструменты и средства промежуточного и окончательного

контроля. Тем самым обеспечивается снижение стоимости изготовления детали.

Оценка технологичности изготовления включает в себя анализ заготовки, анализ применимости методов механической и термической обработки, анализ базирования и возможности его реализации на операциях механической обработки, анализ возможности обеспечения заданных на чертеже детали требований к поверхностям детали.

Заготовку вала можно считать технологичной. Это объясняется тем, что для ее получения, исходя из формы и габаритов детали, марки материала согласно данным [4], можно применить различные методы литья, штамповки или применять прокат. Любой из предлагаемых методов получения заготовки обеспечивает требуемые параметры изготовления, производительность и приемлемую себестоимость.

Исходя из формы поверхностей детали, их взаимного расположения и требуемой точности изготовления, все поверхности детали могут быть получены стандартными методами механической обработки без применения специальных средств технологического оснащения, что обеспечит минимальные затраты на механическую обработку. Требуемые характеристики твердости поверхностей детали могут быть достигнуты применением стандартных методов термической обработки. Следовательно, с точки зрения применимости методов механической и термической обработки деталь можно считать технологичной.

Базирование детали может быть осуществлено с применением стандартных схем базирования с применением искусственных и естественных баз. Это обеспечит соблюдение основных принципов базирования и позволит минимизировать погрешности на операциях механической обработки. Реализация данных схем базирования не потребует применения нестандартной технологической оснастки. Это позволяет считать деталь технологичной с точки зрения базирования и возможности его реализации на операциях механической обработки.

Анализ возможности обеспечения заданных на чертеже детали требований к поверхностям детали проведем на основе классификации поверхностей детали, то есть сначала выясним целесообразность требований по точности изготовления поверхностей детали. Для этого каждой поверхности присвоим свой уникальный номер (рисунок 1), а затем классифицируем их по назначению [1].

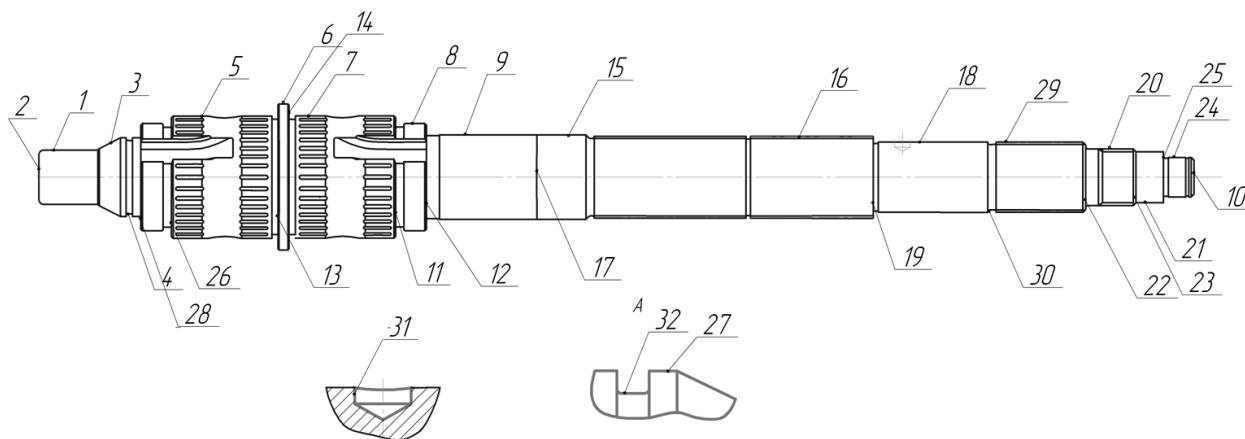


Рисунок 1 – Нумерация поверхностей вала

Согласно принятой методике классификации поверхностей, поверхности 1, 19, 18 являются основными конструкторскими базами, поверхности 1, 4, 9, 29, 20, 21, 31, 24 являются вспомогательными конструкторскими базами, поверхности 5, 7, 16 являются исполнительными. Все поверхности неуказанные в данной классификации являются свободными. Анализируя заданные конструктором на чертеже детали параметры данных поверхностей приходим к выводу, что параметры точности, шероховатости, твердости и взаимного расположения поверхностей соответствуют их служебному назначению и не могут быть изменены. Все заданные параметры могут быть достигнуты с применением стандартных методов обработки. Применение высокоточных, дорогостоящих методов обработки в данном случае минимально. Следовательно, с точки зрения возможности обеспечения заданных на чертеже детали требований к

поверхностям детали деталь можно считать технологичной.

Проведенный анализ технологичности детали показал, что исходя из ее служебного назначения, требуемых параметров точности, шероховатости, твердости и других параметров поверхностей деталь можно охарактеризовать как технологичную и не проводить доработку ее конструкции.

1.3 Определение типа производства и его характеристик

Тип производства определяет все его основные характеристики. Для его определения применим методику, основанную на знании массы детали и годовой программы выпуска [9]. Согласно данной методике при годовой программе выпуска 6000 деталей в год и массе детали равной 2,4 кг тип производства соответствует среднесерийному.

По данным литературы [15] принимаем следующие основные характеристики данного типа производства. Технология изготовления должна соответствовать групповой форме организации. При этом детали должны выпускаться партиями, которые имеют определенную периодичность запуска. При проектировании производственных подразделений оборудование следует размещать по групповому признаку. Методы получения заготовок зависят от материала детали и ее формы. Чаще всего применимы такие методы как литье, штамповка и прокат. Технологические процессы проектируются с применением типовых технологических процессов. Технологический процесс оформляется в маршрутно-операционном виде. Выбор методов обработки производится исходя из условия обеспечения минимума суммарного коэффициента удельных затрат. Определение припусков на обработку производится для точных поверхностей расчетно-аналитическим методом, для остальных поверхностей используется статистический метод. Режимы резания определяются с использованием расчетного метода и статистических данных.

Для обеспечения заданной точности обработки используется базирование заготовок с соблюдением основных принципов базирования и метод достижения точности на настроенном оборудовании. Оборудование должно отвечать требованиям гибкости, то есть быть универсальным, желательно оснащенным системами числового управления. Допускается применение специализированного оборудования. Предпочтение отдается универсальным и стандартизированным средствам технологического оснащения и контроля.

1.4 Постановка задач

Проведенный выше анализ позволяет сформулировать задачи, решение которых необходимо для достижения цели достигается. Первая задача заключается в проектировании технологического процесса изготовления. Решение данной задачи включает в себя выбор и проектирование заготовки, выбор методов обработки, разработку технологических схем базирования, выбор средств технологического оснащения, определение режимов резания и проведение нормирования технологических операций, проектирование маршрутно-операционной технологии изготовления. Вторая задача заключается в совершенствовании спроектированного технологического процесса. Решение данной задачи включает в себя выявление лимитирующих операций, их критический анализ и совершенствование, путем проектирования специального станочного приспособления и режущего инструмента. Третья задача заключается в обеспечении производственной, пожарной и экологической безопасности путем анализа действующих на производстве опасных и вредных факторов, а также разработкой соответствующих мероприятий. Четвертая задача заключается в определении экономической эффективности. Все перечисленные задачи решаются в последующих разделах данной выпускной квалификационной работы.

По результатам выполнения данного раздела поставлены задачи выполнения работы на основе анализа имеющихся исходных данных.

2 Проектирование технологического процесса

2.1 Выбор метода получения заготовки и ее проектирование

В ходе проведения анализа типа производства было установлено, что чаще всего применимы методы получения заготовок, такие как литье, штамповка и прокат. Анализ технологичности показал, что для ее получения заготовки, с учетом формы и габаритов детали, марки материала целесообразно применять различные методы штамповки или литья. Использование проката в данном случае является заведомо невыгодным методом получения заготовки, так как исходя из формы детали и типа производства он имеет низкий коэффициент использования материала и высокие затраты на механическую обработку. Поэтому данный метод получения заготовки исключим из дальнейшего рассмотрения. Выбор одного из данных вариантов производим путем сравнения их экономической эффективности, показателем которой являются общие затраты, рассчитанные по формуле:

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

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

Q – масса заготовки, кг;

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

q – масса детали, кг;

$C_{ОТХ}$ – стоимость одного кг стружки, руб.» [4]

Стоимость получения одного кг заготовок определяется по формуле:

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

где i – индекс метода получения заготовки;

C_6 – базовая стоимость получения заготовки рассматриваемым

методом, руб.;

h_T – коэффициент точности метода;

h_C – коэффициент сложности метода;

h_B – коэффициент массы заготовки;

h_M – коэффициент марки материала;

h_{II} – коэффициент программы выпуска» [4].

«Индекс метода получения заготовки принимаем 1 для заготовки полученной литьем, 2 заготовки полученной штамповкой» [4].

$$C_{ЗАГ\ 1} = 75,12 \cdot 1,03 \cdot 0,7 \cdot 0,93 \cdot 2,3 \cdot 0,93 = 107,74 \text{ р.}$$

$$C_{ЗАГ\ 2} = 38,86 \cdot 1,0 \cdot 0,77 \cdot 1,0 \cdot 1,08 \cdot 1,0 = 32,3 \text{ р.}$$

Стоимость механической обработки при первом приближении может быть определена по формуле:

$$\langle C_{МЕХ\ i} = C_C + E_H \cdot C_K, \quad (3)$$

где C_C – приведенные затраты, руб.;

C_K – приведенные капитальные вложения, руб.;

E_H – коэффициент эффективности капитальных вложений» [4].

Стоимость механической обработки не будет зависеть от метода получения заготовки.

$$C_{МЕХ\ 1,2} = 4,95 + 0,1 \cdot 10,85 = 6,04 \text{ р.}$$

Рассчитываем общие затраты.

$$C_{T1} = 107,74 \cdot 3,7 + 6,04 \cdot (3,7 - 2,4) - 1,4 \cdot (3,7 - 2,4) = 402,68 \text{ р.}$$

$$C_{T2} = 32,3 \cdot 3,7 + 6,04 \cdot (3,7 - 2,4) - 1,4 \cdot (3,7 - 2,4) = 125,54 \text{ р.}$$

Из проведенных расчетов следует, что в данном случае должен быть принят метод получения заготовок штамповкой на кривошипном горячештамповочном прессе.

