

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)

Проектирование технологических процессов
(направленность (профиль)/ специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Технологический процесс изготовления шестерни поворотной
сварочной платформы

Студент	<u>Л.Р. Гильдин</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Руководитель	<u>к.т.н., доцент Д.Г. Левашкин</u> (ученая степень, звание, И.О. Фамилия)	_____	
Консультанты	<u>к.э.н., доцент Н.В. Зубкова</u> (ученая степень, звание, И.О. Фамилия)	_____	
	<u>к.т.н., доцент А.Н. Москалюк</u> (ученая степень, звание, И.О. Фамилия)	_____	

Тольятти 2021

Аннотация

Технологический процесс изготовления шестерни поворотной сварочной платформы. Кафедра: Оборудование и технологии машиностроительного производства. ТГУ Тольятти, 2021 г.

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки и графической части. Пояснительная записка состоит из введения, пяти основных разделов, заключения, списка используемых источников и приложений.

Каждый из основных разделов посвящен решению конкретных технических, организационных и экономических задач, которые необходимо решить для достижения цели работы, сформулированной во введении.

В первом разделе проводится анализ имеющихся для проектирования данных и на его основании формулируются задачи, которые необходимо решить в ходе выполнения работы.

Во втором разделе решается комплекс технологических задач связанных с технологией изготовления детали. Среди них обоснование выбора и проектирования заготовки, разработка плана изготовления, выбор оборудования и техоснастки, а также проектирование технологических операций.

В третьем разделе для совершенствования токарной операции проектируется токарный патрон с механизированным приводом. Для совершенствования сверлильной операции проектируется сверло.

В четвертом разделе выполняется анализ технологического процесса на безопасность его выполнения для сотрудников предприятия и анализ экологических показателей техпроцесса.

В пятом разделе выполнен расчет экономических показателей предлагаемого варианта технологии изготовления детали.

Пояснительная записка состоит из 71 страниц, включая основной текст и приложения. Графическая часть состоит из 7,5 листов формата А1.

Abstract

Technological process of manufacturing the rotary welding platform gear.
Department: Equipment and technologies of machine building production. TSU
Togliatti, 2021

The final qualification work includes an explanatory note and a graphic part. The explanatory note consists of an introduction, five main sections, a conclusion, a list of sources used, and applications.

Each of the main sections is devoted to solving specific technical, organizational and economic problems that need to be solved in order to achieve the work purpose formulated in the introduction.

In the first section, the data available for the design analysis is carried out and the tasks based on it, that need to be solved in the work course are formulated.

In the second section, a technological problems set related to the part manufacturing technology is solved. Among them, the rationale for the selection and design of workpiece, the manufacturing plan development, the equipment and technical equipment selection, as well as the technological operations design.

In the third section, a turning chuck with a mechanized drive is designed to improve the turning operation. To improve the drilling operation, a drill is designed.

In the fourth section, the technological process analysis for the safety of its implementation for the enterprise employees and the technological process environmental indicators of analysis is performed.

In the fifth section, the part manufacturing technology proposed version economic indicators calculation is performed.

The explanatory note consists of 71 pages, including the main text and applications. The graphic part consists of 7,5 sheets of A1 format.

Содержание

Введение.....	5
1 Определение задач работы на базе анализа исходных данных.....	6
1.1 Анализ функционального назначения детали и условий эксплуатации ..	6
1.2 Анализ технологических показателей детали	7
1.3 Анализ типа производства.....	10
1.4 Задачи работы	12
2 Разработка технологии изготовления	13
2.1 Обоснование выбора и разработка заготовки	13
2.2 Разработка плана изготовления детали.....	25
2.3 Выбор оборудования и технологической оснастки.....	27
2.4 Проектирование операций технологического процесса	30
3 Разработка специальной технологической оснастки	34
3.1 Разработка токарного патрона	34
3.2 Разработка сверла.....	42
4 Безопасность и экологичность технического объекта	44
4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристики рассматриваемого технического объекта	44
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	45
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков.....	46
4.4 Обеспечение экологической безопасности технического объекта	48
5 Экономическая эффективность работы	50
Заключение	54
Список используемых источников.....	55
Приложение А Технологическая документация.....	59
Приложение Б Спецификации к сборочным чертежам	69

Введение

Сварочные платформы один из самых распространенных видов сварочной технологической оснастки. Они позволяют в процессе сварки поворачивать деталь вокруг своей оси и менять угол ее наклона в различных плоскостях, выполнять круговую сварку, что очень важно в условиях ручной и полуавтоматической сварки. Крепление деталей на платформе осуществляется при помощи специальных зажимных механизмов, которые крепятся к пазам, выполненным на столе платформы. Возможен вариант крепления деталей непосредственно к столу платформы при помощи специальных прихватов. Такой вариант часто встречается при сварке крупногабаритных деталей на столе, выполненном в виде план-шайбы.

Немаловажным фактором является грузоподъемность платформы, которая в зависимости от требуемых производственных задач и габаритов свариваемых деталей может составлять от 30 до 8000 кг. При этом габариты изделий могут достигать 4000 мм. Независимо от габаритов платформы и ее грузоподъемности она должна обеспечивать необходимую точность позиционирования при повороте. За выполнение этой операции отвечает система приводов, которая сконструирована на основе достаточно высокоточных деталей, узлов и механизмов. Изготовление их задача технически выполнимая, но требующая применение определенных технологических решений, от которых будет зависеть не только достижение необходимой точности изготовления деталей, но и их стоимость.

В данной работе рассматривается технология изготовления шестерни такого привода. Кроме требований по точности изготовления шестерни также необходимо обеспечить изготовление всей производственной программы в строго установленные сроки. Достижение данной цели возможно путем решения ряда задач технического и организационного характера, которые необходимо сформулировать на основе анализа имеющихся данных о программе выпуска и производственных условиях.

1 Определение задач работы на базе анализа исходных данных

1.1 Анализ функционального назначения детали и условий эксплуатации

Назначение детали является типовым для деталей данного класса. Заключается оно в изменении величины и передаче крутящего момента. В данном случае момент должен быть передан от вала привода на исполнительный механизм, соединенный с рамой платформы. Это достигается применением в конструкции детали шлиц и зубчатого венца.

Значение передаваемого крутящего момента может достигать нескольких сотен Н·м и зависит от выбранного режима работы платформы и веса свариваемых деталей. В зависимости от необходимых характеристик сварочного процесса момент может быть постоянным, переменным и иметь различные направления. Возможно возникновение ударных нагрузок и резкого скачка нагрузок, например, в случае выполнения холостых ускоренных перемещений платформы.

Внешние факторы практически не оказывают влияния на эксплуатацию шестерни, так как процесс эксплуатации происходит в производственных помещениях, где поддерживается соответствующий температурный режим и микроклимат.

В ходе эксплуатации в случае нарушения герметичности защитной крышки или корпуса привода возможно попадание посторонних частиц в виде окалины, пыли грязи и технологических жидкостей. В таком случае шестерня может быть повреждена и выйти из строя. При нормальном техническом состоянии механизма и своевременном его обслуживании данная ситуация исключена. В условиях эксплуатации, соответствующих паспортным данным, шестерня работает в условиях хорошей смазки, что исключает ее преждевременный износ.

Следовательно, функциональное назначение детали и условия ее

эксплуатации можно оценить как нормальные, типовые для деталей данного класса и отвечающие всем необходимым требованиям.

1.2 Анализ технологических показателей детали

Технологические показатели детали оцениваются комплексно по группе критериев. Технологичная по одним показателям деталь может оказаться нетехнологичной по другим, что приведет к признанию детали в целом нетехнологичной. Анализ технологичности выполним по критериям технологичности заготовки, конструкции детали и механической обработки по методическим указаниям [5].

Технологичность заготовки зависит от характеристик материала, из которого она изготовлена, конструкции и допустимых методов ее получения. Заготовка изготавливается из стали 20Х2Н4А ГОСТ 4543–71. «Химический состав данной стали: углерод от 0,16% до 0,22%, хром от 1,25% до 1,65%, никель от 3,25% до 3,65%, кремний от 0,17% до 0,37%, марганец от 0,3% до 0,6%, медь до 0,3%, сера до 0,025%, фосфор до 0,025%» [24]. В маркировке стали присутствует буква А в конце, что указывает на пониженное содержание серы и фосфора. Данная сталь имеет показатель предела прочности до 850 МПа в состоянии поставки. Эти характеристики стали обеспечивают ей хорошую обрабатываемость резанием. Для обработки твердосплавным инструментом коэффициент равен 0,9, для обработки быстрорежущим инструментом коэффициент равен 0,8. Данная сталь в случае необходимости легко подвергается упрочняющей термической обработке. Материал заготовки допускает применение различных методов ее получения. Выбор конкретного метода зависит от ряда факторов, таких как тип производства, годовой объем выпуска и экономическая целесообразность. В целом заготовку можно охарактеризовать как технологичную.

Оценка технологичности конструкции детали основана на оценке

служебного назначения ее поверхностей, что определяет их соответствие заявленным на чертеже детали параметрам их точности и требованиям к качеству поверхностного слоя. Поверхности детали классифицируем по методике [1]. Выполняем эскиз детали (рисунок 1) и нумеруем на нем все поверхности детали.

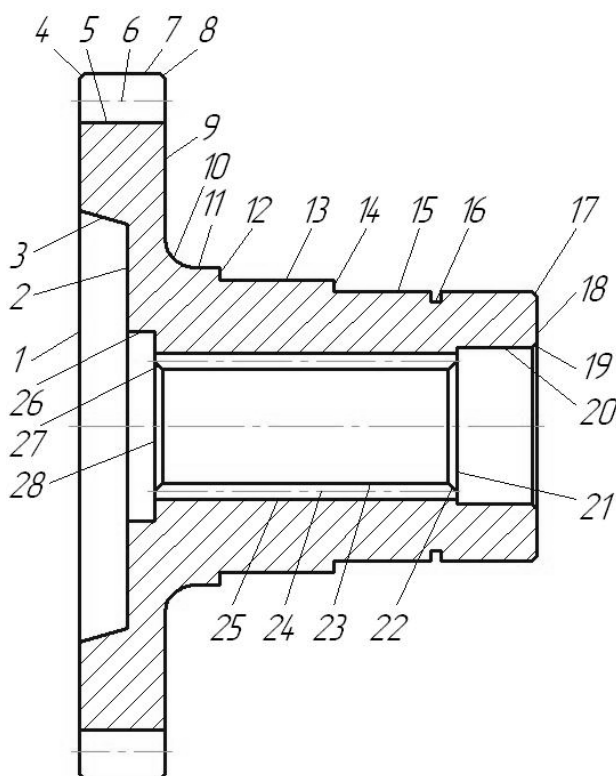


Рисунок 1 – Эскиз шестерни

Все поверхности классифицируем по их назначению. Получаем следующие результаты: поверхность 24 является основной конструкторской базой, поверхности 12, 13, 14, 15 являются вспомогательной конструкторской базой, поверхность 6 является исполнительной, все поверхности, не вошедшие в предыдущие классификационные группы, являются свободными.

Конфигурация поверхностей детали и их точность соответствует их служебному назначению. При этом контур сформирован цилиндрическими и плоскими поверхностями. Единственной сложной поверхностью является

поверхность зубчатого венца, образуемая эвольвентой, что потребует применения для ее получения сложных формообразующих движений и соответствующего оборудования и режущего инструмента. Остальные поверхности являются типовыми, а и их размеры нормализованы.

Основываясь на проведенном анализе конструкцию детали можно считать технологичной.

Технологичность механической обработки детали определяется точностью поверхностей, применяемыми методами обработки и базированием заготовок на технологических операциях.

Заданная на чертеже детали точность поверхностей не может быть достигнута без применения механической обработки, поэтому все без исключения поверхности шестерни должны быть обработаны. Наиболее точные поверхности потребуют применения высокоточных методов обработки. Однако данные методы являются стандартными и не потребуют применения специального оборудования и средств технологического оснащения. Базирование заготовки на операциях механической обработки также способствует применению стандартных средств оснащения. Исходя из контура детали, для ее базирования применимы стандартные схемы. При этом могут соблюдаться все основные принципы базирования, что уменьшит погрешности при изготовлении детали.

Исходя из проведенного анализа технологичности механической обработки детали, ее также можно считать технологичной.

В целом деталь можно признать технологичной. Кроме того проведенный анализ позволил выявить основные направления проектирования. В соответствии с которыми для изготовления детали можно применять стандартные методы обработки, стандартизированные, унифицированные и универсальные средства оснащения и оборудование. Для более четкого формирования основных направлений проектирования необходимо провести анализ типа производства.

1.3 Анализ типа производства

Тип производства определяет все его основные организационные и технические характеристики, что влияет на принимаемые решения в процессе проектирования технологии изготовления детали.

Точное определение типа производства в данном случае невозможно, так как отсутствует информация обо всей номенклатуре производства, и проектирование технологии ведется не для действующего предприятия.

В данном случае для определения типа производства будем использовать методику, предназначенную для проектирования по изделию-представителю [11]. В соответствии с данной методикой при годовой программе выпуска 6000 штук в год и массе детали 2,5 кг тип производства среднесерийный.

Проведем анализ данного типа производства [14, 29].

В среднесерийном типе производства детали выпускаются партиями, которые запускаются в производство через определенный промежуток времени. При этом технология проектируется в соответствии с последовательной стратегией разработки и групповой формой организации. Достижение точности обработки достигается настройкой оборудования на заданные размеры одним из известных методов с применением активного контроля. Технологический процесс формируется на базе типовой технологии при условии обеспечения экстенсивной концентрацией операций в виде маршрутной технологии с формированием операционных карт и карт эскизов для отдельных операций.

Как отмечалось ранее возможно применение различных методов получения заготовки. Подробный анализ литературы [8, 26] показал, что для данной детали в условиях среднесерийного производства будут «методы штамповки в закрытых штампах на молоте и на горизонтально-ковочной машине» [8]. Выбор в пользу одного из данных методов делается на основе экономического расчета. «Определение припусков на обработку

производится в зависимости от требуемой точности обработки поверхности» [26]. Для поверхностей имеющих высокую точность и являющихся основными конструкторскими базами припуски определяются для каждого перехода расчетным методом. Для менее ответственных поверхностей такая точность определения припусков является избыточной, поэтому используется менее точный, но более простой метод определения припусков на основе статистических данных.

Методы обработки поверхностей выбираются исходя из требуемой точности обработки и шероховатости поверхностей. Как правило, имеется несколько наборов методов обработки способных дать необходимый результат. Выбор в пользу одного из них производится на основе расчета суммарного коэффициента удельных затрат.

Технологические операции проектируются исходя из определенной структуры операции, используемого оборудования и средств технологического оснащения на основе определения режимов резания и нормирования операций. При этом режимы резания определяются расчетно-аналитическим методом, а нормирование выполняется расчетным методом.

