

Аннотация

Полякова Валерия Игоревна. Технологический процесс изготовления муфты скользящей синхронизатора 3,4,5 передач. Выпускная квалификационная работа (бакалаврская работа). Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства». ТГУ, Тольятти, 2020 г.

В выпускной квалификационной работе представлены к рассмотрению задачи и вопросы, необходимые для проектирования усовершенствованного технологического процесса изготовления детали «муфта скользящая 3, 4, 5 передач». В работе решаются такие вопросы как выбор наилучшего способа получения заготовки, а так же рассчитываются припуски на механическую обработку наиболее точной поверхности детали. Разработаны режимы резания и назначены нормы времени. Спроектирован новый технологический маршрут, с учётом новых параметров механической обработки. Операции, ставшие технически неточными или экономически невыгодными, модернизированы путём подбора новых средств технического оснащения и режущих инструментов. Усовершенствованный технологический процесс проверен на безопасность и экологичность использования его в производстве. Для подтверждения экономической выгоды приведённых изменений был проведён экономический анализ техпроцесса, который показал, что разработанный технологический процесс является экономически эффективным из-за внесённых изменений.

Выпускная квалификационная (бакалаврская) работа включает в себя пояснительную записку, которая состоит из пяти разделов на 83 страницах и содержит 19 таблиц, 10 рисунков и 44 формулы. Графическая часть состоит 7,5 листов формата А1.

Abstract

The title of the graduation work is “The manufacturing process of the sliding clutch 3,4 and 5 gears.” The graduation work consists of an explanatory note on 83 pages, including 10 figures, 19 tables, 44 formulas, the list of 26 references including 5 foreign sources and 3 appendices, and the graphic part on 7,5 A1 sheets.

The problems of create the slug, calculation of allowances for machining, machining rate, and time rate are described in the project’s general part.

In order to choose a method for the slug designing two approaches are considered and calculated. Economic analysis of these options approaches and choose more economical one from them is conducted. This is a key part of the graduation work.

The issues of economy, industrial safety and ecology are highlighted in the project’s general part too. Much attention is given to economic analysis of the basic and projected variants for processing procedure. Plant technology has been used for many years and is not relevant to the modern standard. But modern problems require modern solutions. The designed technology is considered to be more technological and economical one.

It can be concluded that the main result of this work is a new processing procedure for manufacturing the part. The new technology corresponds to modern standard and is more effective.

Содержание

Введение.....	6
1 Анализ исходных данных.....	7
1.1 Назначение детали.....	7
1.2 Классификация поверхностей детали по служебному назначению..	8
1.3 Технологичность детали.....	9
1.4 Анализ техпроцесса.....	11
1.5 Задачи работы.....	14
2 Разработка технологической части работы.....	15
2.1 Выбор и обоснование метода получения заготовки.....	15
2.2 Проектирование заготовки.....	18
2.2.1 Выбор маршрута обработки поверхностей.....	18
2.2.2 Расчёт припусков	20
2.2.3 Проектирование и расчёт штампованной заготовки.....	26
2.3 Разработка технологического маршрута обработки детали..	28
2.4 Выбор средств технического оснащения.....	29
2.5 Расчёт режимов резания.....	34
2.6 Расчёт норм времени.....	46
2.7 Заключение по разделу.....	50
3 Проектирование специальных средств оснащения.....	51
3.1 Проектирование станочного приспособления.....	51
3.2 Проектирование режущего инструмента.....	55
3.3 Заключение по разделу.....	57
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	58
4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика рассматриваемого технического объекта....	58
4.2 Идентификация профессиональных рисков	59
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков....	61
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта ..	63
4.5 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта..	66

4.6 Заключение по разделу.....	67
5 Экономическая эффективность работы.....	68
Заключение.....	72
Список используемых источников.....	73
Приложение А Спецификация станочного приспособления.....	76
Приложение Б Спецификация режущего инструмента.....	78
Приложение В Маршрутная карта.....	79
Приложение Г Операционная карта.....	83

Введение

В современном мире машиностроение является одной из наиболее сложных отраслей промышленности, а так же катализатором научно-технического прогресса, который оказывает влияние на всю экономику.

Автомобилестроение является важной отраслью машиностроения. В сегодняшней ситуации на мировом рынке, автопроизводители предоставляют широкий ряд моделей в различных ценовых категориях. Высокая конкуренция вынуждает производителей искать новые пути снижения себестоимости автомобиля при этом сохраняя его качество на высоком уровне. Применение нового высокопроизводительного оборудования, поиск новых методов проектирования, разработка современной оснастки – всё это позволяет добиваться высокой точности и качества изделия, снижая при этом затраты на производство.

Одним из флагманов российского машиностроения является компания АвтоВаз.

АО «АвтоВаз» – российская автомобилестроительная компания, крупнейший производитель легковых автомобилей в РФ и Восточной Европе, а так же единственная компания на территории РФ выпускающая автомобили посредством полного цикла производства в пределах территории завода. Завод основан в 1966 году, в городе Тольятти.

Исходя из вышеперечисленного, можно сделать вывод, что целью выпускной квалификационной работы является разработка нового технологического процесса изготовления детали «муфта скользящая синхронизатора 3, 4 и 5 передач». Проектируемый технологический процесс должен обеспечивать высокое качество изготавливаемой детали, в соответствии с мировыми стандартами, а так же снизить экономические затраты на изготовление данной детали.

1 Анализ исходных данных

1.1 Назначение детали

Муфта скользящая синхронизатора 3, 4, 5 передач входит в состав механизма коробки передач. Принцип её работы состоит в том, что при включении передачи скользящая муфта перемещается вилкой в сторону зубчатого колеса, а потом через шарик и сухарь прижимает блокировочное кольцо к конусной поверхности зубчатого колеса. За счёт сил трения, частоты вращения муфты и зубчатого колеса выравниваются, и происходит плавное их соединение. На рисунке 1 представлен фрагмент чертежа двигателя, который содержит данную деталь.

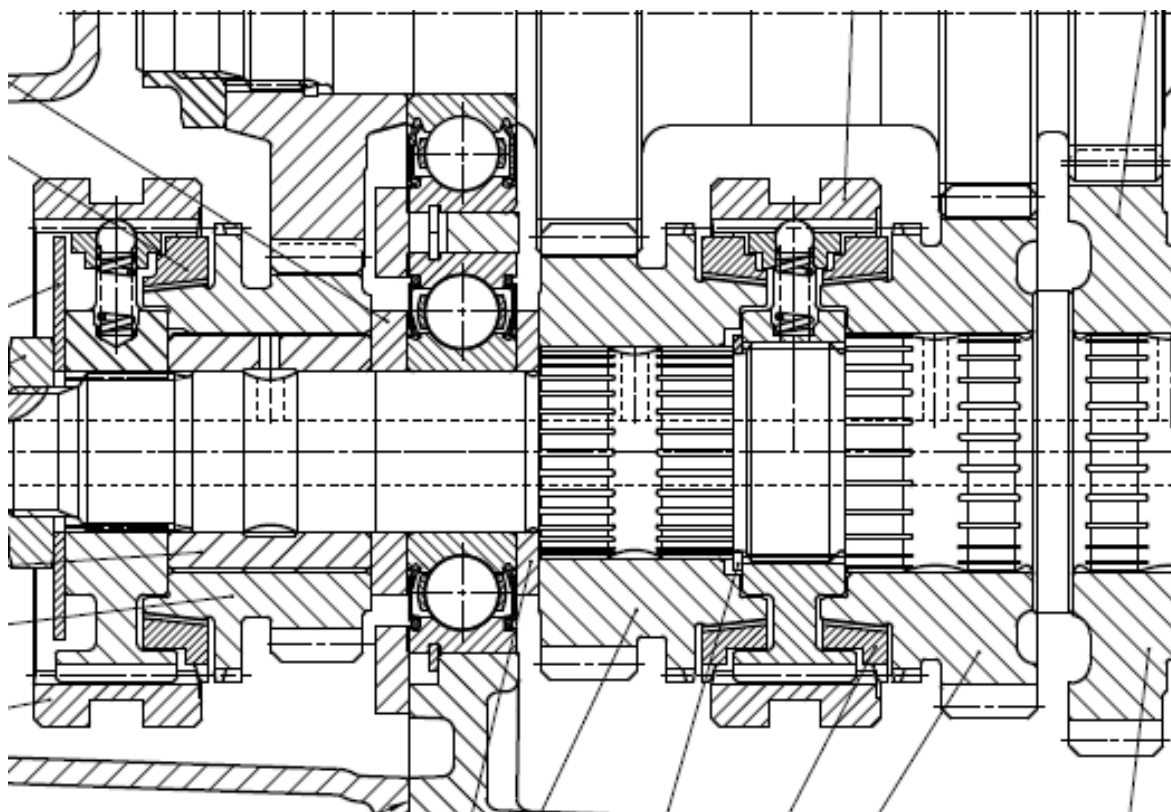


Рисунок 1 – Расположение муфты в двигателе

1.2 Классификация поверхностей детали по служебному назначению

Каждой поверхности детали присвоим собственный номер, а после – сформируем служебное назначение этой поверхности. На рисунке 2 представлен результат классификации поверхностей детали муфты.

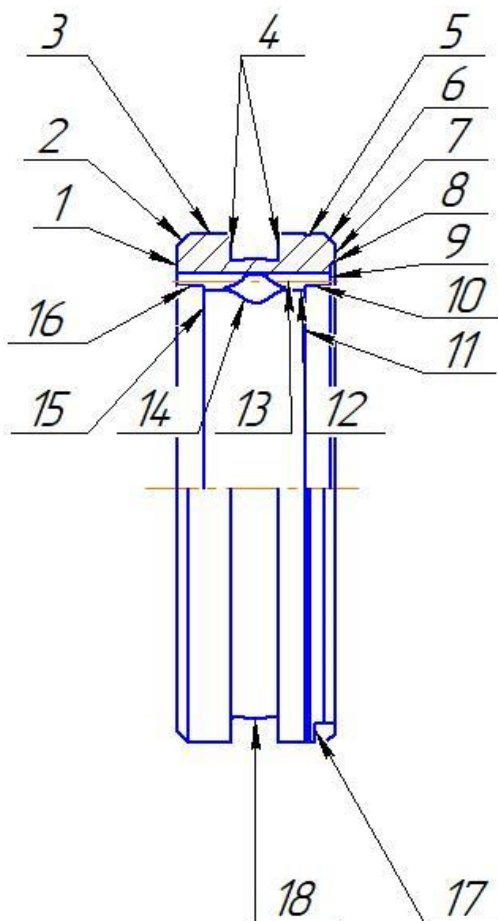


Рисунок 2 – Классификация поверхностей

Поверхности, которыми определяется положение муфты в механизме (основные конструкторские базы) – 10, 12, 13,16;

Поверхности, которые определяют положения присоединяемых к муфте деталей (вспомогательные конструкторские базы) – 10, 11, 14, 15,16;

Исполнительные поверхности, которые выполняют служебные функции – 4,18;

Свободные поверхности, которые не сопрягаются с другими поверхностями – поверхности, не перечисленные в первых трёх категориях.

1.3 Технологичность детали

Технологичность детали муфта можно оценить по совокупности технологичности таких её элементов [1], как технологичность применяемого материала, технологичность заготовки, технологичность базирования заготовки и технологичность конструкции детали.

При рассмотрении технологичности материала, в первую очередь необходимо убедиться, в его физико-механических свойствах и насколько полно они смогут обеспечить работоспособность детали в период её эксплуатации. Так же важно рассмотреть и экономические показатели материала, такие как его стоимость, а так же провести анализ и выяснить, рационально ли использовать данный материал при изготовлении детали.

Для изготовления муфты скользящей используют сталь 19ХГН – это конструкционная легированная сталь, легирующие элементы – хром, марганец и никель. Прочие характеристики определяем по [2].

Таблица 1 – Химический состав стали 19ХГН, в % по ГОСТ 10702-78

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Mo	Cu
0,16-0,21	0,17-0,37	0,7-1	0,8-1,1	до 0,035	до 0,035	0,8-1,1	до 0,1	до 0,3

Таблица 2 – Механические свойства при T=20°C

Сортамент	σ_B	σ_T	δ_5	ψ	КСУ	Термообработка
	МПа	МПа	%	%	кДж/м ²	
ГОСТ 4543-71	1180-1520	930	7		690	Закалка 870°C, масло, Отпуск 150 - 180°C, воздух,

где σ_B – предел прочности при растяжении;

σ_T – предел пропорциональности;

δ_5 – относительное удлинение разрыву;

ψ – относительное сужение;

KCU – ударная вязкость.

Твёрдость стали 19 ХГН по Бринеллю – $HV 10^{-1} = 217$ МПа.

Данный вид стали хорошо подвергается следующим видам термообработки: закалки при 870°C с охлаждением в масле и последующим отпуску при $150 - 180^{\circ}\text{C}$ с охлаждением на воздухе. Сталь так же можно подвергать нитроцементации и фосфатированию.

Исходя из конфигурации детали муфта, для получения её заготовки можно применять различные методы получения заготовок обработкой давлением. Обработка металлов давлением включает в себя разнообразные способы получения заготовок. Для получения заготовки данной детали целесообразно применять следующие методы: штамповка на горизонтально-ковочной машине (ГКМ) или штамповка на кривошипном горячештамповочном прессе (КГШП) [18]. Так же возможно использование трубных заготовок, однако этот метод был признан экономически неэффективным из-за отхода значительной части материала в стружку. Поэтому в работе будем рассматривать эффективность двух методов, предложенных выше. Использование метода штамповки на ГКМ требует применения более дорогих оснастки и инструмента, однако в данном случае можно снизить величину припусков и напусков, что позволит получить экономическую выгоду. Применение штамповки на горячештамповочном прессе требует менее затратных оснастки и инструмента, но в то же время это менее точный метод, который требует больших напусков и имеет меньшую производительность.

Оба метода получения заготовки не вызывают трудностей, потому что заготовка имеет простую конструкцию.

На разных операциях технологического процесса можно применять различные способы базирования. В основном базами будут служить

наружные и внутренние диаметральные поверхности, а так же торцы детали. Благодаря этому удастся уменьшить припуски на механическую обработку, а так же избежать обработки дополнительных искусственных баз. Так же это приведёт к общему снижению затрат на механическую обработку детали. Таким образом, с точки зрения базирования, деталь «муфта» считаем технологичной.

Конструкция детали достаточно сложная. В конструкции используется много нестандартных размеров, в том числе размеров фасок и скруглений. Деталь имеет внутренний зубчатый профиль. Число зубьев муфты $z = 33$, модуль $m = 2,1$.

Для обработки данной детали возможно применение универсального оборудования. Однако, из-за сложности конструкции, для обработки придётся использовать специальную оснастку, а так же разнообразный режущий инструмент.

На разных операциях все обрабатываемые поверхности муфты доступны для контроля измерительным инструментом.

Таким образом, можно сделать вывод, что данная деталь «муфта» является технологичной.

1.4 Анализ техпроцесса

Одной из задач, которую необходимо решить в ходе работы – это выбор оптимального технологического процесса, который, в свою очередь, зависит от двух условий. Это выбор способа получения заготовки и, главное, определения типа производства, чьи характеристики будут влиять на выбор параметров проектируемого технологического процесса. Тип производства возможно определить исходя из имеющихся данных – это масса детали, которая составляет 0,295 кг, и суточной программы выпуска – 3000 штук. Согласно этим данным тип производства соответствуем массовому типу. [1]

Анализ базового производственного процесса изготовления детали «муфта», который используется в производстве, приведён в таблице 3.

