

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Южно-Уральский государственный университет»
(национальный исследовательский университет)
Факультет «Механико-технологический»
Кафедра «Технология машиностроения»

РАБОТА ПРОВЕРЕНА

Рецензент

_____ 2015 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

_____ В.И. Гузеев
_____ 2015 г.

Повышение конкурентоспособности изделия путем управления
технологическими параметрами процесса изготовления детали «Полумуфта
зубчатая»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ.270402.2017.919 ПЗ ВКР

Нормоконтролер

_____ 2017 г.

Руководитель, к.т.н., доцент

_____ В.Л. Кулыгин
_____ 2017 г.

Автор работы,
студент группы П-232

_____ М.А.Иванова
_____ 2017 г.

АННОТАЦИЯ

Иванова М.А. ТехМаш: Выпускная квалификационная работа – Челябинск: ЮУрГУ, 2017. 97 с., 24илл., 11 табл., библиографическая литература–8 наименований.

В работе проанализирован действующий технологический процесс изготовления полумуфты зубчатой. На основе данного анализа разработан новый улучшенный технологический процесс. Для усовершенствования действующего технологического процесса заменено три токарных операции на горизонтально-винторезном станке 1М65 на одну операцию за два установка производимые на станке с числовым программным управлением ST-40. В результате чего заменены резцы с напаянными пластинами на резцы со сменными пластинами.

Для этого подобраны новое основное и вспомогательное оборудование, режущий и мерительный инструмент, режимы резания, а также произведен размерный анализ данного ТП.

Таким образом спроектирован более современный и экономически выгодный технологический процесс механической обработки, что позволяет повысить конкурентоспособность предприятия.

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

151900.2015.919.00 ПЗ

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	2
1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ	4
1.1 Назначение, условия эксплуатации и описание узла изделия.....	4
1.2 Служебное назначение детали типа «полумуфта зубчатая» и технические требования, предъявляемые к детали.....	5
1.3 Аналитический обзор и сравнение зарубежных и отечественных технологических решений для соответствующих отраслей машиностроения	6
1.4 Формирование целей и задач проектирования.	10
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	11
2.1 Анализ существующей конструкторско-технологической подготовки действующего производства.....	11
2.1.1 Размерный анализ действующего технологического процесса	11
2.1.2 Анализ пооперационных схем базирования и технологической оснастки	13
2.1.3. Выводы.....	17
2.2 Проектирование технологического процесса изготовления детали типа «Полумуфта зубчатая».....	18
2.2.1 Выбор способа получения заготовки	18
2.2.2. Выбор основного технологического оборудования	19
2.2.3. Формирование операционно-маршрутной технологии	22
2.2.4. Размерно-точностной анализ проектного варианта технологического процесса.....	23
2.2.4.1 Расчет линейной технологической цепи.....	23
Расчет линейной технологической цепи.....	23
2.2.4.2 Расчет диаметральной технологической цепи	24
2.2.5 Расчет режимов резания и норм времени на все операции проектного варианта технологического процесса.....	26
2.2.5.1 Режимы резания и нормы времени для 005 операции «Токарно-револьверная Установ А».....	26
2.2.5.2 Режимы резания и нормы времени для 005 операции «Токарно-револьверная» (Установ Б).....	31
2.2.5.4 Режимы резания и нормы времени для 015 операции «Зубодолбежная»	36
2.2.5.5. Нормы времени на контрольную операцию.....	37
3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ	39
3.1. Аналитический обзор и выбор технологической оснастки	39

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

270402.2017.919.00 ПЗ

3.1.1.	Обоснование и выбор пневматического привода	40
3.2.3	Расчёт конструктивных и геометрических параметров кулачков	41
3.3	Аналитический обзор и выбор режущего инструмента.....	45
3.3.1	Анализ исходных данных.....	45
3.3.2	Проектирование двухступенчатого сверла.....	46
3.3.3	Выбор сменной многогранной пластины для сверления.....	47
3.3.4	Проектирование оправки комбинированного инструмента	48
3.3.5	Сборка комбинированного режущего инструмента.....	49
3.4	Проектирование операций технического контроля и выбор измерительного инструмента.	49
3.5	Выбор измерительного оборудования	50
4	АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОПЕРАЦИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА	57
4.1	Анализ возможности автоматизации техпроцесса	57
4.1.1	Наличие в технологическом процессе слесарных, универсальных или специальных операций	57
4.1.2	Возможность встраивания основного оборудования в ГПС	57
4.1.3	Концентрация переходов на операциях механической обработки.....	58
4.1.4	Габаритные размеры детали.....	58
4.1.5	Наличие поверхностей для захвата	59
4.2	Вспомогательное оборудование необходимое для функционирования ГПС	59
4.2.1	Автоматизированная система инструментального обеспечения (АСИО) .	59
4.2.2	Система автоматизированного контроля (САК).....	60
4.2.3	Автоматизированная система уборки отходов (АСУО)	62
4.3	Разработка структурной схемы гибкого производственного участка	62
4.4	Определение схем базирования заготовки	66
5	ОРГАНИЗАЦИОННО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ЧАСТЬ	ОШИБКА!
	ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.	
6	БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЦИКЛА ИЗДЕЛИЯ	ОШИБКА!
	ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.	
6.1	Мероприятия и средства по созданию безопасных и безвредных условий труда	Ошибка! Закладка не определена.
6.2	Мероприятия по электробезопасности ...	Ошибка! Закладка не определена.
6.3	Расчет общего освещения.....	Ошибка! Закладка не определена.

6.4 Мероприятия по пожарной безопасности участка **Ошибка!** **Закладка не определена.**

ЗАКЛЮЧЕНИЕ	69
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	70
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	71

					270402.2017.919.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение, поставляющее новую технику всем отраслям народного хозяйства, определяет технический прогресс страны и оказывает решающее влияние на создание материальной базы нового общества.

Технология машиностроения - это наука об изготовлении машин требуемого качества в установленном производственной программой количестве и в заданные сроки при наименьших затратах живого и овеществленного труда, то есть при наименьшей себестоимости.

Технологическим процессом называют последовательное изменение формы, размеров, свойств материала или полуфабриката в целях получения детали или изделия в соответствии с заданными техническими требованиями.

Технологический процесс разделяют на технологические операции- это составная часть технологического процесса выполняемая на одном рабочем месте, она охватывает все действия рабочих и оборудования над объектом производства. Содержание операции может изменяться в широких пределах от работы на одном станке до работы, выполняемой на автоматических линиях.

Число операции технологического процесса меняется в широких пределах от одной операции обработки деталей на токарном автомате до сотни (обработка сложных корпусных деталей).

В основе проектирования технологических процессов находятся определение последовательности технологических операций, выбор технологического оборудования, проектирование и расчет станочных приспособлений, обоснование режимов работы и норм времени. Необходимость развития подходов в проектировании и анализе технологических процессов для достижения и поддержания, требуемых уровня и динамики конкурентоспособности машиностроительных предприятий обуславливает актуальность темы дипломного проекта – проектирование и анализ типовых технологических процессов обработки деталей типа «Полумуфта зубчатая КС-45721.26.04.001».

										Лист
										2
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

270402.2017.919.00 ПЗ

Целью исследования является улучшение технологического процесса, проектирование и анализ типовых технологических процессов деталей типа "полумуфта зубчатая" для обеспечения конкурентоспособности машиностроительного производства в условиях рыночной среды.

Объект исследования типовые технологические процессы обработки деталей типа «Полумуфта зубчатая».

Предмет исследования – производственные связи в процессе проектирования типовых технологических процессов.

Для достижения поставленной цели в работе решены следующие задачи:

1. Выявление состояния и актуальных задач развития машиностроительной отрасли.
2. Составление плана производства и выбор исходной заготовки для разработки проектного варианта технологического процесса.
3. Проектирование альтернативных вариантов технологических процессов: при использовании универсальных станков и станков с ЧПУ
4. Проектирование и анализ режущего инструмента, станочных и контрольных приспособлений.
5. Проектирование мероприятий по обеспечению безопасности производства.

					270402.2017.919.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1 Назначение, условия эксплуатации и описание узла изделия.

Полумуфта зубчатая КС-45721.26.04.001 из стали 35ГЛ К30 ГОСТ 977-88 входит в лебедку.

Полумуфта зубчатая — жёсткая компенсирующая муфта, которая состоит из внутренней полумуфты с внешними зубчатыми венцами и наружной полумуфты с внутренними зубчатыми венцами . Вращение выходного вала редуктора передается через шпонку на полумуфту , которая с помощью зацепления своих внешних зубьев и внутренних зубьев полумуфты , передает крутящий момент на вторую полумуфту. Тем самым полумуфта , которая жестко соединена с барабаном, осуществляет вращение его вала.

Подъем и опускание груза производится лебедкой, установленной на поворотной раме. Лебедка состоит из следующих узлов (рисунок 1- Лебедка): регулируемого гидромотора 7, тормоза 4, редуктора 1, барабана 12, кронштейнов 6, 15, 21 и 22, ограничителя сматывания каната.

Лебедка смонтирована на плите 8, одновременно являющаяся противовесом. Передача крутящего момента от гидромотора 7 к барабану 12 осуществляется через редуктор 1. Тормозной шкиф 2 установлен на быстроходном валу редуктора и одновременно является полумуфтой.

Узел детали представлен в приложении А.

					270402.2017.919.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

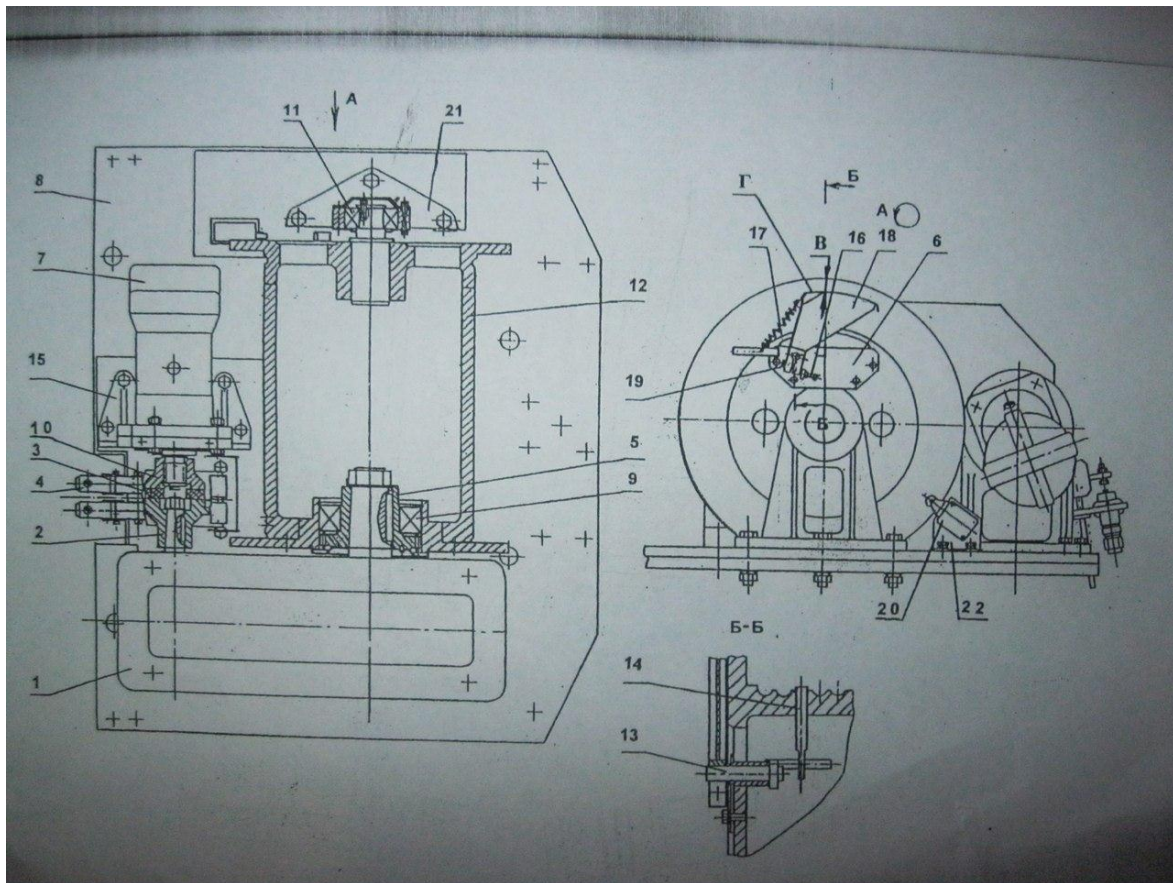


Рисунок 1 – Лебедка подъема стрелы

1.2 Служебное назначение детали типа «полумуфта зубчатая» и технические требования, предъявляемые к детали

Полумуфта зубчатая — муфта, у которой вращение выходного вала редуктора передается через шпонку на полумуфту, которая передает крутящий момент на вторую полумуфту. Тем самым полумуфта, которая жестко соединена с барабаном, осуществляет вращение его вала.

Рассмотрим технические требования, приведенные на заводском чертеже полумуфты, представленной в приложении Б. К ним относятся допуски на размеры, а также технические требования, заданные в текстовой форме.

Наибольшую шероховатость имеет наружная поверхность зуба ($Rz\ 40\ \mu\text{m}$) цилиндрическому отверстию и наружной цилиндрической поверхности обеспечена шероховатость $Rz\ 20\ \mu\text{m}$, это связано с тем, что эти поверхности являются сопрягаемыми рабочими поверхностями и работают на износ.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

270402.2017.919.00 ПЗ

Лист

5

Несопрягаемая наружная поверхность имеет шероховатость Rz 40мкм. На делительном диаметре шероховатость Rz 40 мкм.

Наиболее точный квалитет имеют 6 отверстий (H9), цилиндрическое отверстие (H9) и наружная цилиндрическая поверхность (h9). Данные размеры должны изготавливаться с наибольшей точностью для последующего облегчения при сборке в узел. Остальные размеры изготавливаются по 12-му квалитету.

Также к базе В предъявляются требования на биение, позиционный допуск оси резьбового отверстия $\varnothing 0,5$ мм.

Материал детали соответствует всем технологическим и конструкторским требованиям. Деталь изготавливается из стали для отливок марки 35 ГЛ К30 ГОСТ 977-88.

Как следует из сборочного чертежа лебедки, полумуфта предназначена для соединения валов, передачи вращающего момента между валами, а также обеспечения компенсации радиального, осевого и углового смещения валов.

Осуществляется это, благодаря тому, что зубчатые сцепления изготавливается с гарантированными боковыми зазорами и возможностью достаточно свободного смещения сопряженных зубьев по оси. Сами же зубья располагают бочкоподобной формой, имеющей сферическую внешнюю поверхность, поэтому в служебном назначении полумуфты отражены характеристика зубчатой передачи (модуль, число зубьев, длина общей нормали, делительный диаметр и т.д.) Степень точности зубьев имеет комбинированную форму норм разных степеней точности по ГОСТ 1643-72.

1.3 Аналитический обзор и сравнение зарубежных и отечественных технологических решений для соответствующих отраслей машиностроения

Одной из составляющих организации производственного процесса являются технологические решения. Они могут быть рассмотрены с двух позиций. С одной стороны технологические решения – это один из разделов проектной документации, который необходим для описания основ технологического процесса изготовления продукции заданного качества, с

										Лист
										6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

270402.2017.919.00 ПЗ

эффективным применением оборудования, рациональным использованием ресурсов, соблюдением безопасности условий труда, обеспечении защиты окружающей среды. С другой, под технологическими решениями подразумевают комплекс мер, позволяющий достигнуть требуемого результата с учетом установленного срока и соблюдением должного качества. Они могут включать не только технические, но и организационные составляющие. Организационно-технологические решения служат основой для определения технико-экономических показателей.

Выбранная деталь входит в узел лебедки подъема которая входит в поворотную часть дизель-электрического крана.

Современный кран – это сложная система согласованно работающих устройств, действие которых основывается на достижениях различных областей знания – от механики до электроники. За последние годы изменилось очень многое – и техническое исполнение, и характеристики, и даже облик крана.

Изготовители кранов сейчас действительно озабочены созданием по-настоящему новых машин. Об этом говорит, например, анализ патентного фонда. Если ранее, вплоть до 90-х годов, защищались в основном средства и способы повышения грузоподъемности существующих устройств, их отдельные узлы и механизмы, то сейчас акцент смещен именно на новые технические решения кранов в целом.

Тенденция установки импортных крановых надстроек на отечественную базу, имевшая место во второй половине 90-х годов ушедшего столетия, не прошла, можно сказать, проверку временем: уходят или уже ушли в прошлое «экс-сэвовские» Metalna и ADK, а также примитивные, ненадежные и недолговечные китайские конструкции. И ныне в России из импортных можно встретить лишь те краны, которые способны оказать нашим достойную конкуренцию по массе поднимаемого груза или благодаря каким-то иным особо выдающимся качествам.

Общие тенденции развития грузоподъемных средств вообще, и автомобильных кранов в частности, можно сформулировать так:

						Лист
					270402.2017.919.00 ПЗ	7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- повышение грузоподъемности;
- расширение номенклатуры;
- улучшение технических характеристик и удельных показателей.

Говоря о технических характеристиках и удельных показателях, прежде всего заметим, что отечественное и зарубежное краностроение выступают в разных весовых категориях. Вместе с тем отечественная продукция занимает преобладающий сектор внутреннего рынка и не лишена перспектив развития. В первую очередь они определяются благоприятным соотношением потребительских свойств и стоимости кранов. Обилие на рынке спецтехники предложений по различным моделям автокранов, порождает широкий разброс цен. На формирование стоимости влияют такие критерии, как принадлежность к отечественному или зарубежному рынку, состояние автокрана, его грузоподъемность.