Оборудование в среднесерийном типе производства должно обладать максимальной гибкостью, быть универсальным, желательно иметь систему числового программного управления и иметь минимальную стоимость. Средства технологического оснащения и контроля должны быть универсальными, максимально реализовывать весь потенциал оборудования и иметь минимальную стоимость. Допускается использование специализированных и в обоснованных случаях специальных средств оснащения. Расстановка оборудования в производственном корпусе осуществляется по типу оборудования, что связано с особенностями организации технологических процессов в данном типе производства. При этом станки с высоким уровнем вибрации необходимо ставить как можно дальше от высокоточного оборудования выполняющего финишные операции.

1.4 Задачи работы

Анализ функционального назначения детали и условий эксплуатации, анализ технологических показателей детали и анализ типа производства позволяют сформулировать основные задачи, которые необходимо решить в последующих разделах работы для достижения ее цели.

Во-первых, необходимо экономически обосновать выбор заготовки из двух допустимых в данном случае методов штамповки в закрытых штампах на молоте и на горизонтально-ковочной машине. Провести ее проектирование, основываясь на рекомендациях по типу производства и применяя соответствующие ему методы определения припусков на обработку.

Следующая задача заключается в проектировании эффективного технологического процесса изготовления на основе типовой технологии. С применением современного оборудования и технологической оснастки, соответствующих среднесерийному типу производства. При этом необходимо определить режимы резания, выполнить нормирование операций и разработать всю технологическую документацию. Затем необходимо провести критический анализ полученных результатов и выявить операции имеющие недостатки.

На следующем этапе необходимо решить задачу модернизации операций, имеющих недостатки. Решение данной задачи заключается в проектировании специальной технологической оснастки и режущего инструмента для соответствующих операций технологического процесса.

Далее необходимо решить задачу обеспечения безопасности выполнения техпроцесса и разработать мероприятия по снижению его влияния на экологию.

Заключительная задача заключается в определении экономической эффективности спроектированного технологического процесса и принятых для его модернизации технических решений.

2 Разработка технологии изготовления

2.1 Обоснование выбора и разработка заготовки

Как отмечалось ранее, для решения задачи выбора метода получения заготовки между штамповкой в закрытых штампах на молоте и штамповкой на горизонтально-ковочной машине необходимо сравнить их экономические показатели. Наиболее адекватным будет «сравнение общих затрат на получение детали из заготовки, выполненное по методике» [4].

«Определение общих затрат производится из выражения:

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

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

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

i – вариант получения заготовки» [4].

Вариант получения заготовки штамповкой на молоте обозначим 1, а вариант получения заготовки штамповкой на горизонтально-ковочной машине обозначим 2.

Определение себестоимости получения заготовки производится из выражения:

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

где C_{mi} – стоимость тонны материала заготовки, руб.;

M_{zi} – масса заготовки, кг;

$K_{сп}$ – коэффициент способа получения заготовки;

K_T – коэффициент точности заготовки;

$K_{сл}$ – коэффициент сложности заготовки» [4].

«Масса заготовки с достаточной точностью определяется из выражения:

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

где M_d – масса детали, кг;

K_p – коэффициент формы заготовки и способа ее получения» [4].

Масса детали определяется из выражения:

$$M_d = \frac{\pi}{4} \cdot (d_1^2 \cdot l_1 + d_2^2 \cdot l_2 + d_3^2 \cdot l_3 + d_4^2 \cdot l_4 - d_5^2 \cdot l_5 - d_6^2 \cdot l_6 - d_7^2 \cdot l_7 - d_8^2 \cdot l_8) \cdot \rho, \quad (4)$$

«где $d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6, d_7, d_8$ – диаметры поверхностей образующих контур детали, мм;

$l_1, l_2, l_3, l_4, l_5, l_6, l_7, l_8$ – длины поверхностей образующих контур детали, мм;

ρ – плотность материала, кг/мм³» [4].

$$M_d = \frac{\pi}{4} \cdot (130,78^2 \cdot 16 + 55^2 \cdot 10 + 50^2 \cdot 20 + 45^2 \cdot 45 - 29^2 \cdot 13 - 80^2 \cdot 10 - 36^2 \cdot 7 - 25^2 \cdot 63) \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 2,5 \text{ кг.}$$

Рассчитываем массу заготовки по формуле (3) для каждого из вариантов ее получения.

$$M_{z1} = 2,5 \cdot 1,48 = 3,7 \text{ кг.}$$

$$M_{z2} = 2,5 \cdot 1,36 = 3,4 \text{ кг.}$$

Далее по формуле (2) рассчитываем себестоимость получения заготовки.

$$C_{z1} = \frac{27000 \cdot 3,7}{1000} \cdot 0,82 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 81,9 \text{ р.}$$

$$C_{z2} = \frac{27000 \cdot 3,4}{1000} \cdot 0,82 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 75,3 \text{ р.}$$

«Определение себестоимости механической обработки заготовки

производится из выражения:

$$C_{\text{обр}i} = \frac{C_{\text{уд}} \cdot \left(\frac{1}{K_{\text{им}i}} - 1\right) \cdot M_d}{K_o}, \quad (5)$$

где $C_{\text{уд}}$ – стоимость снятия стружки, руб./кг;

$K_{\text{им}i}$ – коэффициент использования материала;

K_o – коэффициент обрабатываемости материала» [4].

«Коэффициент использования материала определяется из выражения:

$$K_{\text{им}i} = \frac{M_{\text{д}i}}{M_{\text{з}i}}. \quad (6) \gg [4]$$

$$K_{\text{им}1} = \frac{2,5}{3,7} = 0,68.$$

$$K_{\text{им}2} = \frac{2,5}{3,4} = 0,74.$$

По формуле (5) определяем себестоимости механической обработки заготовки.

$$C_{\text{обр}1} = \frac{6,04 \cdot \left(\frac{1}{0,68} - 1\right) \cdot 2,5}{1,1} = 6,5 \text{ р.}$$

$$C_{\text{обр}2} = \frac{6,04 \cdot \left(\frac{1}{0,74} - 1\right) \cdot 2,5}{1,1} = 4,8 \text{ р.}$$

Далее по формуле (1) определяем общие затраты.

$$C_1 = 81,9 + 6,5 = 88,4 \text{ р.}$$

$$C_2 = 75,3 + 4,8 = 80,1 \text{ р.}$$

Основываясь на проведенных экономических расчетах, делаем выбор метода получения заготовки в пользу метода получения штамповкой на горизонтально-ковочной машине.

Дальнейшее проектирование будем выполнять для данного метода получения заготовки с использованием методических указаний [8]. В соответствии с ними на первом этапе проектирования заготовки должны

быть определены припуски на обработку. Для этого сначала необходимо определить методы обработки поверхностей и их последовательность. Решение этой задачи зависит от точности поверхности и ее шероховатости, а также условия минимизации затрат на реализацию каждого из возможных вариантов обработки рассматриваемой поверхности. Воспользуемся для составления маршрутов данными [17]. Результаты приведены ниже.

Поверхность 1 при точности 14 качества и шероховатости 12,5 мкм имеет следующую последовательность обработки: «точение черновое, точение чистовое, термическая обработка, шлифование черновое, шлифование чистовое» [17].

Поверхность 2 при точности 14 качества и шероховатости 12,5 мкм имеет следующую последовательность обработки: точение черновое, термическая обработка.

Поверхность 3 при точности 14 качества и шероховатости 12,5 мкм имеет следующую последовательность обработки: точение черновое, термическая обработка.

Поверхность 4 при точности 14 качества и шероховатости 12,5 мкм имеет следующую последовательность обработки: точение чистовое, термическая обработка.

Поверхность 5 при точности 14 качества и шероховатости 12,5 мкм имеет следующую последовательность обработки: зубофрезерование, термическая обработка.

Поверхность 6 при точности 8 степени и шероховатости 1,25 мкм имеет следующую последовательность обработки: зубофрезерование, шевингование, термическая обработка.

Поверхность 7 при точности 14 качества и шероховатости 12,5 мкм имеет следующую последовательность обработки: точение черновое, термическая обработка.

Поверхность 8 при точности 14 качества и шероховатости 12,5 мкм имеет следующую последовательность обработки: точение чистовое,

термическая обработка.

Поверхность 9 при точности 14 качества и шероховатости 12,5 мкм имеет следующую последовательность обработки: точение черновое, термическая обработка.

Поверхность 10 при точности 14 качества и шероховатости 12,5 мкм имеет следующую последовательность обработки: точение черновое, термическая обработка.

Поверхность 11 при точности 14 качества и шероховатости 12,5 мкм имеет следующую последовательность обработки: точение черновое, термическая обработка.

Поверхность 12 при точности 14 качества и шероховатости 1,6 мкм имеет следующую последовательность обработки: «точение черновое, точение чистовое, термическая обработка, шлифование черновое» [17].

«Поверхность 13 при точности 8 качества и шероховатости 1,25 мкм имеет следующую последовательность обработки: точение черновое, точение чистовое, термическая обработка, шлифование черновое» [17].

«Поверхность 14 при точности 14 качества и шероховатости 1,25 мкм имеет следующую последовательность обработки: точение черновое, точение чистовое, термическая обработка, шлифование черновое, шлифование чистовое» [17].

Поверхность 15 при точности 6 качества и шероховатости 0,63 мкм имеет следующую последовательность обработки: «точение черновое, точение чистовое, термическая обработка, шлифование черновое, шлифование чистовое» [17].

«Поверхность 16 при точности 14 качества и шероховатости 12,5 мкм имеет следующую последовательность обработки: точение чистовое, термическая обработка» [17].

«Поверхность 17 при точности 14 качества и шероховатости 12,5 мкм имеет следующую последовательность обработки: точение чистовое, термическая обработка» [17].

Поверхность 18 при точности 14 качества и шероховатости 12,5 мкм имеет следующую последовательность обработки: точение черновое, точение чистовое, термическая обработка.

Поверхность 19 при точности 14 качества и шероховатости 12,5 мкм имеет следующую последовательность обработки: точение чистовое, термическая обработка.

Поверхность 20 при точности 14 качества и шероховатости 12,5 мкм имеет следующую последовательность обработки: точение чистовое, термическая обработка.

Поверхность 21 при точности 14 качества и шероховатости 12,5 мкм имеет следующую последовательность обработки: точение чистовое, термическая обработка.

Поверхность 22 при точности 14 качества и шероховатости 12,5 мкм имеет следующую последовательность обработки: точение чистовое, термическая обработка.

Поверхность 23 при точности 14 качества и шероховатости 12,5 мкм имеет следующую последовательность обработки: сверление, термическая обработка.

Поверхность 24 при точности 7 качества и шероховатости 1,25 мкм имеет следующую последовательность обработки: протягивание, термическая обработка.

Поверхность 25 при точности 10 качества и шероховатости 6,3 мкм имеет следующую последовательность обработки: протягивание, термическая обработка.

Поверхность 26 при точности 14 качества и шероховатости 12,5 мкм имеет следующую последовательность обработки: точение чистовое, термическая обработка.

Поверхность 27 при точности 14 качества и шероховатости 12,5 мкм имеет следующую последовательность обработки: точение чистовое, термическая обработка.

Поверхность 28 при точности 14 качества и шероховатости 12,5 мкм имеет следующую последовательность обработки: точение чистовое, термическая обработка.

Имея маршруты обработки поверхностей, определяем припуски на их обработку. Анализ типа производства показал, что для поверхностей имеющих высокую точность и являющихся основными конструкторскими базами припуски определяются для каждого перехода расчетным методом [21]. В данном случае такой поверхностью является диаметр $50k6^{(+0,018/+0,002)}$.

«Определение минимального припуска для каждого перехода производится по формуле:

$$z_{imin} = a_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}, \quad (7)$$

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» [21].

Величина дефектного слоя определяется по формуле:

$$a = Rz + h, \quad (8)$$

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

h – глубина дефектного слоя образовавшегося от предыдущей обработки, мм.

Величина суммарных пространственных отклонений определяется по формуле:

$$\Delta = 0,25 \cdot Td, \quad (9)$$

где Td – поле допуска выполняемого размера, мм.

«Определение максимального припуска для каждого перехода производится по формуле:

$$z_{i \max} = z_{i \min} + 0,5 \cdot (Td_{i-1} + Td_i), \quad (10)$$

где Td_i – поле допуска выполняемого размера, мм;

Td_{i-1} – поле допуска выполняемого размера на предыдущем переходе, мм» [21].

«Определение среднего припуска для каждого перехода производится по формуле:

$$z_{\text{ср}i} = 0,5 \cdot (z_{i \max} + z_{i \min}). \quad (11)$$

Проводим расчеты минимального, максимального и среднего припуска для каждого перехода» [21].

$$z_{1 \min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,400 + \sqrt{0,400^2 + 0,025^2} = 0,801 \text{ мм.}$$

$$z_{2 \min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,200 + \sqrt{0,063^2 + 0,025^2} = 0,268 \text{ мм.}$$

$$z_{3 \min} = a_{T_0} + \sqrt{\Delta_{T_0}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,025 + \sqrt{0,040^2 + 0,012^2} = 0,292 \text{ мм.}$$

$$z_{4 \min} = a_3 + \sqrt{\Delta_3^2 + \varepsilon_4^2} = 0,050 + \sqrt{0,010^2 + 0,012^2} = 0,066 \text{ мм.}$$

$$z_{1 \max} = z_{1 \min} + 0,5 \cdot (Td_0 + Td_1) = 0,801 + 0,5 \cdot (1,6 + 0,25) = 1,714 \text{ мм.}$$

$$z_{2 \max} = z_{2 \min} + 0,5 \cdot (Td_1 + Td_2) = 0,268 + 0,5 \cdot (0,25 + 0,10) = 0,443 \text{ мм.}$$

$$z_{3 \max} = z_{3 \min} + 0,5 \cdot (Td_{T_0} + Td_3) = 0,292 + 0,5 \cdot (0,16 + 0,10) = 0,422 \text{ мм.}$$

$$z_{4 \max} = z_{4 \min} + 0,5 \cdot (Td_3 + Td_4) = 0,066 + 0,5 \cdot (0,039 + 0,016) =$$

= 0,094 мм.

$$z_{cp1} = 0,5 \cdot (z_{1max} + z_{1min}) = 0,5 \cdot (1,714 + 0,801) = 1,258 \text{ мм.}$$

$$z_{cp2} = 0,5 \cdot (z_{2max} + z_{2min}) = 0,5 \cdot (0,443 + 0,268) = 0,356 \text{ мм.}$$

$$z_{cp3} = 0,5 \cdot (z_{3max} + z_{3min}) = 0,5 \cdot (0,422 + 0,292) = 0,357 \text{ мм.}$$

$$z_{cp4} = 0,5 \cdot (z_{4max} + z_{4min}) = 0,5 \cdot (0,094 + 0,066) = 0,080 \text{ мм} \gg [21].$$

«Минимальный диаметр определяется по формуле:

$$d_{(i-1)min} = d_{imin} + 2 \cdot z_{imin}. \quad (12) \gg [21]$$

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

$$d_{(то-1)min} = d_{(i-1)min} \cdot 0,999. \quad (13) \gg [21]$$

«Максимальный диаметр определяется по формуле:

$$d_{(i-1)max} = d_{(i-1)min} + Td_{i-1}. \quad (14) \gg [21]$$

«Средний диаметр определяется по формуле:

$$d_{i\text{cp}} = 0,5 \cdot (d_{imax} + d_{imin}). \quad (15) \gg [21]$$

«Выполняем расчеты.

