

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 кафедры)

15.03.01 «Машиностроение»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Технологии, оборудование и автоматизация машиностроительных
производств

(направленность (профиль)/ специализация)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Технологический процесс изготовления вала-шестерни привода
портального робота

Студент(ка)	<u>Д.П. Серебряков</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Руководитель	<u>Д.Г. Левашкин</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Консультанты	<u>Н.В. Зубкова</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>П.А. Корчагин</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>А.Г. Егоров</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой к.т.н., доцент Н.Ю. Логинов

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« _____ » _____ 2019 г.

Тольятти 2019

АННОТАЦИЯ

Серебряков Дмитрий Петрович. Технологический процесс изготовления вала-шестерни привода портального робота. Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства». ТГУ, Тольятти, 2019 г.

В работе рассмотрен процесс проектирования технологического процесса изготовления вала-шестерни привода портального робота. Во введении поставлена цель работы. На основе анализа имеющихся данных поставлены задачи, которые необходимо решить для достижения цели работы. Все остальные главы работы посвящены решению поставленных задач. В частности, проведено проектирование заготовки на основе экономического анализа возможных методов получения заготовки, определения маршрутов обработки поверхностей и расчетов припусков на обработку. После этого спроектирован план изготовления детали и технологические операции со всей необходимой документацией. Затем проведен анализ базового технологического процесса, выявлена наиболее проблемная операция и проведена ее модернизация. Для этого спроектировано самоцентрирующее станочное приспособление с механизированным приводом и сверло с каналом для подвода смазочно-охлаждающей жидкости в зону резания. Далее спроектированный технологический процесс с учетом внесенных в него изменений был проверен на безопасность его использования в действующем производстве. В заключительной части работы оценена экономическая эффективность предлагаемых технических мероприятий.

Работа состоит из пояснительной записки и графической части. Пояснительная записка включает 65 страниц, 3 рисунка и 10 таблиц. Графическая часть включает 8 листов формата А1.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 Анализ исходных данных.....	6
1.1 Служебное назначение детали.....	6
1.2 Технологичность детали.....	6
1.3 Анализ параметров техпроцесса.....	8
1.4 Задачи работы.....	9
2 Разработка технологической части работы.....	10
2.1 Обоснование выбора заготовки.....	10
2.2 Проектирование заготовки.....	12
2.3 Проектирование маршрута изготовления детали.....	18
2.4 Выбор средств оснащения техпроцесса.....	20
2.5 Определение режимов резания.....	23
3 Проектирование специальных средств оснащения.....	26
3.1 Проектирование станочного приспособления.....	26
3.2 Проектирование режущего инструмента.....	30
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	33
4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристики рассматриваемого технического объекта.....	33
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	34
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков.....	35
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	36
4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта.....	38
4.6 Заключение по разделу.....	40
5 Экономическая эффективность работы.....	41
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	45
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	46
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	49

ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	53
ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	59

ВВЕДЕНИЕ

Портальные роботы широко применяются для автоматизации самых различных производственных процессов в машиностроении. Наиболее удобно использование данного типа роботов для построения на их основе гибких робототехнических комплексов и гибких производственных участков механической обработки. Основными преимуществами порталных роботов является большая зона обслуживания и высокая гибкость. Данные преимущества обеспечиваются сложными конструктивными решениями, применяемыми в приводах порталных роботов, что вызывает необходимость использования в их конструкции деталей с высокими техническими характеристиками. Следует отметить, что в случае выхода из строя порталного робота останавливается весь гибкий робототехнический комплекс или гибкий производственный участок, поэтому любая его деталь должна обладать высокой степенью надежности.

Целью данной работы является разработка технологического процесса изготовления вала-шестерни привода порталного робота, который обеспечит выполнение перечисленных выше требований к детали. Также технологический процесс должен обеспечивать низкую себестоимость изготовления детали и выпуск всей годовой программы. Достижению этой цели способствует применение современных методов проектирования на основе критического анализа имеющихся типовых технологических процессов, а также сопровождение всех принимаемых технических решений соответствующим экономическим обоснованием.

1 Анализ исходных данных

1.1 Служебное назначение детали

Вал-шестерня выполняет в приводе функции промежуточного вала, который передает крутящий момент от входного ведущего вала ведомому валу, который в свою очередь соединен с исполнительными механизмами. Момент снимается с ведущего вала эвольвентной поверхностью шестерни, которая выполнена на валу и передается шестерне, устанавливаемой на вал-шестерню при помощи шлиц.

Для установки детали в корпусе привода используются подшипники качения, напрессованные на соответствующие шейки. Работа вала-шестерни происходит под действием циклических знакопеременных нагрузок в закрытом корпусе в условиях хорошей смазки, что необходимо учесть при выборе материала. Внешняя среда практически не оказывает влияния на деталь, т.к. порталный робот работает в производственном помещении, имеющем строго регламентируемые показатели микроклимата, что обусловлено наличием в производстве требовательного к температурным режимам и производственной культуре высокотехнологичного оборудования.

1.2 Технологичность детали

Оценка детали на технологичность выполняется по рекомендациям [1].

На первом этапе оценивается материал вала-шестерни на технологичность. Оценка заключается в анализе его характеристик с точки зрения обрабатываемости на операциях механической обработки. Необходимо определить его химический состав и механические характеристики. Для этого используем данные [2]. Химический состав стали 12Х2Н4А ГОСТ 4543-71: углерод 0,09-0,15%, хром 1,25-1,65, никель 3,25-3,65%, марганец 0,3-0,6%, кремний 0,17-0,37%, медь 0,3%, сера 0,025%, фосфор 0,025%. Механические характеристики: предел прочности на растяжение от 690 до 784 МПа, твердость от 230 до 260 НВ. Данные

характеристики материала обеспечивают приемлемую обрабатываемость резанием как быстрорежущими сталями и твердыми сплавами, так и абразивными инструментальными материалами. В случае необходимости проведения термической обработки, данные характеристики материала позволяют использовать все стандартные методы проведения термической обработки.

На втором этапе оценивается конструкция вала-шестерни на технологичность. В соответствии с критериями оценки [1] данный вал-шестерня имеет конструкцию характерную для деталей этого типа. Имеются зубчатый венец, шлицы, шейки под подшипники и стандартные элементы, такие как фаски, галтели и канавки. Особенностью конструкции детали является наличие внутренней ступенчатой полости. Такие конструктивные особенности вала-шестерни позволяют использовать типовые технологические процессы для проектирования технологии его изготовления, но с введением операций по обработке внутреннего контура детали. Получение конфигурации детали, а также ее параметров точности и шероховатости не требует применения специальных методов обработки.

На третьем этапе оценки технологичности вала-шестерни оценивается возможность получения заготовки различными методами. Согласно рекомендациям [3], с учетом используемого материала детали в данном случае наиболее приемлемы методы пластического деформирования, с учетом конфигурации детали наилучшие результаты будут при использовании штамповки на горизонтально-ковочной машине или штамповки на кривошипном горячештамповочном прессе. Оба из предлагаемых методов получения заготовки достаточно производительны и обладают хорошей точностью, поэтому для окончательного выбора необходимо проведение соответствующего экономического анализа.

Анализ технологичности вала-шестерни показал, что деталь по всем основным критериям отвечает необходимым требованиям технологичности и может считаться технологичной.

1.3 Анализ параметров техпроцесса

Параметры технологического процесса принимаются в первую очередь исходя из типа производства. Для его определения на начальной стадии проектирования используется методика [4]. Данная методика предполагает определение типа производства по массе и годовой программе выпуска деталей. Массе детали 2,38 кг и годовой программе выпуска в 5600 штук соответствует среднесерийный тип производства.

Согласно данным литературы [5] данный тип производства характеризуется следующими особенностями. Большая номенклатура изделий, которые изготавливаются периодически сменяющимися друг друга партиями. В производственном процессе возможно применение различных типов технологического оборудования, оснастки, инструмента и средств контроля, но предпочтение должно отдаваться универсальным и обеспечивающим наибольшую гибкость производственного процесса средствам оснащения техпроцесса. Разработка технологического процесса должна проводиться на базе типового техпроцесса. Ее результатом является технологическая документация в виде маршрутных карт, операционных карт и технологических наладок.

Проведем анализ типового технологического процесса изготовления вала-шестерни. Согласно данных литературы [6] типовая деталь имеет следующий маршрут изготовления:

- 1) операции по подготовке чистовых технологических баз,
- 2) операции предварительной токарной обработки,
- 3) операции окончательной токарной обработки,
- 4) операции по получению элементов детали типа шпоночный паз и шлицы,
- 5) операции зубообработки,
- 6) операции термического упрочнения,
- 7) операции по исправлению технологических баз,
- 8) операции черного шлифования,

- 9) операции чистового шлифования,
- 10) операции отделки зубчатых венцов,
- 11) моечная операция,
- 12) контрольная операция.

Для создания технологического маршрута изготовления вала-шестерни привода порталного робота можно использовать приведенный выше типовой технологический маршрут с небольшими доработками. В частности, следует учесть наличие внутреннего контура, для получения которого необходимо предусмотреть операции сверления и растачивания. Сверление придется выполнять на всю длину детали, что при применении стандартных средств оснащения приведет к значительным временным затратам на выполнение данной операции. В связи с этим следует рассмотреть возможность усовершенствования данной операции путем проектирования специальных средств оснащения.