Таблица 3 – Характеристика базового техпроцесса

№ операции	Название операции	Станок	Оснастка	РИ	Тшт мин
1	2	3	4	5	
005	заготовительная	-	-	-	-
010	токарная	6-ти шпиндельный токарный автомат	Цанги зажимные, цанги подающие, кольца направляющие	Резец призматический, резец расточной, резец прямой канавочный, резец круглый расточной, резец прорезной, резец подрезной, резец отрезной,	1,45
015	протяжная	Вертикально-протяжной станок с авт. загрузкой «Минск»	Опора, устройство загрузки и выгрузки	Протяжка	0,45
025	моечная	Проходная 2-х ручьевая моечная машина «АВТОВАЗ»	-	-	0,16
030	фрезерная	Горизонтально-фрезерный станок с авт. загрузкой «Хурт»	Опора, направляющая втулка, поджим по трём точкам	Фреза торцевая, фреза дисковая	0,81
035	моечная	Проходная 3-х ручьевая моечная машина «АВТОВАЗ»	-	-	0,16
040	шлифовальная	Торцевкруглошлифовальный станок с авт. загрузкой «Харьков»	Специальное зажимное устройство	Шлифовальный круг (алмаз)	0,75
045	контрольная	-	-	-	-
050	накатная	Специальный накатной станок с авт. загрузкой «Цанрад Фабрик»	Поджимной ролик, устройство для поджима детали	Ролик накатной	0,55
055	моечная	Проходная 3-х ручьевая моечная машина «АВТОВАЗ»	-	-	0,16

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5
060 токарная	Токарный фронтальный 2-х шпиндельный станок с авт. загрузкой «АВТОВАЗ»	Патрон цанговый, державки канавочного резца левая и правая	Резец канавочный	0,5225
065 моечная	Проходная 3-х ручьевая моечная машина «АВТОВАЗ»	-	-	0,16
070 протяжная	Вертикально-протяжной станок с авт. загрузкой «Минск»	-	Протяжка	0,405
075 моечная	Проходная 3-х ручьевая моечная машина «АВТОВАЗ»	-	-	0,16
080 зубоскашивающая	Зубоскаш. ст. с авт. загрузкой «Хурт»	Специальное зажимное устройство	Фреза левая, фреза правая	0,89
085 зубоскашивающая	Зубоскашивающий станок с авт. загрузкой «Хурт»	Специальное зажимное устройство	Фреза левая, фреза правая	0,89
090 контрольная		-	-	-
095 термическая	агрегат двухрядный	-	-	0,0971
100 дробеметная	Дробемёт монорельс	-	-	0,0347
105 контрольная	-	-	-	-
110 шлифовальная	Круглошлифовальный станок с авт. загрузкой «Фамир»	Самоцентрирующийся патрон	Круг Алмазный ролик	0,8
115 моечная	Проходная 4-х ручьевая моечная машина «АВТОВАЗ»	-	-	0,16
120 контрольная	-	-	-	-
125 укладочная	-	-	-	-

В ходе анализа базового техпроцесса было установлено, что почти все использованные средства технического оснащения, а так же режущий и

мерительный инструменты являются достаточными для выполнения операций.

1.5 Задачи работы

После анализа технологичности детали и базового технологического процесса становится возможным сформулировать задачи работы и пути усовершенствования техпроцесса.

В работе должны быть решены следующие задачи:

1) Проектирование заготовки, определение припусков. Для проектирования заготовки используем следующие методы получения заготовок – штамповка на ГКМ и штамповка на на кривошипном горячештамповочном прессе;

2) Проектирование нового маршрута обработки детали на основе существующего базового маршрута обработки;

3) Проектирование новых технологических операций и, соответственно, расчёт на них новых режимов резания и определения новых норм времени;

4) Выбор средств технического оснащения, таких, какие будут удовлетворять условиям массового производства;

5) Проектирование специальных средств оснащения с таким условием, что их характеристику будут удовлетворять условиям массового производства;

6) Анализ экологических факторов при изготовлении детали, а так же определение показателей безопасности технологического процесса;

7) Экономическое обоснование выбора проектируемого технологического процесса.

2 Разработка технологической части работы

2.1 Выбор и обоснование метода получения заготовки

Как уже было отмечено, заготовку детали муфта можно получить двумя способами – штамповкой на горизонтально-ковочной машине и штамповкой на кривошипном горячештамповочном прессе. Рассмотрим подробнее эти способы для выбора наиболее технологичного и экономичного вида. Для этого проведём экономические расчёты вариантов [8].

Наилучшим будет считать тот способ получения заготовки, при котором сумма затрат на его выполнение и механическую обработку полученной заготовки будет минимальна. Расчёт ведём по формуле:

$$C_i = C_{\text{заг}i} + C_{\text{мех.обр}i}, \quad (1)$$

где $C_{\text{заг}i}$ – затраты на получение заготовки данным способом, руб.;

$C_{\text{мех.обр}i}$ – затраты на механическую обработку заготовки, руб.

Затраты на получение заготовки данным способом рассчитываются по следующей формуле:

$$C_{\text{заг}i} = \frac{C_{\text{ми}} \cdot M_{\text{заг}i}}{1000} \cdot K_{\text{сп}} \cdot K_{\text{т}} \cdot K_{\text{сл}}, \quad (2)$$

где $C_{\text{ми}}$ – стоимость штампованных заготовок за 1 тонну. Для стали 19ХГН $C_{\text{ми}} = 54680$ руб.;

$M_{\text{заг}i}$ – масса заготовки, кг;

$K_{\text{сп}}$ – коэффициент, учитывающий способ получения заготовки.

Для получения заготовок на горизонтально-ковочных машинах $K_{\text{сп}} = 1,2$, для штамповок на кривошипном горячештамповочном прессе $K_{\text{сп}} = 1,3$;

$K_{\text{т}}$ – коэффициент, учитывающий класс точности штамповок. Для штамповок нормальной точности $K_{\text{т}} = 1$;

$K_{сл}$ – коэффициент, учитывающий группу сложности штамповок.

Для штамповок 4 группы сложности $K_{сл} = 1,2$.

Так как известно, что масса детали муфта – 0,3 кг проведём расчёт массы заготовки по формуле:

$$M_{зи} = M_{д} \cdot K_{р}, \quad (3)$$

где $M_{д}$ – масса детали муфта, кг;

$K_{р}$ – коэффициент, который учитывает особенности технологии штамповки. Для штамповки на горизонтально-ковочных машинах $K_{р} = 1,5$, для штамповки на кривошипном горячештамповочном прессе $K_{р} = 1,6$.

Используя представленные выше данные, получаем следующие значения:

$M_{згкм} = 0,3 \cdot 1,5 = 0,45$ кг – для заготовки, полученной на ГКМ;

$M_{зкр.гор.пресс} = 0,3 \cdot 1,6 = 0,48$ кг – для заготовки, полученной КГШП.

Теперь, зная такие составляющие формулы, как масса заготовки, а так же стоимость используемого материала, проведём расчёт затрат на получении заготовки каждым из способов. Расчёт ведём по формуле (2):

$$C_{заг.гкм} = \frac{54680 \cdot 0,45}{1000} \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1,2 = 34,43 \text{ руб.}$$

$$C_{заг.кр.гор.пресс} = \frac{54680 \cdot 0,48}{1000} \cdot 1,3 \cdot 1 \cdot 1,2 = 40,94 \text{ руб.}$$

Далее необходимо рассчитать затраты на конкретно механическую обработку детали. Данные значения рассчитываем по формуле:

$$C_{обр.i} = \frac{C_{уд} \left(\frac{1}{K_{им.i}} - 1 \right) M_{д}}{K_{о}}, \quad (4)$$

где $C_{уд}$ – удельная стоимость снятия 1 кг стружки, $C_{уд} = 28$ руб.;

$K_{им}$ – коэффициент использования стали, который рассчитывается по следующей формуле:

$$K_{\text{им}} = \frac{M_{\text{д}}}{M_3}, \quad (5)$$

$$K_{\text{им.гкм}} = \frac{0,3}{0,45} = 0,67.$$

$$K_{\text{им.кр.гор.пресс}} = \frac{0,3}{0,48} = 0,625.$$

K_0 – коэффициент обрабатываемости стали, $K_0 = 0,9$.

Теперь произведём расчёт затрат на механическую обработку:

$$C_{\text{обр.гкм}} = \frac{28 \left(\frac{1}{0,67} - 1 \right) 0,3}{0,9} = 4,6 \text{ руб.},$$

$$C_{\text{обр.кр.гор.пресс}} = \frac{28 \left(\frac{1}{0,625} - 1 \right) 0,3}{0,9} = 5,6 \text{ руб.}$$

Теперь, зная все необходимые данные, рассчитаем затраты, необходимые для получения детали муфта каждым из способов. Расчёт ведём по формуле (1):

$$C_{\text{гкм}} = 35,43 + 4,6 = 40,03 \text{ руб.},$$

$$C_{\text{кр.гор.пресс}} = 40,94 + 5,6 = 46,54 \text{ руб.}$$

Основываясь на полученных данных, можно сделать вывод, что при проектировании данного технологического процесса изготовления детали типа муфта, экономически эффективнее использовать такой метод получения заготовок, как штамповка на горизонтально-ковочных машинах.

2.2 Проектирование заготовки

2.2.1 Выбор маршрута обработки поверхностей

При определении оптимального варианта обработки поверхностей и получения заданной точности и шероховатости, необходимо назначить последовательность переходов при обработке. Это можно сделать, используя данные коэффициента удельной трудоёмкости детали. [4]

Для начала присвоим каждой поверхности детали свой собственный номер. Данные отражены на рисунке 3.

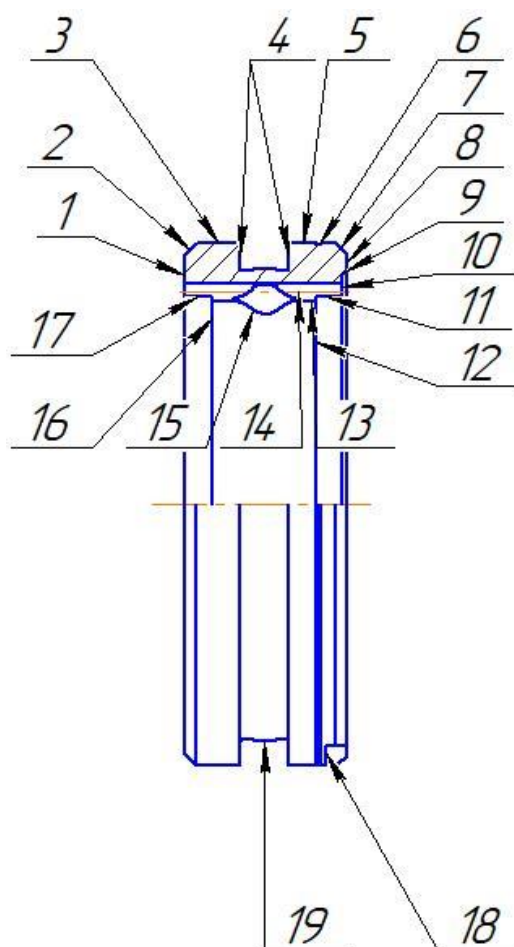


Рисунок 3 – Эскиз муфты

Выбор маршрутов обработки детали произведём на основании наименьшего коэффициента удельной трудоёмкости детали. Полученные маршруты обработки представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Технологические маршруты обработки детали муфта

Поверхность	Точность	Шероховатость	Маршрут
1	2	3	4
1	9	Ra20	Точение черновое – Термическая обработка
2	9	Ra20	Точение черновое – Термическая обработка
3	9	Ra20	Точение черновое – Точение чистовое – Термическая обработка
4	6	Ra0,5	Точение черновое – Точение чистовое – Термическая обработка – Шлифование черновое – Шлифование чистовое
5	9	Ra20	Точение черновое – Точение чистовое – Термическая обработка
6	9	Ra20	Точение черновое – Термическая обработка
7	9	Ra20	Точение черновое – Термическая обработка
8	9	Ra20	Точение черновое – Термическая обработка
9	9	Ra20	Точение черновое – Термическая обработка
10	9	Ra20	Точение черновое – Термическая обработка
11	9	Ra20	Растачивание черновое – Растачивание чистовое – Термическая обработка
12	9	Ra20	Растачивание черновое – Растачивание чистовое – Термическая обработка
13	9	Ra20	Растачивание черновое – Растачивание чистовое – Термическая обработка
14	9 (10)	Ra20 (для 3-х зубьев Ra25)	Протягивание черновое – Фрезерование – Накатывание – Протягивание чистовое – Зубоскашивание – Термическая обработка
15	9	Ra20	Фрезерование – Термическая обработка

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4
16	9	Ra20	Растачивание черновое – Растачивание чистовое – Термическая обработка
17	9	Ra20	Растачивание черновое – Растачивание чистовое – Термическая обработка
18	9	Ra20	Фрезерование – Термическая обработка
19	7	Ra1,2	Точение черновое – Точение чистовое – Термическая обработка – Шлифование черновое – Шлифование чистовое

2.2.2 Расчёт припусков

Следующий этап проектирования заготовки – это расчёт припусков. В данном пункте проведём расчёт припусков на механическую обработку поверхностей детали «муфта». Для этого существуют различные способы. В данном случае будем использовать расчётно-аналитический метод [9]

Для расчёта выбираем поверхность 12 диаметром $77_{-0,2}$ с шероховатостью Ra1,2 как одну из самых точных.

Расчёт диаметрального припуска ведём по формуле:

$$2Z_{i \min} = 2 \cdot \left(R_{z(i-1)} + h_{(i-1)} + \sqrt{\rho_{(i-1)}^2 + \varepsilon_i^2} \right), \quad (6)$$

где $R_{z(i-1)}$ – это высота микронеровностей на предыдущей операции, мкм;

$h_{(i-1)}$ – это толщина дефектного поверхностного слоя, оставшегося при выполнении предшествующего перехода;

$\rho_{(i-1)}$ – это сумма погрешностей пространственных отклонений, которые возникают на предшествующем переходе;

ε_i – это погрешность установки заготовки в приспособлении на выполняемом переходе, мкм.

Значение R_z и h для всех операций назначаем по таблицам и справочным данным. [9]

Сумму погрешностей пространственных отклонений для заготовки находим по формуле:

$$\rho_{\text{заг}} = \sqrt{\rho_{\text{экс}}^2 + \rho_{\text{см}}^2}, \quad (7)$$

где $\rho_{\text{экс}}$ – допуск на эксцентricность (несоосность) [6].

$\rho_{\text{см}}$ – смещение одних участков относительно других.

$\rho_{\text{см}} = \delta$, мкм; δ равно допуску, который найдём по формуле:

$$\delta = \frac{(\delta_{\text{заг}} + \delta_{\text{обр}})}{2}, \quad (8)$$

где $\delta_{\text{заг}}$ – это допуск на черновой размер заготовки, по ГОСТ 7505-89;

$\delta_{\text{обр}}$ – это допуск по качеству для соответствующего вида обработки. [9]

$$\delta = \frac{(900 + 740)}{2} = 820 \text{ мкм.}$$

Теперь найдём сумму погрешностей:

$$\rho_{\text{заг}} = \sqrt{800^2 + 820^2} = 1145 \text{ мкм.}$$

Далее определим остаточные пространственные отклонения. [9]

После чернового точения:

$$\rho_1 = 0,05 \cdot 1145 = 57,25 \text{ мкм.}$$

После чистового точения:

$$\rho_2 = 0,04 \cdot 1145 = 45,8 \text{ мкм.}$$

Величину пространственных отклонений при термической обработке рассчитываем по формуле:

$$\rho_{\text{ТО}} = \Delta_{\text{ТО}} \cdot L, \quad (9)$$

где $\Delta_{\text{ТО}}$ – удельное значение кривизны после термической обработки, мкм/мм;

L – длина детали, мм.

$$\rho_{\text{ТО}} = 0,6 \cdot 26,1 = 15,66 \text{ мкм.}$$

Погрешность установки в самоцентрирующий патрон находим по таблицам справочных данных. [5] Для чернового точения $\varepsilon_i = 110$ мкм, для чистового $\varepsilon_i = 90$ мкм, для чернового шлифования $\varepsilon_i = 70$ мкм, для чистового шлифования $\varepsilon_i = 15$ мкм.

Зная все исходные данные, производим расчёт минимальных значений припусков.

Точение черновое:

$$2Z_{\text{min}1} = 2 \cdot \left(160 + 200 + \sqrt{1145^2 + 110^2} \right) = 2 \cdot 1510 \text{ мкм.}$$

Точение чистовое:

$$2Z_{\text{min}2} = 2 \cdot \left(50 + 50 + \sqrt{57,25^2 + 90^2} \right) = 2 \cdot 207 \text{ мкм.}$$

Операция чернового шлифования происходит после термической обработки, поэтому для определения минимального значения припусков используем следующую формулу:

$$2Z_{i \text{ min}} = 2(R_{z(i-1)} + \rho_{(i-1)} + \varepsilon_i), \quad (10)$$

$$2Z_{\text{min}4} = 2(30 + 15,66 + 70) = 2 \cdot 116 \text{ мкм.}$$

Шлифование чистовое:

$$2Z_{min2} = 2 \cdot (10 + 20) = 2 \cdot 30 \text{ мкм.}$$

Расчётный размер находим по формуле:

$$d_{расч} = d_{расч i} + 2Z_{min i}, \quad (11)$$

$$d_{расч 5} = 77 - 0,2 = 76,8 \text{ м,}$$

$$d_{расч 4} = 76,8 + (2 \cdot 30) = 76,86 \text{ мм,}$$

$$d_{расч 2} = 76,86 + (2 \cdot 116) = 77,1 \text{ мм,}$$

$$d_{расч 1} = 77,1 + (2 \cdot 207) = 77,5 \text{ мм,}$$

$$d_{расч заг} = 77,5 + (2 \cdot 1510) = 80,52 \text{ мм.}$$

Принимаем $d_{расч} = d_{min}$.