$$d_{4min} = 50,002 \text{ мм.}$$

$$d_{4max} = 50,018 \text{ мм.}$$

$$d_{4cp} = 0,5 \cdot (d_{4max} + d_{4min}) = 0,5 \cdot (50,018 + 50,002) = 50,100 \text{ мм.}$$

$$d_{3min} = d_{4min} + 2 \cdot z_{4min} = 50,002 + 2 \cdot 0,066 = 50,150 \text{ мм.}$$

$$d_{3max} = d_{3min} + Td_3 = 50,150 + 0,039 = 50,189 \text{ мм.}$$

$$d_{3cp} = 0,5 \cdot (d_{3max} + d_{3min}) = 0,5 \cdot (50,189 + 50,150) = 50,170 \text{ мм.}$$

$$d_{TO\ min} = d_{3min} + 2 \cdot z_{3min} = 50,189 + 2 \cdot 0,292 = 51,229\ \text{мм.}$$

$$d_{TO\ max} = d_{TOmin} + Td_{TO} = 51,229 + 0,160 = 51,389\ \text{мм.}$$

$$d_{TO\ cp} = 0,5 \cdot (d_{TO\ max} + d_{TO\ min}) = 0,5 \cdot (51,389 + 51,229) = 51,309\ \text{мм.}$$

$$d_{2min} = d_{TO\ min} \cdot 0,999 = 51,229 \cdot 0,999 = 51,188\ \text{мм.}$$

$$d_{2max} = d_{2min} + Td_2 = 51,188 + 0,100 = 51,288\ \text{мм.}$$

$$d_{2cp} = 0,5 \cdot (d_{2max} + d_{2min}) = 0,5 \cdot (51,288 + 51,188) = 51,238\ \text{мм.}$$

$$d_{1min} = d_{2min} + 2 \cdot z_{2min} = 51,288 + 2 \cdot 0,268 = 51,824\ \text{мм.}$$

$$d_{1max} = d_{1min} + Td_1 = 51,824 + 0,250 = 52,074\ \text{мм.}$$

$$d_{1cp} = 0,5 \cdot (d_{1max} + d_{1min}) = 0,5 \cdot (52,074 + 51,824) = 51,949\ \text{мм.}$$

$$d_{0min} = d_{1min} + 2 \cdot z_{1min} = 52,074 + 2 \cdot 0,801 = 53,676\ \text{мм.}$$

$$d_{0max} = d_{0min} + Td_0 = 53,676 + 1,600 = 55,276\ \text{мм.}$$

$$d_{0cp} = 0,5 \cdot (d_{0max} + d_{0min}) = 0,5 \cdot (55,276 + 53,676) = 54,476\ \text{мм} \gg$$

[21].

«Общий минимальный припуск рассчитывается по формуле:

$$2z_{min} = d_{0\ min} - d_{4\ max}. \quad (16) \gg [21]$$

$$2z_{min} = 53,676 - 50,018 = 3,658\ \text{мм.}$$

«Общий максимальный припуск рассчитывается по формуле:

$$2z_{max} = 2z_{min} + Td_0 + Td_4. \quad (17) \gg [21]$$

$$2z_{max} = 3,658 + 1,600 + 0,016 = 5,274\ \text{мм.}$$

«Общий средний припуск рассчитывается по формуле:

$$2z_{cp} = 0,5 \cdot (2z_{min} + 2z_{max}). \quad (18) \gg [21]$$

$$2z_{cp} = 0,5 \cdot (3,658 + 5,724) = 4,466\ \text{мм.}$$

Полученные величины общих припусков используются для проектирования заготовки. Для наглядности представления полученных результатов схема полей припусков и допусков представлена на рисунке 2.

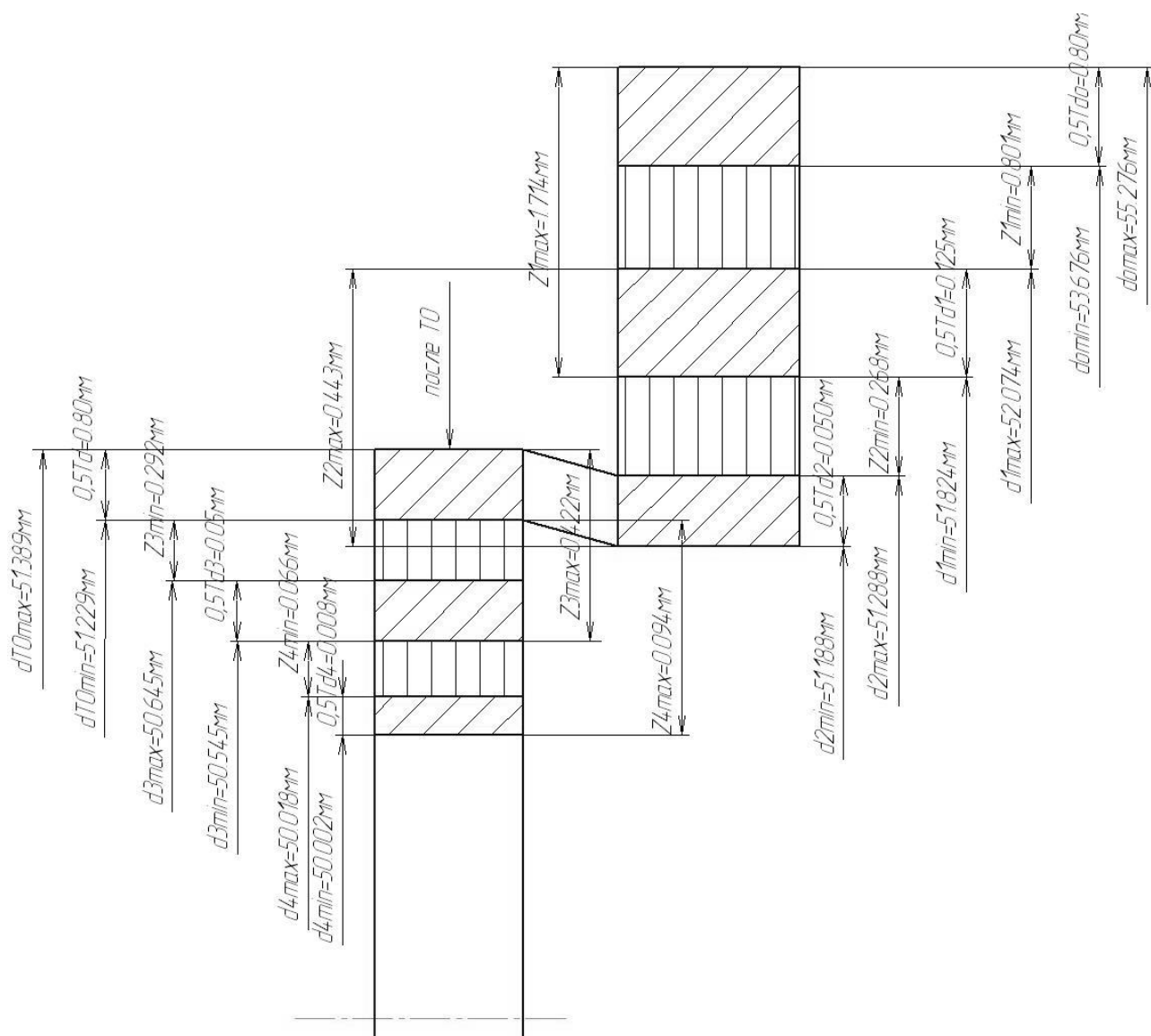


Рисунок 2 – Схема полей припусков и допусков

Анализ типа производства показал, что для менее ответственных поверхностей такая точность определения припусков является избыточной, поэтому используется менее точный, но более простой метод определения припусков на основе статистических данных [18]. Суть данного метода заключается в следующем. Минимальные припуски на обработку по переходам определяются из таблиц статистических данных [18], а

максимальные и средние рассчитываются по формулам (10) и (11) соответственно. Ниже приведены результаты определения припусков с использованием данной методики.

Поверхность 1 «переход точение черновое минимальный припуск 2,0 мм, максимальный припуск 3,175 мм; переход точение чистовое минимальный припуск 1,2 мм, максимальный припуск 1,445 мм; переход шлифование минимальный припуск 0,5 мм, максимальный припуск 0,614 мм» [18].

«Поверхность 6 переход шевингование минимальный припуск 0,15 мм, максимальный припуск 0,23 мм» [18].

«Поверхность 12 переход точение черновое минимальный припуск 1,8 мм, максимальный припуск 2,705 мм; переход точение чистовое минимальный припуск 1,0 мм, максимальный припуск 1,147 мм; переход шлифование минимальный припуск 0,4 мм, максимальный припуск 0,459 мм» [18].

Поверхность 13 «переход точение черновое минимальный припуск 2,0 мм, максимальный припуск 3,125 мм; переход точение чистовое минимальный припуск 0,3 мм, максимальный припуск 0,475 мм; переход шлифование минимальный припуск 0,25 мм, максимальный припуск 0,32 мм» [18].

Поверхность 14 «переход точение черновое минимальный припуск 1,6 мм, максимальный припуск 2,525 мм; переход точение чистовое минимальный припуск 0,9 мм, максимальный припуск 1,075 мм; переход шлифование минимальный припуск 0,4 мм, максимальный припуск 0,47 мм; переход шлифование чистовое минимальный припуск 0,3 мм, максимальный припуск 0,339 мм» [18].

Поверхность 18 «переход точение черновое минимальный припуск 2,0 мм, максимальный припуск 3,175 мм; переход точение чистовое минимальный припуск 1,2 мм, максимальный припуск 1,445 мм» [18].

На следующем этапе проектирования заготовки необходимо определить ее характеристики в соответствии с данными [7]. «В данном случае заготовка имеет следующие характеристики: класс точности Т4, группа стали МЗ, степень сложности С2, исходный индекс, определяемый в зависимости от предыдущих характеристик И11» [7]. Зная исходный индекс, определяются допуски на размеры заготовки и напуски. Параметры напусков в данном случае составят: «штамповочные уклоны 5°, радиус скруглений 3 мм, допустимые значения остаточного облоя не более 0,7 мм, смещение штампов 0,5 мм» [7].

На заключительном этапе проектирования заготовки выполняется ее рабочий чертеж в соответствии с правилами и нормами ЕСКД, а также рекомендациями [8]. Спроектированная заготовка может считаться оптимальной в данных условиях производства.

2.2 Разработка плана изготовления детали

Разработка плана изготовления основана на маршруте обработки детали. Формирование маршрута задача многовариантная, требующая комплексного решения. Исходя из анализа исходных данных, для условий среднесерийного типа производства наиболее приемлемым является формирование маршрута обработки на базе типовой технологии при условии обеспечения экстенсивной концентрацией операций [13, 28]. Типовые маршруты выбираются исходя из признаков конструктивно-технологического подобия деталей. Далее типовой маршрут дорабатывается исходя из конструктивно-технологических особенностей детали, для которой проектируется маршрут обработки. Проанализировав возможные варианты типовых маршрутов обработки, имеющихся в литературе, для дальнейшего использования выбираем маршруты, содержащиеся в источниках [13, 14, 17]. Сформированный маршрут приведен ниже.

Первая операция 005 Токарная. На данной операции производится

точение поверхностей 1, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 18.

Вторая операция 010 Сверлильная. На данной операции производится сверление поверхности 23.

Третья операция 015 Токарная. На данной операции производится точение поверхностей 1, 2, 3, 4, 8, 12, 13, , 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 26, 27, 28.

Четвертая операция 020 Протяжная. На данной операции производится протягивание поверхностей 24, 25.

Пятая операция 025 Зубофрезерная. На данной операции производится нарезание поверхностей 5, 6.

Шестая операция 030 Шевинговальная. На данной операции производится обработка эвольвенты поверхность 6.

Седьмая операция 035 Зубофасочная. На данной операции фрезеруется кромка зубьев.

Восьмая операция 040 Термическая. На данной операции производится термическое упрочнение заготовки на заданную глубину.

Девятая операция 045 Внутришлифовальная. На данной операции производится шлифование поверхности 1.

Десятая операция 050 Шлифовальная. На данной операции производится шлифование поверхностей 12, 13.

Одиннадцатая операция 055 Шлифовальная. На данной операции производится шлифование поверхностей 14, 15.

Двенадцатая операция 060 Шлифовальная. На данной операции производится шлифование поверхностей 14, 15.

Тринадцатая операция 065 Моечная. На данной операции производится мойка и сушка всех поверхностей детали

Четырнадцатая операция 070 Контрольная. На данной операции производится контроль параметров детали, указанных на ее чертеже.

Следующим этапом разработки плана изготовления детали является разработка схем базирования заготовок на операциях. Согласно анализу

исходных данных и учитывая контур детали, для ее базирования применимы стандартные схемы базирования. В данном случае для всех операций применима схема с установочной, двойной опорной и опорной базами. При этом схема будет неизменна на протяжении всего технологического процесса, а измерительные и технологические базы будут совпадать, то есть будут соблюдаться все основные принципы базирования, что уменьшит погрешности при изготовлении детали.

На заключительном этапе разработки плана изготовления детали необходимо разработать графическое его отображение в соответствии с требованиями [17]. На плане изготовления должны быть отображены все операции технологического процесса в виде эскизов с указанием на них операционных размеров и схем базирования, а также технические требования на выполнение операций. Технические требования зависят от точности обработки реализуемой на конкретной операции и назначаются по рекомендациям [5, 30]. Сформированный план изготовления представлен в графической части работы. Маршрут изготовления также положен в основу разработки маршрутной карты, представленной в приложении А.

2.3 Выбор оборудования и технологической оснастки

Анализ исходных данных показал, что в качестве оборудования в среднесерийном типе производства необходимо принимать универсальные станки, при этом предпочтительно использование станков оснащенных системами числового управления и адаптивными системами. Это позволит обеспечить необходимую в условиях среднесерийного производства гибкость оборудования. Конкретные марки и модели станков будем выбирать по данным [10, 20].

В качестве режущего инструмента в данных условиях необходимо принимать универсальный и стандартизированный инструмент. Возможно применение специального инструмента, но для этого требуется технико-

экономическое обоснование данного решения. Конкретные наименования режущих инструментов будем выбирать по данным [16, 20].

Мерительный инструмент в среднесерийном типе производства используется универсальный, с количественной оценкой контролируемых параметров. Возможно применение несложных стандартизированных калибров и шаблонов. Типоразмеры и наименования мерительного инструмента будем выбирать по данным [3, 20].

Исходя из типа производства, станочные приспособления применяются универсальные, переналаживаемые, сборно-разборные, универсально-сборные. Допускается применение специальных приспособлений после проведения соответствующего технико-экономического обоснования, подтверждающего эффективность данного решения. Конкретные наименования станочных приспособлений будем выбирать по данным [20, 22].