С целью проектирования заготовки необходимо определить припуски на механическую обработку каждой поверхности детали.

На первом этапе решения данной задачи необходимо определить маршруты обработки для каждой поверхности детали. Общепринятый подход [8] состоит в том, что маршрут обработки поверхности формируется исходя условия обеспечения минимума суммарного коэффициента удельных затрат, с учетом формы поверхности, требуемой точности обработки, требований к поверхностному слою и материала детали. С учетом этого для поверхностей рассматриваемой детали получаем маршруты их обработки, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 - Выбор методов обработки поверхностей

Номер поверхности	Метод обработки	Точность размеров, квалитет IT	Шероховатость поверхности Ra, мкм
1	точение черновое	IT12	12,5
	точение получистовое	IT10	6,3
	точение чистовое	IT8	1,6
	полирование	IT4	0,25
2	фрезерование центров	IT12	12,5
3	точение черновое	IT12	12,5
	точение получистовое	IT10	6,3
	точение чистовое	IT8	1,6
	шлифование	IT6	0,8
4	точение получистовое	IT10	6,3
	точение чистовое	IT8	1,8
	шлифование	IT6	0,8
5	точение черновое	IT12	12,5
	точение получистовое	IT10	6,3
	накатывание	IT10	6,3
6	точение черновое	IT12	12,5
	точение получистовое	IT10	6,3
7	точение черновое	IT12	12,5
	точение получистовое	IT10	6,3
	накатывание	IT10	6,3
8	точение черновое	IT12	12,5
	точение получистовое	IT10	6,3
	точение чистовое	IT8	1,6
9	точение черновое	IT12	12,5
	точение получистовое	IT10	6,3
	точение чистовое	IT4	1,6
10	точение черновое	IT12	12,5
	точение получистовое	IT10	6,3
11	точение черновое	IT12	12,5
	точение получистовое	IT10	6,3

Продолжение таблицы 1

Номер поверхности	Метод обработки	Точность размеров, квалитет IT	Шероховатость поверхности Ra, мкм
	точение чистовое	IT8	1,6
12	точение получистовое	IT10	6,3
	точение чистовое	IT8	1,6
13	точение черновое	IT12	12,5
	точение получистовое	IT10	6,3
	точение чистовое	IT8	1,8
	шлифование	IT6	0,8
14	точение черновое	IT12	12,5
	точение получистовое	IT10	6,3
	точение чистовое	IT8	1,6
	шлифование	IT6	0,8
15	точение черновое	IT12	12,5
	точение получистовое	IT10	6,3
	точение чистовое	IT6	1,6
16	точение черновое	IT12	12,5
	точение получистовое	IT10	6,3
	накатывание	IT10	6,3
	точение чистовое	IT6	1,6
17	точение черновое	IT12	12,5
18	точение черновое	IT12	12,5
	точение получистовое	IT10	6,3
	сверление	IT12	12,5
	шлифование	IT6	1,6
19	точение черновое	IT12	12,5
20	точение черновое	IT12	12,5
	точение получистовое	IT10	6,3
	нарезание резьбы	IT10	6,3
21	точение черновое	IT12	12,5
22	точение черновое	IT12	12,5
	точение получистовое	IT10	6,3
23	точение черновое	IT12	12,5
	точение получистовое	IT10	6,3
	точение чистовое	IT8	1,6
24	точение черновое	IT12	12,5
	точение получистовое	IT10	6,3
	точение чистовое	IT8	1,6
	шлифование	IT6	0,8
25	точение черновое	IT12	12,5
	точение получистовое	IT10	6,3
26	точение черновое	IT12	12,5
	точение получистовое	IT10	6,3
27	точение чистовое	IT8	1,6
28	точение чистовое	IT8	1,6
29	нарезание резьбы	IT10	6,3
30	точение черновое	IT12	12,5

Продолжение таблицы 1

Номер поверхности	Метод обработки	Точность размеров, квалитет IT	Шероховатость поверхности Ra, мкм
	точение полуступовое	IT10	6,3
	фрезерование	IT8	1,6
31	сверление	IT12	12,5

На следующем этапе проектирования заготовки определяем припуски на обработку поверхностей по определенным ранее маршрутам их обработки, а также размерам и требуемой точности обработки. Возможно использование нескольких методик определения припусков. В соответствии с характеристиками типа производства для наиболее ответственной и точной поверхности являющейся основной конструкторской базой диаметром $19,3f6(-0,020_{-0,033})$ расчет производим с применением расчетно-аналитического метода [23].

«Определение минимального припуска для каждого перехода производится по формуле:

$$z_{imin} = a_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}, \quad (4)$$

где a – величина дефектного слоя, мм;

Δ – величина суммарных пространственных отклонений, мм;

ε – величина погрешности установки заготовки, мм;

i – индекс текущего перехода;

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

«Величина дефектного слоя определяется по формуле:

$$a = Rz + h, \quad (5)$$

где Rz – среднеарифметическая величина микронеровностей профиля поверхностного слоя, мм;

h – глубина дефектного слоя, образовавшегося от предыдущей обработки, мм» [23].

«Величина суммарных пространственных отклонений определяется по формуле:

$$\Delta = 0,25 \cdot Td, \quad (6)$$

где Td – поле допуска выполняемого размера, мм» [23].

«Определение максимального припуска для каждого перехода производится по формуле:

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

где Td_i – поле допуска выполняемого размера, мм;

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

«Определение среднего припуска для каждого перехода производится по формуле:

$$z_{срi} = 0,5 \cdot (z_{i \max} + z_{i \min}). \quad (8)» [23]$$

«Минимальный диаметр определяется по формуле:

$$d_{(i-1)min} = d_{i \min} + 2 \cdot z_{i \min}. \quad (9)» [23]$$

«Для перехода, предшествующего термическому переходу минимальный диаметр определяется по формуле:

$$d_{(то-1)min} = d_{(i-1) \min} \cdot 0,999. \quad (10)» [23]$$

«Максимальный диаметр определяется по формуле:

$$d_{(i-1)max} = d_{(i-1)min} + Td_{i-1}. \quad (11)» [23]$$

«Средний диаметр определяется по формуле:

$$d_{i\text{ ср}} = 0,5 \cdot (d_{i\text{ max}} + d_{i\text{ min}}). \quad (12)» [23]$$

Результаты расчетов приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты расчета припусков и операционных размеров

Переход	Квалитет	Допуск, мм	Минимальный припуск, мм	Максимальный припуск, мм	Средний припуск, мм	Номинальный диаметр, мм
точение черновое	12	1,4	1,18	1,9	1,54	21,7 _{-0,21}
точение получистовое	10	0,017	0,94	1,32	1,13	20,76 _{-0,052}
точение чистовое	8	0,052	0,82	1,16	0,99	19,93 _{-0,017}
шлифование	6	0,021	0,64	0,67	1,31	19,3 _{-0,033} ^{-0,020}

В соответствии с характеристиками типа производства припуски для обработки остальных поверхностей с целью снижения трудоемкости определяются на основе статистических данных [19]. Суть методики состоит в определении минимального припуска на основе усредненных данных, а максимального припуска путем расчета по формуле (7). Данный подход позволяет обеспечить приемлемую точность расчетов в заданных условиях проектирования. Полученные результаты приведены на чертеже заготовки в графической части работы.

На следующем этапе проектирования заготовки определяются ее характеристики, данные по напускам и допускам на размеры. Для этого

используется методика и данные [6]. В данном случае результаты выполнения данного этапа проектирования заготовки отражены в графической части работы.

Результатом проектирования заготовки является ее рабочий чертеж.

2.2 Проектирование маршрута и плана изготовления детали

Этап проектирования маршрута изготовления детали является определяющим для эффективности технологического процесса. От принятых на данном этапе зависит количество операций, их состав и применяемые для их реализации средства технологического оснащения.

В соответствии с принятым типом производства для проектирования маршрута изготовления детали будем использовать типовые технологические маршруты [1, 15, 25]. Синтез маршрута при данном подходе заключается в анализе каждой операции типового технологического процесса и исключения из него лишних операций с точки зрения получения заданных параметров рассматриваемой детали. Содержание каждой отдельной операции определяется путем объединения в них однородных методов обработки поверхностей. Результаты синтеза маршрута обработки детали приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Маршрута изготовления детали

Операция	Содержание операции	Точность размеров, квалитет IT	Шероховатость поверхности Ra, мкм
000 Заготовительная	штамповать	16	20
005 Центровально-подрезная	фрезеровать торцы: 2, 10, сверлить центовые отверстия: 23, 28	12	12,5
010 Токарная (черновая)	точить поверхности: 7, 8, 9, 16, 18, 20, 21, 24, 25, 23, 22, 17, 12, 11, 14	12	12,5
015 Токарная (черновая)	точить поверхности: 6, 5, 4, 28, 27, 1, 3, 26, 13	12	12,5

Продолжение таблицы 3

Операция	Содержание операции	Точность размеров, квалитет IT	Шероховатость поверхности Ra, мкм
020 Токарная получистовая	точить поверхности: 7, 8, 12, 9, 16, 18, 29, 21, 10, 24, 25, 23, 20, 22, 19, 17, 11	10	6,3
025 Токарная получистовая	точить поверхности: 6, 13, 4, 5, 27, 28, 26	10	6,3
030 Накатная	накатывать поверхности: 5, 7	10	6,3
035 Накатная	накатывать поверхность 16	10	6,3
040 Фрезерование	фрезеровать поверхность 30	8	1,6
045 Сверлильная	сверлить отверстие 31	12	12,5
050 Токарная чистовая	точить поверхности: 14, 7, 11, 8, 9, 16, 29, 20, 21, 24, 25, нарезать резьбу 18	8	1,6
055 Токарная чистовая	точить поверхности: 13, 5, 26, 3, 1, 32, 27	8	1,6
060 Термообработка	закалка всех поверхностей		
065 Доводочная	шлифовать центровое отверстие 31	6	0,8
070 Правка			
075 Химическая	фосфатирование всех поверхностей		
080 Шлифовальная	шлифовать поверхности 18, 29, 24, 25	6	0,8
085 Шлифовальная	шлифовать поверхности: 13, 5, 26, 4, 3, 1	6	0,8
090 Резьбошлифовальная	шлифовать резьбовую поверхность 18	8	1,6
095 Полировальная	полировать поверхность 1	4	0,25

На основе синтезированного маршрутка обработки формируем план изготовления детали, который представляет собой графическое его отображение в виде эскизов обработки для каждой операции. Кроме маршрута обработки план изготовления включает сведения об используемом оборудовании, схемы базирования, операционные размеры и технические требования на выполнение операций. Выбор оборудования будет произведен далее. Схемы базирования разрабатываются исходя из конструктивных особенностей детали с учетом обеспечения принципов единства и постоянства баз, а также типовых схем базирования и рекомендаций [21].

