

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Факультет «Машиностроение»
Кафедра «Технологии автоматизированного машиностроения»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой
_____ В.И. Гузеев
_____ 2020 г.

Разработка конструкторско-технологического обеспечения изготовления
детали «Поводок муфты»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ-150305.2020.575.00 ПЗ ВКР

Нормоконтролер
Пименов Д.Ю.
_____ 2020 г.

Руководитель
_____ Кулыгин В.Л.
_____ 2020 г.

Автор работы
студент группы П-452
_____ Андреюшкин Н.В.
_____ 2020 г.

АННОТАЦИЯ


Разработка конструкторско-технологического обеспечения изготовления детали «Поводок муфты»– Челябинск: ЮУрГУ, 2020. – 168 с., 81 ил., библиографический список – 15 наим., 10 лист чертежей ф. А1.

В пояснительной записке описан узел коробки отбора мощностей с описание работы детали «Поводок муфты», её назначением в данном узле. Произведен обзор технических требований, предъявляемых к данной детали. Ввиду с распространением аналогов был произведен обзор метода изготовления за рубежом.

Технологическая часть представляет собой анализ технологического процесса на предприятии, а именно описание операционных карт, технологического процесса, с выбором получения исходной заготовки, технологического оборудования.

В конструкторской части произведен обзор и выбор стандартной технологической оснастки, режущего инструмента, станочного приспособления. Спроектирован цех механической обработки.

Представлены нормы по безопасности технологического цикла изделия.

ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Разраб.		Андреюшкин		
Провер.		Кульгин		
Реценз.				
Н. Контр.		Пименов		
Утверд.		Гузеев		
Пояснительная записка к выпускной квалификационной работе				
		Лит.	Лист	Листов
		2	2	168
ЮУрГУ Кафедра ТАМ				

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ.....	7
1.1 Назначение, условия эксплуатации и описание узла изделия.....	7
1.2 Служебное назначение детали «Поводок муфты» и технические требования, предъявляемые к детали	8
1.3 Аналитический обзор экономической ситуации в отрасли и сравнение зарубежных и отечественных технологических решений для соответствующих отраслей машиностроения.....	12
1.4 Формирование целей и задач выполнения квалификационной работы ¹²	
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	13
2.1 Анализ существующей на предприятии документации по конструкторско-технологической подготовке действующего производства	13
2.1.1 Анализ операционных карт действующего технологического процесса	13
2.1.2 Анализ технологического оборудования, применяемой технологической оснастки и режущего инструмента	26
2.1.3 Размерно-точностной анализ действующего технологического процесса.....	28
2.2 Разработка проектного варианта технологического процесса изготовления детали «Поводок муфты»	40
2.2.1 Аналитический обзор, выбор и обоснование способа получения исходной заготовки	40
2.2.2 Аналитический обзор и выбор основного технологического оборудования.....	42
2.2.3 Формирование операционно – маршрутной технологии проектного варианта	47
2.2.4 Размерно – точностной анализ проектного варианта технологического процесса.....	51
2.2.5 Расчет режимов резания и норм времени на все операции проектного варианта технологического процесса	61
2.2.6 Выводы по разделу.....	80
3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ	81
3.1 Аналитический обзор и выбор стандартизированной технологической оснастки.....	81
3.2 Проектирование и расчет специального станочного приспособления	84
3.3 Аналитический обзор и выбор стандартизированного режущего инструмента	98
3.4 Проектирование и расчет специального режущего инструмента	109
3.5 Выбор измерительного оборудования и оснастки на операциях технического контроля	123

					ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

4 АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА	130
4.1 Анализ возможных направлений по автоматизации технологического процесса изготовления детали	130
4.2 Разработка структурной схемы гибкого производственного участка .	136
4.3 Выбор оборудования для функционирования автоматизированной системы.....	148
4.4 Базирование заготовки, полуфабриката, готовой детали в промышленном роботе, транспортном устройстве, промежуточном накопителе	155
4.5 Анализ производительности	157
5 ОРГАНИЗАЦИОННО – ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ЧАСТЬ	158
6 БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЦИКЛА ИЗДЕЛИЯ.....	159
6.1 Мероприятия и средства по созданию безопасных и безвредных условий труда	159
6.2 Мероприятия по электробезопасности	161
6.3 Мероприятия по пожарной безопасности	163
7 ВЫВОДЫ ПО КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ	164
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	165

ВВЕДЕНИЕ

Современное производство ежегодно предъявляет новые, более высокие требования к технологии машиностроения и методам изготовления разнообразных изделий в частности.

Тенденции развития напрямую направлены в развитие и освоение новых способов получения заготовки, видов обработки металлов с применением новых конструкционных материалов, обладающих высокой прочностью, коррозионной стойкостью, жаропрочностью и другими физико-химическими свойствами.

Сейчас на производствах используются более новые методы обработки материалов, использование вычислительной техники и более масштабная автоматизация производства. При этом наибольшее внимание уделяется обработке заготовок деталей машин и их последовательности для достижения наиболее эффективных результатов.

Освоение и совершенствование известных и создание новых методов обработки является одной из важнейших задач, без успешного решения которой невозможно и совершенствование технологии машиностроения в целом. Освоение и создание нового – основная задача нашей страны.

С точки зрения эффективности производства развитие методов дает наиболее высокий экономический эффект.

Номенклатура и количество машин и механизмов ежегодно увеличивается. Основные требования предъявляемые к ним по сей день остаются такие как, прочность, надежность и долговечность работы детали.

Повышение точности изготовления, прочности и износостойкости изделий пересекается с решением ряда сложных технических проблем. Ведь именно данные параметры будут служить залогом качества и высокой производительности выпускаемой продукции на предприятии.

					ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

Условия работы, а также место рабочего, планировка участка, должны быть выполнены в соответствии с государственными стандартами, к ним предъявляются не менее строгие требования.

Результаты полученные в процессе выполнения курсовой работы основаны на полученных знания в процессе обучения в высшем учебном заведении, а также проведенных в нашей стране и за рубежом разработках прикладного характера, направленных на дальнейшее совершенствование и развитие специальных методов обработки.

					ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Требования, предъявляемые к детали определяются ее служебным назначением в узле. Показатели качества установлены ГОСТ 15467-79. Продукция имеет множество свойств, которые могут проявиться при ее создании, эксплуатации, транспортировке, техническом обслуживании, разработке, испытании.

1.1 Назначение, условия эксплуатации и описание узла изделия

Узел представлен на рисунке 1.

Данный узел (рисунок 1.1) работает в коробке отбора мощностей. Отбирает часть крутящего момента двигателя для ее последующей передачи к различным устройствам.

Крутящий момент передается на зубчатое колесо (2), затем на поводок (3), который передает усилия сухарю (9), состоящий из штифта (11), пружины сухаря (7,12), закрыты колпачком пружины сухаря (10) которые фиксируют муфту в центральном положении. В случае, когда крутящий момент больше заданного значения, то происходит проскальзывание кулачков.

Эксплуатируется в нормальных условиях, в масляной среде, без ударов, с проскальзываниями.

К поверхностям элементов сборки, предъявляются такие требования как: притирка поверхностей, проверка вращающихся элементов на работоспособность в узле, вращение должно осуществляться с легким усилием от руки, при необходимости допускается подшлифовка торцов.

Измерение крутящего момента при проворачивании муфты.

Принцип работы:

Во время включения в работу фрикционных муфт крутящий момент на ведомом валу возрастает поступательно и пропорционально увеличению силы взаимного прижатия поверхностей трения. Это позволяет соединять валы под нагрузкой и со значительной начальной разницей их угловых

					ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

скоростей. В процессе включения муфта пробуксовывает, а разгон ведомого вала осуществляется плавно, без ударов.

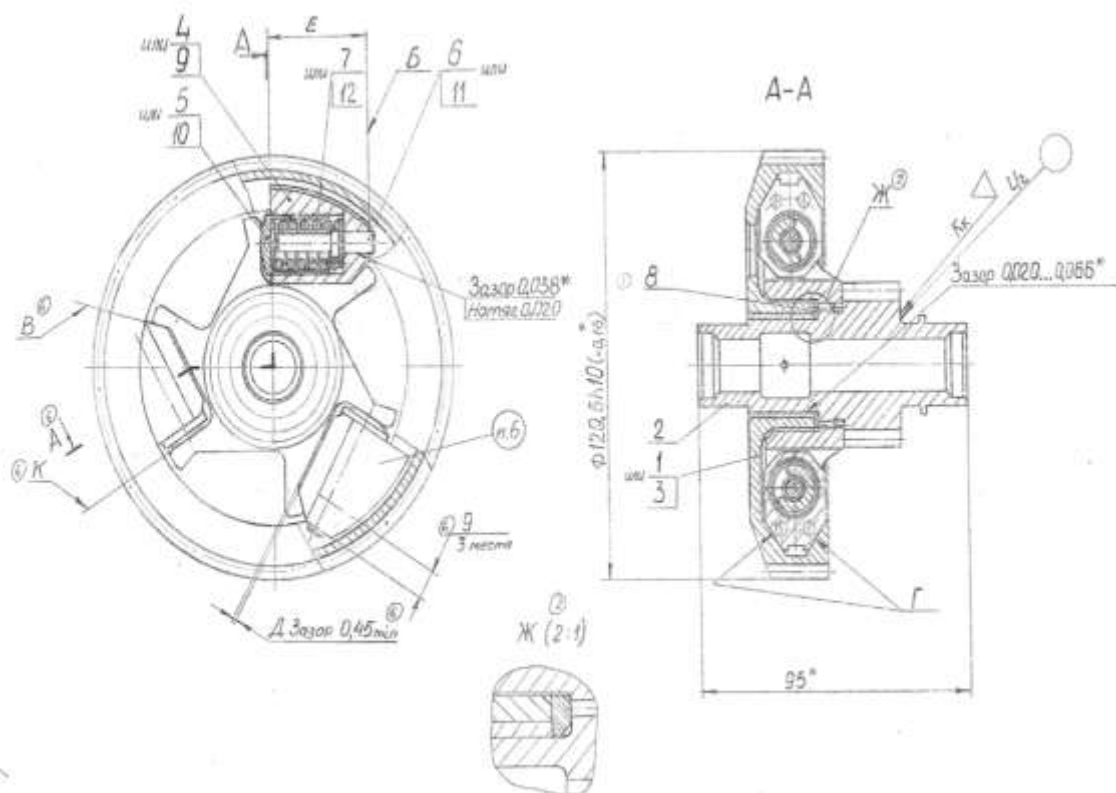


Рисунок 1.1 - Муфта упруго – фрикционная

1.2 Служебное назначение детали «Поводок муфты» и технические требования, предъявляемые к детали

Поводок в данном узле служит элементом передачи крутящего момента. Если превышения происходят свыше заданного условиями эксплуатации, то происходит проскальзывание за счет геометрических и конструкторских особенностей таких, как зубья поводка и сухари, установленные в муфте.

Поверхности контакта поводка с сухарем должны соответствовать ТТ. Твердость поводка составляет 36...42 HRCэ, где «э» - эталон, калибровка. Измерение прибором должно быть в пределах эталона (по ГОСТ и др.).

Поверхности Л,М,Н,П,Р,У,Ф подверженные наибольшим нагрузкам подвергаются цементации, чтобы придать детали прочность и износостойчивость.

Увеличение размера Ц допускается для придания вершине зуба большей прочности, но в пределах допускаемых конструктивными особенностями, для возможности дальнейшей подшлифовки.

Контроль магнитопоршковый по ГОСТ 21105 – 87 производится для определения трещин в детали. Трещины и другие нарушения сплошности материала не допускаются.

Деталь – Поводок муфты. Материал – Сталь 12Х2Н4А ГОСТ 4543 - 71. Это означает, что поводок изготавливается из стали конструкционной легированной, в соответствии с данным ГОСТом. Настоящий стандарт распространяется на прокат горячекатаный и со специальной отделкой поверхности из легированной конструкционной стали, применяемый в термически обработанном состоянии.

На чертеже масштабом 1:1 представлена деталь – поводок. С номинальными габаритными размерами диаметра 92 мм и шириной 28 мм. Шесть зубьев расположены под углом 90 в друг к другу. По всей площади поводка снята фаска 2x45°, чтобы притупить острые углы. Согласно рядам размеров деталей и машин указаны радиусы скругления, R4 на зубе, для лучшего контакта с сухарем при передаче крутящегося момента как на выносном элементе, так и на самом чертеже. Указана шероховатость Ra2,5 на внешней стороне детали по техническим требованиям для исключения трения между сопрягаемыми поверхностями. Правильно заданы допуски и посадки на внешних и внутренних поверхностях детали, совпадающие с номинальным размером, для лучшего контакта между поверхностями и исключения брака. Согласно квалитетам h11, h12, H13 задается глубина резания, подача инструмента.

					ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

На чертеже (рисунок 1.2) представлен главный вид, разрез А-А, выносной элемент Е, Ж, местные разрезы Г-Г, местный вид Б, что является достаточным для понимания формы детали, которая изображена в виде 3D-модели (рисунок 1.3).

Наиболее ответственные размеры сопрягаемых элементов: $34,5^{+0,062}$ мм, заданную точность этих поверхностей можно достигнуть, используя, протяжной инструмент, либо электроэрозионный станок с ЧПУ и при помощи специальной оснастки, $R4^{+0,5}$, $R3^{+0,5}$, $92h11$ мм., так как данные размеры находятся в контакте с элементами сборки.

Ко всем поверхностям заданы требования к шероховатости, форме и взаимному расположению. С точки зрения шероховатости поверхностей наиболее точной является поверхность, имеющая шероховатость со значением $Ra = 5$ мкм. Данные требования можно выполнить при обычной обработке детали.

На те поверхности, на которых нет обозначения шероховатости, распространяется знак, приведенный в правом верхнем углу чертежа и означающий в данном случае, что шероховатость этих поверхностей должна соответствовать техническим требованиям. Заданную конструктором шероховатость можно легко получить, не используя дополнительную обработку, например, шлифование.

С точки зрения конструирования детали для конструктора не важно, от какой поверхности и в каком направлении проставляются размеры. Их направленность не влияет на выбор конструкторских баз

Большинство размеров на чертеже проставлено от конкретных поверхностей, что свидетельствует о наличии единой конструкторской базовой поверхности. Однако есть поверхность, левый торец детали, от которой проставлено наибольшее количество размеров. Эта поверхность может быть принята в качестве конструкторской базы.

					ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

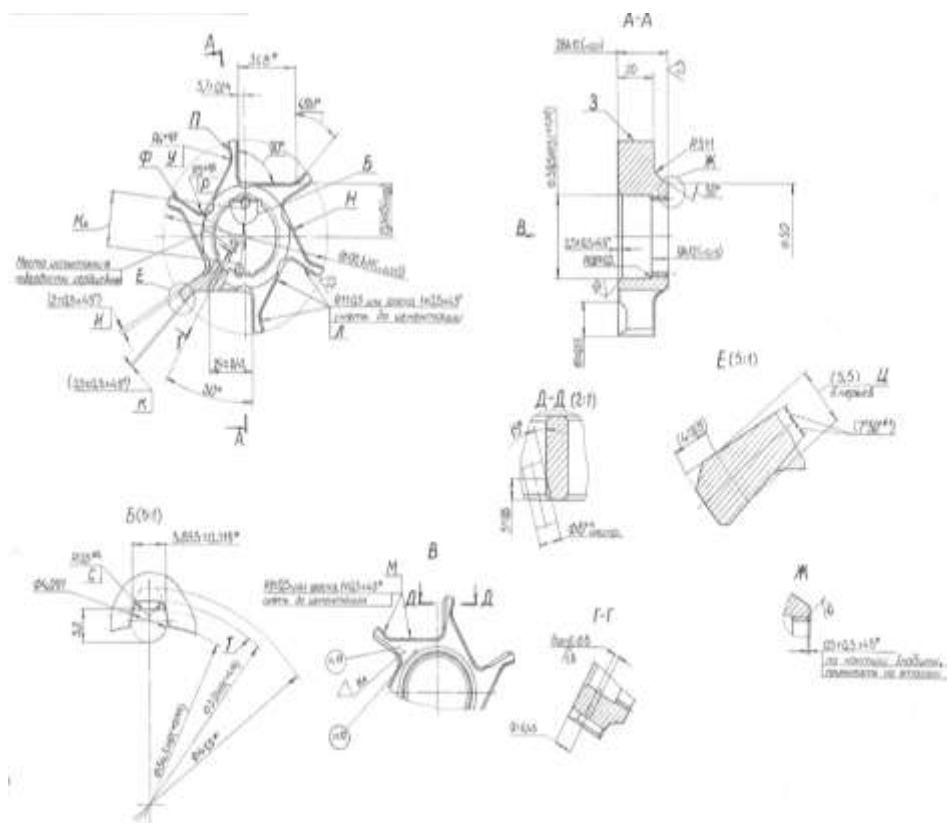


Рисунок 1.2 – Эскиз детали «Поводок муфты»

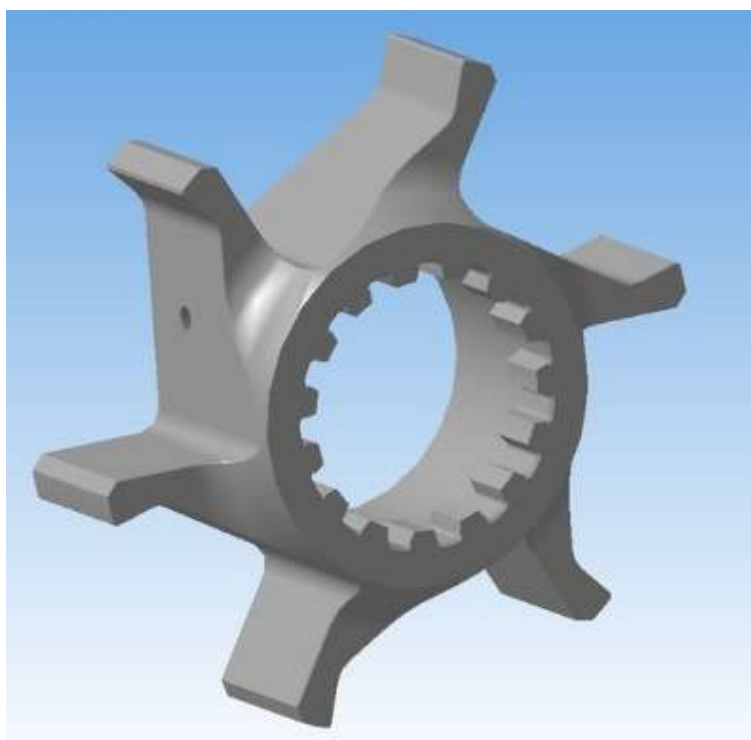


Рисунок 1.3 – Деталь «Поводок муфты» изометрия

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ					11

1.3 Аналитический обзор экономической ситуации в отрасли и сравнение зарубежных и отечественных технологических решений для соответствующих отраслей машиностроения

Деталь «Поводок муфты» имеет функции, схожие с зубчатым колесом – передача крутящего момента. Зубья зубчатого колеса получается при помощи методов копирования или обкатки. В нашей стране на множестве предприятий есть технологии, обеспечивающие получение зубчатых колес разной точности. Лидера по производству зубчатых пар можно выделить ЗАО «Завод специального машиностроения «Маяк».

За рубежом дела обстоят иначе, имея другие стандарты, дюймовые зубчатые передачи имеют иные размеры и требованиям к ним. Основная часть зубчатых колес в США производится в системе диаметального питча – это отношение числа зубьев шестерни к диаметру делительной окружности в дюймах.

1.4 Формирование целей и задач выполнения квалификационной работы

Целью курсового проектирования является разработки нового варианта технологического процесса изготовления детали «Поводок муфты»

Под задачами квалификационной работы можно выделить следующие пункты, такие как:

- выполнение аналитического обзора, подбор оборудования, режущего инструмента и технологической оснастки, для нового технологического процесса;
- спроектировать и рассчитать специальный режущий инструмент;
- спроектировать и рассчитать станочное приспособление;
- спроектировать гибкий производственный участок;
- обеспечить безопасность труда.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Анализ существующей на предприятии документации по конструкторско-технологической подготовке действующего производства

2.1.1 Анализ операционных карт действующего технологического процесса

Согласно ГОСТ 3.1120 – 93. Единая система технологической документации (ЕСТД) (см. Библ.сп.- [15]). Общие правила записи технологической информации в технологических документах и технологические процессы и операции, технологический процесс детали «Поводок» выполнен с учетом всех особенностей данного ГОСТа:

Бланки технологического процесса изготовления деталей и ТП сборки оформлены в соответствии с ГОСТ;

Бланки маршрутной карты в качестве основного и свободного документа на ТП механической обработки в соответствии с ГОСТ (указаны код материала по классификатору, код единицы величины, масса детали по конструкторскому документу, норма расхода материала, коэффициент использования материала, масса заготовки, номер цеха, в котором выполняется операция, номер участка, конвейера, поточной линии, норма штучного времени на операцию, норма подготовительно заключительного времени на операцию);

Бланки КТП оформлены в соответствии с ГОСТ (указаны расчетные размеры, глубины резания, числа рабочих ходов, подачи, скорости резания);

Бланки операционных карт с полем для графической информации оформлены в соответствии с ГОСТ (указаны коды единицы величины, масса детали по конструкторскому документу, профиль и размер исходной заготовки, масса заготовки, КОИД, норма подготовительного – заключительного времени на операцию, норма штучного времени на операцию)

Бланк операционной карты для операции сборки оформлен в соответствии с ГОСТ (указаны масса изделия по конструкторскому документу, код, краткое наименование оборудования, его инвентарный номер, вспомога-

					ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

ное время на операцию, основное время на операцию, наименование деталей, сборочных единиц материалов, применяемых при выполнении операции, обозначение подразделения, откуда поступают комплектующие детали, норма расхода материала;

Указана информация о трудозатратах;

Указана информация о требованиях к выполняемым действиям;

Информация о технологической оснастке;

Информация о технологических режимах;

Указание на эскизе размеров, условное обозначение установочных устройств, указание покрытий, термической и других видов обработки, указание мест маркирования и клеймения на эскизах в соответствии с ГОСТ 3.1120 – 93.

Но в операционных эскизах отсутствуют упоры, от которых проставляется размер. На операционных эскизах 1005, 1010 не указано количество проходов.

Произведем анализ действующего технологического процесса детали «Поводок муфты»

На токарной операции 1010 заготовка закрепляется в 3 – х кулачковом патроне, тем самым лишаясь 5 степеней свободы (рисунок 2.1).

					ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

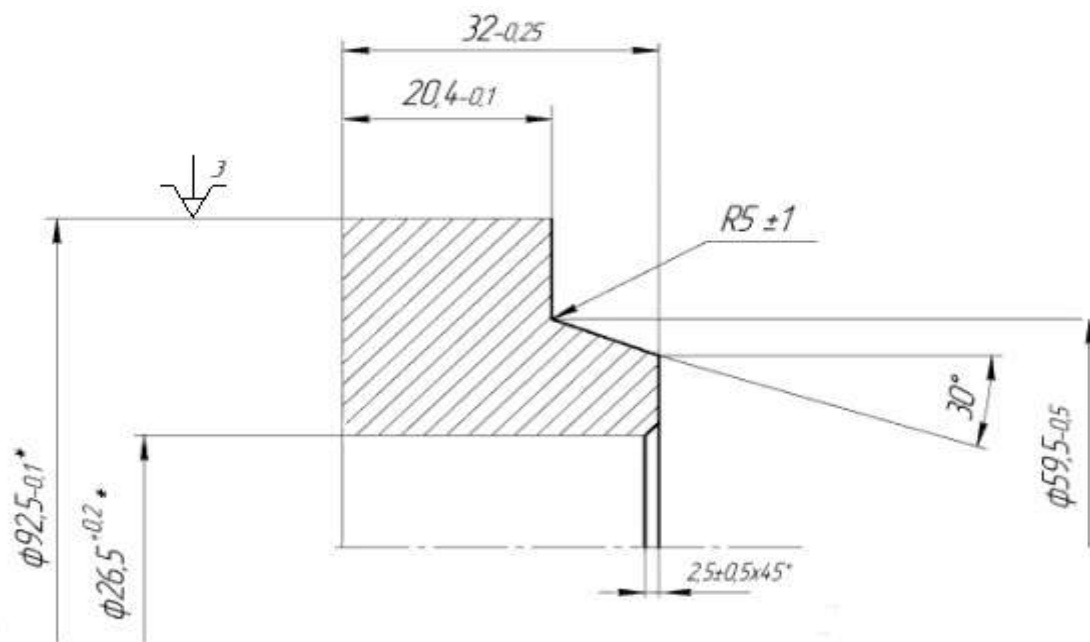
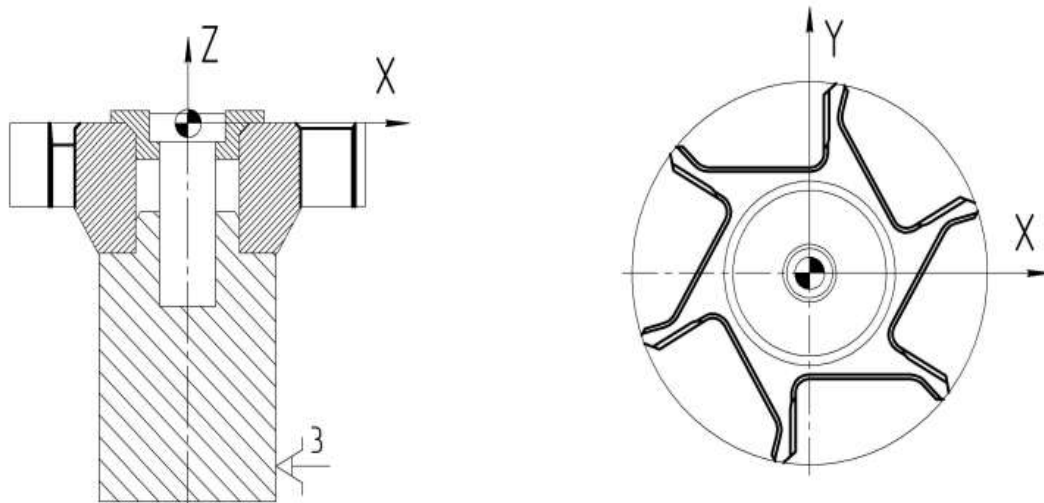


Рисунок 2.1– Операция 1010 токарная

На фрезерной с ЧПУ операции 1050 (рисунок 2.2) базой является внутренняя поверхность отверстия. При помощи оправки закрепляется.



1. Патрон 3х-кулачковый установить в центре стола;
2. Оправку 7220-6392 установить в патроне, закрепить;
3. Ноль детали G54 в центре стола.
4. Ноль детали G54.2 P01:
 XY – в центре стола;
 Z – расстояние от стола до верхнего торца заготовки.

Рисунок 2.2 – Операция 1050 фрезерная с ЧПУ

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

На токарной операции 1090 (рисунок 1.6) – торец и наружная поверхность. Обработка делается за 2 установка.

Установ – часть технологической операции, которая выполняется при неизменно закреплении обрабатываемых заготовок или собираемых сборочных единиц.

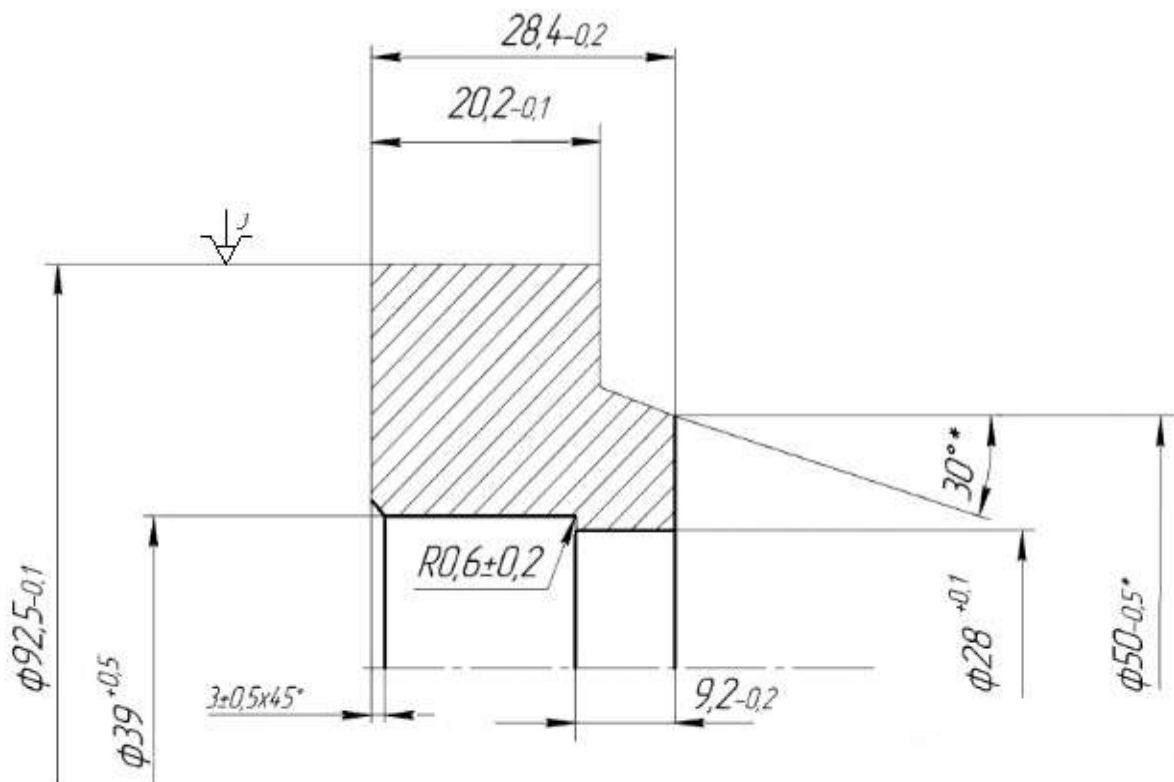


Рисунок 2.3 – Операция токарная

На электроэрозионной с ЧПУ операции 1160 (рисунок 2.4, 2.5) – установить деталь в приспособление. Крепить. Комплект технологических баз, определяющих положение заготовки в приспособлениях.