Ниже приведены выбранное оборудование и средства технологического оснащения для всех операций технологического процесса.

Первая операция 005 Токарная. На данной операции используются: станок токарный L550 CNC, резец контурный ГОСТ 18879–73, штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166–89, патрон трехкулачковый специальный.

Вторая операция 010 Сверлильная. На данной операции используются: станок вертикально-сверлильный FPV 361, сверло спиральное диаметром 21 мм специальное, нутромер НМ–50 ГОСТ 10–88, приспособление специальное.

Третья операция 015 Токарная. На данной операции используются: станок токарный L550 CNC, резец контурный ГОСТ 18879–73, резец канавочный ГОСТ 18879–73, резец расточной ГОСТ 18879–73, микрометр МК–80 ГОСТ 6507–90, нутромер НМ–50 ГОСТ 10–88, патрон трехкулачковый специальный.

Четвертая операция 020 Протяжная. На данной операции используются: станок протяжной Н 30–60, протяжка шлицевая ГОСТ 25969–

83, шаблон, опора шаровая.

Пятая операция 025 Зубофрезерная. На данной операции используются: станок зубофрезерный 53А30П, фреза червячная диаметром 100 мм ГОСТ 9324–80, шаблон, оправка шлицевая.

Шестая операция 030 Шевинговальная. На данной операции используются: станок шевинговальный 5702В, шевер дисковый диаметром 180 ГОСТ 8570–75, шаблон, оправка шлицевая.

Седьмая операция 035 Зубофасочная. На данной операции используются: станок зубофасочный ВС–320, фреза специальная, шаблон, оправка шлицевая.

Восьмая операция 040 Термическая. На данной операции используется закалочная печь и другое оборудование для проведения термических операций.

Девятая операция 045 Внутришлифовальная. На данной операции используются: станок внутришлифовальный JHI–150 NC, круг шлифовальный 6–50x13x32 24А80К7V30 м/с1А, скоба рычажная СР ГОСТ 11098–75, оправка шлицевая.

Десятая операция 050 Шлифовальная. На данной операции используются: станок торцекруглошлифовальный ВUA 25В NC, круг шлифовальный 1–300x127x100 24А54К7V2 35м/с1А, скоба рычажная СР ГОСТ 11098–75, оправка шлицевая.

Одиннадцатая операция 055 Шлифовальная. На данной операции используются: станок торцекруглошлифовальный ВUA 25В NC, круг шлифовальный 1–300x127x100 24А54К7V2 35м/с1А, скоба рычажная СР ГОСТ 11098–75, оправка шлицевая.

Двенадцатая операция 060 Шлифовальная. На данной операции используются: станок торцекруглошлифовальный ВUA 25В NC, круг шлифовальный 1–300x127x100 24А54К7V2 35м/с1А, скоба рычажная СР ГОСТ 11098–75, оправка шлицевая.

Тринадцатая операция 065 Моечная. На данной операции используется

камерная моечная машина.

Четырнадцатая операция 070 Контрольная. На данной операции используются: контрольный стол, набор средств контроля.

Выбранные оборудование и средства технологической оснастки заносятся в технологическую документацию, представленную в приложении А. Кроме того, результаты используются при проектировании операций технологического процесса.

2.4 Проектирование операций технологического процесса

Анализ типа производства показал, что технологические операции необходимо проектировать исходя из определенной структуры операции, используемого оборудования и средств технологического оснащения на основе определения режимов резания и нормирования операций. При этом режимы резания необходимо определять расчетно-аналитическим методом [19], а нормирование выполнять расчетным методом [15, 27].

Определение режимов резания производится в следующей последовательности. Сначала определяется глубина резания, которая, как правило, равна припуску на обработку на технологическом переходе. Исключение составляют черновые переходы, где также необходимо снять напуски. Далее определяется рекомендуемая подача, которая уточняется по техническим характеристикам станка. «После этого рассчитывается скорость резания по формуле:

$$V = V_T \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (19)$$

где V_T – скорость резания табличная, м/мин;

K_1 – коэффициент характеристик материала заготовки;

K_2 – коэффициент характеристик материала инструмента;

K_3 – коэффициент типа обработки» [19].

«После этого необходимо рассчитать частоту вращения шпинделя заготовки или инструмента по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}, \quad (20)$$

где d – диаметр обрабатываемой поверхности или диаметр режущего инструмента, мм.»[19].

Расчетное значение частоты вращения уточняется по техническим характеристикам станка.

После этого выполняется нормирование технологических операций. «Для этого рассчитывается длина рабочего хода инструмента для каждого перехода операции по формуле:

$$L_{\text{р.х.}} = l_1 + l_{\text{рез}} + l_2, \quad (21)$$

где l_1 – длина врезания, мм.;

$l_{\text{рез}}$ – длина резания, мм.;

l_2 – длина перебега, мм» [15].

«Зная длину рабочего хода, определяется основное время на обработку по формуле:

$$T_o = \frac{L_{\text{р.х.}}}{S \cdot n}, \quad (22)$$

где S – подача, мм/об» [15].

Результаты определения режимов резания и нормирования приведены ниже.

«Операция 005 Токарная, установ А. Подача 0,4 мм/об, скорость резания 83 м/мин, частота вращения шпинделя 320 об/мин, длина рабочего хода 138 мм, основное время 1,1 мин» [19].

«Операция 005 Токарная, установ Б. Подача 0,4 мм/об, скорость резания 83 м/мин, частота вращения шпинделя 320 об/мин, длина рабочего хода 83 мм, основное время 0,7 мин» [19].

«Операция 010 Сверлильная. Подача 0,25 мм/об, скорость резания 18 м/мин, частота вращения шпинделя 280 об/мин, длина рабочего хода 78 мм, основное время 1,2 мин» [19].

«Операция 015 Токарная, установ А. Переход 1. Подача 0,1 мм/об, скорость резания 140 м/мин, частота вращения шпинделя 800 об/мин, длина рабочего хода 120 мм, основное время 1,5 мин. Переход 2. Подача 0,1 мм/об, скорость резания 114 м/мин, частота вращения шпинделя 1200 об/мин, длина рабочего хода 35 мм, основное время 0,3 мин. Переход 3. Подача 0,04 мм/об, скорость резания 99 м/мин, частота вращения шпинделя 630 об/мин, длина рабочего хода 4 мм, основное время 0,16 мин. Переход 4. Подача 0,04 мм/об, скорость резания 99 м/мин, частота вращения шпинделя 630 об/мин, длина рабочего хода 3 мм, основное время 0,12 мин» [19].

«Операция 015 Токарная, установ А. Переход 1. Подача 0,1 мм/об, скорость резания 158 м/мин, частота вращения шпинделя 630 об/мин, длина рабочего хода 56 мм, основное время 0,9 мин. Переход 2. Подача 0,1 мм/об, скорость резания 130 м/мин, частота вращения шпинделя 320 об/мин, длина рабочего хода 54 мм, основное время 1,7 мин» [19].

Операция 020 Протяжная. Скорость резания 3,5 м/мин, длина рабочего хода 950 мм, основное время 0,27 мин.

Операция 025 Зубофрезерная. «Подача 1,5 мм/об, скорость резания 60 м/мин, частота вращения шпинделя 200 об/мин, длина рабочего хода 18 мм, основное время 1,8 мин» [19].

Операция 030 Зубошевинговальная. «Подача 120 мм/об, скорость резания 12 м/мин, частота вращения шпинделя 260 об/мин, длина рабочего хода 18 мм, основное время 0,8 мин» [19].

Операция 035 Зубофасочная. «Подача 0,3 мм/зуб, скорость резания 35 м/мин, частота вращения шпинделя 600 об/мин, время 0,6 мин» [19].

Операция 045 Внутршлифовальная. «Подача 1,4 мм/мин, скорость резания 30 м/мин, частота вращения шпинделя 300 об/мин, длина рабочего хода 25 мм, основное время 0,92 мин» [19].

Операция 050 Шлифовальная. «Подача 1,8 мм/мин, скорость резания 35 м/мин, частота вращения шпинделя 300 об/мин, длина рабочего хода 1,32 мм, основное время 0,9 мин» [19].

Операция 055 Шлифовальная. «Подача 1,8 мм/мин, скорость резания 35 м/мин, частота вращения шпинделя 300 об/мин, длина рабочего хода 1,25 мм, основное время 0,85 мин» [19].

Операция 060 Шлифовальная. «Подача 1,8 мм/мин, скорость резания 40 м/мин, частота вращения шпинделя 300 об/мин, длина рабочего хода 0,594 мм, основное время 1,6 мин» [19].

По результатам выполнения данного раздела можно сделать следующие выводы. Спроектирована оптимальная заготовка для изготовления детали в условиях среднесерийного производства, что подтверждено соответствующими расчетами. Спроектирован один из вариантов технологии изготовления детали с учетом особенностей ее конструкции, подробным определением припусков на обработку, режимов резания и нормирования. При этом использованы оборудование и средства технологического оснащения наиболее соответствующие типу производства.

Проведя анализ полученных результатов разработки технологии изготовления шестерни можно выявить ряд недостатков. В ходе выбора станочных приспособлений было выявлено, что на ряде операций необходимо применить специальную оснастку, проектирование которой в дальнейшем необходимо провести. Другой недостаток был выявлен на сверлильной операции, на выполнение которой затрачивается значительное время. Следовательно, необходимо также провести ее модификацию. Для этого предлагается спроектировать режущий инструмент, отличающийся от стандартного инструмента. Решению данных задач посвящены следующие разделы работы.

3 Разработка специальной технологической оснастки

3.1 Разработка токарного патрона

В качестве недостатков ходе анализа спроектированного технологического процесса было отмечено необходимость проектирования специальных станочных приспособлений для ряда операций. В частности для 015 токарной операции, эскиз которой представлен на рисунке 3. На данной операции у стандартного приспособления отсутствует механизированный привод. Это приводит к увеличению вспомогательного времени на обработку и нестабильности сил закрепления, что негативно сказывается на точности обработки. Проектирование данного приспособления производится по рекомендациям [2, 9, 25].

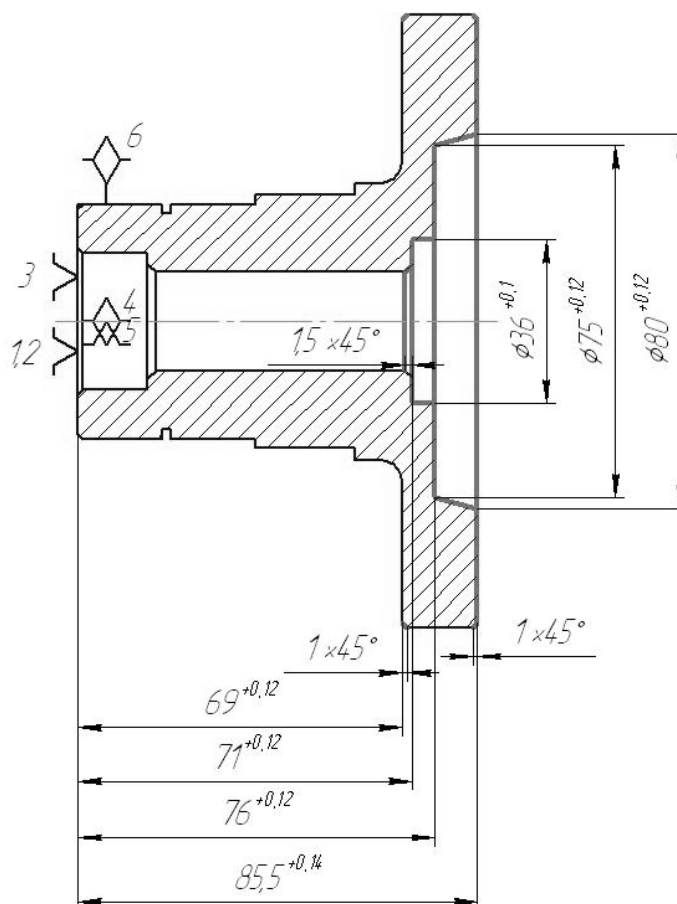


Рисунок 3 – Операционный эскиз

Проектирование приспособления выполняется в следующей последовательности. Сначала рассчитывается усилие необходимое для закрепления заготовки во время обработки, затем рассчитывается требуемое усилие на приводе, после этого определяются характеристики силового привода и в заключении определяется соответствие приспособления необходимой точности обработки.

«Расчет усилия необходимого для закрепления заготовки во время обработки начинается с определения составляющих силы резания по формуле:

$$P_{Y,Z} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (23)$$

где C_p , x , y , n – коэффициент и показатели степеней, зависящие от конкретных условий обработки;

t – глубина резания, мм;

S – подача инструмента, мм/об;

V – скорость резания, м/мин;

K_p – коэффициент, учитывающий условия обработки» [21].

$$P_Y = 10 \cdot 243 \cdot 3,18^{0,9} \cdot 0,2^{0,6} \cdot 130^{-0,3} \cdot 0,9 = 547 \text{ Н.}$$

$$P_Z = 10 \cdot 300 \cdot 3,18^{1,0} \cdot 0,2^{0,75} \cdot 130^{-0,15} \cdot 0,9 = 1237 \text{ Н.}$$

Далее необходимо определить моменты, действующие на заготовку в процессе обработки. Для этого на основании расчетной схемы закрепления заготовки во время обработки, представленной на рисунке 4, составляем уравнения для определения моментов от действия составляющих сил резания и закрепления.

«Крутящий момент от составляющей P_Z силы резания равен:

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

где d_o – диаметр обрабатываемой поверхности, мм» [21].

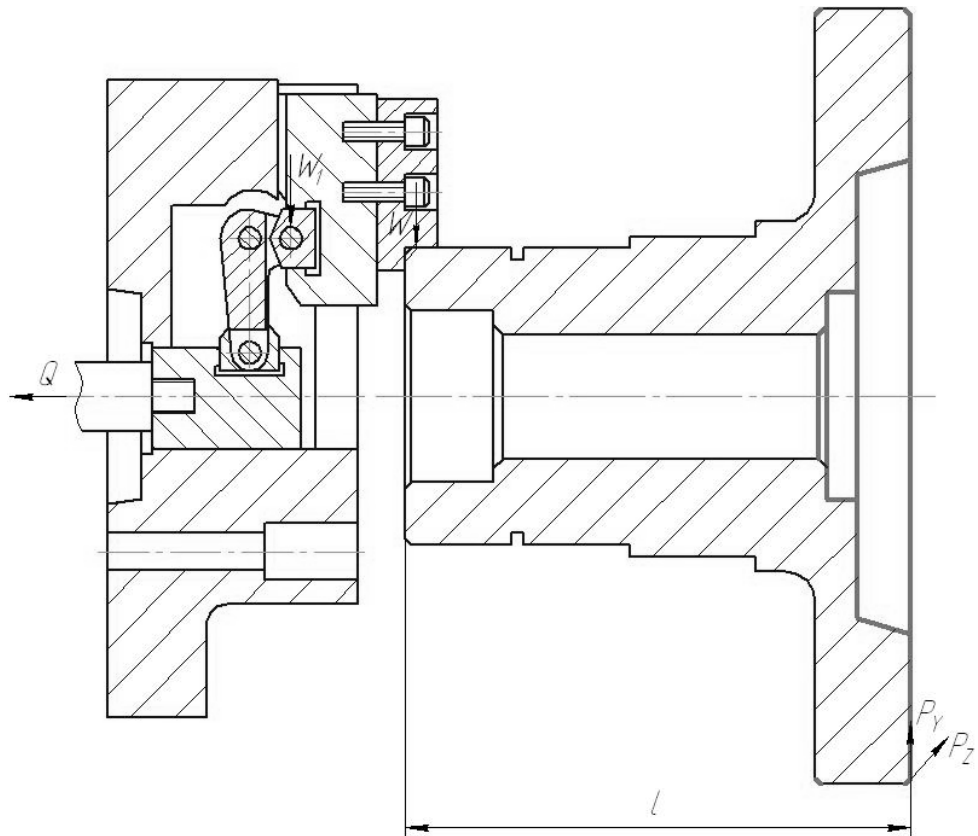


Рисунок 4 – Схема закрепления заготовки во время обработки

«Момент силы зажима равен:

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

где W – усилие необходимое для закрепления заготовки во время обработки, Н;

f – коэффициент;

d_3 – диаметр, за который происходит закрепление, мм» [21].