Операционные размеры рассчитываются с учетом принятых схем базирования и припусков на обработку с использованием рекомендаций [21]. Технические требования назначаются исходя из точности обработки обеспечиваемой на операции, используемых средств технологического оснащения, принятых схем базирования и рекомендаций [21].

Основные требования к содержанию и оформлению плана изготовления детали приведены в литературе [21]. Результаты проектирования плана изготовления представлены в графической части работы.

2.3 Выбор средств оснащения технологического процесса

Техническое оснащение технологического процесса включает в себя оборудование, технологическую оснастку, режущий инструмент и средства контроля. Результаты выполнения данного этапа напрямую влияют на экономические показатели проектируемого технологического процесса. При выполнении данного этапа учесть следующие рекомендации. Оборудование должно отвечать требованиям гибкости, то есть быть универсальным, желательно оснащенным системами числового управления. Допускается применение специализированного оборудования. Предпочтение отдается универсальным и стандартизированным средствам технологического оснащения и контроля.

«В состав средств технологического оснащения технологического процесса входят: оборудование, станочные приспособления, режущие инструменты и средства контроля» [19].

Выбор оборудования выполняется с учетом размеров требуемой рабочей зоны, требуемой мощности обработки, возможности обеспечения требуемых режимов резания. Модели станков будем выбирать по данным [22].

Выбор станочных приспособлений выполняется с учетом реализуемой

на операции схемы базирования, обеспечения надежности закрепления заготовки, выполнения требований по механизации и автоматизации процесса закрепления. Типоразмеры станочных приспособлений будем выбирать по данным [10, 22, 24].

Выбор режущего инструмента выполняется из условия обеспечения им требуемой точности обработки и качества поверхностного слоя, обработанных поверхностей с учетом обеспечения максимально возможной стойкости и минимальной стоимости инструмента. Конструкции режущих инструментов, марки материала режущих частей, а также типоразмеры будем выбирать по данным [3, 11, 13, 22].

Выбор мерительного инструмента выполняется с учетом требуемой точности контроля, требуемого типа предоставляемой по результатам контроля информации, конструктивных особенностей контролируемых элементов детали. Средства контроля будем выбирать по данным [17, 22].

В таблице 4 приведены результаты выбора средств оснащения технологического процесса.

Таблица 4 – Выбор средств оснащения технологического процесса

Операция	Оборудование	Инструменты	Станочные приспособления	Средства контроля
005 Фрезерно-центровальная	фрезерно-центровальный станок МР-73	пластина 03124.7.2.4.15.04.5.1 ГОСТ 19052-80 Т5К10, сверло центровальное ГОСТ 14952-75 Р6М5	тиски самоцентрирующие ГОСТ 21168-75	штангенциркуль 240-710-0,05 ГОСТ 166-80, калибр-втулка конусная с индикатором
010 Токарная черновая	токарно-винторезный станок с ЧПУ 16К20Ф3	пластина 03124.7.2.4.15.04.5.1 ГОСТ 19052-80 Т5К10, Резец проходной прямой 2100-0401, угол в плане $\varphi=60^\circ$, с	патрон токарный трехлапчатый 7100-011 ГОСТ 2675-80, центр вращающийся ГОСТ 8742-75, резцедержатель	штангенциркуль 250-0,05 ГОСТ 166-80, скобы индикаторные СИ

Продолжение таблицы 4

Операция	Оборудование	Инструменты	Станочные приспособления	Средства контроля
		пластинами из твердого сплава ГОСТ 18878–73, форма пластины по ГОСТ 25396–82	прямоугольного сечения ГОСТ16675–80	ГОСТ 11098–75
015 Токарная черновая	токарно–винторезный станок с ЧПУ 16К20Ф3	пластина 03124.7.2.4.15.04.5.1 ГОСТ 19052–80 Т5К10, Резец проходной прямой 2100–0401, угол в плане $\varphi=60^\circ$, с пластинами из твердого сплава ГОСТ 18878–73, форма пластины по ГОСТ 25396–82	патрон токарный трехкулачковый 7100–011 ГОСТ2675–80, центр вращающийся ГОСТ 8742–75, резцедержатель прямоугольного сечения ГОСТ 16675–80	штангенциркуль 250–0,05 ГОСТ 166–80, скобы, индикаторные СИ ГОСТ 11098–75
020 Токарная получистовая	токарно–винторезный станок с ЧПУ 16К20Ф3	резец проходной прямой 2100–0401, угол в плане $\varphi=60^\circ$, с пластинами из твердого сплава ГОСТ 18878–73, форма пластины по ГОСТ 25396–82, материал пластины Т5К10	патрон токарный трехкулачковый 7100–011 ГОСТ 2675–81, центр вращающийся ГОСТ 8742–75, резцедержатель прямоугольного сечения ГОСТ 16675–80	штангенциркуль 250–0,05 ГОСТ 166–80, скобы индикаторные СИ ГОСТ 11098–75
025 Токарная получистовая	токарно–винторезный станок с ЧПУ 16К20Ф3	резец проходной прямой 2100–0401, угол в плане $\varphi=60^\circ$, с пластинами из твердого сплава ГОСТ 18878–73, форма пластины по ГОСТ 25396–82, материал пластины Т5К10	патрон токарный трехкулачковый 7100–011 ГОСТ 2675–81, центр вращающийся ГОСТ 8742–75, резцедержатель прямоугольного сечения ГОСТ 16675–80	штангенциркуль 250–0,05 ГОСТ 166–80, скобы индикаторные СИ ГОСТ 11098–75
030 Накатная	шлиценкатный станок СТИ 1923К	накатные ролики 9539–72	приспособление	
035 Накатная	шлиценкатный станок СТИ 1923К	накатные ролики	приспособление	
040 Фрезерная	вертикально–фрезерный станок с ЧПУ	фреза цельная концевая 2235–0109 Р6М5 ГОСТ 17025	патрон трехкулачковый 2675–81, оправка для	калибр–скоба ГОСТ

Продолжение таблицы 4

Операция	Оборудование	Инструменты	Станочные приспособления	Средства контроля
	Ф32ГФ3		концевой фрезы 6220–0191 ГОСТ 25827–93	2534–79
045 Сверлильная	вертикально– сверлильный станок 2М112	сверло ГОСТ 10902–77	тиски самоцентрирующие ГОСТ 21168–75	
050 Токарная чистовая	токарно– винторезный станок с ЧПУ 16К20Ф3	резец проходной прямой 2100–0401, угол в плане $\varphi=60^\circ$, с пластинами из твердого сплава ГОСТ 18878–73, форма пластины по ГОСТ 25396–82, материал пластины Т5К10	патрон токарный трехкулачко вый 7100–011 ГОСТ 2675–81, центр вращающийся ГОСТ 8742–75, резцедержатель прямоугольного сечения ГОСТ 16675– 80	штангенци ркуль 250– 0,05 ГОСТ 166–80, скобы индикатор ные СИ ГОСТ 11098–75
055 Токарная чистовая	токарно– винторезный станок с ЧПУ 16К20Ф3	резец проходной прямой 2100–0401, угол в плане $\varphi=60^\circ$, с пластинами из твердого сплава ГОСТ 18878–73, форма пластины по ГОСТ 25396–82, материал пластины Т5К10	патрон токарный трехкулачковый 7100–011 ГОСТ 2675–81, центр вращающийся ГОСТ 8742–75, резцедержатель прямоугольного сечения ГОСТ 16675– 80	штангенци ркуль 250– 0,05 ГОСТ 166–80, скобы индикатор ные СИ ГОСТ 11098–75
060 Термическая	печь ТВЧ			
065 Зачистная	зачистной станок 3922К			
070 Правильная	пресс с ножным управлением «Гальдабини»			
075 Химическая	установка фосфатирован ия			
080 Шлифовальна я	шлифовальны й станок с ЧПУ МКС1320Н	шлифовальный круг 1–200×40×60 25А3017К ГОСТ 2424–83	патрон поводковый 6155–0051 ГОСТ 20505–75	микрометр МК, шаблон ГОСТ 2534
085 Шлифовальна я	шлифовальны й станок с ЧПУ МКС1320Н	шлифовальный круг 1–200×40×60 25А3017К ГОСТ 2424–83	патрон поводковый 6155–0051 ГОСТ 20505–75	микрометр МК, шаблон ГОСТ 2534

Продолжение таблицы 4

Операция	Оборудование	Инструменты	Станочные приспособления	Средства контроля
090 Шлифовальная	шлифовальный станок с ЧПУ MKS1320H	шлифовальный круг 1–200×40×60 25A3017K ГОСТ 2424–83	патрон поводковый 6155–0051 ГОСТ 20505–75	микрометр МК, шаблон ГОСТ 2534
095 Полировальная	шлифовальный станок с ЧПУ MKS1320H	шлифовальный круг 1–200×40×60 25A3017K ГОСТ 2424–83	патрон поводковый 6155–0051 ГОСТ 20505–75	микрометр МК, шаблон ГОСТ 2534
100 Моечная	камерная моечная машина	тринатрифосфат, нитрит натрия		

Сведения по выбору средств оснащения технологического процесса, представленные выше, заносим в соответствующие строки технологической документации (приложение А). Также необходимые сведения по средствам оснащения технологического процесса используются при проектировании технологических операций и разработке технологических наладок.

2.4 Проектирование технологических операций

Проектирование технологических операций выполняем согласно методике [20]. В соответствии с ней в ходе проектирования необходимо разработать структуру каждой операции, определить технологические переходы, выполнить определение режимов резания и нормирование всех операций. При этом необходимо учесть особенности типа производства, выявленные в первом разделе данной работы.