Наибольшие предельные размеры находим по формуле:

$$d_{i max} = d_{i min} + T_i, \quad (12)$$

где T_i – допуски по качеству. [9]

$$d_{max 5} = 76,8 + 0,03 = 76,83 \text{ мм,}$$

$$d_{max 4} = 76,83 + 0,046 = 76,906 \text{ мм,}$$

$$d_{max 2} = 77,1 + 0,12 = 77,22 \text{ мм,}$$

$$d_{max 1} = 77,5 + 0,3 = 77,8 \text{ мм,}$$

$$d_{max заг} = 80,52 + 0,74 = 81,26 \text{ мм.}$$

После этого находим минимальное значение каждого из припусков. Оно находится как разность наименьших предельных размеров на предшествуемом и выполняемом переходах.

$$2Z_{min 5} = 76,86 - 76,8 = 0,06 = 60 \text{ мкм,}$$

$$2Z_{min 4} = 77,1 - 76,86 = 0,24 = 240 \text{ мкм,}$$

$$2Z_{min 2} = 77,5 - 77,1 = 0,4 = 400 \text{ мкм,}$$

$$2Z_{min 1} = 80,52 - 77,5 = 3,02 = 3020 \text{ мкм.}$$

Максимальное значение припусков так же определяется разность предельных размеров на предшествующем и выполняемом переходах, но в данном случае это будут наибольшие предельные размеры.

$$2Z_{max 5} = 76,906 - 76,83 = 0,076 = 76 \text{ мкм},$$

$$2Z_{max 4} = 77,22 - 76,906 = 0,314 = 314 \text{ мкм},$$

$$2Z_{max 2} = 77,8 - 77,22 = 0,58 = 580 \text{ мкм},$$

$$2Z_{max 1} = 81,26 - 77,8 = 3,46 = 3460 \text{ мкм}.$$

Общие припуски рассчитываем следующим образом:

$$Z_{общ min} = \sum 2Z_{min} = 60 + 240 + 400 + 3020 = 3720 \text{ мкм}.$$

$$Z_{общ max} = \sum 2Z_{max} = 76 + 314 + 580 + 3460 = 4430 \text{ мкм}.$$

Общий номинальный припуск рассчитываем по формуле:

$$Z_{общ ном} = Z_{общ min} + H_3 + H_d, \quad (13)$$

где H_3 – нижнее отклонение размера заготовки; [6]

H_d – нижнее отклонения размера детали, берётся по чертежу.

$$Z_{общ ном} = 3720 - 300 - 200 = 3220 \text{ мкм}.$$

Следовательно, номинальный диаметр заготовки:

$$d_{заг ном} = 76,83 + 3220 = 80,05 \text{ мм}.$$

Чтобы удостовериться в правильности расчётов произведём проверку на одну операцию, например на шлифовальную чистовую:

$$2Z_{max 5} - 2Z_{min 5} = T_1 - T_2,$$

$$76 - 60 = 46 - 30,$$

$$16 = 16.$$

Все данные, получившиеся в ходе расчётов, сводим в таблицу 5 – Расчёт припуска.

Таблица 5 – Расчёт припуска на поверхность $\varnothing 77_{-0,2}$

Технологические операции	Квалитет точности	Элементы припуска, мкм				2Zm in мкм	Предельные размеры, мм		Предельные значения припуска, мкм	
		R _z	h	ρ	ε		d _{min}	d _{max}	2Z ^{np} _{min}	2Z ^{np} _{max}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Заготовка	14	160	200	1145	-	-	80,52	81,26	-	-
Точение черновое	12	50	50	57,25	110	1510	77,5	77,8	3020	3460
Точение чистовое	10	30	30	45,8	90	207	77,1	77,22	400	580
ТО		-	-	15,66	-	-	-	-	-	-
Шлифование черновое	8	10	20	-	70	116	76,86	76,906	240	314
Шлифование чистовое	7	5	15	-	15	30	76,8	76,83	60	76

Остальные припуски на механическую обработку назначим по справочной литературе. [4], [5], [9]

Для лучшего понимания выполним графическое изображение полученных данных, представленное на рисунке 4.

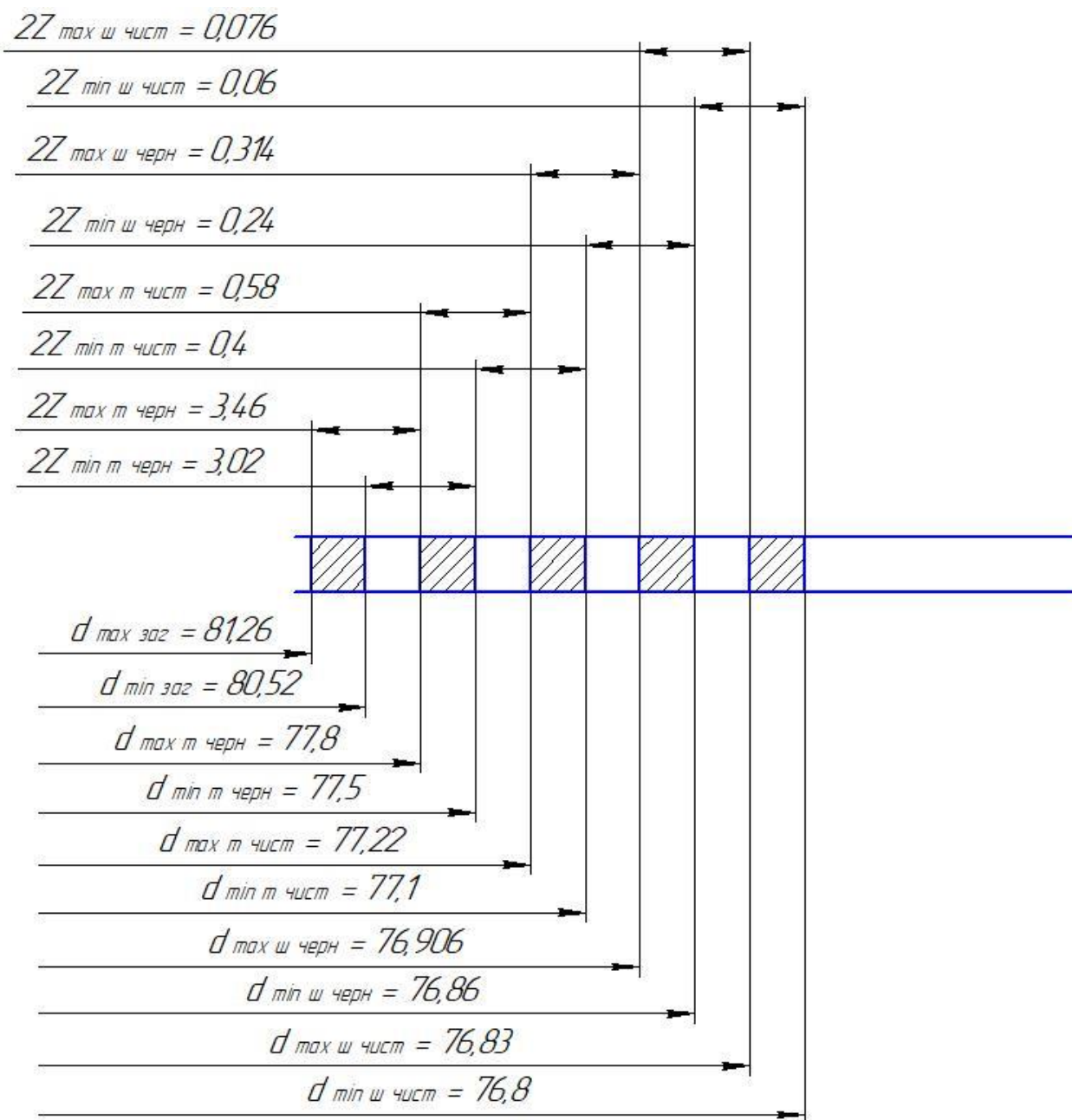


Рисунок 4 – Схема расположения припусков

2.2.3 Проектирование и расчёт штампованной заготовки

Штамповочное оборудование: Горизонтально-ковочная машина (ГКМ)

Класс точности получаемой штамповки – Т4.

Материал штамповки относится к группе – М1.

Степень сложности штампованной заготовки – С1.

Необходимый исходный индекс – 7.

После назначения припусков и допусков проведём уточняющий расчёт массы заготовки.

Объём заготовки рассчитаем по формуле:

$$V_{\text{заг}} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2, \quad (14)$$

$$V_{\text{заг}} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (86,8^2 \cdot 11,1 + 86,8^2 \cdot 10,91 + 80,05^2 \cdot 6,14 - 64,4^2 \cdot 28,15) = 69449,28 \text{ мм}^3.$$

Масса заготовки находится по формуле:

$$m_{\text{заг}} = V \cdot \gamma, \quad (15)$$

$$m_{\text{заг}} = 69449,28 \cdot 7,88 \cdot 10^{-6} = 0,55 \text{ кг.}$$

Теперь рассчитаем коэффициент использования материала, используя формулу:

$$\text{КИМ} = \frac{m_{\text{д}}}{m_{\text{заг}}} = \frac{0,3}{0,55} = 0,6. \quad (16)$$

2.3 Разработка технологического маршрута обработки детали

Данный раздел необходим для описания технологического маршрута обработки детали. Это описание включает в себя наименование операций, определение базовых и основных поверхностей, а так же качество и шероховатость детали на каждом этапе маршрута. В данном случае важно учесть, что маршрут имеет операцию термической обработки. Это значит, что до операции термообработки должны быть произведены все операции точения и зубообработки, так, чтобы после термообработки получить требуемую твёрдость.

Полученные результаты сводим в таблицу 6.

Таблица 6 – Технологический маршрут обработки детали муфта

Номер операции №	Название операции	Базовые поверхности	Обрабатываемые поверхности	Квалитет (IT)	Шероховатость (Ra)
1	2	3	4	5	6
000	Штамповка	-	-	14	25
005	Токарная	1,6,4,5,12	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,19	12	12,5
010	Токарная	1,6,5	11,12,13,14,16,17	12	12,5
015	Протяжная	1,5,6	14	9	6,3
020	Фрезерная	1,5,6	15,18	12	6,3
025	Накатная	1,5,6	14	10	6,3
030	Токарная	1,5,6,12	4,19,11,12,16,17	10	6,3
035	Протяжная	1,5,6	14	8	3,2
040	Зубоскашивающая	1,5,6	14	8	3,3
045	Контрольная	-	все	-	-
050	Термическая	-	все	-	-
055	Шлифовальная	1,6	4,19	8	3,2
060	Шлифовальная	1,6	4,19	7	1,2-0,5
065	Моечная	-	все	-	-
070	Контрольная	-	все	-	-

2.4 Выбор средств технического оснащения

Данный раздел содержит результат выбора оборудования, оснастки, режущего и мерительного инструментов, используя которые можно обеспечить заданный выпуск детали с необходимым качеством и минимальными затратами. При выборе СТО стоит учитывать, что оно должно обеспечивать быструю переналадку оборудования, а так же как можно большее использование универсальной и стандартной оснастки. Результаты выбора сведём в таблицы 7, 8, 9, представленные ниже.

Таблица 7 – Выбор оборудования

№ оп	Операция	Оборудование
1	2	3
000	Штамповка	ГКМ
005	Токарная	Станок токарный ТС1625Ф3 РМЦ 1500 С ЧПУ
010	Токарная	Станок токарный ТС1625Ф3 РМЦ 1500 С ЧПУ
015	Протяжная	Вертикально-протяжной станок с автоматической загрузкой «Минск»
020	Фрезерная	Горизонтально-фрезерный станок с автоматической загрузкой «Ваз»
025	Накатная	Специальный накатной станок с автоматической загрузкой «Ц.Ф.»
030	Токарная	Токарный фронтальный 2-х шпиндельный станок с автоматической загрузкой «ВАЗ»
035	Протяжная	Вертикально-протяжной станок с автоматической загрузкой «Минск»
040	Зубоскашивающая	Зубоскашивающий станок с автоматической загрузкой «Хурт»
045	Контрольная	Стол контрольный
050	Термическая	Агрегат двухрядный
055	Шлифовальная	Круглошлифовальный станок с автоматической загрузкой «Фамир»
060	Шлифовальная	Круглошлифовальный станок с автоматической загрузкой «Фамир»
065	Моечная	Проходная 4-х ручьевая моечная машина «АВТОВАЗ»
070	Контрольная	Стол контрольный

Таблица 8 – Выбор станочных приспособлений

№ оп	Операция	Приспособления
1	2	3
005	Токарная	Устройство для загрузки и выгрузки, патрон 3-х кулачковый
010	Токарная	Устройство для загрузки и выгрузки, патрон 3-х кулачковый
015	Протяжная	Устройство для загрузки и выгрузки, опора специальная
020	Фрезерная	Устройство для загрузки и выгрузки, опора специальная, поджим по трём точкам, направляющая втулка
025	Накатная	Устройство для загрузки и выгрузки, устройство транспортировки паллет, поджимной ролик, специальное устройство для поджима детали

Продолжение таблицы 8

1	2	3
030	Токарная	Устройство для загрузки и выгрузки, опора специальная, устройство для центрирования и зажима, патрон цанговый 02.7113.5229; Стойка для борштанги правая 02.6670.5221; Стойка для борштанги левая 02.6670.5221.
035	Протяжная	Опора специальная
040	Зубоскашивающая	Устройство загрузки и выгрузки, опора специальная
055	Шлифовальная	Устройство загрузки и выгрузки, самоцентрирующий патрон, зажим по 3-м точкам, опора специальная
060	Шлифовальная	Устройство загрузки и выгрузки, самоцентрирующий патрон, зажим по 3-м точкам, опора специальная

Таблица 9 – Выбор инструмента

№ оп	Операция	Режущий инструмент	Мерительный инструмент
1	2	3	4
005	Токарная	Резец токарный для наружного точения по контуру DVVNN2020K16 со сменными пластинами и углом в плане 72,5°; Пластина токарная твёрдосплавная ромбическая 35° VNMG160404-MD BPS251, сплав BPS251 с покрытием CVD, универсальный; Резец токарный для наружного точения MCKNR2020K12 со сменными пластинами и углом в плане 75°; Пластина токарная твёрдосплавная ромбическая 80° CNMG120404-FW PP6115 сплав PP6115 с покрытием CVD. Резец токарный проходной сборный, со сменными пластинами и углом в плане 45°; Пластина токарная твёрдосплавная квадратная из сплава T5K10 по ГОСТ 19042-80; Резец канавочный QFFD2525L17-48H со сменной пластиной ZTFD0303-MG TP833.	Приспособления для контроля Ø85,3±0,2, Ø77,5±0,1; размеров 26,1±0,1, 9,3±0,1; Калибр индикатор для контроля 4,5±0,15; Калибр для контроля □45±3.
010	Токарная	Державка расточная S10K-SDZCR07 со сменными пластинами и углом в плане 93°; Пластина токарная твёрдосплавная ромбическая DCGT070202-GP GM3225 сплав GM3225 - микрозернистый улучшенный твердый сплав повышенной прочности из кобальта плюс покрытие TiAlN Nano;	Пробка для контроля Ø67,3±0,2; Пробка для контроля Ø65,9±0,1; Приспособление для контроля размеров 4,8±0,1, 21,5±0,1

Продолжение таблицы 9

1	2	3	4
		Державка расточная S20Q-MTFNR16 со сменными пластинами и углом в плане 91°; Пластина токарная твёрдосплавная треугольная TNMG160404-QF GP1225, сплав GP1125.	
015	Протяжная	Протяжка специальная 02.2403.9148.	Пробка для контроля $\varnothing 66,15^{+0,03}$; Калибр-пробка для контроля размера впадины $e_n=3,564$; Калибр комплексный проходной; Калибр для контроля $d_f=72,25_{-0,1}$; Калибр для контроля $\square =0,02$; Калибр для контроля $\square =0,15$.
020	Фрезерная	Фреза торцевая специальная 02.2216.5004; Фреза дисковая специальная 02.2240.5001.	Приспособление для контроля $\varnothing 59,2_{-0,1}$; Приспособление для контроля $\square =T1,0$; Калибр для контроля размера $12,85\pm 0,06$; Шаблон для контроля профиля; Калибр для контроля размера $22,65\pm 0,35, 39,1\pm 0,1$.
025	Накатная	Ролик накатной специальный 02.2576.9162	Приспособление для контроля размера $0,26^{+0,1}$; Калибр для контроля размеров $1,8\div 2,05, 24,46\div 24,67$
030	Токарная	Резец канавочный специальный 02.2138.9079; Вставка специальная 02.2038.9536; Вставка специальная 02.2038.9537; Борштанга специальная 02.6314.5134; Пластина специальная 2008.1471.131; Вставка специальная 02.2038.9471; Державка для канавочного резца правая 02.6700.5585; Державка для канавочного резца левая 02.6700.5586.	Пробка для контроля $\varnothing 68,1^{+0,2}$; Скоба для контроля $\varnothing 77,1^{+0,05}$; Щуп для контроля размера $7,55\pm 0,05$; Калибр для контроля размера $4,975\pm 0,075$; Приспособление для контроля размера $9,475\pm 0,035$; Приспособление для контроля размера $21,575\pm 0,055$; Шаблон для контроля R12 и R0,4; Приспособление для контроля $\square =0,05$; Приспособление для контроля $\square =0,02$; Скоба для контроля размера $26,05\pm 0,05$.