Исходя из обеспечения равновесия системы во время обработки, то есть, приравняв моменты, выводим уравнение усилия необходимого для закрепления заготовки во время обработки:

$$\ll W = \frac{P_Z \cdot d_0}{f \cdot d_3} \cdot K, \quad (26)$$

где K – коэффициент запаса, учитывающий условия выполнения операции» [21].

«Коэффициент запаса, учитывающий условия выполнения операции определяется по формуле.

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (27)$$

где: K_0 – гарантированный коэффициент запаса;

K_1 – коэффициент, учитывающий влияние неровностей обрабатываемой поверхности;

K_2 – коэффициент, учитывающий состояние режущего инструмента;

K_3 – коэффициент, учитывающий непостоянство сил резания;

K_4 – коэффициент, учитывающий колебания усилия на приводе;

K_5 – коэффициент, учитывающий эргономические характеристики зажимного механизма;

K_6 – вводится в расчёт только при наличии моментов, стремящихся повернуть заготовку, установленную плоской технологической базой на опоры-штыри» [9].

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,4 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 2,5.$$

По формуле (26) определяем усилие необходимое для закрепления заготовки во время обработки

$$W = \frac{1237 \cdot 130}{0,3 \cdot 50} \cdot 2,5 = 26801 \text{ Н.}$$

Крутящий момент от составляющей P_Y силы резания равен:

$$\langle M_{P_Y} = P_Y \cdot l, \quad (28)$$

где l – расстояние между точкой приложения силы закрепления и силы резания, мм» [21].

«Момент силы зажима равен:

$$M_{3PY} = \frac{2 \cdot W \cdot f \cdot d_3}{3}. \quad (29) \gg [21]$$

Исходя из обеспечения равновесия системы во время обработки, аналогично предыдущему случаю, выводим уравнение усилия необходимого для закрепления заготовки во время обработки:

$$W = \frac{3 \cdot P_Y \cdot l}{2 \cdot f \cdot d_3} \cdot K. \quad (30)$$

Подставляем значения в формулу (28) и выполняем расчет.

$$W = \frac{3 \cdot 547 \cdot 85}{2 \cdot 0,3 \cdot 50} \cdot 2,5 = 11623 \text{ Н.}$$

Проанализировав полученные результаты усилий необходимых для закрепления заготовки во время обработки, для дальнейших расчетов принимаем наибольшее, то есть 26801 Н.

Необходимо учесть, что в следствии конструктивных особенностей проектируемого приспособления «усилие на постоянных кулачках будет отличаться от расчетного и рассчитывается по формуле:

$$W_1 = \frac{W}{1 - \frac{3 \cdot l}{H} \cdot f_1}, \quad (31)$$

где l – вылет кулачка, мм;

H – размер направляющей постоянного кулачка, мм;

f_1 – коэффициент трения в зоне контакта направляющей и постоянного кулачка» [21].

$$W_1 = \frac{26801}{1 - \frac{3 \cdot 62}{80} \cdot 0,1} = 34919 \text{ Н.}$$

«Расчет усилия на силовом приводе выполняется по формуле:

$$Q = \frac{W_1}{i_c}, \quad (32)$$

где i_c – передаточное отношение зажимного механизма» [21].

С учетом использования в конструкции приспособления рычажного зажимного механизма передаточное отношение определяется выражением:

$$i_c = \frac{A}{B}, \quad (33)$$

где A и B – размеры плеч рычага, мм.

Проводим расчет.

$$Q = \frac{34919}{2,5} = 13968 \text{ Н.}$$

Характеристики силового привода определяются диаметром его поршня. Возможны несколько вариантов. Первый вариант использовать пневматический силовой привод, второй гидравлический. Пневматические цилиндры имеют более простую конструкцию и дешевле в эксплуатации, но имеют меньшее рабочее давление, что ограничивает их применение. Гидравлические цилиндры обеспечивают большее рабочее давление, но требуют применения маслостанций и других технических устройств.

«Определение диаметра поршня производится по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot Q}{P} + d^2}, \quad (34)$$

где d – диаметр штока, мм;

P – давление масла в гидросистеме, МПа» [2].

Рассчитываем диаметр поршня для случая использования пневмоцилиндра.

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot 13968}{0,4} + 30^2} = 300 \text{ мм.}$$

В соответствии с рекомендациями [2] максимально допустимый диаметр составляет 120 мм, поэтому данный вариант не приемлем в этом случае.

Рассчитываем диаметр поршня для случая использования гидроцилиндра.

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot 13968}{5,0} + 30^2} = 90 \text{ мм.}$$

В соответствии с проведенными расчетами в конструкции патрона для обеспечения механизации закрепления принимаем гидроцилиндр с диаметром поршня 90 мм и давлением рабочей жидкости в системе 5,0 МПа.

На заключительном этапе проектирования патрона определим соответствие приспособления необходимой точности обработки. Для этого используем, представленную на рисунке 5 размерную схему.

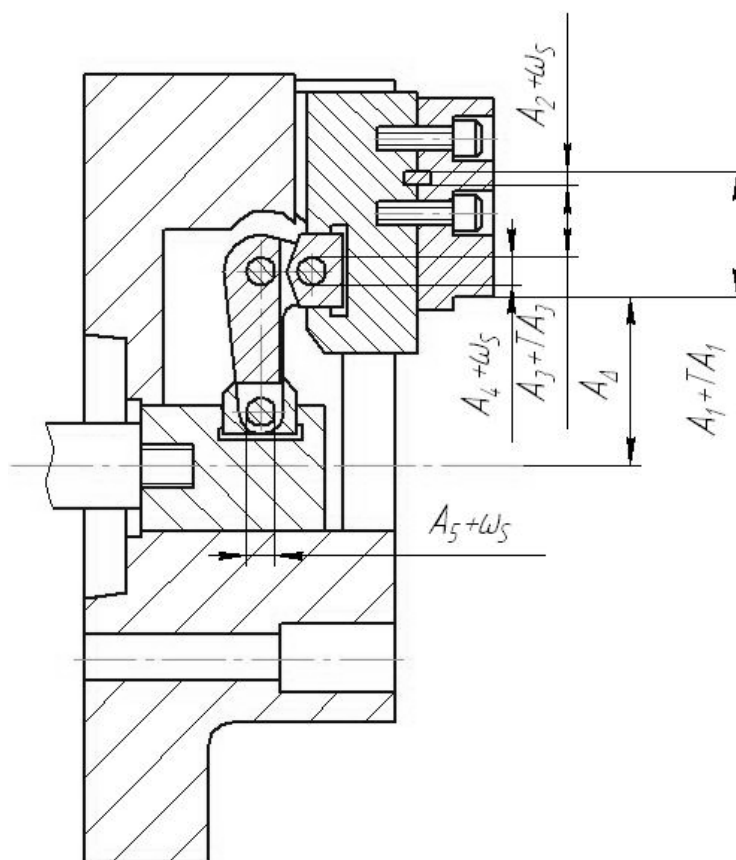


Рисунок 5 – Размерная схема патрона

Расчетная погрешность установки в спроектированном патроне в соответствии с его размерной схемой рассчитывается по формуле:

$$\langle \varepsilon_y = \frac{\omega \cdot A_{\Delta}}{2} = \frac{1}{2} \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2 + \Delta_4^2 + \Delta_5^2}, \quad (35)$$

где Δ_1 – допуск размера A_1 , мм;

Δ_2 – колебание зазора в сопряжении A_2 , мм;

Δ_3 – допуск размера A_3 , мм;

Δ_4 – колебание зазора в сопряжении A_4 , мм;

Δ_5 – колебание зазора в сопряжении A_5 , мм» [21].

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{0,025^2 + 0,015^2 + 0,018^2 + 0,015^2 + 0,015^2} = 0,02 \text{ мм.}$$

«Для того, чтобы приспособление соответствовало заданной точности расчетная погрешность установки не должна превышать допустимой погрешности рассчитанной по формуле:

$$\varepsilon_y = 0,3 \cdot Td, \quad (36)$$

где Td – технологический допуск на выполняемый размер, мм» [21].

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

Условие выполнено, поэтому делаем вывод о соответствии приспособления заявленной точности.

Конструкция патрона подробно прорабатывается при выполнении его рабочего чертежа, представленного в графической части работы. Также к сборочному чертежу разрабатывается спецификация, представленная в приложении Б.

Проектирование данного станочного приспособления позволило сократить время на выполнение операции за счет снижения вспомогательного времени на снятие и установку детали путем механизации данного процесса.

3.2 Разработка сверла

Разработка сверла для выполнения перехода сверления на 010 Сверлильной операции выполняется с целью устранения одного из выявленных недостатков базового технологического процесса, который заключается в недостаточной производительности операции. Сократить время на обработку в данном случае можно путем применения более интенсивных режимов резания, однако в этом случае снизится стойкость сверла. Устраним данный недостаток путем проектирования сверла с увеличенной стойкостью с использованием рекомендаций [23].

Номинальный «диаметр сверла рассчитывается по формуле:

$$D = D_{min} + \frac{TD}{2}, \quad (37)$$

где D_{min} – минимальный диаметр отверстия, мм;

TD – допуск на выполняемый размер, мм» [23].

$$D = 21 + \frac{0,084}{2} = 21,042 \text{ мм.}$$

Назначаем допуск на диаметр сверла исходя из следующих соображений. В соответствии с данными [23] допуск на диаметр сверла должен быть на два квалитета точнее допуска выполняемого им размера, то есть соответствовать в данном случае 10 квалитету. Диаметр инструмента будет иметь размер $21,042_{-0,033}$ мм.

Немаловажным фактором для решения проблемы повышения стойкости сверла является выбор материала его режущей части. Исходя из условий обработки и рекомендаций [23] в данном случае выбираем быстрорежущую сталь P18Ф ГОСТ 19265–73.

Следующим мероприятием, направленным на увеличение стойкости сверла является использование специальной вставки из поликристаллического нитрида бора в центральной части сверла. Для

обеспечения эффективности работы вставки режущие кромки покрываются нитридом молибдена толщиной от 2 до 10 мкм.

Расчет диаметра данной вставки выполняется по формуле:

$$d = \frac{D}{9}. \quad (38)$$

$$d = \frac{21,042}{9} = 2,34 \text{ мм.}$$

В соответствии с рекомендациями [23] принимаем диаметр вставки равный 2,5 мм.

Исходя из размеров сверла и условий обработки выбираем цилиндрический хвостовик, диаметр которого определяется по формуле:

$$\ll d = \frac{6 \cdot \mu_{\text{ср}} \cdot \sin \theta}{\mu \cdot P_0 \cdot (1 - 0,04 \cdot \Delta \theta)}, \quad (39)$$

где $\mu_{\text{ср}}$ – момент сопротивления силам резания, Н·м;

θ – угол конуса, град;

μ – коэффициент трения на поверхности контакта;

P_0 – осевая сила, Н;

$\Delta \theta$ – допуск угла конуса, град» [23].

$$d = \frac{6 \cdot 3,47 \cdot \sin 1^\circ 30'}{0,1 \cdot 645 \cdot (1 - 0,04 \cdot 5)} = 21,5 \text{ мм.}$$

Предлагаемая конструкция сверла позволяет повысить его стойкость до восьми раз в зависимости от применяемых режимов резания.

Выполнение данного раздела позволило устранить один из ключевых недостатков проектируемого технологического процесса, который заключался в низкой производительности сверлильной операции, за счет применения конструкции сверла с износостойкой вставкой и покрытием режущих кромок нитридом молибдена.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

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

Технологический процесс изготовления шестерни поворотной сварочной платформы необходимо проанализировать на безопасность и экологичность его выполнения. Для этого необходимо составить первичное описание технологического процесса в виде технологического паспорта (таблица 1). Согласно рекомендациям [6] паспорт должен содержать информацию об исполнителях, используемом оборудовании, материалах и веществах используемых для выполнения технологических процессов.

Таблица 1 – «Технологический паспорт технического объекта

Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества
технологический процесс изготовления шестерни поворотной сварочной платформы	сверлильная операция	сверловщик	вертикально-сверлильный FPV 361, сверло спиральное диаметром 21 мм специальное, приспособление специальное	сталь 20Х2Н4А ГОСТ 4543–71, ветошь, смазочно-охлаждающая жидкость
	шлифовальная операция	шлифовщик	торцевкруглошлифовальный ВUA 25В NC, круг шлифовальный 1–300x127x100 24А54К7V2, оправка шлицевая	сталь 20Х2Н4А ГОСТ 4543–71, ветошь, смазочно-охлаждающая жидкость» [6]

Используя данный паспорт, проводим анализ технологического процесса на соответствие его нормам охраны труда, пожарной безопасности и экологическим показателям.

4.2 Идентификация профессиональных рисков

Определим профессиональные риски, возникновение которых возможно при выполнении технологического процесса (таблица 2). Для этого необходимо определить, какие опасные и вредные производственные факторы возникают в ходе выполнения технологического процесса, и что является источником их возникновения.

Таблица 2 – «Идентификация профессиональных рисков»

Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и/или вредный производственный фактор	Источник опасного и/или вредного производственного фактора
сверлильная операция, шлифовальная операция	неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним	станок, средства технологического оснащения, технологический транспорт
	опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека	станок, средства технологического оснащения
	опасные и вредные производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей и характеризующиеся повышенным уровнем общей вибрации	станок, средства технологического оснащения, технологический транспорт
	опасные и вредные производственные факторы, связанные с акустическими	станок, средства технологического »[6]

Продолжение таблицы 2

«Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и/или вредный производственный фактор	Источник опасного и/или вредного производственного фактора
	колебаниями в производственной среде и характеризуемые повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума	оснащения, технологический транспорт
	отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения	станок, средства технологического оснащения
	вещества, обладающие острой токсичностью по воздействию на организм	смазочно-охлаждающая жидкость
	стереотипные рабочие движения	станок, средства технологического оснащения, технологический транспорт» [6]

Из представленной таблицы видно, что большинство опасных и вредных производственных факторов могут представлять значительную угрозу для здоровья и при определенных обстоятельствах жизни работников. В связи с этим требуется разработка специализированных мер и применение специальных технических средств, которые способны снизить или устранить влияние данных факторов на работников.