Результаты определения структуры операций и технологических переходов, разработанные на основе рекомендаций [20], представлены в графической части работы на листах плана изготовления детали и технологических наладках.

Режимы резания на выполнение технологических операций и их

нормирование выполняются с использованием расчетного метода и статистических данных [16].

«Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_V \cdot K_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y}, \quad (13)$$

где C_V – постоянная определяемая видом обработки;

K_V – коэффициент, учитывающий фактические условия обработки;

T – период стойкости инструмента, мин;

t – глубина резания, мм.;

S – подача, мм/об;

m, x, y – показатели степеней, учитывающие условия резания» [16].

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

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}, \quad (14)$$

где d – диаметр обработки, мм» [16].

«Исходя из технических характеристик оборудования, определяется фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}. \quad (15)» [16]$$

«Выполнение нормирования технологических операций заключается в определении штучно-калькуляционного времени на их выполнение по формуле:

$$T_{шт.к.} = T_{шт} + \frac{T_{п-з}}{n_3}, \quad (16)$$

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

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

$n_з$ – размер партии деталей, шт» [16].

«Штучное время операции рассчитывается по формуле:

$$T_{шт} = T_o + T_b + T_{обс} + T_{п} \quad (17)$$

где T_o – основное время выполнения операции, мин;

T_b – вспомогательное время выполнения операции, мин;

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

$T_{п}$ – время на личные потребности, мин» [16].

«Основное время определяется по формуле:

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

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

S – подача, мм/об» [16].

«Длина рабочего хода определяется по формуле:

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

где l_1 – длина врезания, мм.;

$l_{рез}$ – длина резания, мм.;

l_2 – длина перебега, мм» [16].

Остальные составляющие формулы (17) определяются по нормативным данным [16].

Сведения по определению режимов резания и нормированию операций

технологического процесса, представленные выше, заносим в соответствующие строки технологической документации (приложение А). Также необходимые сведения используются при проектировании технологических наладок и проведению анализа полученного технологического процесса с целью его дальнейшего совершенствования.

Выполнение данного раздела позволило решить первую задачу данной выпускной квалификационной работы, которая заключается в проектировании технологического процесса изготовления. В ходе решения данной задачи произведен выбор и проектирование заготовки, выбор методов обработки, разработка технологических схем базирования, выбор средств технологического оснащения, определены режимы резания и проведено нормирования технологических операций, спроектирована маршрутно-операционная технология изготовления.

3 Проектирование специальных средств оснащения

3.1 Проектирование трехкулачкового патрона

Анализируя, представленный во втором разделе технологический процесс, приходим к выводу, что он имеет ряд недостатков. Один из них связан с применением на токарных черновых операциях стандартных немеханизированных патронов, что приводит к увеличению вспомогательного времени на выполнение операций, вследствие длительности процесса закрепления и снятия заготовок. Кроме этого, применение такого патрона приводит к нестабильности сил закрепления, что влияет на размерную точность обработки. В связи с этим принимаем решение спроектировать патрон с механизированным зажимом. Проектирование проводим по методике и справочным данным [2, 7].

Для определения силовых характеристик проектируемого патрона рассчитываем силы, возникающие при обработке заготовки. Для этого используется формула:

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

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

t – глубина резания, мм;

S – подача, мм/об;

V – скорость резания, м/мин;

K_p – коэффициент условий обработки» [7].

Выполняем расчеты.

$$P_Z = 10 \cdot 384 \cdot 2,0^{0,9} \cdot 0,5^{0,9} \cdot 142,3^{-0,3} \cdot 0,75 = 1370 \text{ Н.}$$

$$P_Y = 10 \cdot 243 \cdot 2,0^{1,0} \cdot 0,5^{0,75} \cdot 142,3^{-0,15} \cdot 0,75 = 325 \text{ Н.}$$

Поиск необходимой силы на приводе производится исходя из выполнения условия равновесия действующих в процессе обработки моментов.

«Момент от силы резания P_Z равен:

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

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

«Момент силы зажима, противодействующий ему равен:

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

где W – сила зажима, Н;

f – коэффициент трения поверхностей заготовки и сменного кулачка;

d_2 – диаметр закрепления, мм» [2].

«Из условия равенства моментов силу зажима определяется по формуле:

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

где K – коэффициент запаса» [2].

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

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

где: K_0 – гарантированный коэффициент запаса;

K_1 – коэффициент состояния обрабатываемой поверхности;

K_2 – коэффициент увеличения сил резания вследствие износа

режущего инструмента;

K_3 – коэффициент прерывистости процесса резания;

K_4 – коэффициент стабильности усилия зажима;

K_5 – коэффициент эргономических показателей привода» [2].

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

По формуле (23) определяем силу зажима.

$$W = \frac{1370 \cdot 22,5}{0,3 \cdot 20} \cdot 1,8 = 9242 \text{ Н.}$$

«Момент от силы резания P_Y равен:

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

где l – плечо приложения силы, мм» [2].

«Момент силы зажима, противодействующий ему равен:

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

«Из условия равенства моментов силу зажима определяется по формуле:

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

По формуле (27) определяем силу зажима» [2].

$$W = \frac{3 \cdot 343 \cdot 21}{2 \cdot 0,3 \cdot 20} \cdot 1,8 = 3236 \text{ Н.}$$

В соответствии с принятой методикой проектирования принимаем для дальнейших расчетов наибольшее значение требуемой силы зажима.

«Усилие зажима на постоянных кулачках рассчитывается по формуле:

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

где l – вылет кулачка, мм;

H – длина направляющей постоянного кулачка, мм;

f_1 – коэффициент трения в направляющих» [2].

Проводим расчеты.

$$W_1 = \frac{9242}{1 - \frac{3 \cdot 90}{85} \cdot 0,1} = 13530 \text{ Н.}$$

«Тогда искомое усилие на приводе будет рассчитываться по формуле:

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

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

«Передаточное отношение клинового зажимного механизма рассчитывается по формуле:

$$i_c = \frac{1}{\text{tg}(\alpha + \varphi) + \text{tg}\varphi_1}, \quad (30)$$

где α – угол клина, град;

φ – угол трения наклонной поверхности клина, град;

φ_1 – угол трения плоской поверхности клина, град» [7].

$$i_c = \frac{1}{\text{tg}(18^\circ + 5^\circ 43') + \text{tg}5^\circ 43'} = 1,86.$$

$$Q = \frac{9242}{1,86} = 4969 \text{ Н.}$$

Зная требуемое усилие развиваемое приводом, определяется диаметр поршня гидроцилиндра. Для этого используется формула:

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

где d – диаметр штока поршня, мм;

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

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot 4969}{1,0} + 30^2} = 85 \text{ мм.}$$

Данное значение следует округлить до ближайшего большего равного 90 мм.

Далее необходимо оценить точность спроектированного патрона. Для этого составляется его размерная схема, приведенная на рисунке 2. Пользуясь данной схемой, выводится формула для определения погрешности установки заготовки в спроектированном патроне.

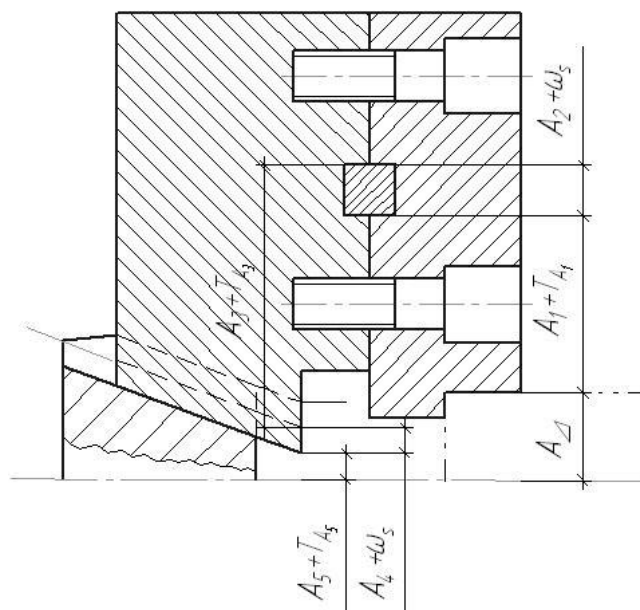


Рисунок 2 – Размерная схема патрона

Из представленной схемы составляем уравнение для определения погрешности установки в проектируемом патроне:

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

где Δ_1 – погрешность изготовления размера A_1 , мм;

Δ_2 – колебание зазора в сопряжении A_2 , мм;

Δ_3 – погрешность изготовления размера A_3 , мм;

Δ_4 – колебание зазора в сопряжении A_4 , мм;

Δ_5 – погрешность изготовления размера A_5 , мм» [7].

Производим расчет погрешности установки в трехкулачковом патроне.

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{0,016^2 + 0,028^2 + 0,016^2 + 0,028^2 + 0,016^2} = 0,024 \text{ мм.}$$

Для того, чтобы патрон удовлетворял заданной точности необходимо, чтобы полученное расчетное значение погрешности установки не превышало допустимой погрешности установки, которая при черновой обработке должна быть меньше минимального припуска на чистовую обработку. В данном случае это значение составляет 0,65 мм, то есть условие выполняется, и патрон может быть применен на данной операции.

Подробно конструкция трехкулачкового патрона приведена в графической части работы, а его спецификация в приложении Б.

3.2 Проектирование полировального круга

Следующим техническим решением, направленным на совершенствование технологического процесса будет модернизация операции полирования. На данной операции производится полирование шейки вала. Применение стандартной полировальной ленты на данной операции приводит к ее большому расходу, что связано в первую очередь с особенностями обрабатываемого материала. Один из путей решения данной проблемы заключается в применении сборного лепесткового шлифовального круга. Произведем проектирование данного круга с использованием методики [18].

Конструкцию полировального круга выбираем сборную. При этом предлагается удалить абразивный слой у основания лепестков. Такое решение позволит применить большее количество лепестков и обеспечить их более плотную посадку.