Продолжение таблицы 9

1	2	3	4
035	Протяжная	Протяжка специальная 02.2403.9251	Пробка для контроля $\varnothing 68,87^{+0,03}$; Пробка для контроля $\varnothing 67,97^{+0,03}$; Пробка для контроля $\varnothing 66,27^{+0,03}$; Калибр-пробка для контроля размера впадины $e_p=3,706$; Калибр-пробка для контроля размера впадины $e_p=3,628$; Калибр комплексный проходной; Калибр индикатор для контроля $\square=0,05$; Калибр индикатор для контроля $\square=0,02$; Калибр для контроля $\square=0,08$.
040	Зубоскашивающая	Фреза специальная правая 02.2228.5025; Фреза специальная левая 02.2228.5026; Пластина специальная 2008.9206.131	Шаблон для контроля $\square 7 \overset{\circ}{\pm} 1 \overset{\circ}$; Приспособление для контроля смещения зубоскашивания 0,2; Калибр для контроля размера $24,5 \pm 0,08$; $\square = 0,1$; $\square = 0,05$; Шаблон для контроля $\square 125 \overset{\circ}{\pm} 3 \overset{\circ}$.
055	Шлифовальная	Специальный круг шлифовальный 02.2715.5015	Скоба для контроля $\varnothing 77 \pm 0,05$; Калибр для контроля размера $9,275 \pm 0,025$; Приспособление для контроля $\square = 0,05$ торцев; Щуп для контроля размеров $7,95 \pm 0,05$; Шаблон на R18-1; Приспособление для контроля $\square = 0,05$ канавки.
060	Шлифовальная	Специальный алмазный ролик 02.2730.9103	Скоба для контроля $\varnothing 76,9 \pm 0,05$; Калибр для контроля размера $9,275 \pm 0,025$; Приспособление для контроля $\square = 0,05$ торцев; Щуп для контроля размеров $7,95 \pm 0,05$; Шаблон на R18-1; Приспособление для контроля $\square = 0,05$ канавки.

Все выбранные средства технического оснащения, а так же режущий и мерительный инструменты соответствуют мировым стандартам, удовлетворяют заданным операциям, а так же являются достаточными для выполнения технологического процесса изготовления данной детали в условиях массового производства.

2.5 Расчёт режимов резания.

Расчёт режимов резания, как и расчёт припусков, можно проводить двумя методами – расчётно-аналитическим и статистическим. Лучшим результатом отличается расчётно-аналитический метод. Воспользуемся этим методом, чтобы рассчитать режимы резания на токарные операции 005 и 010. Некоторые данные, такие как подача, и различные коэффициенты возьмём из справочных материалов. [10]

Операция 005 – токарная черновая, установ А.

Основные исходные данные:

Заготовка – штамповка из стали 19ХГН;

Оборудование – станок токарный ТС1625Ф3 РМЦ 1500 С ЧПУ;

Приспособление – устройство для загрузки и выгрузки заготовок, патрон 3-х кулачковый самоцентрирующий.

Переход 1 – подрезка торца.

Инструмент – резец токарный для наружного точения МСКNR2020К12 со сменными пластинами и углом в плане 75° ; Пластина токарная твёрдосплавная ромбическая 80° CNMG120404-FW PP6115 сплав PP6115 с покрытием CVD.

Глубина резания $t = 0,9$ мм.

Подача $S = 0,8$ мм/об.

Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (17)$$

T – это период стойкости инструмента, в данном случае принимаем $T = 60$ мин;

Значения коэффициента и показателей степени:

$C_v = 340$;

$m = 0,20$;

$x = 0,15$;

$$y = 0,45;$$

Коэффициент K_v определяется по формуле:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv}, \quad (18)$$

где K_{mv} – поправочный коэффициент, учитывающий влияние физико-механических свойств обрабатываемого материала на скорость резания, находится по формуле:

$$K_{mv} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}, \quad (19)$$

$$K_{mv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{1180} \right)^1 = 0,64.$$

K_{pv} – поправочный коэффициент, учитывающий влияние состояния поверхности заготовки на скорость резания;

K_{iv} – поправочный коэффициент, учитывающий влияние инструментального материала на скорость резания.

$$K_v = 0,64 \cdot 1 \cdot 1,15 = 0,736.$$

Следовательно, скорость резания:

$$V = \frac{340}{60^{0,2} \cdot 0,9^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 0,736 = 123,94 \text{ м/мин.}$$

Теперь рассчитаем число оборотов шпинделя по формуле:

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

$$n = 1000 \cdot \frac{123,94}{\pi \cdot 86,8} = 454,5 \text{ об/мин.}$$

Полученное значение корректируем по паспорту станка и окончательно принимаем $n = 450$ об/мин.

Фактическую скорость резания находим по формуле:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}, \quad (21)$$

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot 86,8 \cdot 450}{1000} = 122,7 = 123 \text{ м/мин.}$$

Главная составляющая силы резания находится следующим образом:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (22)$$

где $C_p = 408$;

$$x = 0,72;$$

$$y = 0,8;$$

$$n = 0.$$

Коэффициент K_p рассчитывается по формуле:

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}, \quad (23)$$

где K_{mp} – поправочный коэффициент, который учитывает качество обрабатываемого материала и определяется по формуле:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n, \quad (24)$$

$$K_{mp} = \left(\frac{1180}{750} \right)^1 = 1,57.$$

Поправочные коэффициенты, учитывающие влияние геометрических параметров режущей части инструмента на составляющие сил резания:

$$K_{\phi p} = 0,94; K_{\gamma p} = 1,25; K_{\lambda p} = 1; K_{rp} = 0,87.$$

Тогда:

$$K_p = 1,57 \cdot 0,94 \cdot 1,25 \cdot 1 \cdot 0,87 = 1,6.$$

Используя найденные ранее значения, высчитаем главную составляющую силы резания по формуле (22):

$$P_z = 10 \cdot 408 \cdot 0,9^{0,72} \cdot 0,8^{0,8} \cdot 123^0 \cdot 1,6 = 5062 \text{ Н.}$$

Мощность резания определяется следующей формулой:

$$N = P_z \cdot \frac{V}{1020 \cdot 60}, \quad (25)$$
$$N = 5062 \cdot \frac{123}{1020 \cdot 60} = 10,2 \text{ кВт.}$$

Теперь найдём мощность привода главного движения, используя формулу:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta}, \quad (26)$$
$$N_{\text{пр}} = \frac{10,2}{0,85} = 12 \text{ кВт.}$$

Переход 2 – точить $\varnothing 85_{-0,2}$ мм в $l = 8,8$ мм.

Инструмент – Резец токарный для наружного точения по контуру DVVNN2020K16 со сменными пластинами и углом в плане $72,5^\circ$; Пластина токарная твёрдосплавная ромбическая 35° VNMG160404-MD BPS251, сплав BPS251 с покрытием CVD, универсальный.

Этот и последующие переходы рассчитываем используя формулы и значения, которые приведены в расчётах для перехода 1.

Глубина резания $t = 0,9$ мм;

Подача $s = 0,6$ мм/об;

Период стойкости материала $T = 60$ мин.

$C_v = 350$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,35$;

$$K_v = 0,64 \cdot 1 \cdot 1,15 = 0,736.$$

$$V = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 0,9^{0,15} \cdot 0,6^{0,35}} \cdot 0,736 = 137,98 \text{ м/мин.}$$

$$n = 1000 \cdot \frac{137,98}{\pi \cdot 86,8} = 505,9 \text{ об/мин.}$$

Принимаем по паспорту станка $n = 500$ об/мин.

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot 86,8 \cdot 500}{1000} = 136,3 = 136 \text{ м/мин.}$$

$$C_p = 300; \quad x = 1; \quad y = 0,75; \quad n = -0,15.$$

$$K_p = 1,57 \cdot 0,94 \cdot 1,25 \cdot 1 \cdot 0,87 = 1,6.$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,9^1 \cdot 0,6^{0,75} \cdot 136^{-0,15} \cdot 1,6 = 1410 \text{ Н.}$$

$$N = 1410 \cdot \frac{136}{1020 \cdot 60} = 3,13 \text{ кВт.}$$

$$N_{\text{пр}} = \frac{3,13}{0,85} = 3,68 \text{ кВт.}$$

Переход 3 – снятие фаски $1,25 \times 45^\circ$.

Инструмент – Резец токарный проходной сборный, со сменными пластинами и углом в плане 45° ; Пластина токарная твёрдосплавная квадратная из сплава Т5К10 по ГОСТ 19042-80.

Глубина резания $t = 1,25$ мм.

Подача $s = 0,9$ мм/об;

Период стойкости материала $T = 60$ мин.

$$C_v = 340; \quad m = 0,20; \quad x = 0,15; \quad y = 0,45;$$

$$K_v = 0,64 \cdot 1 \cdot 1,15 = 0,736.$$

$$V = \frac{340}{60^{0,2} \cdot 1,25^{0,15} \cdot 0,9^{0,45}} \cdot 0,736 = 111,89 \text{ м/мин.}$$

$$n = 1000 \cdot \frac{111,89}{\pi \cdot 85} = 419 \text{ об/мин.}$$

По паспорту станка принимаем $n = 410$ об/мин.

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot 85 \cdot 410}{1000} = 109,5 = 110 \text{ м/мин.}$$

$$C_p = 300; x = 1; y = 0,75; n = -0,15.$$

$$K_p = 1,57 \cdot 1 \cdot 1,25 \cdot 1 \cdot 0,93 = 1,8.$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1,25^1 \cdot 0,9^{0,75} \cdot 110^{-0,15} \cdot 1,8 = 3082 \text{ Н.}$$

$$N = 3082 \cdot \frac{110}{1020 \cdot 60} = 5,5 \text{ кВт.}$$

$$N_{\text{пр}} = \frac{5,5}{0,85} = 6,5 \text{ кВт.}$$

Для выполнения каждого перехода на данном установе операции, мощность главного электродвигателя станка является достаточной.

Операция 005 – токарная чистовая, установ Б.

Основные исходные данные:

Заготовка – штамповка из стали 19ХГН;

Оборудование – станок токарный ТС1625Ф3 РМЦ 1500 С ЧПУ;

Приспособление – устройство для загрузки и выгрузки заготовок, патрон 3-х кулачковый самоцентрирующий.

Переход 1 – подрезка торца, Переход 2 – точить $\varnothing 85_{-0,2}$ мм в $l = 9,3$ мм, Переход 3 – снятие фаски $1,25 \times 45^\circ$ имеют точно такие же режимы резания как и на установе А.

Переход 4 – точить $\varnothing 77_{-0,2}$ мм в $l = 8_{-0,1}$ мм.

Инструмент – Резец канавочный QFFD2525L17-48Н со сменной пластиной ZTFD0303-MG TP833.

Глубина резания $t = 1,73$ мм;

Подача $s = 0,6$ мм/об;

Период стойкости материала $T = 60$ мин.

$C_v = 350; m = 0,20; x = 0,15; y = 0,35;$

$$K_v = 0,64 \cdot 1 \cdot 1,15 = 0,736.$$

$$V = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 1,73^{0,15} \cdot 0,6^{0,35}} \cdot 0,736 = 125,1 \text{ м/мин.}$$

$$n = 1000 \cdot \frac{125,1}{\pi \cdot 80,05} = 497,4 \text{ об/мин.}$$

По паспорту станка принимаем $n = 490$ об/мин.

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot 80,05 \cdot 490}{1000} = 123 \text{ м/мин.}$$

$$C_p = 300; \quad x = 1; \quad y = 0,75; \quad n = -0,15.$$

$$K_p = 1,57 \cdot 0,94 \cdot 1,25 \cdot 1 \cdot 0,87 = 1,6.$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1,73^1 \cdot 0,6^{0,75} \cdot 123^{-0,15} \cdot 1,6 = 2750 \text{ Н.}$$

$$N = 2750 \cdot \frac{123}{1020 \cdot 60} = 5,5 \text{ кВт.}$$

$$N_{\text{пр}} = \frac{5,5}{0,85} = 6,47 \text{ кВт.}$$

Переход 5 – точить канавку $\varnothing 84,83$ мм на $l = 0,8$ мм.

Инструмент – Резец токарный для наружного точения по контуру DVVNN2020K16 со сменными пластинами и углом в плане $72,5^\circ$; Пластина токарная твёрдосплавная ромбическая 35° VNMG160404-MD BPS251, сплав BPS251 с покрытием CVD, универсальный.

Глубина резания $t = 0,17$ мм;

Подача $s = 0,6$ мм/об;

Период стойкости материала $T = 60$ мин.

$$C_v = 350; \quad m = 0,20; \quad x = 0,15; \quad y = 0,35;$$

$$K_v = 0,64 \cdot 1 \cdot 1,15 = 0,736.$$

$$V = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 0,17^{0,15} \cdot 0,6^{0,35}} \cdot 0,736 = 177,2 \text{ м/мин.}$$

$$n = 1000 \cdot \frac{177,2}{\pi \cdot 85} = 663,5 \text{ об/мин.}$$

По паспорту станка принимаем $n = 650$ об/мин.

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot 85 \cdot 650}{1000} = 173 \text{ м/мин.}$$

$$C_p = 300; \quad x = 1; \quad y = 0,75; \quad n = -0,15.$$

$$K_p = 1,57 \cdot 0,94 \cdot 1,25 \cdot 1 \cdot 0,87 = 1,6.$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,17^1 \cdot 0,6^{0,75} \cdot 173^{-0,15} \cdot 1,6 = 257 \text{ Н.}$$

$$N = 257 \cdot \frac{173}{1020 \cdot 60} = 0,7 \text{ кВт.}$$

$$N_{\text{пр}} = \frac{0,7}{0,85} = 0,82 \text{ кВт.}$$

Для выполнения каждого технологического перехода на данном установе операции мощности главного электродвигателя станка достаточно.

Операция 010 – токарная черновая.

Режимы резания на данную операцию назначим при помощи таблиц справочной литературы. [12], [13]

Основные исходные данные:

Заготовка – штамповка из стали 19ХГН;

Оборудование – станок токарный ТС1625Ф3 РМЦ 1500 С ЧПУ;

Приспособление – устройство для загрузки и выгрузки заготовок, патрон 3-х кулачковый самоцентрирующий.

Переход 1 – растачивание отверстия $\varnothing 66,15$ мм на $l = 26,1$ мм.

Инструмент – Державка расточная S20Q-MTFNR16 со сменными пластинами и углом в плане 91° ; Пластина токарная твёрдосплавная треугольная TNMG160404-QF GP1225, сплав GP1125.