4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

В соответствии с принятой методикой, для каждого выявленного ранее опасного и вредного производственного фактора, необходимо выбрать наиболее подходящие организационно-технические методы, технические средства и средства индивидуальной защиты (таблица 3).

Таблица 3 – «Организационно-технические методы и технические средства устранения или снижения негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов»

Опасный и/или вредный производственный фактор	Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним	инструктаж по охране труда, устройства, ограждающие опасные зоны, зачистка заусенцев	фартук для защиты от общих производственных загрязнений, перчатки трикотажные с точечным полимерным покрытием, очки защитные
опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека	инструктаж по охране труда, устройства, ограждающие опасные зоны	костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий или халат для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий, нарукавники, перчатки трикотажные с точечным полимерным покрытием
опасные и вредные производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей и характеризующиеся повышенным уровнем общей вибрации	инструктаж, виброгасящие устройства и приспособления	ботинки кожаные с защитным подноском
опасные и вредные производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризующиеся повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума	инструктаж, устройства и приспособления, поглощающие и снижающие уровень шума	наушники противозумные или вкладыши противозумные
отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения	инструктаж по охране труда, устройства местного освещения» [6]	

Продолжение таблицы 3

«Опасный и/или вредный производственный фактор	Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
вещества, обладающие острой токсичностью по воздействию на организм	инструктаж по охране труда, устройств ограждающие опасные зоны	халат для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий, нарукавники, фартук для защиты от общих производственных загрязнений с нагрудником
стереотипные рабочие движения	инструктаж по охране труда, регламентируемые перерывы» [б]	

Принятые меры позволят устранить или минимизировать влияние на работников выявленных ранее опасных и вредных производственных факторов.

4.4 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Обеспечение экологической безопасности технологического процесса зависит от множества факторов. Среди них используемое оборудование, средства технологического оснащения, металлорежущие инструменты, обрабатываемые материалы и применяемые в ходе выполнения техпроцесса технические жидкости. Для разработки соответствующих мероприятий в первую очередь необходимо определить негативные факторы, возникающие в ходе изготовления шестерни и оказывающие воздействие на окружающую среду (таблица 4).

Таблица 4 – «Идентификация негативных экологических факторов технического объекта»

Наименование технического объекта, производственно-технологического техпроцесса	Структурные составляющие объекта производственно-технологического процесса	Негативное экологическое воздействие технического объекта на атмосферу	Негативное экологическое воздействие технического объекта на гидросферу	Негативное экологическое воздействие технического объекта на литосферу
технологический процесс изготовления шестерни поворотной сварочной платформы	станок FPV 361, сверло спиральное диаметром 21 мм специальное, приспособление специальное, станок ВUA 25В NC, круг шлифовальный 1–300x127x100 24A54K7V2, оправка шлицевая	взвешенные частицы и аэрозоли смазочно-охлаждающей жидкости и других технических жидкостей, пыль	смазочно-охлаждающая жидкость, другие технические жидкости и их растворы, частицы стружки, растворенная пыль	металлическая стружка, ветошь, смазочно-охлаждающая жидкость, другие технические жидкости и их растворы» [6]

С целью устранения влияния выявленных негативных факторов необходимо принять мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу, гидросферу и литосферу [6].

Применение предлагаемых организационно-технических мероприятий позволит эффективно решить проблему обеспечения экологической безопасности технологического процесса изготовления шестерни поворотной сварочной платформы.

В результате выполнения данного раздела был проведен комплексный анализ технологического процесса на безопасность и экологичность его выполнения. Для этого разработан технологический паспорт, который стал основой для анализа и разработки системы обеспечения охраны труда, системы обеспечения пожарной безопасности и системы обеспечения экологической безопасности. Предлагаемые мероприятия предполагают внедрение на производстве ряда технических средств и организационных мероприятий, которые не требуют значительных финансовых затрат.

5 Экономическая эффективность работы

При написании бакалаврской работы было предложено изменить на трех операциях 010 (сверлильная), 015 (товарная) и 025 (зубофрезерная) приспособление и инструмент. Эти изменения привели к сокращению трудоемкости выполнения некоторых операций, что с технологической точки зрения доказывает эффективность данного изменения. Однако, предстоит подтвердить эффективность еще и с экономической точки зрения, что и будет выполнено в рамках раздела 5 бакалаврской работы.

Все необходимые технические параметры: машинное и штучное время, модель оборудования до и после совершенствования технологического процесса, наименование инструмента и оснастки, также до и после совершенствования, применяемые на операциях 010, 015 и 025, были взяты из предыдущих разделов бакалаврской работы. Для сбора информации по остальным параметрам, необходимым для расчета: мощность и занимаемая площадь оборудования, цены оснастки и инструмента, часовые тарифные ставки, тарифы по энергоносителям и многое другое, использовались разные источники:

- паспорт станка;
- учебно-методическое пособие по выполнению экономического раздела выпускной квалификационной работы для студентов, обучающихся по специальности 15.03.03 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»;
- данные предприятия по тарифам на энергоносители;
- сайты с ценами на оборудование, оснастку и инструмент, и другие источники.

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

- «капитальные вложения по сравниваемым вариантам»;

- технологическая себестоимость изменяющихся по вариантам операций;
- калькуляция себестоимости обработки детали по вариантам технологического процесса;
- приведенные затраты и выбор оптимального варианта;
- показатели экономической эффективности проектируемого варианта техники (технологии)» [12, с. 15–23].

Далее будут представлены основные результаты проведенных расчетов. На рисунке 6, показаны величины слагаемых капитальных вложений, сумма которых для внедрения предложенных изменений составит 185382,34 руб.

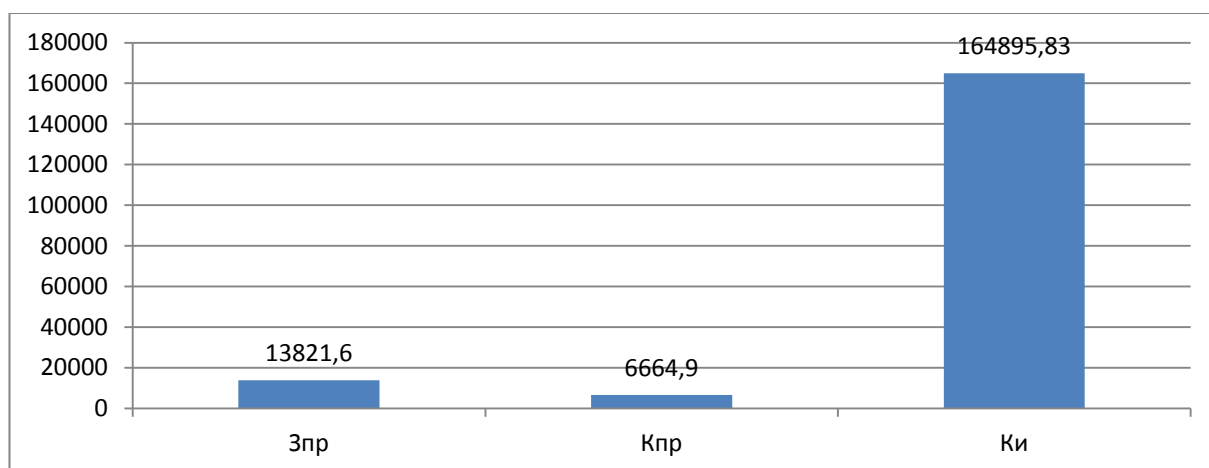


Рисунок 6 – Величина затрат, входящих в капитальные вложения, предложенного проекта, руб.

Анализируя, представленные на рисунке 6, данных, можно сделать вывод о том, что самыми капиталоемкими затраты являются затраты на инструмент (K_{II}), с величиной 88,9 % от всей величины капитальных вложений. Все остальные значения не превышают даже 10 %, и находятся в интервале от 3,6 % до 7,5 %. Но не смотря на их относительную не большую величину, пренебрегать этими значениями нельзя, так они отображают значения затрат, таких приобретений как приспособление (K_{III}) и затраты на

проектирование ($Z_{ПР}$), соответственно. На рисунке 7 представлены параметры, из которых складывается технологическая себестоимость детали «шестерня», по двум сравниваемым вариантам технологического процесса. Правда значение величины основных материалов за вычетом отходов не использовалось для определения выше оговоренного параметра, т. к. в процессе совершенствования технологического процесса, способ получения заготовки не метался, поэтому остается без изменения.

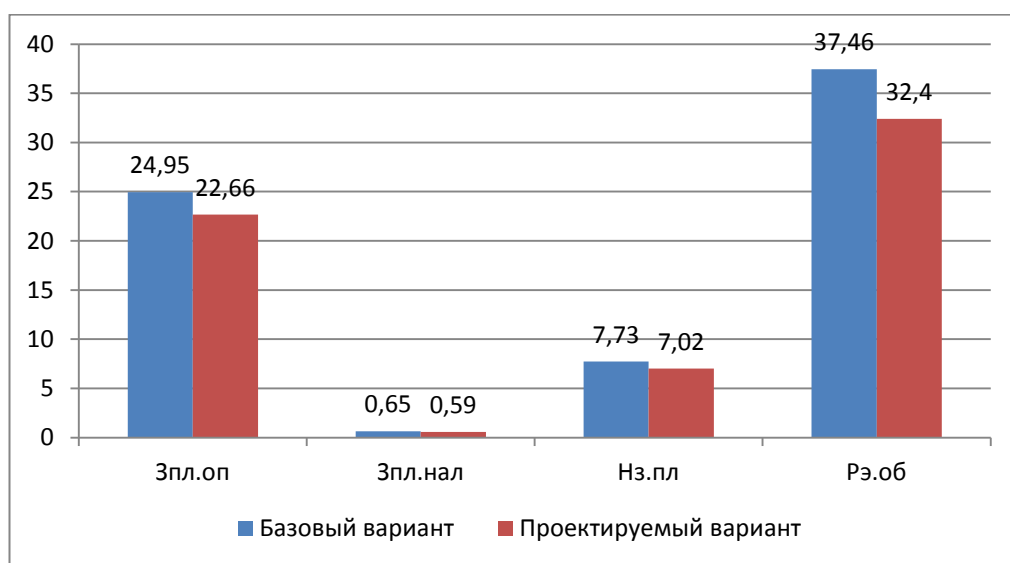


Рисунок 7 – Слагаемые технологической себестоимости изготовления детали «Шестерня», по вариантам, руб.

Анализируя диаграмму на рисунке 7, видно, что две величины имеют примерные равные доли в общей величине технологической себестоимости, это:

- расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, с объемом величины 52,92 % для базового варианта и 51,7 % для проектируемого варианта, от всего значения технологической себестоимости;

- заработная плата оператора ($Z_{ПЛ.ОП}$), необходимая на оплату труда рабочего, занятого на работе сверлильного, токарного и зубофрезерного станков, доля которой составляет 36,16 % для базового варианта и 37,1 % для проектируемого варианта, в размере технологической себестоимости.

Данные параметры позволили сформировать значение полной себестоимости. Результаты калькуляции себестоимости обработки детали «Шестерня» по операциям 005, 010 и 025 технологического процесса, представлены на рисунке 8.

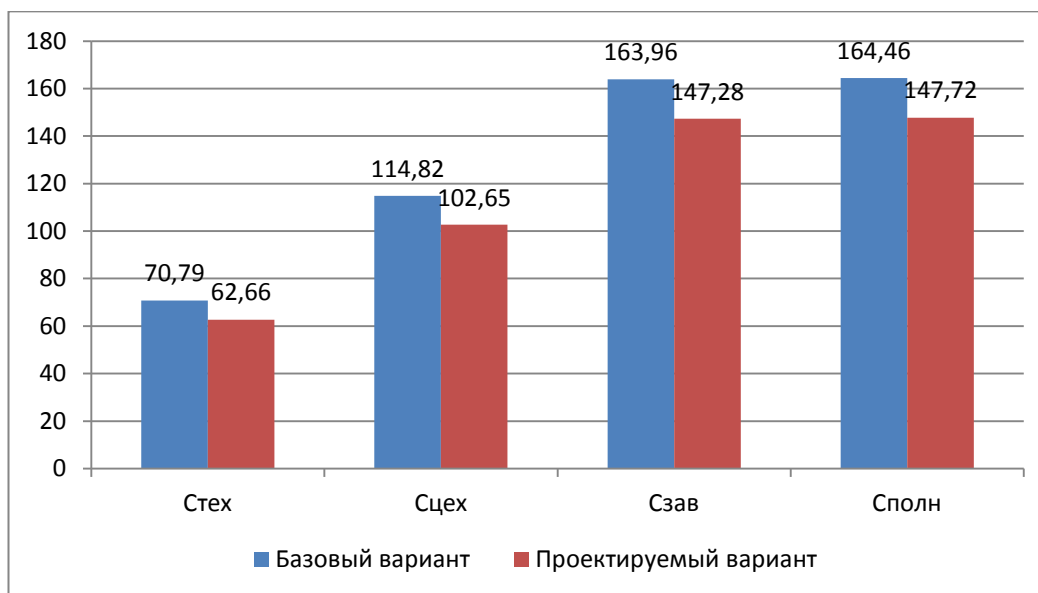


Рисунок 8 – Калькуляция себестоимости, по вариантам технологического процесса, руб.

Согласно рисунку 8, значение полной себестоимости ($C_{полн}$) для базового варианта составило 164,46 рубля, а для проектируемого варианта всего лишь 147,72 рублей. Дальнейшие расчеты показали, что капитальные вложения, в размере 185382,34 рублей, окупятся в течение 3-х лет. Такой срок является допустимым для внедрения нового оборудования по совершенствованному технологическому процессу. Однако прежде чем говорить об его эффективности, проанализируем такой экономический параметр как интегральный экономический эффект или чистый дисконтируемый доход. Величина данного показателя составляет 34061,95 рубля со знаком «плюс», что доказывает эффективность предложенных мероприятий. А это значит, что на каждый вложенный рублю будет получен доход 1,18 рублей.

Заключение

В ходе выполнения работы был решен комплекс задач, направленных на проектирование эффективного технологического процесса изготовления шестерни поворотной сварочной платформы, обеспечивающего изготовление всей производственной программы в строго установленные сроки.

Проведен анализ функционального назначения детали и условий эксплуатации, анализ технологических показателей детали и анализ типа производства. Экономически обоснован выбор заготовки. Из двух допустимых в данном случае методов выбран метод штамповки на горизонтально-ковочной машине. Проведено ее проектирование, основываясь на рекомендациях по типу производства и применяя соответствующие типу производства методы определения припусков на обработку.