1.4 Задачи работы

Сформулируем основные задачи выпускной квалификационной работы, основываясь на поставленной цели и анализе исходных данных. Во-первых, выбрать один из двух методов получения заготовки возможных в данном случае и провести ее проектирование. Для этого необходимо разработать маршруты обработки поверхностей и рассчитать припуски на обработку. Во-вторых, разработать технологический процесс изготовления вала-шестерни на основе проведенного анализа типового техпроцесса. В-третьих, выбрать средства оснащения техпроцесса соответствующие типу производства. В-четвертых, провести проектирование технологических операций, путем определения их структуры, а также расчетов режимов резания и нормирования операций. В-пятых, для лимитирующей операции спроектировать специальные средства оснащения техпроцесса. В-шестых, проанализировать техпроцесс на безопасность его внедрения в производства. В-седьмых, рассчитать экономическую эффективность принятых проектных решений.

2 Разработка технологической части работы

2.1 Обоснование выбора заготовки

Анализ вала-шестерни на технологичность показал, что выбор метода получения заготовки необходимо сделать из метода штамповки на горизонтально-ковочной машине и метода штамповки на кривошипном горячештамповочном прессе путем их экономического сравнения. С этой целью используем методику [7]. Согласно ей выбирается тот метод получения заготовки, который покажет наименьшие общие затраты на получение детали. Расчет данного показателя производится по формуле:

$$C_i = C_{3i} + C_{ОБР.i}, \quad (2.1)$$

где C_{3i} – стоимость получения одной заготовки, руб;

$C_{ОБР.i}$ – стоимость механической обработки одной заготовки, руб.

$$C_{3i} = \frac{Ц_{М.i} \cdot M_{3.i}}{1000} K_{СП} \cdot K_T \cdot K_{СЛ}, \quad (2.2)$$

где $Ц_{М.i}$ – стоимость тонны металла, руб;

$M_{3.i}$ – вес заготовки, кг;

$K_{СП}$, K_T , $K_{СЛ}$ – коэффициенты, учитывающие технологические особенности детали.

Масса заготовки может быть определена упрощенно по формуле:

$$M_{3i} = M_{\partial} \cdot K_p, \quad (2.3)$$

где M_{∂} – масса детали, кг;

K_p – коэффициент, учитывающий особенности технологического

процесса штамповки и формы детали.

Масса детали определяется по формуле:

$$M_d = \frac{\pi}{4} (d_1^2 l_1 + d_2^2 l_2 + \dots) \rho, \quad (2.4)$$

где d_1, d_2 – диаметры цилиндрических участков вала-шестерни, мм;

l_1, l_2 – длина цилиндрических участков вала-шестерни, мм;

ρ – плотность материала вала-шестерни, кг/мм³.

$$M_d = \frac{\pi}{4} (0,048^2 \cdot 0,016 + 0,05^2 \cdot 0,023 + 0,058^2 \cdot 0,011 + 0,0906^2 \cdot 0,077 + \\ + 0,05^2 \cdot 0,026 + 0,042^2 \cdot 0,073 - 0,032^2 \cdot 0,114 - 0,04^2 \cdot 0,0705 - 0,062^2 \cdot 0,065) \times \\ \times 7850 \cdot 10^{-9} = 2,38 \text{ кг.}$$

$M_{31} = 2,38 \cdot 1,8 = 4,28$ кг – масса заготовки получаемой методом штамповки на горизонтально-ковочной машине.

$M_{32} = 2,38 \cdot 1,9 = 4,52$ кг – масса заготовки полученной методом штамповки на кривошипном горячештамповочном прессе.

Рассчитываем стоимость получения одной заготовки для каждого метода по формуле (2.2).

$$C_{31} = \frac{35000 \cdot 4,28 \cdot 0,56 \cdot 1 \cdot 1}{1000} = 83,89 \text{ руб.}$$

$$C_{32} = \frac{35000 \cdot 4,52 \cdot 0,53 \cdot 1 \cdot 1,2}{1000} = 100,62 \text{ руб.}$$

Стоимость механической обработки одной заготовки:

$$C_{ОБР.i} = \frac{C_{уд} \cdot \left(\frac{1}{K_{ИМ.i}} - 1 \right) \cdot M_d}{K_o}, \quad (2.5)$$

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

K_o – коэффициент обрабатываемости материала детали;

$K_{им}$ – коэффициент использования материала.

$$K_{им.i} = \frac{M_d}{M_3}. \quad (2.6)$$

$$K_{им1} = \frac{2,38}{4,28} = 0,56.$$

$$K_{им2} = \frac{2,38}{4,52} = 0,53.$$

Стоимость механической обработки одной заготовки для каждого метода по формуле (2.5).

$$C_{обp1} = \frac{40 \cdot \left(\frac{1}{0,56} - 1 \right) \cdot 2,38}{0,9} = 83,11 \text{ руб.}$$

$$C_{обp2} = \frac{40 \cdot \left(\frac{1}{0,53} - 1 \right) \cdot 2,38}{0,9} = 93,8 \text{ руб.}$$

Рассчитываем общие затраты на получение детали для каждого метода по формуле (2.1).

$$C_1 = 83,89 + 83,11 = 167 \text{ руб.}$$

$$C_2 = 100,62 + 93,8 = 194,42 \text{ руб.}$$

Проведенные расчеты показали, что метод получения заготовки на горизонтально-ковочной машине более эффективен с экономической точки зрения, поэтому его выбираем для дальнейшего проектирования.

2.2 Проектирование заготовки

Проектирование заготовки следует начинать с определения методов обработки поверхностей. Для этого используется методика основанная на анализе суммарных удельных затрат для каждого маршрута обработки

поверхностей [8]. Выполняем эскиз вала-шестерни и на нем каждой поверхности присваиваем номер. Эскиз представлен на рисунке 2.1.

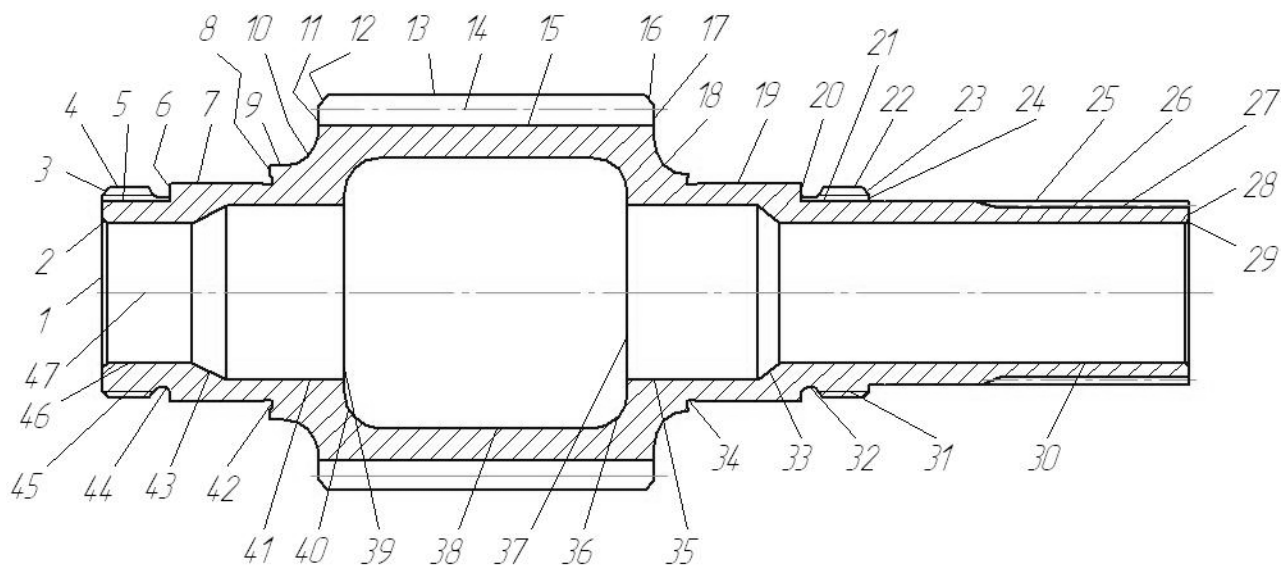


Рисунок 2.1. – Эскиз детали

Пользуясь данными [8] определяем оптимальный маршрут обработки для каждой поверхности. Согласно принятой методике на выбор маршрута влияют заданная точность поверхности, ее шероховатость и сумма удельных затрат методов обработки, применяемых в каждом конкретном маршруте.

Маршрут обработки поверхностей 1, 5, 6, 20, 21, 28 имеющих точность IT 12 и шероховатость 12,5 мкм: фрезерование, термическая обработка.

Маршрут обработки поверхностей 2, 29 имеющих точность IT 9 и шероховатость 3,2 мкм: сверление, термическая обработка, шлифование.

Маршрут обработки поверхностей 3, 12, 16, 23, 32, 34, 42, 44 имеющих точность IT 12 и шероховатость 12,5 мкм, с учетом их формы и расположения: точение чистовое, термическая обработка.

Маршрут обработки поверхностей 4, 9, 10, 11, 13, 17, 18, 22, 24, 36, 37, 39, 40 имеющих точность IT 12 и шероховатость 12,5 мкм: точение, термическая обработка.

Маршрут обработки поверхностей 7, 19 имеющих точность IT 6 и шероховатость 0,63 мкм: точение, точение чистовое, термическая обработка, шлифование, шлифование чистовое.

Маршрут обработки поверхности 8 имеющей точность IT 10 и шероховатость 1,25 мкм: точение, точение чистовое, термическая обработка, шлифование, шлифование чистовое.

Маршрут обработки поверхности 12 имеющей точность IT 12 и шероховатость 12,5 мкм: сверление, термическая обработка.

Маршрут обработки поверхности 14 имеющей степень точности 7 и шероховатость 1,6 мкм, а также эвольвентный профиль: зубофрезерование, шевингование, термическая обработка, зубошлифование.