Глубина резания $t = 0,9$ мм;

Подача определяется по формуле:

$$S = S_{от} \cdot K_{SM} \cdot K_{СП} \cdot K_{Sl} \cdot K_{S\varphi} \cdot K_{SD} \cdot K_{Sp} \cdot K_{SH} \quad (27)$$

где Подача табличная $S_{от} = 0,65$ мм/об;

K_{SM} – коэффициент, зависящий от механических свойств обрабатываемого материала, $K_{SM} = 1,25$;

$K_{СП}$ – коэффициент, который зависит от состояния поверхности заготовки, $K_{СП} = 1$;

K_{Sl} – коэффициент, зависящий от вылета резца (оправки), $K_{Sl} = 1$;

$K_{S\varphi}$ – коэффициент, зависящий от геометрических параметров резца, $K_{S\varphi} = 0,95$;

K_{SD} – коэффициент, зависящий от диаметра детали, $K_{SD} = 0,80$;

K_{Sp} – коэффициент, зависящий от способа крепления пластины, $K_{Sp} = 1$;

K_{SH} – коэффициент, зависящий от инструментального материала, $K_{SH} = 1$.

$$S = 0,65 \cdot 1,25 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,80 \cdot 1 \cdot 1 = 0,62 \text{ мм/об.}$$

Скорость резания, определённая по таблице [12] $V = 172$ м/мин.

$$n = 1000 \cdot \frac{172}{\pi \cdot 66,15} = 827 \text{ об/мин.}$$

По паспорту станка принимаем $n = 800$ об/мин.

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot 66,15 \cdot 800}{1000} = 166 \text{ м/мин.}$$

$$C_p = 300; x = 1; y = 0,75; n = -0,15.$$

$$K_p = 1,57 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,87 = 1,22.$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,9^1 \cdot 0,62^{0,75} \cdot 166^{-0,15} \cdot 1,22 = 1069 \text{ Н.}$$

Мощность резания, определённая по таблице справочных данных [12]
 $N = 8,9 \text{ кВт.}$

$$N_{\text{пр}} = \frac{8,9}{0,85} = 10,5 \text{ кВт.}$$

Переход 2 – Точить канавку $\varnothing 68,1 \text{ мм}$ на $l = 4,525 \text{ мм}$.

Инструмент – Державка расточная S20Q-MTFNR16 со сменными пластинами и углом в плане 91° ; Пластина токарная твёрдосплавная треугольная TNMG160404-QF GP1225, сплав GP1125.

Здесь и далее используем формулы и значения, которые были приняты для расчёта перехода 1 данной операции.

Глубина резания $t = 0,9 \text{ мм}$;

Определяем подачу:

$$S_{\text{от}} = 0,65 \text{ мм/об}; K_{\text{SM}} = 1,25; K_{\text{СП}} = 1; K_{\text{sl}} = 1; K_{\text{сп}} = 0,95; K_{\text{sD}} = 0,80; \\ K_{\text{sp}} = 1; K_{\text{SH}} = 1.$$

$$S = 0,65 \cdot 1,25 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,80 \cdot 1 \cdot 1 = 0,62 \text{ мм/об.}$$

$$V = 172 \text{ м/мин. [12]}$$

$$n = 1000 \cdot \frac{172}{\pi \cdot 66,15} = 827 \text{ об/мин.}$$

По паспорту станка принимаем $n = 800 \text{ об/мин.}$

$$V_{\Phi} = \frac{\pi \cdot 68,1 \cdot 800}{1000} = 171 \text{ м/мин.}$$

$$C_p = 300; x = 1; y = 0,75; n = -0,15.$$

$$K_p = 1,57 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,87 = 1,22.$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,9^1 \cdot 0,62^{0,75} \cdot 171^{-0,15} \cdot 1,22 = 1064 \text{ Н.}$$

$$N = 8,9 \text{ кВт. [12]}$$

$$N_{\text{пр}} = \frac{8,9}{0,85} = 10,5 \text{ кВт.}$$

Переход 3 – Точить канавку $\varnothing 76 \pm 0,3$ мм на $l = 0,5$ мм.

Инструмент – Державка расточная S20Q-MTFNR16 со сменными пластинами и углом в плане 91° ; Пластина токарная твёрдосплавная треугольная TNMG160404-QF GP1225, сплав GP1125.

Здесь и далее используем формулы и значения, которые были приняты для расчёта перехода 1 данной операции.

Глубина резания $t = 3,75$ мм;

Определяем подачу:

$$S_{\text{от}} = 1,07 \text{ мм/об}; K_{\text{SM}} = 1,25; K_{\text{СП}} = 1; K_{\text{sl}} = 1; K_{\text{сп}} = 0,95; K_{\text{sD}} = 0,80; \\ K_{\text{sp}} = 1; K_{\text{SH}} = 1.$$

$$S = 1,07 \cdot 1,25 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,80 \cdot 1 \cdot 1 = 1,02 \text{ мм/об.}$$

$$V = 125 \text{ м/мин. [12]}$$

$$n = 1000 \cdot \frac{125}{\pi \cdot 76} = 524 \text{ об/мин.}$$

По паспорту станка принимаем $n = 500$ об/мин.

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot 76 \cdot 500}{1000} = 119 \text{ м/мин.}$$

$$C_p = 300; x = 1; y = 0,75; n = -0,15.$$

$$K_p = 1,57 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,87 = 1,22.$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,9^1 \cdot 0,62^{0,75} \cdot 119^{-0,15} \cdot 1,22 = 1124 \text{ Н.}$$

$$N = 13 \text{ кВт. [12]}$$

$$N_{\text{пр}} = \frac{13}{0,85} = 15 \text{ кВт.}$$

Переход 4 – Точить канавку $\varnothing 68,1$ мм на $l = 4,975$ мм (с другой стороны)

Инструмент – Державка расточная S10K-SDZCR07 со сменными пластинами и углом в плане 93° ; Пластина токарная твёрдосплавная ромбическая DCGT070202-GP GM3225 сплав GM3225 - микрозернистый улучшенный твердый сплав повышенной прочности из кобальта плюс покрытие TiAlN Nano;

Глубина резания $t = 0,9$ мм;

Определяем подачу:

$$S_{\text{от}} = 0,45 \text{ мм/об}; K_{\text{SM}} = 1,25; K_{\text{SH}} = 1; K_{\text{sl}} = 1; K_{\text{sp}} = 1; K_{\text{SD}} = 0,80; K_{\text{sp}} = 1; K_{\text{SH}} = 1.$$

$$S = 0,45 \cdot 1,25 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,80 \cdot 1 \cdot 1 = 0,45 \text{ мм/об.}$$

$$V = 185 \text{ м/мин.}$$

$$n = 1000 \cdot \frac{185}{\pi \cdot 68,1} = 864,7 \text{ об/мин.}$$

По паспорту станка принимаем $n = 800$ об/мин.

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot 68,1 \cdot 800}{1000} = 171 \text{ м/мин.}$$

$$C_p = 300; x = 1; y = 0,75; n = -0,15.$$

$$K_p = 1,57 \cdot 0,89 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 0,87 = 1,34.$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,9^1 \cdot 0,62^{0,75} \cdot 171^{-0,15} \cdot 1,34 = 1169 \text{ Н.}$$

$$N = 8,2 \text{ кВт.}$$

$$N_{\text{пр}} = \frac{8,2}{0,85} = 9,6 \text{ кВт.}$$

Для выполнения всех переходов данной технологической операции, мощность главного электродвигателя станка является достаточной.

2.6 Расчёт норм времени

Назначая нормы времени будем пользоваться справочной литературой, при этом учитывая, что расчёт ведём на операции в массовом производстве.
[11]

В массовом производстве, для определения нормы времени, расчёт ведут по формуле:

$$T_{\text{шт}} = T_o + T_B + T_{\text{об}} + T_{\text{от}}, \quad (28)$$

где T_o – это основное время;

T_B – это вспомогательное время, продолжительность которого находится по формуле:

$$T_B = T_{y.c} + T_{z.o} + T_{yп} + T_{из}, \quad (29)$$

где $T_{y.c}$ – время, необходимое для установки и снятия детали на станке;

$T_{z.o}$ – время на закрепление и открепление детали в приспособлении;

$T_{yп}$ – время, затраченное на приёмы управления;

$T_{из}$ – время, необходимое на измерение детали.

$T_{об}$ – это время, затрачиваемое на обслуживание рабочего места, которое можно найти по формуле:

$$T_{об} = T_{орг} + T_{тех}, \quad (30)$$

где $T_{орг}$ – время организационного обслуживания;

$T_{тех}$ – время технического обслуживания.

$T_{от}$ – время перерывов на отдых.

Основное время в массовом производстве рассчитывается по формуле:

$$T_o = \frac{l \cdot i}{n \cdot S}, \quad (31)$$

где l – расчётная длина обработки, включающая в себя подход и перебеги резца (5 мм);

i – число проходов;

n – число оборотов шпинделя;

S – подача.

При подрезке торцов основное время рассчитывается по формуле:

$$T_{o(т)} = \frac{d \cdot i}{2n \cdot S}, \quad (32)$$

где d – диаметр обрабатываемого торца.

Рассчитаем норму штучного времени для операций 005-010 токарных черновых. Сперва рассчитаем основное время для операции 005.

Установ А, переход 1:

$$T_{o(т)} = \frac{86,8 \cdot 1}{2 \cdot 450 \cdot 0,8} = 0,12 \text{ мин.}$$

Установ А, переход 2:

$$T_o = \frac{(8,8 + 5) \cdot 1}{500 \cdot 0,6} = 0,046 \text{ мин.}$$

Установ А, переход 3:

$$T_o = \frac{(1,25 + 5) \cdot 1}{410 \cdot 0,9} = 0,02 \text{ мин.}$$

Установ Б, переход 1:

$$T_{o(т)} = \frac{86,8 \cdot 1}{2 \cdot 450 \cdot 0,8} = 0,12 \text{ мин.}$$

Установ Б, переход 2:

$$T_o = \frac{(9,3 + 5) \cdot 1}{500 \cdot 0,6} = 0,047 \text{ мин.}$$

Установ Б, переход 3:

$$T_o = \frac{(1,25 + 5) \cdot 1}{410 \cdot 0,9} = 0,02 \text{ мин.}$$

Установ Б, переход 4:

$$T_o = \frac{(8 + 5) \cdot 1}{490 \cdot 0,6} = 0,044 \text{ мин.}$$

Установ Б, переход 5:

$$T_o = \frac{(0,8 + 5) \cdot 1}{650 \cdot 0,6} = 0,015 \text{ мин.}$$

Сумма основного времени, затраченного на операцию 005:

$$\sum T_{005} = 0,432 \text{ мин.}$$

Теперь рассчитаем вспомогательное время для операции 005:

$$T_B = (2 \cdot 0,18) + (2 \cdot 0,2) + 2 \cdot (0,32 + 0,15 + 0,03) + (2 \cdot 0,14 + 5 \cdot 0,07 + 0,08) = 2,47 \text{ мин.}$$

При этом учитываем поправочный коэффициент: $K_{\text{в}} = 1,07$.

Вспомогательное время с учётом поправочного коэффициента:

$$T_B = 2,47 \cdot 1,07 = 2,64 \text{ мин.}$$

Основное время для операции 010:

Переход 1:

$$T_{o(t)} = \frac{(26,1 + 5) \cdot 1}{800 \cdot 0,62} = 0,06 \text{ мин.}$$

Переход 2:

$$T_{o(t)} = \frac{(4,525 + 5) \cdot 1}{800 \cdot 0,62} = 0,02 \text{ мин.}$$

Переход 3:

$$T_{o(t)} = \frac{(0,5 + 5) \cdot 1}{500 \cdot 1,02} = 0,01 \text{ мин.}$$

Переход 4:

$$T_{o(t)} = \frac{(4,975 + 5) \cdot 1}{800 \cdot 0,45} = 0,03 \text{ мин.}$$

Сумма основного времени, затраченного на операцию 010:

$$\sum T_{010} = 0,11 \text{ мин.}$$

Теперь рассчитаем вспомогательное время для операции 005:

$$T_B = 0,18 + 0,2 + (0,32 + 0,15 + 0,03) + (3 \cdot 0,17) = 1,39 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время с учётом поправочного коэффициента:

$$T_B = 1,39 \cdot 1,07 = 1,5 \text{ мин.}$$

Так как операции 005 и 010 производятся на одном и том же станке, общее и вспомогательное время можно суммировать между операциями, для

дальнейших расчётов и получения нормы штучного времени, для обработки детали на данном станке.

$$\sum T_{005-010} = 0,432 + 0,11 = 0,542 \text{ мин.}$$

$$\sum T_{в005-010} = 2,64 + 1,5 = 4,14 \text{ мин.}$$

Время на обслуживание рабочего места:

$$T_{об} = 0,05 + 0,05 = 0,1 \text{ мин.}$$

Тогда норма штучного времени на операции 005 и 010 – токарные черновые, выполняемые на одном станке будут равны:

$$T_{шт} = 0,542 + 4,14 + 0,1 + 10 = 14,8 \text{ мин.}$$

2.7 Заключение по разделу

В ходе выполнения технологической части выпускной квалификационной работы, была спроектирована новая заготовка детали, получаемая новым способом. Под заготовку были подобраны средства технического оснащения, а так же режущий и мерительный инструмент. Была определена самая точная поверхность детали и произведён расчёт припусков на неё. Так же определены режимы резания и нормы времени на новые технологические операции. В процессе выполнения раздела был написан новый технологический маршрут изготовления детали, учитывающий новый способ её получения, а так же выяснено, что что он является менее трудозатратным, чем базовый.

3 Проектирование специальных средств оснащения

3.1 Проектирование станочного приспособления

Анализируя спроектированный технологический процесс, можно прийти к выводу, что на операциях 005 и 010 токарных, необходимо устройство для быстрой подачи заготовок в зону резания, а так же быстрого их оттуда извлечения. Для этого на операцию необходимо назначить специальное устройство для загрузки и выгрузки заготовки. [14], [15]

В качестве специального станочного приспособления выбираем промышленный робот с захватным устройством.

Выбираем робот серии KR AGILUS: KR 6 R700 WP

Технические характеристики:

- Категория: компактные и малогабаритные роботы;
- Конструкция: standard;
- Вариант исполнения в зависимости от окружающей среды:

Waterproof;

- Максимальная грузоподъемность: 6 кг;
- Максимальный радиус действия: 706,7 мм;
- Количество управляемых осей: 6;
- Стабильность повторяемости позиционирования (ISO 9283): $\pm 0,03$ мм;
- Вес: 51 кг;
- Монтажные положения: под углом, пол, потолок, стена;
- Температура окружающей среды: от 5 °C до + 45 °C;
- Система управления: KR C4 compact / KR C4 smallsize-2;
- Класс защиты: IP 67

Внешний вид робота представлен на рисунке 6.

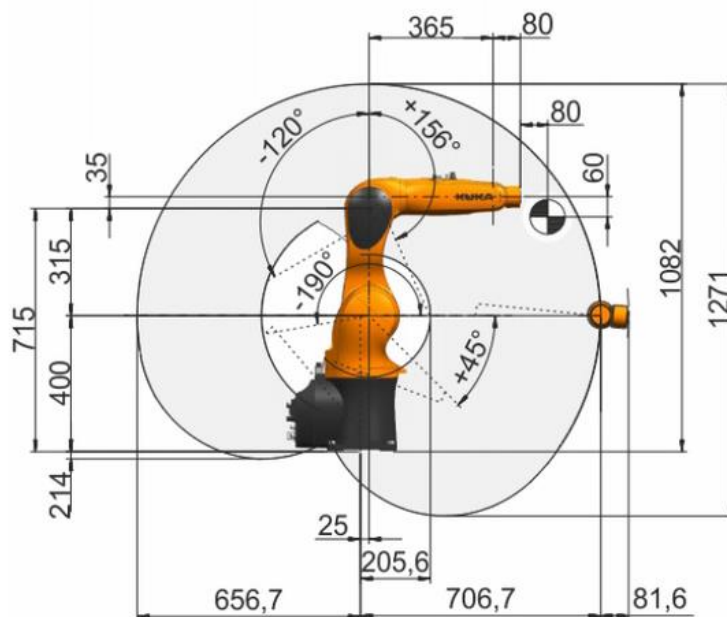
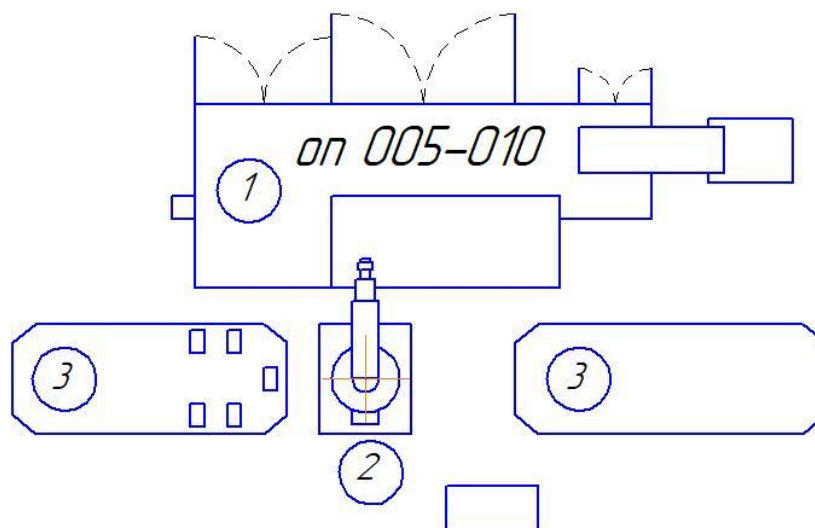


Рисунок 6 – внешний вид робота серии KR AGILUS: KR 6 R700 WP

Схематичное изображение рабочего места операций 005-010 с установленным роботом представлено на рисунке 7.