Так, стоимость отечественных кранов малого и среднего класса грузоподъемности стартует от 3 млн рублей и достигает планки в 8 млн рублей. Техника высокой грузоподъемности оценивается от 10 млн рублей и выше. Цена на подержанные автокраны российского производства, в зависимости от технического состояния и грузоподъемности, колеблется в пределах от 350 тыс до 7 млн рублей.

Аренда этого вида спецтехники имеет ряд преимуществ перед ее приобретением, предполагающим затраты на техническое обслуживание. В разных регионах России аренда автокрана различной грузоподъемности обходится в 1 000-10 000 руб./ч.

Стоимость новых кранов зарубежного производства малой и средней грузоподъемной категории стартует от 15 млн рублей, машины большой грузоподъемности стоят от 25 млн рублей, причем верхний предел цен ничем не ограничен.

Ценовой диапазон бывших в употреблении иностранных автокранов находится в пределах 10 - 50 млн рублей.

						270402.2017.919.00 ПЗ	Лист
							8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			

Несомненно, делает свое доброе дело и позитивная репутация многих российских краностроительных предприятий, специализирующихся на этом ремесле десятилетиями и не только насыщающих отечественный рынок, но и порой производящих подъемные механизмы на экспорт.

Ради приближения свойств кранов к потребностям пользователей понадобилось повысить качество их изготовления, надежность, функциональность. Это было достигнуто за счет:

- разработки новых конструктивных схем кранов, их механизмов, систем и отдельных элементов, в том числе использования прогрессивных технических решений, характерных для зарубежного краностроения;

- использования новых, с улучшенными свойствами, материалов и качественных комплектующих;

- повышения качества проектирования;

- совершенствования производственного процесса.

Постепенно российские производители учатся культуре исполнения гидросистемы крана. В настоящее время развитие этой отрасли в отечественной промышленности не доведено до совершенства. И здесь, как нигде, полезно цивилизованное заимствование зарубежного опыта и применение зарубежных комплектующих. Уплотнения, распределители, в том числе с электроуправлением, – вот далеко не полный перечень устройств, подлежащих приобретению за рубежом, ибо одноименные российские изделия не всегда имеют требуемое качество и технические показатели.

Данная проблема сказывается также на развитие кранов – манипуляторов в российской промышленности. Активное использование гидроманипуляторов на Западе связано с экономической позицией, поскольку минимальная грузоподъемность крана на автомобильном шасси – 35 т, а производство крана меньшей грузоподъемности экономически бессмысленно. Постепенно образовалась свободная ниша для перемещения грузов массой от 1 до 30 т, которую и заняли гидроманипуляторы по цене в несколько раз дешевле автокрана.

										Лист
										9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	270402.2017.919.00 ПЗ					

В России предприятия также применяют иностранные краново-манипуляторные установки, но новых практически не используют, поскольку при отсутствии качественных и удобных в применении отечественных сортиментовозов и лесовозов они вынуждены закупать подержанную импортную технику с уже установленным оборудованием. Отдельные производители предлагают компромисс, оснащая отечественные машины зарубежными гидроманипуляторами с наиболее приемлемыми грузоподъемными характеристиками.

1.4 Формирование целей и задач проектирования.

Цель проектирования – разработка нового технологического процесса детали типа «Полумуфта зубчатая КС-45721.26.04.001» для серийного производства.

Задачи проектирования:

- размерный анализ действующего технологического процесса;
- анализ пооперационных схем базирования и технологической оснастки;
- формирование проектного варианта технологического процесса;
- размерно-точностной анализ проектного варианта технологического процесса;
- расчет режимов резания и норм времени на все операции проектного варианта технологического процесса;
- аналитический обзор и выбор режущего инструмента;
- аналитический обзор и выбор технологической оснастки;
- проектирование операций технического контроля и выбор измерительного оборудования.

										Лист
										10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

270402.2017.919.00 ПЗ

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Анализ существующей конструкторско-технологической подготовки действующего производства

2.1.1 Размерный анализ действующего технологического процесса

В результате расчета размерной цепи линейных размеров технологического процесса изготовления полумуфты зубчатой КС-45721.26.04.001 есть одно замыкающее звено. Припуски положительные и отрицательные.

Замыкающее звено:

$$[59\ 79] = +(57+78)+(17+57)-(17+117)+(18+117)-(18+118)+(58+118)$$

$$[58\ 79] = 44_{-1} + 39 \pm 1,4 + 125_{-1} + 96 \pm 0,3 - 132 \pm 2,0 - 119_{-0,87} = 53^{+4,27}_{-5,7}$$

Конструкторский размер $43 \pm 0,31$ (рисунок 2).

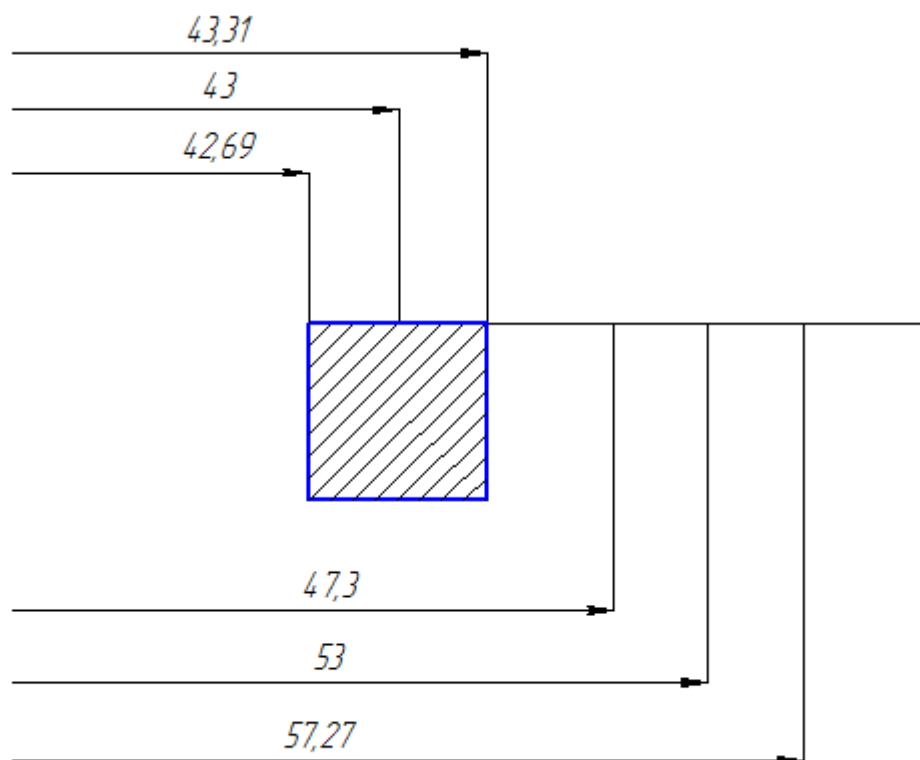


Рисунок 2 - Конструкторский размер $43 \pm 0,31$

					270402.2017.919.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

Размер [59 79] по расчёту получается больше конструкторского размера. Допуск рассчитанного размера не входит в допуск конструкторского размера.

Припуски (48 47), (28 27), (38 37) посчитать невозможно, т.к. не хватает размеров для расчёта в данном технологическом процессе.

Деталь получается больше по массе. Но этот размер исправим.

Размеры (89 99) и (109 119) рассчитать нельзя, т.к. в технологическом процессе не достаточно размеров.

Припуски:

$$(18\ 17) = -(18+117) + (17+117) = -125_{-1} + 132 \pm 2 = 7_{-2}^{+3};$$

$$(118\ 117) = -(18+118) + (18+117) = -119_{-0,87} + 125_{-1} = 6_{-1}^{+0,87};$$

$$(78\ 77) = -(58+78) + (57+77) = -44^{-1} + 43 \pm 1,8 = -1_{-1,8}^{+2,8};$$

$$(58\ 57) = +(58+118) - (18+118) + (18+117) - (17+117) + (17+57) = 96 \pm 0,3 + 125_{-1} + 39 \pm 1,4 - 119_{-0,87} - 132 \pm 2,0 = 9_{-4,7}^{+4,57}.$$

Рассчитанная размерная линейная цепь представлена на рисунке В.1 в приложении В.

Расчет диаметральной технологической цепи

а) Минимальные припуски на обработку:

Рассчитаем минимальные припуски на обработку. Минимальный припуск рассчитывается по формуле:

$$z_{min} = Rz + Df,$$

где Rz – величина шероховатости поверхности, полученная на предшествующей операции; Df – величина дефектного слоя.

Минимальный припуск заготовки, полученной методом литье в песчано-глинистые формы Rz= 100мкм и Df=150 мкм, соответственно на 000 заготовительной операции получаем:

$$z_{min} = 100 + 150 = 250 \text{ мкм} = 0,25 \text{ мм}$$

При предварительной токарной обработке на 005, 010, 015 токарных операциях, при сверлильной обработке на 020 сверлильной операции Rz= 80мкм и Df= 50 мкм, соответственно получаем:

									Лист
									12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	270402.2017.919.00 ПЗ				

$$z_{min} = 80 + 50 = 130 \text{ мкм} = 0,13 \text{ мм}$$

б) Рассчитаем межоперационные размеры через припуски

$$[37\#38] = (38 + 038) - (37 - 038)$$

$$[37\#38] = 0,015 + \frac{0,194}{2} - [-0,06 + 0,037] = 0,135 \text{ мм}$$

$$(37 - 038) = 70 - 0,135 = 69,865 \text{ мм}$$

$$(37 + 038) = 69,865^{+0,12} \text{ мм}$$

$$[47\#48] = -(47 - 048) + (48 + 048)$$

$$[47\#48] = 0,015 + 0,194/2 - [-0,06 + 0,037] = 0,135 \text{ мм}$$

$$(47 - 048) = 58,7 - 0,135 = 58,565 \text{ мм}$$

$$(47 + 048) = 58,565^{+0,12} \text{ мм}$$

$$(47 - 048) = 24,86 - 0,17 = 24,69 \text{ мм}$$

$$(47 + 048) = 24,69^{+0,084} \text{ мм}$$

$$[36\#37] = (37 + 038) - (018 + 037) + (018 + 037) - (36 - 038)$$

$$[36\#37] = 69,865^{+0,12} - 55^{+1} = 14,865_{-1,12} \text{ мм}$$

$$[46\#47] = (47 + 048) - (018 + 048) + (018 + 047) - (46 - 048)$$

$$[46\#47] = 58,565^{+0,12} - 55^{+1} = 3,565_{-1,12} \text{ мм}$$

$$[17\#18] = (17 + 018) - (18 + 018)$$

$$[17\#18] = 180_{-1} - 170_{-0,25} = 10_{-1,25}^{+1,25} \text{ мм}$$

$$[27\#28] = (28 + 028) - (018 + 028) + (018 + 027) - (27 - 028)$$

$$[27\#28] = 90_{-1}^{+1} - 88_{-1} = 2_{-1}^{+2} \text{ мм}$$

Рассчитанная размерная диаметральная цепь представлена на рисунке В.2 в приложении В.

2.1.2 Анализ пооперационных схем базирования и технологической оснастки

1) Токарная операция

Комплектом баз на токарной операции являются двойная направляющая (рисунок 3, I), опорная (рисунок 3, II). Опорная лишает одной степени свободы перемещения вдоль оси, двойная направляющая лишает четырех степеней

					270402.2017.919.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

свободы перемещения вдоль двух осей и вращения вокруг этих же осей. Определенность базирования сохраняется. Применяемый режущий инструмент на этой операции резец Т5К10 2102-0063 ГОСТ 18877-73, резец Т5К10 2103-0061 ГОСТ 18879-73, резец Т5К10 2140-0085 ГОСТ 18882-73. Измерительный инструмент: штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1, ШЦ-Ш-250-630-0,1, ШЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166-80. Приспособление- патрон 7103-0011 ГОСТ 3890-82.

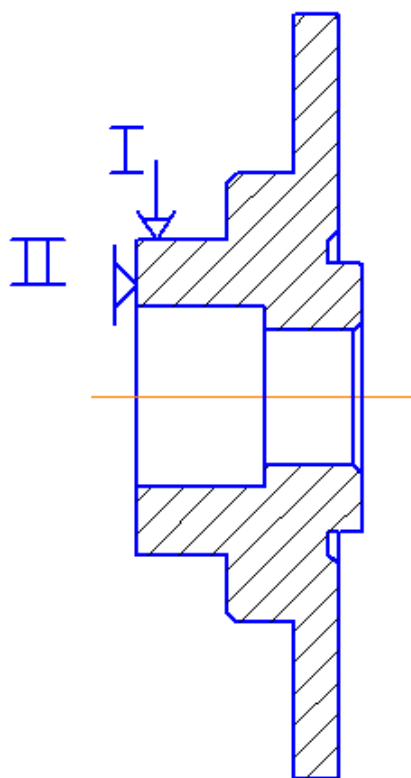


Рисунок 3 – Схема базирования на 005-й операции

2) Токарная операция

Комплектом баз на токарной операции являются двойная направляющая (рисунок 4, I), опорная (рисунок 4, II). Опорная лишает одной степени свободы перемещения вдоль оси, двойная направляющая лишает четырех степеней свободы перемещения вдоль двух осей и вращения вокруг этих же осей. Определенность базирования сохраняется. Применяемый режущий инструмент на этой операции резец Т5К10 2102-0063 ГОСТ 18877-73, резец Т5К10 2103-0061 ГОСТ 18879-73, резец Т5К10 11-3 СТП 11-72. Измерительный инструмент:

					270402.2017.919.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1, ШЦ-III-250-630-0,1, ШЦ-III-400-0,05 ГОСТ 166-8.
Приспособление- патрон 7103-0011 ГОСТ 3890-82.

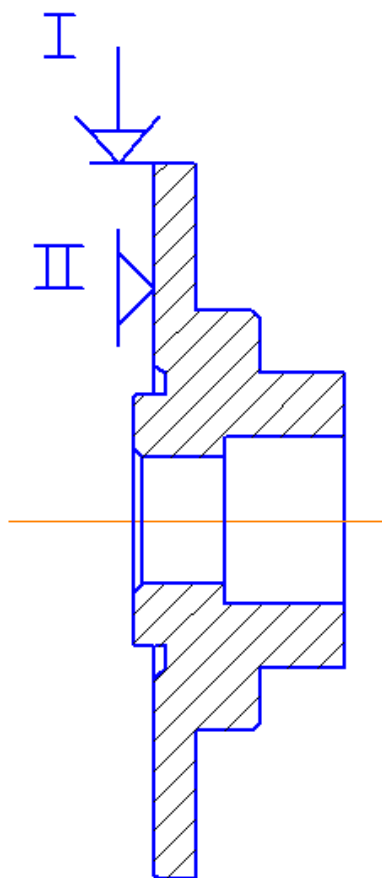


Рисунок 4 – Схема базирования на 010-й операции

3) Токарная операция

Комплектом баз на токарной операции являются двойная направляющая (рисунок 5, I), опорная (рисунок 5, II). Опорная лишает одной степени свободы перемещения вдоль оси, двойная направляющая лишает четырех степеней свободы перемещения вдоль двух осей и вращения вокруг этих же осей. Определенность базирования сохраняется. Применяемый режущий инструмент на этой операции резец Т5К10 2103-0061 ГОСТ 18879-73, резец Т5К10 11-3 СТП 11-72, резец ИР-785 (или ИР-1030). Измерительный инструмент: штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1, ШЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166-80, скоба 300h9 8118-0032 ГОСТ 2216-84, пробка 215Н9 04-3-3, шаблон РШ-8381. Приспособление- патрон 7103-0011 ГОСТ 3890-82.

					270402.2017.919.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

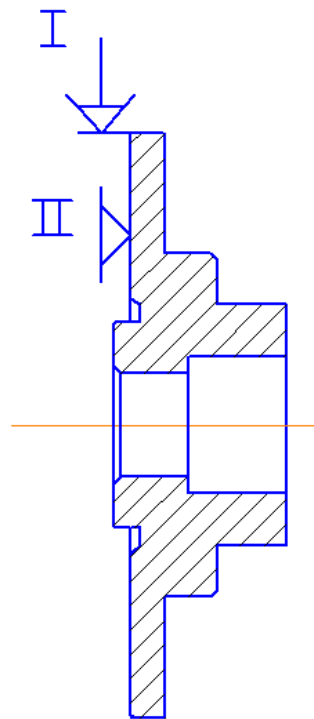


Рисунок 5 – Схема базирования на 015-й операции

4) Сверлильная операция

Комплектом баз на сверлильной операции являются двойная опорная (рисунок 6, I), установочная (рисунок 6, II). Установочная лишает трех степеней свободы перемещения и двух вращений вокруг другой оси. Двойная опорная лишает двух степеней свободы перемещения вдоль двух осей. Определенность базирования сохраняется. Применяемый режущий инструмент: сверло 13 2301-0042, сверло 11,5 2301-0036 ГОСТ 10903-77, пластина НР-33-4, напильник 2822-0129 ГОСТ 1465-80. Измерительный инструмент: штанценциркуль ШЦ-I-125-0,1. Приспособление кондуктор ПС-3657, пневмостол ПЗ-2035.