Маршрут обработки поверхности 15 имеющей степень точности 12 и шероховатость 12,5 мкм, а также эвольвентный профиль: зубофрезерование, термическая обработка.

Маршрут обработки поверхности 25 имеющей точность IT 7 и шероховатость 1,25 мкм: точение, точение чистовое, термическая обработка, шлифование, шлифование чистовое.

Маршрут обработки поверхности 26 имеющей точность IT 9 и шероховатость 6,3 мкм: фрезерование, термическая обработка.

Маршрут обработки поверхности 27 имеющей точность IT 12 и шероховатость 6,3 мкм: фрезерование, термическая обработка.

Маршрут обработки поверхностей 31, 45 имеющих точность IT 10 и шероховатость 6,3 мкм: резбонарезание, термическая обработка.

Маршрут обработки поверхностей 33, 35, 38, 41, 43, 46 имеющих точность IT 12 и шероховатость 3,2 мкм, с учетом их расположения и формы: сверление, растачивание, термическая обработка.

Имея маршрут обработки для каждой поверхности, определяем припуски на их обработку.

Для поверхностей 7, 19, с учетом их точности определение припусков производится по расчетно-аналитической методике [9].

Согласно выбранной методике определения припусков рассчитываем минимальный припуск на обработку для каждого перехода. Данный припуск складывается из трех основных составляющих: глубины дефектного слоя на

предыдущем переходе a_{i-1} , погрешности установки в приспособлении на текущем переходе ε_i , погрешности пространственных отклонений на предыдущем переходе Δ_{i-1} .

$$Z_{i\min} = a_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}. \quad (2.7)$$

$$Z_{1\min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,4 + \sqrt{0,4^2 + 0,025^2} = 0,801 \text{ мм.}$$

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

$$Z_{3\min} = a_{TO} + \sqrt{\Delta_{TO}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,025 + \sqrt{0,04^2 + 0,012^2} = 0,292 \text{ мм.}$$

$$Z_{4\min} = a_3 + \sqrt{\Delta_3^2 + \varepsilon_4^2} = 0,05 + \sqrt{0,01^2 + 0,012^2} = 0,066 \text{ мм.}$$

Далее выполняется расчет максимального припуска на обработку для каждого перехода:

$$Z_{i\max} = Z_{i\min} + 0,5 \cdot (\Delta_{i-1} + Td_i), \quad (2.8)$$

где Td_{i-1} - допуск на предыдущем переходе, мм;

Td_i - допуск на текущем переходе, мм.

$$Z_{1\max} = Z_{1\min} + 0,5 \cdot (\Delta_0 + Td_1) = 0,801 + 0,5 \cdot (0,6 + 0,25) = 1,714 \text{ мм.}$$

$$Z_{2\max} = Z_{2\min} + 0,5 \cdot (\Delta_1 + Td_2) = 0,268 + 0,5 \cdot (0,25 + 0,1) = 0,443 \text{ мм.}$$

$$Z_{3\max} = Z_{3\min} + 0,5 \cdot (\Delta_{TO} + Td_3) = 0,292 + 0,5 \cdot (0,16 + 0,1) = 0,422 \text{ мм.}$$

$$Z_{4\max} = Z_{4\min} + 0,5 \cdot (\Delta_3 + Td_4) = 0,066 + 0,5 \cdot (0,039 + 0,016) = 0,094 \text{ мм.}$$

Выполняем расчет среднего припуска:

$$Z_{cpi} = \sqrt{Z_{i\max} + Z_{i\min}} \cdot 2. \quad (2.9)$$

$$Z_{cpi1} = \sqrt{Z_{1\max} + Z_{1\min}} \cdot 2 = \sqrt{0,801 + 1,714} \cdot 2 = 1,258 \text{ мм.}$$

$$Z_{cpi2} = \sqrt{Z_{2\max} + Z_{2\min}} \cdot 2 = \sqrt{0,443 + 0,268} \cdot 2 = 0,356 \text{ мм.}$$

$$Z_{cp3} = \sqrt{Z_{3max}^2 + Z_{3min}^2} = \sqrt{0,422^2 + 0,292^2} = 0,517 \text{ мм.}$$

$$Z_{cp4} = \sqrt{Z_{4max}^2 + Z_{4min}^2} = \sqrt{0,094^2 + 0,066^2} = 0,114 \text{ мм.}$$

Минимальные диаметры на переходах определяются по формуле:

$$d_{(i-1)min} = d_{imax} + 2 \cdot Z_{imin}. \quad (2.10)$$

Максимальные диаметры на переходах определяются по формуле:

$$d_{(i-1)max} = d_{(i-1)min} + Td_{i-1}. \quad (2.11)$$

Средние диаметры на переходах определяются по формуле:

$$d_{icc} = \sqrt{d_{imax}^2 + d_{imin}^2}. \quad (2.12)$$

Для термического перехода минимальный диаметр определяется по формуле:

$$d_{(TO-1)min} = d_{(i-1)min} \cdot 0,999. \quad (2.13)$$

Выполняем расчеты.

$$d_{4max} = 50,002 \text{ мм.}$$

$$d_{4min} = 50,018 \text{ мм.}$$

$$d_{cp4} = \sqrt{d_{4max}^2 + d_{4min}^2} = \sqrt{50,018^2 + 50,002^2} = 50,010 \text{ мм.}$$

$$d_{3min} = d_{4max} + 2 \cdot Z_{4min} = 50,018 + 2 \cdot 0,066 = 50,150 \text{ мм.}$$

$$d_{3max} = d_{3min} + Td_4 = 50,150 + 0,039 = 50,189 \text{ мм.}$$

$$d_{cp3} = \sqrt{d_{3max}^2 + d_{3min}^2} = \sqrt{50,189^2 + 50,150^2} = 50,169 \text{ мм.}$$

$$d_{TOmin} = d_{3max} + 2 \cdot Z_{3min} = 50,189 + 2 \cdot 0,292 = 50,773 \text{ мм.}$$

$$d_{TOmax} = d_{TOmin} + Td_{TO} = 50,773 + 0,160 = 50,933 \text{ мм.}$$

$$d_{cpTO} = \sqrt{d_{TO\max} + d_{TO\min}} \cdot 2 = \sqrt{1,389 + 51,229} \cdot 2 = 51,309 \text{ мм.}$$

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

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

$$d_{cp2} = \sqrt{d_{2\max} + d_{2\min}} \cdot 2 = \sqrt{1,288 + 51,188} \cdot 2 = 51,238 \text{ мм.}$$

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

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

$$d_{cpl} = \sqrt{d_{1\max} + d_{1\min}} \cdot 2 = \sqrt{2,074 + 51,824} \cdot 2 = 51,949 \text{ мм.}$$

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

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

$$d_{cp0} = \sqrt{d_{0\max} + d_{0\min}} \cdot 2 = \sqrt{5,276 + 53,676} \cdot 2 = 54,476 \text{ мм.}$$

Припуски на обработку для остальных поверхностей определяются статистическим методом [10]. Результаты определения минимальных Z_{\min} и максимальных Z_{\max} припусков для каждого перехода представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Результаты определения припусков В миллиметрах

Номер поверхности	Номер перехода	Z_{\min}	Z_{\max}
1	2	3	4
1, 28	1	0,8	3,2
8	1	1,5	3,3
	2	0,3	0,59
	3	0,5	0,63
	4	0,06	0,11
14	1	0,6	1,05
	2	0,18	0,32
	3	0,2	0,29
25	1	2,3	3,81

	2	0,30	0,46
--	---	------	------

Продолжение таблицы 2.1

В миллиметрах

1	2	3	4
	3	0,5	0,57
	4	0,06	0,09
33, 43	1	0,3	0,53
35, 41	1	0,3	0,53
38	1	0,5	0,76
2, 29	1	0,4	0,7
	2	0,1	0,15

После определения припусков на обработку проектируем заготовку путем прибавления к контуру детали припусков на обработку, а также напусков. Более подробно конструкция заготовки вала-шестерни представлена на чертеже графической части. Все необходимые для проектирования чертежа параметры заготовки приняты согласно данным [11].

2.3 Проектирование маршрута изготовления детали

Маршрут изготовления вала-шестерни проектируется на базе типового технологического маршрута изготовления, анализ которого был проведен ранее. В процессе анализа были отмечены ключевые особенности детали, которые необходимо учесть при формировании маршрута ее изготовления. Согласно рекомендациям [12] целесообразно использовать определенные ранее маршруты обработки отдельных поверхностей путем группирования одинаковых переходов по операциям. При этом следует учесть возможности предполагаемого к использованию технологического оборудования и оснастки. Прежде всего, это относится к возможности обработки с одного установка детали по всей ее длине. В случае невозможности такой обработки

следует предусмотреть на операции два установка или разбить ее на две операции. Построенный по данным принципам маршрут изготовления вала-шестерни выглядит следующим образом:

- 1) операция 005 Фрезерноцентровальная, поверхности для обработки 1, 2, 28, 29;
- 2) операция 010 Токарная, поверхности для обработки 4, 6, 7, 8, 11, 13, 17, 18, 19, 20, 22, 24, 25;
- 3) операция 015 Токарная, поверхности для обработки 7, 8, 19, 24, 25, 31, 32, 34, 42, 44, 45;
- 4) операция 020 Фрезерная, поверхности для обработки 5, 6, 20, 21;
- 5) операция 025 Сверлильная, поверхность для обработки 30;
- 6) операция 030 Токарная, поверхности для обработки 33, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 43;
- 7) операция 035 Шлицефрезерная, поверхности для обработки 26, 27;
- 8) операция 040 Зубофрезерная, поверхности для обработки 14, 15;
- 9) операция 045 Зубофосаочная, поверхность для обработки 16;
- 10) операция 050 Зубошеввинговальная, поверхность для обработки 14;
- 11) операция 055 Термическая, обрабатываются все поверхности;
- 12) операция 060 Центрошлифовальная, поверхности для обработки 2, 29;
- 13) операция 065 Торцекруглошлифовальная, поверхности для обработки 7, 8, 19;
- 14) операция 070 Круглошлифовальная, поверхность для обработки 25;
- 15) операция 075 Торцекруглошлифовальная, поверхности для обработки 7, 8, 19;
- 16) операция 080 Круглошлифовальная, поверхность для обработки 25;
- 17) операция 085 Зубошлифовальная, поверхность для обработки 6, 10, 24;

- 18) операция 090 Моечная, мойке подвергаются все поверхности;
- 19) операция 095 Контрольная, контроль поверхностей по карте контроля.