1 - Станок токарный TC1625Ф3 РМЦ 1500 С ЧПУ, 2 - Промышленный робот KR AGILUS: KR 6 R700 WP, 3 - Тактовый стол СТ-220

Рисунок 7 – Эскиз рабочего места операций 005-010

Проведём расчёт нагрузок и реакции в губках.

В процессе перемещения заготовки на неё действуют силы захвата, которые необходимы для её удержания. Рассчитаем их по формуле:

$$W = K_1 \cdot K_2 \cdot m \cdot g, \quad (33)$$

где K_1 – это коэффициент безопасности, принимаем $K_1 = 3$;

K_2 – это коэффициент передачи, который высчитываем по формуле:

$$K_2 = \sin \alpha / 2\mu, \quad (34)$$

где μ – коэффициент трения в месте контакта губок с заготовкой, $\mu = 0,16$.

m – масса заготовки, кг;

g – ускорение свободного падения, $g = 9,8 \text{ м/с}^2$.

Визуализация выбранного захватного устройства, а так же некоторые данные для расчёта представлены на рисунке 8.

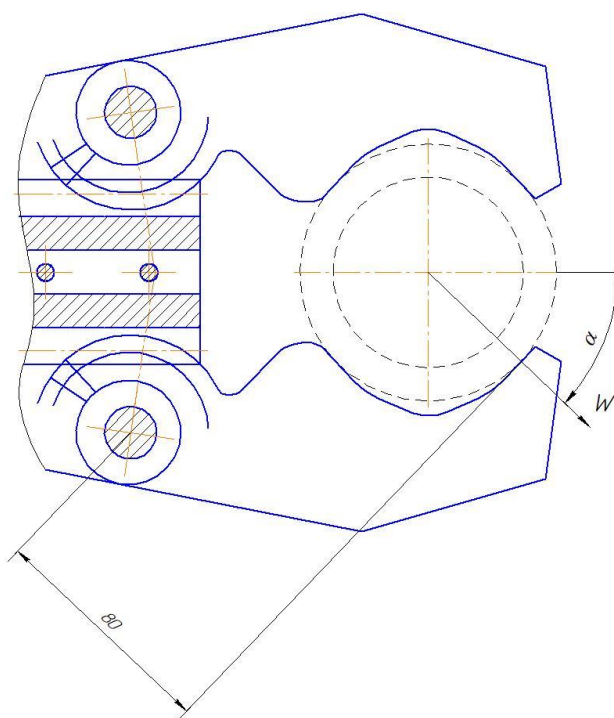


Рисунок 8 – Фрагмент захватного устройства

$$K_2 = \sin 43^\circ / 2 \cdot 0,16 = 2,1.$$

Теперь найдём силы захвата:

$$W = 3 \cdot 2,1 \cdot 0,55 \cdot 9,8 = 34 \text{ Н.}$$

Усилие на приводе рассчитывается по формуле:

$$Q = \frac{l}{m_c \cdot r_c \cdot \eta} \cdot 2 \cdot W, \quad (35)$$

где m_c – модуль зубчатого сектора;

r_c – полное число зубьев сектора;

η - КПД реечной передачи;

$$Q = \frac{2 \cdot 80 \cdot 34}{0,75 \cdot 20 \cdot 0,9} = 403 \text{ Н.}$$

Принимаем пневмопривод с рабочим давлением $p = 0,63$ МПа.

Диаметр поршня пневмоцилиндра рассчитаем по формуле:

$$D = 1,17 \sqrt{\frac{Q}{p \cdot \eta}}, \quad (36)$$

$$D = 1,17 \sqrt{\frac{403}{0,63 \cdot 0,9}} = 31,2 \text{ мм.}$$

Уточняем значения по ГОСТ 15608-81 до стандартных:

Диаметр цилиндра $D = 32$ мм;

Диаметр штока $d = 12$ мм.

Ход губок, необходимый для захвата заготовки равен 32 мм.

Ход штока с учётом запаса хода равен 75 мм.

Теперь опишем концепцию работы конструкции состоит в следующих действиях: воздух попадает внутрь пневмоцилиндра, в его штоковую полость.

После этого, поршень тянет шток, а губки, которые входят в зацепление с зубьями рейки, проворачиваются на осях. Происходит закрепление заготовки. При попадании воздуха в поршневую полость и шток, и рейка отходят вправо и разжимают заготовку.

На сборочном чертеже в графической части работы представлена подробная конструкция данного приспособления. Там же находится спецификация к нему.

3.2 Проектирование режущего инструмента

На операции 005 токарной черновой для снятия фасок под углом 45° применяется резец токарный проходной сборный по ГОСТ 26611-85. Расчёт и проектирование резца проведём при помощи анализа справочной литературы. [20]

Применяемый инструмент – резец токарный сборный с механическим креплением пластины. Применяемая система крепления пластины – прижим повышенной жёсткости (D). Исполнение резца – правое. Длина резца $l = 135$ мм, сечение державки 25×20 мм. Применяемая пластина – токарная твёрдосплавная, квадратная. Изготовлена из сплава Т5К10 по ГОСТ 19042-80. Радиус при вершине – 1 мм.

Проведём проверочный расчёт инструмента на прочность. Для этого сперва определим вылет резца по формуле:

$$l = 1,25 \cdot H, \quad (37)$$

$$l = 1,25 \cdot 25 = 31 \text{ мм.}$$

Далее определяем силу P_z . Так как режущий инструмент проектируется для операций, на которые были рассчитаны режимы резания, силу P_z возьмём из уже имеющихся расчётов. $P_z = 2910$ Н.

Рассчитаем изгибающий момент по формуле:

$$M_{\text{и}} = P_z \cdot l, \quad (38)$$

$$M_{\text{и}} = 3082 \cdot 31 = 95542 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Далее находим момент сопротивления изгибу по формуле:

$$W_{\text{и}} = \frac{B^3}{6}, \quad (39)$$

$$W_{\text{и}} = \frac{20^3}{6} = 1334 \text{ мм}^2.$$

В процессе работы в державке резца могут возникать напряжения изгиба. Их величину определяем по формуле:

$$\sigma_{\text{и}} = \frac{M_{\text{и}}}{W_{\text{и}}}, \quad (40)$$

$$\sigma_{\text{и}} = \frac{95542}{1334} = 72 \text{ МПа}.$$

Материалом, необходимым для изготовления корпуса державки резца, принимаем сталь 40Х. Механические свойства: предел кратковременной прочности $\sigma_{\text{в}} = 900 \text{ МПа}$, предел пропорциональности $\sigma_{\text{т}} = 700 \text{ МПа}$.

Теперь высчитываем напряжение на изгиб и сравниваем с получившимся ранее значением, по формуле:

$$[\sigma_{\text{и}}] = 700 \cdot 0,48 = 336 \text{ МПа} > \sigma_{\text{и}} = 72 \text{ МПа}. \quad (41)$$

Из расчётов видно, что данный резец обладает достаточной прочностью.

Конструкция резца представлена в виде чертежа в графической части работы.

3.3 Заключение по разделу

В данном разделе разработаны средство технического оснащения и режущий инструмент для выполнения токарной операции. В качестве средства оснащения было выбрано захватное устройство, установленное на промышленном роботе, что позволяет быстро подавать заготовку в зону резания, тем самым уменьшая нормы времени на выполнение операции.

4 Безопасность и экологичность технологического объекта

В данном разделе ВКР проводится оценка экологичности и безопасности технологического процесса изготовления детали муфта. Оценку будем вести согласно методике [22]

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

Данные, собранные в этом разделе, необходимы для представления основных характеристик каждой операции спроектированного технологического процесса изготовления детали муфта. Эти характеристики включают в себя вид выполняемых работ, применяемые средства технического оснащения, должность работников, которые выполняют операции, а так же все необходимые материалы и вещества. Для удобства, результаты анализа характеристик технического объекта собраны в таблицу 12.

Таблица 12 – Технологический паспорт технического объекта

Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества
1	2	3	4	5
Штамповка	Заготовительная операция	Кузнец-штамповщик	ГКМ	Сталь 19ХГН
Точение	Токарная операция	Оператор станка с ЧПУ	Станок токарный ТС1625Ф3 РМЦ 1500 С ЧПУ	Сталь 19ХГН; СОЖ
Точение	Токарная операция	Оператор станка с ЧПУ	Станок токарный ТС1625Ф3 РМЦ 1500 С ЧПУ	Сталь 19ХГН; СОЖ
Протягивание	Протяжная операция	Протяжчик	Вертикально-протяжной станок с автоматической загрузкой «Минск»	Сталь 19ХГН; Масло ЛЗсожІМП

Продолжение таблицы 12

1	2	3	4	5
Фрезерование	Фрезерная операция	Фрезеровщик	Горизонтально-фрезерный станок с автоматической загрузкой «Ваз»	Сталь 19ХГН; Масло И-12А 80%
Накатывание	Накатная операция	Зуборезчик	Специальный накатной станок с автоматической загрузкой «Ц.Ф.»	Сталь 19ХГН; Масло И-12А 80% + ЛЗ-26МО (20%)
Точение	Токарная операция	Токарь	Токарный фронтальный 2-х шпиндельный станок с автоматической загрузкой «ВАЗ»	Сталь 19ХГН; Эмульсия
Протягивание	Протяжная операция	Протяжчик	Вертикально-протяжной станок с автоматической загрузкой «Минск»	Сталь 19ХГН; Масло ЛЗсожІМІ
Зубоскашивание	Зубоскашивающая операция	Зуборезчик	Зубоскашивающий станок с автоматической загрузкой «Хурт»	Сталь 19ХГН
Шлифование	Шлифовальная операция	Шлифовщик	Круглошлифовальный станок с автоматической загрузкой «Фамир»	Сталь 19ХГН; МР-10
Шлифование	Шлифовальная операция	Шлифовщик	Круглошлифовальный станок с автоматической загрузкой «Фамир»	Сталь 19ХГН; МР-10

4.2 Идентификация профессиональных рисков

В этом разделе проводим идентификацию профессиональных рисков – производственно-технологических и эксплуатационных рисков. Это вредные и опасные производственные факторы, источником которых могут служить материалы, оборудование и вещества, используемые при изготовлении детали муфта. Результаты исследования этих факторов приведены в таблице 13.

Таблица 13 – 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
1	2	3
Заготовительная операция	Повышенный уровень шума и вибраций на рабочем месте; Повышенная температура поверхностей материалов; Монотонность труда	ГКМ
Токарные операции	Движущиеся части производственного оборудования; Оборудование, перемещающее заготовки, изделия; Токсические раздражающие вещества (СОЖ); Высокий уровень шума на рабочем месте; Монотонность труда.	Станок токарный ТС1625Ф3 РМЦ 1500 С ЧПУ; Токарный фронтальный 2-х шпиндельный станок с автоматической загрузкой «ВАЗ»
Протяжные операции	Движущиеся части производственного оборудования; Оборудование, перемещающее заготовки, изделия; Токсические раздражающие вещества (СОЖ); Высокий уровень шума на рабочем месте; Монотонность труда.	Вертикально-протяжной станок с автоматической загрузкой «Минск»
Фрезерная, накатная и зубоскашивающая операции	Движущиеся части производственного оборудования; Оборудование, перемещающее заготовки, изделия; Токсические раздражающие вещества (СОЖ); Высокий уровень шума на рабочем месте; Фиброгенное воздействие (металлическая пыль); Монотонность труда.	Горизонтально-фрезерный станок с автоматической загрузкой «Ваз»; Специальный накатной станок с автоматической загрузкой «Ц.Ф.»; Зубоскашивающий станок с автоматической загрузкой «Хурт»

Продолжение таблицы 13

1	2	2
Шлифовальные операции	Движущиеся части производственного оборудования; Оборудование, перемещающее заготовки, изделия; Повышенный уровень вибрации; Фиброгенное воздействие (пыль, абразивная стружка, металлическая пыль); Высокий уровень шума на рабочем месте;	Круглошлифовальный станок с автоматической загрузкой «Фамир»

4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

В данном разделе подобраны методы и средства снижения профессиональных рисков, которые необходимо использовать для защиты, частичного снижения или полного устранения вредного и/или опасного фактора при изготовлении детали муфта. Некоторые из требований, такие как инструктаж и обучение по технике безопасности при работе с промышленным оборудованием и инструктажи по охране труда – актуальны на каждом этапе технологического процесса. Другие, например такие как использование предупреждающей разметки или использование местной вытяжки – применяются на конкретных операциях, где их использование необходимо. Все средства индивидуальной защиты работников подобраны с учётом выполняемых ими операций. Результаты анализа методов и средств снижения профессиональных рисков приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Методы и средства снижения и/или устранения опасных и/или 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
1	2	3
Повышенная температура поверхностей материалов	Инструктажи и обучение по технике безопасности при работе с промышленным оборудованием; Инструктажи по охране труда; Использование технических средств защиты	Костюм огнеупорный; Огнеупорные ботинки; Краги для металлургов; Огнеупорный щиток
Движущиеся части производственного оборудования; Оборудование, перемещающее заготовки, изделия	Инструктажи и обучение по технике безопасности при работе с промышленным оборудованием; Инструктажи по охране труда; Ограждение оборудования; Использование предупреждающей разметки	Костюм для защиты от загрязнений; Каска защитная; Очки защитные
Токсические раздражающие вещества (СОЖ)	Инструктажи и обучение по технике безопасности при работе с промышленным оборудованием; Инструктажи по охране труда; Использование местной вытяжки; Ограждение оборудования защитными экранами	Костюм для защиты от загрязнений; Каска защитная; Очки защитные; Полумаска фильтрующая; Перчатки с точечным или полимерным покрытием
Высокий уровень шума и повышенный уровень вибрации	Инструктажи и обучение по технике безопасности при работе с промышленным оборудованием; Инструктажи по охране труда; Использование различных технических средств устранения шума; Увеличение жёсткости оборудования для уменьшения колебаний; Использование материалов, способных поглощать колебания	Вкладыши противозумные, наушники, резиновый коврик

Продолжение таблицы 14

1	2	3
Фиброгенное воздействие	Инструктажи и обучение по технике безопасности при работе с промышленным оборудованием; Инструктажи по охране труда; Применение приточно-вытяжной вентиляции	Респиратор
Монотонность труда	Инструктажи по охране труда; Соблюдение периодичности труда и отдыха	-

4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

В данном разделе приводится идентификация потенциального класса возникновения пожара и выявление опасных факторов его воспламенения. Анализ классов пожара и опасных факторов пожара, воздействующих на людей и материальное имущество, а так же сопутствующих проявлений опасных факторов пожара проведён по методике [22]. Результаты анализа представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	2	3	4	5
Кузнечный участок	ГКМ	Пожары, связанные с воспламенением и горением металлов (D)	Тепловой поток, искры и пламя	Замыкание высокого электрического напряжения

Продолжение таблицы 15

1	2	3	4	5
Участок лезвийной обработки	ТС1625Ф3 РМЦ 1500С ЧПУ; Токарный фронтальный 2-х шпиндельный станок с автоматической загрузкой «ВАЗ»; Вертикально-протяжной станок с автоматической загрузкой «Минск»; Горизонтально-фрезерный станок с автоматической загрузкой «Ваз»; Специальный накатной станок с автоматической загрузкой «Ц.Ф.»; Зубоскашивающий станок с автоматической загрузкой «Хурт»	Пожары, связанные с воспламенением и горением плавящихся твёрдых материалов и веществ (В)	Пламя, искры, огонь, тепловой поток, высокая температура, повышенная концентрация токсичных веществ в воздухе, низкая видимость	Замыкание высокого электрического напряжения
Участок абразивной обработки	Круглошлифовальный станок с автоматической загрузкой «Фамир»	Пожары, связанные с воспламенением и горением плавящихся твёрдых материалов и веществ (В)	Пламя, искры, огонь, тепловой поток, высокая температура, повышенная концентрация токсичных веществ в воздухе, низкая видимость	Замыкание высокого электрического напряжения

Для обеспечения пожарной безопасности в ходе изготовления детали муфта были выбраны организационно-технические мероприятия и технические средства обеспечения пожарной безопасности. Все они соответствуют нормативным документам в области пожарной безопасности по состоянию на 2016 год, таким как Федеральный закон «Технический

регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22.07.2008 N 123-ФЗ.