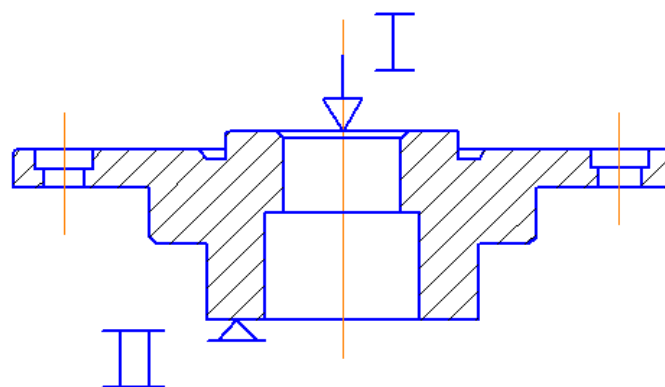


Рисунок 6 – Схема базирования на 020-й операции

					270402.2017.919.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

5) Зубодолбежная операция

Комплектом баз на зубодолбежной операции является опорная (рисунок 7, I), двойная направляющая (рисунок 7, II). Опорная лишает одной степени свободы перемещения вдоль оси, двойная направляющая лишает четырех степеней свободы перемещения вдоль двух осей и вращения вокруг этих же осей. Определенность базирования сохраняется. Применяемый режущий инструмент на этой операции долбяк м5 2536-0182 ГОСТ 9323-79. Измерительный инструмент: индикатор ГОСТ 577-68, штрихмас РП-1095-11. Станочное приспособление ПЗ-2673.

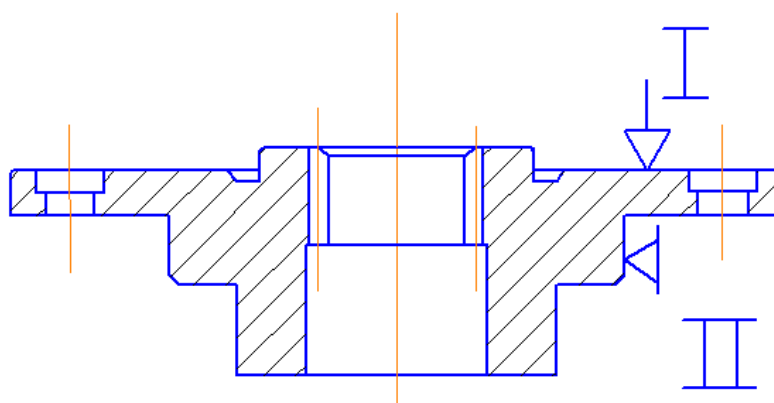


Рисунок 7 – Схема базирования на 025-й операции

2.1.3. Выводы

Технологический процесс (приложение Г) оформляется в соответствии единой системы технологической документации. Технологический процесс полумуфты зубчатой КС-45721.26.04.001 оформляется в соответствии с ГОСТ 3.1105-74 «формы и правила оформления документов общего назначения», ГОСТ 3.1404-74 «формы и правила оформления документов на технологические процессы и операции обработки резанием» и ГОСТ 3.1502-74 «формы и правила оформления документов на технический контроль».

Титульный лист и карта эскизов оформлены в соответствии с ГОСТ 3.1105-74, этот ГОСТ был заменен на ГОСТ 3.1105-84. Маршрутную карту следует оформлять по ГОСТ 3.1118-82, а операционную карту по ГОСТ 3.1406-

					270402.2017.919.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

86.Операционная карта технического контроля оформлена в соответствии с ГОСТ 3.1105-84 данный ГОСТ был заменен на ГОСТ 3.1502-82.

Из этого следует вывод что, оформление данного технологического процесса устарело, так как ГОСТы по которым выполнен технологический процесс были заменены.

В данном технологическом процессе на 005-ой, 010-ой, 015-ой операциях не указаны все режимы резания, на карте эскизов 020-й операции не указан упор.

2.2 Проектирование технологического процесса изготовления детали типа «Полумуфта зубчатая»

2.2.1 Выбор способа получения заготовки

В качестве метода получения исходной заготовки выбирается литьё по газифицируемым моделям – это технология, позволяющая получить отливки по точности равные литью по выплавляемым моделям при уровне затрат сопоставимом с литьём в землю.

Способ литья по газифицируемым моделям (ЛГМ) обладает рядом преимуществ:

- резко уменьшить затраты на оборудование;
- сократить число технологических операций;
- благодаря использованию в качестве формовочного материала оборотного кварцевого песка и упрочнения формы вакуумом исключается использование стержней и оборудования для их изготовления;
- сократить операции финишной обработки отливок;
- снизить до минимума количество отходов производства;
- сократить трудозатраты в 2—4 раза;
- снизить потребление электроэнергии в 2—3 раза;
- сократить и оптимально использовать производственные площади;
- уменьшить затраты на вспомогательные материалы в 3—5 раз.

При таком способе получения заготовки КИМ=0,88, что очень эффективно для любых типов производств. Полученная шероховатость (Ra 10-20 мкм)

										Лист
										18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

270402.2017.919.00 ПЗ

удовлетворяет конструкторским требованиям и позволяет убрать из технологического процесса обработку многих поверхностей, за исключением установочных и тех, к которым на чертеже предъявлены дополнительные требования. Это уменьшает время обработки детали и увеличивает КИМ, что является эффективным для любого типа производств. Чертеж усовершенствованной заготовки представлен в приложении Д.

2.2.2. Выбор основного технологического оборудования

Выбор станка с ЧПУ для выполнения токарных операций проводится в зависимости от габаритных размеров и массы заготовки. Для данной детали был выбран токарный станок Haas ST-40 (рисунок 8), паспортные данные станка представлены в приложении Е.



Рисунок 8 - Токарно-револьверный центр с ЧПУ Haas ST-40

На сверлильной операции воспользуемся радиально-сверлильным станком 2Н55 (рисунок 9). Технические характеристики представлены в таблице 1.

					270402.2017.919.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19



Рисунок 9 – Радиально-сверлильный станок 2Н55

Таблица 1 – Технические характеристики 2Н55

Наименование параметров	Единица измерения	Величины
Наибольший условный диаметр сверления в стали средней твердости	мм	50
Наибольший вылет шпинделя	мм	1600
Наименьший вылет шпинделя	мм	3
Наибольшее расстояние от торца шпинделя до плиты	мм	1600
Наименьшее расстояние от торца шпинделя до плиты	мм	410
Количество ступеней скоростей шпинделя		21
Пределы скорости шпинделя	об/мин	20...2000
Количество ступеней механизма подач шпинделя		12
Пределы подач шпинделя	мм/об	0,056...2,5
Наибольшее вертикальное перемещение	мм	680

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

270402.2017.919.00 ПЗ

Лист

20

Окончание таблицы 1

Наибольшее осевое перемещение шпинделя	мм	350
Конус шпинделя		Морзе 5
Наибольший крутящий момент на шпинделе	кгс·см	7100
Мощность электродвигателя шпинделя	кВт	4,0
Мощность электродвигателя перемещения рукава	кВт	1,7
Габаритные размеры станка (Д×Ш×В)	мм	2670×1000×3320
Масса станка	кг	4400

Для зубодолбежной операции нам понадобится зубодолбежный станок 5Б150 (рисунок 10). Технические характеристики представлены в таблице 2.



Рисунок 1 – Зубодолбежный станок 5Б150

Таблица 2 – Технические характеристики 5Б150

Наименование параметров	Единица измерения	Величина
Наибольший диаметр нарезаемых колес	мм	800
Наибольший модуль нарезаемых колес	мм	12
Наибольший ход долбяка	мм	200

Окончание таблицы 2

Наибольший диаметр долбяка	мм	200
Диаметр делительного колеса суппорта	мм	360
Диаметр оправки под долбяк	мм	44,443
Наибольшее расстояние от оси долбяка до оси стола	мм	700
Диаметр планшайбы	мм	800
Расстояние от пола до планшайбы	мм	870
Диаметр делительного колеса	мм	672
Диаметр отверстия в столе	мм	120
Пределы чисел двойных ходов долбяка в минуту		33-188
Пределы подач стола на один двойной ход :		
-круговых		0,2-1,5
-радиальных		1-5,4
Скорость ускоренного вращения стола	об/мин	1,7
Скорость ускоренного перемещения стола	мм/мин	137
Скорость ускоренного вращения долбяка	об/мин	3

2.2.3. Формирование операционно-маршрутной технологии

Разработанный мною технологический процесс механической обработки (приложение Ж) представлен: маршрутный технологический процесс - в таблице 3 .

Таблица 3 – Маршрутный технологический процесс

Название и номер операции	Оборудование
000 ЗАГОТОВИТЕЛЬНАЯ	
005 ТОКАРНО-РЕВОЛЬВЕРНАЯ С ЧПУ	HAAS ST-40
010 СВЕРЛИЛЬНАЯ	Радиально-сверлильный 2Н55
015 ЗУБОДОЛБЕЖНАЯ	Зубодолбежный 5б150

										Лист
										22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	270402.2017.919.00 ПЗ					

2.2.4. Размерно-точностной анализ проектного варианта технологического процесса

2.2.4.1 Расчет линейной технологической цепи

Расчет линейной технологической цепи

а) Рассчитаем минимальные припуски на обработку. Минимальный припуск рассчитывается по формуле:

$$z_{min} = Rz + Df,$$

где Rz – величина шероховатости поверхности, полученная на предшествующей операции; Df – величина дефектного слоя.

Литейная заготовка имеет Rz = 40 мкм и Df = 100 мкм, соответственно получаем:

$$z_{min} = 40 + 100 = 140 \text{ мкм} = 0,14 \text{ мм}$$

При чистовом точении Rz = 20 мкм и Df = 25 мкм:

$$z_{min} = 20 + 25 = 45 \text{ мкм} = 0,045 \text{ мм}$$

При растачивании отверстия Rz = 20 мкм и Df = 25 мкм, соответственно получаем:

$$z_{min} = 20 + 25 = 45 \text{ мкм} = 0,045 \text{ мм}$$

б) Рассчитаем межоперационные размеры через припуски.

$z_{расч} = z_{min} + \frac{W}{2} - [\Delta_0]$, где W – величина поля рассеяния, Δ_0 – величина середины поля допуска.

$$[18\#17] = -(18 + 88) + (17 - 88)$$

$$[18\#17] = 0,65 + \frac{2,87}{2} - [-0,435 + 1] = 1,52 \text{ мм}$$

$$(17 - 88) = (18 + 88) + [18\#17] = 112 + 1,52 = 113,52 \text{ мм}$$

$$(17 + 88) = 113,52_{-0,87} \text{ мм}$$

$$[87\#88] = -(17 + 88) + (17 - 87)$$

$$[87\#88] = 0,65 + \frac{2,87}{2} - [-0,435 + 1] = 1,52 \text{ мм}$$

$$(17 - 87) = +(17 + 88) + [87\#88] = 113,52 + 1,52 = 115 \text{ мм}$$

$$(87 + 88) = 115_{-1}^{+1} \text{ мм}$$

$$[67\#68] = -(38 + 68) + (18 + 38) - (18 + 88) + (17 + 88) - (17 - 67)$$

$$[67\#68] = 0,18 + \frac{6,84}{2} - [0,1 + 0,55 + 0,435 - 0,35 - 1] = 3,83 \text{ мм}$$

$$(38+68)_{\text{ср}} = 92 \text{ мм}$$

$$(17 - 67) = (38 + 68) - (18 + 38) - (17 + 88) + [67\#68] = 107,3 \text{ мм}$$

$$(17 + 67) = 107,3_{-1}^{+1} \text{ мм}$$

$$(17-68) = (17+67) - [87\#88]$$

$$(17-68) = 107,3 - 2,15 = 105,2 \text{ мм}$$

$$(17+68) = 105,2_{-0,87} \text{ мм}$$

$$[37\#38] = (37 - 67) - (67 + 17) + (17 + 88) - (88 + 18) + (18 + 38)$$

$$[37\#38] = 0,18 + \frac{6,84}{2} - [1 - 1 + 0,435 - 0,435 + 0,55] = 3,05 \text{ мм}$$

$$(37 - 67) = (67 + 17) - (17 + 88) + (88 + 18) - (18 + 38) + [37\#38] = 95,8 \text{ мм}$$

$$(37 + 67) = 95,8_{-1}^{+1} \text{ мм}$$

Рассчитанная размерная линейная цепь представлена на рисунке Ж.1 в приложении Ж.

2.2.4.2 Расчет диаметальной технологической цепи

Расчет диаметальной технологической цепи

а) Минимальные припуски на обработку были рассчитаны ранее. При расчёте диаметальной цепи примем их такими же.

б) Рассчитаем межоперационные размеры через припуски.

$$[37\#38] = (38 + 038) - (37 - 038)$$

$$[37\#38] = 0,15 + \frac{0,194}{2} - [-0,06 + 0,037] = 0,135 \text{ мм}$$

$$(37 - 038) = 70 - 0,135 = 69,865 \text{ мм}$$

					270402.2017.919.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

$$(37 + 038) = 69,865^{+0,12} \text{ мм}$$

$$[47\#48] = -(47 - 048) + (48 + 048)$$

$$[47\#48] = 0,015 + 0,194/2 - [-0,06 + 0,037] = 0,135 \text{ мм}$$

$$(47 - 048) = 58,7 - 0,135 = 58,565 \text{ мм}$$

$$(47 + 048) = 58,565^{+0,12} \text{ мм}$$

$$(47 - 048) = 24,86 - 0,17 = 24,69 \text{ мм}$$

$$(47 + 048) = 24,69^{+0,084} \text{ мм}$$

$$[36\#37] = (37 + 038) - (018 + 037) + (018 + 037) - (36 - 038)$$

$$[36\#37] = 0,65 + \frac{1,12}{2} - [-0,5 + 0,06] = 1,65 \text{ мм}$$

$$(36 - 038) = 69,865 - 1,65 = 68,215 \text{ мм}$$

$$(36 + 038) = 68,215^{+1} \text{ мм}$$

$$[17\#18] = (17 - 018) - (18 + 018)$$

$$[17\#18] = 0,65 + \frac{1,25}{2} - [-0,125 + 0,05] = 0,9 \text{ мм}$$

$$(17 - 018) = 0,9 + 170 = 170,9 \text{ мм}$$

$$(17 + 018) = 170,9_{-1} \text{ мм}$$

$$[46\#47] = (47 + 048) - (018 + 048) + (018 + 047) - (46 - 048)$$

$$[46\#47] = 0,65 + \frac{1,12}{2} - [-0,5 + 0,06] = 1,65 \text{ мм}$$

$$(46 - 048) = 58,565 - 1,65 = 56,915 \text{ мм}$$

$$(46 + 048) = 56,915^{+1} \text{ мм}$$

$$[27\#28] = (28 + 028) - (018 + 028) + (018 + 027) - (27 - 028)$$

$$[27\#28] = 0,65 + \frac{1,87}{2} - [-0,5 + 0,435] = 1,52 \text{ мм}$$

$$(27 - 028) = 90 + 1,52 = 91,52 \text{ мм}$$

$$(27 + 028) = 91,52_{-1} \text{ мм}$$

Рассчитанная размерная диаметральная цепь представлена на рисунке Ж.2 в приложении Ж.

					270402.2017.919.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

2.2.5 Расчет режимов резания и норм времени на все операции проектного варианта технологического процесса

Деталь – полумуфта зубчатая, материал – сталь 35ГЛ К30 (202...209НВ).

Заготовка – литье по газифицируемым моделям (точность - IT12), поверхность - с коркой, масса 60кг.

2.2.5.1 Режимы резания и нормы времени для 005 операции «Токарно-револьверная Установ А»

Содержание операции: базирование в 3хкулачковом патроне, обработать поверхности 1-8.

Выбор стадий обработки: т.к. заготовка полученная методом литье по газифицированным моделям имеет 12 квалитет, то на данном установе мы можем обработать некоторые поверхности и проточить фаски. Обработка будет произведена по получистовой стадии.

Выбор глубины резания:

Поверхность 1. Получистовая – 1,7 мм.

Поверхность 2. Получистовая – 1,7 мм.

Поверхность 3. Получистовая – 1,7 мм.

Поверхность 4. Получистовая – 1,1 мм.

Поверхность 5. Получистовая – 1,1 мм.

Поверхность 6. Получистовая – 1,1 мм.

Поверхность 7. Получистовая – 1,1 мм.

Поверхность 8. Получистовая – 1,1 мм.

Выбор инструмента для поверхностей 1-7:

Материал: Т5К10.

Материал: черновая – Т14К8.

Токарный проходной, подрезной резец DCLNR 3232 P16 правого (R) исполнения с механическим креплением сменной режущей пластины.

Система крепления пластины: прижим повышенной жесткости за

					270402.2017.919.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

отверстие сверху (Тип D).

Главный угол в плане : 95 градусов

Пластина CNMG 16 06 12- PR 4225 - режущая сменная двусторонняя многогранная без задних углов (негативная) ромбической формы с углом при вершине 80 градусов с цилиндрическим отверстием со стружколомающими канавками (ГОСТ 24249-80-код 05125)

Геометрические параметры:

Главный угол в плане $\varphi = 95^\circ$ (получистовая обработка, условия работы - обработка жестких деталей $L \leq 5D$).

Задний угол $\alpha = 0^\circ$, передний угол $\gamma = 5^\circ$.

Угол наклона главной режущей кромки $\lambda = 0^\circ$.

Форма передней поверхности – плоская с фаской.

Ширина фаски вдоль главного режущего лезвия $f = 0,4$ мм.

Радиус скругления режущей кромки $\rho = 0,04$ мм.

Радиус вершины резца $r_B = 1,2$ мм.

Для поверхности 8 выбрана оправка расточная A32U – DCLNR 12.

Пластина CNMG 12 04 12- PR 4225 - режущая сменная двусторонняя многогранная без задних углов (негативная) ромбической формы с углом при вершине 80 градусов с цилиндрическим отверстием со стружколомающими канавками (ГОСТ - код 05125).

Геометрические параметры:

Главный угол в плане $\varphi = 95^\circ$ (черновая стадия, условия работы - обработка жестких деталей $L \leq 5D$).