Полученный маршрут изготовления используется для формирования плана изготовления детали. В данном технологическом документе должны быть указаны все операции техпроцесса, технологическое оборудование, операционные эскизы и технические требования на выполнение операций. На операционных эскизах указываются все обрабатываемые поверхности, операционные размеры и схемы базирования. Особое внимание следует уделить выбору схем базирования. От правильности их простановки зависит точность обработки и величина операционных припусков. Более подробно рекомендации по выбору рациональных схем базирования представлены в литературе [13], а выбранные схемы базирования на листе плана изготовления графической части работы.

2.4 Выбор средств оснащения техпроцесса

Средства оснащения техпроцесса выбираются исходя из множества факторов. Согласно данным литературы [14] выделим наиболее значимые из них:

- 1) форма заготовки,
- 2) требуемая точность обработки,
- 3) требуемая шероховатость обрабатываемых поверхностей,
- 4) габаритные размеры заготовки,
- 5) реализуемый метод обработки поверхностей,
- 6) материал заготовки,
- 7) экономические показатели.

Модели, марки и типоразмеры средств технологического оснащения принимаются по данным справочной литературы [15, 16, 17, 18]. Ниже приведены результаты выбора.

Средства технологического оснащения операции 005: станок фрезерно-центровальный МР-71М, призмы установочные, осевой упор, тиски

самоцентрирующие ГОСТ 12195-66, фрезы торцевые ГОСТ1695-80 Ø40 Т5К10, сверло центровочное специальное Р6М5, штангенциркуль ШЦ-II ГОСТ 160-80, калибр контроля центрального отверстия.

Средства технологического оснащения операции 010: станок токарно-винторезный 16К20Ф3, центр вращающийся ГОСТ 8742-75, патрон трехкулачковый ГОСТ 24351-80, резец контурный ГОСТ 18879-73 Т5К10, штангенциркуль ШЦ-I ГОСТ 160-80.

Средства технологического оснащения операции 015: станок токарно-винторезный 16К20Ф3, центр вращающийся ГОСТ 8742-75, патрон трехкулачковый ГОСТ 24351-80, резец контурный ГОСТ 18879-73 Т30К4, резец канавочный ГОСТ 18879-73 Т5К10, резец резьбовой ГОСТ 18879-73 Т5К10, микрометр МК-50 ГОСТ 6507-78, резьбовой калибр.

Средства технологического оснащения операции 020: станок вертикально-фрезерный 6Р10, призмы установочные, осевой упор, тиски самоцентрирующие ГОСТ 12195-66, фреза шпоночная Ø8 ГОСТ 9308-69 Р6М5, штангенциркуль ШЦ-I ГОСТ 160-80.

Средства технологического оснащения операции 025: станок вертикально-сверлильный 2Н135, призмы установочные, осевой упор, тиски самоцентрирующие, сверло пушечное специальное ВК6, нутромер НМ ГОСТ 160-80.

Средства технологического оснащения операции 030: станок токарно-винторезный 16К20Ф3, центр вращающийся ГОСТ 8742-75, люнет, патрон трехкулачковый ГОСТ 24351-80, резец расточной ГОСТ 18879-73 Т5К10, нутромер НМ ГОСТ 160-80.

Средства технологического оснащения операции 035: станок шлицефрезерный 5350, центр упорный ГОСТ 2576-79, центр подпружиненный ГОСТ 8742-75, патрон поводковый ГОСТ 2571-71, фреза червячная Ø90 ГОСТ 9324-80 Р9К10, шаблон.

Средства технологического оснащения операции 040: станок зубофрезерный 5К301П, центр упорный ГОСТ 2576-79, центр

подпружиненный ГОСТ 8742-75, патрон поводковый ГОСТ2571-71, фреза червячная Ø90 ГОСТ 9324-80 Р9К10, шаблон.

Средства технологического оснащения операции 045: станок зубофасочный ВС-320А, центр упорный ГОСТ 2576-79, центр подпружиненный ГОСТ 8742-75, патрон поводковый ГОСТ2571-71, фреза специальная Р6М5, шаблон.

Средства технологического оснащения операции 050: станок зубошевинговальный 5А702Г, центр упорный ГОСТ 2576-79, центр подпружиненный ГОСТ 8742-75, патрон поводковый ГОСТ2571-71, шеввер дисковый Ø180 ГОСТ 8570-75 Р18, шаблон.

Средства технологического оснащения операции 055: установка для нагрева, емкость с охлаждающей средой.

Средства технологического оснащения операции 060: станок центрошлифовальный 3922, центр неподвижный ГОСТ 8740-75, тиски самоцентрирующие, головка алмазная АГК ГОСТ 2447-82, калибр.

Средства технологического оснащения операции 065: станок торцекруглошлифовальный 3Т153Е, центр неподвижный ГОСТ 8740-75, патрон поводковый ГОСТ2571-71, круг шлифовальный 1-500х50х305 23А46М8V, скоба рычажная.

Средства технологического оснащения операции 070: станок круглошлифовальный 3М153, центр неподвижный ГОСТ 8740-75, патрон поводковый ГОСТ2571-71, круг шлифовальный 1-500х50х305 23А46М8V, скоба рычажная.

Средства технологического оснащения операции 075: станок торцекруглошлифовальный 3Т153Е, центр неподвижный ГОСТ 8740-75, патрон поводковый ГОСТ2571-71, круг шлифовальный 1-500х50х305 24А60К7V, скоба рычажная.

Средства технологического оснащения операции 080: станок круглошлифовальный 3М153, центр неподвижный ГОСТ 8740-75, патрон

поводковый ГОСТ2571-71, круг шлифовальный 1-500x50x305 24A60K7V, скоба рычажная.

Средства технологического оснащения операции 085: станок зубошлифовальный 5A832, центр неподвижный ГОСТ 8740-75, патрон поводковый ГОСТ2571-71, круг шлифовальный 1-500x20x305 25A80K5V, калибр.

Средства технологического оснащения операции 090: моечная машина, приспособление для загрузки-выгрузки кассет с деталями.

Средства технологического оснащения операции 095: контрольный стол, средства контроля согласно требуемым контролируемым параметрам.

2.5 Определение режимов резания

Определить режимы резания и провести нормирование необходимо для всех операций технологического процесса с целью применения их для проектирования технологических операций. В ходе расчета режимов резания должны быть определены: подача на оборот S_o , скорость резания V , частота вращения n . Нормирование операций заключается в определении длины рабочего хода L_{PX} и основного времени на обработку T_o . Режимы резания определяем по методике и справочным данным [9, 19], а нормирование операций по данным [20]. Результаты отражены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 - Режимы резания и нормирование

Переход	S_o , мм/об	V , м/мин	n , об/мин	L_{PX} , мм	T_o , мин
1	2	3	4	5	6
Операция 005					
1	(0,12)	198	630	57	0,14
2	0,15	21	1000	20	0,14
Операция 010, установ А					
1	0,3	186	630	152	0,81
Операция 010, установ Б					

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4	5	6
1	0,3	186	630	156	0,83
Операция 015, установ А					
1	0,15	197	1250	128	0,68
2	0,08	121	800	3	0,05
3	0,08	126	800	3	0,05
4	1,5	95	630	17	0,02
Операция 015, установ Б					
1	0,15	197	1250	129	0,69
2	0,08	121	800	3	0,05
3	0,08	126	800	3	0,05
4	1,5	95	630	17	0,02
Операция 020					
1	(0,05)	20	800	35	0,29
Операция 025					
1	0,2	51	500	256	2,56
Операция 030, установ А					
1	0,2	101	800	50	0,31
Операция 030, установ Б					
1	0,2	156	800	124	0,78
Операция 035					
1	2,0	33	250	45	0,72
Операция 040					
1	2,5	66	250	80	3,59
Операция 045					
1	0,08		1200		0,7
Операция 050					
1	120	12	260	80	2,32

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4	5	6
Операция 060					
1	0,55	15	300	0,8	0,18
Операция 065, установ А					
1	0,009	26	300	0,213	0,58
Операция 065, установ Б					
1	0,009	26	300	0,213	0,58
Операция 070					
1	0,013	26	368	45	1,65
Операция 075, установ А					
1	0,003	30	300	0,080	0,69
Операция 075, установ Б					
1	0,003	30	300	0,080	0,69
Операция 080					
1	0,008	30	368	45	1,76
Операция 085					
1	0,01	250	1500	0,29	1,36

3 Проектирование специальных средств оснащения

3.1 Проектирование станочного приспособления

Анализ базового технологического процесса показал, что при изготовлении вала-шестерни лимитирующей операцией является 025 Сверлильная, эскиз которой представлен на рисунке 3.1. Один из путей ее совершенствования заключается в разработке станочного приспособления с механизированным приводом зажима, что позволит сократить вспомогательное время на снятие и установку заготовки. При проектировании приспособления следует учесть, что оно должно реализовывать теоретическую схему базирования принятую на данной операции и обеспечивать необходимую точность обработки.