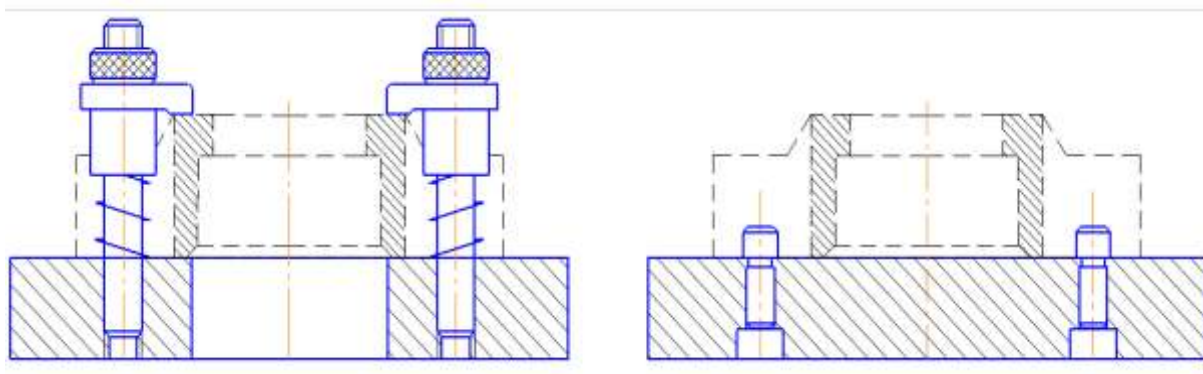


Рисунок 2.4 – Комплект технологических баз, определяющих положение заготовки

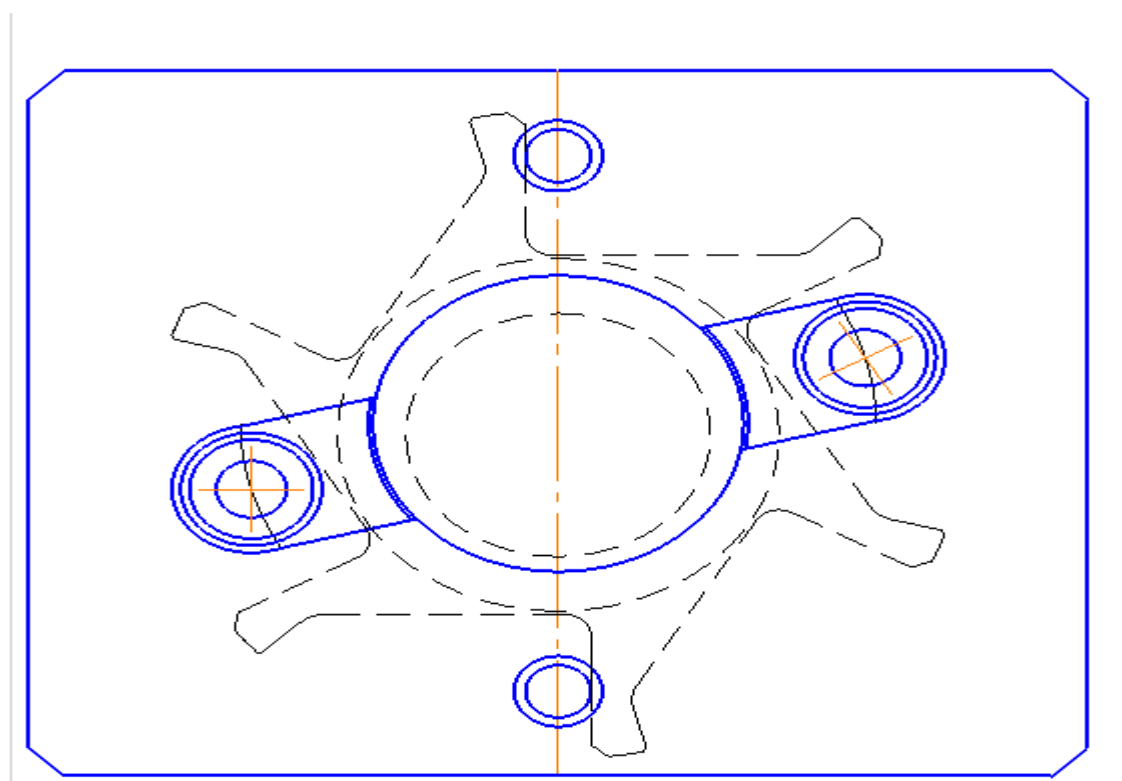


Рисунок 2.5 – Комплект технологических баз, определяющих положение заготовки

Для механической обработки детали «Поводок» были использованы основные методы обработки, такие как: токарная, сверление, шлифование, электроэрозионная с ЧПУ, фрезерная с ЧПУ.

Технологический процесс механической обработки поводка АП40Т 14.14 141 состоит из 38 технологической операций.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Перечислим операции, инструмент и приспособления применяемые в технологическом процессе, а также опишем некоторые из них.

Операция 1000 - является отрезной. От прутка длиной 4000мм и диаметром 100 мм отрезаем часть длиной $30 \pm 0,25$ мм.

Операция 1005 - токарная. Установить заготовку в 3х патроне. Закрепить, подрезать торец резцом токарным проходным упорным прямым, острые кромки притупить фаской, резцом токарным подрезным отогнутым.

Станок: токарно – винторезный 1к62.

Инструмент: 2103-0057 Т15К6 Резец ГОСТ 18879-73;

2112-0057 Т15К6 Резец ГОСТ 18880-73;

2141-0025 Т15К6 Резец ГОСТ 18883-73;

2301-0087 Сверло ГОСТ 10903-77;

2317-0106 Сверло ГОСТ 14952-75;

ОШС-Т Набор образцов шероховатости 0,4-12,5 Т ГОСТ 9378-93;

ОШС-ТТ Набор образцов шероховатости 0,4-12,5 ТТ ГОСТ 9378-93;

НИ 18-50-1 Нутромер ГОСТ 868-82;

Угломер типа 2 ГОСТ 5378-88;

8390-4389 Фаскомер 0,1-2х45°;

8390-5039 Фаскомер 2...4х45°;

ШЦЦ-I-200-0,01 Штангенциркуль ГОСТ 166-89;

Операция 1010 - токарная операция. Установить заготовку в 3х кулачковом патроне, закрепить, поджать задним центром, точить поверхности резцом токарным проходным упорным прямым, выдерживая размеры, острые кромки притупить фаской $2 \pm x45^\circ$.

Оборудование: универсальный токарный станок 1к62.

Инструмент: 2103-0057 Т15К6 Резец ГОСТ 18879-73;

2112-0057 Т15К6 Резец ГОСТ 18880-73;

ОШС-Т Набор образцов шероховатости 0,4-12,5 Т ГОСТ 9378-93;

ОШС-ТТ Набор образцов шероховатости 0,4-12,5 ТТ ГОСТ 9378-93;

					ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

БН.0000000121 Радиусный шаблон набор №1 ТУ 2-034-228-87;

БН.0000000102 Угломер типа 1-2 ГОСТ 5378-88;

8390-4389 Фаскомер 0,1-2x45°;

8390-5039 Фаскомер 2...4x45°;

ШЦЦ-I-200-0,01 Штангенциркуль ГОСТ 166-89

Операция 1015 - промыть в растворе «Биолюкс».

Операция 1020 - контроль. Проверка заготовки с эскизами чертежа, с использованием образцов шероховатости, нутромера, угломера, фаскомера, штангенциркуль.

Инструмент: ОШС-Т Набор образцов шероховатости 0,4-12,5 Т ГОСТ 9378-93;

ОШС-ТТ Набор образцов шероховатости 0,4-12,5 ТТ ГОСТ 9378-93;

НИ 18-50-1 Нутромер ГОСТ 868-82Т08;

БН.0000000121 Радиусный шаблон набор №1 ТУ 2-034-228-87;

Угломер типа 2 ГОСТ 5378-88;

8390-5039 Фаскомер 2...4x45°;

ШЦЦ-I-200-0,01 Штангенциркуль ГОСТ 166-89.

Операция 1025 - внутришлифовальная операция. Установить заготовку в 3х кулачковом патроне, закрепить. Выверить по отверстию и торцу до 0,01 мм. Крепить.

Оборудование: станок внутришлифовальный 3А227

Инструмент: БН.0000000010 Головка шлифовальная АW 10x25 24А 25 С2 К 20м/с ГОСТ 2447-82;

ОШ-ШЦ Набор образцов шероховатости 0,05-1,6 ШЦ ГОСТ 9378-93;

ОШС-ШТ Набор образцов шероховатости 0,05-3,2 ШТ ГОСТ 9378-93;

НИ 18-50-1 Нутромер ГОСТ 868-82;

Операция 1030 - плоскошлифовальная операция.

1. Установить деталь на шлифовальный торец.

					ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

2. Шлифовальный правый торец детали в размер 31,4(-0,1) вместо 28 по чертежу.

Инструмент: БН.0000013569 Круг шлифовальный 250x25x76 25А F60 L 6 V 35м/с А 1кл. ГОСТ 2424-83;

MP 50 Микрометр ГОСТ 4381-87;

ОШС-ШП Набор образцов шероховатости 0,1-3,2 ШП ГОСТ 9378-93;

Операция 1035 - слесарная. Зачистить заусенцы после шлифовки.

Операция 1040 - промыть в растворе «Биолюкс»

Операция 1045 - контроль по эскизу рисунок 2.5

Инструмент: MP 50 Микрометр ГОСТ 4381-87;

ОШС-ШЦ Набор образцов шероховатости 0,05-1,6 ШЦ ГОСТ 9378-93;

ШС-ШТ Набор образцов шероховатости 0,05-3,2 ШТ ГОСТ 9378-93;

ОШС-ШП Набор образцов шероховатости 0,1-3,2 ШП ГОСТ 9378-93;

ОШС-Т Набор образцов шероховатости 0,4-12,5 Т ГОСТ 9378-93;

ОШС-ТТ Набор образцов шероховатости 0,4-12,5 ТТ ГОСТ 9378-93;

НИ 18-50-1 Нутромер ГОСТ 868-82;

БН.0000000121 Радиусный шаблон набор №1 ТУ 2-034-228-87;

Угломер типа 2 ГОСТ 5378-88;

8390-4389 Фаскомер 0,1-2x45°;

8390-5039 Фаскомер 2...4x45°;

ШЦЦ-I-200-0,01 Штангенциркуль ГОСТ 166-89

Операция 1050 - фрезерная с ЧПУ операция. Установить деталь на приспособление. Базы: отверстие диаметром 27 и правый торец детали. Патрон кулачковый установить в центре стола. Оправку установить в патроне. Крепить. Ноль детали G54 в центре стола. Ноль детали G54.2 P01: XY в центре стола, Z – расстояние от стола до верхнего торца заготовки. Фрезеровать деталь по программе и по эскизу. Промыть перед контролем.

Оборудование: Верт. Фрезерный 5-и осевой ОЦ – Kitamura Mytrunnion.

Инструмент: 7220-6392 Приспособление фрезерное T09;

					ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

ER 16 D 3-2/0,01 Цанга Фирма"D'Andrea";
 ER 32 6-5 Цанга Фирма"D'Andrea";
 ER 32 D 10-9/0.01 Цанга Фирма"D'Andrea";
 RC 20.16 Втулка Фирма"D'Andrea";
 MAS403 BT40-AD+B ER16.160 Оправка Фирма"D'Andrea";
 MAS403 BT40-AD+B MHD'50.120 Оправка Фирма"D'Andrea";
 FORCE 50/20 HS Переходник силовый Фирма"D'Andrea";
 RD 50/20.26 Переходник Фирма"D'Andrea";
 PE 20 / ER16M Переходник цанговый Фирма"D'Andrea";
 PE 50 / ER32 Переходник цанговый Фирма"D'Andrea";
 SHD 3031 TT9030 Сверло ф3,1 Фирма"TaeguTec";
 577716006MT Фреза концевая Фирма"Hanita";
 AMF 2020T TT1040 Фреза концевая Фирма"TaeguTec";
 P5248300 Фреза Фирма"Fraisa";
 P5313450 Фреза Фирма"Fraisa";
 423036-000060 Фреза Фирма"Rubig";
 8133-0620 ЗН14 Калибр-пробка ГОСТ 14807-69;
 ОШС-ФТ Набор образцов шероховатости 0,4-12,5 ФТ ГОСТ 9378-93;
 ОШС-ФЦ Набор образцов шероховатости 0,4-12,5 ФЦ ГОСТ 9378-93;
 БН.0000000121 Радиусный шаблон набор №1 ТУ 2-034-228-87;
 8390-4389 Фаскомер 0,1-2x45°;
 8390-5039 Фаскомер 2...4x45°;
 ШЦЦ-I-200-0,01 Штангенциркуль ГОСТ 166-89.

Операция 1055 - слесарная операция . Зачистить заусенцы, острые кромки притупить после фрезерной операции. Снять R1±0,5 или фаску 1±0,5x45° на 6 рогах по чертежу. Промыть в растворе Биолюкс.

Оборудование: верстак слесарный;

Инструмент: 155-90056 Слесарный инструмент для снятия заусенцев Mango II Комплект;

					ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

8390-4389 Фаскомер 0,1-2x45°;

8390-5039 Фаскомер 2...4x45°;

Операция 1060 - промыть в растворе «Биолюкс»

Операция 1065 - контроль. Проверить деталь по эскизу (рисунок 2.7,2.8).

Контроль 100%.

Инструмент: 8133-0620 ЗН14 Калибр-пробка ГОСТ 14807-69

ОШС-ФТ Набор образцов шероховатости 0,4-12,5 ФТ ГОСТ 9378-93

ОШС-ФЦ Набор образцов шероховатости 0,4-12,5 ФЦ ГОСТ 9378-93;

БН.0000000121 Радиусный шаблон набор №1 ТУ 2-034-228-87;

8390-4389 Фаскомер 0,1-2x45°;

8390-5039 Фаскомер 2...4x45°;

ШЦЦ-I-200-0,01 Штангенциркуль ГОСТ 166-89.

Операция 1070 - транспортирование.

Операция 1075 - цементация. Шахтные печи

Операция 1080 - транспортирование. Транспортная тележка.

Операция 1085 - комплектование. Комплектовочный стол.

Операция 1090 - токарная операция. Точить деталь по эскизу (рисунок 2.9) за 2 установка. КР - 100%, КМ – 5%.

Оборудование: токарной-винторезный 1к62.

Инструмент: ОШС-Т Набор образцов шероховатости 0,4-12,5 Т ГОСТ 9378-93

ОШС-ТТ Набор образцов шероховатости 0,4-12,5 ТТ ГОСТ 9378-93;

НИ 18-50-1 Нутромер ГОСТ 868-82;

8380-6391 Радиусомер 0,1-1,3;

8390-4389 Фаскомер 0,1-2x45°;

8390-5039 Фаскомер 2...4x45°;

ШЦЦ-I-200-0,01 Штангенциркуль ГОСТ 166-89.

Операция 1095 - слесарная операция. Притупить острые кромки после эскиза (рисунок 2.9).

					ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

Оборудование: верстак слесарный.

Инструмент: 155-90056 Слесарный инструмент для снятия заусенцев Mango II Комплект В;

Операция 1100 - промыть в растворе «Биолюкс».

Операция 1105 - контроль. Стол контрольный.

Проверить деталь после эскиза (рисунок 2.9). Контроль - 100%.

Точка контроля цеха.

Инструмент: ОШС-Т Набор образцов шероховатости 0,4-12,5 Т ГОСТ 9378-93;

ОШС-ТТ Набор образцов шероховатости 0,4-12,5 ТТ ГОСТ 9378-93;

НИ 18-50-1 Нутромер ГОСТ 868-82;

8380-6391 Радиусомер 0,1-1,3;

8390-4389 Фаскомер 0,1-2x45°;

8390-5039 Фаскомер 2...4x45°;

ШЦЦ-I-200-0,01 Штангенциркуль ГОСТ 166-89.

Операция 1110 - транспортировка. Тележка транспортировочная

Операция 1115 - закалка. Камерный печи, закалочный бак. Закалка HRC₃ – 59 не менее – цементированный слой. 34...42 HRC₃ – сердцевина. Контроль твердости на образцах свидетелях.

Операция 1120 - очистка абразивная. Установка гидropневмоабразивной очистки – КС – 100.

Двадцать третья операция 1125 - транспортирование. Тележка транспортировочная.

Операция 1130 - комплектование. Комплектовочный стол.

Операция 1135 - внутришлифовальная операция.

1. Установить деталь через разрезное кольцо в 3х кул. патрон.
2. Выверить по отв. И торцу до 0,05 мм. Крепить.
3. Шлифовать отв. Ø28,5 (+0.1) вместо Ø34,5Н9 по чертежу.

					ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

4. Шлифовать отв. Ø39,5H13 (+0,39) с подшлифовкой внутреннего торца «как чисто», выполняя $R0,6 \pm 0,2$ по чертежу.

5. Шлифовать левый торец в размер 20 (-0,2) вместо 20h14 (-0,52) по чертежу.

Биение торца относительно отв. Ø 28,5 не более 0,01 мм.

Обеспечить обработкой с одной установки. Шероховатость – Ra2,5.

КР – 100%, КМ – 5%.

Оборудование: ЗА227

Инструмент: БН.0000000010 Головка шлифовальная АW 10x25 24А 25 С2 К 20м/с ГОСТ 2447-82;

7991-8598 Кольцо разрезное;

ОШС-ШЦ Набор образцов шероховатости 0,05-1,6 ШЦ ГОСТ 9378-93;

ОШС-ШТ Набор образцов шероховатости 0,05-3,2 ШТ ГОСТ 9378-93;

НИ 18-50-1 Нутромер ГОСТ 868-82;

380-6391 Радиусомер 0,1-1,3;

ШЦЦ-I-200-0,01 Штангенциркуль ГОСТ 166-89.

Операция 1140 - плоскошлифовальная операция.

1. Установить деталь на шлифовальный торец.

2. Шлифовальный правый торец детали в размер 28(-0,21) по чертежу и проверяя размер 9h12(-0,15) по чертежу.

Оборудование: плоскошлифовальный – ЗГ71

Инструмент: БН.0000013569 Круг шлифовальный 250x25x76 25А F60 L 6 V 35м/с А 1кл. ГОСТ 2424-83;

ОШС-ШП Набор образцов шероховатости 0,1-3,2 ШП ГОСТ 9378-93;

ШЦЦ-I-200-0,01 Штангенциркуль ГОСТ 166-89;

Операция 1145 - слесарная операция.

Станок: слесарный стол.;

Зачистить заусенцы, острые кромки притупить после оп. шлифовки.

Операция 1150 - промыть в растворе «Биолюкс».

					ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

Операция 1155 - контроль. Проверить деталь по техпроцессу.

Точка контроля цеха.

Инструмент: ОШС-ШЦ Набор образцов шероховатости 0,05-1,6 ШЦ ГОСТ 9378-93;

ОШС-ШТ Набор образцов шероховатости 0,05-3,2 ШТ ГОСТ 9378-93;

ОШС-ШП Набор образцов шероховатости 0,1-3,2 ШП ГОСТ 9378-93;

Операция 1160 - электроэрозионная с ЧПУ. Оборудование – электроискровой-проволочной-вырезной станок.

1. Установить деталь в приспособление. Крепить.
2. Прожечи шлицы $m=2,5$, $z=15$, 20° по программе, по чертежу, выдерживая размеры: $3,7 \pm 0,24$; $\varnothing 34,5$ H9(+0,062) (хорда = 34,31); $\varnothing 39$ H11(+0,16) (хорда = 38,786); размер Ма = 31,28 (+0,19). Шероховатость – Ra5. КР – 100%, КМ – 5%.

Инструмент: 7991-8600 Приспособление;

НИ 18-50-1 Нутромер ГОСТ 868-82;

БН.0000000107 Плитки мерные ГОСТ 9038-67;

ШЦЦ-I-200-0,01 Штангенциркуль ГОСТ 166-89;

Операция - 1165 слесарная операция.

1. Притупить острые кромки по профилю жвольвенты, впадинам и вершинам зубьев
2. Приутпить острые кромки кругом.
3. Зачистить фаску $0,5 \pm 0,3 \times 45^\circ$ по контуру впадины по вын. «Ж» по чертежу.
4. Маркировать Ч на детали электрографом по чертежу.

Оборудование: верстак слесарный

Инструмент: 2826-0001 40/28 Надфиль алмазный ГОСТ 23461-84 155-90056;

Слесарный инструмент для снятия заусенцев Mango II Комплект В.

Операция - 1170 промывка в растворе «Биолюкс».

					ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

Операция - 1175 контроль. Проверить деталь по техпроцессу за 17-18 операции. Проверить размеры 17 операции.

Точка контроля цеха.

Инструмент: БН.0000000107 Плитки мерные ГОСТ 9038-67;

8190-9654 Ролик ф4,091 с лыской.

Операция 1180 - слесарная. Маркировать электрографом номер группы селективности по детали по чертежу.

Операция 1185 - промыть в растворе Биолюкс.

Операция 1190 - контроль неразрушающий магнитный.

Точка контроля цеха.

Операция 1195 - контроль. Клеймить Кг на детали по чертежу за годность.

Точка контроля цеха.

Операция - 1200 транспортировка на склад готовой деталей.

2.1.2 Анализ технологического оборудования, применяемой технологической оснастки и режущего инструмента

Для обработки деталей на станках используются приспособления, которые фиксируют заготовку, позволяя обработать деталь, получив форму и размеры, приближенную к конструкторскому чертежу.

На операции токарная 1005 используется трехлапчатый патрон, для точения детали на станке. Данное приспособление позволяет детали совершать лишь вращательные движения, что необходимо для точения.

На операции фрезерной 1050 используется приспособление фрезерное 7220-6392. Состоит из: оправки, втулки и винта М12х1-6гх ГОСТ 11738-84. Данный комплект баз, позволяет зафиксировать заготовку на станке, но является наименее целесообразным в серийном производстве, так как будет тратиться подготовительно-заключительное время значительно больше, нежели заменить его на автоматизированное приспособление.

					ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

На операции внутришлифовальная 1135 используется специальное кольцо - разрезное 7991-8598. Позволяет зафиксировать заготовку в трехкулачковом патроне и обработать торец за один установ, что является эффективным методом обработки детали.

На операции электроэрозионная с ЧПУ 1160 используется специальное приспособление для прожига 7991-8600. Состоит из: базы, штифта, прижима и гайки, а также стандартные изделия. Данный комплект очень компактен и подходит для базирования заготовки на станке. Отверстие, которое находится в центре базы, позволяет выжигать шлицевые отверстия. Стальной материал обеспечивает доступность и практичность приспособления.

В технологическом процессе детали «Поводок» используется набор режущих инструментов: резца, фрезы, сверла, шлифовальные круги и т.д. Проведем анализ режущего инструмента.

Набор резцов: 2103-0057 T15K6 Резец ГОСТ 18879-73, 2112-0057 T15K6 Резец ГОСТ 18880-73 - Данный комплект резцов состоит из токарных подрезных отогнутых с пластинами из твердого титановольфрамового сплава, что позволяет снимать черновой слой металла и выполнить размер, заданный конструктором. Применяется в целях подрезки уступов под прямым или острым углом к основному направлению обтачивания. Протачивание происходит вдоль оси вращения заготовки;

2141-0025 T15K6 Резец ГОСТ 18883-73 – Резцы токарные расточные с пластинами из твердого сплава для обработки глухих отверстий;

2103-0057 T15K6 ГОСТ 18879-73 – Резцы токарные проходные упорные с пластинами из твердого сплава;

Набор сверл: 2301-0087 Сверло ГОСТ 10903-77 – данное сверло является спиральным с коническим хвостовиком, нормальной точности, $d=25\text{мм}$, $l=160\text{мм}$;

					ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

2317-0106 Сверло ГОСТ 14952-75 – данное сверло является центровочным комбинированным $d = 3,15$ мм, $D = 8$ мм, $l = 4,9$ мм, $L = 52$ мм;

SHD 3031 TT9030 Сверло $\phi 3,1$ Фирма "TaeguTec" – данное сверло является спиральным твердосплавным с наружным подводом СОЖ с покрытием получаемым способом физического осаждения. Для чистовой и черновой обработки малогабаритных деталей.

Набор фрез: 577716006MT Фреза концевая Фирма "Hanita" – данное сверло высокопроизводительное цельное твердосплавная концевая фреза, с отсутствием режущей кромки у центра;

AMF 2020T TT1040 Фреза концевая Фирма "TaeguTec" – фреза с плоским торцом для высокоскоростной обработки закаленной стали;

P5248300 Фреза Фирма "Fraisal" – цилиндрическая фреза с гладкой режущей кромкой и шейкой, подходит для черновой обработки

P5313450 Фреза Фирма "Fraisal" - цилиндрическая фреза с гладкой режущей кромкой и шейкой, подходит для черновой обработки

Шлифовальные круги: БН.0000013569 Круг шлифовальный 250x25x76 25A F60 L 6 V 35м/с А 1кл. ГОСТ 2424-83;

Слесарный инструмент для снятия заусенцев Mango II Комплект. Продукт разработан, чтобы сберечь время и деньги, компактен, конкурентоспособная стоимость.

2.1.3 Размерно-точностной анализ действующего технологического процесса

На основе операционных эскизов была составлена размерная схема (рисунок 2.6). Анализ которой выявил наличие замыкающего звена. Конструкторский размер (38_48) не выполняется на операции механической обработки и является замыкающим звеном. Замыкающее звено имеет 5

					ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

составляющих звеньев, решение которых производится при помощи вероятностного метода (см. Библ.сп. - [10]).

Изобразим схему размерных цепей в ПО Компас и внесем изместные конструкторские размеры.

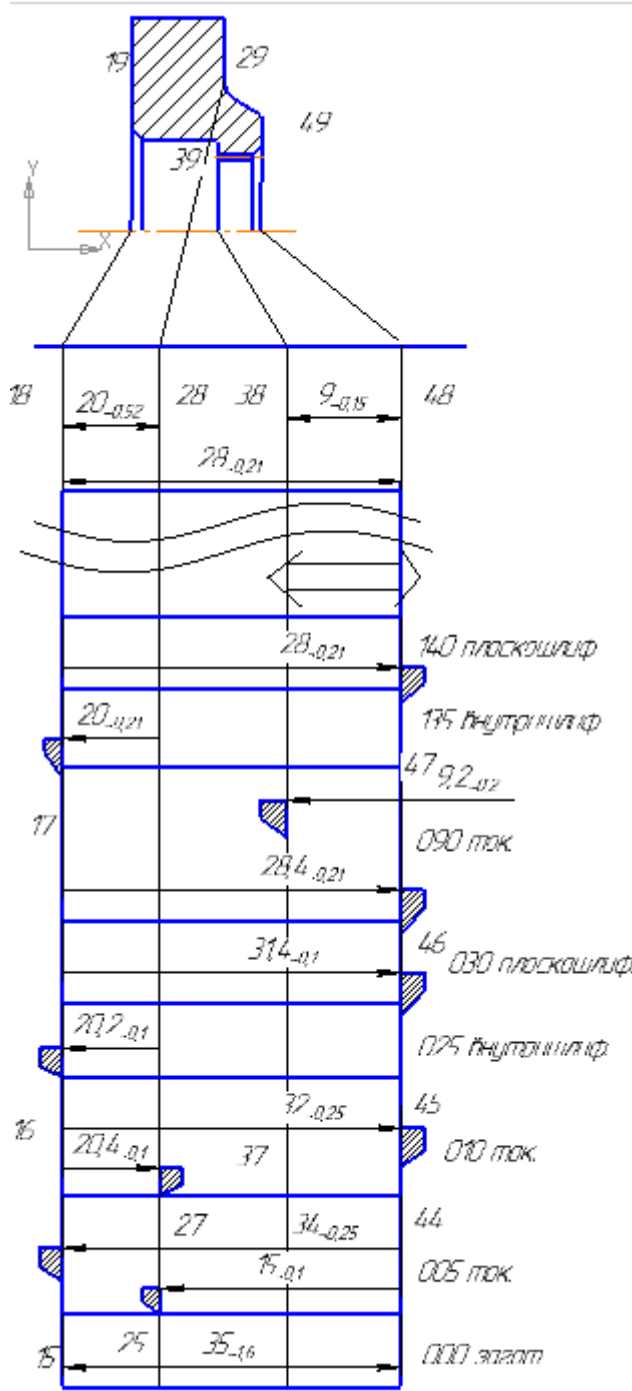


Рисунок 2.6 – Цепь линейных размеров

Найдем замыкающее звено по формуле:

$$[38..48] = +(48..18) - (18..28) + (28..17) - (17..47) + (47..38)$$

(2.1)

где звено [38_48] является замыкающим, составим уравнение:

$$[38..48] = 28 - 20 + 20.2 - 28.4 + 9.2 = 9.$$

Решим вероятностным методом по формуле:

$$T_{A_{\Delta[37..48]}} = t \sqrt{\sum \lambda^2 \cdot T_{A_i}^2}$$

(2.2)

где t – коэффициент риска, определяющий количество бракованных деталей;

λ – коэффициент относительного рассеяния;

T_{A_i} – допуск составляющего звена.

$$T_{A_{\Delta[37..48]}} = t \sqrt{\sum \lambda^2 \cdot T_{A_i}^2} =$$

$$= 3 \sqrt{\left(\frac{1}{\sqrt{6}}\right)^2 \cdot (0,21^2 + 0,21^2 + 0,105^2 + 0,21^2 + 0,21^2)} = 0.528;$$

где $\Delta_0 A_i$ – координата середины поля допуска, находится по формуле:

$$\Delta_0 A_i = \Delta_0 A_i (\text{ув}) - \Delta_0 A_i (\text{ум}) \quad (2.3)$$

$$\Delta_0 A = \frac{E_s - E_i}{2}; \quad (2.4)$$

где E_s – верхнее отклонение составляющего звена;

E_i – нижнее отклонение составляющего звена.

$$\Delta_0 A_{[37..48]} = \left(-\frac{0,21}{2} + \frac{(-0,1)}{2} + \frac{(-0,21)}{2}\right) - \left(\frac{(-0,21)}{2} + \frac{(-0,21)}{2}\right) = -0.05;$$

Верхнее отклонение замыкающего звена определяется по формуле:

$$В.О. A_i = \Delta_0 A_i + T_{A_i}/2 \quad (2.5)$$

$$в. о. [37..48] = -0.05 + 0.264 = +0,215;$$

Нижнее отклонение замыкающего звена определяется по формуле:

$$Н.О. A_i = \Delta_0 A_i - T_{A_i}/2 \quad (2.6)$$

$$н. о. [37..48] = -0.05 - 0.264 = -0,314.$$

Записывается полученное значение:

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ				30

$$A_{[37..48]} = 9_{-0,31}^{+0,2}$$

Составим и решим уравнения припусков для действующего технологического процесса линейных размеров.

Составим уравнения припуска звена (17_18):

$$[17_18] = -(18_28) + (28_17)$$

$$A_i = A_{i \min} + \frac{TA_i}{2} - \Delta 0 A_i, \quad (2.7)$$

где $[17_18]_{\min}$ – минимальный припуск;

$TA [17_18]$ – поле рассеяния замыкающего звена;

$\Delta 0 A [17_18]$ – координата середины поля рассеяния замыкающего звена.

$$Z_{\min} = Rz + Df, \quad (2.8)$$

где Rz - шероховатость поверхности с предшествующего перехода,

$$Rz = 10 \text{ мкм};$$

Df – дефектный слой с предшествующего перехода,

$$Df = 25 \text{ мкм}$$

$$TA[17_18] = T(18_28) + T(28_17) = 0,21 + 0,52 = 0,73 \text{ м}$$

$$\Delta 0 A [17_18] = \Delta T(18_28) + \Delta T(28_17) = (-0,26) + (-0,105) = -0,365 \text{ мм.}$$

$$[17_18]_{\text{ном}} = 0,035 + \frac{0,73}{2} + 0,365 = 0,765 \text{ мм.}$$

Аналогичным образом найдем, припуски, внесем их в таблицу:

$$[48_47] = (47_17) - (17_28) + (28_18) - (18_48);$$

$$[17_18] = -(18_28) + (17_28);$$

$$[47_46] = (17_46) - (17_47);$$

$$[28_27] = (17_27) - (17_28);$$

$$[46_45] = (45_16) - (16_27) + (27_17) - (17_46);$$

$$[16_17] = -(17_27) + (27_16);$$

$$[45_44] = (44_16) - (16_45);$$

$$[27_26] = -(26_44) + (44_16) - (16_27);$$

$$[15_16] = -(16_44) + (44_15)$$

Внесем полученные данные в таблицу 2.1

Таблица 2.1 – Линейные размеры

Звено	Характеристика припуски	Название	Значение, мм
17_18	завышен (повышенный расход материала)	Припуск	0,25
48_47	Допустимый	Припуск	0,155
37_38	-	Напуск	-
28_27	Занижен (появление черноты)	Припуск	-0,36
47_46	Допустимый	Припуск	3,05
46_45	Допустимый	Припуск	0,325
45_44	Допустимый	Припуск	1,45
27_26	Занижен (появление черноты)	Припуск	-1,425
16_17	Занижен (появление черноты)	Припуск	0,2
15-16	Завышен (повышенный расход материала)	Припуск	0,325

Вывод

Расчеты показали, что замыкающее звено получается с вероятностью брака, с разбросом размера от +0,215 до -0,314, рисунок 2.7.