Задний угол $\alpha = 0^\circ$, передний угол $\gamma = -6^\circ$.

Угол наклона главной режущей кромки $\lambda = -11^\circ$.

Форма передней поверхности – плоская с фаской.

Ширина фаски вдоль главного режущего лезвия $f = 1,325$ мм.

Радиус скругления режущей кромки $\rho = 0,04$ мм.

Радиус вершины резца $r_B = 1,2$ мм.

										Лист
										27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

270402.2017.919.00 ПЗ

Поправочные коэффициенты на подачу:

- $K_{S_{II}}$ - в зависимости от инструментального материала. $K_{S_{II}} = 1,1$;
- K_{S_M} - в зависимости от свойств обрабатываемого материала. $K_{S_M} = 0,9$;
- $K_{S_{II}}$ - в зависимости от состояния поверхности заготовки. $K_{S_{II}} = 0,8$;
- K_{S_l} - в зависимости от вылета резца, $K_{S_l} = 1,0$;
- K_{S_φ} - в зависимости от геометрических параметров. $K_{S_\varphi} = 1,3$;
- K_{S_D} - в зависимости от диаметра детали. $K_{S_D} = 0,8$;
- K_{S_h} - в зависимости от прочности режущей части. $K_{S_h} = 1$;
- K_{S_Y} - в зависимости от схемы установки заготовки. $K_{S_Y} = 0,8$;
- $K_{S_{II}}$ - в зависимости от состояния поверхности заготовки. $K_{S_{II}} = 1,0$;
- K_{S_J} - в зависимости от жесткости станка. $K_{S_J} = 1,1$.

Рассчитанные подачи для черновой стадии обработки проверим по осевой P_X и радиальной P_Y составляющим силы резания, допустимым прочностью механизма подачи станка.

Поправочные коэффициенты на силы резания в зависимости от:

- Механических свойств обрабатываемого материала $K_{P_M} = 1,2$
- Главного угла в плане $K_{P_{\varphi X}} = 0,7$ $K_{P_{\varphi Y}} = 2,0$ ($\varphi = 95^\circ$)
- Переднего угла $K_{P_{\gamma X}} = 0,9$ $K_{P_{\gamma Y}} = 0,9$
- Угла наклона режущей кромки $K_{P_{\lambda X}} = 1$, $K_{P_{\lambda Y}} = 1$,

Найдем силы резания с учетом коэффициентов:

$$P_X = P_{X_T} \cdot K_{P_M} \cdot K_{P_{\varphi X}} \cdot K_{P_{\gamma X}} \cdot K_{P_{\lambda X}}$$

$$P_Y = P_{Y_T} \cdot K_{P_M} \cdot K_{P_{\varphi Y}} \cdot K_{P_{\gamma Y}} \cdot K_{P_{\lambda Y}}$$

Найдем силы резания с учетом коэффициентов:

$$P_X = P_{X_T} \cdot K_{P_M} \cdot K_{P_{\varphi X}} \cdot K_{P_{\gamma X}} \cdot K_{P_{\lambda X}}$$

$$P_Y = P_{Y_T} \cdot K_{P_M} \cdot K_{P_{\varphi Y}} \cdot K_{P_{\gamma Y}} \cdot K_{P_{\lambda Y}}$$

$$P_X = 1330 \cdot 1,2 \cdot 0,7 \cdot 0,9 \cdot 0,9 = 904,93 \text{ H}$$

$$P_Y = 6707 \cdot 1,2 \cdot 2,0 \cdot 0,9 \cdot 1,1 = 1591,92 \text{ H}$$

Режимы резания на 005 токарно-револьверную операцию Установ А сведены в таблицу 4.

Таблица 4 – Режимы резания и нормы времени

Параметр режима резания	Стадия обработки						
	Получистовая стадия						
	№ поверхности						
	1	2	3	4	5	6	7
Глубина резания, мм	1,7	1,7	1,7	1,1	1,1	1,1	1,1
Табличная подача, мм\об	1,4	1,4	1,4	0,88	0,88	0,88	0,88
Принятая подача, мм\об	1,57	1,57	1,57	0,9	0,9	0,9	0,9
Табличная скорость резания, м\мин	110	110	110	140	140	140	140
Скорректированная скорость резания, м\мин	63,45	63,45	63,45	80,72	80,72	80,72	80,72
Фактическая частота вращения, мин ⁻¹	80	80	80	160	160	160	160
Фактическая скорость резания, м\мин	148,21	148,21	148,21	120,6	120,6	120,6	120,6
Табличная мощность резания, кВт	12,0	12,0	12,0	11,0	11,0	11,0	11,0
Фактическая мощность резания, кВт	16,08	16,08	16,08	9,94	9,94	9,94	9,94

Расчет норм времени:

$$T_{ПЗ} = T_{ПЗ 1} + T_{ПЗ 2}$$

Где $T_{ПЗ1}$ - норма времени на организационную подготовку, мин; $T_{ПЗ2}$ - норма времени на наладку станка, приспособления, инструмента, программных устройств, мин.

Определим норму подготовительно-заключительного времени

$T_{ПЗ1} = 1 + 4,5 + 2 + 2 = 9,5$ мин (получение чертежа, технологической документации, оснастки, ознакомление с работой, инструктаж мастера)

$T_{ПЗ2}(1) = 2 + 0,2 = 2,2$ мин (наладка приспособления)

$T_{ПЗ2}(2) = 0,5 + 1 + 0,8 + 1,7 + 0,2 = 4,2$ мин (установка инструментального блока, программносителя, исходных координат, настройка устройства СОЖ)

$$T_{ПЗ} = 9,5 + 2,2 + 4,2 = 15,9 \text{ мин}$$

Определим норму штучного времени

Для нахождения штучного времени необходимо определить все его составляющие.

Основное время рассчитывается по формуле:

$$T_o = L/S \cdot n$$

1. $T_{O1} = 1/0,9 \cdot 160 = 0,01$
2. $T_{O2} = 26/0,9 \cdot 160 = 0,04$
3. $T_{O3} = 177/1,57 \cdot 80 = 0,34$
4. $T_{O4} = 3/0,9 \cdot 160 = 0,04$
5. $T_{O5} = 2/0,9 \cdot 160 = 0,03$
6. $T_{O6} = 2/0,9 \cdot 160 = 0,03$
7. $T_{O7} = 121/0,9 \cdot 160 = 2,2$
8. $T_{O8} = 50/0,9 \cdot 160 = 0,8$

$$T_o = 0,01 + 0,004 + 0,34 + 0,04 + 0,03 + 0,03 + 2,2 + 0,8 = 3,49$$

Машинно-вспомогательное время:

$$T_{М.В.} = 0,5 \text{ мин.}$$

Время автоматической работы станка:

$$T_{Ц.А.} = T_o + T_{М.В.}$$

										Лист
										30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

$$T_{Ц.А.} = 3,49 + 0,5 = 3,99 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время:

$$T_{В1} = 0,1 \text{ мин;}$$

$$T_{В2} = 0,2 \text{ мин;}$$

$$T_{В3} = 0,19 \text{ мин;}$$

$$T_{В4} = 0,19 \text{ мин;}$$

$$T_{В5} = 0,1 \text{ мин;}$$

$$T_{В6} = 0,1 \text{ мин;}$$

$$T_{В7} = 0,2 \text{ мин;}$$

$$T_{В8} = 0,1 \text{ мин;}$$

$$T_{В} = 1,07 \text{ мин.}$$

Время на организационное и техническое обслуживание рабочего места, отдых и личные потребности приведено в процентах от оперативного времени:

$$a_{\text{тех}} + a_{\text{орг}} + a_{\text{отд}} = (8 \dots 10\%) \cdot (T_{Ц.А.} + T_{В})$$

Штучное время:

$$T_{\text{шт}} = 0,08 \cdot (T_{Ц.А.} + T_{В}) \cdot (T_{Ц.А.} + T_{В})$$

$$T_{\text{штА}} = 1,08 \cdot (1,662 + 1,07) = 2,732 \text{ мин}$$

2.2.5.2 Режимы резания и нормы времени для 005 операции «Токарно-револьверная» (Установ Б)

Расчет режимов резания на 005 (Установ Б) операцию аналогичен расчету режимов резания на 010 токарно-револьверную операцию (Установ А). Режимы резания на 010 токарно-револьверную операцию сведены в таблицу 5.

Таблица 5 – Режимы резания и нормы времени

Параметр режима резания	Стадия обработки						
	Получистовая стадия						
	№ поверхности						
	1	2	3	4	5	6	7

Продолжение таблицы 5

Глубина резания, мм	1,7	1,5	1,5	1,2	1,2	1,1	1,1
Табличная подача, мм\об	1,4	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88
Принятая подача, мм\об	1,57	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Табличная скорость резания, м\мин	110	140	140	140	140	140	140
Скорректированная скорость резания, м\мин	63,45	80,76	80,76	80,76	80,76	80,76	80,76
Фактическая частота вращения, мин ⁻¹	80	80	80	80	80	80	80
Фактическая скорость резания, м\мин	148,2	108,01	108,01	150,7	150,7	120,6	108,01
Табличная мощность резания, кВт	12	11	11	11	11	11	11
Фактическая мощность резания, кВт	16,98	9,94	9,94	9,94	9,94	9,94	9,94

Продолжение таблицы 5

Параметр режима резания	Стадия обработки					
	Получистовая стадия					
	№ поверхности					
	8	9	10	11	12	13
Глубина резания, мм	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
Табличная подача, мм\об	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88
Принятая подача, мм\об	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Табличная скорость резания, м\мин	140	140	140	140	140	140
Скорректированная скорость резания, м\мин	80,76	80,76	80,76	80,76	80,76	80,76
Фактическая частота вращения,	160	160	160	160	160	160

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

270402.2017.919.00 ПЗ

Лист

32

Окончание таблицы 5

Фактическая скорость резания, м\мин	108,01	95,4	95,4	111,03	148,2	111,03
Табличная мощность резания, кВт	11	11	11	11	11	11
Фактическая мощность резания, кВт	9,94	9,94	9,94	9,94	9,94	9,94

Определим норму подготовительно-заключительного времени

$T_{ПЗ1} = 1 + 4,5 + 2 + 2 = 9,5$ мин (получение чертежа, технологической документации, оснастки, ознакомление с работой, инструктаж мастера)

$T_{ПЗ2}(1) = 2 + 0,2 = 2,2$ мин (наладка приспособления)

$T_{ПЗ2}(2) = 0,5 + 1 + 0,8 + 1,7 + 0,2 = 4,2$ мин (установка инструментального блока, программоносителя, исходных координат, настройка устройства СОЖ)

$$T_{ПЗ} = 9,5 + 2,2 + 4,2 = 15,9 \text{ мин}$$

Основное время рассчитывается по формуле:

$$T_o = L/S \cdot n$$

Получистовая стадия:

1. $T_{O1} = 2/1,57 \cdot 80 = 0,01$
2. $T_{O2} = 30/0,9 \cdot 160 = 0,5$
3. $T_{O3} = 40/0,9 \cdot 80 = 0,7$
4. $T_{O4} = 144/1,57 \cdot 80 = 0,7$
5. $T_{O5} = 50/0,9 \cdot 160 = 0,8$
6. $T_{O6} = 34/0,9 \cdot 160 = 0,6$
7. $T_{O7} = 82/1,57 \cdot 80 = 0,4$
8. $T_{O8} = 2/0,9 \cdot 160 = 0,03$
9. $T_{O9} = 4,5/0,9 \cdot 160 = 0,08$
10. $T_{O10} = 75/0,9 \cdot 160 = 0,13$
11. $T_{O11} = 4,5/0,9 \cdot 160 = 0,08$

$$12. T_{O12} = 4,5/0,9 \cdot 160 = 0,08$$

$$13. T_{O13} = 3/0,9 \cdot 160 = 0,05$$

$$T_o = 0,01 + 0,5 + 0,7 + 0,7 + 0,8 + 0,6 + 0,4 + 0,03 + 0,08 + 0,13 + 0,08 + 0,08 + 0,05 = 4,16$$

Машинно-вспомогательное время:

$$T_{M.B.} = 0,5 \text{ мин.}$$

Время автоматической работы станка:

$$T_{Ц.А.} = T_o + T_{M.B.} = 4,16 + 0,5 = 4,66 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время:

$$T_{B1} = 0,1 \text{ мин.};$$

$$T_{B2} = 0,1 \text{ мин.};$$

$$T_{B3} = 0,1 \text{ мин.};$$

$$T_{B4} = 0,2 \text{ мин.};$$

$$T_{B5} = 0,2 \text{ мин.};$$

$$T_{B6} = 0,2 \text{ мин.};$$

$$T_{B7} = 0,1 \text{ мин.};$$

$$T_{B8} = 0,2 \text{ мин.};$$

$$T_{B9} = 0,2 \text{ мин.};$$

$$T_{B10} = 0,1 \text{ мин.};$$

$$T_{B11} = 0,2 \text{ мин.};$$

$$T_{B12} = 0,3 \text{ мин.};$$

$$T_{B12} = 0,3 \text{ мин.};$$

$$T_{B13} = 0,1 \text{ мин.}$$

$$T_B = 2,3 \text{ мин.}$$

Время на организационное и техническое обслуживание рабочего места, отдых и личные потребности приведено в процентах от оперативного времени:

$$a_{\text{тех}} + a_{\text{орг}} + a_{\text{отд}} = (8 \dots 10\%) \cdot (T_{Ц.А.} + T_B)$$

Штучное время:

$$T_{\text{шт}} = 0,08 \cdot (T_{Ц.А.} + T_B) \cdot (T_{Ц.А.} + T_B)$$

$$T_{\text{штБ}} = 1,08 \cdot (1,61 + 2,3) = 2,91 \text{ мин}$$

					270402.2017.919.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

$$T_{шт} = 2,732 + 2,91 = 5,34$$

2.2.5.3 Режимы резания и нормы времени для 010 операции «Сверление»

Диаметр 13: глубина резания: $t=1,44$ мм;

$$D_i = D_{i+1} - 2t_{i+1} = 13 - 2 \cdot 1,44 = 10,12$$

$$D = 10,1 \text{ мм.}$$

$$S_{от} = 0,39 \text{ мм/об; } V_T = 19,4 \text{ м/мин; } P_T = 6124 \text{ Н; } N_T = 1,64 \text{ кВт.}$$

$$n_T = \frac{1000 \cdot V_T}{\pi \cdot D_T}$$

$$S = S_{от} \cdot K_{SM} = 0,39 \cdot 0,64 = 0,25 \text{ мм/об;}$$

$$V = V_T \cdot K_{VM} \cdot K_{V3} \cdot K_{VЖ} \cdot K_{VT} \cdot K_{ВП} \cdot K_{ВИ} \cdot K_{Vi} \cdot K_{Vw} = 19,4 \cdot 0,64 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 0,85 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 8,44 \text{ м/мин.}$$

Поправочные коэффициенты на режимы резания: коэффициент на подачу (K_{SM}), скорость (K_{VM}), осевую силу (K_{PM}), мощность (K_{NM}), крутящий момент (K_{MM}) между собой равны.

$$K_{SM} = K_{VM} = K_{PM} = K_{NM} = K_{MM} = 0,64.$$

$$n_T = \frac{1000 \cdot V_T}{\pi \cdot D_T} = \frac{1000 \cdot 8,44}{3,14 \cdot 10,1} = 266,12 \text{ мин}^{-1}$$

$$V_S = S_{от} \cdot n = 0,25 \cdot 266,12 = 66,53 \text{ мм/мин;}$$

$$n_{\phi} = 250 \text{ мин}^{-1};$$

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 10,1 \cdot 250}{1000} = 7,92 \text{ м/мин;}$$

$$N = \frac{Nm}{KN_m} = \frac{1,64}{0,64} = 6,51 \text{ кВт, } P = \frac{P_T}{K_{PM}} = \frac{6124}{0,64} = 31169 \text{ Н.}$$

$$T_{o1} = \frac{5 + 5 + 5}{80 \cdot 1} \cdot 4 = 4,56 \text{ мин;}$$

$$T_{o2} = \frac{23 + 5 + 5}{80 \cdot 1} \cdot 4 = 5,06 \text{ мин;}$$

$$T_o = 0,75 + 1,65 = 9,62 \text{ мин.}$$

Диаметр 12 аналогично диаметру 13.

Диаметр 35: глубина резания: $t=3,48$ мм;

$$D_i = D_{i+1} - 2t_{i+1} = 35 - 2 \cdot 3,48 = 28,04$$

$$D = 28 \text{ мм.}$$

$$S_{от} = 0,53 \text{ мм/об; } V_T = 14,6 \text{ м/мин; } P_T = 19637 \text{ Н; } N_T = 4,1 \text{ кВт.}$$

					270402.2017.919.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

$$n_T = \frac{1000 \cdot V_T}{\Pi \cdot D_T}$$

$$S = S_{OT} \cdot K_{SM} = 0,53 \cdot 0,64 = 0,33 \text{ мм/об.}$$

$$V = V_T \cdot K_{VM} \cdot K_{V3} \cdot K_{VЖ} \cdot K_{VT} \cdot K_{VП} \cdot K_{VИ} \cdot K_{Vi} \cdot K_{VW} = 14,6 \cdot 0,64 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 0,85 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 6,35 \text{ м/мин.}$$

Поправочные коэффициенты на режимы резания: коэффициент на подачу (K_{SM}), скорость (K_{VM}), осевую силу (K_{PM}), мощность (K_{NM}), крутящий момент (K_{MM}) между собой равны.

$$K_{SM} = K_{VM} = K_{PM} = K_{NM} = K_{MM} = 0,64.$$

$$n_T = \frac{1000 \cdot V_T}{\Pi \cdot D_T} = \frac{1000 \cdot 6,35}{3,14 \cdot 32,1} = 63 \text{ мин}^{-1};$$

$$V_S = S_{OT} \cdot n = 0,33 \cdot 63 = 21,37 \text{ мм/мин};$$

$$n_{\phi} = 75 \text{ мин}^{-1};$$

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 32,1 \cdot 75}{1000} = 7,55 \text{ м/мин};$$

$$N = \frac{Nm}{KN_M} = \frac{4,1}{0,64} = 6,51 \text{ кВт}, \quad P = \frac{P_T}{K_{PM}} = \frac{19637}{0,64} = 31169 \text{ Н.}$$

2.2.5.4 Режимы резания и нормы времени для 015 операции «Зубодолбежная»

Режимы резания и нормы времени на зубодолбежную операцию представлены в таблице 6.