Геометрические параметры круга зависят от требуемой производительности. Чем больше диаметр круга и его высота, тем выше производительность. В данном случае выбираем диаметр круга 300 мм, высоту 36 мм, диаметр посадочного отверстия 40 мм.

Диаметр ступицы выбираем исходя из условия обеспечения оптимальной длины лепестков, то есть максимального коэффициента полезного использования круга шлифовальной шкурки.

«Выбираем следующие характеристики круга:

- рабочая скорость 35м/с;
- шлифматериал 14А – электрокорунд нормальный;
- зернистость по F40;
- твердость К;
- структура б;
- связка керамическая V;
- класс точности AA;
- класс неуравновешенности 2» [18].

Выполнение данного раздела позволило решить вторую задачу данной выпускной квалификационной работы, которая заключалась в совершенствовании спроектированного технологического процесса. Решение данной задачи совершенствование токарной и полировальной операций, путем проектирования специального станочного приспособления и режущего инструмента.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта

В качестве технического объекта рассматривается технологический процесс изготовления вала вторичного коробки передач Niva Travel. Краткий перечень операций и используемых на них средств технологического оснащения приведен в таблице 5.

Таблица 5 – Операции и средства технологического оснащения

Операция	Станок	Инструменты	Станочные приспособления
005 Фрезерно-центровальная	фрезерно-центровальный станок МР-73	пластина 03124.7.2.4.15.04.5.1 ГОСТ 19052-80 Т5К10, сверло центровальное ГОСТ 14952-75 Р6М5	тиски самоцентрирующие ГОСТ 21168-75
010 Токарная, 015 Токарная, 020 Токарная, 025 Токарная, 050 Токарная, 055 Токарная	токарно-винторезный станок с ЧПУ 16К20Ф3	резец проходной прямой 2100-0401, угол в плане $\varphi=60^\circ$, с пластинами из твердого сплава ГОСТ 18878-73, форма пластины по ГОСТ 25396-82, материал пластины Т5К10	патрон токарный трехкулачковый 7100-011 ГОСТ 2675-81, центр вращающийся ГОСТ 8742-75, резцедержатель прямоугольного сечения ГОСТ 16675-80
030 Накатная, 035 Накатная	шлифенкатной станок СТИ 1923К	накатные ролики 9539-72	приспособление
040 Фрезерная	вертикально-фрезерный станок с ЧПУ Ф32ГФ3	фреза цельная концевая 2235-0109 Р6М5 ГОСТ 17025	патрон трехкулачковый 2675-81, оправка для концевой фрезы 6220-0191 ГОСТ 25827-93
045 Сверлильная	вертикально-сверлильный станок 2М112	сверло ГОСТ 10902-77	тиски самоцентрирующие ГОСТ 21168-75
080 Шлифовальная, 085 Шлифовальная, 090 Шлифовальная	шлифовальный станок с ЧПУ MKS1320H	шлифовальный круг 1-200×40×60 25А3017К ГОСТ 2424-83	патрон поводковый 6155-0051 ГОСТ 20505-75

Продолжение таблицы 5

Операция	Станок	Инструменты	Станочные приспособления
095 Полировальная	шлифовальный станок с ЧПУ MKS1320H	шлифовальный круг 1–200×40×60 25A3017K ГОСТ 2424–83	патрон поводковый 6155–0051 ГОСТ 20505–75

Исходя из применяемого оборудования работниками, выполняющими технологический процесс, являются операторы станков с числовым программным управлением.

4.2 Идентификация профессиональных рисков

Профессиональные риски определяются прежде всего характером выполняемых работ и используемыми средствами производства. Выявление рисков, возникающих при выполнении рассматриваемого технологического процесса производится согласно 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» [5].

Источниками рисков в данном случае являются технологическое оборудование, инструмент и станочные приспособления, приведенные в таблице 5.

Проанализировав источники рисков выявляем опасные и вредные производственные факторы, действующие при выполнении технологического процесса: «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» [5].

Воздействие перечисленных опасных и вредных факторов при выполнении технологического процесса может привести к возникновению 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» [5].

В ходе проведенного анализа выявлены опасные и вредные производственные факторы физического, химического и психофизиологического характера, которые приводят к возникновению соответствующих профессиональных рисков, воздействующих на операторов станков, выполняющих технологический процесс.

4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Проведем подбор методов и организационно-технических методов и технических средств защиты, частичного снижения или полного устранения опасных и вредных производственных факторов, и профессиональных рисков, выявленных ранее. Для этого будем использовать приказ Минтруда

России № 771н от 29 октября 2021 г. «Об утверждении примерного перечня ежегодно реализуемых работодателем мероприятий по улучшению условий и охраны труда, ликвидации или снижению уровней профессиональных рисков либо недопущению повышения их уровней».

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» [5].

Методы и средства снижения профессиональных рисков: «использование современной высокопроизводительной техники; соблюдение эргономических характеристик рабочего места» [5]; «обеспечение безопасных условий труда» [5]; «соблюдение правил дорожного движения и правил перемещения транспортных средств по территории работодателя; соблюдение скоростного режима» [5]; «применение исправных транспортных средств, подача звуковых сигналов при движении и своевременное применение систем торможения» [5]; «использование

блокировочных устройств, применение средств индивидуальной защиты, специальных рабочих костюмов, халатов, исключающих попадание свисающих частей одежды на быстродвижущиеся элементы производственного оборудования» [5]; «допуск к работе работника, прошедшего обучение в области охраны труда» [5]; «устройство систем удаления вредных веществ, выделяющихся в технологическом процессе, на станки и инструменты» [5]; «организация первичного и периодического обучения и инструктажей работников безопасным методам и приемам выполнения работ» [5]; «использование средств индивидуальной защиты, герметизация технологического оборудования» [5]; «применение закрытых систем для горячих сред, установка изоляции, разделяющих защитных устройств, уменьшение площади контакта, правильное применение средств индивидуальной защиты» [5]; «применение звукоизолирующих ограждений-кожухов, кабин управления технологическим процессом, устройство звукопоглощающих облицовок и объемных поглотителей шума, использование средств индивидуальной защиты» [5]; «своевременный ремонт машин и оборудования (с балансировкой движущихся частей), проверкой крепления агрегатов к полу, фундаменту, с последующим лабораторным контролем вибрационных характеристик» [5]; «установка стационарного оборудования на отдельные фундаменты и поддерживающие конструкции зданий и сооружений, применение вибропоглощения и виброизоляции; проведение инструктажа на рабочем месте» [5]; «соблюдение основных требований эргономики, соблюдение режимов труда и отдыха» [5]; «организация рабочего места для наиболее безопасного и эффективного труда работника, исходя из физических и психических особенностей человека» [5]; «изоляция токоведущих частей электрооборудования, применение средств индивидуальной защиты, соблюдение требований охраны труда, применение ограждений, сигнальных цветов, табличек, указателей и знаков безопасности» [5].

Предлагаемые мероприятия по улучшению условий и охраны труда, а также методы и средства снижения профессиональных рисков позволят обеспечить благоприятные условия труда при выполнении рассматриваемого технологического процесса изготовления.

4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Обеспечение пожарной безопасности при выполнении технологического процесса механической обработки комплексная задача решение которой зависит от класса потенциального пожара и источников его возникновения.

В данном случае источниками возникновения пожара служит технологическое оборудование и используемые в технологическом процессе материалы и вещества, такие как смазочно-охлаждающие жидкости, масла, ветошь и другие.

При разработке мероприятий по обеспечению пожарной безопасности технологического процесса следует учесть, что по виду горючего материала возможные пожары относятся к классу D пожары, связанные с воспламенением и горением металлов.

«Основными опасными факторами возможного пожара в данном случае относятся: 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» [5].

С целью обеспечения пожарной безопасности на производственном участке при выполнении рассматриваемого технологического процесса следует использовать следующие технические средства. В качестве первичных средств пожаротушения используются огнетушители: ОП-10, ОВП-10, ОВП-100, ОП-100. В качестве мобильных средств пожаротушения используется мотопомпа пожарная «Shibauga». В качестве средств пожарной автоматики применяется пожарный извещатель ИП-212-141. Пожарное оборудование, применяемое на участке – пожарный щит класса ЩП-А. Также применяются оповещатель охранно-пожарный звуковой Маяк–220, программно-аппаратный комплекс «Стрелец–мониторинг». Следует отметить, что индивидуальные средства защиты для операторов станков не предусмотрены действующими нормативными документами.

С целью предотвращения пожара и обеспечения минимизации ущерба в случае его возникновения, осуществляются следующие мероприятия: разрабатываются инструкции по действиям персонала в случае аварийной и чрезвычайной ситуации; проводится инструктаж по пожарной безопасности. В случае возникновения ситуации, которая может привести к возникновению пожара, работники обязаны уведомить об этом непосредственного руководителя работ.

4.5 Обеспечение экологической безопасности объекта

Экологическая безопасность технологического процесса может быть обеспечена на основе выявления негативных факторов, оказывающих антропогенное воздействие на окружающую среду при выполнении технологического процесса. В данном случае такими факторами являются

выбросы в сточные воды и выбросы в землю. Выбросы в атмосферу при выполнении данного технологического процесса проявляются в виде образования незначительного количества паров смазочно-охлаждающей жидкости и абразивной пыли, поэтому данными выбросами можно пренебречь.

Сточные воды, образующиеся вследствие выполнения технологического процесса, включают в свой состав масла, смазочно-охлаждающие жидкости, смазочные материалы, частицы абразива и мелкой стружки. В качестве отходов, попадание которых возможно в землю, образуются металлический лом, стружка, мусор промышленный, отработанные масла и смазочно-охлаждающие жидкости.

Мероприятий по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду, а также основные этапы процедуры по сбору, обезвреживанию, транспортировке, размещению, утилизации промышленных отходов прописаны в ГОСТ Р 53692–2009 «Национальный стандарт Российской Федерации. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы» [5].

В случае аварийной ситуации для работников и населения, находящегося в пределах воздействия вредных химических веществ необходимо применение средств индивидуальной защиты органов дыхания. В целом «возможные причины возникновения и развития аварийных ситуаций условно можно разделить на три группы: отказы оборудования, ошибочные действия работников, внешние воздействия природного и техногенного характера» [5].