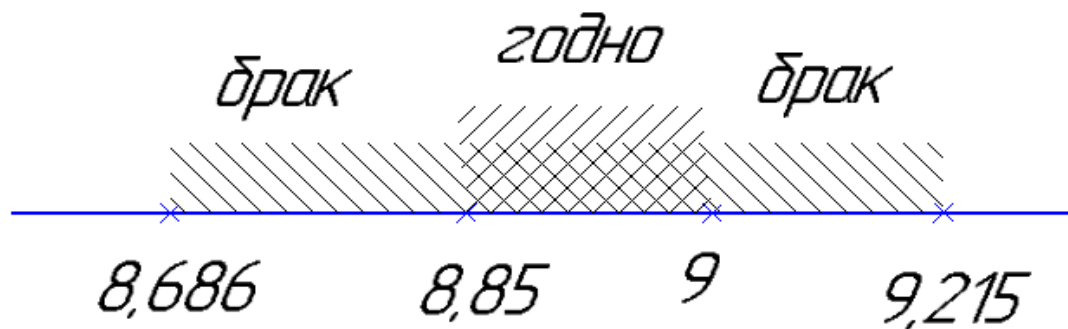


Рисунок 2.7 – Схема разброса размеров

Введенные данные в программу Visual KursAR, представлены в виде таблицы с числовыми значениями, полученные значения отражены на рисунках 2.8, 2.9 в виде таблицы.

где <-----> - составляющее звено,

<#####> - замыкающее звено;

- припуски;

Гр. 0 и 1 .. - замыкающие звенья в обратной задаче - [#] = 0;

Гр. 2, 3 и 4 - замыкающие звенья в прямой задаче .. - [=] = 10;

Г. 5 - заменяющие-замыкающие размеры-звенья - {~} = 0;

Гр. 6 - составляющие определяемые размеры .. - (-) = 0;

Гр. 7 и 8 .. - составляющие известные размеры - (+) = 12;

Гр. 9 - исходные (чертежные) размеры - (+) = 3.

Все размеры схемы связаны и не имеют циклов.

	Группа	Левая	Правая	Номинал	Верхнее	Нижнее
	Группа	Левая	Правая	Мин.	Макс.	
1:	9	19	29	20	0	-0,52
2:	9	39	49	9	0	-0,15
3:	9	19	49	28	0	-0,21
4:	3	38	48	9	0	-0,15
5:	8	18	48	28	0	-0,21
6:	2	48	47	0,035		
7:	2	17	18	-0,2		
8:	8	18	28	20	0	-0,21
9:	7	38	47	9,2	0	-0,21
10:	7	17	47	28,4	0	-0,21
11:	2	47	46	0,26		
12:	7	17	28	20,2	0	-0,1
13:	2	28	27	0,26		
14:	7	17	46	31,4	0	-0,1
15:	2	46	45	0,26		
16:	2	16	17	0,26		
17:	7	17	27	20,2	0	-0,1
18:	7	16	45	32	0	-0,25
19:	2	45	44	0,3		
20:	7	16	27	20,4	0	-0,1
21:	2	27	26	0,26		
22:	2	15	16	0,326		
23:	7	16	44	34	0	-0,25
24:	7	26	44	15	0	-0,1
25:	7	15	44	35	0	-1,6

Рисунок 2.8 – Закодированная информация

Гр	Номера левой и правой поверхно- стей звена	Номинал. значение ----- Если нет номинала	Верхнее отклон. ----- Предельн. Min и	Нижнее отклон. ----- Max	Средний номи- нальный размер звена	Запасы расчетн. предельных зна- чений относит. исходного звена по Min и по Max
1#	38 48	9,000	0,215	-0,314	8,950	-0,164 -0,214
1#	48 47		-0,220	0,510	0,145	-0,255
1#	17 18		0,100	0,410	0,255	0,300
1#	47 46		2,900	3,210	3,055	2,640
1#	28 27		-0,100	0,100	0,000	-0,360
1#	46 45		0,050	0,600	0,325	-0,210
1#	16 17		0,100	0,300	0,200	-0,160
1#	45 44		1,750	2,250	2,000	1,450
1#	27 26		-1,650	-1,200	-1,425	-1,910
1#	15 16		-0,600	1,250	0,325	-0,926

Рисунок 2.9 – Результаты линейных размеров из программы Курсар

Расчет диаметральных размеров.

Изобразим схему размерных цепей в ПО Компас и внесем известные конструкторские размеры (рисунок 2.10).

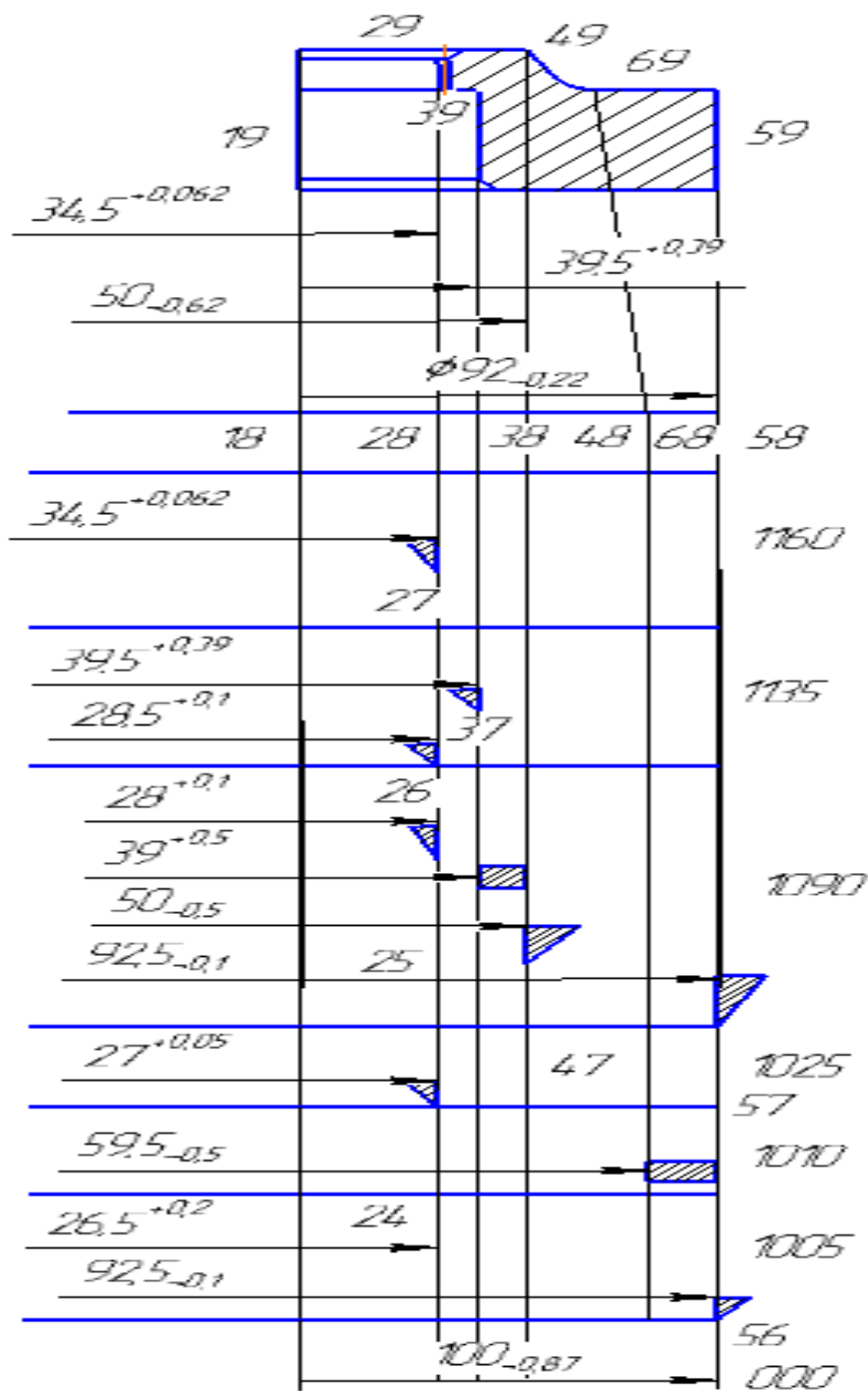


Рисунок 2.10 – Цепь диаметральных размеров

Составим и решим уравнения припусков для действующего технологического процесса диаметральных размеров (14):

Составим уравнения припуска звена (17_18) и решим по формулам (2.1-2.8):

$$[38_{37}] = -(37_{18}) + (18_{38})$$

$$[38_37]_{\text{НОМ}} = [38_37]_{\text{мин}} + \frac{TA(38_37)}{2} - \Delta oT[38_37];$$

где $[38_37]_{\text{мин}}$ – минимальный припуск;

$W[38_37]$ – поле рассеяния замыкающего звена;

$\Delta W[38_37]$ – координата середины поля рассеяния замыкающего звена.

$$[38_37]_{\text{мин}} = Rz + Df$$

где Rz - шероховатость поверхности с предшествующего перехода,

$$Rz = 150 \text{ мкм};$$

Df – дефектный слой с предшествующего перехода,

$$Df = 150 \text{ мкм}$$

$$W [38_37] = T(37_18) + T(18_38) = 0,39 + 0,5 = 0,89 \text{ м}$$

$$\Delta W[38_37] = \Delta T(37_18) + \Delta T(18_38) = (0,195) + (0,25) = 0,445 \text{ мм.}$$

$$[38_37]_{\text{НОМ}} = 0,3 + \frac{0,89}{2} + 0,445 = 1,19 \text{ мм.}$$

Составим уравнение для нахождения припуска (38_37) по известным размерам

$$[38_37] = -(37_18) + (18_38)$$

$$[38_37]_{\text{НОМ}} = -39,5^{+0,5} + 39,5^{+0,39} = 0^{+0,89} \text{ мм}$$

$$\text{Припуск } [38_37]_{\text{НОМ}} = 0,89 \text{ мм}$$

Аналогичным образом найдем, припуски и сделаем проверку в программе Visual KursAr 7.12, внесем их в таблицу 2.2.

					ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

Таблица 2.2 – Линейные размеры

Звено	Характеристика припуски	Название	Значение, мм
27-28	Завышен (повышенный расход материала)	Припуск	5,64
37-38	Занижен (появление черноты)	Припуск	-0,26
26-27	Допустимый	Припуск	0,14
26-25	Занижен (появление черноты)	Припуск	0,69
25-24	Занижен (появление черноты)	Припуск	-0,85
36-37	Завышен (повышенный расход материала)	Припуск	11,65
48-47	Допустимый	Напуск	1,45
58-57	Занижен (появление черноты)	Припуск	-0,36
57-56	Завышен (повышенный расход материала)	Припуск	6,37
25-24	Занижен (появление черноты)	Припуск	-0,85

Вывод

В результате анализа припусков и операционных размеров, выполняющих диаметральные, выявлено, что наибольшие припуски (27_28) полученные на операции 1160 электроэрозионная с ЧПУ, где удаляется повышенный слой металла, а так же припуск (36_37) был получен на операции 005 токарная в результате рассверливания отверстия в сплошном металле, припуск (57_56) завышен так как на операции токарная 005 выполняется диаметральным размер 50 мм, с удаление напуска с диаметра в 95 мм.

Введенные данные в программу Visual KursAR и полученные значения в таблице с числовыми значениями, полученные значения отразим на рисунке 2.11 в виде таблицы.

Гр	Номера левой и правой поверхно- стей звена	Номинал. значение Если нет номинала	Верхнее отклон. Предельн. Min и	Нижнее отклон. значен.: Max	Средний номи- нальный размер звена	Запасы расчетн. предельных зна- чений относит. исходного звена по Min и по Max
1#	27 28		5,900	6,062	5,981	5,640
1#	37 38		0,000	0,890	0,445	-0,260
1#	26 27		0,400	0,600	0,500	0,140
1#	25 26		0,950	1,100	1,025	0,690
1#	36 37		11,950	12,500	12,225	11,650
1#	58 57		-0,100	0,100	0,000	-0,360
1#	25 24		-0,550	-0,300	-0,425	-0,850
1#	57 56		6,630	7,600	7,115	6,370

Рисунок 2.11 – Результаты диаметральных размеров из программы Visual KursAR

2.1.3 Выводы по разделу

- В качестве получения заготовки в заводском технологическом процессе выбран способ круглого проката, что не технологично по причине большого расхода материала, что влечет за собой увеличение операций механической обработки.

- На предприятии используется стандартный режущий инструмент, а также инструмент из каталога фирм TaeguTec и Fraisa для выполнения операции токарной с ЧПУ.

- Для установки заготовки на операциях используется как стандартное приспособление станка, такое как трехлапчатый патрон, так и специальное приспособление на двух операциях, которое потребует привлечения специалистов для проектирования, что необходимо для обеспечения базирования и заданных параметров.

- На всех операциях закрепление ручное, что может повлечь за собой затраты сил и времени рабочими. При серийном производстве малоэффективно.

- Размерный анализ показал наличие завышенных припусков, что приводит к повышенному расходу металла, а также высокая вероятность

брака замыкающего звена 9h12 мм, который является необходимым по требованию конструктора и несоблюдение его будет вести к большому браку в партии.

2.2 Разработка проектного варианта технологического процесса изготовления детали «Поводок муфты»

Разработка технологического является основной частью реализации задумки конструктора. От верно спроектированного технологического процесса зависит качество получаемого изделия и долговечность его эксплуатации, а также запуск детали в производство.

2.2.1 Аналитический обзор, выбор и обоснование способа получения исходной заготовки

Выбор способа получения заготовки играет одну из важнейших ролей в технологическом процессе. От правильно выбранного способа получения заготовки будет зависеть качество получаемого изделия, а также количество операций механической обработки детали, приблизив профиль заготовки к профилю требуемой продукции.

При выборе способа получения заготовки стоит учитывать марку стали. Деталь «Поводок муфты» состоит из материала- Сталь 12Х2Н4А, в таблице 2.3 указаны основной химический состав данного сплава и механической свойства таблица 2.4. Данная сталь хорошо поддается горячей штамповке и удовлетворительно обрабатывается резанием, что позволит снизить затраты на материал и уменьшить количество операций механической обработки (см. Библ.сп.- [23]).

					ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

Таблица 2.3 – Химический состав в %

С (углерод)	0,10-0,15
Si (кремний)	0,17-0,37
Mn (марганец)	0,3-0,6
Cr (хром)	1,25-1,65
Ni (никель)	3,25-3,65
Fe (железо)	Основа
S (сера)	не более 0,025
P (фосфор)	не более 0,025

Таблица 2.4 – Механические свойства

Состояние полуфабриката или контрольных образцов	Нормализованные с 840-880°C или нормализованные и отпущенные.
$\sigma_{0,2}$ (кгс/мм ²)	80
σ_B (кгс/мм ²)	100
δ_5 (%)	15
ψ (%)	55
a_n (кгс*м/см ²)	10
НВ ($d_{отп}$) мм	3,55-3,10
Твердость цементованного слоя	HRC \geq 58

Чертеж исходной заготовки представлен на рисунке 2.12.

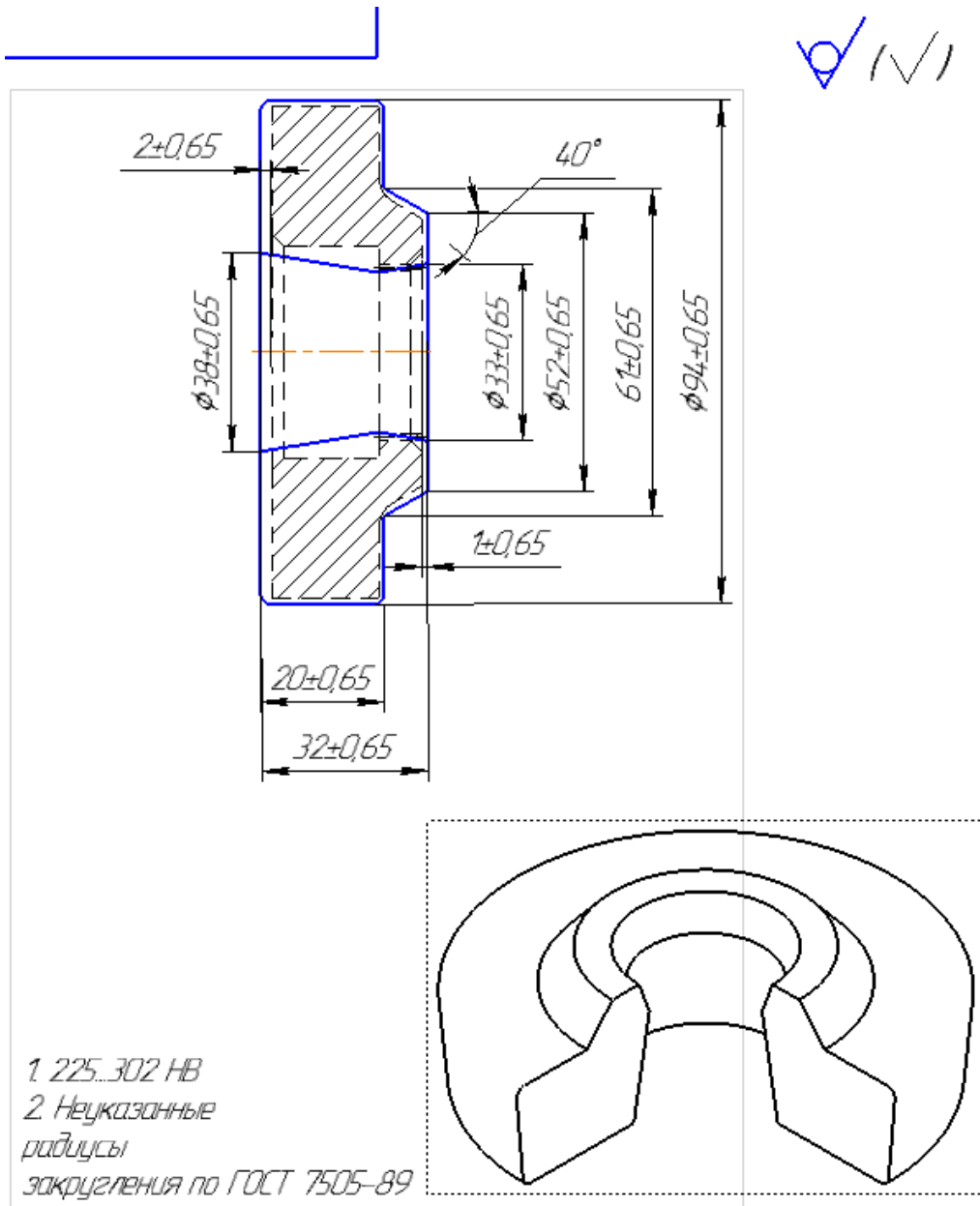


Рисунок 2.12 – Чертеж исходной заготовки

2.2.2 Аналитический обзор и выбор основного технологического оборудования

От правильно выбранного технологического оборудования будет зависеть стоимость и качество продукции. Станок выбирается исходя из некоторых параметров, таких как: габаритные размеры заготовки, необходимая мощность, способная обеспечить режимы резания, а также тип

					ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

механической обработки детали. Так как для получения детали «Поводок муфты» используются в основном токарные операции, то подберем токарный центр с ЧПУ, способный установить заготовки, подвести к ней инструмент и обеспечивающий быстроту технологической операции, требующей минимального вмешательства человека.

Для операции 005 токарная, возьмем универсальный станок 16К20 токарно-винторезный (рисунок 2.13). Данный станок позволит нам выполнить первую операцию с двумя видами обработки с использованием стандартного режущего инструмента (подрезного резца, сверла) с заданной точностью, экономией инструмента и времени, основные паспортные данные токарно-винторезного станка 16К20 представлены в таблице 2.5.



Рисунок 2.13– 16к20 токарно-винторезный станок

					ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

Таблица 2.5 – Технические характеристики станка 16к20

Высота центров, мм	200
Расстояние между центрами, мм	1400
Мощность электродвигателя, кВт	10
КПД	0,78
Мощность на шпинделе по приводу с учетом КПД, кВт	6,2...8,0 кВт
Наибольшее усилие, допускаемое механизмом продольной подачи, Н	3600
Число оборот шпинделя, мин ⁻¹	12,5;16;20;25;31,5;40;50;63;80;100;125;160;200;250;315;400;500;630;800;1000;1250;1500;2000

На операции протягивание примем станок протяжкой горизонтальный для внутреннего протягивания 7А534, рисунок 2.14. Данный протяжной полуавтомат является представителем модернизированной гаммы протяжных станков общего назначения и выпускается взамен полуавтомата модели 7534. По специальному заказу полуавтомат может быть оснащен приспособлением и инструментом для обработки одной или нескольких определенных деталей. При оснащении средствами автоматизации он может работать в автоматической режиме, а также встраиваться в автоматические линии. Характеристики станка приведены в таблице 2.6.



Рисунок 2.14 - Станок протяжной горизонтальный для внутреннего протягивания 7A534

Таблица 2.6 – Технические характеристики станка 7A534

Номинальное тяговое усилие, кН	250
Наибольшая длина рабочего хода салазок, мм	1600
Длина протяжки, мм	625-1745
Скорость рабочего хода, м/мин	1,5-13
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	37
Масса станка, т	5,9

Для операции фрезерная 030 с ЧПУ возьмем станок вертикально фрезерный 5-и осевой ОЦ – Kitamura Mytrunnion-5 (рисунок 2.15). Подходит для сверхточной одновременной 5- осевой обработки. 4 – ступенчатый зубчатый шпиндель обеспечивает высокий крутящий момент и высокую скорость для максимальной гибкости обработки, характеристики станка занесены в таблицу 2.7



Рисунок 2.15 - станок Kitamura Mytrunnion-5

Таблица 2.7 – Технические характеристики станка Kitamura Mytrunnion-5

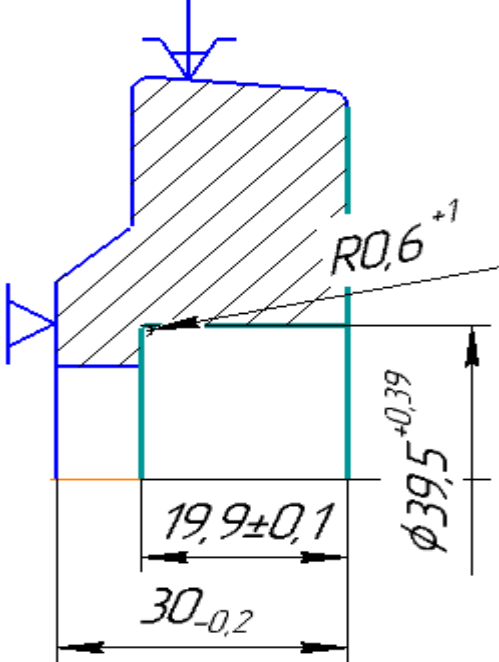
Диаметр стола, мм	630
Перемещение по осям X,Y,Z, мм	815x745x500
Перемещение (A,C), °	0-360
Конус шпинделя	NST No. 40
Скорость вращения шпинделя, мин ⁻¹	20 – 20 000
Вместимость инструмента, шт	100
Время смены инструмента, с	2,5-5
Быстрота подачи (X,Y,Z), м/мин	50 X и Y, 25 Z
Быстрота подачи (A,C), град/мин	2000, 6000
Мощность, кВт	45
Точность позиционирования	±0,000039

2.2.3 *Формирование операционно – маршрутной технологии проектного варианта*

Все маршрутные карты, поступающие на рабочее место, должны быть оформлены в соответствии с ГОСТ 3.1118-82 ЕСТД. Форма и правила оформления маршрутных карт, вместе с остальными техническими документами, такими как: операционные и технологические карты, чертежи, эскизы. Не выполнять требования технологического процесса, нарушая технологическую дисциплину, недопустимо. Это может привести к снижению качества выпускаемой продукции. В таблице представлен маршрут механических, термических операций изготовления детали «Поводок муфты». Примерная последовательность операция, а также выполняемые размеры представлены в таблице 2.8.

					ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

Таблица 2.8 – Маршрутная карта ТП детали «Поводок муфты»

№ операции	Наименование содержания операции	Операционный эскиз для обработки
000	Заготовительная Получить заготовку методом горячей штамповки	Чертеж исходной заготовки детали представлен на рисунке 1
005	Токарная Закрепить деталь в 3-х кулачковом патроне. 1) Сверлить отверстие в $\varnothing 39,5$ Н13 мм. на длину в 19,9 мм. 2) Подрезать торец в размер $30_{-0,2}$ мм.	 <p>The drawing shows a cylindrical part with a chamfered end. The chamfered length is $19,9 \pm 0,1$ mm. The total length of the part is $30_{-0,2}$ mm. The diameter is $\varnothing 39,5^{+0,39}$ mm. The chamfered edge has a radius of $R0,6^{+1}$. The part is shown in a cross-section with hatching on the left side.</p>

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ

Лист

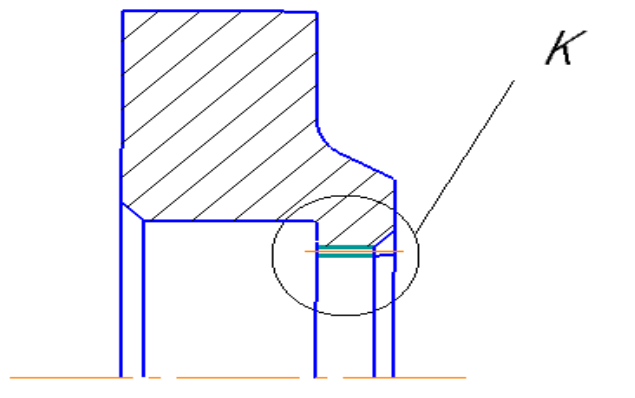
48

Продолжение таблицы 2.8

№ операции	Наименование содержания операции	Операционный эскиз для обработки
010	<p>Токарная</p> <p>Расточить кулачки.</p> <p>Закрепить деталь в 3-х кулачковом патроне.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Сверлить отверстие в $\varnothing 33$ Н12 мм. Зенкеровать отверстие в размер $\varnothing 34,58$ Н11 мм. Развертывание в размер $\varnothing 34,5$ Н9 мм. 2) Подрезать торец в размер $9_{-0,15}$ мм. 3) Точить торец в размер 8,9 мм. 4) Точить наружную поверхность в размер $\varnothing 92_{-0,22}$ мм. 5) Точить фаску $0,5 \times 45^\circ$ 	<p>The drawing shows a cross-section of a cylindrical part. It features a chamfered end with a radius of $R5^{+1}$. The chamfered length is $8,9 \pm 0,1$ mm. The chamfer angle is 45°. The diameter of the chamfered section is $34,5^{+0,069}$ mm. The diameter of the main cylindrical body is $59,5_{-0,74}$ mm. The total diameter of the part is $92_{-0,22}$ mm. A hole is drilled through the center, with a diameter of 33 H12 mm, which is then reamed to $34,58$ H11 mm and finally turned to $34,5$ H9 mm.</p>
015	<p>Токарная</p> <p>Закрепить деталь в 3-х кулачковом патроне с упором по торцу.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Подрезать торец в размер $28_{-0,21}$ мм. 2) Точить фаску $2,5 \times 45^\circ$ 	<p>The drawing shows a cross-section of a cylindrical part with a chamfered end. The chamfered length is $28_{-0,21}$ mm. The chamfer angle is 45°.</p>

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

Окончание таблицы 2.8

№ операции	Наименование содержания операции	Операционный эскиз для обработки
020	<p>Токарная</p> <p>Закрепить деталь в 3-х кулачковом патроне с упором по торцу.</p> <p>1) Точить правый торец в размер $20_{-0,52}$ мм.</p> <p>*- размеры для справок.</p>	
025	<p>Протягивание. Спец. инструмент – протяжка шлицевая с эвольвентным профилем.</p> <p>1) Протягивать поверхность К.</p>	
030	<p>Фрезерная с ЧПУ Крепить в спец. оборудование – пневмоцилиндр.</p> <p>Точить по программе.</p>	<p>Эскиз представлен на рисунке 2.16</p>
035	<p>Цементация</p> <p>Цементировать $h=0,7...1,0$ мм. Кругом</p>	
040	<p>Закалка</p> <p>HRC_3 – 59 не менее – цементированный слой.</p> <p>$36...42 HRC_3$ – сердцевина.</p>	

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

Расчет линейных размеров посредством формул представлен на рисунке 2.17 схема линейных размеров детали, выполняемых на промежуточных операциях технологического процесса. Изобразим схему размерных цепей в ПО Компас и внесем известные конструкторские размеры.