Таблица 6 - Режимы резания и нормы времени на зубофрезерную операцию.

Вид обработки	L, мм	i, шт	S _m , мм/мин	n, мм/об	V, м/мин	T _о , мин
черновая	48	40	0,32	60	10	66
чистовая	48	40	0,32	60	10	

Вспомогательное время:

$$T_B = T_{B \text{ уст}} + T_{B \text{ оп}} + T_{B \text{ из}} = 6 + 10 + 3 = 16 \text{ мин}$$

Время на организационное и техническое обслуживание рабочего места, отдых и личные потребности приведено в процентах от оперативного времени:

$$a_{\text{тех}} + a_{\text{орг}} + a_{\text{отд}} = (8 \dots 10\%) \cdot (T_{\text{Ц.А.}} + T_B)$$

Штучное время:

										Лист
										36
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	270402.2017.919.00 ПЗ					

$$T_{шт} = 0,08 \cdot (T_{ц.а.} + T_B) \cdot (T_{ц.а.} + T_B)$$

$$T_{шт} = 1,08 \cdot (97,8 + 16) = 122,9 \text{ мин}$$

Подготовительно - заключительное время на всю партию деталей:

$$T_{пз} = 4 + 2 + 2 + 1 + 5 + 2\% \cdot 2,44 + 4\% \cdot 2,44 = \frac{15}{n} \text{ мин.}$$

2.2.5.5. Нормы времени на контрольную операцию

Нормы времени на контрольную операцию представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Нормы времени на контрольную операцию

Контролируемая поверхность	Мерительный прибор	Основное время, мин
Шероховатость поверхности, отсутствие острых кромок.	Набором образцов шероховатости по ГОСТ 9378-93	0,1
Проверить размеры: Ø590 _{-1,75} Ø430 _{-1,15}	Штангенциркуль ШЦ-III-250-630-0,1 ГОСТ 166-80	1
Проверить размеры: Ø190H12 ^{+0,46} Ø240 _{-1,15}	Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166-80	0,55
Проверить размеры: 75 ^{+0,74} , 6,5 ^{+0,5} , 115 ^{-0,87} , 92 ^{+0,74} , 95 ^{+0,74} , Ø13 ^{+0,43} , Ø11,5 ^{+0,43} , 62 ^{+0,62}	Штангенциркуль ШЦ-I-250-0,1 ГОСТ 166-80	0,4
Проверить размер: Ø300h9 _{-0,13}	Скоба 300h9 8118-0032 ГОСТ 2216-84	0,5
Проверить размер Ø300H9 ^{+0,115}	Пробка 215H9 04-3-3 СТП 0110.529.04-86	0,24

Проверить размеры: $112_{-0,87}$, $\varnothing 90_{-0,87}$	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0.1 ГОСТ 166-89	0,2
Проверить длину общей нормали $W 69,22 \frac{+0,34}{+0,594}$	Штрихмасс РП-1095-11	0,8
Проверить размер: $\varnothing 221^{+0,5}$	Шаблон РШ-8381	0,6
Итого:		4,39

Таким образом, спроектированный технологический процесс механической обработки выполняется за 115 минут.

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1. Аналитический обзор и выбор технологической оснастки

Механизация и автоматизация приспособлений проводится для повышения производительности при работе на станке и облегчения труда рабочего, как при установке и закреплении объекта механической обработки, так и при повороте и индексации приспособлений в процессе обработки, снятии обработанных деталей со станка, удалении стружки, дальнейшей транспортировке деталей и др.

Из практики отечественного машиностроения и зарубежного опыта известно, что наибольшее применение получили следующие силовые приводы станочных приспособлений:

- пневматические;
- гидравлические;
- пневмогидравлические;
- электромеханические;
- пружинно-гидравлические (комбинированные);
- магнитные;
- вакуумные, и др.

В крупносерийном и массовом производствах основное применение имеют пневматические и гидравлические патроны. Эти патроны обеспечивают неослабевающий во время обработки зажим, удобны в эксплуатации и благодаря простоте механической части хорошо сохраняют точность.

Гидравлические патроны применяются сравнительно редко и обычно лишь в тех случаях, когда от конструкции требуются малые габариты или когда отсутствует компрессорная установка. При равных габаритах давление масла в среднем в три раза выше, чем давление воздуха в пневматических патронах.

										Лист
										39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

3.1.1. Обоснование и выбор пневматического привода

В настоящее время вследствие относительной простоты и невысокой себестоимости конструкции при наличии в цехе пневмосети наибольшее применение получили пневматические приводы.

Достоинства:

- быстрота действия,
- простота управления,
- надежность и стабильность в работе,
- нечувствительность к изменению температуры окружающей среды,
- использование отработанного воздуха для сдува стружки и т. п.

Недостатки:

- большие габариты, так как давление воздуха в пневмосети не превышает 0,6...1,6 МПа;
- невысокий к. п. д. (для пневмоцилиндров 0,85...0,9)
- невозможность обеспечения плавности хода зажимных элементов в работе.

Состоят пневмоприводы из пневмодвигателя, пневматической аппаратуры и пневмосети, представляющей собой трубы (4...8 мм), рукава, каналы и соединения. В качестве двигателя обычно применяется цилиндр с поршнем (75...250 мм).

Рисунок 1 – Принципиальная схема пневмопривода токарного станка

На рисунке 1 приведена принципиальная схема пневмопривода токарного станка, где:

- 1 – вентиль;
- 2 – фильтр – влагоотделитель;
- 3 – распределительный кран;
- 4 – обратный клапан;
- 5 – маслораспылитель;
- 6 – реле давления;
- 7 – манометр;
- 8 – регулятор давления;

										Лист
										40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

9 – вращающийся цилиндр;

10 – воздухоподводящая муфта.

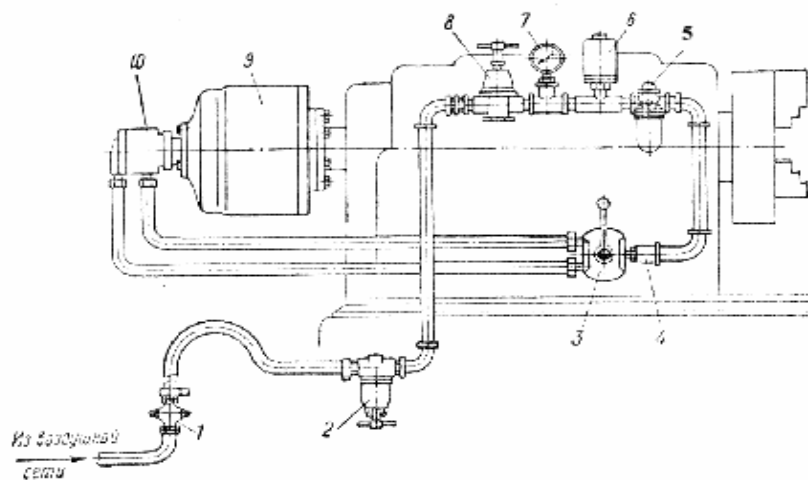


Рис.1. Принципиальная схема пневмопривода токарного станка

Рисунок 11 - Принципиальная схема пневмопривода токарного станка

В пневмоприводе используется механизированный вращающийся цилиндр. Такой цилиндр двустороннего действия используется в качестве пневмодвигателя патрона на токарном станке. Конструкция и основные размеры цилиндра нормализованы. В рассматриваемом случае нормалью является тип цилиндра: цилиндр пневматический вращающийся сдвоенный.

Сдвоенный пневмоцилиндр имеет две камеры, расположенные в корпусах 2 и 5 стандартную воздухопроводящую муфту 1, присоединенную к вращающемуся корпусу 2. Для движения штока 6 влево сжатый воздух подают через штуцер 9, трубку 7 и ряд отверстий в полой части штока 6 (возле правых торцов поршней 3 и 4), создавая на штоке тянущую силу. Толкающую силу на штоке 6 создает один поршень 3 при его перемещении вправо, так как сжатый воздух поступает через штуцер 8 и пазы в стержне 7 только в левую полость цилиндра 2.

3.2.3 Расчёт конструктивных и геометрических параметров кулачков

Для патронов с механизированным приводом характерна ограниченность радиального хода кулачков (5-10 мм). Вследствие этого при наладке их для обработки деталей разного диаметра приходится для каждой детали

									Лист
									41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	270402.2017.919.00 ПЗ				

проектировать свои губки кулачков или сами кулачки, если размеры детали и форма её не позволяет использовать стандартные кулачки.

Для обработки в трехкулачковом патроне детали, в ходе выполнения данной курсовой работы, был спроектирован кулачок. В результате применения данных кулачков при закреплении в трехкулачковом патроне обеспечивается: требуемая жесткость; требуемая точность при обработке детали; возможность за один установ обработать большее количество поверхностей.

Рассчитаем силу P на штоке пневматического привода для рычажного кулачкового патрона исходя из требуемой силы закрепления обрабатываемой заготовки.

Рассмотрим равновесие кулачка относительно точки O (рисунок 12)

$$Tl_3 - Fl_2 - Qa = 0.$$

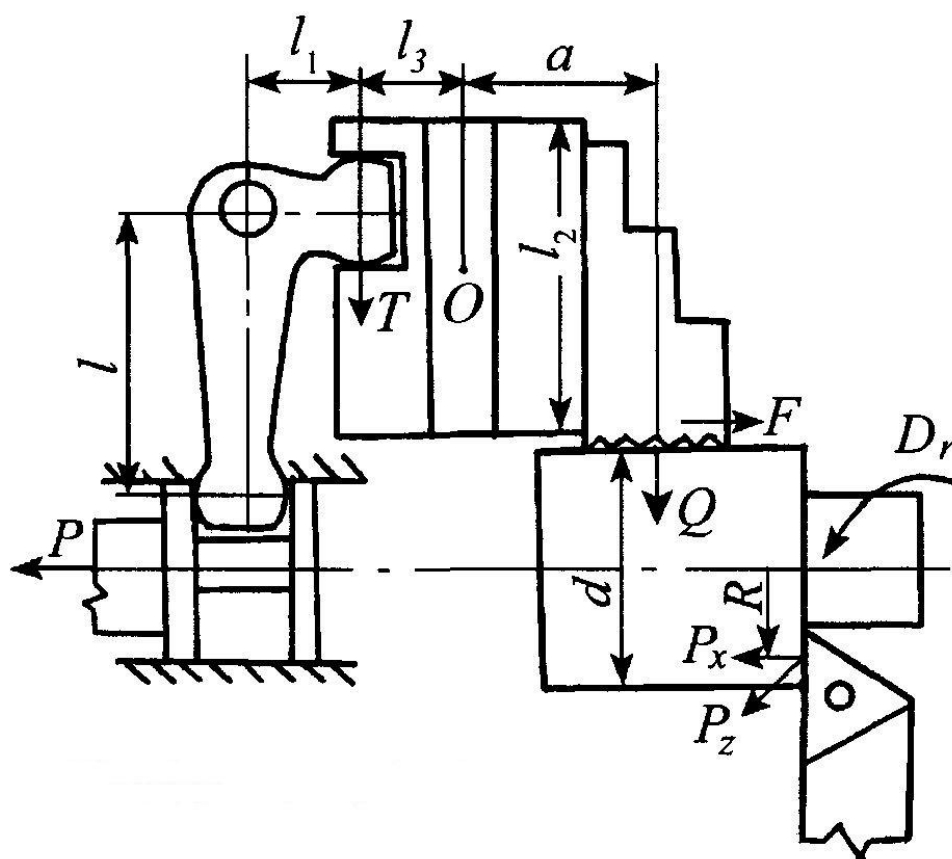


Рисунок 12 – Схема кулачкового патрона для расчета силы на штоке пневматического привода

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

Сила T связана с силой P на штоке соотношением $T = P \frac{l}{l_1}$. Сила трения на поверхности кулачка равна $F = fQ$. Следовательно:

$$P = kQ \left(f \frac{l_2}{l_3} + \frac{a}{l_3} \right) \frac{l_1}{l},$$

где:

a – расстояние от середины направляющей ползуна до центра приложения силы Q на одном кулачке (в нашем случае: $a = 140$ мм);

l и l_1 – длина плеч рычага ($l = 149$ мм, $l_1 = 35$ мм);

l_2 – длина направляющей части кулачка, соприкасающаяся с пазом корпуса патрона ($l_2 = 179$ мм);

l_3 – расстояние от середины направляющей ползуна до центра приложения силы T на кулачке ($l_3 = 30$ мм);

$f = 0,06 \dots 0,21$ – коэффициент трения скольжения ($f = 0,20$);

$k = 1,05 \dots 1,2$ – коэффициент, учитывающий дополнительные силы трения в патроне ($k = 1,1$);

Потребная сила крепления заготовки всеми кулачками Q зависит от силы резания и моментов этих сил:

$$Q = \sqrt{Q_{P_x}^2 + Q_{P_z}^2},$$

где:

Q_{P_x} – необходимая сила крепления заготовки при учете действия составляющей силы резания P_x или $\sum \bar{P}_x$; Q_{P_z} – необходимая сила крепления заготовки при учете действия момента от составляющей силы резания P_z или $\sum P_z$.

Силы Q_{P_x} и Q_{P_z} находим из условия статического равновесия заготовки, находящейся под действием сил резания, трения, закрепления и моментов от этих сил. Их можно рассчитать по формулам:

$$Q_{P_x} = \frac{P_x R}{f} K_3; \quad Q_{P_z} = \frac{P_z R}{fd} K_3;$$

					НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА	Лист
						49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где:

R – радиус на котором действует сила $P_Z (R = 295 \text{ мм})$;

d – диаметр зажатой части заготовки кулачками ($d = 590 \text{ мм}$);

K_3 – коэффициент запаса (должен быть больше или равен 2,5, примем $K_3 = 3$)

По карте 11 [1] находим значения коэффициента $C_{P_Z} = 225$ и показателей степеней $X_{P_Z} = 1$ и $Y_{P_Z} = 0,75$ в выражении главной составляющей силы резания:

$$P_Z = C_{P_Z} \cdot t^{X_{P_Z}} \cdot S^{Y_{P_Z}} \cdot K_{P_Z}.$$

Находим поправочные коэффициенты:

$$K_{P_Z} = K_{M_P} \cdot K_{\varphi_P} \cdot K_{\gamma_P} \cdot K_{V_P} \cdot K_{h_P} \cdot K_{r_P}.$$

где: K_{M_P} – поправочный коэффициент зависимости от механических свойств обрабатываемого материала:

$$K_{M_P} = \left(\frac{\sigma_6}{75}\right)^{0,35} = \left(\frac{60}{75}\right)^{0,35} = 0,93;$$

где: K_{φ_P} – поправочный коэффициент на P_Z в зависимости от главного угла в плане. При $\varphi = 45^\circ$; $K_{\varphi_P} = 1$;

K_{γ_P} – поправочный коэффициент в зависимости от переднего угла.

При $\gamma = 12^\circ$; $K_{\gamma_P} = 1$;

K_{V_P} – поправочный коэффициент в зависимости от скорости резания.

Предположим, что скорость резания будет в пределах $150\text{--}250 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$, тогда 0,8;

K_{h_P} – поправочный коэффициент в зависимости от износа резца.

Принимаем износ резца по задней поверхности $h = 1,5 \text{ мм}$, т.к. при черновой обработке углеродистой стали проходными резцами из твердых сплавов величина износа достигает 1,0...1,4 мм, (в условиях повышенной жесткости системы и равномерной нагрузки износ может быть повышен и доведен до 1,5...2,0 мм, обеспечивая этим возможность работы с увеличенным периодом стойкости или повышение (до 5-10%) скорости резания), тогда $K_{h_P} = 1,05$;

									Лист
									44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

K_{r_p} – поправочный коэффициент в зависимости от радиуса при вершине лезвия резца. При $r = 1 \text{ мм}$, $K_{r_p} = 0,93$.

Подставляем вышеприведенные значения коэффициентов в формулу:

$$K_{P_z} = 0,93 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 1,05 \cdot 0,93 = 0,73$$

$$P_z = 225 \cdot 5^1 \cdot 0,35^{0,75} \cdot 0,73 = 373,7 \text{ кг};$$

$$P_x = P_z \cdot 0,25 = 373,7 \cdot 0,25 = 93,426 \text{ кг};$$

$$Q_{P_x} = \frac{P_x}{f} \cdot K_3 = 1402 \text{ кг};$$

$$Q = \sqrt{Q_{P_x}^2 + Q_{P_z}^2} = 3134 \text{ кг};$$

$$P = k \cdot Q \left(f \frac{l_2}{l_3} + \frac{a}{l_3} \right) \cdot \frac{l_1}{l} = 4746 \text{ кг};$$

Так же определим диаметр пневмопривода (D), по формуле:

$$P = \frac{\pi(D^2 - d^2) \cdot p \cdot \eta}{4}, \text{ где}$$

$P=1,6$ (возьмём максимальное значение), отсюда $D = 595 \text{ мм}$.