В разделе проведена идентификация профессиональных рисков, действующих на работников, выполняющих рассматриваемый технологический процесс изготовления, на основе действующих нормативных документов разработаны мероприятия по снижению выявленных рисков, проведен анализ пожарной и экологической безопасности техпроцесса.

5 Экономическая эффективность работы

Данный раздел, является завершающим разделом бакалаврской работы. Поэтому его основной целью является экономическое обоснование целесообразности предлагаемых изменений в технологический процесс изготовления детали.

Для подтверждения экономической целесообразности предложенных совершенствований, необходимо произвести расчеты ряда параметров согласно этапам алгоритму определения экономической эффективности технологических решений (рисунок 3).

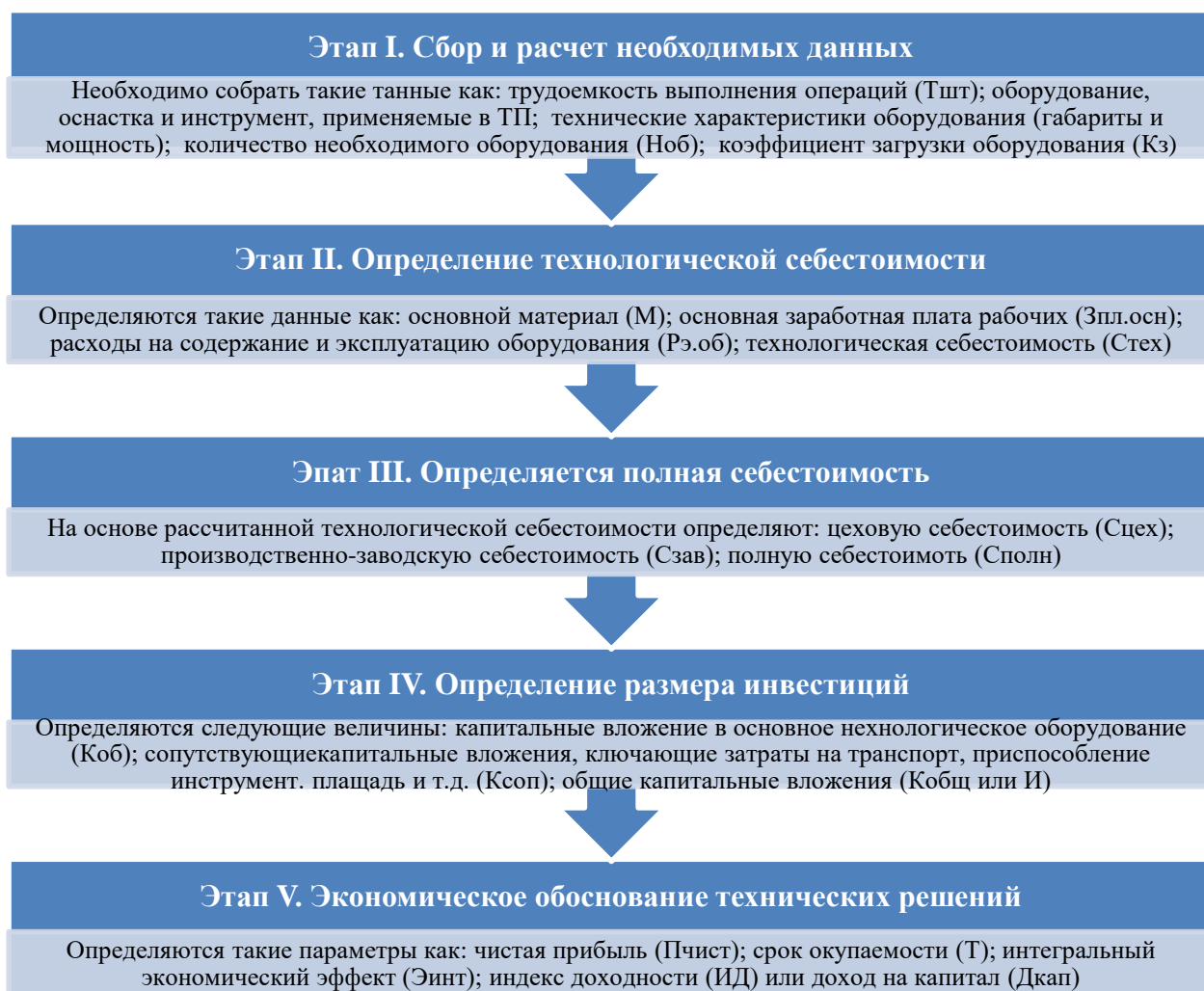


Рисунок 3 – Алгоритм определения экономической эффективности технологических решений

Как видно из рисунка 3, алгоритм предполагает выполнение пяти этапов, каждый из которых имеет обязательные расчеты ряда параметров. Подробная методика расчета этих параметров представлена в учебно-методическом пособии по выполнению экономического раздела выпускной квалификационной работы [12].

Далее согласно описанному алгоритму необходимо провести описание каждого этапа и выполнение соответствующих расчетов.

Этап I. Сбор и расчет необходимых данных. Этот этап предполагает, на основе технологического процесса и его изменений, сбор таких данных, как стоимость оборудования, оснастки и инструмента, а так же площадь и мощность данного оборудования. Кроме этого необходимо произвести расчеты по определению количества оборудования и его загрузки.

В качестве исходных данных представим краткое описание изменений технологического процесса изготовления детали в виде рисунка 4.

Базовый вариант технологического процесса	Проектный вариант технологического процесса
<ul style="list-style-type: none">• <u>Шлиценарезная операция:</u>• <u>Оборудование</u> – шлиценарезной станок• <u>Оснастка</u> – станочное приспособление• <u>Инструмент</u> – шлицевая фреза• <u>Трудоемкость</u> – Тшт = 9,8 мин, То = 6,4 мин	<ul style="list-style-type: none">• <u>Шлиценакотная операция:</u>• <u>Оборудование</u> – шлиценакотной станок, модель СТИ1923К• <u>Оснастка</u> – станочное приспособление• <u>Инструмент</u> – накатной ролик• <u>Трудоемкость</u> – Тшт = 3,25 мин, То = 1,3 мин

Рисунок 4 – Краткое описание изменений технологического процесса

Как видно из рисунка 4, изменениям подвергается модель оборудования и применяемый инструмент. Так как в процессе предложенного технического решения материал и способ получения заготовки не изменены, поэтому в дальнейшем, расчеты, применяемые для определения стоимости материалов, будут исключены. Это связано с тем, что

в обоих вариантах расходы на материалы останутся одинаковыми и на конечный результат расчетов влияния не окажут.

Этап II. Определение технологической себестоимости. Данный этап позволяет произвести расчеты слагаемых технологической себестоимости: расходов на материал, заработную плату рабочих и операторов, социальных отчислений и расходов на содержание и эксплуатацию оборудования.

Применение необходимой методики, в совокупности с программным обеспечением Microsoft Excel, позволяет получить числовые параметры всех необходимых значений для написания соответствующих выводов, как по данному этапу, так и по всем последующим.

Результаты выполнения этапа II представлены на рисунке 5.

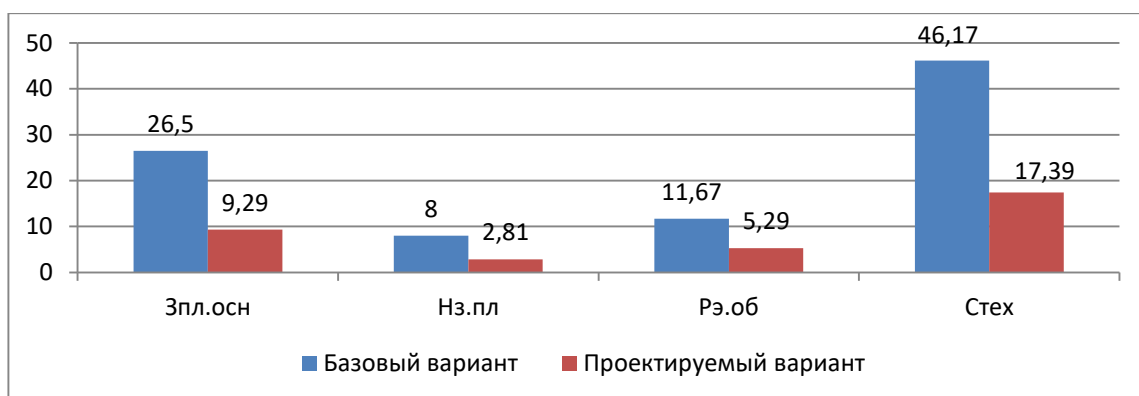


Рисунок 5 – Формирование технологической себестоимости изменяющейся операции по вариантам, руб.

Анализируя рисунок 5 можно сделать вывод о том, что в проектируемом варианте все расходы представленных параметров снижаются. Такие изменения позволяют в итоге достичь уменьшения технологической себестоимости на 62,34%.

Этап III. Определение полной себестоимости. В рамках данного этапа последовательно определяются такие виды себестоимости как: цеховая, производственная и полная.

Результаты выполнения этапа III представлены на рисунке 6. Анализируя методику расчета полной себестоимости, можно сказать, что основой для ее определения является величина технологической себестоимости. Поэтому, чтобы показать связь между перечисленными видами себестоимости, на этом рисунке представлены все их виды.

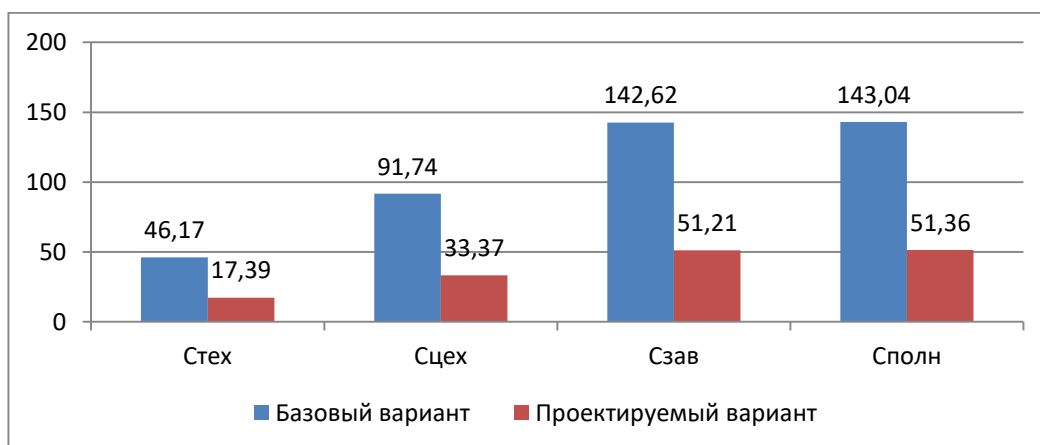


Рисунок 6 – Формирование полной себестоимости изменяющейся операции по вариантам, руб.