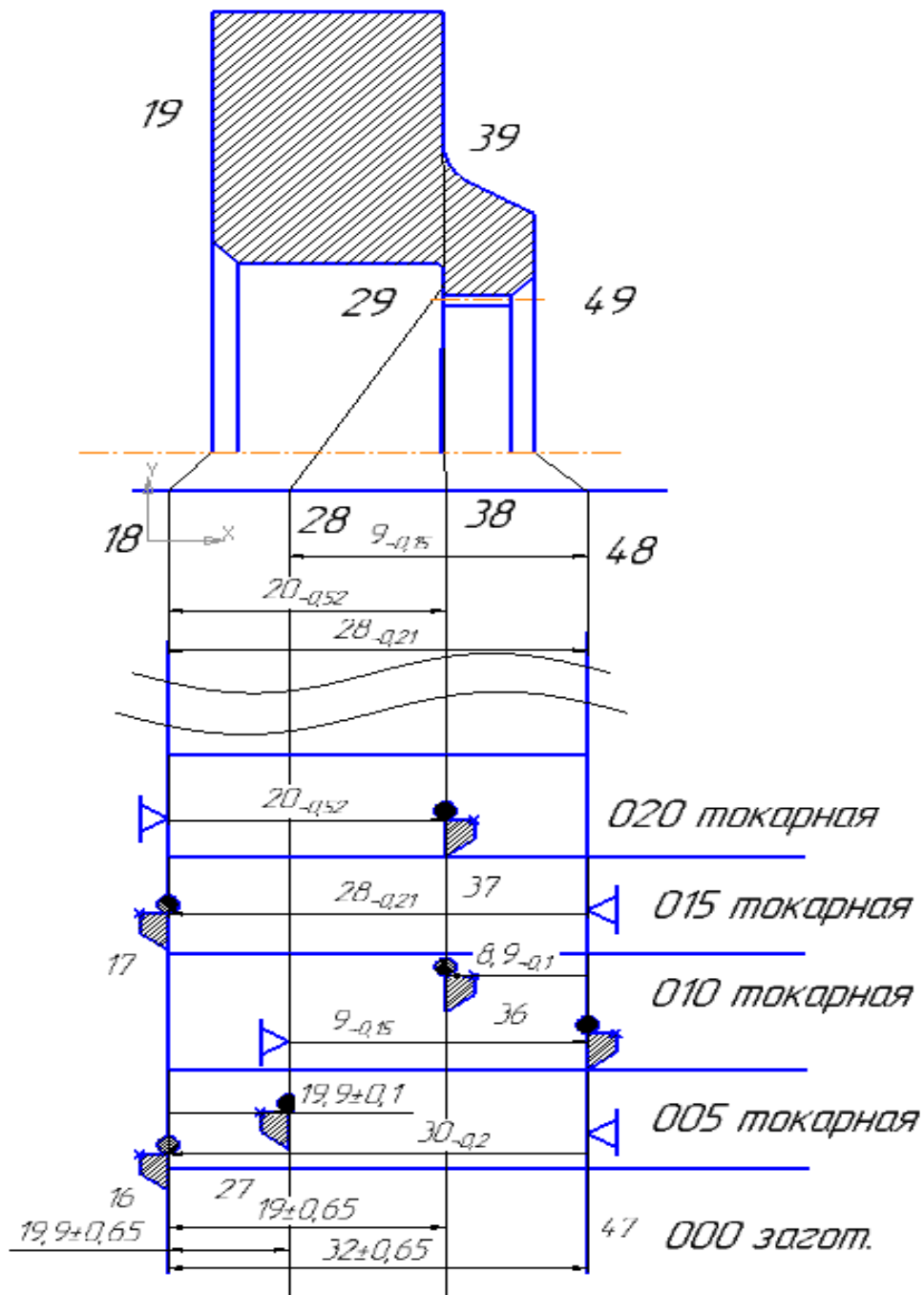


Рисунок 2.17 – Схема линейных размерных цепей

Составим и решим уравнения припусков для действующего технологического процесса линейных размеров по формулам (2.9-2.16).

$$A\Delta = A_1 + A_2 + \dots + A_i \quad (2.9)$$

где $A\Delta$ – замыкающее звено,

A_i – составляющее звено

$$T_{A\Delta[37..48]} = t \sqrt{\sum \lambda^2 \cdot T_{A_i}^2} \quad (2.10)$$

где t – коэффициент риска, определяющий количество бракованных деталей;

λ – коэффициент относительного рассеяния;

T_{A_i} – допуск составляющего звена.

$$\Delta_0 A_i = \Delta_0 A_i (\text{ув}) - \Delta_0 A_i (\text{ум}) \quad (2.11)$$

$$\Delta_0 A = \frac{E_s - E_i}{2}; \quad (2.12)$$

где E_s – верхнее отклонение составляющего звена;

E_i – нижнее отклонение составляющего звена.

Верхнее отклонение замыкающего звена определяется по формуле:

$$B.O.A_i = \Delta_0 A_i + T_{A_i}/2 \quad (2.13)$$

Нижнее отклонение замыкающего звена определяется по формуле:

$$H.O.A_i = \Delta_0 A_i - T_{A_i}/2 \quad (2.14)$$

$$A_i = A_i_{\min} + \frac{T_{A_i}}{2} - \Delta_0 A_i, \quad (2.15)$$

где $[17_18]_{\min}$ – минимальный припуск;

T_{A_i} [17_18] – поле рассеяния замыкающего звена;

$\Delta_0 A_i$ [17_18] – координата середины поля рассеяния замыкающего звена.

$$Z_{\min} = Rz + Df,$$

(2.16)

где Rz - шероховатость поверхности с предшествующего перехода,

Df – дефектный слой с предшествующего перехода.

Тогда, получается что звено [17_18] находится следующим образом:

$$[17_18] = -(18_48) + (48_28) + (28_17)$$

$$[17_18]_{\text{ном}} = [17_18]_{\text{мин}} - \frac{W(17_18)}{2} - \Delta W[17_18],$$

где [17_18]_{мин} – минимальный припуск;

W[17_18] – поле рассеяния замыкающего звена;

ΔW[17_18] – координата середины поля рассеяния замыкающего звена.

$$[17_18]_{\text{мин}} = Rz + Df,$$

где Rz - шероховатость поверхности с предшествующего перехода,

$$Rz = 160 \text{ мкм};$$

Df – дефектный слой с предшествующего перехода,

$$Df = 100 \text{ мкм}$$

$$W [17_18] = T(18_48) + T(48_28) + T(28_17)$$

$$W [17_18] = 0,21 + 0,15 + 0,2 = 0,56 \text{ мм};$$

$$\Delta W[17_18] = \Delta T(18_48) + \Delta T(48_28) + \Delta T(28_17)$$

$$\Delta W[17_18] = (-0,105) + (-0,075) = -0,18 \text{ мм.}$$

$$[17_18]_{\text{ном}} = 0,26 + \frac{0,56}{2} + 0,18 = 0,72 \text{ мм.}$$

$$[17_18] = -(28)_{-0,21} + (9)_{-0,15} + (28_17)_{-0,105}^{+0,105}$$

$$(28_17)_{-0,105}^{+0,105} = -0,72 - 28 + 9$$

$$(28_17) = -19,72 \text{ мм. IT 12}$$

Составим уравнение для припуска (27_16) по формуле 1.11 и решим

его

$$[27_16] = (16_17) + (17_28)$$

$$[16_17]_{\text{ном}} = [16_17]_{\text{мин}} - \frac{W(16_17)}{2} - \Delta W[16_17],$$

где $[16_17]_{\min}$ – минимальный припуск;

$W[16_17]$ – поле рассеяния замыкающего звена;

$\Delta W[16_17]$ – координата середины поля рассеяния замыкающего звена.

$$[16_17]_{\min} = Rz + Df,$$

где Rz - шероховатость поверхности с предшествующего перехода,

$$Rz = 250 \text{ мкм};$$

Df – дефектный слой с предшествующего перехода,

$$Df = 400 \text{ мкм}$$

$$W [16_17] = T(17_27) + T(16_27) = 0,21 + 1,3 = 1,51 \text{ мм}$$

$$\Delta W[16_17] = \Delta T(17_27) + \Delta T(16_27) = 0 \text{ мм.}$$

$$[16_17]_{\text{ном}} = 0,65 + \frac{1,51}{2} + 0 = 1,405 \text{ мм.}$$

$$(16_27) = (17_28) + (16_17) = 1,405 + 19,72 = 21,125 \text{ мм.}$$

Округлим до 21 мм (-0,125)

Размер A_1 на операционном эскизе:

$$A_1 = (28_17) = 19,72_{-0,21}$$

Найдем размер на заготовке $[16_47]$ с учетом A_1

Полученный размер заготовки A_2 21 мм.

Аналогичным образом найдем, припуски, размеры на операции и заготовку и сделаем проверку в программе Visual KursAr 7.12, внесем их в таблицу.

$$\text{Припуск } [37_38] = (38_18) - (18_48) + (48_37)$$

Операционный размер (37_48) найдем из уравнения.

$$\text{Размер заготовки } [16_36] = (36_18) + (37_36)$$

$$\text{Припуск } [48_47] = (47_17) - (17_28) - (28_48)$$

Операционный размер (47_17) найдем из уравнения.

$$\text{Размер заготовки } [16_47] = (47_17) + (17_16)$$

$$\text{Припуск } [37_36] = (36_16) - (16_47) + (47_17) - (17_28) - (28_48) + (48_37)$$

найдем по вероятностному методу по формулам (2-7)

$$\text{Припуск } [27_28] = (28_17) - (17_47) + (47_16) - (16_27)$$

					ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

Припуск [16_17] = -(17_47) + (47_16)

Припуск [17_18] = -(18_48) + (48_28) + (28_17)

Полученные значения занесем в таблицу 2.9

Таблица 2.9 – Линейные размеры

Звено	Квалитет	Название	Значение, мм
37_38	-	Припуск	0,7
17_18	-	Припуск	0,9
37_36	-	Припуск	2
48_47	-	Припуск	1
27_28	-	Припуск	3
16_17	-	Припуск	2,1
37_48	12	Операционный размер	8,9
17_28	12	Операционный размер	19,9
16_36	12	Операционный размер	24
17_47	16	Размер заготовки	30
16_27	16	Размер заготовки	19
16_47	16	Размер заготовки	32

Из размерного анализа видно, что все звенья выполняются. Наибольший размер заготовки 32 мм IT16, наибольший припуск $h = 3$ мм.

Введенные данные в программу Visual KursAR и полученные таблицы с числовыми значениями (рисунок 2.18)


```

|<--->|<##>|<--->|
| Visual KursAR | курс Автоматизированного Расчета размерных цепей
| Version 7.12 | (с) Без права эксплуатации в других организациях!
|<- ->|<==>|<- ->|
Исходная размерная информация
-----
1: 9 19 39 20 0 -0,52          2: 9 19 49 28 0 -0,21
3: 9 29 49 9 0 -0,15          4: 8 18 38 20 0 -0,52
5: 2 37 38 0,26              6: 2 17 18 0,65
7: 8 18 48 28 0 -0,21        8: 2 37 36 0,65
9: 6 37 48 0,105 -0,105 2    10: 8 28 48 9 0 -0,15
11: 2 48 47 0,65             12: 6 17 28 0,105 -0,105 2
13: 2 27 28 0,65            14: 2 16 17 0,65
15: 6 17 47 0 -0,21 0       16: 6 16 36 0,65 -0,65 0
17: 6 16 47 0,65 -0,65 0    18: 6 16 27 0,65 -0,65 0

Гр. 0 и 1 .. - замыкающие звенья в обратной задаче - [#] = 0.
Гр. 2, 3 и 4 - замыкающие звенья в прямой задаче .. - [=] = 6.
Гр. 5 ..... - заменяющие-замыкающие размеры-звенья - {~} = 0.
Гр. 6 ..... - составляющие определяемые размеры .. - (-) = 6.
Гр. 7 и 8 .. - составляющие известные размеры ..... - (+) = 3.
Гр. 9 ..... - исходные (чертежные) размеры ..... - (+) = 3.

Диагностическая информация по схеме
-----
Все размеры схемы связаны и не имеют циклов.

Гр. 2, 3 и 4 - замыкающие звенья в прямой задаче .. - [=] = 6.
Гр. 6 ..... - составляющие определяемые размеры .. - (-) = 6.

Цепи размерные.
Уравнения решены методом Максимума-Минимума:
1. [37=38]==(18+38)-(18+48)+(37-48)
2. [17=18]==-(18+48)+(28+48)+(17-28)
3. [48=47]==(17-47)-(17-28)-(28+48)
4. [16=17]==-(17-47)+(16-47)
6. [27=28]==(17-28)-(17-47)+(16-47)-(16-27)
Вероятностный метод решения. Тип производства: серийное.
5. [37=36]==(16-36)-(16-47)+(17-47)-(17-28)-(28+48)+(37-48)

```

Таблица

Результаты расчета размерной схемы (см.)

Гр	Номера левой и правой поверхностей звена	Номинал. значение	Верхнее отклон. Min	нижнее отклон. Max	Средний номинальный размер звена	Запасы расчетн. предельных значений исходного звена по Min и по Max
1	2= 37 38		0,265	1,205	0,735	0,005

Окончание табл.

Гр	Номера левой и правой поверхностей звена	Номинал. значение	Верхнее отклон. Min	нижнее отклон. Max	Средний номинальный размер звена	Запасы расчетн. предельных значений исходного звена по Min и по Max
2=	17 18		0,655	1,225	0,940	0,005
2=	37 36		0,799	3,102	1,950	0,149
2=	48 47		0,775	1,345	1,060	0,125
2=	27 28		1,505	4,525	3,015	0,855
2=	16 17		1,350	2,860	2,105	0,700
6+	37 48	8,890	0,105	-0,105	8,890	
6+	17 28	19,910	0,105	-0,105	19,910	
6+	16 36	24,000	0,650	-0,650	24,000	
6+	17 47	30,000	0,000	-0,210	29,895	
6+	16 27	19,000	0,650	-0,650	19,000	
6+	16 47	32,000	0,650	-0,650	32,000	

Рисунок 2.18 – Результаты расчета линейных размеров в программе

Расчет диаметральных размеров

Изобразим схему диаметральных размеров в ПО Компас, составим и решим уравнения припусков для действующего технологического процесса диаметральных размеров (рисунок 2.19).

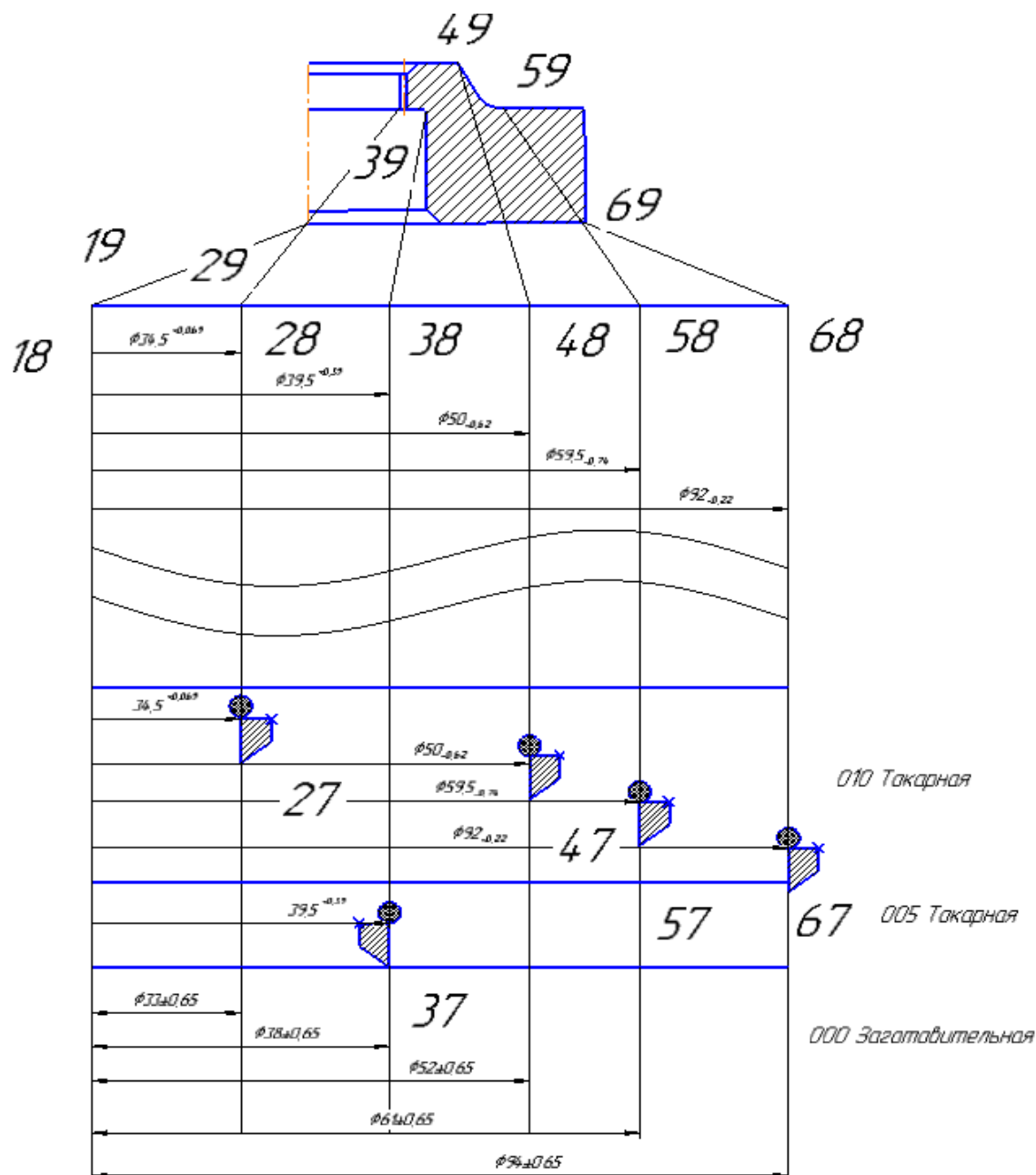


Рисунок 2.19 – Схема диаметральных размерных цепей

Составим и решим уравнения припусков по формулам (2-8):

$$[27_{-18}] = 34,5 - 1,672 = 32,8$$

Найдем номинальный размер звена по формуле

$$[27_{-28}]_{\text{ном}} = 0,65 + \frac{1,362}{2} + 0,341 = 1,672 \text{ мм.}$$

Найдем сумму допусков составляющих звеньев по формуле

$$W [27_{-28}] = T(28_{-18}) + T(18_{-27}) = 0,062 + 1,3 = 1,362 \text{ мм}$$

Найдем координату середины поля допуска по формуле

$$\Delta W[27_28] = \Delta T(28_18) + \Delta T(18_27) = (0,031) + (0,31) = 0,341 \text{ мм.}$$

Найдем размер на заготовке:

$$[27_18] = (18_28) - (28_27)$$

$$[27_18] = 34,5 - 1,672 = 32,8$$

Округлим до 33 мм (+0,2)

Полученный размер заготовки A_1 33 мм.

Аналогичным образом найдем, припуски, размеры на операции и заготовку и сделаем проверку в программе Visual KursAr 7.12, внесем их в таблицу.

$$\text{Припуск } [37_38] = (38_18) + (18_37)$$

Операционный размер (38_18) найдем из уравнения.

$$\text{Размер на заготовке } [18_37] = (38_18) - (37_38)$$

$$\text{Припуск } [48_47] = (47_18) + (18_47)$$

Операционный размер (47_18) найдем из уравнения.

$$\text{Размер на заготовке } [18_47] = (48_47) + (18_48)$$

$$\text{Припуск } [58_57] = (57_18) + (18_58)$$

Операционный размер (58_18) найдем из уравнения.

$$\text{Размер на заготовке } [18_57] = (57_58) + (58_18)$$

$$\text{Припуск } [68_67] = (67_18) + (18_68)$$

Операционный размер (68_18) найдем из уравнения.

$$\text{Размер на заготовке } [18_67] = (67_68) + (18_68)$$

В процессе расчетов линейных размерных цепей по методам максимума – минимума и вероятностного метода были найдены размеры заготовок, операционные размеры и припуски, необходимые для снятия, занесем данные в таблицу 2.10.

Таблица 2.10 - Диаметральные размеры

Звено	Квалитет	Название	Значение, мм
27_28	-	Припуск	1,5
48_47	-	Припуск	2,15
58_57	-	Припуск	1,8
68_67	-	Припуск	2,1
37_38	-	Припуск	1,8
18_27	9	Размер заготовки	33
18_47	14	Размер заготовки	52
18_57	14	Размер заготовки	61
18_67	11	Размер заготовки	94
18_37	13	Размер заготовки	38

В процессе расчетов диаметральных размерных цепей по методу максимума – минимума были найдены размеры заготовок, операционные размеры и припуски, необходимые для снятия. Видно, что наибольший припуски $h = 2,1$ мм и $h = 2,15$ мм. получаемые в результате сверления отверстия $\varnothing 39,5$ мм. и точения наружной цилиндрической поверхности $\varnothing 92$ мм. после заготовительной операции, для обеспечения конструкторского размера.

Полученные данные в программе представлены на рисунке 2.20.

```

|<--->|<##>|<--->|
| Visual KursAR | Курс Автоматизированного Расчета размерных цепей |
| Version 7.12 | (с) Без права эксплуатации в других организациях! |
|<--->|<==>|<--->|
Исходная размерная информация
-----
1: 9 19 29 34,5 0,069 0 2: 9 19 39 39,5 0,39 0
3: 9 19 49 50 0 -0,74 4: 9 19 59 59,5 0 -0,74
5: 9 19 69 92 0 -0,22 6: 8 18 28 34,5 0,062 0
7: 2 27 28 0,65 8: 8 18 48 50 0 -0,3
9: 2 48 47 0,65 10: 8 18 58 59,5 0 -0,74
11: 2 58 57 0,65 12: 8 18 68 92 0 -0,22
13: 2 68 67 0,65 14: 8 18 38 39,5 0,65 0
15: 2 37 38 0,65 16: 6 18 27 0,65 -0,65 0
17: 6 18 37 0,65 -0,65 0 18: 6 18 47 0,65 -0,65 0
19: 6 18 67 0,65 -0,65 0 20: 6 18 57 0,65 -0,65 0

Гр. 0 и 1 .. - замыкающие звенья в обратной задаче - [#] = 0.
Гр. 2, 3 и 4 - замыкающие звенья в прямой задаче .. - [-] = 5.
Гр. 5 ....., - заменяющие замыкающие размеры звенья - (-) = 0.
Гр. 6 ....., - составляющие определяемые размеры .. - (-) = 5.
Гр. 7 и 8 .. - составляющие известные размеры ....., - (+) = 5.
Гр. 9 ....., - исходные (чертежные) размеры ....., - (+) = 5.

Диагностическая информация по схеме
-----
Все размеры схемы связаны и не имеют циклов.

Гр. 2, 3 и 4 - замыкающие звенья в прямой задаче .. - [-] = 5.
Гр. 6 ....., - составляющие определяемые размеры .. - (-) = 5.

Цепи размерные.
Уравнения решены методом Максимума-Минимума:
1. [27=28]=+(18+28)-(18-27)
2. [48=47]=+(18-47)-(18+48)
3. [58=57]=+(18-57)-(18+58)
4. [68=67]=+(18-67)-(18+68)
5. [37=38]=+(18+38)-(18-37)
|
-----
Таблица .....
Результаты расчета размерной схемы (см. ....)
-----
Гр. | Номера | Номинал. | Верхнее | Нижнее | Средний | Запасы расчетн.
| левая и | значение | отклон. | отклон. | номи- | предельных зна-
| правой | | | | нальный | чений относит.
| поверхно- | Если нет | Предельн. | | размер | исходного звена
| па | номинала | | | | звена | по Min и по Max
| стей | | | | | |
| звена | | | | | |
-----
2= 27 28 0,850 2,212 1,531 0,200
2= 48 47 1,350 2,950 2,150 0,700
-----
Окончание табл. ....
-----
Гр. | Номера | Номинал. | Верхнее | Нижнее | Средний | Запасы расчетн.
| левая и | значение | отклон. | отклон. | номи- | предельных зна-
| правой | | | | нальный | чений относит.
| поверхно- | Если нет | Предельн. | | размер | исходного звена
| па | номинала | | | | звена | по Min и по Max
| стей | | | | | |
| звена | | | | | |
-----
2= 58 57 0,850 2,890 1,870 0,200
2= 68 67 1,350 2,870 2,110 0,700
2= 37 38 0,850 2,800 1,825 0,200
6+ 18 27 33,000 0,650 -0,650 33,000
6+ 18 47 52,000 0,650 -0,650 52,000
6+ 18 57 61,000 0,650 -0,650 61,000
6+ 18 67 94,000 0,650 -0,650 94,000
6+ 18 37 38,000 0,650 -0,650 38,000
-----

```

Рисунок 2.20 – Результаты расчетов диаметральных размеров

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

Обработка резанием достаточно сложный процесс отделения стружки от материала. Благодаря этому происходит изменение геометрической формы и качества поверхности изделия (см. Библ. сп. – [5]).

Режимы резания, представляющие собой совокупность параметров, определяющих характер протекания процесса механической обработки.

К режимам резания относятся: глубины резания (t), подача (S), скорость резания (V) или частота вращения шпинделя станка (n), сила резания (P), мощность резания (N).

Глубина резания – толщина слоя материала, удаляемого за один рабочих ход.

Подача- величина перемещения инструмента относительно заготовки или заготовки относительно инструмента в направлении подачи за один оборот, за один рабочий ход или в единицу времени (минуту).

Скорость резания – величина перемещения режущей кромки инструмента относительно обрабатываемой поверхности в единицу времени.

Частота вращения – число оборотов твердого тела в единицу времени.

Сила резания – усилие, возникающее при резании материалов в контакте заготовка – режущий инструмент.

Мощность резания – это произведение скорости резания на силу резания.

Исходными данным при определении режимов резания являются:

Материал заготовки и его характеристика: точность размеров, точность формы, точность расположения поверхностей, требуемая шероховатость, технические условия, величина и характер припусков на обработку, наличие поверхностной корки;

Режимы резания выбираются в соответствии с достижением наибольшей производительности, при наименьшей себестоимости операции;

Тип и состояние металлорежущего оборудования;

Метод обработки;

Расчет режимов резания выполняют с определенной последовательностью:

Выбор числа стадий обработки осуществляется по [карте 1] в зависимости от требуемого качества точности,

где I – черновая стадия, рассчитана на получение 12-13 IT,

II – получистовая стадия, рассчитана на получение 12-13 IT,

					ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

III – чистовая стадия, рассчитана на получение 9-11 IT,

IV – отделочная стадия, рассчитана на получение 7-8 IT.

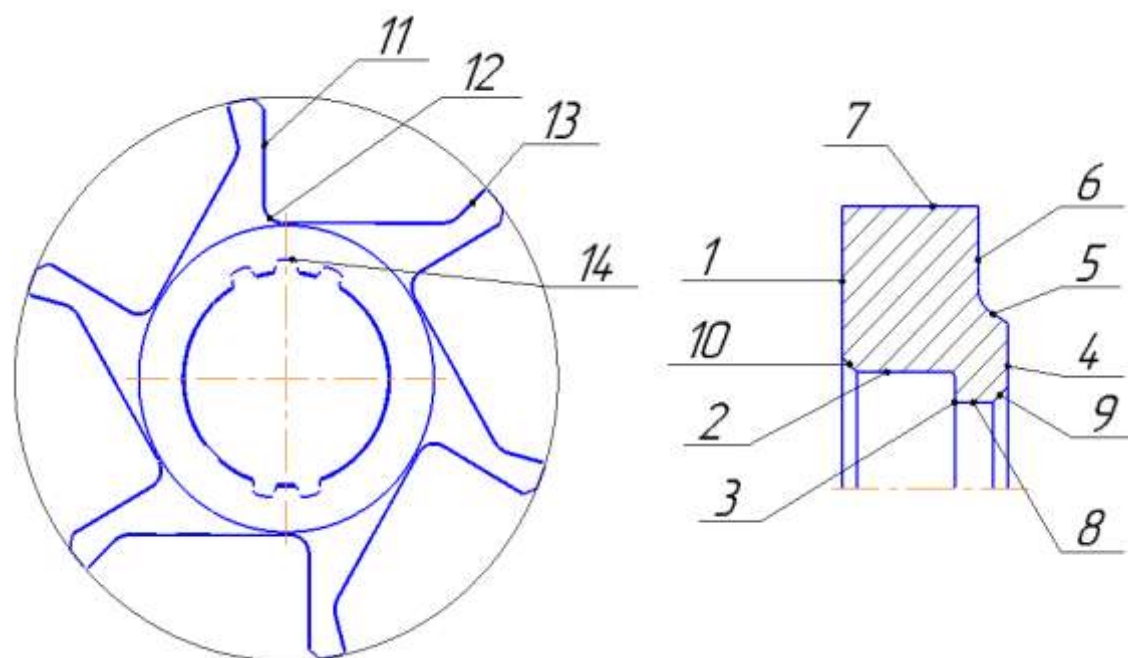


Рисунок 2.21 – Схема расположения поверхностей

На рисунке 2.21 представлена схема расположения поверхностей обработки детали «Поводок муфты», где самая точная поверхность достигается на операции токарной 010, растачиванием $\varnothing 33$ мм. в $\varnothing 34,5$ мм. с точностью до 9 квалитета – III стадия.

Далее идет поверхность наружная цилиндрическая, относящаяся к габаритным размерам детали $\varnothing 92$ мм. с 11 квалитетом точности на операции токарной 010;

диаметральный размер $\varnothing 39,5$ мм. выполняется с точностью до 13 квалитета на операции токарной 005.

линейные размер 28 мм. и 9 мм. выполняются с точностью до 12 квалитета, выполняются на операциях токарной 015 и 010 соответственно;

линейный размер 20 мм., диаметральный $\varnothing 50$ мм. и $\varnothing 59,5$ мм. выполняются с точностью до 14 квалитета на операциях токарная 020, 010 соответственно.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Выбор карты осуществляется с учетом нагруженности технологической системы. В нашем случае твердость заготовки свыше 170 НВ, что соответствует высокой силовой нагруженности при малой жесткости технологической системы.

Проведем выбор режима резания по указанным выше параметрам для токарной операции 010, в которой необходимо обеспечить точность таких размеров, как диаметральный размер поверхности 7 - $\varnothing 92$ мм., который выполняется с точностью до 11 квалитета, с учетом снятия припуска 2,1 мм, подрезки торца поверхности 6 – на глубину $t = 2$ мм, скругление R5 поверхности 5, подрезки правого торца 4 – на глубину $t = 1$ мм, и снятия фаски $0,5 \times 45^\circ$ с поверхности 9.

Деталь:

Наименование – деталь «Поводок муфты».

Материал – сталь 12Х2Н4А (270 НВ)

Точность обработки поверхностей: 7– IT 11, 6,4 - IT 12.

Параметры шероховатости обработанных поверхностей: 7,4 – $Ra=2,5$ мкм, 6 – $Ra=5$ мкм.

Заготовка:

Заготовка – штамповка (обычной точности - IT16)

Состояние поверхности – с коркой.

Масса – 1,2 кг

Припуск на обработку поверхностей: 1 – 2,1 мм; 2 – 1,8 мм; 3 – 3 мм.

Станок:

16К20

Паспортные данные:

Максимальная частота вращения шпинделя n , мин^{-1} :
12,5;16;20;25;31,5;40;50;63;80;100;125;160;200;250;315;400;500;630;800;1000;
;1250;1500;2000

Диапазон скорости подачи, мм/мин, по осям:

					ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

$X - 0,05 \dots 2800$;

Наибольшая сила, допускаемая механизмами:

Продольной подачи – 3530 кН;

Мощность привода главного движения – 10 кВт.

Операция:

Базирование в трехкулачковом патроне. Точить поверхности 7, подрезав торец 4,6 сверление отверстия поверхности 8.

Выбор стадий обработки

По карте 1, лист 3 определяют необходимые стадии обработки. Для растачивания наружного диаметра необходимо 2 стадии – получистовая, чистовая. Для подрезки торцов 4,6 достаточно 1 стадии обработки – получистовой.

Выбор глубины резания.

По карте 2 определяют минимально необходимую глубину резания для получистовой обработки.

Для поверхности 7 припуск 2,1мм - на чистовую обработку – $t_1 = 0,9$ мм,

припуск на получистовую обработку – $t - t_1 = 2,1 - 0,9 = 1,2$ мм,

Для поверхности 4 припуск 1мм -на получистовую обработку – $t_1 = 1$ мм,

Для поверхности 6 припуск 3 мм - на получистовую обработку – $t_1 = 1$ мм,

Выбор инструмента

На данном станке используются резцы с сечением державки 25 x 25 мм для подрезки торцов и растачивания диаметра. Толщина пластины 4,76 мм.

По приложениям 1,5 и исходя из условий обработки принимают квадратную форму пластины с углом при вершине 90° из твердого сплава Т15К6 – для получистовой стадии.

					ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

По приложению 6 выбирают способ крепления пластины – клин-прихватом для получистовой стадии.

По приложению 7 и исходя из условий обработки выбирают углы в плане: $\varphi=50^\circ$, $\varphi_1=8^\circ$ для обработки всех поверхностей.

По приложению 8 определяют остальные геометрические параметры режущей части.

Для получистовой стадий обработки:

Задний угол $\alpha = 20^\circ$;

Передний угол $\gamma = -5^\circ$;

Форма передней поверхности – плоская отрицательная;

Радиус скругления режущей кромки $\rho = 0,03$;

Радиус вершины резца $r_B = 0,8$.