3.3 Аналитический обзор и выбор режущего инструмента

Для сверлильной операции спроектируем двухступенчатое сверло.

3.3.1 Анализ исходных данных

Исходные данные:

- обрабатываемый материал – Сталь 35 ГЛ (НВ 202-209);
- диаметры сверления: $\text{Ø}13^{(+0,43)}$; $\text{Ø}35^{(+0,62)}$; глубина сверления соответственно: 2,5-2,5 мм; фаска 30° ;
- радиально-сверлильный станок 2Н55;
- производство – серийное.

Исходя из этого, проектируется комбинированный инструмент с СМП (сменными многогранными пластинами).

					НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		452

Для этого проектируется оправка, в которую устанавливается три СМП, для обработки три поверхностей, также выбирается способ крепления СМП в оправке.

3.3.2 Проектирование двухступенчатого сверла

Для обработки коротких отверстий (до $2D$) на автоматизированном оборудовании широко используются сверла с СМП (рисунок 13). Такие сверла обладают высокой жёсткостью и могут работать не только как непосредственно сверла, но и растачивать отверстия, фрезеровать бобышки, подрезать торцы.

В отличие от спирального сверла с двумя симметричными и идентичными режущими кромками сверла с СМП в зависимости от диаметра имеют две или три отличающиеся по форме, несимметрично расположенные режущие пластины со стружкодробящими канавками, а у комбинированного инструмента количество СМП может достигать до шести.

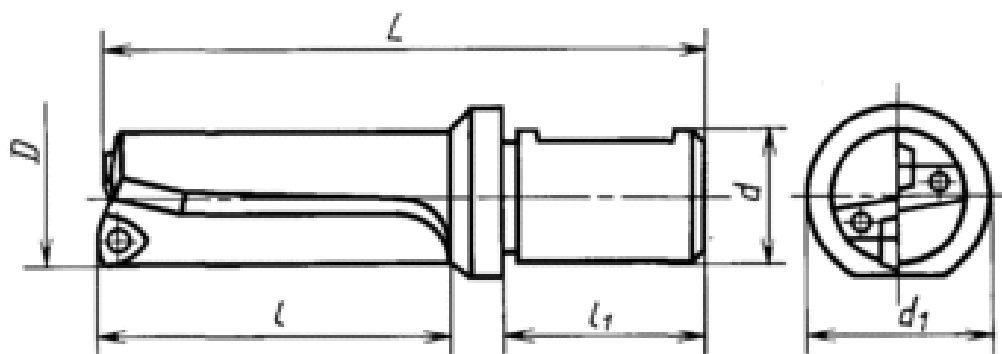


Рисунок 13 – Конструктивные элементы сверла с СМП

Расположение пластин выбирают с таким расчетом, чтобы результирующая сила резания на каждом пере была одинаковой и располагалась параллельно. В данной курсовой работе нужно обработать три поверхности поэтому используем три СМП. Две из которых будут располагаться симметрично и растачивать диаметр, а ещё одна будет цековать отверстие. Закрепление пластин в корпусе сверла производят винтом с углублением «под ключ». Сверление по предварительно просверленному отверстию сопряжено с небольшой осевой силой и требует соответствующей мощности и жесткости оборудования.

										Лист
										46
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

Материал корпуса сталь 45 ГОСТ 1050-88; твёрдость корпуса 44...52HRC; шероховатость посадочной поверхности корпуса не более Ra 0,8 мкм, опорной и боковой базовых поверхностей гнезда под режущую пластину не более Ra 2,5 мкм.

3.3.3 Выбор сменной многогранной пластины для сверления

Выбираем СМП из каталога KORLOY, с учетом: обрабатываемого материала, размеров, наличие стружколома, экономичности применения, наиболее подходящими оказались пластины: SPMT 070204-DM (квадратной формы) и WCMT 040204-C21 (треугольной формы) рисунок 14 и рисунок 15. Данные пластины состоят из твердого сплава с покрытием PC3500, который предназначен для обработки большинства видов сталей, в том числе и стали 35, а также они полностью удовлетворяют нашим требованиям.

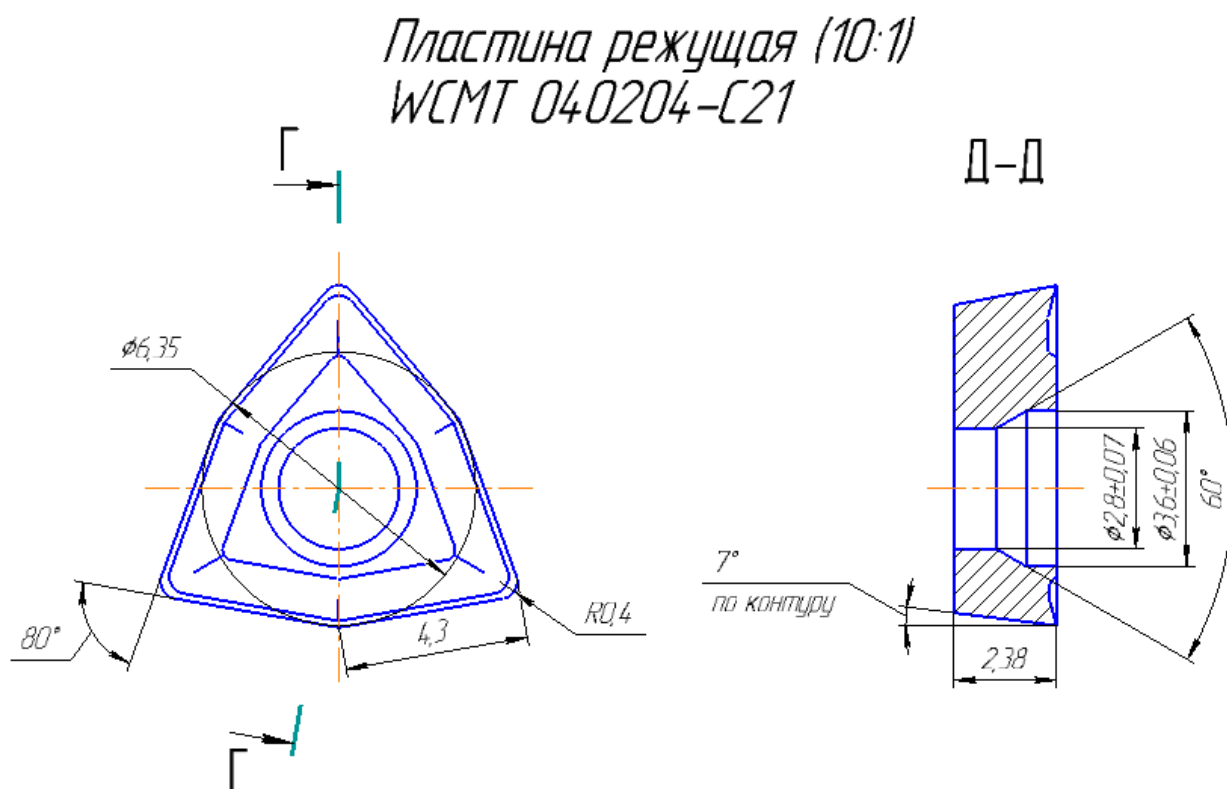


Рисунок 14 – Сменная многогранная пластина WCMT 040204-C21

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ИД 4052.2010.1900.00.ПЗ

Лист

47

Пластина режущая (10:1) SPMT 070204-DM

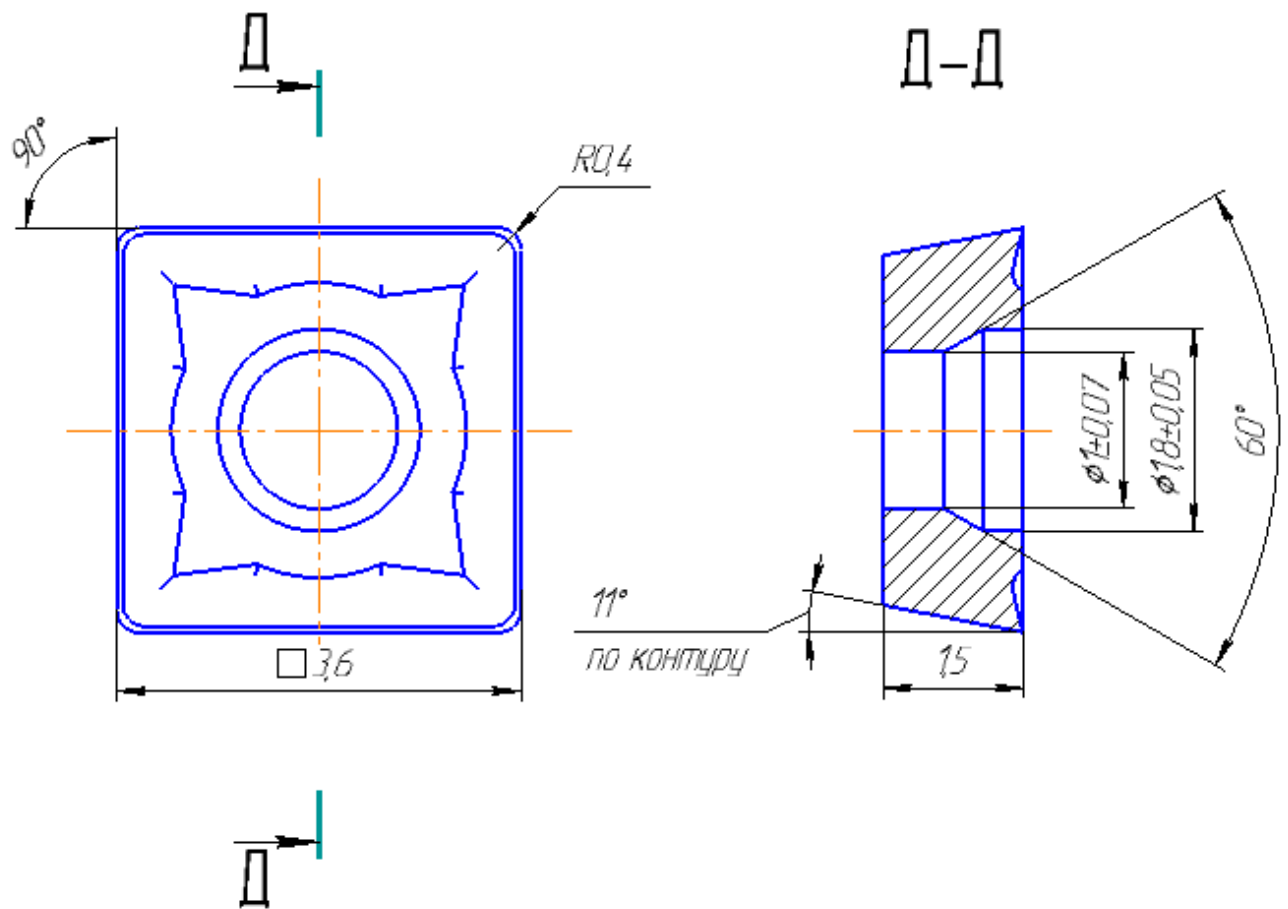


Рисунок 15 – Сменная многогранная пластина SPMT 070204-DM

3.3.4 Проектирование оправки комбинированного инструмента

Из исходных данных берем все необходимые размеры и проектируем оправку, которая удовлетворяла бы всем требованиям.

Хвостовик выбираем цилиндрический с лыской по ГОСТ 28706-90, так как данный хвостовик является наиболее распространённым и данный инструмент можно будет использовать на многих станках как с числовым программным управлением, так и на обычных станках, потому что цилиндрический хвостовик легко устанавливается в переходные втулки, патроны и прочие зажимные устройства шпинделей.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ИД 405.2010.1900.00.ПЗ

Лист

48

3.3.5 Сборка комбинированного режущего инструмента

После стадии проектирования оправки и выбора режущих пластин, собираем комбинированный инструмент при помощи крепежных винтов, фирмы KORLOY, FTKA02565 M2,5x0,45 рисунок 16.

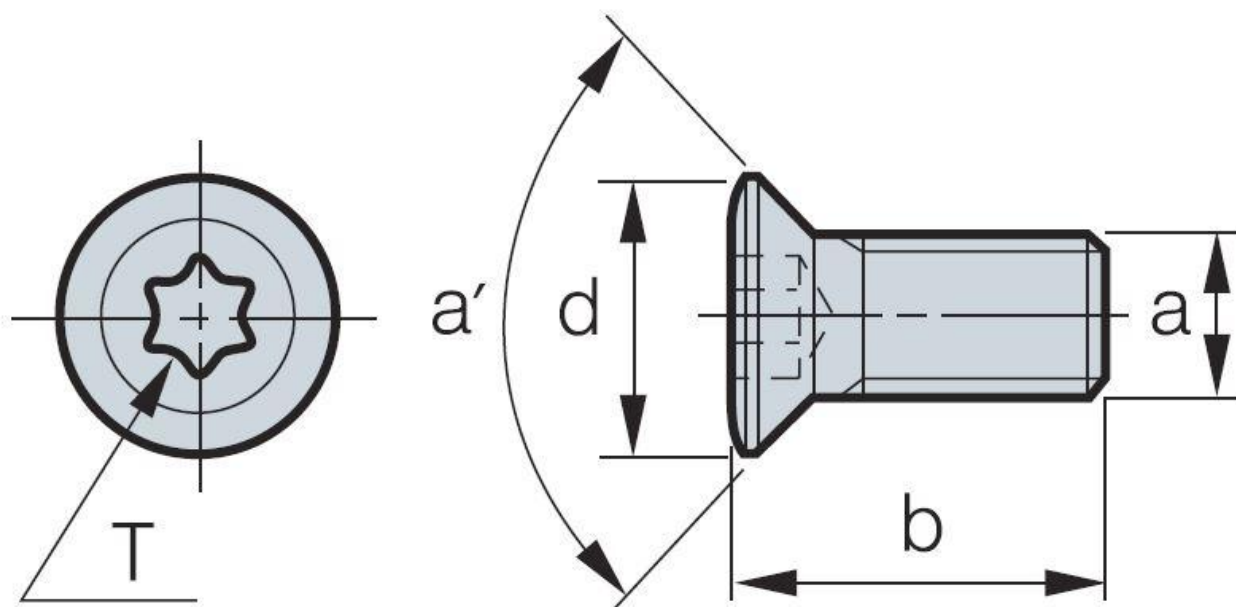


Рисунок 16 – Крепежный винт

3.4 Проектирование операций технического контроля и выбор измерительного инструмента.

В качестве контрольных приспособлений используются для контроля размеров диаметров торца после токарных операций штангенциркули ШЦ-I-125-0,1; ШЦ-II-250-0,05 и ШЦ-III-250-630-0,1 ГОСТ 166-80. Для контроля диаметра $\text{Ø}300\text{h}9_{-0,13}$ мм полумуфты используется калибр-скоба 8118-0032 $300\text{h}9$ ГОСТ 2216-84 с диапазоном измерения от 295 мм до 310 мм, для контроля диаметра $\text{Ø}215\text{H}9^{+0,115}$ калибр-пробка 215H9 04-3-3 СТП 0110.529.04 с диапазоном измерения от 210 мм до 225 мм.

Для проверки биения приспособления и самого режущего инструмента на станке при зубодолбежной операции, а также для проверки относительного положения детали после ее закрепления в трехкулачковом патроне на токарной

										Лист
										49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ИТО-405.2010.1900.00.ПЗ					

операции применяют индикатор часового типа ИЧ 02 кл.0 ГОСТ 577-68 с диапазоном измерения 0-2 мм, класса точности 0. Так же на зубодолбежной операции проверяется длина общей нормали $W=69,22\frac{+0,34}{+0,594}$ с помощью штрихмасса РП-1095-11.

На токарной операции для контроля отверстия после расточки используется специальная пробка 215Н9 04-3-3. Пробка изготовлена определенного размера и контролирует диаметр отверстия.

На сверлильной операции после сверления отверстий для их контроля применяется ШЦ-I-125-0,1 .

Для контроля радиального биения шестерни после зубофрезерной операции используется специальный биениемер ВД-1193. Биение должно составлять 0,18 мм. Проверка биениемером производится как после зубодолбежной операции, так и на окончательной контрольной операции.

3.5 Выбор измерительного оборудования

Координатно-измерительные машины (КИМ) – средства измерения, предназначенные для проведения координатных измерений по трем линейным координатам. Работа КИМ основана на координатных измерениях, т.е. на поочередном измерении координат определенного числа точек поверхности детали и последовательных расчетов линейных и угловых размеров, отклонений формы и расположения к поверхности.

Так как все детали, обрабатываемые на данном участке, являются зубчатыми, выбираем координатно-измерительную машину фирмы Wenzel LH GANTRY.

Машины серии LH Gantry – это порталные координатно-измерительные машины с блоком ЧПУ, оснащенные системой контактных или сканирующих датчиков. Серия LH Gantry сохранила все характеристики своих меньших братьев серии LH Bridge, но изменила конфигурацию для работы с крупными и тяжелыми деталями.

									Лист
									50
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

270402.2017.919.00 ПЗ

КИМ LH Gantry от WENZEL – пример монолитной конструкции с цельным гранитным столом, что дает возможность обойтись без специального фундамента. Благодаря активной пневматической демпфирующей системе и автоматической температурной компенсации серия LH Gantry надежно защищена от вибраций и температурного воздействия. Высокрасположенные приводы в серии LH Gantry также обеспечивают максимальную стабильность машины даже во время динамических движений.

Возможна поставка машин серии LH Gantry в комплектации Стандарт -, Премиум- и Премиум-Селект-Дизайн. По заказу возможно оснащение дополнительным поворотным столом для точной и маневренной инспекции крупных зубчатых колес.