Все собранные данные анализа представлены в таблицах 16 и 17.

Таблица 16 – Технические средства обеспечения 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)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение.
1	2	3	4	5	6	7	8
Огнетушители ручные, ящики с песком	Пожарные машины, пожарные лестницы	Оборудование автоматического тушения пожара	технические средства оповещения и управления эвакуацией	Пожарные рукава, рукавные разветвления, ящики с песком	Респираторы, противогазы, пожарные карабины	Пожарные лопаты, багры, ломы, топоры, вёдра, комплекты диэлектрические	Автоматические оповещатели

Таблица 17 – Организационно-технические мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Наименование технологического процесса, используемого оборудования в составе технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
1	2	3
Технологический процесс изготовления детали муфта	Инструктаж и обучение правилам пожарной безопасности на участках; Обучение действиям при возникновении пожара и правильной эвакуации; Контроль за правильной эксплуатацией оборудования; Содержание оборудования в исправном состоянии	Проведение противопожарных инструктажей, наличие автоматической системы пожаротушения, наличие пожарной сигнализации, наличие первичных средств для тушения пожаров

4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

В данном разделе представлена оценка мер по обеспечению экологической безопасности технологического процесса изготовления детали муфта. Выявлены и проанализированы негативные экологические факторы реализуемого технического процесса, а так же меры по их снижению и/или устранению. Все данные анализа соответствуют нормативным документам РФ. Результаты анализа представлены в таблицах 18 и 19.

Таблица 18 – Идентификация негативных экологических факторов технического объекта

Наименование технического объекта, производственно-технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, производственно-технологического процесса (производственного здания или сооружения по функциональному назначению, технологических операций, 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 (образующие сточные воды, 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.)
1	2	3	4	5
Технологический процесс изготовления детали муфта	ГКМ; Станок токарный ТС1625Ф3 РМЦ 1500 С ЧПУ; Токарный фронтальный 2-х шпиндельный станок с автоматической загрузкой «ВАЗ»; Вертикально-протяжной станок с автоматической загрузкой «Минск»; Горизонтально-фрезерный станок с автоматической загрузкой «Ваз»; Специальный накатной станок с автоматической загрузкой «Ц.Ф.»; Зубоскашивающий станок с автоматической загрузкой «Хурт»; Круглошлифовальный станок с автоматической загрузкой «Фамир»	Стальная пыль; Частицы стружки; Частицы абразивного материала; Туман от СОЖ	Технические жидкости и масла; Стружка; абразивные частицы; Производственная пыль	Металлические отходы, абразивные отходы, технические масла и жидкости, ветошь, СОЖ

Таблица 19 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия заданного технического объекта на окружающую среду.

Наименование технического объекта	Технологический процесс изготовления детали муфта
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Использование для очистки воздуха циклоны-осадители с тангенциальным входом, с осевым входом, с групповым входом; мультициклоны параллельные, последовательные; пылеуловители
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Использование замкнутых и оборотных систем промышленного водопользования; многоступенчатая очистка воды
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Использование системы сортировки отходов; соблюдения правил хранения отходов и периодичности их вывоза; переработка металлических отходов

4.6 Заключение по разделу

В ходе работы была проведена идентификация профессиональных рисков, возникающих в ходе выполнения производственного процесса, и предложены методы и средства по снижению воздействия вредных и/или опасных факторов.

Была проведена идентификация класса пожаров и других опасных факторов, которые могут возникнуть в процессе выполнения производственного процесса. Были разработаны организационно-технические мероприятия по обеспечению пожарной безопасности, а так же по предотвращению пожарообразования и экстренным мерам в ходе образования пожара. Разработанные противопожарные мероприятия полностью отвечают современным противопожарным стандартам РФ.

Была проведена идентификация вредных экологических факторов, при выполнении производственного процесса, а так же мер противодействия экологическому загрязнению. Были разработаны мероприятия по обеспечению экологической безопасности на производстве.

5 Экономическая эффективность работы

В последнем разделе пояснительной записки проведём расчёт технико-экономических показателей технологического процесса изготовления детали муфта. Так же необходимо провести сравнительную характеристику проектируемого техпроцесса с базовым (заводским). Полученные данные используем для определения экономического эффекта, который произведут предложенные изменения.

Одно из основных изменений в технологическом процессе изготовления детали муфта – это выбор другого способа получения заготовки. В проектируемом технологическом процессе предложен новый способ получения заготовки – штамповка. Смена способа получения заготовки приводит к необходимости замены средств технического оснащения, а так же режущего инструмента и оснастки на черновых токарных операциях.

Далее проводим кратких сравнительный анализ основных характеристик черновых токарных операций в базовом и проектируемом вариантах техпроцесса. В ходе анализа становится понятно, что из-за использования нового прогрессивного оборудования и режущего инструмента норма основного времени на операции снизилась. В проектируемом технологическом процессе норма основного времени на выполнение токарных черновых операций составила 4, 78 мин. Это на 16% меньше чем в базовом варианте.

Для дальнейших расчётов используем предложенную методику [21], совместно с пакетом программного обеспечения Microsoft Excel, и определяем капитальные вложения в проектируемый технологический процесс. Эти расчёты нужны для сравнения их с базовым вариантом.

Сравнительный анализ технологических процессов проводим по таким показателям вложений, как затраты на основную заработную плату,

начисления на заработную плату и затраты на содержание и эксплуатацию оборудования. Сравнительный анализ затрат представлен на рисунке 9.

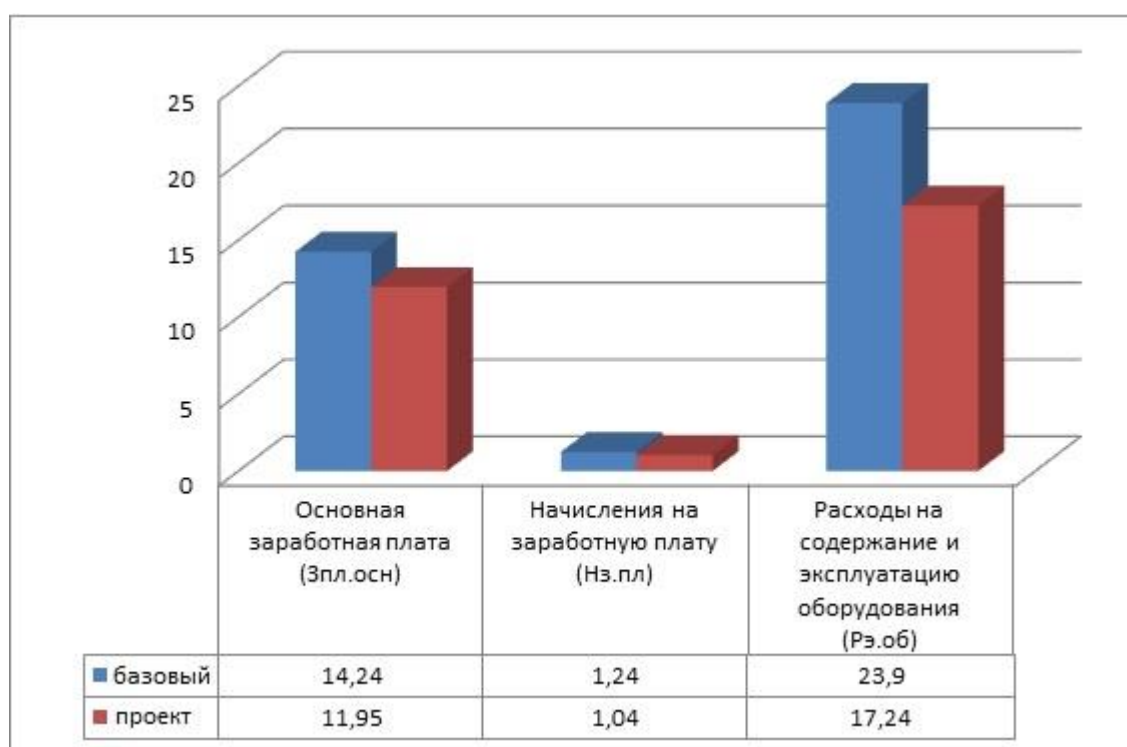


Рисунок 9 – Показатели, входящие в состав технологической себестоимости детали муфта

Анализ наглядно демонстрирует снижение основных показателей затрат, которые входят в состав технологической себестоимости.

Далее проводим сравнительных анализ таких экономических показателей себестоимости, как технологическая, цеховая, заводская и полная себестоимости изготовления детали на черновых токарных операциях. Данные представлены на рисунке 10.

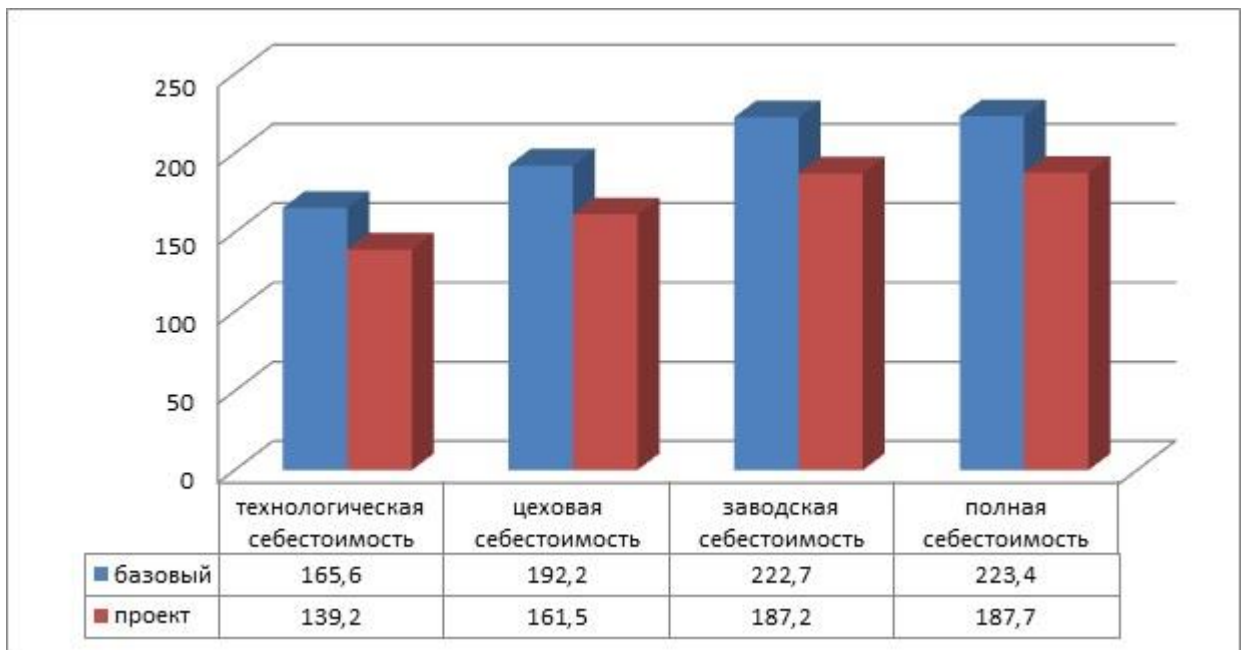


Рисунок 10 – калькуляция себестоимости по вариантам технологического процесса выполнения черновых токарных операций

Как видно из диаграммы, полная себестоимость детали муфта по проектируемому технологическому процессу составляет 187,7 руб. – это на 16% ниже полной себестоимости детали по базовому технологическому процессу. Учитывая эту разницу, находим, что предприятие может получить чистую экономическую прибыль, размером 2110614,492 руб., которая окупит предполагаемые затраты, размером 5289636,59 руб. в течение четырёх лет.

Теперь определим величину чистого дисконтируемого дохода, используя формулу:

$$D_{\text{диск.общ.}} = P_{\text{чист.диск.}}(T) = \sum_1^T P_{\text{чист.}} \cdot \frac{1}{(1 + E)^t}, \quad (42)$$

где T – горизонт расчёта, лет, T=4 года;

E – процентная ставка на капитал, E=15% (0,15);

t – годы получения прибыли в пределах принятого горизонта расчёта.

$$D_{\text{диск.общ.}} = 2110614,492 \cdot \left(\frac{1}{(1 + 0,15)^1} + \frac{1}{(1 + 0,15)^1} \frac{1}{(1 + 0,15)^1} \frac{1}{(1 + 0,15)^1} \right) =$$

= 6025758,708 руб.

Теперь найдём интегральный экономический эффект, используя формулу:

$$\mathcal{E}_{\text{инт.}} = \text{ЧДД} = D_{\text{общ.диск.}} - K_{\text{ВВ.ПР}}, \quad (43)$$

$$\mathcal{E}_{\text{инт.}} = 6025758,708 - 5289636,59 = 736122,1176 \text{ руб.}$$

Из расчётов видно, что общая стоимость доходов больше текущей стоимости затрат, поэтому проект можно считать эффективным, а индекс доходности определим по формуле:

$$\text{ИД} = \frac{D_{\text{общ.диск.}}}{K_{\text{ВВ.ПР}}}, \quad (44)$$

$$\text{ИД} = \frac{6025758,708}{5289636,59} \approx 1,14 \text{ руб.} \quad (44)$$

То есть, индекс доходности составляет 1,14 рублей на каждый вложенный рубль.

Принимая во внимание все данные вычислений, можно сделать вывод, что данный проектируемый технологический процесс является экономически эффективным. Предприятие может окупить затраты, вложенные в реализацию данного проекта, составляющие 5289636,59 рублей, за четыре года. Положительный экономический эффект от этого проекта составляет 736122,1176 рублей.

Заключение

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы был разработан новый, усовершенствованный технологический процесс изготовления детали «муфта скользящая синхронизатора 3, 4, 5 передач». Все задачи, поставленные в пункте 1,5, были решены, а именно:

- спроектирована заготовка детали муфта, которую можно получить методом штамповки на ГКМ. Были определены припуски на механическую обработку;

- спроектирован новый маршрут обработки детали;

- спроектированы новые технологические операции. Для них рассчитаны режимы резания и нормы времени;

- выбраны новые средства технического оснащения, которые соответствуют массовому типу производства. Так же выбраны новые режущие и измерительные инструменты;

- для операций 005 и 010 спроектированы специальные средства оснащения – станочное приспособление, которое представляет собой захватное устройство промышленного робота, и режущий инструмент;

- производственный процесс изготовления детали «муфта» проанализирован на безопасность и экологичность, решены вопросы эргономики, пожарной безопасности и охраны окружающей среды;

- проведён экономический анализ проектируемого технологического процесса, в ходе которого было установлено, что экономическая выгода нового техпроцесса составляет 736122,1176 рублей.

Подводя итог, можно сказать, что новый технологический процесс изготовления более технологичен, чем базовый, а так же экономически более эффективный, однако без реального рынка сбыта продукции труднооценим.