Спроектирована эффективная технология изготовления на основе типовой технологии с применением современного оборудования и технологической оснастки. При этом определены режимы резания, выполнено нормирование операций и разработана вся технологическая документация. Затем проведен критический анализ полученных результатов и выявлены операции имеющие недостатки.

На следующем этапе решена задача модернизации операций, имеющих недостатки. Решение данной задачи заключается в проектировании специальной технологической оснастки и режущего инструмента для соответствующих операций технологического процесса.

Далее решена задача обеспечения безопасности выполнения техпроцесса и разработаны мероприятия по снижению его влияния на экологию.

На заключительном этапе определена экономическая эффективность спроектированного технологического процесса и принятых для его модернизации технических решений.

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: 25.03.2021).

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: 08.04.2021).

3. Болтон У. Карманный справочник инженера-метролога / У Болтон. – М. : ДМК Пресс, 2010. – 380 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: 15.03.2021).

5. Горбацевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие для вузов / А.Ф. Горбацевич, В.А. Шкред. М. : ООО ИД «Альянс», 2007 – 256 с.

6. Горина Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта» : электрон. учеб.-метод. пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. – Тольятти. : Изд-во ТГУ, 2018. – 41 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/8767> (дата обращения: 10.05.2021).

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

8. Звонцов И.Ф. Проектирование и изготовление заготовок деталей общего и специального машиностроения : учебное пособие / И.Ф. Звонцов,

К.М. Иванов, П.П. Серебrenицкий. – Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2015. – 179 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/75160> (дата обращения: 26.03.2021).

9. 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: 26.04.2021).

10. Каталог продукции «Инвест-станок». [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.investstanok.ru> (дата обращения: 14.04.2021).

11. Копылов Ю.Р. Технология машиностроения : учебное пособие / Ю.Р. Копылов. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. – 252 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/142335> (дата обращения: 26.03.2021).

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: 12.05.2021).

13. Крупенников О.Г. Высокие технологии в машиностроении : учебно-методическое пособие / О Г. Крупенников. – Ульяновск : УлГТУ, 2019. – 81 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/165090> (дата обращения: 19.03.2021).

14. 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: 19.04.2021).

15. 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: 29.04.2021).

16. 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. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/64341> (дата обращения: 28.04.2021).

17. 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: 23.03.2021).

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

19. Режимы резания металлов : справочник / Ю. В. Барановский [и др.] ; под ред. А. Д. Корчемкина. – 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : НИИТавтопром, 1995. – 456 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/60989> (дата обращения: 27.04.2021).

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

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

22. Станочные приспособления: справочник. В 2 т. Т. 1 / А.И. Астахов [и др.]. – Москва. : Машиностроение, 1984. – 591 с.

23. Схиртладзе А.Г. Проектирование режущих инструментов : учебное пособие / А.Г. Схиртладзе, В.А. Иванов, В.К. Перевозников. – Пермь :

ПНИПУ, 2006. – 208 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/160688> (дата обращения: 16.04.2021).

24. Химический состав и физико-механические свойства стали 20Х2Н4А [Электронный ресурс]. – URL: http://metallicheckiy-portal.ru/marki_metallov/stk/20X2H4A (дата обращения: 16.03.2021).

25. Шишкин В.П. Основы проектирования станочных приспособлений: теория и задачи : учебное пособие / В.П. Шишкин, В.В. Закураев, А.Е. Беляев. – Москва : НИЯУ МИФИ, 2010. – 288 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/75715> (дата обращения: 20.04.2021).

26. Drachev O.I. Geometric stability of stepped shafts by ribbing its surface. / Drachev O.I., Gorshkov B.M., Samokhina N.S. // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall., Krasnoyarsk, Russian Federation, 2021. P. 12 – 35.

27. Mardonov B.T., Shokhzod Ch.S.U. Investigations of the process of surface-plastic deformation during rotary processing. / International Scientific and Practical Conference World science. 2018. Т. 1. №5 (33). P. 13 – 15.

28. Qin P. Research on the influence of feed speed variation on turning chatter stability. / Qin P., Wang M., Sun L., Zhang Y. // Proceedings of 2020 IEEE 11th International Conference on Mechanical and Intelligent Manufacturing Technologies, ICMIMT 2020. P. 57 – 62.

29. Vasilkov D.V. Dynamic system stability when machining with cutter. / Vasilkov D.V., Cherdakova V.S., Nikitin A.V. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. II International Conference on Innovations and Prospects of Development of Mining Machinery and Electrical Engineering, IPDME 2018. P. 022 – 045.

30. Weinert K. Dry machining and minimum quantity lubrication. / Weinert K., Inasaki I., Sutherland J.W., Wakabayashi T. // CIRP Ann-Manuf. Techn. 53:2 (2004), P 511–537.

Приложение А

Технологическая документация

Таблица А.1 – Технологическая документация

<i>Диз.</i>																
<i>Взам.</i>																
<i>Подп.</i>																
<i>Разработал</i>	<i>Гильдин</i>				ТГУ Кафедра ОТМП											
<i>Проверил</i>	<i>Левашкин</i>															
<i>Утвердил</i>					<i>Шестерня</i>											
<i>Н.контр.</i>																
M01	<i>Сталь 20X2H4A ГОСТ 4543-71</i>															
	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ	Код заготовки	Профиль и размеры					КД	МЗ		
M02		166	2,5кг	1		0,74	41211X	$\phi 134 \times 87,4$					1	3,4кг		
A	Цех	Уч	PM	Опер	Код, наименование операции					Обозначение документа						
B	Код, наименование оборудования					СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт
A03	<i>XX XX XX</i>		<i>000</i>	<i>Заготовительная</i>												
B04	<i>Горизонтально ковочная машина</i>															
O5																
A06	<i>XX XX XX</i>		<i>005</i>	<i>4110 Токарная</i>												
B07	<i>381101 Токарный L550 3 18217 312 1P 1 1 1 1200 1 2,4</i>															
O 08	<i>Точить последовательно поверхности и торцы: Установ А пов. 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 18 в размер</i>															
O 09	<i>$\phi 52,074_{-0,25}$, $\phi 55,59_{-0,25}$, $\phi 60_{-0,30}$, $89,9_{+0,33}$, $49,9_{+0,23}$, $29,1_{+0,21}$, $17,7_{+0,10}$. Установ Б пов. 1, 7 в размер</i>															
O 10	<i>$\phi 130,78_{+0,1}$, $87,9_{+0,1}$</i>															
T 11	<i>396110 Патрон 3-х кулачковый специальный; 392101 Резец контурный ГОСТ 18879-73 Т5К10; 393311</i>															
T 12	<i>Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-89.</i>															
O3																
A14	<i>XX XX XX</i>		<i>010</i>	<i>4121 Сверлильная</i>												
B15	<i>381213 Вертикально-сверлильный ФРВ 361 3, 15292 312 1P 1 1 1 1200 1 1,6</i>															
O16	<i>Сверлить поверхность 23 в размер $\phi 21_{+0,21}$</i>															
МК																

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа										
						СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тлоз	Тшт
Б	Код, наименование оборудования					СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тлоз	Тшт
Т 19	396171 Приспособление специальное; 391290 Сверло $\phi 21$ специальное Р18Ф; 393311 Штангенциркуль															
Т 20	ШЦ-1 ГОСТ 166-89.															
21																
А 22	XX XX XX 015 4110 Токарная															
Б 23	381101 Токарный L550					3	18217	312	1Р	1	1	1	1200	1		5,1
О 24	Точить последовательно поверхности и торцы; Установ А пов. 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22															
О 25	в размер $\phi 51,288_{-0,1}^{+0,08}$, $\phi 55,59_{-0,12}^{+0,08}$, $\phi 30_{-0,1}^{+0,08}$, 26,9 _{0,004} , 47,2 _{0,1} , 66 _{0,12} , 70 _{0,12} , 86,7 _{0,1} ; Установ Б пов.															
О 26	1, 2, 3, 4, 8, 26, 27, 28 размер $\phi 36_{-0,1}^{+0,12}$, $\phi 75_{-0,12}^{+0,12}$, $\phi 80_{-0,12}^{+0,12}$, 69 _{0,12} , 71 _{0,12} , 76 _{0,12} , 85,5 _{0,1} .															
Т 27	396110 Патрон 3-х кулачковый специальный; 392101 Резец контурный ГОСТ 18879-73 Т5К10;															
Т 28	392152 Резец расточной ГОСТ 18879-73 Т30К4; 392135 Резец канавочный ГОСТ 18879-73 Т30К4;															
Т 29	392104 Резец канавочный ГОСТ 18879-73 Т30К4; 394233 Микрометр МК-80 ГОСТ 6507-90; 394253															
Т 30	Нутромер НМ-50 ГОСТ 10-88.															
31																
А 32	XX XX XX 020 4155 Протяжная															
Б 33	381573 Горизонтально-протяжной Н30-60 3					16458	312	1Р	1	1	1	1200	1		1,2	
О 34	Протянуть поверхности 24, 25 в размер: $\phi 25_{-0,032}^{+0,032}$; $\phi 27_{-0,1}^{+0,1}$.															
Т 35	396171 Приспособление специальное; 392341 Протяжка шлицевая Р9 ГОСТ 25969-83; 393400 Калибр.															
36																
А 37	XX XX XX 025 4153 Зубофрезерная															
Б 38	381572 Зубофрезерный 53А30П 3					12287	312	1Р	1	1	1	1200	1		2,6	
О 39	Фрезеровать пов. 6, 5 в размер 10-й степени точности															
Т 40	396171 Приспособление специальное; 391810 Фреза червячная $\phi 100$ ГОСТ 9324-80 Р9К10; 394590 Прибор															
Т 41	измерительный универсальный.															
МК																

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа										
						СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт
Б	Код, наименование оборудования					СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт
А 69	XX XX XX	030	4157	Шевинговальная												
Б 70	381574	Зубошевинговальный	5702В	3	12287	312	1Р	1	1	1	1200	1			14	
О 71	Шевинговать пов. 6 в размер 6-й степени точности															
Т 72	396171 Приспособление специальное; 391810 Шейвер дисковый Р9Ф5 ГОСТ8570-75 394300 Прибор															
Т 73	измерительный универсальный.															
74																
А 75	XX XX XX	035	4162	Зубофасочная												
Б 76	381574	Зубофасочная	ВС-320А	3	12287	312	1Р	1	1	1	1200	1			12	
О 77	Выполнить фаски на зубьях.															
Т 78	396171 Приспособление специальное; 391810 Фреза Р6М5 специальная; 393400 Калибр.															
79																
А 80	XX XX XX	040		Термическая												
81																
А 82	XX XX XX	045	4132	Внутришлифовальная												
Б 83	381312	Внутришлифовальный	ЛН-150 НС 3	3	18873	312	1Р	1	1	1	1200	1			15	
О 84	Шлифовать поверхность 1 в размер 85 ^{±0,007} .															
Т 85	396171 Приспособление специальное; 39810Круг шлифовальный; 394300Скоба рычажная СР ГОСТ11098-75.															
86																
А 87	XX XX XX	050	4131	Шлифовальная												
Б 88	381311	Торцекруглошлифовальный	ВУА25ВНС 3	3	18873	312	1Р	1	1	1	1200	1			15	
О 89	Шлифовать пов. 12, 13 размер $\phi 54_{-0,039}^{+0,033}$; 26 ^{±0,033} .															
Т 90	396171 Приспособление специальное; 39810Круг шлифовальный; 394300Скоба рычажная СР ГОСТ11098-75.															
91																
МК																

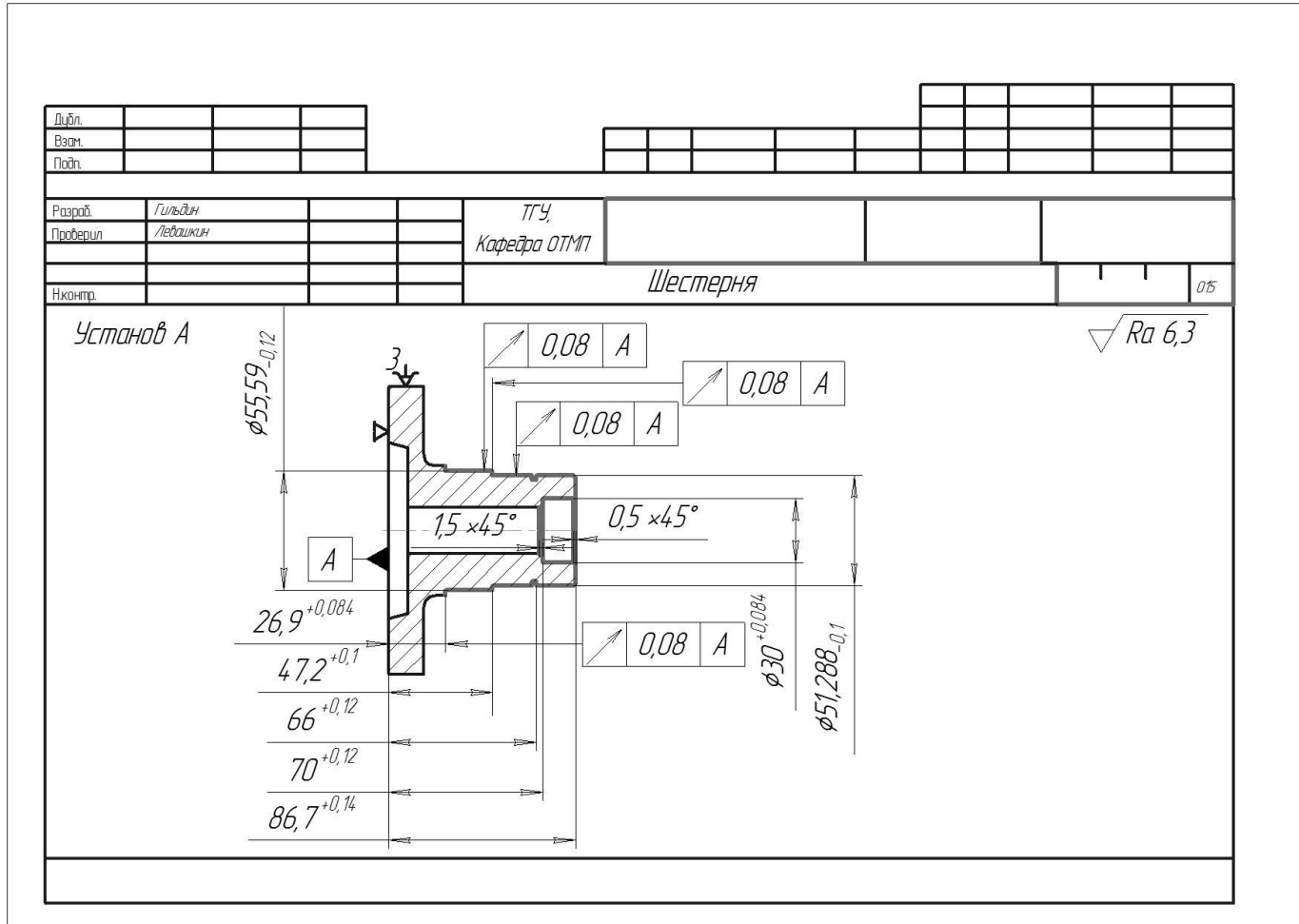
Продолжение Приложения А

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	Кшт	Тпоз	Тшт			
А 94	XX XX XX	055	4131	Шлифовальная																
Б 95	381311	Торцекруглошлифовальный	ВУА25ВНС	З 18873	312	1Р	1	1	1	1200	1									1,4
О 96	Шлифовать пов. 14, 15 размер $\phi 50,189_{-0,039}^{+0,039}$; 46,3 $_{-0,039}^{+0,039}$.																			
Т 97	396171Приспособление специальное; 39810Круг шлифовальный; 394300Скода рычажная СР ГОСТ11098-75.																			
98																				
А 99	XX XX XX	060	4131	Шлифовальная																
Б 100	381311	Торцекруглошлифовальный	ВУА25ВНС	З 18873	312	1Р	1	1	1	1200	1									2,1
О 101	Шлифовать пов. 14, 15 размер $\phi 50,018_{-0,016}^{+0,039}$; 46 $_{-0,039}^{+0,039}$.																			
Т 102	396171Приспособление специальное; 39810Круг шлифовальный; 394300Скода рычажная СР ГОСТ11098-75.																			
103																				
А 104	XX XX XX	065	Мочная																	
105																				
А 106	XX XX XX	070	Контрольная																	
107																				
108																				
109																				
110																				
111																				
112																				
113																				
114																				
115																				
116																				
МК																				