Возможность измерения: все виды зубчатого зацепления.

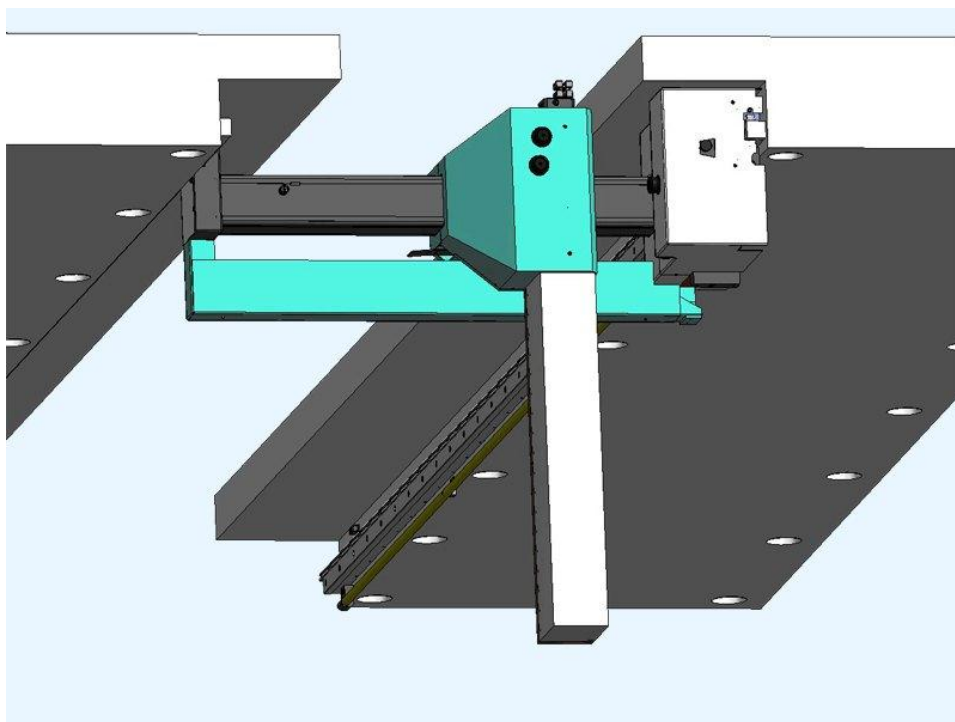
Особенности и преимущества:

- Имеются модели в комплектации Стандарт/ Премиум/ Премиум-Селект
- Дополнительная активная система виброизоляции.
- Активная динамическая температурная компенсация
- Контактные и сканирующие датчики
- Конструкция из темного гранита, обеспечивающая оптимальную термическую стабильность.
- Симметричный прямоугольный профиль оси X обеспечивает равномерное распределение тепла.
- Лучшая стабильность благодаря широкой базе между воздушными подшипниками.
- Двойной привод по оси Y и шкала
- Минимальный перемещаемый вес благодаря высокорасположенным приводам
- Шкалы на осях X и Y расположены на одной высоте, что обеспечивает стабильность измерений

										Лист
										51
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

- Цилиндрические полусферические воздушные подшипники, используемые по всем направляющим, обеспечивают оптимальную жесткость лучше, чем более дешевая и менее жесткая прямоугольная форма
 - Ультра-толстая базовая плита из цельного гранита, отполированная вручную в соответствии с DIN 876/0.
 - Широкий профиль гранитной стойки Z, установленный на воздушных подшипниках со смещением, позволяет достичь максимальной жесткости при использовании сильно удлиненных измерительных наконечников и смещенной нагрузки.
 - Разрешение шкалы 0.1 μm
 - Индивидуальный контроль потока воздуха и давления, подаваемых в отдельные группы воздушных подшипников
 - Теплоизоляция со встроенной системой циркуляции воздуха
 - Оптимизация траектории движения для сокращения времени выполнения цикла и более плавной работы.
 - По заказу поворотный стол для измерений зубчатых колес и цилиндрических частей может быть установлен заподлицо или смонтирован сверху.
 - Оси X и Y закрыты защитными гармошками
- Комплектация:
- Корпус КИМ LH Gantry
 - Разрешение шкалы 0.1 микрон
 - Система фильтрации воздуха
 - Контроллер ЧПУ Портативный ручной пульт NT400 (рисунок 17)

					270402.2017.919.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52



– Рисунок 17 - Портативный ручной пульт НТ400

- Керамическая сфера для калибровки
- Компьютерная система, принтер, монитор
- Программное обеспечение Metrosoft
- Обучение работе с программным обеспечением
- Руководства по эксплуатации системы
- Установка КИМ
- Проверка точности КИМ на месте в соответствии с ISO10360
- Годовая гарантия на КИМ с телефонной службой технической поддержки
- Комплект контактных датчиков Xtra3:
- Моторизованная головка
- Renishaw PH10M (рисунок 18)



Рисунок 18 - Renishaw PH10M

- Контактный датчик с 3 измерительными модулями Renishaw TP200 (рисунок 19)

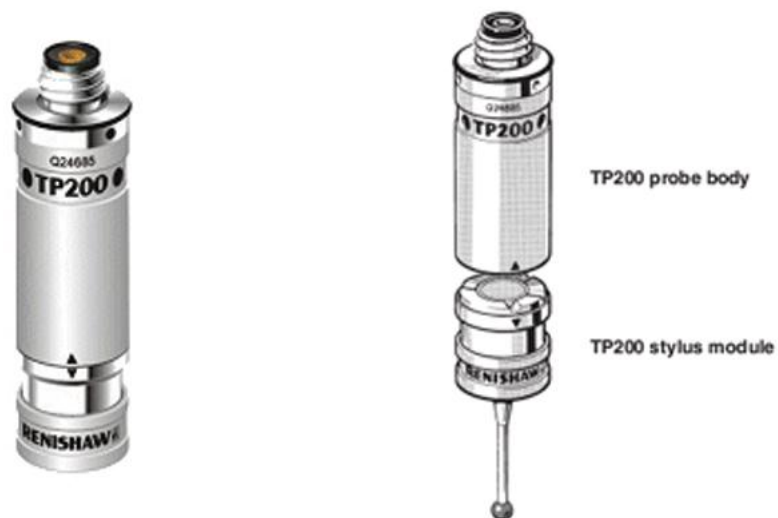


Рисунок 19 - Renishaw TP200

- Стойка замены щупов Renishaw SCR200
- Комплект модулей M2, 18 шт.
- Комплект сканирующих датчиков X3M25
- Моторизованная головка Renishaw PH10M
- Сканирующий датчик Renishaw SP25M (рисунок 20)



Рисунок 20 - Сканирующий датчик Renishaw SP25M

- Модуль сканирования Renishaw SP25M
- Универсальная стойка замены щупов Renishaw FCR25
- Комплект модулей МЗ, 20 шт.

Возможна установка других комплектов датчиков.

На рисунке 21 представлена координатно-измерительная машина Wenzel LH GANTRY.

						270402.2017.919.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			55

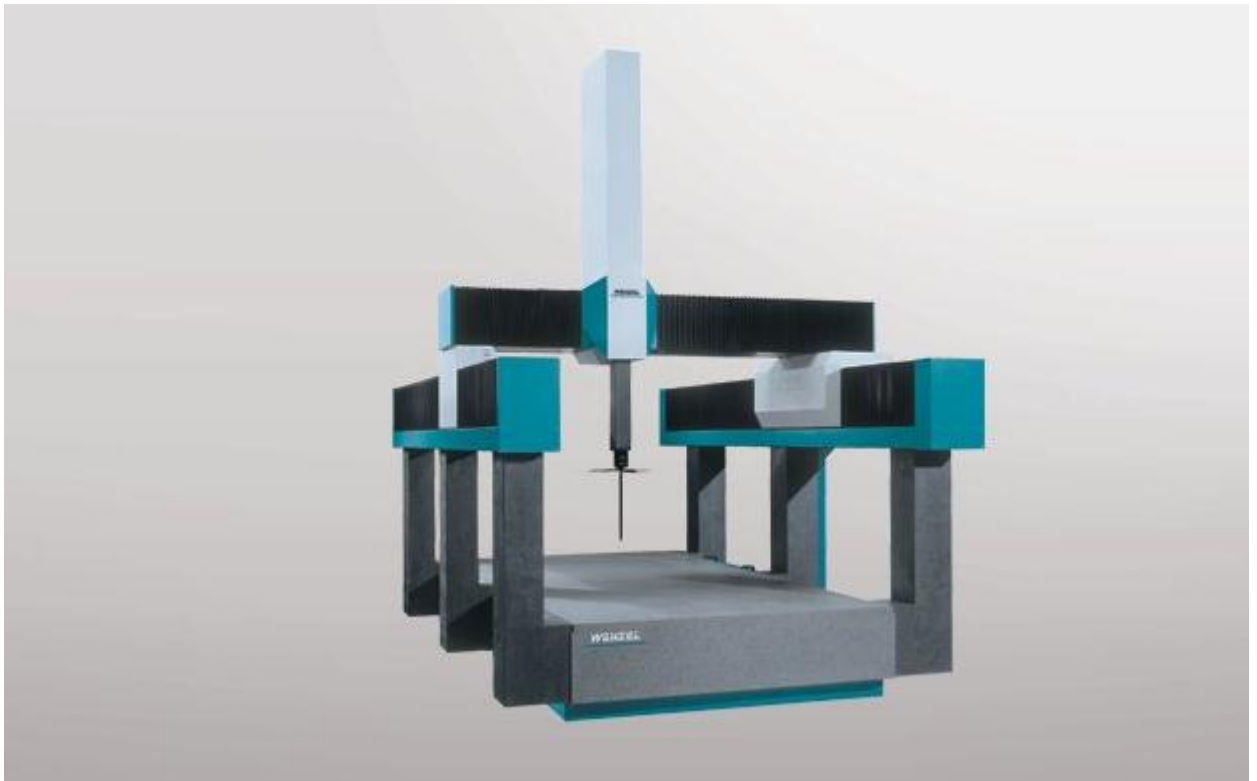




Рисунок 21 - Координатно-измерительная машина Wenzel LH GANTRY

Исходя из этих условий, для измерения зубьев выбираем щуп из серии 20мм А-5003-4795, для контроля остальных параметров выбираем щуп из серии 150мм А-5000-7672 (таблица 8).

Таблица 8 – Щупы

А-5003-4795	А-5000-7672
	

4 АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОПЕРАЦИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

4.1 Анализ возможности автоматизации техпроцесса

4.1.1 Наличие в технологическом процессе слесарных, универсальных или специальных операций

В разработанном технологическом процессе отсутствуют слесарные, универсальные или специальные операции.

Для выполнения вспомогательной и транспортной операции применим моечную машину и робокар.

4.1.2 Возможность встраивания основного оборудования в ГПС

На этом этапе анализа проектного варианта технологического процесса анализируем применяемое металлорежущее оборудование. Целью анализа является установить возможность встраивания данного оборудования в ГПС.

Данный технологический процесс можно усовершенствовать, заменив три токарных операции одной операцией, применяя токарно-револьверный центр с ЧПУ марки ST-40 фирмы HAAS, который вполне подходит для гибких производственных систем (ГПС). Обработку детали он может производить без непосредственного участия человека. Горизонтальные обрабатывающие центры Haas позволяют гравитации заниматься своей работой, давая возможность стружке выпадать из инструмента. Чистые условия резки в два или три раза продлевают срок службы инструмента.

Для установки заготовок на станке используются приспособления-спутники (паллеты). В случае использования паллет, они меняются на столе станка с помощью устройств автоматической смены паллет, устройства смены паллет и устройства смены инструмента большой вместимости позволяют легко удвоить производительность по сравнению с вертикальными обрабатывающими центрами.

						270402.2017.919.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			57

4.1.3 Концентрация переходов на операциях механической обработки

К числу важных вопросов построения технологического процесса, в большой мере связанных с типом и серийностью производства и с конкретными производственными условиями, относится вопрос о степени концентрации переходов.

Концентрацией (укрупнением) операций называется соединение нескольких простых технологических переходов в одну сложную операцию. Технологические процессы построенные по принципу концентраций операций, состоит из небольшого числа сложных операций.

Достоинства концентрации переходов состоят в том, что переходы могут осуществляться объединением в одной операции черновых и чистовых переходов. При этом повышается точность взаимного расположения поверхностей, обрабатываемых на одном установе, производительность обработки за счет совмещения во времени нескольких технологических переходов и сокращения затрат вспомогательного времени (установка и снятие заготовок, смена инструмента, включение и выключение станка).

Анализируя данный технологический процесс, концентрация технологических переходов на операциях вполне допустима. Это связано с такими требованиями к автоматизированному производству как надежность. Надежность заключается в том, что используется один резец, что снижает вероятность возникновения отказа инструмента из-за сложности удаления стружки из зоны резания или по иным причинам.

4.1.4 Габаритные размеры детали

Габаритные размеры детали «Полумуфта зубчатая»(119мм хØ590мм) позволяют использовать робот, который встроен в гибкую производственную систему или линию, что позволяет автоматизировать вспомогательные переходы, связанные с установкой и снятием детали, загрузкой и выгрузкой режущего инструмента в инструментальный магазин станка и т.д.

										Лист
										58
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

270402.2017.919.00 ПЗ

4.1.5 Наличие поверхностей для захвата

На данной детали «Полумуфта зубчатая» имеется поверхность для захвата (рисунок 22), с помощью которой можно перемещать деталь в станок, склад, на накопитель и т.д.

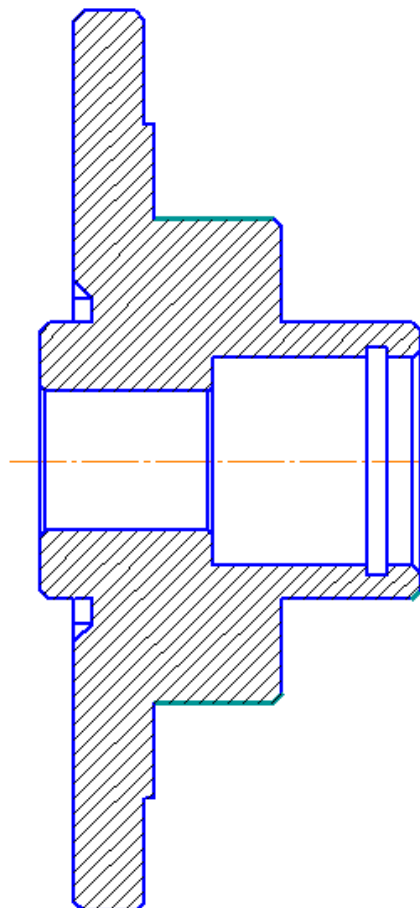


Рисунок 22 – Полумуфта с выделенной поверхностью для захвата

4.2 Вспомогательное оборудование необходимое для функционирования ГПС

4.2.1 Автоматизированная система инструментального обеспечения (АСИО)

Для обеспечения станка инструментом существует участок АСИО. Он оснащен верстаком, стеллажом, тарами, средствами контроля поступающего режущего и вспомогательного инструмента (КИМ), различными заточными инструментами, износостойкими покрытиями и человеком. Перевозка от участка к станку осуществляется посредством робокара, который привозит тару с

					270402.2017.919.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

инструментами. После этого робот устанавливает инструмент с ранее установленной оправкой в револьверную головку на заданную позицию.

Габаритные размеры детали «Полумуфта зубчатая» обеспечивают возможность использования робота, встроенного в гибкой производственной линии или гибкой производственной системы

По итогам анализа технических условий на изготовление можно сделать следующие выводы: отсутствуют высокие требования к взаимному расположению поверхностей, т.е. есть возможность внедрения робототехнического комплекса.

Концентрация заключается в объединении трех операций на токарном станке в одну операцию за два установка на токарном станке с ЧПУ Haas ST-40.

Габаритные размеры детали «Полумуфта зубчатая» обеспечивают возможность использования робота, встроенного в гибкой производственной линии или гибкой производственной системы, автоматизируя тем самым вспомогательные работы связанные с установкой и снятием детали, загрузкой и выгрузкой режущего инструмента в инструментальный магазин станка.

Роботы-манипуляторы подают заготовки в станки, производят смену металлорежущего инструмента, принимают и складируют обработанные детали, позиционируют изделия в технологическом цикле.

Для обеспечения перемещения роботом детали полумуфта зубчатая, базирования и закрепления необходим рабочий орган, именуемый в производстве схват промышленного робота, который представлен в приложении 3.

4.2.2 Система автоматизированного контроля (САК)

Для получения и представления информации о свойствах, техническом состоянии и пространственном расположении контролируемых объектов и состоянии технологической среды, сравнения фактических значений параметров с заданными, передачи информации о рассогласованиях для принятия решений на

										Лист
										60
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

270402.2017.919.00 ПЗ

различных уровнях управления ГПС, получение и представление информации об исполнении функций создан участок САК.

Он оснащен верстаком, стеллажом, тарами, термической комнатой, контрольно-измерительной машиной (КИМ), различными измерительными инструментами и человеком. Контактная КИМ портальной компоновки осуществляет контроль посредством щупа, перемещения которого задаются специальной программой. Он фиксирует все отклонения измеряемой поверхности от номинального положения.

Объект обработки можно контролировать на основе измерения как его параметров (размеров и формы заготовки в механообработке, толщины покрытия при гальванических процессах, размеров кристалла в процессах его выращивания и т.д.), так и параметров средства обработки (износа режущего инструмента, концентрации состава, температуры электролита и времени осаждения, температурного режима роста кристалла и т.д.). При этом параметры измерения могут быть разнесены и во времени и в пространстве. Так часть параметров может контролироваться в зоне обработки, другая - при транспортировании, третья - при хранении и т. д.