Нормативный период стойкости находим по приложению 13 $T = 30$ мин.

Выбор подачи.

Для получистовой и чистовой стадии обработки поверхности 7, значения подач определяют по карте 4 и 6 соответственно. Для поверхности 7 при точении детали на диаметре 93 мм с глубиной резания $t = 0,9$ мм и 1,2 мм. рекомендуется подача $S_{oT} = 0,22$ мм/об и $S_{oT} = 0,49$ мм/об соответственно

Для получистовой стадии обработки поверхностей 4,6 значения подач определяют по карте 4. Для поверхности 4 при подрезке торца детали на диаметре с глубиной резания $t = 1$ мм. рекомендуется подача $S_{oT} = 0,61$ мм/об., при подрезке торца детали 6 с глубиной резания $t = 2$ мм. рекомендуется подача $S_{oT} = 0,39$ мм/об.,

Поправочные коэффициенты выбираем по карте 3 на подачу в зависимости от инструментального материала $K_{Si} = 1$

По [карте 5] определяют поправочные коэффициенты на подачу для получистовой стадии обработки для измененных условий обработки в зависимости от:

					ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

$K_{Sд}$ – сечения державки резца, 1;

K_{Sh} - прочности режущей части, 0,9;

K_{SM} - механических свойств обрабатываемого материала, 1,0;

K_{Sy} – схема закрепления, 0,8;

K_{Sp} - состояния поверхности заготовки, 0,85;

$K_{Sφ}$ - геометрических параметров режущей части инструмента, 1,4;

K_{Sj} - жесткости станка, 0,7.

Окончательно подачу для получистовой части определяем по формуле

$$S_o = S_{от} K_{Sд} K_{Sh} K_{SM} K_{Sy} K_{Sp} K_{Sφ} K_{Sj} K_{Si} \quad (2.17)$$

Для поверхности 7 для чистой и получистой стадии

$$S_o = 0,49 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 0,85 \cdot 1,4 \cdot 0,7 \cdot 1 = 0,294 \text{ мм/об}$$

$$S_o = 0,22 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 0,85 \cdot 1,4 \cdot 0,7 \cdot 1 = 0,132 \text{ мм/об};$$

Для поверхности 4

$$S_o = 0,61 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 0,85 \cdot 1,4 \cdot 0,7 \cdot 1 = 0,366 \text{ мм/об};$$

Для поверхности 6

$$S_o = 0,39 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 0,85 \cdot 1,4 \cdot 0,7 \cdot 1 = 0,216 \text{ мм/об};$$

Рассчитанные подачи стадий обработки проверяют по осевой и радиальной составляющим силы резания, допустимым прочностью механизма подач станка.

По [карте 32] определяют табличные значения составляющих сил резания:

При обработке поверхности 7 с глубиной резания $t = 0,9$ мм и 1,2 мм. и подачей $S_o = 0,29$ мм/об, $P_{хт}=630$ Н, $P_{yt}= 230$ Н; $S_o = 0,13$ мм/об, $P_{хт}=530$ Н, $P_{yt}= 160$ Н;

При обработке поверхностей 4 и 6 с глубиной резания $t = 1$ мм и 2 мм. и подачей $S_o = 0,36$ мм/об, $P_{хт}=630$ Н, $P_{yt}= 230$ Н; $S_o = 0,21$ мм/об, $P_{хт}=630$ Н, $P_{yt}= 230$ Н;

По [карте 33] определяют поправочные коэффициенты на силы резания для измененных условий в зависимости от:

					ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

$K_{P_{MX}} = K_{P_{MY}}$ – механических свойств обрабатываемого материала, 1;

Главного угла в плане для всех поверхностей:

$$K_{r\phi x} = 0,7; K_{r\phi y} = 2,0;$$

Главного переднего угла для всех поверхностей:

$$K_{r\gamma x} = 1,0; K_{r\gamma y} = 1,0;$$

Угла наклона режущей кромки:

$$K_{r\lambda x} = 1,0; K_{r\lambda y} = 1,0.$$

Окончательно составляющие силы резания определяют по формулам

$$P_x = P_{xT} K_{P_{MX}} K_{r\phi x} K_{r\gamma x} K_{r\lambda x} \quad (2.18)$$

$$P_y = P_{yT} K_{P_{MY}} K_{r\phi y} K_{r\gamma y} K_{r\lambda y} \quad (2.19)$$

Для поверхности 7

$$P_x = 630 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 441 \text{ Н}$$

$$P_y = 230 \cdot 1 \cdot 2,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 460 \text{ Н}$$

Для поверхности 4

$$P_x = 630 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 441 \text{ Н}$$

$$P_y = 230 \cdot 1 \cdot 2,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 460 \text{ Н}$$

Для поверхности 6

$$P_x = 630 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 440 \text{ Н}$$

$$P_y = 230 \cdot 1 \cdot 2,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 460 \text{ Н}$$

Рассчитанные значения составляющих сил резания меньше, чем допускается механизмом подачи станка.

Выбор скорости резания.

Рекомендуемые значения скорости резания для чистовой и получистовой стадии обработки выбирают по карте 21.

Для чистовой стадии поверхности 7 $K_{V_{нi}} = 1,0$, подача $S_o = 0,29$ мм/об, скорость резания $V_T = 210$ м/мин;

Для получистовой стадии поверхности 7 $K_{vн} = 1,0$, подача $S_o = 0, 19$ мм/об, скорость резания $V_T = 190$ м/мин;

Для получистовой стадии поверхности 4 $K_{vн} = 1,0$, подача $S_o = 0, 36$ мм/об, скорость резания $V_T = 159$ м/мин;

Для получистовой стадии поверхности 6 $K_{vн} = 1,0$, подача $S_o = 0, 21$ мм/об, скорость резания $V_T = 179$ м/мин.

Общий поправочный коэффициент на скорость резания вычисляют по формуле

$$K_v = K_{vн} K_{vc} K_{vo} K_{vj} K_{vm} K_{v\phi} K_{vT} K_{Sж} \quad (2.20)$$

По [карте 23] выбирают остальные поправочные коэффициенты для получистовой стадии обработки для измененных условий в зависимости от:

Группы обрабатываемости материала $K_{vc} = 1,0$;

Вида обработки $K_{vo} = 1,0$;

Жесткости станка $K_{vj} = 0,7$;

Механических свойств обрабатываемого материала $K_{vm} = 1,0$;

Геометрических параметров резца для всех поверхностей $K_{v\phi} = 1,4$;

Периода стойкости режущей части $K_{vT} = 10$;

Наличия охлаждения $K_{vж} = 1,0$.

Для получистовой стадии обработки поверхностей по формуле 4

$$K_v = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,7 \cdot 1,0 \cdot 1,4 \cdot 1,0 \cdot 1, = 0,98$$

Окончательно скорость резания при получистовой стадии обработки определяем по формуле

$$v = v_T K_v \quad (2.21)$$

Для чистовой стадии поверхности 7 – $v = 0,98 \cdot 210 = 205,8$ м/мин;

Для получистовой стадии поверхности 7 – $v = 0,98 \cdot 190 = 186,2$ м/мин;

					ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69

Для получистовой поверхности 4 – $v = 0,98 \cdot 159 = 155,8$ м/мин;

Для получистовой поверхности 6 – $v = 0,98 \cdot 179 = 145,9$ м/мин;

Частота вращения шпинделя для чистовой стадии поверхности 7

$$n = \frac{1000v}{\pi D}$$

(2.22)

$$n = \frac{1000 \cdot 205,8}{3,14 \cdot 93} = 704,74 \text{ мин}^{-1}$$

Принимаем частоту вращения, имеющуюся у станка, $n_{\text{ф}} = 630 \text{ мин}^{-1}$.

Тогда фактически скорость резания для 7 поверхности

$$v_{\text{ф}} = \frac{3,14 \cdot 93 \cdot 630}{1000} = 183,9 \text{ м/мин}$$

Частота вращения шпинделя по формуле 7 для получистовой стадии поверхности 7

$$n = \frac{1000 \cdot 186,2}{3,14 \cdot 93} = 509,8 \text{ мин}^{-1}$$

Принимаем частоту вращения, имеющуюся у станка, $n_{\text{ф}} = 630 \text{ мин}^{-1}$.

Тогда фактически скорость резания для 7 поверхности

$$v_{\text{ф}} = \frac{3,14 \cdot 93 \cdot 630}{1000} = 183,9 \text{ м/мин}$$

Частота вращения шпинделя по формуле 7 для получистовой стадии поверхности 4

$$n = \frac{1000 \cdot 155,8}{3,14 \cdot 93} = 533,5 \text{ мин}^{-1}$$

Принимаем частоту вращения, имеющуюся у станка, $n_{\text{ф}} = 500 \text{ мин}^{-1}$.

Тогда фактически скорость резания для 6 поверхности

$$v_{\text{ф}} = \frac{3,14 \cdot 93 \cdot 500}{1000} = 146,01 \text{ м/мин}$$

Частота вращения шпинделя по формуле 7 для получистовой стадии поверхности 6

$$n = \frac{1000 \cdot 145,9}{3,14 \cdot 93} = 499,62 \text{ мин}^{-1}$$

					ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		70

Принимаем частоту вращения, имеющуюся у станка, $n\phi = 500 \text{ мин}^{-1}$.
Тогда фактически скорость резания для 6 поверхности

$$v\phi = \frac{3,14 \cdot 93 \cdot 500}{1000} = 146,01 \text{ м/мин}$$

Проверка выбранных режимов по мощности привода главного движения

Для чистовой стадии обработки поверхности 7 мощность резания определяют по [карте 21] аналогичной табличной скорости резания, т.е. значения N_T берут из той же «клетки» в [карте 21], что и значение v_T .

С учетом поправочного коэффициента $K_N = 1,15$ мощность корректируют по формуле

$$N = N_T K_N \frac{v\phi}{v_T} = 6,3 \cdot 1,15 \cdot \frac{183,9}{210} = 6,34$$

Мощность для 1 поверхности: 7,7 кВт – по паспорту станка

По [карте 26] определяем поправочные коэффициенты на подачу по параметру шероховатости, которые зависят от:

K_{S_M} – механические свойства обрабатываемого материала, 0,92;

$K_{S_{И}}$ - инструментальный материал, 1;

K_{S_O} – вида обработки, 1;

$K_{S_{Ж}}$ – наличие охлаждения, 1.

Окончательно максимально допустимую подачу по параметру шероховатости для чистовой стадии обработки поверхности 7 ($S_o = 0,29$ мм/об) получистой стадии обработки поверхности 4 (0,36 мм/об) определяют по формуле

$$S_o = 0,29 \cdot 0,92 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,26 \text{ мм/об}$$

$$S_o = 0,36 \cdot 0,92 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,33 \text{ мм/об}$$

Расчет режимов резания для сверления и зенкерования отверстия $\Phi 33$ мм.

Деталь:

					ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

Наименование – детали «Поводок муфты»

Материал – Сталь 12Х2Н4А, 270 НВ

Точность обработки $\varnothing 34,5^{+0,062}$ мм (Н9) мм.

Параметр шероховатости Ra = 5 мкм.

Заготовка:

Заготовка – штамповка (обычной точности) IT-16.

Масса – 1,2 кг.

Отверстие в сплошном металле.

Станок:

16К20

Паспортные данные:

Максимальная частота вращения шпинделя n, мин⁻¹:
12,5;16;20;25;31,5;40;50;63;80;100;125;160;200;250;315;400;500;630;800;1000
;1250;1500;2000

Диапазон скорости подачи, мм/мин, по осям:

X – 0,05...2800;

Наибольшая сила, допускаемая механизмами:

Продольной подачи – 3600 Н;

Мощность привода главного движения – 10 кВт.

Диапазон регулирования частот 1500/4500 мин⁻¹.

Операция:

Обработать отверстие $\varnothing 33$ мм. в $\varnothing 34,5^{+0,062}$ мм (Н9) мм.

Выбор варианта маршрута обработки.

Маршрут выбирают по карте 44 в зависимости от диаметра, точности и параметра шероховатости обрабатываемого отверстия, состояния отверстия заготовки, вида устройства с ЧПУ. В данном случае для диаметра $\varnothing 34,5$ мм (Н9) мм. с шероховатостью Ra = 5 мкм включает сверление и полуступенчатой зенкерование.

Выбор глубины резания.

					ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		72

Определяют по карте 45 и корректируют с учетом последовательности переходов маршрута (поправочный коэффициент K_{ij}). Для данного случая глубина резания для сверления.

Расчет диаметров обрабатываемого отверстия по переходам маршрута и выбор инструмента.

Сверло выбираем по ГОСТ 10903 2301-0117 $\varnothing 33$ мм., $l=185$ мм.

Зенкер выбираем спец. режущий инструмент, взятый по ГОСТ 12489 2301-0136 $\varnothing 34,6$ мм. с подшлифовкой в $\varnothing 34,5$ мм, $l=190$ мм.

В данном случае значение этих величин выбирают для переходов: сверление при диаметре $\varnothing 34,5$ мм., отношение длины рабочей части сверла к диаметру $l/D=5,6$, ближайшие табличные значения большие табличные значение $D_T = 40$ мм. Для этого значения определяем значения по [карте 46, лист 2] $S_{от} = 0,38$ мм/об; $v_T = 16$ м/мин, $N_T = 2,8$ кВт; $P_T = 15\ 298$ Н.

Зенкерование полуступенчатое с глубиной резания $t = 0,79$ мм при диаметре $\varnothing 33$ мм., отношение длины рабочей части зенкера к диаметру $l/D=5,5$, ближайшие табличные значения большие табличные значение $D_T = 40$ мм. Для этого значения определяем значения по [карте 48, лист 1] $S_{от} = 0,4$ мм/об; $v_T = 28$ м/мин, $N_T = 1,22$ кВт; $P_T = 276$ Н.

Частота вращения шпинделя для сверления определяют по формуле 2.22:

$$n = \frac{1000 v}{\pi D}$$
$$n = \frac{1000 \cdot 16}{3,14 \cdot 33} = 154,4 \text{ мин}^{-1}$$

Частота вращения шпинделя для зенкерования определяют по формуле

$$n = \frac{1000 v}{\pi D}$$
$$n = \frac{1000 \cdot 28}{3,14 \cdot 34,5} = 258,4 \text{ мин}^{-1}$$

Табличные значения режимов резания корректируют в зависимости от измененных условий работы по формулам корректировки, приведенным в карте 52. Значение поправочных коэффициентов выбирают из карты 53.

Для сверления подачу корректируют по формуле

$$S_o = S_{от} K_{SM}$$

Для перехода сверления поправочный коэффициент на подачу, в зависимости от обрабатываемого материала равен: $K_{Sm} = 1$ [Г, карта 53].

Подачу скорректируем по формуле:

$$S_o = S_{от} K_{Sm} = 0,38 \cdot 1 = 0,38 \text{ мм/об.}$$

Для полустого зенкерования подачу корректируют по формуле

$$S_o = S_{от} K_{SM}$$

Для перехода полустого зенкерования поправочный коэффициент на подачу, в зависимости от обрабатываемого материала равен: $K_{Sm} = 1$ [Г, карта 53]. Подачу скорректируем по формуле:

$$S_o = S_{от} K_{Sm} = 0,44 \cdot 1 = 0,44 \text{ мм/об.}$$

По [карта 53] определим поправочные коэффициенты на скорость для измененных условий резания в зависимости от:

- механических свойств обрабатываемого материала: $K_{v_m} = 1$;
- формы заточки инструмента: $K_{v_3} = 1,0$;
- применения охлаждения: $K_{v_ж} = 1,0$;
- жесткости станка: $K_{v_t} = 1,0$;
- состояния поверхности заготовки: $K_{v_w} = 0,8$;
- инструментального материала: $K_{v_{ин}} = 2,2$;
- длины рабочей части: $K_{v_l} = 1,0$;
- износостойкого покрытия инструментального материала: $K_{v_{п}} = 1,0$.

Окончательную скорость резания при сверлении определяют по формуле:

					ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		74

$$v = v_T K_{v_M} K_{v_3} K_{v_ж} K_{v_T} K_{v_W} K_{v_H} K_{v_l} K_{v_n};$$

(2.23)

$$v = 16 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 2,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 28,16 \text{ м/мин.}$$

Окончательную скорость резания при зенкероании определяют по формуле:

$$v = v_T K_{v_M} K_{v_3} K_{v_ж} K_{v_T} K_{v_W} K_{v_H} K_{v_l} K_{v_n};$$

$$v = 28 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 2,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 49,28 \text{ м/мин.}$$

Частоту вращения шпинделя при сверлении рассчитаем по формуле:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 28,16}{3,14 \cdot 33} = 271,7 \text{ об/мин;}$$

Выбираем частоту по паспорту станка: $n = 250 \text{ об/мин}$

Скорость резания определяем по формуле:

$$v_s = S_o n = 0,38 \cdot 250 = 95 \text{ мм/мин.}$$

Фактическая скорость резания с учетом частоты по паспорту станка:

$$v_\phi = \frac{D n_\phi \pi}{1000} = \frac{33 \cdot 250 \cdot \pi}{1000} = 25,9 \text{ мм/мин.}$$

Корректировка табличных значений мощности резания и осевой силы для сверления отверстия:

По [карта 53] определим поправочные коэффициенты на мощность и осевую силу при сверлении черновом развертывании в зависимости от твердости обрабатываемого материала $K_{N_M} = K_{P_M} = 0,67$, и поправочные коэффициенты на мощность и осевую силу для сверления.

Табличную мощность резания при сверлении скорректируем по формуле:

$$N = \frac{N_T}{K_{N_M}} = \frac{2,8}{0,67} = 4,17 \text{ кВт.}$$

Осевую силу при сверлении скорректируем по формуле:

$$P = \frac{P_T}{K_{P_M}} = \frac{15\,298}{0,67} = 444 \text{ Н.}$$

Частоту вращения шпинделя при зенкеровании рассчитаем по формуле:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 49,28}{3,14 \cdot 34,5} = 454,9 \text{ об/мин};$$

Выбираем частоту по паспорту станка: $n = 400$ об/мин

Скорость резания определяем по формуле:

$$v_s = S_o n = 0,44 \cdot 400 = 176 \text{ мм/мин.}$$

Фактическая скорость резания с учетом частоты по паспорту станка:

$$v_\phi = \frac{D n_\phi \pi}{1000} = \frac{34,5 \cdot 400 \cdot \pi}{1000} = 43,3 \text{ мм/мин.}$$

Корректировка табличных значений мощности резания и осевой силы для сверления отверстия:

По [карта 53] определим поправочные коэффициенты на мощность и осевую силу при сверлении черновом развертывании в зависимости от твердости обрабатываемого материала $K_{N_M} = K_{P_M} = 0,67$, и поправочные коэффициенты на мощность и осевую силу для сверления.

Табличную мощность резания при сверлении скорректируем по формуле:

$$N = \frac{N_T}{K_{N_M}} = \frac{1,22}{0,67} = 0,8 \text{ кВт.}$$

Осевую силу при сверлении скорректируем по формуле:

$$P = \frac{P_T}{K_{P_M}} = \frac{15\,298}{0,67} = 412 \text{ Н.}$$

Рассчитанные значения не превышают показателей станка. Следовательно, установленные режимы резания на данном станке осуществимы.

Расчет времени выполнения операции

Расчет нормы времени выполним согласно справочнику (см. Библ. сп.

– [4])

					ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76

Основное время T_o на изменение формы и размеров заготовки при подрезке торца поверхности 1 определяем по формуле

$$T_o = \frac{Li}{nS}$$

(2.23)

где L – длина рабочего хода резца, мм,

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3$$

(2.24)

где l – длина обрабатываемой поверхности 7, мм, $l = 28+46+2+9+9$; l_1 – величина пути врезания, мм, $l_1 = t \operatorname{ctg} \varphi + (0,5 \dots 2) = 2,1 \operatorname{ctg} \varphi 60^\circ + 2 = 3,197$ мм; l_2 – величина перебега резца, мм, $l_2 = 1-3$ мм, принимаем 2 мм; l_3 – величина пути для снятия пробных стружек, мм. В серийном производстве при работе на настроенных станках l_3 не учитывается; i – число рабочих ходов резца, $i = 2$.

$$T_{o1} = \frac{Li}{nS} = \frac{(20 + 3,2 + 2) \cdot 2}{630 \cdot 0,26} = 0,3 \text{ мин}$$

Аналогично считаем для подрезки торцов поверхности 4,5,6 и снятия фаски 9 по формулам (2.23, 2.24).

$$T_{o2} = \frac{Li}{nS} = \frac{(50 + 3,2 + 2) \cdot 1}{500 \cdot 0,36} = 0,3 \text{ мин}$$

Аналогично считаем подрезки торцов

$$T_{o3} = \frac{Li}{nS} = \frac{(20 + 3,2 + 2) \cdot 1}{200 \cdot 0,38} = 0,3 \text{ мин}$$

Аналогично считаем для сверления

$$T_{o4} = \frac{Li}{nS} = \frac{(10 + 3,2 + 2) \cdot 1}{250 \cdot 0,38} = 0,16 \text{ мин}$$

Аналогично считаем для зенкерования

$$T_{o5} = \frac{Li}{nS} = \frac{(10 + 3,2 + 2) \cdot 1}{400 \cdot 0,44} = 0,08 \text{ мин}$$

Основное время будет равно сумме 2 механических обработок

$$T_o = T_{o1} + T_{o2} + T_{o3} + T_{o4} + T_{o5} = 0,3 + 0,3 + 0,16 + 0,08 = 1,14 \text{ мин.}$$

Расчет штучного времени.

Штучное время, затрачиваемое на данную операцию:

$$T_{шт} = T_0 + T_{всп} + T_{обс} + T_{пер}$$

где $T_{всп}$ – вспомогательное время (см. Библ. сп. – [7]), мин:

-время на установку и снятие детали по табл. 22П –1,9 мин;

-время на рабочих ход по табл. 23П принимаем 0,3 мин и 0,9 для сверления;

-время на измерения детали по табл. 24П принимаем 0,25 мин и 0,25 мин для сверления;

$$T_{всп} = 1,14 + 0,3 \cdot 2 + 0,25 \cdot 2 = 2,61 \text{ мин.}$$

Оперативное время

$$T_{оп} = T_0 + T_{всп} = 1,14 + 1,65 = 2,79 \text{ мин.}$$

Время обслуживания рабочего места $T_{обс} = (3-8 \%) \cdot T_{оп}$,

где $T_{пер}$ – время перерывов в работе = $(4-9 \%) \cdot T_{оп}$.

Штучное время

$$T_{шт} = 1,14 + 2,61 + 0,1 + 0,1 = 3,95 \text{ мин.}$$

Аналогично рассчитываем остальные режимы резания для обработки поверхностей. Результаты приведены в таблицы 2.11.

Таблица 2.11 – Режимы резания для операций механической обработки поверхностей

Операция (№, наименование.)	Но-мер по-верх-ности	Параметры режима резания							
		Гл. рез. t , мм	Приня-тая по-дача S_o мм/об	Скоррек. скорость резания v , м/мин	Часто-та вра-щения шпин-деля n , об/мин	Мин.под aS_m , мм/мин	Основ-ное время T_o , мин	Всп ом. + на пе-ре-ход T_b , мин	Тш т, мин
005 Токарная	2,3	2,7	0,5	71	250	127	0,15	0,5	2,55

Точение черн получист		2	0,2	127	450	127	0,2		
005 Токарная Точение	1	1,8	0,4	146	500	88,4			
010 Токарная Сверление	8	0,3	0,38	25,9	250	-	0,37	2,61	3,95
010 Токарная Зенкер. (получист.)	8	0,79	0,44	43,3	400	-	0,08		
010 Токарная Точение	4	1	0,4	146,01	500		0,3		
010 Токарная получист чист	7	1,2 0,9	0,39 0,26	183,9 183,9	630 630	164,9 101,4	0,03 0,03		
010 Токарная (Точение)	5,6	1,9	0,21	146,01	500	349,2	0,3		
010 Токарная (фаска)	9	2	0,25	146,01	500	238	0,03		
015 Токарная (Точение чист)	1	0,9	0,25	155	500	150	0,37		1,55

Окончание таблицы 2.11

Операция (№, наименова- ние.)	Но- мер по- верх- ности	Параметры режима резания							
		Гл. рез. t , мм	Приня- тая по- дача S_o мм/ об	Скоррек. скорость резания v , м/мин	Часто- та вра- щения шпин- деля n , об/ мин	Мин.под aS_m , мм/ мин	Основ- ное время T_o , мин	Всп ом. + на пе- ре- ход Тв, мин	Тшт , мин
015 Токарная (Точение фаски)		2	0,25	105	900	272	0,5	1,8	2,2
020 Токарная (Точение)	5,6	0,73	0,3	123	400	128,1	0,25	1,35	1,6

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

ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ

Лист

79

025 Протягивание	8	2	0,2 на зуб	4	-	-	0,3	1,5	1,77
030 Фрезерная	См .расчетно-технологическую карту								

2.2.6 Выводы по разделу

На данном этапе проектирования выполнено:

- выбор более производительного метода получения заготовки – штамповка;
- выбор более современного режущего инструмента с СМП;
- сформирована операционно-маршрутная карта технологии обработки заготовки;
- в размерно-точностном анализе, благодаря наиболее рациональному методу обработки, было исключено замыкающее звено у линейных и диаметральных размеров, что исключает или минимизирует вероятность брака;
- расчет режимов резания для резцов и пластин, выбранных специально для обработки данного материала, позволили увеличить производительность и снизить затраты на обработку.

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Аналитический обзор и выбор стандартизированной технологической оснастки

Схема базирования на токарных операциях – двойная направляющая с упором по торцам. Токарные патроны позволяют соблюсти данную схему базирования. Но при базировании детали по внутренней цилиндрической поверхности необходимо расточить кулачки в размер $K = 37$ мм.

А также ряд инструментов из каталога фирмы «TaeguTec» (см. Библ. сп. – [20]) для обработки поверхностей 11-15: ER 16 D 3-2/0,01 Цанга Фирма «D'Andrea» (см. Библ. сп. – [18]);

ER 32 6-5 Цанга Фирма «D'Andrea», рисунок 3.1



Рисунок 3.1 - ER 32 6-5 Цанга Фирма «D'Andrea»

ER 32 D 10-9/0.01 Цанга Фирма «D'Andrea», рисунок 3.2



Рисунок 3.2 - ER 32 D 10-9/0.01 Цанга Фирма «D'Andrea»

RC 20.16 Втулка Фирма «D'Andrea», рисунок 3.3

					ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		81



Рисунок 3.3 - RC 20.16 Втулка Фирма «D'Andrea»

MAS403 BT40-AD+B ER16.160 Оправка Фирма «D'Andrea», рисунок 3.4

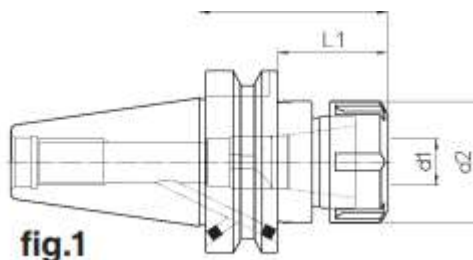


Рисунок 3.4 - MAS403 BT40-AD+B ER16.160 Оправка Фирма «D'Andrea».

MAS403 BT40-AD+B MHD'50.120 Оправка Фирма «D'Andrea», рисунок 3.5.

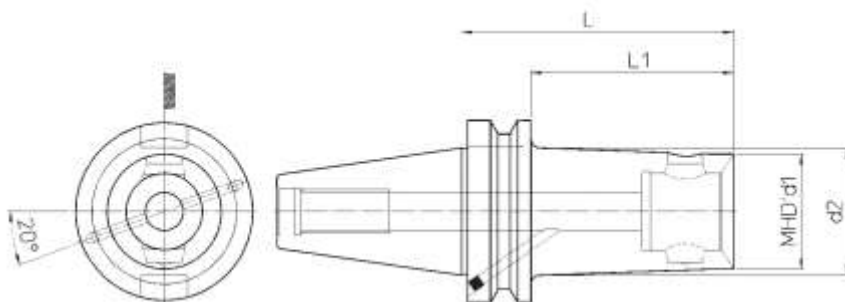


Рисунок 3.5 - MAS403 BT40-AD+B MHD'50.120 Оправка Фирма «D'Andrea»

FORCE 50/20 HS Переходник силовой Фирма «D'Andrea», рисунок 3.6.

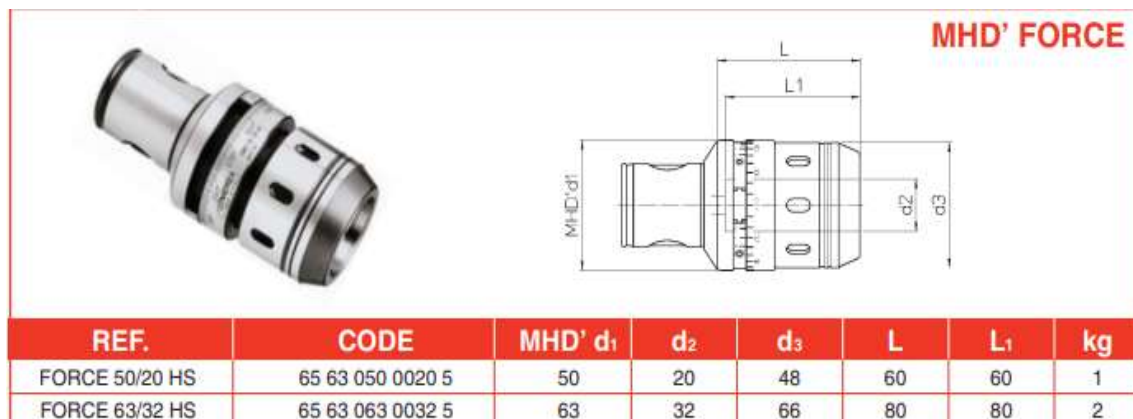


Рисунок 3.6 - FORCE 50/20 HS Переходник силовой Фирма «D'Andrea»

RD 50/20.26 Переходник Фирма «D'Andrea», рисунок 3.7.

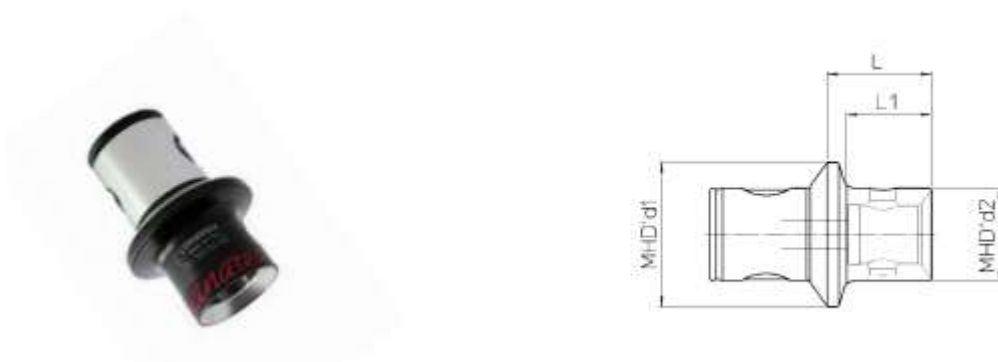


Рисунок 3.7 - RD 50/20.26 Переходник Фирма "D'Andrea"

PE 20 / ER16M Переходник цанговый Фирма «D'Andrea», рисунок 3.8.