Как видно из рисунка 6, все значения в проектируемом варианте, также имеют тенденцию к снижению. Так полная себестоимость изменяющейся операции проектируемого процесса уменьшилась на 91,68 рубля, что составляет 64,09%.

Этап IV. Определение инвестиций. Этот этап позволяет определить необходимый объем инвестиций, который потребуется для осуществления предложенных совершенствований технологического процесса.

Результаты выполнения этапа IV представлены на рисунке 7.

Как видно из рисунка 7, инвестиции потребуются на: закупку оборудования (K_{OB}), его доставку (K_M), проектирование ($З_{ПР}$), приспособление ($K_{ПР}$), инструмент ($K_{И}$), производственную площадь ($K_{Э.ПЛ}$), управляющую программу (K_A) и незавершенное производство ($НЗП$). Учитывая размеры перечисленных параметров, общий объем инвестиций (I) составит 567096,31 рублей.

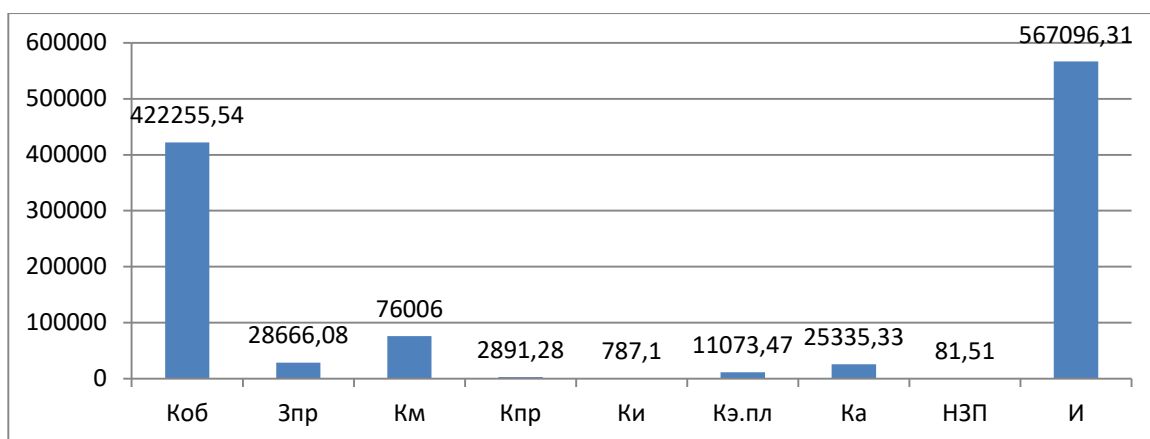


Рисунок 7 – Формирование размера инвестиций на выполнение измененной операции, руб.

Этап V. Экономическое обоснование изменений технологического процесса. На данном этапе выполняются все необходимые расчеты, связанные с определением срока окупаемости инвестиций и прибыльности предлагаемых технических решений.

Из всех перечисленных параметров данного этапа, описанных в рисунке 3 (алгоритм определения экономической эффективности технологических решений), наибольший интерес для итоговых выводов представляют величина интегрального экономического эффекта.

Согласно проведенным расчетам, с учетом размера прибыли на заданную программу выпуска и размера инвестиций, интегральный экономический эффект составит 66595,85 рубля при 2 годах окупаемости инвестиций. Данная величина является положительной, что подтверждает целесообразность финансовых вложений в предложенное техническое решение.

В данном разделе решена задача определения экономической эффективности. В результате подтверждена правильность принятых технических решений.

Заключение

В ходе выполнения работы достигнута ее цель, которая заключается в разработке технологии изготовления, обеспечивающей выпуск вала вторичного коробки передач Niva Travel соответствующего заданным показателям качества изготовления для всей годовой программы выпуска, при условии обеспечения минимальной стоимости изготовления.

В ходе анализа исходных данных выявлены задачи, поэтапное решение которых позволит достичь цели. Решение задачи проектирования технологического процесса изготовления достигнуто путем выбора и проектирования заготовки, выбора методов обработки, разработки технологических схем базирования, выбора средств технологического оснащения, определения режимов резания и проведения нормирования технологических операций, проектирования маршрутно-операционной технологии изготовления.

Решение задачи совершенствования спроектированного технологического процесса достигнуто путем выявления лимитирующих операций, их критического анализа и совершенствования, путем проектирования токарного трехкулачкового патрона для токарной операции и лепесткового полировального круга для полировальной операции.

Решена задача обеспечения производственной, пожарной и экологической безопасности путем анализа действующих на производстве опасных и вредных факторов, а также разработкой соответствующих мероприятий.

Решена задача определения экономической эффективности. В результате подтверждена правильность принятых технических решений.

В результате выполнения выпускной квалификационной работы спроектирован технологический процесс изготовления вала вторичного коробки передач Niva Travel, а также рассмотрены мероприятия по совершенствованию предложенной технологии изготовления.

Список используемых источников

1. Безъязычный В.Ф. Технология машиностроения : учебное пособие / В.Ф. Безъязычный, С.В. Сафонов. – Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. – 336 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/148334> (дата обращения: 11.04.2022).

2. Блюменштейн В.Ю. Проектирование технологической оснастки : учебное пособие для вузов / В.Ю. Блюменштейн, А.А. Клепцов. – 4-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 220 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/166346> (дата обращения: 26.04.2022).

3. Боровский Г.В. Справочник инструментальщика / Г.В. Боровский, С.Н. Григорьев, А.Р. Маслов ; под общ. ред. А.Р. Маслова. – 2-е изд., испр. – Москва. : Машиностроение, 2007. – 463 с.

4. Воронов Д.Ю. Проектирование и производство заготовок изделий машиностроительного производства : учебно-методическое пособие / Д.Ю. Воронов, В.М. Боровков, И.В. Кузьмич. – Тольятти : ТГУ, 2018. – 203 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/140032> (дата обращения: 10.04.2022).

5. 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

6. ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – Введ. 1990-01-07. – М. : Изд-во стандартов, 1990. – 83 с.

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: 15.04.2022).

8. Зубарев Ю.М. Технология автоматизированного машиностроения. Проектирование и разработка технологических процессов : учебное пособие

для вузов / Ю.М. Зубарев, А.В. Приемышев, В.Г. Юрьев. –2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. –312 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/156390> (дата обращения: 11.04.2022).

9. Иванов И.С. Технология машиностроения: учеб. пособие / И.С. Иванов. - 2-е изд., перераб. и доп. – Москва. : ИНФРА-М, 2016. – 240 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/504931> (дата обращения: 02.04.2022).

10.Клепиков В.В. Технологическая оснастка: станочные приспособления: учеб. пособие / В.В. Клепиков. – Москва. : ИНФРА-М, 2019. – 345 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/765631> (дата обращения: 28.04.2022).

11.Клименков С.С. Обработывающий инструмент в машиностроении: учебник / С.С. Клименков. – Москва. : ИНФРА-М, 2013. – 459 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/435685> (дата обращения: 30.04.2022).

12.Краснопевцева И.В. Экономика и управление машиностроительным производством: электрон. учеб.-метод. пособие / И.В. Краснопевцева, Н.В. Зубкова. – Тольятти. : ТГУ, 2014. – 183 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/13> (дата обращения: 06.05.2022).

13.Макаров В.Ф. Выбор абразивных инструментов и режимов резания для высокоэффективного шлифования заготовок: учебное пособие / В.Ф. Макаров. – Пермь : ПНИПУ, 2011. – 231 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/160502> (дата обращения: 29.04.2022).

14. Маталин А. А. Технология машиностроения : учеб. для студ. вузов, обуч. по спец. 151001 напр. "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроит. производств" / А. А. Маталин. - Изд. 3-е, стер. ; Гриф УМО. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2010. - 512 с.

15.Маталин А.А. Технология машиностроения : учебник для во / А.А. Маталин. – 5-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. – 512 с.

[Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/143709> (дата обращения: 10.04.2022).

16. Назначение рациональных режимов резания при механической обработке: учебное пособие / В.М. Кишуров, М.В. Кишуров, П.П. Черников, Н. В. Юрасова. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2019. – 216 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/121986> (дата обращения: 19.04.2022).

17. 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: 08.04.2022).

18. Проектирование металлообрабатывающих инструментов : учебное пособие / А.Г. Схиртладзе, В.А. Гречишников, С.Н. Григорьев, И.А. Коротков. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2015. – 256 с. – ISBN 978-5-8114-1632-5. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/64341> (дата обращения: 29.04.2022).

19. 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: 07.04.2022).

20. 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.

21. 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: 18.04.2022).

22. 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.

23. 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.

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

25. Технология машиностроения: учебник / В.В. Клепиков [и др.]. – Москва. : ИНФРА-М, 2017. – 387 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/545572> (дата обращения: 12.04.2022).

26. Химический состав и физико-механические свойства стали 20ХГНМ [Электронный ресурс]. – https://metallicheckiy-portal.ru/marki_metallov/stk/20XGHN? (дата обращения: 06.04.2022).