Список используемых источников

1. Горбацевич А. Ф., Шкред В. А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для вузов. – Стереотипное издание. Перепечатка с издания 1983г. – М.: Альянс, 2015.-256 с.
2. Химический состав и физико-механические свойства стали 19ХГН [Электронный ресурс]. – URL: https://www.mzstal.ru/auxpage_19hgn/ (дата обращения: 08.05.2020).
3. Скворцов, В.Ф. Основы технологии машиностроения: учеб. пособие / В.Ф. Скворцов. – 2–е изд. – Москва. : ИНФРА–М, 2016. – 330 с.
4. Ильенков, А.И. Технология машиностроения: Учебное пособие. / А.И. Ильенков, В.Ю. Новиков. – М.: Издательский центр «Академии», 2017. – 432 с.
5. Клепиков, В.В. Технология машиностроения: Учебник. / В.В. Клепиков, Н.М. Султан-заде, В.Ф. Солдатов и др. – М.: ИНФРА-М, 2017. – 387 с.
6. ГОСТ 7505-89 Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски.
7. ГОСТ 15608-81. Пневмоцилиндры поршневые. Технические условия.
8. 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. : Лань, 2016. – 349 с.
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. 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.

11. Маталин А. А. Технология машиностроения [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/71755/> (дата обращения: 08.05.2020) учебник / А. А. Маталин. - Изд. 4-е, стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2016. - 512 с.
12. Технология машиностроения [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789850622853.html/> (дата обращения: 08.05.2020) курсовое проектирование : учебное пособие / М. М. Кане [и др.] ; под ред. М. М. Кане, В. Г. Шелег. - Минск : Вышэйшая школа, 2013. - 311 с.
13. Зубарев Ю. М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении: учебник / Ю. М. Зубарев. - Санкт-Петербург : Лань, 2015. - 320 с.
14. Иванов, И.С. Расчет и проектирование технологической оснастки в машиностроении: учеб. пособие / И.С. Иванов. – Москва. : ИНФРА–М, 2015. – 198 с.
15. Схиртладзе, А.Г. Технологическая оснастка машиностроительных производств: учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в". Т. 3 / А.Г. Схиртладзе, В.П. Борискин. – 3-е изд., перераб. и доп. ; гриф УМО. – Старый Оскол. : ТНТ, 2016. – 536 с.
16. Manufacturing Process 2nd Edition By U K Singh and Manish Dwivedi. – New Delhi. : New Age International, 2009. – 290 с.
17. Колокатов, А.М. Шлифование абразивным и алмазным инструментом: Учебное пособие. / А.М. Колокатов, В.Н. Байкалова. – М.: Издательство РГАУ-МСХА, 2015. – 76 с.
18. Зубарев, Ю.М. Методы получения заготовок в машиностроении и расчет припусков на их обработку: учеб. пособие / Ю.М. Зубарев. – Санкт–Петербург. : Лань, 2016. – 256 с.
19. Мещерякова, В.Б. Металлорежущие станки с ЧПУ: учеб. пособие / В.Б. Мещерякова, В.С. Стародубов. – Москва. : ИНФРА–М, 2017. – 336 с.

20. Солоненко, В.Г. Резание металлов и режущие инструменты: учеб. пособие / В.Г. Солоненко, А.А. Рыжкин. – Москва. : ИНФРА–М, 2016. – 416 с.

21. Зубкова Н.В. Учебно-методическое пособие по выполнению экономического раздела выпускной квалификационной работы для студентов, обучающихся по специальности 15.03.03. «конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» / Н.В. Зубкова, – Тольятти: ТГУ, 2020, 65 с.

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

23. T.Smith Graham. Cutting tool technology. T.Smith Graham – Southampton: Publishing Southampton Solent University, 2008. – 599 page.

24. Davim J. Paulo (editor). Machining. Fundamentals and Recent Advances. London: Springer, 2008, - 361 pages.

25. Davim J.P. Modern Machining Technology. A practice guide Woodhead Publishing, 2011. — 412 p. — (English).

26. Bertsche, B. Reliability in Automotive and Mechanical Engineering: Determination of Component and System Reliability / B. Bertsche, A. Schanz, K. Pickard. – Berlin Heidelberg : Springer-Verlag, 2015 – 502 p

Приложение А

Спецификация станочного приспособления

Инв. №	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
								Изм.
Перв. примен.					<u>Документация</u>			
	A1			20.ВКР.ОТМП.691.75.00.000 СБ	Захватное устройство	1		
	Справ. №					<u>Детали</u>		
				1	20.ВКР.ОТМП.691.75.00.001	Гильза	1	
				2	20.ВКР.ОТМП.691.75.00.002	Гудка	2	
				3	20.ВКР.ОТМП.691.75.00.003	Демпфер	1	
				4	20.ВКР.ОТМП.691.75.00.004	Демпфер	1	
				5	20.ВКР.ОТМП.691.75.00.005	Корпус	1	
				6	20.ВКР.ОТМП.691.75.00.006	Крышка	1	
				7	20.ВКР.ОТМП.691.75.00.007	Ось	1	
				8	20.ВКР.ОТМП.691.75.00.008	Поршень	1	
			9	20.ВКР.ОТМП.691.75.00.009	Рейка	1		
			10	20.ВКР.ОТМП.691.75.00.010	Фланец	1		
		11	20.ВКР.ОТМП.691.75.00.011	Шток	1			
				<u>Стандартные изделия</u>				
		12		Болт М10 - 6дх60.58 ГОСТ 7798-70	2			
		13		Болт М8 - 6дх40.58 ГОСТ 7798-70	2			
		14		Винт А.М8 - 6д х 38.48 ГОСТ 1491-80	4			
		15		Винт А.М6 - 6д х 35.48 ГОСТ 1491-80	2			
		16		Гайка М30 - 6Н5 ГОСТ 5915-70	1			
		17		Гайка М10 - 6Н5 ГОСТ 5915-70	2			
Инв. № подл.	20.ВКР.ОТМП.691.75.00.000 СБ							
	Разр.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
	Проб.		Полякова В. И.			Лит.	Лист	
	Н.контр.		Рассторгуев Д.А.			1	Листов	
Утв.		Рассторгуев Д.А.					2	
		Логинев Н.Ю.						
					Захватное устройство			
					промышленного робота			
					ТГУ ТМп-1601 а			

Копировал

Формат А4

Продолжение приложения А

Формат		Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
			18		Гайка М12 - 6Н5 ГОСТ 5915-70	8	
			19		Гайка М8 - 6Н5 ГОСТ 5915-70	2	
			20		Кольцо 078-086-46 ГОСТ 9833-73	2	
			21		Кольцо 016-021-30 ГОСТ 9833-73	4	
			22		Шайба А.30.0108кп.016 ГОСТ 11371-78	1	
			23		Штифт 6x30 ГОСТ 3128-70	2	
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	20.ВКР.ОТМП.691.75.00.000 СБ		Лист
							2
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Копировал		Формат А4

Приложение Б

Спецификация режущего инструмента

Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Лист	Листов	Инв. № подл.	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Справ. №	Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание		
															A4								
																			<u>Документация</u>				
																			<u>Детали</u>				
																			<u>Стандартные изделия</u>				
																			20.ВКР.ОТМП.691.70.00.008 СБ	Резец токарный	1		
																			1	20.ВКР.ОТМП.691.70.00.001	Державка резца	1	
																			2	20.ВКР.ОТМП.691.70.00.002	Штифт	1	
																			3		Винта зажимной ГОСТ 17475-80	1	
																			4		Опрная пластина ГОСТ 19076-80	1	
																			5		Режущая пластина ГОСТ 19042-80	1	
																			20.ВКР.ОТМП.691.70.00.000 СБ				
																			Резец токарный				
																			ГОСТ 26611-85				
																			ТГУ ТМп-1601а				

Копировал

Формат А4

Приложение В

Маршрутная карта

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1														
Дубл.														
Взам.														
Подл.														
													1	4
Разраб.	Полякова В.И.													
Прое.	Расторгуев Д.А.													
Н. Контр.	Расторгуев Д.А.													
Утв.	Логинов Н.Ю.													
M01	19ХГН ТУ 14-3-748-78													
M02														
А	цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Код, наименование оборудования	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП
Б	Обозначение документа													
А 00	XX	XX	XX	000	XXXX	Заготовительная		ИОТ	ИЗ7.101.7034-98					
А 01	XX	XX	XX	005	4110	Токарная		ИОТ	ИЗ7.101.7001-93					
Б 02	XX	XX	XX	ТС1625Ф3	РМЦ1	1500	2	18809	22	1Р	1	1	1	100 1
T 03	Патрон самоцентрирующий ГОСТ 2675-80; Резец токарный DVVNN20K16; Пластина VNMG160404-MD BPS25; Резец токарный MCKNR20K12; Пластина CNMG120404-FW PP6115; Резец токарный проходной сборный, со сменными пластинами и углом в плане 45 по ГОСТ 19042-80; Резец канавочный QFFFD2525L17-48H со сменной пластиной ZTFD0303-MG TP833; Приспособление для контроля Ø85,3±0,2, Ø77,5±0,1; размеры 26,1±0,1, 9,3±0,1; Калибр индикатор для контроля 4,5±0,15; Калибр для контроля 45±3													
А 04	XX	XX	XX	010	4110	Токарная		ИОТ	ИЗ7.101.7001-93					
Б 05	XX	XX	XX	ТС1625Ф3	РМЦ1	1500	2	18809	22	1Р	1	1	1	100 1
T 06	Патрон самоцентрирующий ГОСТ 2675-80; Державка расточная S10K-SDZCR07; Пластина DCGT070202-GR GM3225; Державка расточная S20Q-MTFNR16; Пластина TNMG160404-QF GR1225; Пробка для контроля Ø67,3±0,2; Пробка для контроля Ø65,9±0,1; Приспособление для контроля размеров 4,8±0,1, 21,5±0,1													
А 07	XX	XX	XX	015	4180	Протяжная		ИОТ	ИЗ7.101.7115-00					
Б 08	XX	XX	XX	Верт. протяжной ст. с авт. загр. «Минск»	2	17485	22	1Р	1	1	1	1	1	100 1
T 09	Опора специальная; Протяжка специальная 02.2403.9148; Пробка для контроля Ø66,15 ^{+0,03} ; Калибр-пробка для контроля Ø размера впадины ep=3,564; Калибр комплексный проходной; Калибр для контроля d _f =72,25 _{d,1} ; Калибр для контроля d _f =0,02; Калибр для контроля d _f =0,15.													
МК														

Продолжение приложения В

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1															
Дубл.															
Взам.															
Подп.															2
А	цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тшт.к
Б					Обозначение документа										
А 10	XX	XX	XX	020	4262 Фрезерная	ИОТ И37.101.7115-00									
Б 11	XX	XX	XX	Гор. фрезерный ст. с авт. загр. «ВА3»2	19479	22	1Р	1	1	1	100	1	100	1	
Т 12	Опора специальная; Направляющая втулка специальная; Фреза торцевая специальная 02.2216.5004; Фреза дисковая специальная 02.2240.5001; Приспособление для контроля Ø59,2-0,1; Приспособление для контроля $\square = T1,0$; Калибр для контроля размера 12,85±0,06; Шаблон для контроля профиля; Калибр для контроля размера 22,65±0,35, 39,1±0,1.														
А 13	XX	XX	XX	025	XXXX Накатная	ИОТ И37.101.71XX-XX									
Б 14	XX	XX	XX	Накатной ст. с авт. загр. «Ц.Ф.»	2	18809	22	1Р	1	1	1	1	100	1	
Т 15	Специальное устройство для поджима детали; Ролик накатной специальный 02.2576.9162; Приспособление для контроля размера 0,26 ^{+0,1} ; Калибр для контроля размеров 1,8÷2,05, 24,46÷24,67.														
А 16	XX	XX	XX	030	4110 Токарная	ИОТ И37.101.7001-93									
Б 17	XX	XX	XX	Токарный 2-х шпнд. ст. с авт. загр. «ВА3»2	18809	22	1Р	1	1	1	100	1	100	1	
Т 18	Патрон цанговый 02.7113.5229; Стойка для борштани правая 02.6670.5221; Стойка для борштани левая 02.6670.5221; Резец канавочный специальный 02.2138.9079; Вставка специальная 02.2038.9536; Вставка специальная 02.2038.9537; Борштанга специальная 02.6314.5134; Пластина специальная 2008.1471.131; Вставка специальная 02.2038.9471; Державка для канавочного реза правая 02.6700.5585; Державка для канавочного реза левая 02.6700.5586; Пробка для контроля Ø68,1 ^{+0,2} ; Скоба для контроля Ø77,1 ^{+0,05} ; Шуп для контроля размера 7,55±0,05; Калибр для контроля размера 4,975±0,075; Приспособление для контроля размера 9,475±0,035; Приспособление для контроля размера 21,575±0,055; Шаблон для контроля R12 и R0,4; Приспособление для контроля $\square = 0,05$; Приспособление для контроля $\square = 0,02$; Скоба для контроля размера 26,05±0,05.														
А 19															
Б 20															
Т 21															
МК															

Продолжение приложения В

Дубл. Взам. Подп.													Тшт.к	
		ГОСТ 3.1118-82 Форма 1												
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции				Обозначение документа				Тшт.к	
					Код, наименование оборудования	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН		ОП
А 22	XX	XX	XX	035	4180	Протяжная				ИОТ И37.101.7115-00				
Б 23	XX	XX	XX	Верт. протяжной ст. с авт. загр. «Минск»	2	17485	22	1Р	1	1	1	100	1	
Т 24	Опора специальная; Протяжка специальная 02.2403.9251; Пробка для контроля Ø68,87 ^{+0,03} ; Пробка для контроля Ø67,97 ^{+0,03} ; Пробка для контроля Ø66,27 ^{+0,03} ; Калибр-пробка для контроля размера впадины еп=3,706; Калибр-пробка для контроля размера впадины еп=3,628; Калибр комплексный проходной; Калибр индикатор для контроля $\Delta=0,05$; Калибр индикатор для контроля $\Delta=0,02$; Калибр для контроля $\Delta=0,08$.													
А 25	XX	XX	XX	040	XXXX	Зубоскашивающая				ИОТ И37.101.71XX-XX				
Б 26	XX	XX	XX	Зубоскашивающий ст. с авт. загр. «Хурт»	2	12273	22	1Р	1	1	1	100	1	
Т 27	Опора специальная; Фреза специальная правая 02.2228.5025; Фреза специальная левая 02.2228.5026; Пластина специальная 2008.9206.131; Шаблон для контроля $\Delta 7\pm 1$; Приспособление для контроля смещения зубоскашивания 0,2; Калибр для контроля размера 24,5 $\pm 0,08$; $\Delta = 0,1$; $\Delta = 0,05$; Шаблон для контроля $\Delta 125\pm 3$.													
А 28	XX	XX	XX	045	0200	Контрольная								
Б 29														
А 30	XX	XX	XX	050	0511	Термическая								
Б 31														
А 32	XX	XX	XX	055	4130	Шлифовальная				ИОТ И37.101.7115-00				
Б 33	XX	XX	XX	Круглошлифовальный «Фамир»	2	19630	22	1Р	1	1	1	100	1	
Т 34	Самоцентрирующий патрон; Опора специальная; Специальный круг шлифовальный 02.2715.5015; Скоба для контроля Ø77 $\pm 0,05$; Калибр для контроля размера 9,275 $\pm 0,025$; Приспособление для контроля $\Delta = 0,05$ торцев; Шуп для контроля размеров 7,95 $\pm 0,05$; Шаблон на R18-1; Приспособление для контроля $\Delta = 0,05$ канавки.													
А 35														
МК														

Продолжение приложения В

ГОСТ 3.1118-82. Формы 1															
Дубл.															
Взам.															
Подп.															
															4
Обозначение документа															
А	Цех	Уч.	ГМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кит	Тшт.к
Б	Код, наименование оборудования														
А 36	XX	XX	XX	060	4130 Шлифовальная	ИОТ И37.101.7115-00									
Б 37	XX	XX	XX	Круглошлифовальный «Фамир»	2 19630 22 1Р	1	1	1	100	1					
Т 38	Патрон самоцентрирующий; Опора специальная; Специальный алмазный ролик 02.2730.9103; Скоба для контроля $\varnothing 76,9 \pm 0,05$; Калибр для контроля размера $9,275 \pm 0,025$; Приспособление для контроля $\square = 0,05$ торцев; Шуп для контроля размеров $7,95 \pm 0,05$; Шаблон на R18-Г; Приспособление для контроля $\square = 0,05$ канавки.														
А 39	XX	XX	XX	065	0130 Моечная										
Б 40															
А 41	XX	XX	XX	070	0200 Контрольная										
Б 42															
Т 43															
А 44															
Б 45															
Т 46															
А 47															
Б 48															
Т 49															
МК															