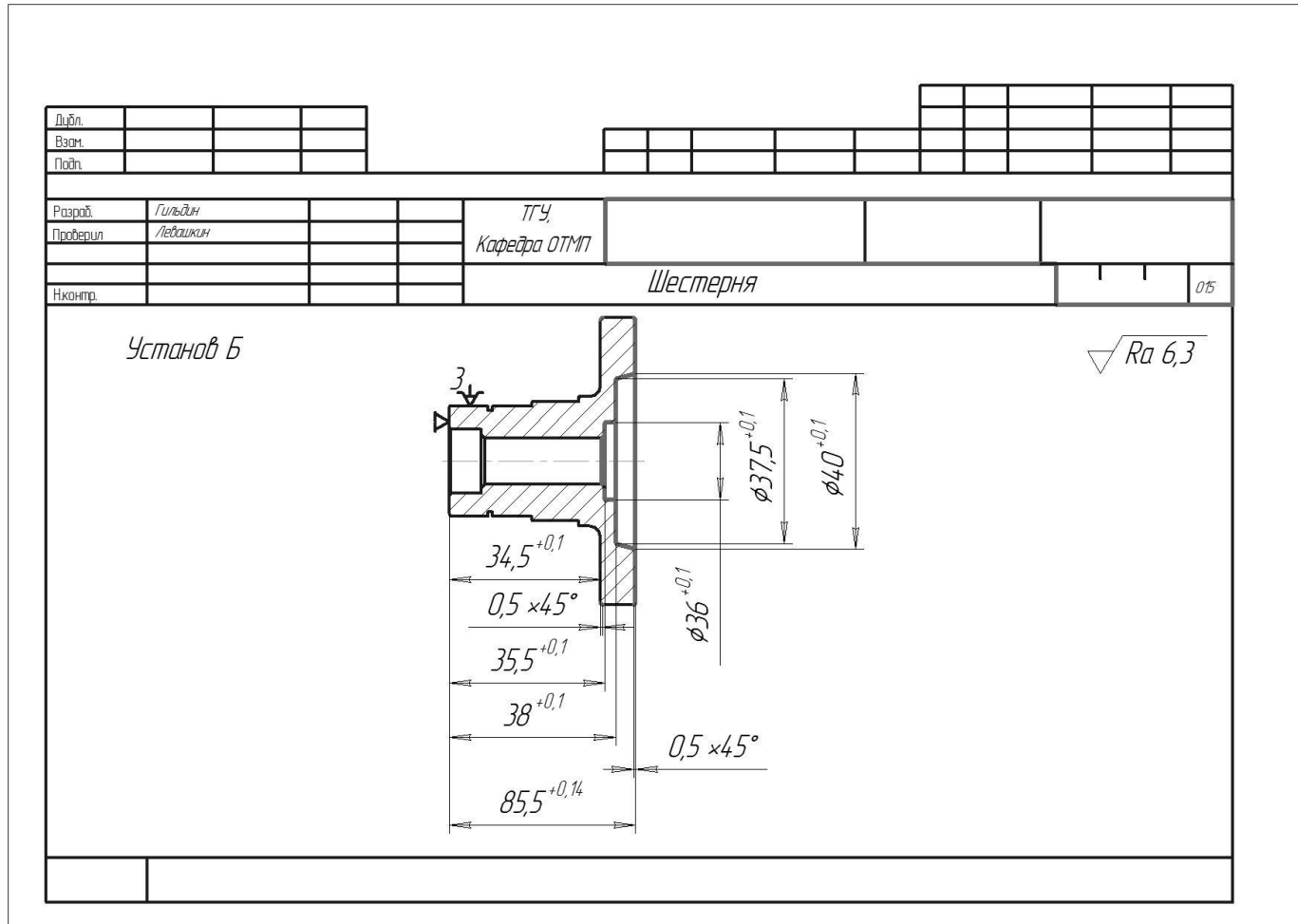
Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1



Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1



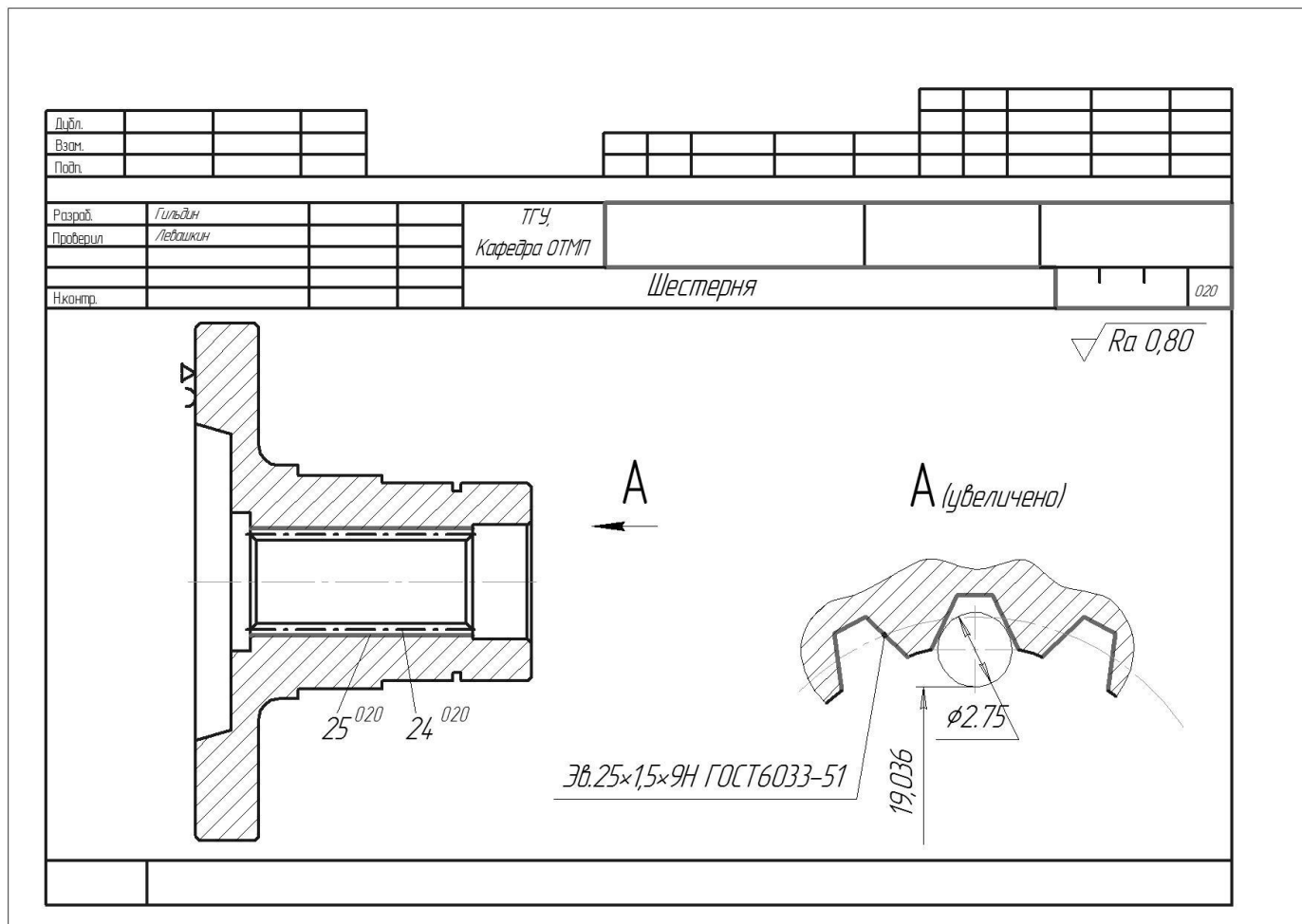
Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

Таблица А.1										Таблица А.1		Формат 1		
Дубл.														
Взам.														
Подп.														
Разраб.	Гильдин				ТГУ									
Проверил	Левашкин				Кафедра ОТМП									
Исполн.					Шестерня					Цех	Уч.	Р.М.	Опер.	
Наименование операции		Материал			Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД		
Токарная		Сталь 20Х2Н4А ГОСТ 4543-71			НВ 220	166	2,5	φ134х87,4			34	1		
Оборудование, устройства ЧПУ		Обозначение программы			Т _а	Т _б	Т _в	Т _{шп}	СОХ					
L550					4,68			51	Blasocut 1000 CF					
			П	В	Л	+	и	С	п	У				
О ₀₁	1. Установить заготовку													
Т ₀₂	396110 Патрон 3-х кулачковый специальный; 392101 Резец контурный ГОСТ 18879-73 Т5К10;													
Т ₀₃	392152 Резец расточной ГОСТ 18879-73 Т30К4; 392104 Резец канавочный ГОСТ 18879-73 Т30К4.													
О ₀₄	2. Точить последовательно поверхности и торцы: 2, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22 выдерживая													
О ₀₅	размеры согласно эскиза.													
Р ₀₆		1					1,1		0,1	800	140			
Р ₀₇		2					1,5		0,1	1200	114			
Р ₀₈		3					2,15		0,4	630	99			
Р ₀₉		4					0,9		0,4	630	99			
О ₁₀	3. Переустановить заготовку													

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1



Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.118-82										Форм 1			
Дубл.													
Взам.													
Подп.													
Разраб.	Гильдин			ТГУ									
Проверил	Левашкин			Кафедра ОТМП									
Исполн.				Шестерня						Цех	Уч.	Р.М.	Опер.
Наименование операции		Материал			Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД	
Протяжная		Сталь 20Х2Н4А ГОСТ 4543-71			НВ 220	166	2,5	φ134x87,4			34	1	
Оборудование, устройства ЧПУ		Обозначение программы			Т _а	Т _б	Т _в	Т _{шп}	СОХ				
НЗ0-60					0,27			1,2	Basocut 1000 CF				
		пш	в или в	l	t	i	s	n	v				
01	1. Установить заготовку												
Т 02	396171 Приспособление специальное; 392341 Протяжка шлицевая Р9 ГОСТ 25969-83												
0 03	2. Протянуть пов. 25, 24 выдерживая размеры согласно эскиза.												
Р 04		1				2						3,5	
05	3. Открепить, снять деталь с приспособления, уложить на тележку.												
06													
07													
08													
09													
10													

Приложение Б

Спецификации к сборочным чертежам

Таблица Б.1 – Спецификации к сборочным чертежам

Инв. №	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
								№ подл.
Перв. примен.					<i>Документация</i>			
	A1			21БР.ОТМП.268.65.00.000СБ	Сборочный чертеж			
Спроб. №					<i>Детали</i>			
	A4	1		21БР.ОТМП.268.65.00.001	Корпус патрона	1		
	A4	2		21БР.ОТМП.268.65.00.002	Втулка	1		
	A4	3		21БР.ОТМП.268.65.00.003	Гидроцилиндр	1		
	A4	4		21БР.ОТМП.268.65.00.004	Сменный кулачок	3		
	A4	5		21БР.ОТМП.268.65.00.005	Крышка цилиндра	1		
	A4	6		21БР.ОТМП.268.65.00.006	Корпус гидроцилиндра	1		
	A4	7		21БР.ОТМП.268.65.00.007	Поршень	1		
	A4	8		21БР.ОТМП.268.65.00.008	Рычаг	1		
	A4	9		21БР.ОТМП.268.65.00.009	Постоянный кулачок	3		
	A4	10		21БР.ОТМП.268.65.00.010	Втулка	1		
	A4	11		21БР.ОТМП.268.65.00.011	Шток	1		
	Подп. и дата	A4	12		21БР.ОТМП.268.65.00.012	Ось	9	
A4		13		21БР.ОТМП.268.65.00.013	Пробка	3		
					<i>Стандартные изделия</i>			
			14		Винт установочный ГОСТ Р50384-92	3		
Взам. инв. №			15		Кольцо ОСТ 92-8969-78	1		
			16		Манжета ГОСТ 8752-79	3		
Инв. № подл.	21БР.ОТМП.268.65.00.000							
	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Инв. № подл.	Разраб.	Гильдин			Патрон трехкулачковый самоцентрирующий	Лит.	Лист	Листов
	Проб.	Левашкин					1	2
	Нконтр.	Левашкин			ТГУ, ИМ, гр. ТМп-1702а			
	Утв.	Логинов			Формат А4			

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № докл.	Подп. и дата	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме-чание	
							17		Манжета ГОСТ 8752-79	3		
							18		Винт М8х30 ГОСТ 14475-80	6		
							19		Подшипник 904 ГОСТ 8338-75	2		
							20		Манжета ГОСТ 8752-79	2		
							21		Демпфер ГОСТ 8754-79	2		
							22		Винт М14х120 ГОСТ 11738-84	3		
							23		Прокладка ГОСТ 14475-80	1		
							24		Гайка М20 ГОСТ 15526-70	2		
							25		Шайба ГОСТ 11872-89	1		
							26		Винт М8х25 ГОСТ 14475-80	8		
					21.БР.ОТМП.268.65.00.000							Лист
											2	

Копировал

Формат А4

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

Инд. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Инд. № набл.	Взам. инв. №	Инд. № дробл.	Подп. и дата	Стр. №	Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
																Документация		
												A2			21БР.ОТМП.268.70.00.000СБ	Сборочный чертеж		
																Детали		
												A3	1		21БР.ОТМП.268.70.00.001	Сверло	1	
												A4	2		21БР.ОТМП.268.70.00.002	Вставка	1	
						21БР.ОТМП.268.70.00.000												
												Сверло	Лист	Лист	Листов			
												спиральное	1	1	1			
												ТГУ, ИМ, зр. ТМп-1702а						
												Формат А4						
												Копировал						