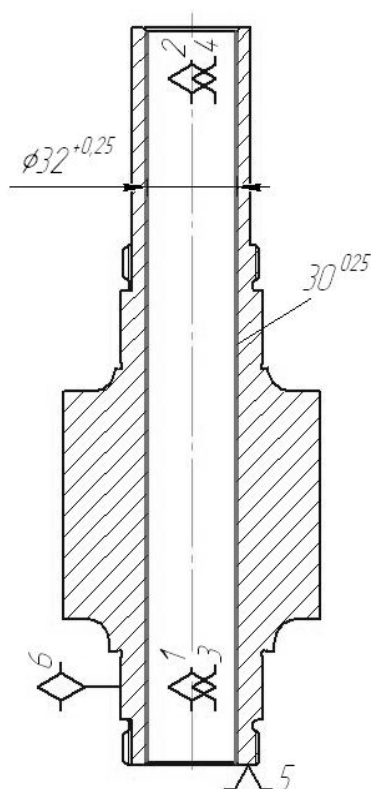


Рисунок 3.1 – Эскиз операции

Выбираем приспособление в виде самоцентрирующих тисков. Приспособление проектируем по методике и данным [21]. В качестве механизма закрепления выбираем рычажный зажимной механизм. Такой

механизм позволяет получить значительные усилия закрепления и обладает простой и надежной конструкцией.

Расчет приспособления начинаем с определения сил резания, которые возникают при обработке.

Осевая сила резания рассчитывается по формуле:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^y \cdot S^g \cdot K_p, \quad (3.1)$$

где C_p , y , g , K_p – показатели, которые учитывают реальные условия обработки;

D – диаметр сверления, мм;

S – подача на один оборот сверла, мм.

Крутящий момент рассчитывается по формуле:

$$M = 10 \cdot C_M \cdot D^g \cdot S^y \cdot K_p, \quad (3.2)$$

где C_M , g , y , K_p – показатели, которые учитывают реальные условия обработки.

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 32^1 \cdot 0,2^{0,7} \cdot 0,94 = 6630 \text{ Н.}$$

$$M = 10 \cdot 0,035 \cdot 32^2 \cdot 0,2^{0,8} \cdot 0,94 = 92,96 \text{ Н·м.}$$

Момент силы закрепления, удерживающий заготовку при резании рассчитывается по формуле:

$$M_3 = \frac{W \cdot f \cdot d \cdot \sin \frac{\alpha}{2}}{2}, \quad (3.3)$$

где W – усилие закрепления, Н;

f – коэффициент трения заготовки и призм;

d – диаметр сверления, мм;

α – угол призм, град.

Приравняв моменты резания и силы закрепления, выводим уравнение для определения усилия закрепления:

$$W = K \cdot \frac{M}{d \cdot f \cdot \sin \frac{\alpha}{2}}, \quad (3.4)$$

где K – коэффициент запаса.

$$W = 1,8 \cdot \frac{92,96}{42 \cdot 10^{-3} \cdot 0,1 \cdot \sin 45^\circ} = 15650 \text{ Н.}$$

Усилие, которое должно быть приложено к ползушкам тисков, изменится в связи с конструктивными особенностями зажимного механизма.

Его расчет производится по формуле:

$$W_1 = \frac{W}{1 - \left(\frac{3 \cdot l}{H} f_1 \right)}, \quad (3.5)$$

где l , H – конструктивные характеристики призмы, которые определяются прочерчиванием, мм;

f_1 – коэффициент трения в направляющих ползушек.

$$W_1 = \frac{15650}{1 - \left(\frac{3 \cdot 90}{95} \cdot 0,2 \right)} = 36395 \text{ Н.}$$

Усилие, создаваемое силовым приводом:

$$Q = \frac{W_1}{i_c}, \quad (3.6)$$

где i_c – передаточное отношение рычажного зажимного механизма.

$$Q = \frac{36395}{2} = 18198 \text{ Н.}$$

Механизация закрепления заготовки обеспечивается применением гидравлического силового привода. Расчет привода заключается в определении диаметра поршня привода по формуле:

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{Q}{P}}, \quad (3.7)$$

где P – давление в гидросистеме, МПа.

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{18198}{5,0}} = 68 \text{ мм.}$$

Выполним расчет точности приспособления и проверим спроектированное приспособление на соответствие необходимой точности обработки.

Точность приспособления рассчитывается по формуле:

$$\varepsilon_v = \frac{1}{2} \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2 + \Delta_4^2 + \Delta_5^2 + \Delta_6^2}, \quad (3.8)$$

где Δ_1 – погрешность изготовления рабочих поверхностей призм, мм;

Δ_2 – погрешность изготовления рычага, мм;

Δ_3 – погрешность присоединительного размера рычага и ползушки, мм;

Δ_4 – погрешность присоединительного размера рычага и тяги, мм;

Δ_5 – погрешность колебания зазоров в сопряжении рычага и ползушки, мм;

Δ_6 – погрешность колебания зазоров в сопряжении рычага и тяги, мм.

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{0,047^2 + 0,110^2 + 0,013^2 + 0,013^2 + 0,013^2 + 0,016^2} = 0,061 \text{ мм.}$$

Для проверки спроектированного приспособление на соответствие необходимой точности обработки необходимо рассчитать допустимую погрешность установки по формуле:

$$\varepsilon_y^{\text{доп}} = 0,3 \cdot Td, \quad (3.9)$$

где Td – допуск на выполняемый размер детали, мм.

$$\varepsilon_y^{\text{доп}} = 0,3 \cdot 0,52 = 0,156 \text{ мм.}$$

Расчеты показали, что точность установки спроектированного приспособления выше чем допустимая точность установки значит приспособление отвечает всем необходимым параметрам точности и его можно использовать в технологическом процессе изготовления вала-шестерни.

3.2 Проектирование режущего инструмента

Повышение эффективности лимитирующей 025 Сверлильной операции продолжим путем проектирования специального режущего инструмента, который позволит сократить основное время обработки. Основной проблемой при сверлении глубоких отверстий являются плохие условия отвода стружки из зоны резания, что приводит к необходимости прерывать процесс резания и выводить сверло из зоны резания для удаления стружки, что занимает значительное время. Кроме этого, забившаяся в стружечные канавки стружка приводит к повышению температуры в зоне резания и как следствие этого происходит ускоренный износ сверла. Для решения этой проблемы применим конструкцию сверла с одной режущей кромкой, так называемое пушечное сверло. Проектирование производим по методике и справочным данным [22] для перехода сверления отверстия диаметром $32^{+0,25}$ мм.

Проектируемое сверло состоит из режущей части, выполненной конструктивно в форме режущей пластины припаянной к корпусу сверла и калибрующей части. Режущую часть согласно принятой методике проектирования, исходя из марки обрабатываемой стали, принимаем из твердого сплава Т15К10, а калибрующую часть из быстрорежущей стали Р6М5.

Диаметр инструмента определяется по формуле:

$$D_{инстр} = D_{min} + \frac{TD}{2}, \quad (3.10)$$

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

TD – допуск на отверстие, мм.

$$D_{инстр} = 32 + \frac{0,25}{2} = 32,125 \text{ мм.}$$

Допуск на расчетный размер сверла назначается исходя из требуемой точности обработки на два качества точнее. Отверстие, получаемое на данной операции, должно быть получено по IT 12, следовательно, диаметр сверла должен быть выполнен по IT 10, т.е. допуск на размер должен составлять 0,1 мм.

Геометрия режущей части определяется по параметрам шероховатости, которые необходимо достичь при обработке. По принятым рекомендациям принимаем передний угол $\gamma = 15^\circ$, задний угол $\alpha = 6^\circ$. Передняя поверхность сверла выполняется выше центра на 0,5 мм для избегания заедания сверла при работе.

Хвостовую часть сверла выполняем в виде конуса Морзе. Расчет хвостовика в данном случае заключается в определении номера конуса. Для этого необходимо определить диаметр хвостовика по формуле:

$$d = \frac{6 \cdot \mu_{cp} \cdot \sin \theta}{\mu \cdot P_0 \cdot (1 - 0,04 \cdot \Delta\theta)}, \quad (3.11)$$

где μ_{cp} – коэффициент сопротивления силам резания;

θ – угол конусности хвостовика, град;

μ – коэффициент трения на поверхности хвостовика при резании;

P_0 – осевая сила резания, Н;

$\Delta\theta$ – допуск на угол конусности хвостовика, мин.

$$d = \frac{6 \cdot 3,47 \cdot \sin 1^\circ 30'}{0,1 \cdot 6630 \cdot (1 - 0,04 \cdot 5)} = 29,8 \text{ мм.}$$

Ближайшее стандартное значение соответствует конусу Морзе №4.

Для достижения максимальной эффективности отвода стружки из зоны резания применим техническое решение, описанное в литературе [17]. Суть данного решения заключается в применении в конструкции сверла канала для подвода смазочно-охлаждающей жидкости непосредственно в зону резания. Данное решение также позволит улучшить условия охлаждения зоны резания, что приведет к уменьшению износа инструмента.

Конструкция сверла представлена в графической части работы.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

Разработка комплекса мероприятий по обеспечению безопасности и экологичности процесса изготовления вала-шестерни выполняется согласно методике [23].

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

Таблица 4.1 содержит характеристики проектируемого технологического процесса.