Рисунок 3.8 - PE 20 / ER16M Переходник цанговый Фирма «D'Andrea»,

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ

Лист

83

PE 50 / ER32 Переходник цанговый Фирма «D'Andrea», рисунок 3.9.

Характеристика переходника представлены на рисунке 3.10

PE 16 / ER11M	65 57 016 0011 0	16	0.5 ~ 7	25	2.5	0.03	ER-11M	E11M	30
PE 20 / ER16M	65 57 020 0016 0	20	0.5 ~ 10	32	1	0.06	ER-16M	E16M	40
PE 25 / ER20M	65 57 025 0020 0	25	1 ~ 13	40	2.5	0.15	ER-20M	E20M	80
PE 32 / ER25M	65 57 032 0025 0	32	1 ~ 16	42	1.5	0.25	ER-25M	E25M	160
PE 40 / ER25	65 57 040 0025 0	40		45	5	0.4	UM/ER25	E25	200
PE 50 / ER25	65 57 050 0025 0	50		48	7	0.7			
PE 50 / ER32	65 57 050 0032 0	63	2 ~ 20	55	8	1	UM/ER32	E32	220
PE 63 / ER32	65 57 063 0032 0			59	12	1.3			
PE 63 / ER40	65 57 063 0040 0			64		1.5	UM/ER40	E40	250

Рисунок 3.10 – Характеристики цанговый переходников PE 20 / ER16M и PE 50 / ER32

3.2 Проектирование и расчет специального станочного приспособления

Анализ технического задания проведем в соответствии с литературой (см. Библ. сп. – [8]).

Проектирование и расчет станочного приспособления производим для операции 1030 – фрезерная с ЧПУ.

Формирование задания на проектирование

На рисунке представлены чертеж детали (рисунке 3.11) и его упрощенная версия (рисунке 3.12).

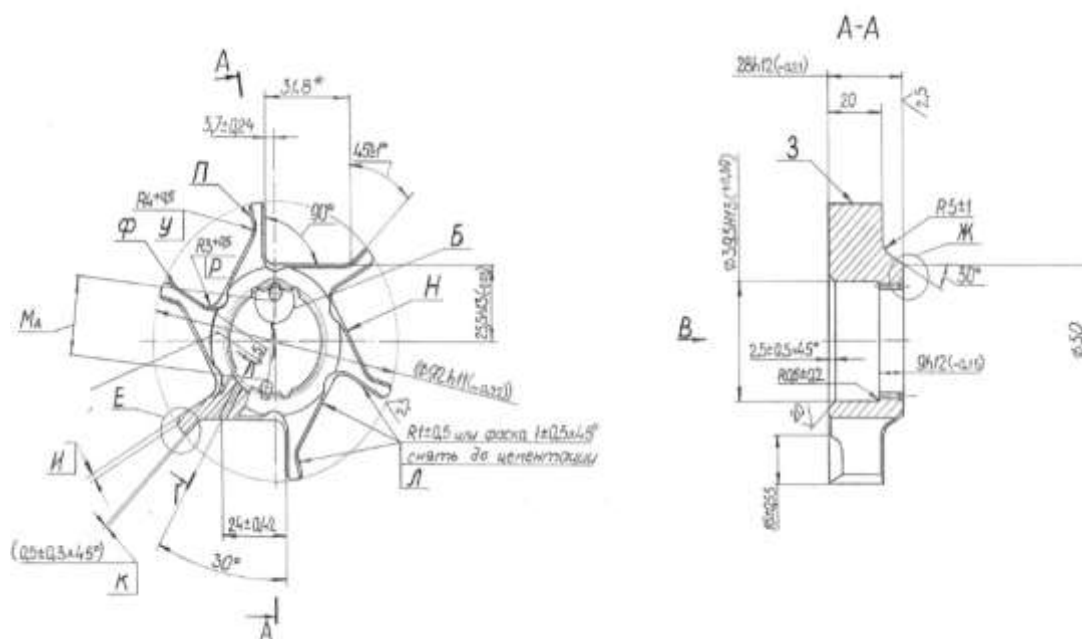


Рисунок 3.11 – Чертеж детали

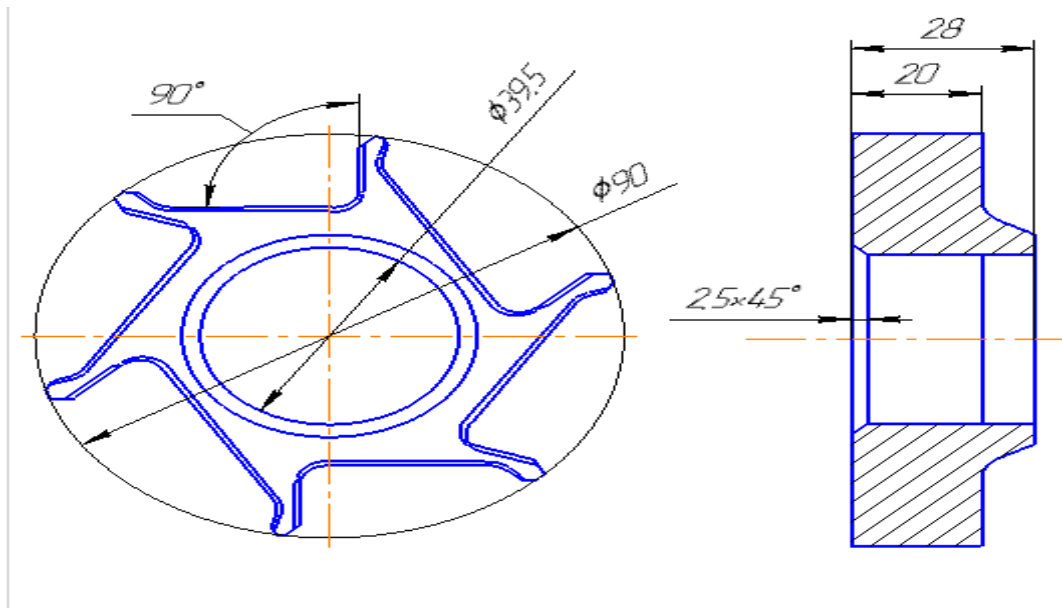


Рисунок 3.12 – Упрощенная версия

Определение и уточнение общих сведений об операции.

Назначение и содержание операции:

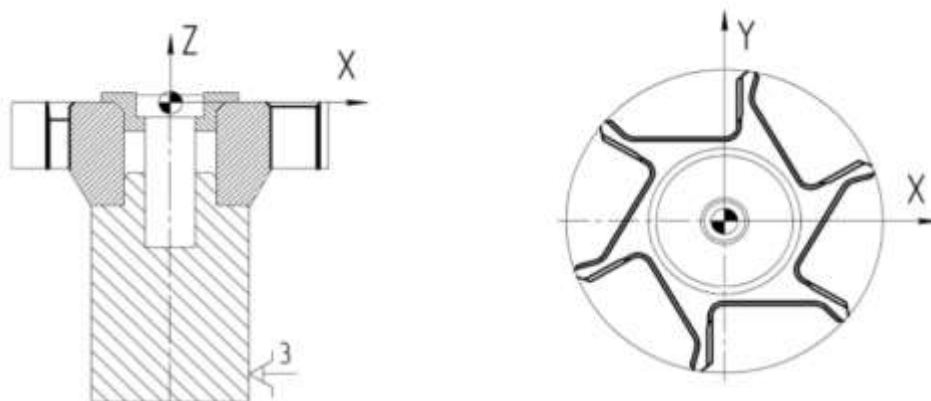
Операция 1050 – Фрезерная с ЧПУ

Переходы:

Патрон 3-х кулачковый установить в центре стола.

Оправку установить в патроне, закрепить.

Фрезеровать деталь по программе по эскизу оп.1050. (рисунке 3.13)



1. Патрон 3-х кулачковый установить в центре стола.
 2. Оправку 7220-6392 установить в патроне, закрепить.
 3. Наль детали G54 в центре стола.
 4. Наль детали G54.2 P01.
- XY – в центре стола,
Z – расстояние от стола до верхнего торца заготовки.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Рисунок 3.13 – Эскиз оп 1050

Сведения о станке представлены в таблице 2.7.

Сведения о режущем инструменте представлена в таблице 3.1.

Операция: Фрезерная с ЧПУ.

Кол-во обработанных поверхностей: 1.

Материал заготовки: Сталь 12Х2Н4А ГОСТ 4543-71.

Станок: Верт. Фрезерный 5 – и осевой ОЦ – Kitamura Mytrunnion - 5

Установки и снятие заготовки, ее закрепление и раскрепление осуществляется рабочим.

Режим точения: $t = 3$ мм, $S_0 = 0,08$, мм/об, $V = 106$ м /мин ;

Режущий инструмент: Фреза концевая Фирма «Nanita», фреза концевая Фирма «TaeguTec», фреза концевая Фирма «Fraisal», фреза концевая Фирма «Rubig»

Эскиз заготовки, поступающий на выполняемую операцию (рисунок 3.14).

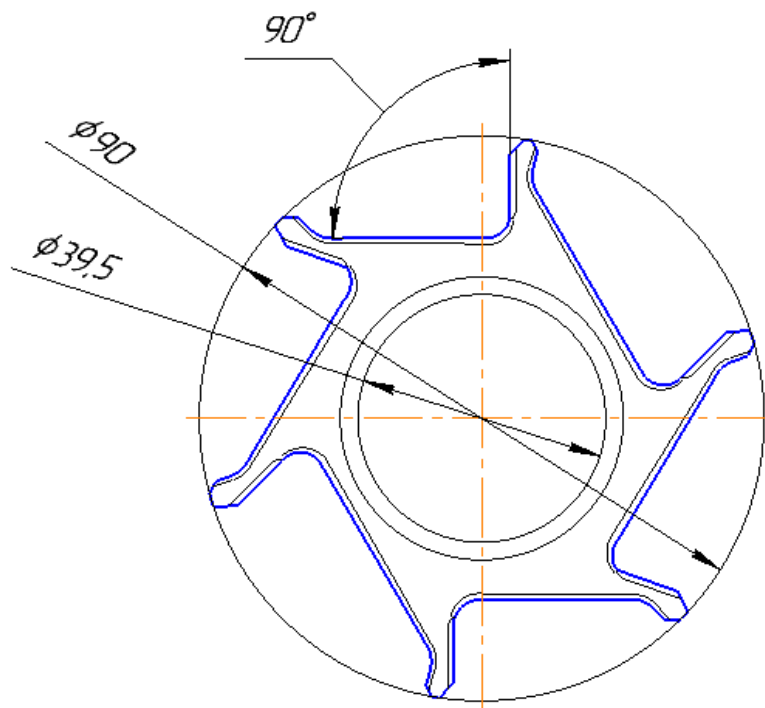


Рисунок 3.14 – Эскиз заготовки

Разработка упрощенного операционного эскиза.

На упрощенном операционном эскизе необходимо оставить только ту информацию, которая будет необходима при разработке станочного приспособления. Из пункта 1.2 необходимо оставить изображение схемы базирования и закрепления.

Уточнение схемы обработки.

На схеме обработки (рисунок 3.15) необходимо указать: заготовку, обозначение баз и зажимов, инструмент и траектория его движения, а также движение заготовки.

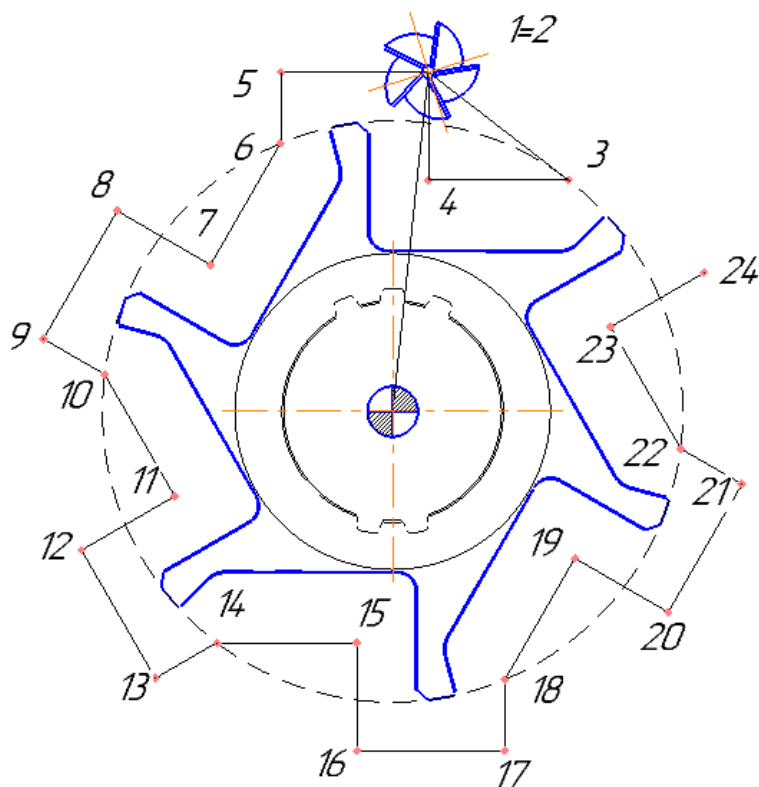


Рисунок 3.15 – Схема обработки

Разработка схемы установки.

На рисунке 3.16 представлена схема базирования детали

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

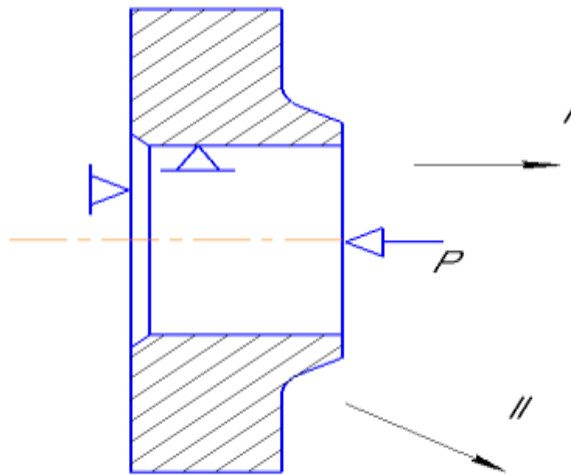


Рисунок 3.16 – Схема установки

Исходя из требований по радиальному биению относительно внутренней цилиндрической поверхности, необходимо применить схему установки (рисунок 3.17).

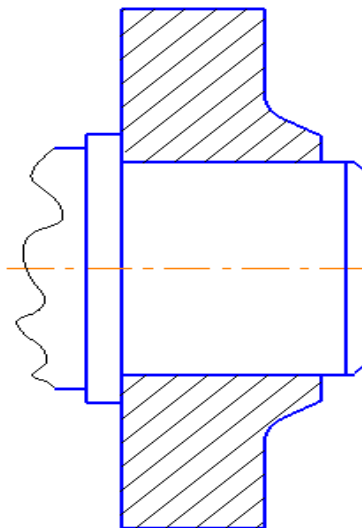


Рисунок 3.17 – Схема установки

Разработка схемы закрепления.

Для наилучшего закрепления детали следует применить пневмозажим (рисунок 3.18), одевая заготовку на установочный палец, который будет

иметь отверстие для болта. Неподвижность заготовки обеспечит шайба с прорезью по правому торцу, а работоспособность силового пневмопривода обеспечит муфта.

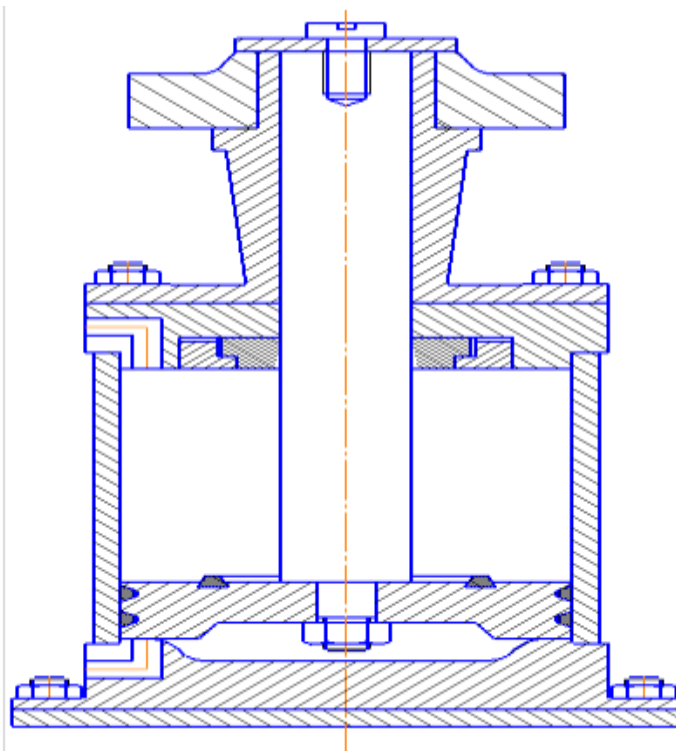


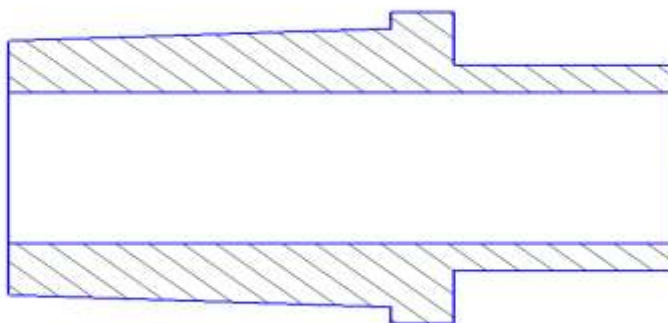
Рисунок 3.18 – Схема пневмоцилиндр

Разработка схемы дополнительных устройств.

Дополнительные устройства не предусмотрены.

Разработка схемы корпуса станочного приспособления.

На рисунке 42 представлена схема составной части станочного приспособления, одеваемая на внутреннюю цилиндрическую поверхность заготовки.



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Рисунок 3.19 – Схема составной части станочного приспособления

Компоновка принципиальной схемы.

На рисунке 3.20 представлена принципиальная схема. На которой отмечены недостающие элементы, такие как режущий инструмент, заготовка, базирование, ЗУ, УЭ, КСП.

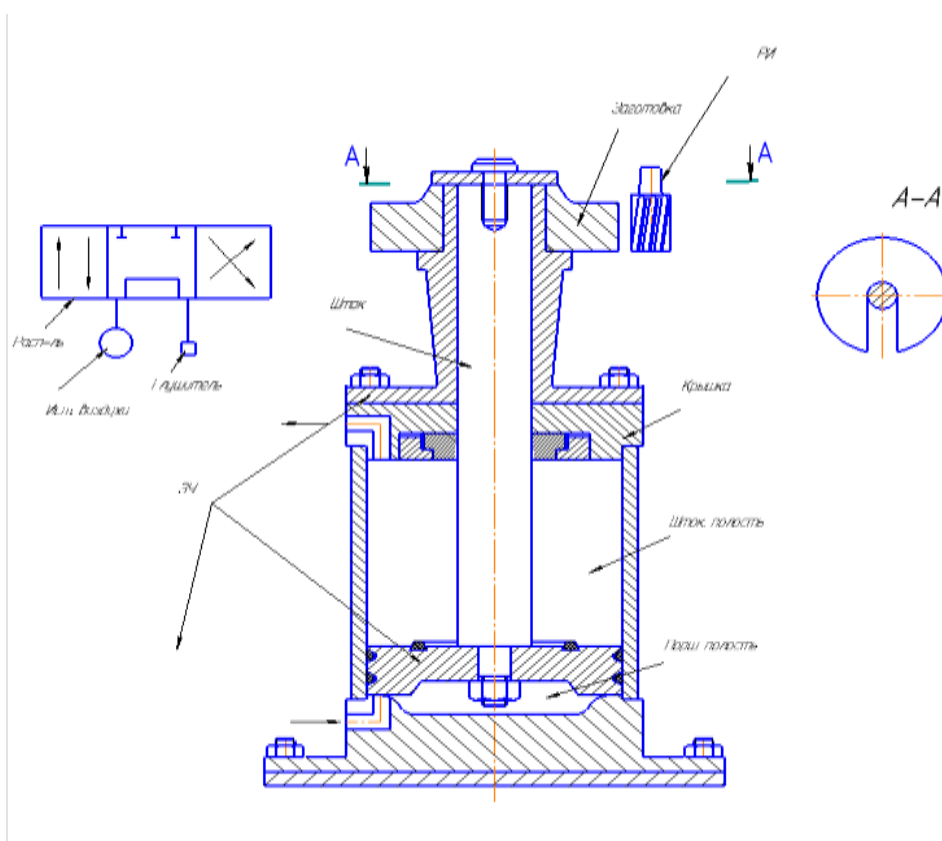


Рисунок 3.20 – Принципиальная схема

Определение условий закрепления заготовки в станочных приспособлениях

Определение сил, сдвигающих заготовку

Результаты определения условий закрепления заготовки в СП.

Цель этапа – определение параметров зажимного устройства с учетом его структуры, полученной при разработке принципиальной схемы.

Результаты определения лимитирующего силового параметра.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

При решении этой задачи необходимо из множества силовых параметров – сил и моментов резания определить тот из них, который оказывает наиболее неблагоприятное действие на заготовку, закрепленную в СП. Наиболее неблагоприятным параметром, действующим на заготовку, будет являться составляющая силы резания P_y (рисунок 3.21).

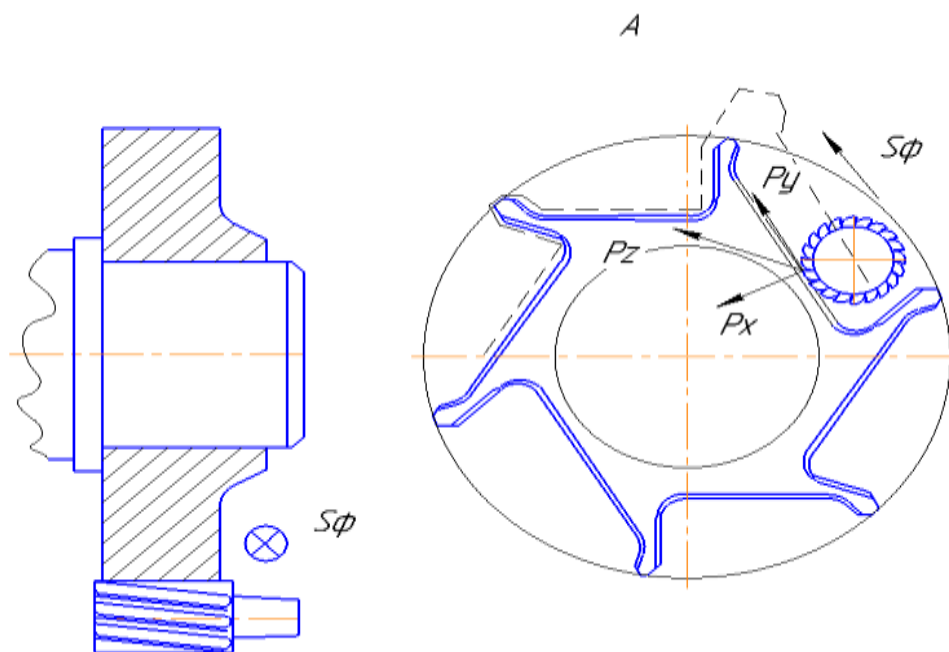


Рисунок 3.21 – Определение лимитирующего силового параметра P_y : составляющая сил, стремится прокрутить деталь на установленном элементе, что недопустимо.

Таким образом необходимо рассчитать силу P_y .

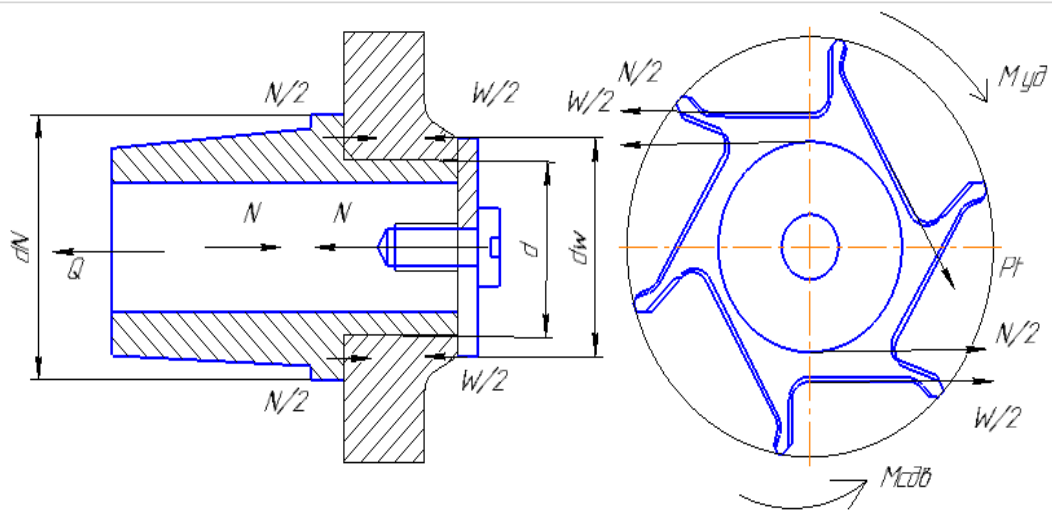


Рисунок 3.22 – Силы, действующие на заготовку и приспособление
Условия удержания заготовки в приспособлении выражаем в формуле:

$$\sum M_{уд} = K_H \cdot \sum M_{сдв}$$

(3.1)

где $\sum M_{уд}$ - сумма удерживающих моментов, не позволяющих провернуть заготовку;

$\sum M_{сдв}$ - сумма сдвигающих моментов, стремящихся провернуть заготовку;

K_H - коэффициент надежности закрепления заготовки.

В соответствии с рисунком определяем значения по формулам:

$$M_{уд} = K_H \cdot M_{сдв} = 2 \cdot W \cdot f \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{d_w^3 - d^3}{d_w^2 - d^2} = K_H \cdot Pz \cdot \frac{D}{2}$$

(3.2)

где W – искомая сила закрепления, Н.

Назначим коэффициенты в соответствии с литературой (см. Библ. сп. – [16]):

$d_{схв.}$ – диаметр заготовки, $d_{схв.} = 92$ мм;

f_N - коэффициент трения – сцепления реакции опоры N , $f_N = 0,45$;

$d_{обр.}$ – диаметр обработки, $d_{обр.} = 51$ мм;

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

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^{x_p} \cdot S^{y_p} \cdot V^{n_p} \cdot k_p \quad ,$$

(3.3)

где C_p – эмпирический коэффициент, $C_p = 12,5$;

t – глубина фрезерования, $t = 3$, мм;

S – подача при фрезеровании, $S = 0,08$, мм/об;

V – скорость фрезерования, 106 м /мин

x_p, y_p, n_p – показатели степени, $x_p = 0,85, y_p = 0,75, n_p = 1$

k_p – поправочный коэффициент, учитывающий фактические условия резания.

Поправочный коэффициент определяем по формуле:

$$k_p = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP} \quad ,$$

(3.4)

K_{MP} - коэффициент учитывающий влияние качества обрабатываемого материала на силовые зависимости, $K_{MP} = 1,5$;

$K_{\varphi P}, K_{\gamma P}, K_{\lambda P}, K_{rP}$ - коэффициенты учитывающие влияние геометрических параметров режущей части инструмента, 1; 1; 1; 0,8; 1,0; 1,0 соответственно.

Подставляя значения в формулу 4 получим:

$$k_p = 0,8 \cdot 0,87 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,696.$$

Найдем силу P_z по формуле 3.

$$P_z = 10 \cdot 12,5 \cdot 3^{0,85} \cdot 0,08^{0,75} \cdot 106^1 \cdot 0,696 = 3529 \text{ Н}$$

Коэффициент надежности закрепления заготовки определяем по формуле:

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

(3.5)

где K_0 – гарантированный коэффициент запаса, $K_0 = 1,5$;

K_1 – коэффициент увеличения сил резания при затуплении инструмента, $K_1 = 1,2$;

K_2 – коэффициент увеличения сил резания из – за колебания припусков на заготовках (черновая обработка), $K_2 = 1,2$;

K_3 – коэффициент изменения сил резания при обработке прерывистых поверхностей (обработка гладких поверхностей), $K_3 = 1$;

K_4 – коэффициент непостоянства сил при закреплении (пневматический зажим), $K_4 = 1$;

K_5 – коэффициент непостоянства сил зажимных устройств с ручным приводом, $K_5 = 1$;

K_6 – коэффициент неопределенности мест контакта базовых поверхностей заготовок с плоскими поверхностями установочных элементов, $K_6 = 1$.

Подставляя значения получаем:

$$K = 2,16.$$

Выразим W из формулы 2 и подставив значения:

$$W = \frac{K_H \cdot P_z \cdot 0,5D}{\frac{4}{3} \cdot \mu \cdot \frac{d_w^3 - d^3}{d_w^2 - d^2}} = \frac{2,5 \cdot 3529 \cdot 0,5 \cdot 0,09}{\frac{4}{3} \cdot 0,45 \cdot \frac{0,05_w^3 - 0,03^3}{0,05_w^2 - 0,03^2}} = 10\ 800\ H$$

Найдем $M_{y\partial}$ по формуле 2:

$$M_{y\partial} = 2,5 \cdot 10\ 800 \cdot 0,45 \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{0,05_w^3 - 0,03^3}{0,05_w^2 - 0,03^2} = 496\ H$$

Определение параметра зажимаемого устройства.

Уравнение силового замыкания для пневмоцилиндра определяем по формуле:

$$Q = \frac{W}{i \cdot \eta}$$

где $i=1$ – передаточное отношение силового механизма;

$\eta = 0,95$ – коэффициент полезного действия;

Q – тяговое усилие, Н.

Тяговое усилие определяем по формуле

$$Q = q_B \cdot S = 400000 \cdot 0,003 = 1200\ H ,$$

					ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		94

где $q_B=0,4$ МПа – давление воздуха в заводской воздушной магистрали;

S – площадь рабочей части пневмоцилиндра, m^2 .

$$Q = \frac{10\,800}{1 \cdot 0,95} = 11\,368 \text{ Н,}$$

Выражаем диаметр поршня цилиндра D в формуле:

$$D = \sqrt{\frac{10\,800}{0,785 \cdot q_B \cdot i \cdot \eta} + d^2}$$

(3.6)

Для определения диаметра поршня пневмоцилиндра воспользуемся методом приближения, так как диаметр штока не известен. Определяем приближенное значение диаметра поршня пневмоцилиндра D , принимая $d = 0$.

Подставляем в формулу 6:

$$D = \sqrt{\frac{10\,800}{0,785 \cdot 0,4 \cdot 1 \cdot 0,95} + 0} = 190 \text{ мм}$$

Для полученного диаметра поршня по ГОСТ 6540-68 уточняем диаметр штока $d = 45$ мм.

Определяем диаметр поршня пневмоцилиндра по формуле 6:

$$D = \sqrt{\frac{10\,800}{0,785 \cdot 0,4 \cdot 1 \cdot 0,95} + 32^2} = 192 \text{ мм.}$$

Принимаем $D = 200$ мм.

L хода = 10 мм

Площадь рабочей части пневмоцилиндра определяем по формуле:

$$S = 0,785 \cdot (D^2 - d^2)$$

(3.7)

где D – диаметр поршня пневмоцилиндра, мм;

d – диаметр штока пневмоцилиндра, мм.