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа															
						Код, наименование оборудования	СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт				
А 19	XX	XX	XX	015	4110 Токарная																
Б 20	381101	Токарный	16К20Ф3	3	18217	312	1Р	1	1	1	200	1							1,84		
О 21	Точить поверхности																				
Т 22	396110 Патрон 3-х кулачковый специальный; 392841 Центр ГОСТ 8742-75; 392101 Резец контурный																				
Т 23	Т5К10 ГОСТ 20872-80; 393311 Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ166-89.																				
24																					
А 25	XX	XX	XX	020	4110 Токарная																
Б 26	381101	Токарный	16К20Ф3	3	18217	312	1Р	1	1	1	200	1								1,85	
О 27	Точить поверхности																				
Т 28	396110 Патрон поводковый ГОСТ2571-71; 392841 Центр ГОСТ 8742-75; 392151Резец контурный Т30К4																				
Т 29	ГОСТ18879-73; 392104 Резец канавочный Т5К10 ГОСТ 18879-73; 393311 Штангенциркуль ШЦ-1																				
Т 30	ГОСТ166-89; 393400 Калибры.																				
31																					
А 32	XX	XX	XX	025	4110 Токарная																
Б 33	381101	Токарный	16К20Ф3	3	18217	312	1Р	1	1	1	200	1									1,64
О 34	Точить поверхности																				
Т 35	396110 Патрон поводковый ГОСТ2571-71; 392841 Центр ГОСТ 8742-75; 392151Резец контурный Т30К4																				
Т 36	ГОСТ18879-73; 392104 Резец канавочный Т5К10 ГОСТ 18879-73; 393311 Штангенциркуль ШЦ-1																				
Т 37	ГОСТ166-89; 393400 Калибры.																				
38																					
А 39	XX	XX	XX	030	4162 Накатная																
Б 40	381672	Шлиценакатной	СТИ1923К	3	12287	312	1Р	1	1	1	200	1									2,04
О 41	Накатать шлицы																				
МК																					

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа									
						Код, наименование оборудования	СМ	проф	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кит
Т 69	396110 Патрон поводковый ГОСТ 2571-71; 392841 Центр ГОСТ 8742-75; 391816 Ролики накатные														
Т 70	ГОСТ 9539-72; 393400 Калибры.														
71															
А 72	XX XX XX 035 4162 Накатная														
Б 73	381672 Шлиценакатной СТИ1923К 3 12287 312 1Р 1 1 1 200 1 2,04														
О 74	Накатать шлицы														
Т 75	396110 Патрон поводковый ГОСТ 2571-71; 392841 Центр ГОСТ 8742-75; 391816 Ролики накатные														
Т 76	ГОСТ 9539-72; 393400 Калибры.														
77															
А 78	XX XX XX 040 4262 Фрезерная														
Б 79	381631 Горизонтально-фрезерный Ф32ГФ3 3 18632 312 1Р 1 1 1 200 1 3,84														
О 80	Фрезеровать поверхности.														
Т 81	396190 Универсальная делительная головка УДГ-160 ГОСТ 8615-89; 392841 Центр ГОСТ 8742-75;														
Т 82	391833 Фреза дисковая Р6М5 φ250; 393400 Калибры.														
83															
А 84	XX XX XX 045 4121 Сверлильная														
Б 85	381213 Вертикально-сверлильный 2М112 3 15292 312 1Р 1 1 1 200 1 0,45														
О 86	Сверлить отверстие														
Т 87	396131 Тиски самоцентрирующие ГОСТ 21168-75; 391267 Сверло спиральное φ5,7 ГОСТ 10902-77 Р6М5;														
Т 88	393400 Калибры.														
89															
А 90	XX XX XX 050 4110 Токарная														
Б 91	381101 Токарный 16К20Ф3 3 18217 312 1Р 1 1 1 200 1 1,15														
МК															

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа													
						Код, наименование оборудования	СМ	граф	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт		
Т 94					396110 Патрон поводковый ГОСТ2571-71; 392841 Центр ГОСТ 8742-75; 392151 Резец контурный ТЗОК4														
Т 95					ГОСТ18879-73; 392104 Резец канавочный Т5К10 ГОСТ 18879-73; 393311 Штангенциркуль ШЦ-1														
Т 96					ГОСТ166-89; 393400 Калибры.														
97																			
А 98					XX XX XX 055 4110 Токарная														
Б 99					381101 Токарный 16К20Ф3	3	18217	312	1Р	1	1	1	200	1					112
О 100					Точить поверхности.														
Т 101					396110 Патрон поводковый ГОСТ2571-71; 392841 Центр ГОСТ 8742-75; 392151 Резец контурный ТЗОК4														
Т 102					ГОСТ18879-73; 392104 Резец канавочный Т5К10 ГОСТ 18879-73; 393311 Штангенциркуль ШЦ-1														
Т 103					ГОСТ166-89; 393400 Калибры.														
104																			
А 105					XX XX XX 060 Термическая														
106																			
А 107					XX XX XX 065 4142 Зачистная														
Б 108					381317 Центрошлифовальный 3922К	3	18873	312	1Р	1	1	1	200	1					0,78
О 109					Зачистить центровые отверстия.														
Т 110					396131 Тиски самоцентрирующие ГОСТ21168-75; 397120 Головка шлифовальный АГК ГОСТ2447-82;														
Т 111					393120 Калибры.														
112																			
А 113					XX XX XX 070 0111 Правильная														
Б 114					382777 Пресс "Гальдадини"	3	18873	312	1Р	1	1	1	200	1					0,78
О 115					Править заготовки.														
Т 116					396190 Приспособление специальное; 393413 Индикаторы микрометрические.														
МК																			

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код наименования операции	Обозначение документа											
						Код наименования оборудования	СМ	граф	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кит	Тлоз	Тшт
А 117	XX	XX	XX	075	Фосфатирование												
118																	
А 119	XX	XX	XX	080	4131 Шлифовальная												
Б 120	381311	Круглошлифовальный	МКС1320Н	3	18873	312	1Р	1	1	1	200	1					131
О 121					Шлифовать поверхности.												
Т 122	396110	Патрон поводковый	ГОСТ2571-71;	392841	Центр	ГОСТ 8742-75;	39810	Круг	шлифовальный								
Т 123	1-300x50x127	24А60К7V	35м/с1А	ГОСТ52781-2007;	393413	Микрометр	МК-150	ГОСТ 6507-90.									
124																	
А 125	XX	XX	XX	085	4131 Шлифовальная												
Б 126	381311	Круглошлифовальный	МКС1320Н	3	18873	312	1Р	1	1	1	200	1					11
О 127					Шлифовать поверхности.												
Т 128	396110	Патрон поводковый	ГОСТ2571-71;	392841	Центр	ГОСТ 8742-75;	39810	Круг	шлифовальный								
Т 129	1-300x50x127	24А60К7V	35м/с1А	ГОСТ52781-2007;	393413	Микрометр	МК-150	ГОСТ 6507-90.									
130																	
А 131	XX	XX	XX	090	4135 Резьбошлифовальная												
Б 132	381315	Шлифовальный	МКС1320Н	3	18873	312	1Р	1	1	1	200	1					148
О 133					Нарезать резьбу.												
Т 134	396110	Патрон поводковый	ГОСТ2571-71;	392841	Центр	ГОСТ 8742-75;	39810	Круг	шлифовальный								
Т 135	3-80x5x13	24А60К5V	35м/с1А	ГОСТ52781-2007;	393400	Калибры.											
136																	
А 137	XX	XX	XX	095	4191 Полировальная												
Б 138	381315	Шлифовальный	МКС1320Н	3	18873	312	1Р	1	1	1	200	1					3119
О 139					полировать поверхности.												
МК																	

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа									
Б	Код, наименование оборудования				СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кит	Тлоз	Тшт
Т 140	<i>396110 Патрон поводковый ГОСТ 2571-71; 392841 Центр ГОСТ 8742-75; 397110 Лепестковый круг</i>														
Т 141	<i>специальный 300x36x40 14AK6M35A; 393413 Микраметр МК-70 ГОСТ 6507-90.</i>														
142															
А 143	<i>XX XX XX 100 Моечная</i>														
144															
А 145	<i>XX XX XX 110 Контрольная</i>														
146															
147															
148															
149															
150															
151															
152															
153															
154															
155															
156															
157															
158															
159															
160															
161															
162															
МК															

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.116-82										Форм 1			
Дубл.													
Взач.													
Подп.													
Разраб.	Лешков			ТГУ									
Проверил	Козлов			Кафедра ОТМТ									
Нконтр.	Козлов			Вал вторичный						Цех	Уч.	Р.М.	Опер.
Наименование операции		Материал			Твердость	EB	MD	Профиль и размеры			МЭ	КОИД	
Токарная		Сталь 20ХНМ ГОСТ 4543-71				166	24	#56x4,18,5			3,7	1	
Оборудование, устройства ЧПУ		Обозначение программы			то	тв	тгв	тшт	сож				
16К20ФЗ					08			2,88	Ужало-1				
			пи	о или в	l	f	i	s	п	v			
01	1. Установить заготовку												
Т.01	396110 Патрон поводковый ГОСТ2571-71; 392841 Центр ГОСТ8742-75; 392151 Резец контурный Т30К4												
Т.02	ГОСТ18879-73; 392104 Резец канавочный Т5К10 ГОСТ 18879-73.												
04.04	2. Точить последовательно поверхности и торцы выдерживая размеры согласно эскиза												
Р.05		1				0,6		0,47	950	232,7			
Р.06		2				0,4		0,91	812	515			
07	3. Открепить, снять деталь с приспособления, положить на тележку.												
08													
09													
10													

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.116-82										Форм 1		
Дубл.												
Взам.												
Подп.												
Разраб.	Лешков											
Проверил	Козлов											
Н.контр.	Козлов									Цех	Уч.	Р.М.
Наименование операции										МЗ		Опер.
Материал										КОИД		
Твердость										EB		МД
Профиль и размеры										МЗ		КОИД
Оборудование, устройство ЧПУ										Обозначение программы		Тр
МКС 1320Н										2,75		Тр
										3,119		Уклон-1
										пи		0 или в
										L		f
										i		s
										п		v
01	1. Установить заготовку											
Т.оп	396110 Патрон поводковый ГОСТ2571-71; 392841 Центр ГОСТ 8742-75; 397110 Лепестковый круг											
Т.об	специальный 300x36x40 14AK6M35A.											
02	2. Шлифовать поверхности выдерживая размеры согласно эскиза.											
Р.об	1											
	0,005											
	0,015											
	1000											
	20											
03	3. Открепить, снять деталь с приспособления, уложить на тележку.											
04												
05												
06												
07												
08												
09												
10												