Таблица 4.1 – 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 вала-шестерни	Токарная операция	Оператор станков с числовым управлением	Станок токарно-винторезный 16К20Ф3	Сталь 12Х2Н4 А ГОСТ 4543-71, синтетическая охлаждающая жидкость
	Внутришлифовальная операция	Шлифовщик	Станок торцевкруглошлифовальный 3Т153Е	

4.2 Идентификация профессиональных рисков

Результаты определения возможных рисков при выполнении технологического процесса изготовления корпуса оформляем в виде таблицы 4.2.

Таблица 4.2 – 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
Токарная операция, шлифовальная операция	Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования; движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; опасные и вредные производственные факторы, вызванные высокой температурой, которая может вызвать ожоги тканей организма человека; опасные и вредные производственные факторы, связанные с повышенным уровнем общей вибрации; опасные и вредные производственные факторы, характеризуемые повышенным уровнем шума; опасные и вредные производственные факторы, электрического тока; динамические нагрузки, вызванные монотонностью	Заготовка, металлорежущее оборудование, синтетическая смазочно-охлаждающая жидкость, станочные приспособления, режущий инструмент

4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Результаты определения методов и средств для снижения и исключения влияния, выявленных ранее возможных рисков при выполнении технологического процесса изготовления корпуса приведены в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Организационно-технические методы и технические средства (технические устройства) устранения (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 работающего
1	2	3
Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования	Инструктажи по охране труда, удаление острых кромок и заусенцев на слесарных переходах	Перчатки с покрытием из полимера
Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки	Инструктажи по охране труда, применение защитных кожухов, экранов, ограждений, устройств аварийного отключения оборудования	Спецодежда, защитные очки
Опасные и вредные производственные факторы, вызванные высокой температурой, которая может вызвать ожоги тканей организма человека	Инструктажи по охране труда, применение защитных кожухов, экранов, ограждений	Спецодежда, перчатки с покрытием из полимера

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3
Опасные и вредные производственные факторы, связанные с повышенным уровнем общей вибрации	Инструктажи по охране труда, установка оборудования на виброгасящие опоры, сокращение времени контакта с поверхностями подверженными вибрации	Резиновые виброгасящие коврики
Опасные и вредные производственные факторы, характеризующиеся повышенным уровнем шума	Инструктажи по охране труда, изоляция звукопоглощающими материалами наиболее акустически активных элементов оборудования	Применение наушников или вкладышей
Опасные и вредные производственные факторы, электрического тока	Инструктажи по охране труда, заземление оборудования, изоляция токоведущих частей, применение предохранителей	Спецодежда
Динамические нагрузки, вызванные монотонностью	Соблюдение периодичности и продолжительности регламентированных перерывов	

4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

В таблицах 4.4 – 4.6 представлены результаты определения характеристик возможного пожара и меры по обеспечению пожарной безопасности на участке по изготовлению вала-шестерни.

Таблица 4.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
Участок изготовления вала-шестерни	Станок токарно-винторезный 16К20ФЗ, станок торцевкруглошлифовальный 3Т153Е	Пожары горючих жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов класс В	«Пламя и искры, тепловой поток, повышенная температура окружающей среды, повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения, пониженная концентрация кислорода, снижение видимости в дыму» [23]	«Осколки, части разрушившихся оборудования, изделий и иного имущества, вынос высокого напряжения на токопроводящие части оборудования, изделий и иного имущества, воздействие огнетушащих веществ» [23]

Таблица 4.5 – Технические средства пожарной безопасности

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)
Пенные огнетушители, ящики с песком, щиты	Автомобили пожарные, мотопомпы	Автоматическая система пожаротушения аэрозолью	Извещатели, приборы приемно-контрольные	Пожарные рукава, арматура, гидранты	Респираторы, противогазы	Комплект универсального пожарного инструмента

Таблица 4.6 – Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Наименование технологического процесса, используемого применяемого оборудования, в составе технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Технологический процесс изготовления вала-шестерни	Применение смазочно-охлаждающих жидкостей на базе негорючих составов, хранение ветоши в негорючем ящике, соблюдение правил электробезопасности	Наличие пожарной сигнализации, автоматической системы пожаротушения, первичных средств пожаротушения, проведение пожарных инструктажей

4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Экологическая безопасность проектируемого технологического процесса должна обеспечиваться согласно данным приведенным в таблицах 4.7, 4.8.

Таблица 4.7 – Идентификация негативных экологических факторов технического объекта

Наименование технического объекта, производственно-технологического техпроцесса	Структурные составляющие объекта производственно-технологического процесса (производственного здания или сооружения по функциональному назначению, технологических, технического оборудования), энергетической установки, транспортного средства и т.п.	Негативное экологическое воздействие технического объекта на атмосферу (выбросы в воздушную окружающую среду)	Негативное экологическое воздействие технического объекта на гидросферу (образование сточных вод, забор воды из источников водоснабжения)	Негативное экологическое воздействие технического объекта на литосферу (почву, растительный покров, недра), образование отходов, выемка плодородного слоя почвы, отчуждение земель, нарушение и загрязнение растительного покрова и т.д.)
Технологический процесс изготовления вала-шестерни	Станок токарно-винторезный 16К20Ф3, станок торцекруглошлифовальный 3Т153Е	Масляный туман, пыль, аэрозоль смазочно-охлаждающей жидкости	Нефтепродукты, смазочно-охлаждающая жидкость, стружка	Стружка, ветошь, лом, нефтепродукты, смазочно-охлаждающая жидкость

Таблица 4.8 – Разработанные (дополнительные и/или альтернативные) организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия заданного технического объекта на окружающую среду

Наименование технического объекта	Технологический процесс изготовления вала-шестерни
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Оснащение системы производственной вентиляции фильтрующими элементами
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Применение многоступенчатой системы очистки сточных вод
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Разделение жидких и твердых отходов. Утилизация отходов на специальных полигонах

4.6 Заключение по разделу

Идентифицированы опасные и вредные факторы, возникающие при выполнении данного технологического процесса, разработан комплекс мероприятий для снижения профессиональных рисков работников участка. Проведен анализ пожарной безопасности на участке по изготовлению детали, выбраны средства обеспечения пожарной безопасности. Приведены результаты анализа по обеспечению экологической безопасности технологического процесса.

5 Экономическая эффективность работы

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

Основные изменения технологического процесса изготовления детали «Вал-шестерня» коснулись операции 025 сверлильной, для которой были предложены следующие изменения:

- 1) вертикально-сверлильный станок с ЧПУ, модель 2P135Ф2. был заменен на вертикально-сверлильный станок, модель 2Н135;
- 2) специальный цанговый патрон был заменен на тиски самоцентрирующие пневматические;
- 3) сверло спиральное диаметром 32 мм из стали Р6М5 было заменено на сверло пушечное диаметром 32 мм с пластиной из твердого сплава Т15К6.

Это позволило сократить общее время выполнения операции, примерно на 35%.

Учитывая описанные изменения, по методике «Расчета капитальных вложений в основное технологическое оборудование» [24], определим капитальные вложения в проектируемый вариант технологического процесса, которые будут учитывать:

- затраты на основное технологическое оборудование;
- затраты на проектирование совершенствований технологического процесса,
- затраты на доставку и монтаж оборудования;
- затраты на транспортные средства;
- и затраты на производственную площадь.

Сложив полученные величины, будут определены общие капитальные вложения, равные сумме 199057,86 рублей, которые предназначены только

для выполнения заданной программы выпуска детали «Вал-шестерня» в объеме 5600 штук.

Для проведения экономического сравнения описанных вариантов, также, необходимо определить себестоимость изготовления детали «Вал-шестерня» по описанным операциям, с применением методики «Расчет технологической себестоимости изменяющихся по вариантам операций» [24]. Обычно технологическая себестоимость складывается из четырех показателей:

- затрат на основной материал (M),
- основной заработной платы ($Z_{пл.осн}$),
- начислений на заработную плату ($H_{з.пл}$),
- и расходов на содержание и эксплуатацию оборудования ($P_{э.об}$).

Однако, если в ходе совершенствования технологического процесса, изменения не касаются метода получения заготовки, то величиной затрат на основной материал можно пренебречь, т.к. ее значение не оказывает влияние на уровень отклонений в технологической себестоимости. Значения, входящих в технологическую себестоимость величин, без учета затрат на основной материал, представлены на рисунке 5.1.

Анализируя представленные значения, можно сделать вывод о том, что по всем параметрам в проектируемом варианте произошло уменьшение, в среднем примерно на 37,7%. Эти изменения привели к снижению всей технологической себестоимости на 11,37 рублей, что составило 38,7%.

Знание величины технологической себестоимости, необходимо для определения величин:

- цеховой себестоимости;
- заводской или производственной себестоимости;
- полной себестоимости детали по сравниваемым операциям.