На участке САК при входном контроле материалов проверяют их соответствие сертификату по габаритным, массовым и основным физико-химическим параметрам (марка материала, химический состав, твердость), а также по внешнему виду. При контроле заготовки проверяют ее внешний вид (наличие выбоин, сколов и других дефектов, исключающих возможность обработки в автоматическом режиме), геометрические размеры (длину, базовые диаметры для охватов роботов и крепление в зажимном устройстве станка), массу и др.

Аварийный режим вызывается повышением допустимого уровня брака, отклонением от нормы параметров ГПМ или самих средств контроля. Сигнал об аварийном состоянии отображается на пульте управления ГПС.

					270402.2017.919.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

4.2.3 Автоматизированная система уборки отходов (АСУО)

Автоматизированная система уборки отходов состоит из транспортера ленточного типа для удаления стружки, который встроен в конструкцию станка HAAS ST-40 представлен на рисунке 23. Стружка собирается в тару и вывозится на участок АСУО рабочим для дальнейшей переработки.

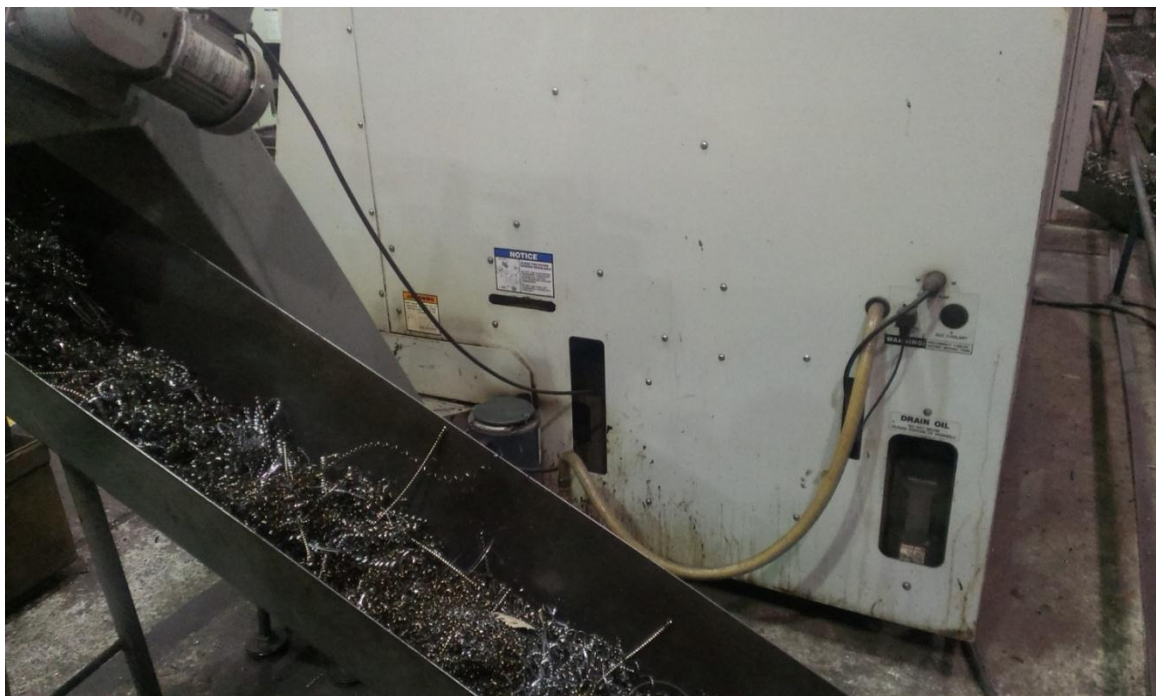


Рисунок 23 – Транспортер стружки станка

4.3 Разработка структурной схемы гибкого производственного участка

При планировке участка нужно учитывать расстояния между станками между проездом расстояние между расстояния между конвейером и станком, для того что бы при поломке роликов у рабочего была возможность подобраться к конвейеру.

Рассмотрим 2 варианта предварительных компоновок. На каждой компоновке станки расположены по группам, объединенными видом обработки. Компоновка №2 отличается от компоновки №1 тем, что станки на ней расположены по ходу выполнения технологического процесса. Выбор компоновки будет осуществляться по минимальному времени перемещения штабелера.

									Лист
									62
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

Для разработанной планировки необходим склад инструментов с рабочим местом для подготовки и настройки инструмента с последующей транспортировкой его на склад. Кран – штабелер захватывает паллету с инструментом и увозит ее к станку. Перед тем как деталь будет приниматься для складирования нужно произвести входной контроль, на предмет внешнего деформирования, сколов, трещин, вмятин, только после этого заготовка уходит на склад после кран штабелер захватывает заготовку которую устанавливает на конвейер, далее робот захватывает заготовку и устанавливает в патрон станка далее деталь обрабатывается на станке, дальше робот снимает деталь, и ставит на конвейер после этого деталь транспортируется к моечной машине после этого в лабораторию КИМ для контрольной операции, контроль проходит на координатно-измерительной машине, после заготовка транспортируется обратно на склад.

Первая компоновка участка представлена на рисунке 24.

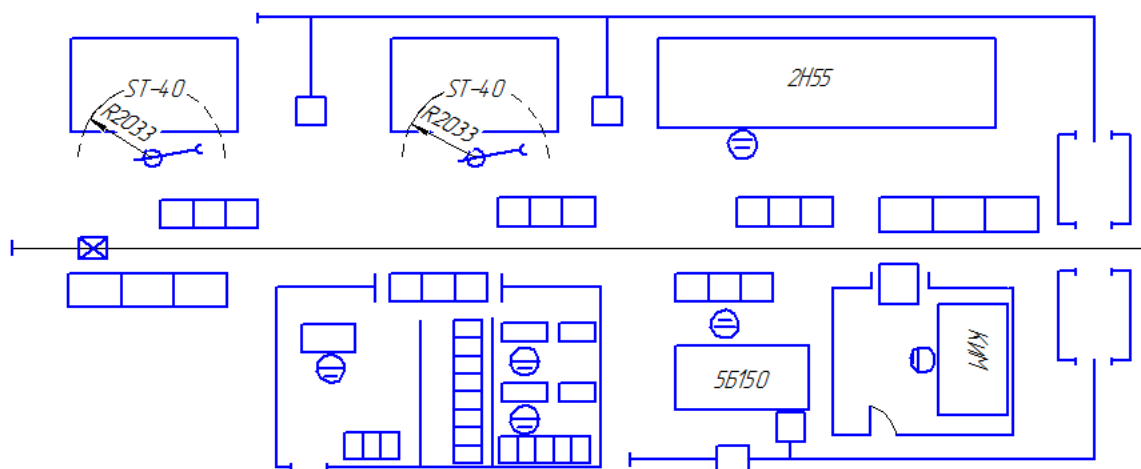


Рисунок 24 – Первая компоновка участка

Для выявления всех суммарных перемещений составляются матрицы и графы ориентировочных перемещений подвижных механизмов АТСС, на основе анализа которых принимается решение об окончательной компоновке станочной и транспортной системах ГПС.

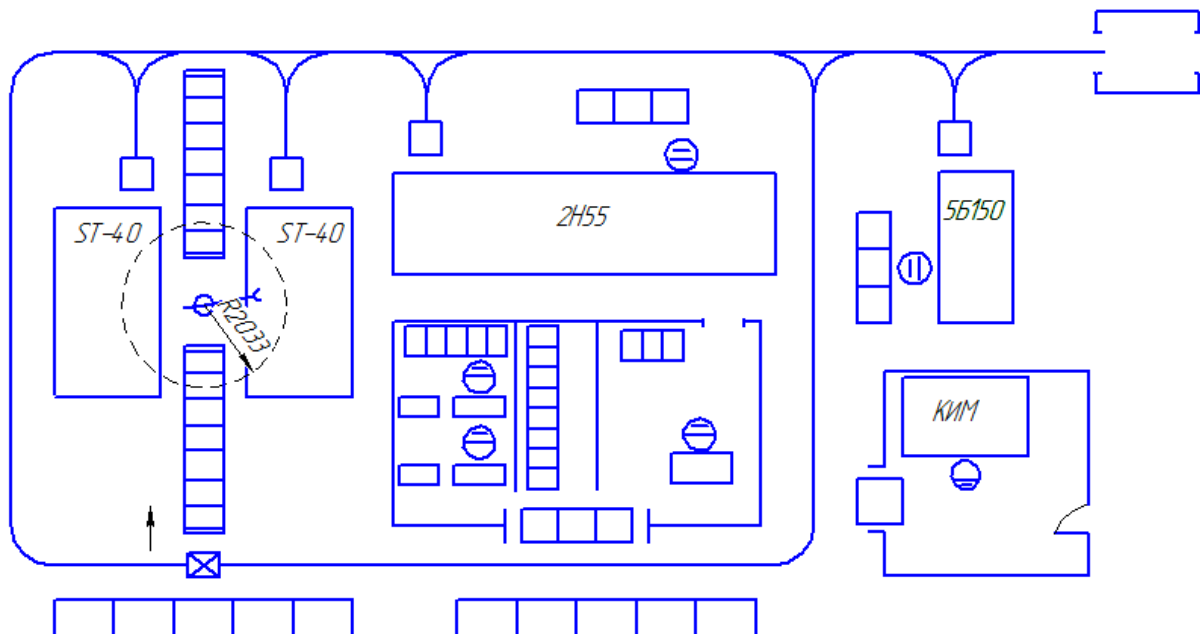


Рисунок 25 – Вторая компоновка участка

Матрица перемещений на второй компоновке представлена в таблице 10.

Таблица 10 – Матрица перемещений второй компоновки

	СЗ	Рк	К	Пр	Т	К	Ст1	7Б55У	Ст2	5327	КИМ	СД
СЗ	-											
РК	800											
К		700										
Пр			1000		2033							
Т				2033								
К				1100								
Ст1						11600						
7Б55У							1200					
Ст2								12000				
5327									1200			
КИМ										8200		
СД											8600	-

Рассчитаем время перемещений для того что бы выбрать компоновку участка на которой перемещение будет осуществляться за наименьшее время.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

270402.2017.919.00 ПЗ

Лист

65

$$t = \frac{S}{V}$$

На первом участке сумма перемещений будет равна S1, скорость робота равна 0,4 м/с, следовательно:

$$t_1 = \frac{55\text{м}}{0,4\text{м/с}} = 137,5 \text{ сек.}$$

На втором участке сумма перемещений будет равна S2, следовательно:

$$t_1 = \frac{50\text{м}}{0,4\text{м/с}} = 125 \text{ сек.}$$

Так как время второй компоновочной немного меньше первой, выбор делаем в пользу второй компоновочной схемы ГАУ.

4.4 Определение схем базирования заготовки

С целью выбора станочных приспособлений, транспортных приспособлений, приспособлений для предварительного базирования, приспособлений для хранения заготовок/готовых деталей необходимо определить схемы их базирования на всех этих этапах. Заготовка «Полумуфты зубчатой» размещается в одну из ячеек паллеты. Схема базирования заготовок в паллете представлена на рисунке 26.

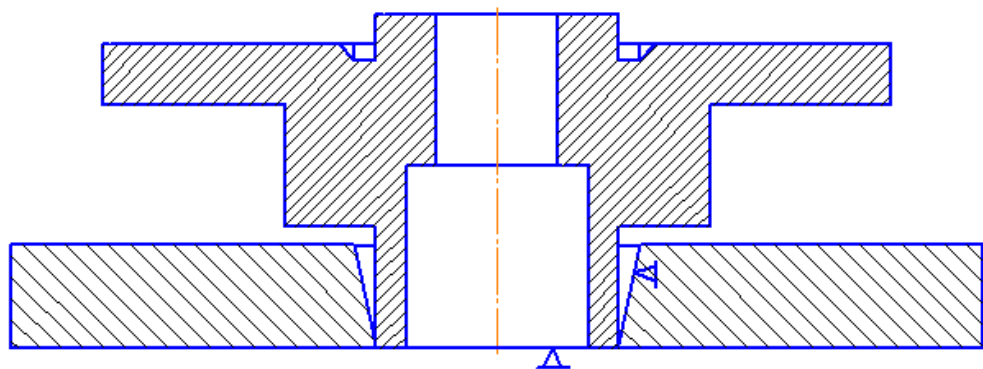


Рисунок 26 – Схема базирования заготовки в паллете

С места складирования паллета с заготовками поступает на конвейер и на тактовый стол. После того, как спутник занимает определенную позицию, робот достает заготовку из паллеты и устанавливает в патрон станка, после зажима

кулачками патрона схват работа разжимается, и рука робота возвращается в исходное положение. Схема базирования при захвате роботом представлена на рисунке 27.

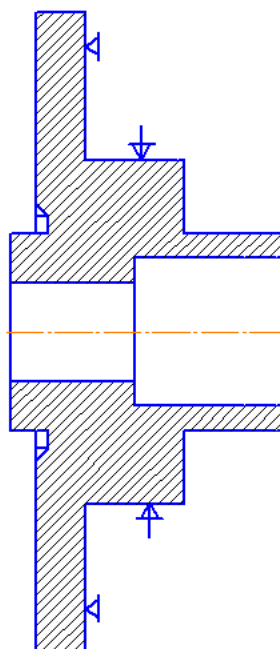


Рисунок 27 - Схема базирования заготовки при захвате роботом

Далее производится обработка на станке с ЧПУ. Вторая токарная операция производится после переворота заготовки роботом. Схемы базирования на 010 на установке А и установке Б представлены на рисунке 28 и рисунке 29 соответственно.

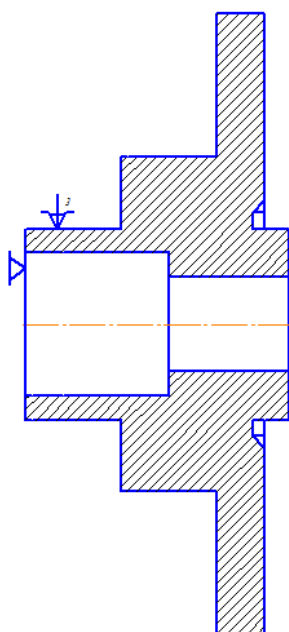


Рисунок 28 – Схема базирования на установке А

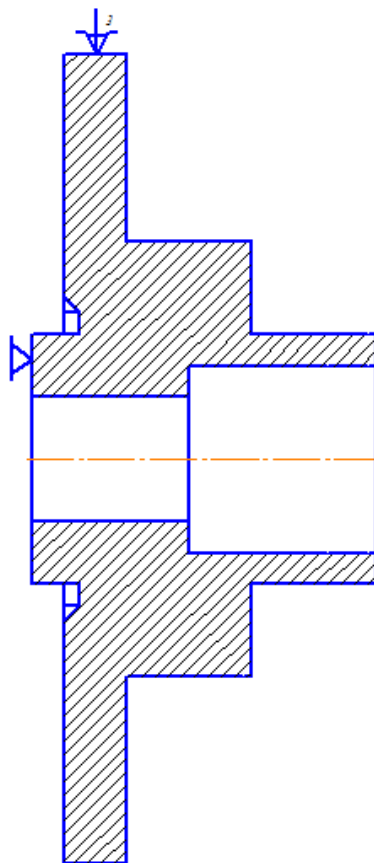


Рисунок 29 – Схема базирования на установке Б

После этого робот зажимает заготовку и устанавливает ее в другую паллету с обработанными деталями. Схема базирования на рисунке 26. Далее посредством штабелера она занимает соответствующее положение на стеллаже.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе проанализирован действующий технологический процесс изготовления шестерни». На основе данного анализа разработан новый улучшенный технологический процесс.

Заменены три операции на токарно-винторезном станке 1М63, одной операцией, но за два установка на токарном станке с числовым программным управлением Haas ST-40. Заменены резцы с напаянными пластинами на резцы со сменными пластинами.

Подобраны новое основное и вспомогательное оборудование, режущий и мерительный инструмент, спроектировано специальное приспособление, рассчитаны режимы резания, а также произведен размерный линейный и диаметральный анализ данного технологического процесса.

Таким образом спроектирован более современный технологический процесс, в результате которого обработка детали полумуфта зубчатая КС-45721.26.04.001 происходит за 115 мин.

					270402.2017.919.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Маргулис, Д.К. Протяжной инструмент /Д.К. Маргулис.- 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Машиностроение, 1992. - 336 с.
2. Фельдштейн, Е. Э. Режущий инструмент. Курсовое и дипломное проектирование/ Е.Э. Фельдштейн.- 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Машиностроение, 2002. - 320 с.
3. Мойсеенко О.И.Твердосплавные зуборезные инструменты/ О.И. Мойсеенко. – М: Машиностроение, 1977. – 190с.
2. Харченко А.О. Станки с ЧПУ и оборудование гибких производственных систем: Учебное пособие для студентов вузов. – К.: ИД «Профессионал», 2004. – 304 с.;
5. СТП 04-96. Стандарт предприятия. Курсовые и дипломные проекты. Общие требования к оформлению.- Челябинск, ЧГТУ, 1996.;
6. Кулыгин, В. Л., И. А. Кулыгина . Основы технологии машиностроения: учебное пособие для вузов по направлению "Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств", специальности "Технология машиностроения" направления "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" - М. : БАСТЕТ, 2011 . – 168 с.
7. Романова С.Ю. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением. Часть 1.- Москва,1990.206 с.
8. Гузеев В.И., Батуев В.А., Сурков И.В. Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с числовым программным управлением. – М.:Машиностроение,2007.368 с.

										Лист
										70
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

270402.2017.919.00 ПЗ

ПРИЛОЖЕНИЯ

					270402.2017.919.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71