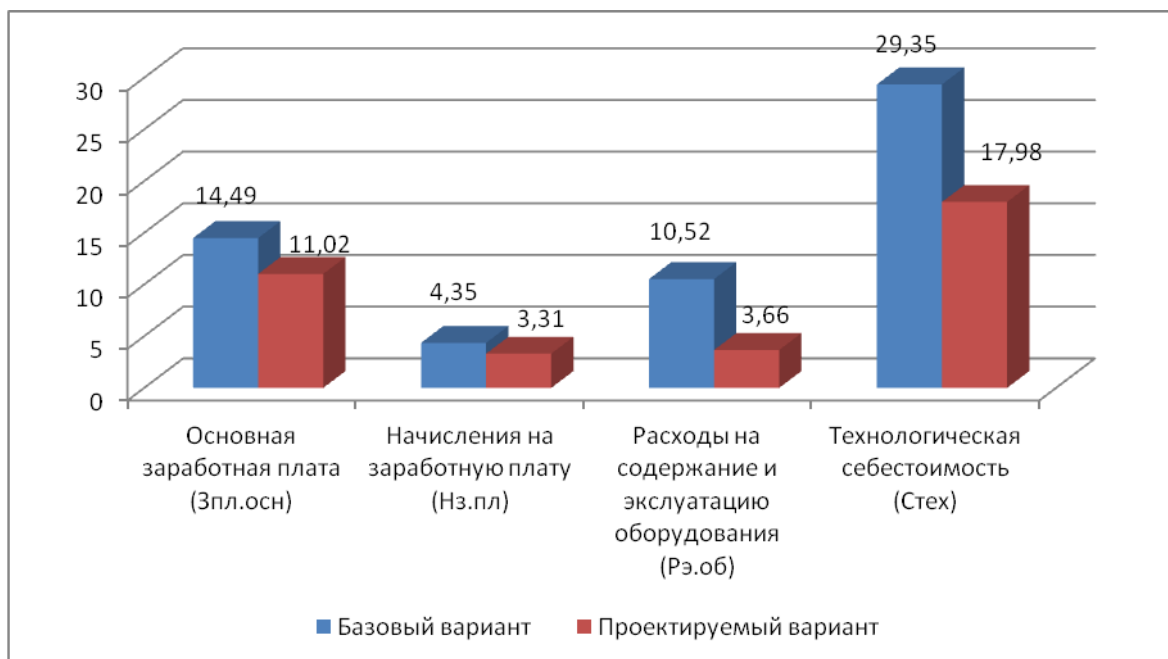


Рисунок 5.1 – Технологическая себестоимость детали «Вал-шестерня», по изменяющимся операциям, и ее составные элементы, руб.

Для определения всех указанных величин используется методика «Калькуляция себестоимости обработки» [24], благодаря которой полная себестоимость ($C_{полн}$) по базовому варианту составляет 82,32 рублей, а по проектируемому – 58,28 рублей. Полученные значения, также свидетельствуют о снижении рассчитываемых величин. Разница между сравниваемыми вариантами составляет 24,04 рублей с единицы изделия или 29,2%. Однако при сравнении изменений величин технологической и полной себестоимости, изменение последней уменьшилось, это может быть связано с тем, что на определенном этапе произошло значительное увеличение управленческих расходов.

Далее, учитывая методику «Расчет показателей экономической эффективности проектируемого варианта» [24], рассчитаем ряд основополагающих экономических показателей, таких как:

- чистая прибыль ($P_{чист}$), которая составит 107699,2 рублей;
- срок окупаемости ($T_{ок}$), который составит 3 года;
- чистый дисконтируемый доход ($ЧДД$), величина которого равна 27756,65 рублей.

Последний из представленных показателей, позволяет сделать окончательное заключение об экономической целесообразности проектируемого варианта технологического процесса. Если ЧДД > 0 , то проект считается эффективным и его рекомендуется внедрять, если ЧДД < 0 , то проект не эффективен и деньги рекомендуют вкладывать в банк. Предложенные совершенствования технологического процесса изготовления детали «Вал-шестерня» позволяют получить положительную величину чистого дисконтируемого дохода, что делает его экономически эффективным, поэтому после вложения денежных средств в совершенствование технологического процесса, предприятие получит прибыль в размере 1,14 рублей на каждый вложенный рубль.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результатом выполнения работы стал технологический процесс изготовления вала-шестерни привода портального робота, который обеспечил выполнение всех предъявляемых к детали технических требований, низкую себестоимость изготовления и выпуск всей годовой программы.

В ходе выполнения работы были решены ряд задач. Проведен анализ исходных данных и базового технологического процесса, которой послужил основой для дальнейшего проектирования. Выбран один из двух методов получения заготовки возможных в данном случае и проведено ее проектирование. Для этого разработаны маршруты обработки поверхностей и рассчитаны припуски на обработку. Разработан технологический процесс изготовления вала-шестерни на основе проведенного анализа типового техпроцесса. Выбраны средства оснащения техпроцесса соответствующие типу производства. Проведено проектирование технологических операций, путем определения их структуры, а также расчетов режимов резания и нормирования операций. Для лимитирующей сверлильной операции спроектированы самоцентрирующие тиски и пушечное сверло, что позволило сократить время на проведение операции в 1,6 раза. Техпроцесс проанализирован на безопасность его внедрения в производства. Рассчитана экономическая эффективность принятых проектных решений.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Сысоев, С. К. Технология машиностроения : Проектирование технол. процессов : учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению подготовки дипломир. специалистов "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в" / С. К. Сысоев, А. С. Сысоев, В. А. Левко. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2016. - 349 с.
2. <https://azbukametalla.ru/marochnik/stali-konstruktsionnye/stali-legirovannye/stal-12h2n4a.html> (дата обращения: 25.04.2019).
3. Беляев, С. В. Основы металлургического и литейного производства : учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению бакалавриата 22.03.02 "Металлургия" / С. В. Беляев, И. О. Леушин. - Гриф УМО. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2016. - 207 с.
4. Горохов, В. А. Материалы и их технологии : учеб. для студентов вузов. В 2 ч. Ч. 1 / В. А. Горохов, Н. В. Беляков, А. Г. Схиртладзе ; под ред. В. А. Горохова. - Гриф УМО. - Минск : Новое знание, 2016 ; Москва : ИНФРА-М, 2016. - 588 с.
5. Маталин, А. А. Технология машиностроения [Электронный ресурс] : учебник / А. А. Маталин. - Изд. 4-е, стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2016. - 512 с.
6. Скворцов, В. Ф. Основы технологии машиностроения [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Ф. Скворцов. - 2-е изд. - Москва : ИНФРА-М, 2016. - 330 с.
7. Меринов, В. П. Технология изготовления деталей : курсовое проектирование по технологии машиностроения : учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по специальности "Технология машиностроения" направления подготовки "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в" / В. П. Меринов, А. М. Козлов, А. Г. Схиртладзе ; 4-е изд., перераб. и доп. - гриф МО. - Старый Оскол : ТНТ, 2015. - 263 с.
8. Основы технологии машиностроения [Электронный ресурс] :

учебник / В. В. Клепиков [и др.]. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 295 с. - URL: <http://znanium.com/catalog/product/545566> (дата обращения: 25.04.2019).

9. 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.

10. Методы получения заготовок в машиностроении и расчет припусков на их обработку : учеб. пособие для студентов машиностроит. вузов / Ю. М. Зубарев. - Гриф УМО. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2016. - 255 с.

11. ГОСТ 7505-89 Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – Введ. 1990–07–01. – М. : Изд-во стандартов, 1990. – 52 с.

12. Пухаренко, Ю. В. Механическая обработка конструкционных материалов [Электронный ресурс] : курсовое и диплом. проектирование : учеб. пособие / Ю. В. Пухаренко, В. А. Норин. - Санкт-Петербург : Лань, 2018. - 240 с.

13. Расторгуев, Д. А. Технологическая часть выпускной квалификационной работы машиностроительного направления [Электронный ресурс] : электронное учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2017. - 34 с.

14. Иванов, И. С. Технология машиностроения [Электронный ресурс] : учеб. пособие / И. С. Иванов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : ИНФРА-М, 2016. - 240 с.

15. 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.

16. Клепиков, В. В. Технологическая оснастка [Электронный ресурс] : станочные приспособления : учеб. пособие / В. В. Клепиков. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 345 с.

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

18. Пелевин, В. Ф. Метрология и средства измерений [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Ф. Пелевин. - Минск : Новое знание, 2017 ; Москва : ИНФРА-М, 2017. - 273 с.

19. Назначение рациональных режимов резания при механической обработке [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. М. Кишуров [и др.]. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - Санкт-Петербург : Лань, 2018. - 216 с.

20. Технология машиностроения [Электронный ресурс] : учебник / В. В. Клепиков [и др.]. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 387 с.

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

22. Клименков, С. С. Обработывающий инструмент в машиностроении [Электронный ресурс] : учебник / С. С. Клименков. - Минск : Новое знание, 2013 ; Москва : ИНФРА-М, 2013. - 459 с.

23. Горина, Л. Н., Фесина, М.И. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие. / Л. Н. Горина, М.И. Фесина - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. – 51с.

24. Краснопевцева, И. В. Экономика и управление машиностроительным производством [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / И. В. Краснопевцева, Н. В. Зубкова ; ТГУ ; Ин-т финансов, экономики и управления ; каф. "Торговое дело и управление производством". - Тольятти : ТГУ, 2014. - 183 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Спецификации к сборочным чертежам

Перв. примен.		Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание			
									Справ. №		
						<u>Документация</u>					
		A1			19.БР.ОТМП.658.65.00.000СБ	Сборочный чертеж					
						<u>Детали</u>					
		A3	1		19.БР.ОТМП.658.65.00.001	Корпус	1				
		A3	2		19.БР.ОТМП.658.65.00.002	Корпус пневмоцилиндра	1				
		A4	3		19.БР.ОТМП.658.65.00.003	Крышка	1				
		A4	4		19.БР.ОТМП.658.65.00.004	Крышка	2				
		A4	5		19.БР.ОТМП.658.65.00.005	Крышка	1				
		A4	6		19.БР.ОТМП.658.65.00.006	Ось	2				
		A3	7		19.БР.ОТМП.658.65.00.007	Ползушка	2				
		A3	8		19.БР.ОТМП.658.65.00.008	Поршень	1				
		A4	9		19.БР.ОТМП.658.65.00.009	Призма	4				
		A4	10		19.БР.ОТМП.658.65.00.010	Рычаг	3				
		A4	11		19.БР.ОТМП.658.65.00.011	Толкатель	1				
		A3	12		19.БР.ОТМП.658.65.00.012	Шток	1				
		A4	13		19.БР.ОТМП.658.65.00.013	Штырь	1				
						<u>Стандартные изделия</u>					
			14			Винт М5х20 ГОСТ 11871-78	4				
			15			Винт М5х20 ГОСТ 11871-78	4				
			16			Винт М6х15 ГОСТ 17477-84	2				
		19.БР.ОТМП.658.65.00.000									
		Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Приспособление станочное					
		Разрад.	Середряков						Лист	Лист	Листов
		Пров.	Левашкин							1	2
		Н.контр.	Егоров						ТГУ, ИМ, гр. МСБЗ-1404		
		Утв.	Логинов			Формат А4					

Копировал

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		17		Винт М6х15 ГОСТ 17477-84	8	
		18		Винт М6х20 ГОСТ 17477-84	4	
		19		Винт М6х20 ГОСТ 17477-84	4	
		20		Гайка М12 ГОСТ 11878-87	1	
		21		Кольцо ГОСТ 17679-72	2	
		22		Манжета ГОСТ 6967-60	1	
		23		Манжета ГОСТ 6967-60	1	
		24		Уплотнение ГОСТ 13465-77	1	
		25		Уплотнение ГОСТ 13465-77	1	
		26		Уплотнение ГОСТ 13465-77	2	
		27		Шпонка ГОСТ 6321-80	2	

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	19.БР.ОТМП.658.65.00.000	Лист
						2

Инд. № подл.	Изм. / лист	№ докум.	Подп.	Дата	19.БР.ОТМП.648.70.00.000	Лит.	Лист	Листов	Инд. № подл.	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата	Справ. №	Перв. примен.	Формат	Зона	Лоз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
															A2	1	19.БР.ОТМП.658.70.00.001	Корпус	1			
	Разрад.	Середряков			Сверло пушечное			1											<u>Документация</u>			
	Проб.	Левашкин														A2			19.БР.ОТМП.658.70.00.000СБ	Сборочный чертеж		
	Нконтр.	Егоров																		<u>Детали</u>		
	Утв.	Логинов														A4	2	19.БР.ОТМП.658.70.00.002	Пластина режущая	1		

Копировал

Формат А4

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Маршрутные карты

Дирл.																				
Взам.																				
Подп.																				

ТГУ, Кафедра ОТМП

Вал-шестерня

М01 Сталь 12Х2Н4А ГОСТ 4543-71

Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ	Код заготовки	Профиль и размеры	КД	МЗ
М02	12	166	2,38кз	1	0,56	24	φ94х254	1	4,28кз

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт
Б	Код, наименование оборудования															

XX XX XX 000 Заготовительная

Горизонтально ковочная машина

XX XX XX 005 Фрезерно-центробальная

381631 Фрезерно-центробальный МР-71М 3, 17845 312 1Р 1 1 1 800 1 0,58

Фрезеровать торцы 1, 28 в размер 250^{+0,40}, сверлить отверстия 2, 29 в размер φ32^{+0,10}

396131 Тиски самоцентрирующие ГОСТ 12195-66; 391801 Фреза торцовая ГОСТ 1695-80 Т5К10;

391267 Сверло специальное Р6М5; 393311 Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 160-80.

XX XX XX 010 4110 Токарная

381101 Токарный 16К20Ф3

3 18217 312 1Р 1 1 1 800 1 200^{+0,21}

Точить, последовательно поверхности и торцы: Установ А 17, 18, 19, 20, 22, 24, 25 в размер φ44

φ48^{+0,21}; φ51,824^{+0,25}; φ58^{+0,1}; 161^{+0,4}; 177^{+0,4}; 136,5^{+0,4}; 127^{+0,4}; Установ Б 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13 φ48^{+0,21}

φ51,824^{+0,25}; φ58^{+0,1}; φ90,6^{+0,35}; 234^{+0,4}; 212,5^{+0,4}; 200

МК

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа						
						СМ	граф.	Р	УТ	КР	КОМД	ЕН
Б	Код, наименование оборудования											
Т 117	396110 Патрон поводковый ГОСТ2571-71; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная											
118												
А 119	XX XX XX 075 4130 Торцекруглошлифовальная											
Б 120	381311 Торцекруглошлифовальный 3М153Е 3 18873 312 1Р 1 1 1 800 1 172											
0 121	Точить последовательна Установка: 19 в размер $\phi 50,002^{+0,019}$; 154.75 $^{+0,025}$; Установ Б: 7, 8 в размер											
0 122	$\phi 50,002^{+0,019}$; 208,25 $^{+0,029}$											
Т 123	396110 Патрон поводковый ГОСТ2571-71; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная.											
124												
А 125	XX XX XX 080 4131 Шлифовальная											
Б 126	381311 Круглошлифовальный 3М153 3 18873 312 1Р 1 1 1 800 1 208											
0 127	Шлифовать поверхность 25 в размер $\phi 42^{+0,023}$											
Т 128	396110 Патрон поводковый ГОСТ2571-71; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная											
129												
А 130	XX XX XX 085 4151 Зубошлифовальная											
Б 131	381562 Зубошлифовальный 5А832 3 12287 312 1Р 1 1 1 800 1 17											
0 132	Шлифовать поверхность 14 в размер 7-й степени точности											
Т 133	396110 Патрон поводковый ГОСТ2571-71; 391810 Круг шлифовальный; 394300 Прибор измерительный											
Т 134	циферсальный.											
135												
А 136	XX XX XX 090 Моечная											
137												
138	XX XX XX 095 Контрольная											
139												
МК												

ПРИЛОЖЕНИЕ В
Операционные карты

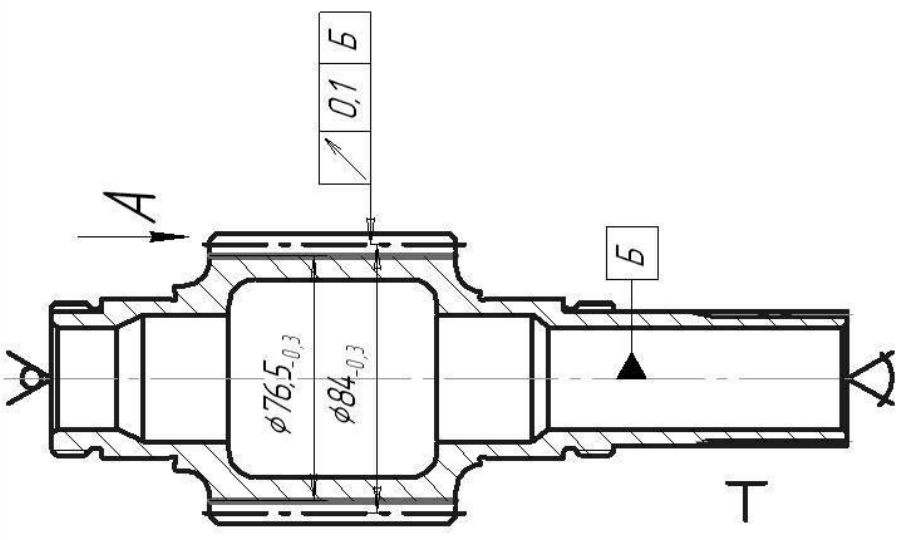
Ділл.																				
Взам.																				
Підп.																				

Розроб.	Середняков	ТГУ	Кафедра ОТМП																	
Проверил	Левашкин																			
Н.контр.	Егоров																			

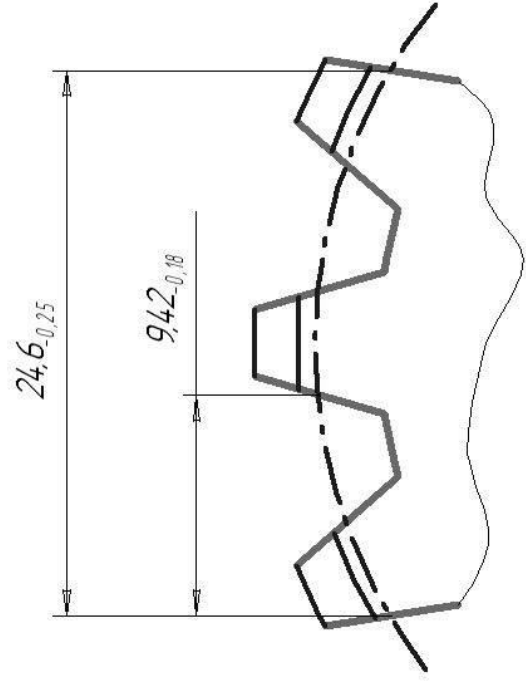
Вал-шестерня

БР

040



A (увеличено)



$\nabla Ra3.2$

Дцкл.	Взам.	Подп.						Цех	Уч.	Р.М.	Опер. ОКЛО	
Разработ.			Вал-шестерня									
Проверил												
Н.контр.												
Наименование операции			Материал			Твердость			Профиль и размеры		МЗ	КОИД
Зубофрезерная			12Х2Н4А ГОСТ 4543-71			HB 280		φ94х254		4,28		1
Обработка устройства ЧПУ			Обозначение программы			То		Тшт		СОЖ		
5К301П						3,59		4,17		Укринол-1		
01			1. Установить заготовку									
T 02			396110 Патрон поводковый ГОСТ 2571-71; 391810 Фреза Р9К10 ГОСТ 9324-80.									
O 03			2. Фрезеровать поверхность 14, 15 выдерживая размеры согласно эскиза.									
P 04					1		7,05		2,5		250 66	
05			3. Открепить, снять деталь с приспособления и положить на тележку.									
06												
07												
08												
09												
10												