Подставим значения в формулу 6:

$$S = 0,785 \cdot (200^2 - 32^2) = 3060 \text{ мм}^2 = 0,003 \text{ м}^2$$

					ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		95

Расчет точности обработки заготовки в станочном приспособлении

При решении данной задачи определяется уравнение для расчета суммарной погрешности обработки. Из способов расчета суммарной погрешности обработки наиболее предпочтительным является вероятностный способ. Это объясняется тем, что расчеты по предельным значениям погрешностям основаны на том, что составляющие суммарной погрешности обработки одновременно имеют максимальное значение и один и тот же знак. В практике такое явление маловероятно и в расчетах используется большое количество погрешностей.

$$\Delta_{\Sigma} \leq T, \quad (3.8)$$

где $T = 0,24$ – допуск на размер или техническое требование.

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{(k_1 \cdot \Delta_{м.о.})^2 + \Delta_{с.}^2 + \Delta_{и.}^2 + \Delta_{изм.}^2 + \Delta_{у.п.}^2 + \Delta_{р.п.}^2 + \Delta_{н.п.}^2}$$

(3.9)

откуда $k_1 = 0,5$ – коэффициент зависящий от точности ($IT \geq 10$).

Погрешности назначим в соответствии с литературой (см. Библ. сп. – [8])

$\Delta_{м.о.} = 0,008$ – погрешность, равная величине средней экономической точности;

$\Delta_{с.} = 0,01$ – погрешность, вызываемая неточностью оборудования;

$\Delta_{и.} = 0$ – погрешность вызываемая не точностью инструмента;

$\Delta_{изм.} = 20\% \cdot 0,24 = 0,1$ (при $IT \geq 10$);

$$\Delta_{у.п.} = \sqrt{\Delta_{б.п.}^2 + \Delta_{з.п.}^2 + \Delta_{и.п.}^2}$$

(3.10)

где $\Delta_{б.п.} = 0,02$ – выбирается посадка для установки заготовки $\varnothing 39,5 \frac{H13}{h11}$;

$\Delta_{з.п.} = 0$, так как сила закрепления в направлении параметра точности не действует;

$\Delta_{и.п.} = 0$ – погрешность изготовления.

Следовательно, $\Delta_{у.п.} = 0,02$.

$\Delta_{р.п.} = 0$ – погрешность настройки режущего инструмента на размер;

$\Delta_{н.п.} = 0,25 \cdot T = 0,25 \cdot 0,24 = 0,06$ – погрешность расположения установленных поверхностей относительно стола станка.

Таким образом, подставляем полученные значения в формулу (3.9), получим:

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{(0,5 \cdot 0,008)^2 + 0,01^2 + 0^2 + 0,1^2 + 0,02^2 + 0^2 + 0,06^2} = 0,11 \text{ мм.}$$

Условие достижения точности обработки заготовки в станочном приспособлении обеспечивается, так как выполняется основное условие:

$$\Delta_{\Sigma} \leq T,$$

$$0,11 \leq 0,2.$$

Результаты разработки станочного приспособления.

Результаты определения уровня разработки конструкции СП.

Для рассматриваемого примера было принято решение о разработке конструкции СП на уровне чертежно-конструкторской документации чертежа и спецификации.

Результаты разработки конструкции СП

При решении этой задачи разрабатывается конструкция СП в соответствии с принятым выше решением.

Опишем принцип действия станочного приспособления. Для закрепления детали на установочном элементе 5, через штуцер 2 закачивается воздух в штоковую полость пневмоцилиндра 2, в результате чего шток перемещается вниз и тянет за собой тягу 3. В результате этих действий деталь при помощи разрезной шайбы 4 неподвижно фиксируется. Для раскрепления детали в поршневую полость пневмоцилиндра подается воздух через штуцер, шток при этом движется вверх и деталь

придания необходимой формы детали. Весь инструмент заносится в таблицу 3.1.

Обрабатываемые поверхности детали изображены на рисунке 3.24

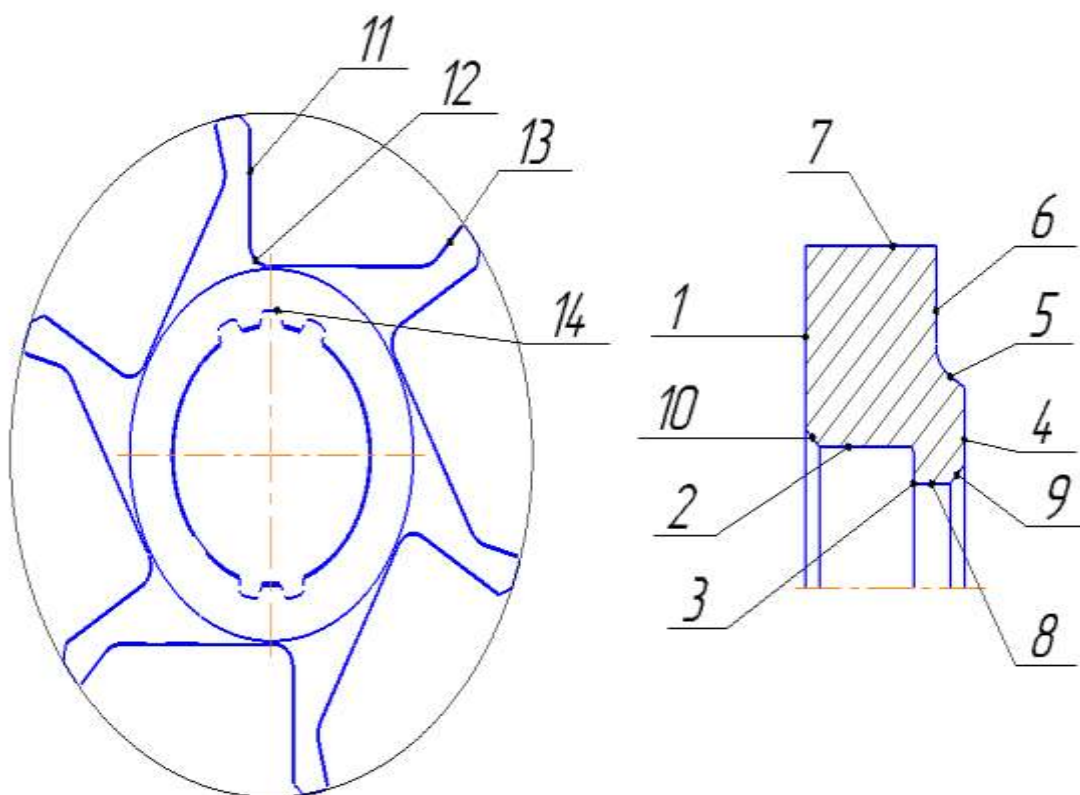


Рисунок 3.24 – Обрабатываемые поверхности

Таблица 3.1 – Режущий инструмент

№	Наименование операции/обрабатываемые поверхности	Режущий инструмент.
005	Токарная (1,2,3)	Резец - DSSN R 2525 M (12); концевая фреза

		GSX 41600C-1.5D;
010	Токарная (4,5,6,7,8,9)	подрезной резец DSSN R 2525 M 12; расточной резец MVPC R/L2525-22-20; сверло по ГОСТ 10903 2301-0117; СИ - зенкер по ГОСТ 12489 2323-0558 Ø34,6 мм. в Ø34,5 мм.;
015	Токарная (1,10)	подрезной резец DSSN R 2525 M 12; расточной резец MVPC R/L2525-22-20
020	Токарная (6)	расточной резец MVPC R/L2525-22-20 (15E)
025	Протягивание (14)	СИ – шлицевая протяжка
030	Фрезерная с ЧПУ (11,12,13,14 (6 отв.))	SHD 3031 TT9030 Сверло ф3,1 Фирма «ТаегуТес»; 577716006MT Фреза концевая Фирма «Hanita»; AMF 2020T TT1040 Фреза концевая Фирма «ТаегуТес»; P5248300 Фреза Фирма «Fraisal»; P5313450 Фреза Фирма «Fraisal»; 423036-000060 Фреза Фирма «Rubig»;
045	Плоскошлифовальная (4)	БН.0000013569 Круг шлифовальный 250x25x76 25A A60 L 6 35м/с А 1кл. ГОСТ 2424-83

Для обработки поверхности 1,4,6,7,9,10 выбираем резец по методике:

Вид обрабатываемой поверхности – наружная;

Форма обрабатываемой поверхности – наружная, плоская;

Требования по точности – поле допуска h11;

Требования по шероховатости – Ra 5;

Тип выполняемой операции – общая токарная обработка и подрезка торца;

Условия обработки – черновая;

Группа резания Р – сталь;

Выбор системы крепления пластины – система D;

					ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		100

Код формы СМП – Т;

Выбор заднего угла СМП – пластина б, $\gamma=0$, $\alpha>0$;

Определение формы передней поверхности – геометрия М2;

Выбор марки сплава СМП – АС810Р (твердый сплав);

Выбор радиуса при вершине

$$t \geq \frac{2}{3}r; R_z = \frac{S_0^2}{8 * r} * 1000$$

$$5 \geq \frac{2}{3}r; R_z = \frac{0,5^2}{8 * 7,5} * 1000$$

$$r \geq 7,5; R_z = 4,16$$

Исходя из вышеперечисленных данных, для обработки поверхности выбираем подрезной резец с маркировкой DSSN R 2525 M 12 (см. Библ. сп. – [21]) – рисунок 3.25:

где D – система зажима (двойной зажим);

S – форма пластины (квадратная);

S – тип державки (под углом 55 град);

N – задний угол пластины (0 град);

R – форма пластины (правосторонняя);

25 – высота хвостовика (25 мм.);

25 – ширина хвостовика (25 мм.);

M – длина хвостовика (150 мм.);

12 – длина режущей кромки пластины (12.9).

					ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		101

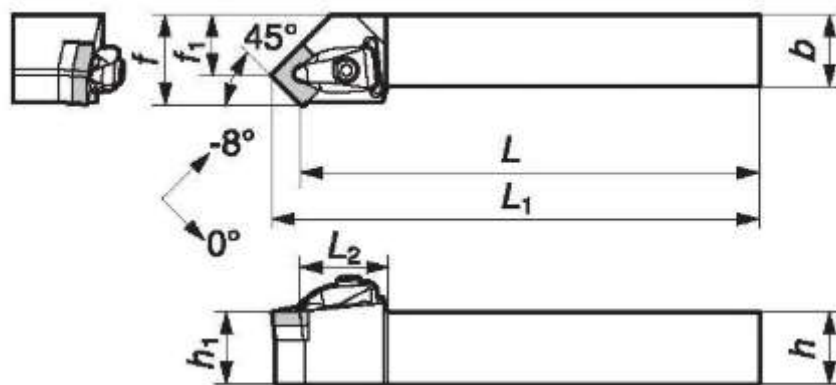


Рисунок 3.25 – Эскиз подрезного резца

Таблица 3.2 – Параметры державки расточного резца DSSN R 2525 M

12

Обозначение державки	Применяемая режущая пластина	Размеры, мм							
		b	h	f	L1	h1	L2	f1	L
DSSN R 2525 M 12	SNMP 120408N-MP	25	25	32	158.3	25	30	23.9	150

Для подрезного резца выбираем пластину с маркировкой SNMM 120408N-MP (см. Библ. сп. – [21]),

где S – форма пластины (квадратная);

N – задний угол (0 град.);

M – класс допуска ($d=0,05+0,15$);

M – тип пластины (с отверстием – цилиндрическое, с одной стороны);

12 – длина режущей кромки (12,9 мм);

04 – толщина пластины (4,76 мм);

08 – вершина (радиус при вершине 0,8 мм);

N – направление подачи (нейтральная);

MP – стружколом (черновая обработка).

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

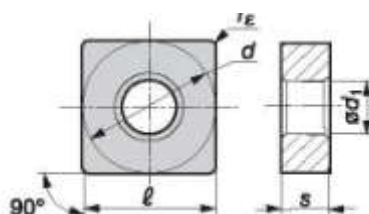


Рисунок 3.26 – Эскиз пластины для подрезного резца

Таблица 3.3 – Параметры пластины подрезного резца

Размеры пластины	l	s	d	d ₁
1204	12,7	4,76	12,7	5,16

Для чистовой обработки поверхностей 1,7,6,4,5 выбираем державку для профильной обработки тип DDHN R/L 2525 M15E рисунок 3.27.

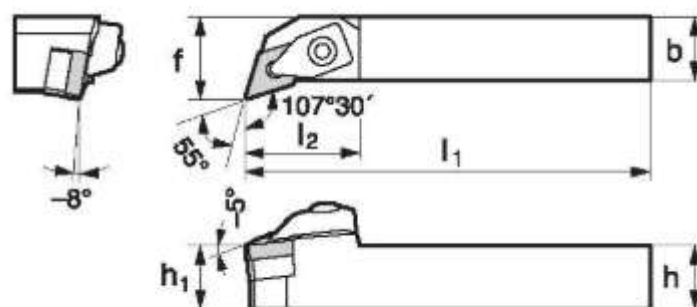


Рисунок 3.27 – Державка подрезного резца

Таблица 3.4 – Параметры резца DDHN R/L 2525 M15E

Обозначение державки	Применяемая режущая пластина	Размеры, мм				
		b	h	f	L1	h1
DDHN R/L 2525 M (15E)	DNMG 150604 NLU	25	25	32	150	24.5

Для токарного подрезного резца выбираем пластину для чистовой обработки с маркировкой DNMG 150604 NUX, которая показана на рисунке 51 с приведенными параметрами таблица 3.4.

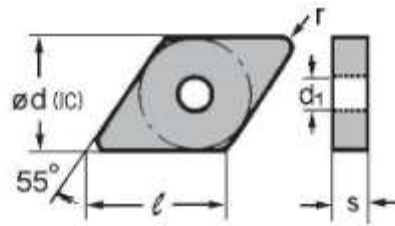


Рисунок 3.28 – Пластина для расточного резца.

Для обработки отверстия 8 (таблица 3.5) используются сверло по ГОСТ 10903 2301-0117 (см. Библ. сп. – [13]) (рисунок 3.28) и СИ - зенкер по ГОСТ 12489 2323-0558 $\varnothing 34,6$ мм. в $\varnothing 34,5$ мм (рисунок 3.29).

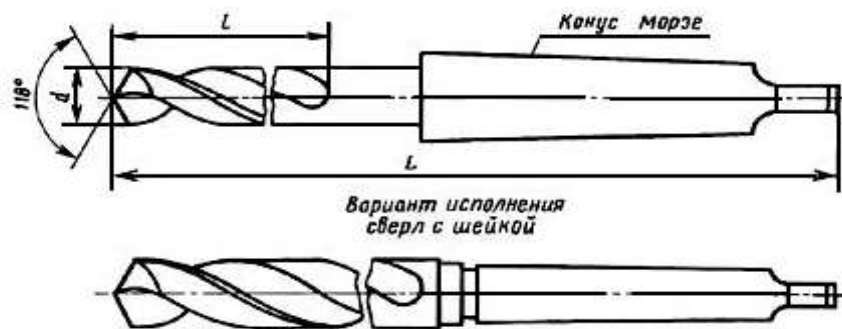


Рисунок 3.28 – Эскиз твердосплавного сверла

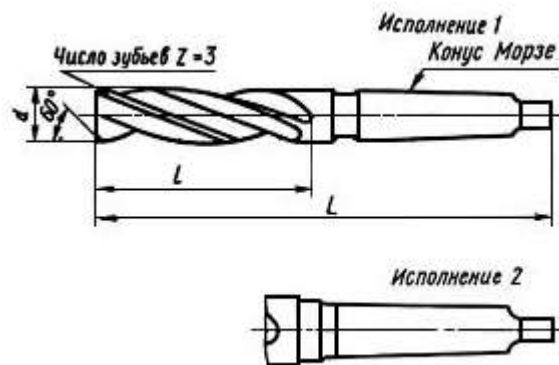


Рисунок 3.29 – Эскиз специального инструмента - зенкер

Таблица 3.5 – Параметры инструментов зенкер и сверло

Диаметры d, мм	Обозначение	Размеры, мм		
		L, мм	l, мм	Конус морзе
Сверло (33)	ГОСТ 10903 2301-0117	3	20	4
Зенкер (34,5)	ГОСТ 12489 2323-0558	6	20	4

Для выполнения операции 030 фрезерная с ЧПУ, необходим набор инструментов, в котором используется набор концевых фрез, фасочная фреза, сверло.

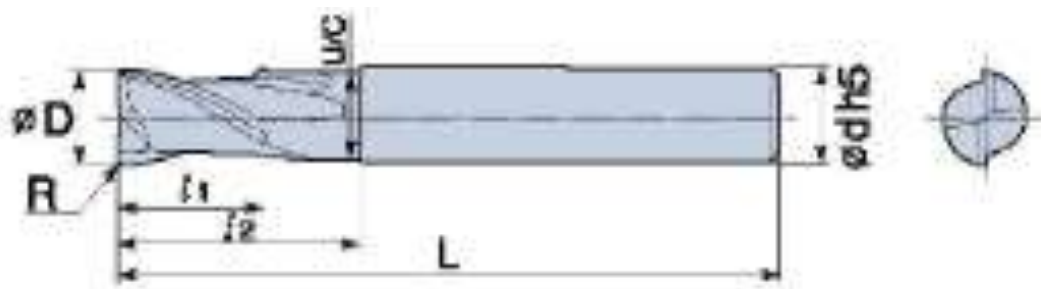


Рисунок 3.30 – Концевая фреза AMF 2020Т ТТ1040

Таблица 3.6 – Параметры концевой фрезы AMF 2020Т ТТ1040

Обозначение	Обозначение						
	D	R	L	l1	L2	u/c	d
AMF 2020Т ТТ1040	1	0,15	52	2,5	5	1,90	6



Рисунок 3.31 – Концевая фреза P5313450

Таблица 3.7 – Параметры концевой фрезы P5313450

Обозначение	Обозначение					
	d1 e8	d2 h6	l1	l2	45°	α
AMF 2020T TT1040	10	10	66	11	0,20	0

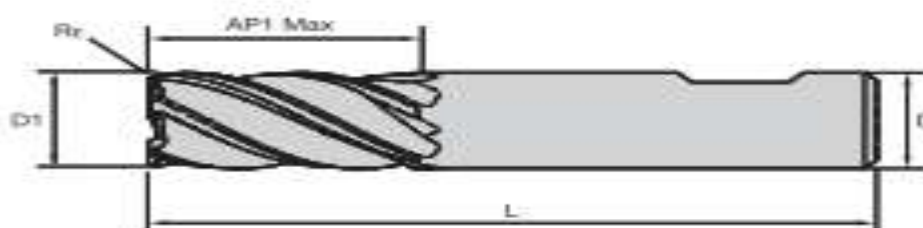


Рисунок 3.32 – Концевая фреза 57716006MT

Таблица 3.8 – Параметры концевой фрезы 57716006MT

Обозначение	Обозначение				
	D1	D	Ap1 max	L	R ϵ
AMF 2020T TT1040	16	16	32	92	0,75

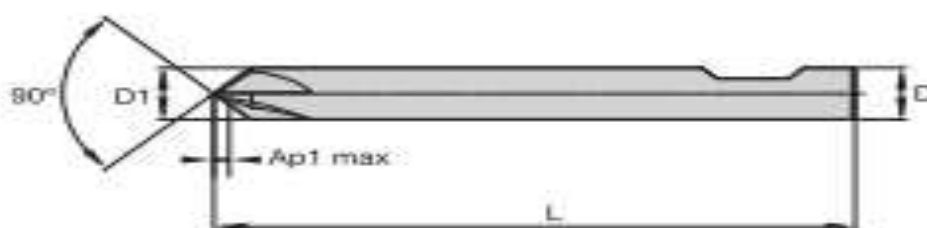


Рисунок 3.33 – Фасочная фреза 423036 – 000060

Таблица 3.9 – Параметры концевой фрезы 423036 – 000060

Обозначение	Обозначение			
	D1	D	Ap1 max	L
423036 – 000060	6	6	1	83

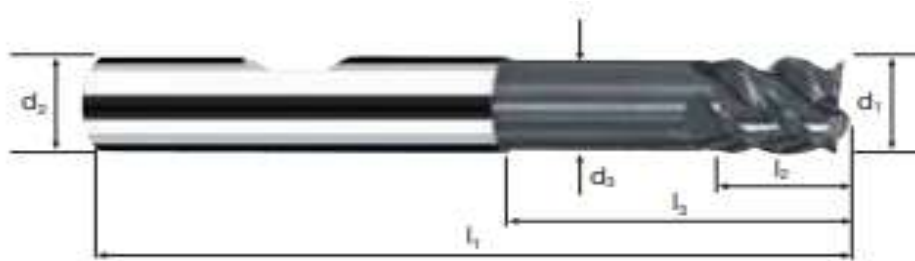


Рисунок 3.34 – Концевая фреза P5248300

Таблица 3.10– Параметры концевой фрезы P5248300

Обозначение	Обозначение							
	d1 e8	d2 h6	d3	l1	45°	l2	α	l3
P5248300	6	6	5.5	57	0,15	7	0°	20

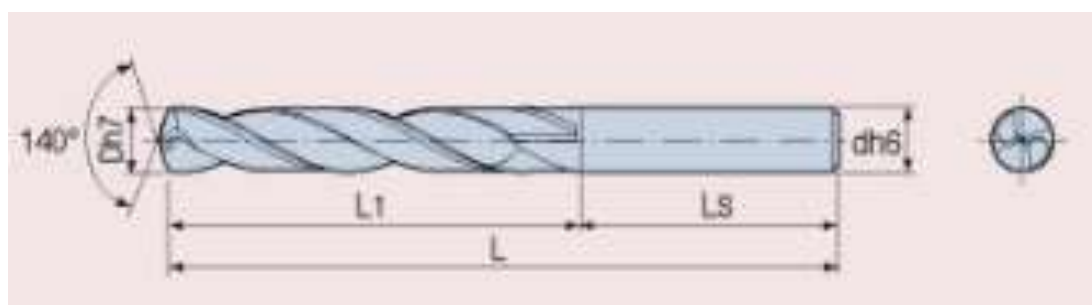


Рисунок 3.35 – Сверло SHD 3031 TT9030

Таблица 3.11– Параметры сверла SHD 3031 TT9030

Обозначение	Обозначение			
	D	L	L1	Ls
SHD 3031	3.1	49	19	30

Для чистовой обработки цилиндрической поверхности 2 выбираем державку для профильной обработки тип S25Q-SDQC R 11, рисунок 3.36.

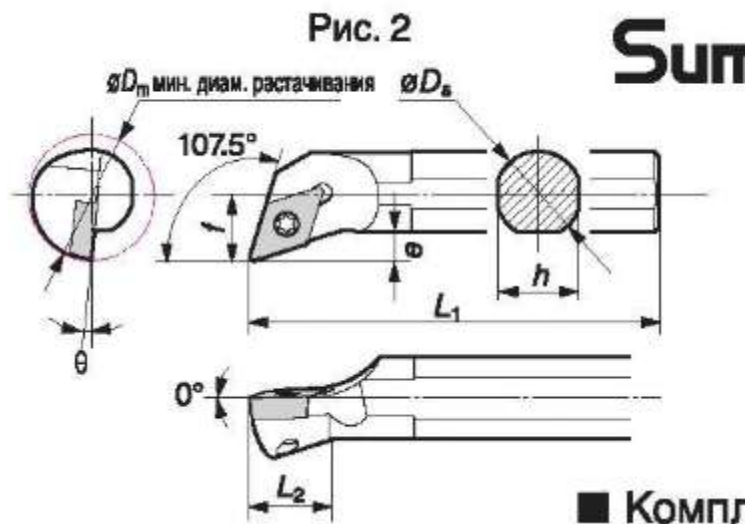
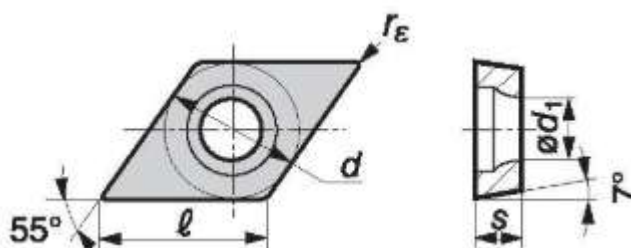


Рисунок 3.36 – Державка расточного резца

Таблица 3.12 – Параметры расточного резца S25Q-SDQC R11T3-32 и пластин

Обозначение державки	Применяемая режущая пластина	Размеры, мм							
		Dm	Ds	h	L1	f	e	θ	L2
S25R-PCLN R0903-32		32	25	22	180	17	7,0	-6	-
		l	ϕd	s	D1				
	DCMT 070208N-SU (получист)	7.75	6.35	2.38	2.8				
	CNMM 120404 NMP (черн)	12.9	12.7	4.76	5.16				

Для токарного расточного резца выбираем пластину для чистовой обработки с маркировкой DCMT 070208N-SU, которая показана на рисунке 3.37 с приведенными параметрами таблицы 3.12.



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

Рисунок 3.37 – пластина для расточного резца.

3.4 Проектирование и расчет специального режущего инструмента

3.4.1 Разработка режущего инструмента

Требуется разработать режущий инструмент для выполнения шлицевых отверстий на поверхности 14 (рисунок 3.38).

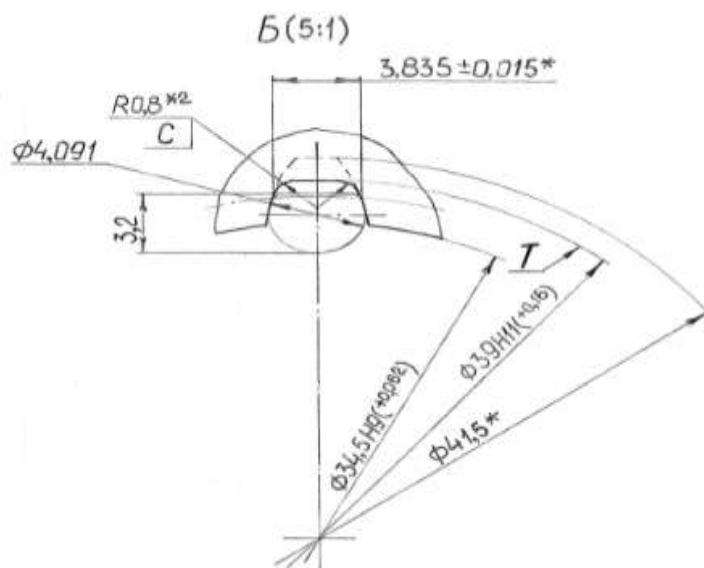


Рисунок 3.38 – Шлицевые отверстия

Исходные данные:

Протягиваемая заготовка: материал - Сталь 12Х2Н4А ГОСТ 4543-71; твердость на операции протягивание НВ = 321-364, диаметр до протягивания $d_0 = 34,5$, внутренний диаметр шлицев $d = 34,5Н9(+0,062)$, наружный диаметр шлицев $D = 41,5^*$, ширина шлицевых впадин $e = 3,835 \pm 0,015$; число шлицев $z = 15$, размер фаски 0,3x45, параметр шероховатости $Ra = 5$ мкм, длина протягивания $l = 9$ мм.

Станок горизонтально – протяжной, мод 7Б56; тяговая сила $Q = 196 00$ Н; максимальная длина хода штока $L_{max} = 1600$ мм, диапазон рабочих скоростей 1,5 – 11,15 м/мин, состояние – удовлетворительное.

Производство – среднесерийное.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ

Лист

109

Длина протяжки, допустимая возможностями инструментального производства и заточного отделения, $L_{max} = 1500$ мм.

Для данной операции подойдет протяжка шлицевая с эвольвентным профилем.

Порядок расчёта (см. Библ. сп. – [6]).

1. Группа обрабатываемости устанавливаем по [таблице П1].

Сталь 12Х2Н4А ГОСТ 4543-71 (Хромоникелевая) к 4-ой группе обрабатываемости (302-321 НВ), сталь вязкая.

2. Устанавливаем группу качества получаемого шлицевого отверстия по табл. П2, [1]. Так как неуказанная шероховатость $Ra = 5$, группа качества

3. За материал рабочей части протяжки (передний конус, передняя направляющая, режущая часть, задняя направляющая, задний хвостовик) принимаем быстрорежущую сталь Р6М5К5 ГОСТ 19265-73 [по табл. П3, [1]].

4. Конструкцию протяжки принимаю с приваренным хвостовиком, материал сталь 40Х. Конструкция хвостовика и размеры по ГОСТ 4044-70 (по табл. П4, [1]). Принимаем хвостовик диаметром 32 мм.

При этом рекомендуемые напряжения на растяжение $[\sigma]_p = 300$ МПа. Сила, допустимая прочностью хвостовика:

$$P_{xв} = [\sigma]_p \cdot S_{сеч} = 300 \cdot 490.9 = 147270 \text{ кН},$$

где $S_{сеч}$ - площадь поперечного сечения хвостовика диаметром 32 мм.

5. Определяем передние и задние углы по табл. П5, [1]:

Передний угол: черновые и переходные зубья 10° ;

чистовые и калибрующие зубья 10° ;

Задний угол: черновые и переходные зубья 3° ;

чистовые 2° и калибрующие зубья 1° .

6. Скорость резания [по табл. П6] определяем $v=5$ м/мин. Т.к. сталь - вязкая, то снижаем скорость на 20%.

$$V = 5 \times 0.8 = 4 \text{ м/мин.}$$

					ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		110

7. Выбираем схему расположения зубьев на протяжке. Принимаем схему Ф-Ш – вначале фасочные зубья, шлицевые. Данная схема является оптимальной, т.к. в этом случае протяжка имеет меньшую длину хода и технологичнее в изготовлении.

8. Определяем подачу черновых зубьев S_{zc} по средней наработке (по табл. П7). Сначала устанавливают наработку чистовой части

$$S_{zч} = 0,02 \text{ мм.}$$

Нарботка чистовой части 47 мм. Нарботка черновой части 44 мм.

Подача черновых зубьев $S_{zc} = 0,08$ мм.

Для шлицевых зубьев, предназначенных для обработки наружного диаметра подачу черновых зубьев ограничиваем рекомендациями табл. П17.

$$S_{zc} = 0,1.$$

Нарботка с учётом поправочных коэффициентов:

$$T_{мн} = 47 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 47 \text{ м.}$$

9. Определяем глубину стружечной канавки при коэффициенте помещаемости $K=3,0$:

для фасочных и шлицевых зубьев:

$$h = 1.283 \cdot \sqrt{K \cdot l_s \cdot S_{zc}} = 1.283 \cdot \sqrt{3,0 \cdot 9 \cdot 0,1} = 2,1 \text{ мм;}$$

По [табл. П19] принимаю ближайшую большую величину $h=2$ мм.

10. Определяем шаг черновых зубьев t_0 и число одновременно работающих зубьев z_p . Из [табл. П19 [1]] принимаю номер профиля 3 с параметрами:

$t_0=4,5$ мм - шаг профиля;

$h=2$ мм - высота профиля;

$r=1$ мм - радиус скругления спинки зуба;

$b=1,5$ мм - ширина зуба;

$R=3,0$ мм - радиус скругления стружечной канавки;

$F_{акт} = 3,14 \text{ мм}^2$ - активная площадь сечения стружечной канавки.

					ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		111

Число одновременно работающих зубьев вычисляется по формуле:

$$z_p = \frac{l}{t_0} = \frac{9}{4,5} = 2 \text{ зуба}$$

11. Определяем максимально допустимую силу резания, как наименьшую из трех сил: P_{cm} - сила, допускаемая станком, $P_{xв}$ - сила, допускаемая хвостовиком оправки, сила, допускаемая оправкой.

$$P_{ст} = (0,8 \dots 0,9) \cdot Q = 0,8 \cdot 20000 \cdot 9,81 = 156\,960 \text{ Н};$$

$$P_{xв} = 147\,270 \text{ Н};$$

$$P_{оп} = F_{оп} \cdot [\sigma]_p = 0,785 (D_0 - 2 \cdot h)^2 \cdot [\sigma]_p \quad (3.11)$$

Подставляя значения в формулу 3.11, получаем:

$$P_{оп} = 0,785 \cdot (32 - 2 \cdot 2)^2 \cdot 700 = 430\,808 \text{ Н}$$

Тогда принимаем $P_{max} = P_{cc} = 147270 \text{ Н};$

12. Определяем число зубьев в группе z_c по формуле:

$$z_c = \frac{B_{max} \cdot z \cdot q_0 \cdot K_{pM} \cdot K_{p0} \cdot K_{pK} \cdot K_{pp}}{P_{max}} = \frac{3,9 \cdot 15 \cdot 288 \cdot 2 \cdot 1,8}{147270} = 0,4$$

Принимаем $z_c = 1$

где z - число шлицев отверстия;

q_0 - осевая сила резания, приходящаяся на 1 мм длины режущей кромки. По табл. П20, [1] для $S_{z0} = 0,1$ $q = 288 \text{ Н/мм}$.

z_p - число зубьев, одновременно участвующих в работе;

K_{pM} - поправочный коэффициент на силу резания в зависимости от вида, состояния и твердости материала; (по табл. П21 [1] $K_{pM} = 1$;)

K_{p0} - поправочный коэффициент на силу резания в зависимости от вида охлаждения; (по табл. П21 [1] $K_{p0} = 1,3$;)

K_{pK} - поправочный коэффициент на силу резания в зависимости от группы качества; (по табл. П21 [1] $K_{pK} = 1$ -для шлицевых зубьев, $K_{pK} = 1,1$ -для фасочных зубьев);

K_{pp} - поправочный коэффициент на силу резания в зависимости от способа разделения стружки; (по табл.П21 [1] $K_{pp} = 1,3$);

B - ширина режущей кромки; различна для разных зубьев:

для шлицевых зубьев: $B_{ш\max} = 3,9$ мм;

13. Распределяем припуск между разными зубьями шлицевой части протяжки. Полный припуск на шлицевые зубья

$$A_{ш} = D_{max} - D_{ш1} = 39,16 - 34,5 = 4,66 \text{ мм},$$

Припуск на чистовые зубья определяем по таблице П22: $A_{ш.ч.} = 0,08$ мм, $z_{шч} = 2$ (два зуба с подачей 0,02); $A_{ш.п.} = 0,18$ мм, $z_{шп} = 2$ (первый зуб с подачей 0,06; второй зуб с подачей 0,03).

$$A_{шо} = A_{ш} - (A_{шп} + A_{шч}) = 4,66 - 0,26 = 4,4 \text{ мм},$$

14. Определяем число групп черновых зубьев i_o , остаточный припуск $A_{ост}$ и распределяем его:

$$i_o = \frac{A_{шо}}{2 \cdot S_{zc}} = \frac{4,4}{2 \cdot 0,1} = 22;$$

Принимаем $i_o = 22$. Тогда остаточный припуск

$$A_{остш} = A_{ш} - 2 \cdot S_{zc} \cdot i_o = 4,4 - 2 \cdot 0,1 \cdot 22 = 0 \text{ мм},$$

15. Число всех зубьев протяжки

$$\sum z_{ш} = z_{шо} + z_{шп} + z_{шч} + z_{шк} = 22 + 2 + 2 + 3 = 29$$

16. Подъёмы чистовых зубьев шлицевой частей принимаю из таблицы П22: $S_{zч1} = 0,02$ и $S_{zч2} = 0,02$

17. Общая длина режущей части протяжки:

$$L_p = t(z_{шо} + z_{шп}) + t(z_{шч} + z_{шк} - 1) = 4,5(22 + 2) + 4(2 + 3 - 1) = 124 \text{ мм};$$

Где t - шаг чистовых зубьев (таблица П24).

18. Определяем силу резания на шлицевой части. При принятом числе зубьев в секции $z_c = 1$

$$P_{ш} = \frac{3,9 \cdot 15 \cdot 288 \cdot 2 \cdot 1,8}{1} = 60\,653 \text{ Н}$$

19. Дополнительные варианты не рассчитываем.

20. Находим диаметр калибрующих шлицевых $D_{кш}$ зубьев. Допуск на диаметры зубьев назначаем по ГОСТ 25158-82:

$$D_{кш} = 39,16 - 0,01 = 39,15 \text{ мм.}$$

21. Диаметр по впадинам шлицев

$$D_{вш} = 34,5d_{9_{-0,142}^{-0,08}} \text{ мм.}$$

22. Рассчитываем число, ширину и радиус выкружек. Число выкружек N принимаем равным числу шлицев, т.е. $N = z$. Минимальную ширину шлица определяем по формуле:

$$B_{ш \min} = D_{f \max} \cdot \left(\frac{S_p}{d} + \text{inv } \alpha_d - \text{inv } \alpha_i \right),$$

где $D_{f \max} = 34,5 \text{ мм.}$

$$d = mz = 2,5 \cdot 15 = 37,5 \text{ мм.}$$

$$S_p = e_{\max} = 3,9 \text{ мм; } \text{inv } \alpha_d = 0,014904;$$

$$\alpha_i = \arccos \frac{d \cdot \cos \alpha_d}{D_{\max}} = \arccos \frac{37,5 \cdot 0,939693}{39,16} = 0,89 = 26^\circ$$

$$\text{inv } \alpha_i = 0,033947$$

$$B_{ш \min} = 34,5 \cdot \left(\frac{3,9}{37,5} + 0,014904 - 0,033947 \right) = 2,51 \text{ мм.}$$

Находим ширину режущего сектора:

$$B_{ш} = 0,5 \frac{B_{ш \min} + B_{ш \max}}{2} = 1,6 \text{ мм.}$$

Принимаем $B_{ш} = 2 \text{ мм.}$ Выкружки на чистовых и калибрующих зубьях не делаем.

Ширину выкружки $a_{ш}$ определяем по формуле для первого зуба:

$$a_{ш} = \frac{\pi \cdot 39,16}{15} = 8,19 \text{ мм.}$$

По таблице 27 $R_k = 25 \text{ мм, } R_b = 30 \text{ мм.}$

23. определяем диаметр и длину передней направляющей. Диаметр передней направляющих принимаем равным наименьшему предельному отверстию до протягивания.

$$D_{\text{пн}} = D_{\text{о min}} e8 = 34,5 e8_{-0,089}^{-0,05} \text{ мм.}$$

24. Длину переходного конуса назначаем по таблице П28 $l_{\text{п}} = 20$ мм.

25. Расстояние от переднего торца до первого зуба протяжки.

$$L_1 = l_1 + l_2 + l_3 + l + 9 = 140 + 20 + 40 + 9 + 4,5 = 213,5 \text{ мм.}$$

Размеры принимают в зависимости от диаметра хвостовика $D_{\text{хв}} = 32$ мм, $l_1 = 160$ мм. Размеры l_2 и l_3 для станка 7Б56: $l_2 = 25$ мм; $l_3 =$ мм; $l = 9$ мм – длина протягивания.

26. Находим диаметр $D_{\text{зн}}$ и длину задней направляющей $L_{\text{зн}}$. Диаметр $D_{\text{зн}} = D_{\text{вп}}$; $D_{\text{зн}} = 34,5 f9_{-0,087}^{-0,025}$ мм.

Найдем длину задней направляющей по таблице П29 $l_{\text{зн}} = 35$ мм, длина заднего хвостовика по [таблице П30] $L_{\text{зх}} = 125$ мм.

27. Общая длина протяжки:

$$L = L_1 + L_p + L_{\text{зх}} = 213,5 + 124 + 35 + 125 = 497,5 \text{ мм;}$$

Округляем за счёт задней направляющей до 497 мм.

Материал протяжки Р6М5К5, материал хвостовиков – сталь 40Х; режущей части и задней направляющей 42 - 56 HRC₃; передней направляющей 60- 66 HRC₃, хвостовиков 42- 56 HRC₃, внесем данные зубьев в таблицу 3.12.

Остальные технические требования - по ГОСТ 25158-82

Таблица 3.12 – Диаметры зубьев протяжки

№ зуба	Диаметр, мм	Допуск, мм	Угол.	Наименование зубьев
1	34,7	0,2	$3^\circ \pm 30$	Черновые
2	34,9			
3	35,1			

4	35,3			
5	35,5			
6	35,7			
7	35,9			
8	36,1			
9	36,3			
10	36,5			
11	36,7			

Окончание таблицы 3.12

12	36,9			
13	37,1			
14	37,3			
15	37,5			
16	37,7			
17	37,9			
18	38,1			
19	38,3			
20	38,5			
21	38,7			
22	38,9			
23	39,02	0,12	3° ± 30	Переходные
24	39,08	0,06		
25	39,12	0,04	2° ± 30	Чистовые
26	39,16	0,04		
27	39,16		1° ± 30	Калибрующие
28	39,16			
29	39,16			

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ

Лист

116

3.4.2 Расчет корригированного профиля эвольвентой протяжки

Принимаем для расчета диаметры трех точек:

$$D_1 = 34,7 \text{ мм (наружный диаметр первого зуба)}$$

$$D_2 = 36,9 \text{ мм (наружный диаметр двенадцатого зуба)}$$

$$D_3 = 39,12 \text{ мм (наружный диаметр двадцать пятого зуба).}$$

Находим координаты выбранных точек в системе ХОУ. Для этого нанесем точку i , лежащую на окружности радиуса R_i , с текущими координатами x_i и y_i :

$$x_i = R_i \sin (\theta_o + \theta_i)$$

$$y_i = R_i \cos (\theta_o + \theta_i)$$

Здесь θ_o - угол между осью ОУ и радиусом – вектором начальной точки ЭВОЛЬВЕНТЫ,

$$\theta_o = \frac{\pi}{z} - \frac{S_p}{d} - \text{inv } \alpha_d$$

θ_i – полярный угол эвольвенты в точке i ,

$$\theta_i = \text{tg} \alpha - \alpha_i = \text{inv } \alpha_i$$

$$\theta_o + \theta_i = 57,29578 \left(\frac{\pi}{z} - \frac{S_p}{d} - 0,14904 - 0,033947 \right);$$

$$\theta_o = \frac{3,14}{15} - \frac{3,9}{34,7} - 0,014904 = 0,0814 \text{ рад.}$$

Для всех трех точек

$$\cos \alpha_1 = \frac{34,32}{34,7} = 0,98904; \alpha_1 = 11^\circ; \text{inv } \alpha_1 = 0,0023941;$$

$$\cos \alpha_2 = \frac{34,32}{36,9} = 0,93008; \alpha_2 = 21^\circ; \text{inv } \alpha_2 = 0,017345;$$

$$\cos \alpha_3 = \frac{34,32}{39,12} = 0,87730; \alpha_3 = 29^\circ; \text{inv } \alpha_3 = 0,048164;$$

$$\theta_o + \theta_1 = 57,29578(0,0814 + 0,0023941) = 4,8^\circ;$$

$$\theta_o + \theta_2 = 57,29578(0,0814 + 0,017345) = 5,6^\circ;$$

$$\theta_o + \theta_3 = 57,29578(0,0814 + 0,048164) = 7,4^\circ;$$

$$x_1 = 17,35 \sin(4,8^\circ) = 1,45181 \text{ мм};$$

$$y_1 = 17,35 \cos(4,8^\circ) = 17,28915 \text{ мм};$$

$$x_2 = 18,45 \sin(5,6^\circ) = 1,80040 \text{ мм};$$

$$y_2 = 18,45 \cos(5,6^\circ) = 18,36194 \text{ мм};$$

$$x_3 = 19,56 \sin(7,4^\circ) = 2,51924 \text{ мм};$$

$$y_3 = 19,56 \cos(7,4^\circ) = 19,39708 \text{ мм};$$

У протяжек, протшлифованных с поднятым хвостовиком, профиль боковых поверхностей одинаков, а толщина зубьев, измеренная на одном диаметре, в разных сечениях различна.

На рисунке представлены эвольвента профиля шлицев детали – геометрическое место вершин всех режущих зубьев протяжки после шлифования и при горизонтальном положении ее оси (кривая II), а также профиль всех зубьев протяжки и шлифовального круга (кривая III). После того как протяжка протшлифована и оси ее возвратилась в горизонтальное положение, профиль последнего зуба занимает положение кривой I. Точка Г принадлежит впадине этого зуба. При поднятии заднего хвостовика в точку 1 первого зуба и точка O_1 , соответствующая центру окружности этого зуба, на вершине которого находится точка 1, останутся на месте. Точка 3 последнего зуба получает наибольшее смещение, равное C_3 , т.е. переходит в положение 3''. Такое же смещение получает центр окружности вершин последнего зуба – точка O_3 .

При возвращении оси протяжки после шлифования в горизонтальное положение точка 1 первого зуба остается на месте, а точка 1 последнего зуба опускается на C_3 в точку 1', точка 3'' возвращается в исходное положение, т.е. в точку 3.

Для определения смещения каждой из взятых точек предварительно определяем смещение (мм), приходящееся на каждый зуб:

$$\Delta C = \frac{\Delta y}{1000} \frac{l_0}{z_0} = \frac{\Delta y}{1000} t_0,$$

где Δy - подъем заднего хвостовика (центра задней бабки) на 1000 мм длины протяжки, мм.

В нашем случае принято $\Delta y = 0,3$ мм, поэтому $\Delta C = 0,001$

Смещение ординаты любого зуба определяем по формуле:

$$C_i = \Delta C(z_i - 1).$$

Для расчета за базовый принят зуб №25 с диаметром $D_3 = 39,12$ мм; все отсчеты числа зубьев ведем теперь не от первого зуба протяжки, а от зуба №25.

В соответствии с этим для точек 1, 2 и 3

$$C_1 = C_3 = \Delta C(z_i - 1) = 0,001(25 - 1) = 0,024 \text{ мм};$$

$$C_2 = \Delta C(z_i - 1) = 0,001(25 - 12) = 0,013 \text{ мм};$$

$$C_3 = \Delta C(z_i - 1) = 0,001(25 - 25) = 0$$

Новые ординаты точек следующие:

Любой точки $y'_i = y_i - C_i$;

Точка 1' $y'_1 = y_1 - C_1 = 17,28915 - 0,024 = 17,26515$ мм;

Точка 2' $y'_2 = y_2 - C_2 = 18,36194 - 0,013 = 18,34894$ мм;

Точка 3' $y'_3 = y_3 - C_3 = 19,39708 - 0 = 19,39708$ мм;

Для упрощения расчетов переносим начало координат в точку 1' и получаем новую систему координат.

Находим координаты точек в этой системе:

Любой точки $x'_i = x_i - x_1$; $y''_i = y_i - y_1$;

Точки 1' $x'_1 = 0$; $y''_1 = 0$;

Точки 2' $x'_2 = 1,80040 - 1,45181 = 0,34859$ мм; $y''_2 = 18,36194 - 17,28915 = 1,07279$ мм;

Точки 3' $x'_3 = 2,51924 - 1,45181 = 1,06743$ мм; $y''_3 = 19,39708 - 17,28915 = 2,10793$ мм.

Через эти точки проводим окружность, определив координаты ее центра x_0 , y_0 и r_1 . Эта окружность проходит через начало новой системы

координат Γ' . Координаты центра окружности и радиус находим по формулам

$$y_0 = \frac{x_2'[(x_3'')^2 + (y_3'')^2] - x_3'[(x_2')^2 + (y_2'')^2]}{2(y_3''x_2' - y_2''x_3')};$$

$$x_0 = \frac{(x_2')^2 + (y_2'')^2 - 2y_2''y_0}{2x_2'}$$

$$r_1 = \sqrt{x_0^2 + y_0^2}.$$

Подставив соответствующие значения, получим $y_0 = -0,716$ мм;
 $x_0 = 4,06$ мм; $r_1 = 4,12$ мм.

Проверим, насколько точно заменяет дуга этой окружности кривую I, взяв 2 точки. Исходными точками будут 4 и 5. Диаметры окружностей, на которых расположены точки, следующие: точка 4 - $D_{15} = 37,5$ мм; точка 5 - $D_{20} = 38,5$ мм.

$$\cos\alpha_4 = \frac{34,32}{37,5} = 0,9152; \alpha_1 = 24^\circ; \text{inv } \alpha_1 = 0,026350;$$

$$\cos\alpha_5 = \frac{34,32}{38,5} = 0,8914; \alpha_2 = 27^\circ; \text{inv } \alpha_2 = 0,038287$$

$$\theta_0 + \theta_4 = 57,29578(0,0814 + 0,026350) = 6,14^\circ;$$

$$\theta_0 + \theta_5 = 57,29578(0,0814 + 0,038287) = 6,8$$

$$x_4 = 18,75 \sin(6,14^\circ) = 2,00546 \text{ мм};$$

$$y_4 = 18,75 \cos(6,14^\circ) = 18,64244 \text{ мм};$$

$$x_5 = 19,25 \sin(6,8^\circ) = 2,27927 \text{ мм};$$

$$y_5 = 19,25 \cos(6,8^\circ) = 19,11458 \text{ мм};$$

$$C_4 = C_5 = \Delta C(z_i - 1) = 0,001(25 - 20) = 0,005 \text{ мм};$$

$$C_5 = \Delta C(z_i - 1) = 0,001(25 - 15) = 0,01 \text{ мм};$$

Точки 4' $x_4' = 2,00546 - 1,45181 = 0,55365$ мм; $y_4'' = 18,64244 - 17,28915 = 1,35239$ мм;

Точки 5' $x_5' = 2,27927 - 1,45181 = 0,82746$ мм; $y_5'' = 19,11458 - 17,28915 = 1,82543$ мм.

Вычисляем расстояния этих точек до центра заменяющей окружности по формулам

$$\rho_i = \sqrt{(x'_i - x_0)^2 + (y'_i - y_0)^2};$$

$$\rho_4 = \sqrt{(0,55365 - 4,06)^2 + (1,35239 + 0,716)^2} = 4,07099 \text{ мм};$$

$$\rho_5 = \sqrt{(0,82746 - 4,06)^2 + (1,82543 + 0,716)^2} = 4,11193 \text{ мм};$$

Определяем искомые отклонения, которые представляют собой разность между ρ_4 и ρ_5 и радиусом r_1 заменяющей окружности: $\Delta\rho = \rho_4 - r_1 = -0,04901$ мм $\Delta\rho = \rho_5 - r_1 = -0,00807$ мм.

Значение отклонений удовлетворительное, поэтому замену искомого профиля дугой данной окружности считаем приемлемой.

Находим координаты центра заменяющей окружности в системе ХОУ

$$x'_0 = x_0 + x_1 = 4,06 + 1,45181 = 5,51181 \text{ мм};$$

$$y'_0 = y_0 + y_1 = -0,716 + 17,28915 = 16,57315 \text{ мм}.$$

3.4.3 Расчет размеров по роликам

Расчет размеров по роликам при коррекции профиля по дуге окружности. Боковой профиль зубьев протяжки контролируют с помощью роликов. Контроль производят 2 или 3 роликами разных диаметров, которые касаются точек профиля впадины между двумя соседними зубьями на разной высоте. Размеры по роликам рассчитывают до последнего чернового зуба или зуба принятого за базовый. Профиль впадин на других зубьях контролируют с помощью тех же роликов. При этом размер по роликам изменяется на удвоенное значение смещения для данного зуба относительно базового. Абсцисса точек 3, 4, 5 в системе координат ХОУ:

$$x_3 = 2,5 \text{ мм};$$

$$x_4 = 2,00546 \text{ мм};$$

$$x_5 = 2,27927 \text{ мм};$$

Размеры (мм) по роликам рассчитывают по формуле:

$$r_{pi} = \frac{r_1 \cdot x_i}{x'_0 - x_i}$$

В дальнейшем вычисленные радиус и диаметр роликов обозначаем r_p и d_p , а принимаемые размеры стандартных роликов – R_p и D_p .

$$r_{p3} = 3,42 ; d_{p3} = 6,84$$

$$r_{p4} = 2,356 ; d_{p4} = 4,712$$

$$r_{p5} = 2,905 ; d_{p5} = 5,81$$

Принимаем ролики с размерами:

$$D_{p3} = 7 \text{ мм}; D_{p4} = 5 \text{ мм}; D_{p5} = 6 \text{ мм}$$

Размеры по роликам определяется из формулы для нечетного числа зубьев протяжки (число шлицев):

$$M_i = 2 \cdot (y'_0 + l_i) \cdot \cos \frac{90^\circ}{z} + D_{pi}$$

где M_i – размер по роликам для любой точки данного зуба;

l_i – расстояние по вертикали между центрами заменяющей окружности O_c и ролика C_p .

Из треугольника $O_c A C_p$ находим по формуле 3.12

$$l_i = \sqrt{(r_1 + r_{pi})^2 - (x'_0)^2}$$

(3.12)

Для точек 3,4,5:

$$l_3 = 5,14 \text{ мм}; l_4 = 3,4 \text{ мм}; l_5 = 4,35 \text{ мм};$$

Находим размеры по роликам для точек 3,4,5 на зубе №25, принятом за базовый:

$$M_3 = 49,992 \text{ мм}; M_4 = 44,547 \text{ мм}; M_5 = 47,846 \text{ мм};$$

Размер ролика от образующей до лыски $K_1 = 5 - 1,243 = 3,757 \sim 4,1$ мм.

					ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		122

На чертеже протяжки указывают подъем заднего центра на длине точки перехода переднего направления во впадину перед первым зубом до торца заднего направления. Это расстояние

$$L_y = L - L_1 + (t - b) - l_{zx} = 497,5 - 213,5 + (4 - 1,5) - 125 = 161,5 \text{ мм};$$

$$\Delta C = \frac{\Delta y}{1000} L_y = 0,048 \text{ мм.}$$

3.5 Выбор измерительного оборудования и оснастки на операциях технического контроля

Средство измерения – техническое средство, предназначенное для измерений, имеющее нормированные метрологические характеристики, воспроизводящие и хранящие единицу физической величины, размер которой принимают неизменным в течении известного интервала времени.

Средства измерительной техники – обобщающее понятие, охватывающее технические средства, специально предназначенные для измерений. К ним относятся средства измерения и их совокупности (измерительные системы и измерительные установки), измерительные принадлежности, измерительные устройства.

В разработанном технологическом процессе необходим набор измерительных инструментов, для контроля поверхностей, а также расстояния между ними.

Инструмент делится на два вида: первый вид инструмента относится к ГОСТИрованному, разработанному государственным стандартом качества в сфере метрологии и является уже готовым по своим параметрам, а другой вид – специальный, тот, который был разработан специально для данного технологического процесса и не имеет аналогов. В технологическом процессе детали «Поводок муфты» использован следующий вид измерительных приборов, его предназначение и название занесены в таблицу.

					ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		123

Измерительные приборы – средство измерений, предназначенное для получения значений измеряемой физической величины в установленном диапазоне (устройства, представляющие собой совокупность измерительных преобразователей, выполняющих определенные функции, и отсчетного устройства). Средства измерения для ТП «Поводок муфты» представлены в таблице 3.13.

Таблица 3.13– Средства измерения

№ опер.	Название ин-та.	ГОСТ/Спец. ин.	Предназначение
005	ОШС-Т Набор образцов шероховатости 0,4-12,5 Т	ГОСТ 9378-93	Контроль шероховатости на поверхности Ra = 5
005	ШЦЦ-I-200-0,01 Штангенциркуль ТТ	ГОСТ 9378-93	Контроль размера 30 _{-0,2} мм.
005	ШГ-160-0,05 Штангенглубиномер	ГОСТ 162	Контроль размера 19,9 _{-0,1} мм.
005	НИ 18-50-1 Нутромер	ГОСТ 868-82	Контроль размера $\varnothing 39,5^{+0,39}$ мм.
010	Радиусомер 0,1-1,3	8380-6391	Контроль радиуса R0,6 ⁺¹
010	Угломер типа 1-2	ГОСТ 5378-88	Контроль угла 30°
010	ШЦЦ-I-200-0,01 Штангенциркуль	ГОСТ 166-89	Контроль размера $\varnothing 92_{-0,22}$ мм, $\varnothing 50_{-0,62}$ мм
010	НИ 18-50-1 Нутромер	ГОСТ 868-82	Контроль размера $\varnothing 34,5^{+0,062}$ мм.
010	Фаскомер 0,1-2x45°	8390-4389	Контроль фаски 0,5

010	ОШС-ФТ Набор образцов шероховатости 0,4-12,5 ФТ	ГОСТ 9378-93	Контроль шероховатости правого торца Ra = 2,5
-----	---	--------------	---

Продолжение таблицы 3.13

№ опер.	Название ин-та.	ГОСТ/Спец. ин.	Предназначение
010	ОШС-ФЦ Набор образцов шероховатости 0,4-12,5 ФЦ	ГОСТ 9378-93	Контроль шероховатости поверхности детали Ra = 5
015	Фаскомер 2-4x45°	8390-5039	Контроль фаски 2,5
015	ШЦЦ-I-200-0,01 Штангенциркуль	ГОСТ 166-89	Контроль размера 28 _{-0,21} мм.
020	ШЦЦ-I-200-0,01 Штангенциркуль	ГОСТ 166-89	Контроль размера 20 _{-0,52} мм.
025	БН.0000000107 Плитки мерные	ГОСТ 9038-67	Контроль шлицевых отверстий
025	Ролик Ø4,091 с лыской.	8190-9654	Контроль шлицевых отверстий
025	НИ 18-50-1 Нутромер	ГОСТ 868-82	Контроль размера

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ

Лист

125

нониусной шкале 0,01 мм, класс точности изделия 1, способ измерения цифровой, диапазон измерений 0-200 мм.



Рисунок 3.39 – Штангенциркуль ШЦЦ-I-200-0,01

Шероховатость поверхностей измеряется визуально. ОШС-Т Набор образцов шероховатости 0,4-12,5 Т, ОШС-ТТ Набор образцов шероховатости 0,4-12,5 ТТ ГОСТ 9378-93. По образцам (рисунок 3.40) шероховатость контролируют, сравнивая контролируемую поверхность с эталонным образцов. Простота, удобство и эффективность контроля в разных условиях, длительный срок эксплуатации.

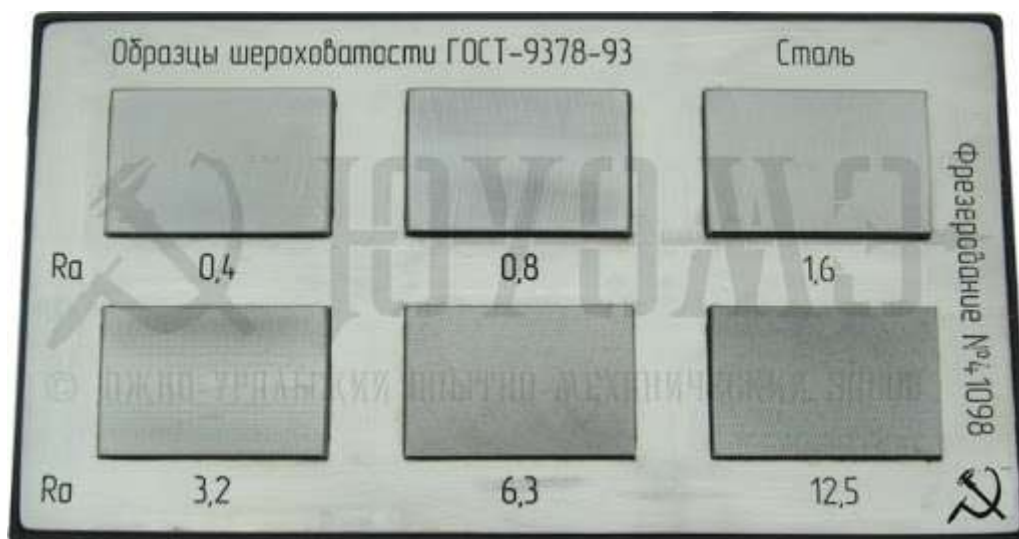


Рисунок 3.40 – Набор образцов шероховатости

Нутромер индикаторный НИ 18-50 0.01 ГОСТ 868-82 1 кл. точности используется для внутренних измерений изделия. Замеры происходят способом двухточечного контакта с измеряемыми поверхностями относительным методом. Прибор относится к 1 классу точности. Отверстия нутромера оборудованы центрирующим мостиком для совмещения линии измерений с осевой плоскостью. В комплекте имеются сменные стержни, измерение происходит с помощью них (рисунок 3.41). Погрешность прибора 12 мкм.



Рисунок 3.41 - НИ 18-50 0.01

Гладкого двустороннего калибра-пробки для контроля отверстия с полем допуска Н14: Калибр-пробка 8133-0620 ГОСТ 14807 – 69 для контроля цилиндрических отверстий (рисунок 3.42), применяется в серийном, крупносерийном и массовом производстве. При проверке деталь считается годной, если пробка проходит стороной и не проходит непроходным краем через контролируемое отверстие.

					ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		128

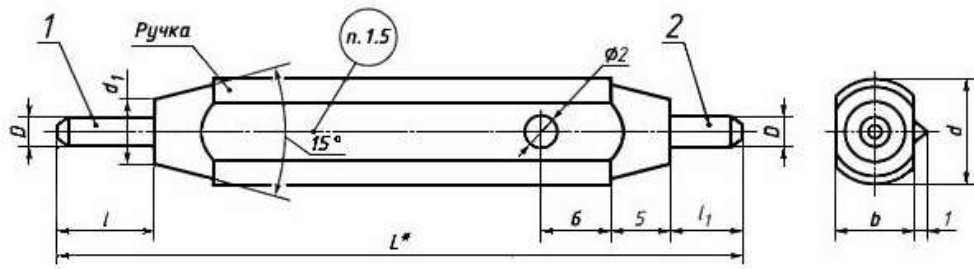


Рисунок 3.42 - Калибр-пробка 8133-0620

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ

Лист

129

4 АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

4.1 Анализ возможных направлений по автоматизации технологического процесса изготовления детали

Целью автоматизации технологического процесса является повышение производительности, качества и надежности изготавливаемых изделий.

Технологический процесс можно автоматизировать полностью или частично в зависимости от целей, которые стоят перед производством. Автоматизации поддаются основные и вспомогательные операции, так как технологический процесс состоит из них (см. Библ. сп. – [3]).

Основные операции по механической обработке служат для придания необходимой формы, шероховатости и физико-химических свойств обрабатываемой заготовки. Средством автоматизации являются станки с числовым программным обеспечением, которые можно оснастить роботами, внедрить программу для автоматической обработки, не требующей участия человека в процессе резания. Робот может послужить транспортером между операциями, снимать, загружать, выгружать инструмент или заготовки.

Вспомогательные операции не связаны с явными изменениями в детали, но необходимы для выполнения основных операций.

Проведем анализ на возможность применения автоматизации в ТП детали «Поводок муфты» с помощью следующих факторов:

- наличие в ТП слесарных операций или операций, выполняемых на универсальном оборудовании;
- наличие специальных методов обработки и прерывистость технологического процесса;
- возможность встраивания основного оборудования в ГПС;
- концентрация переходов на операциях, выполняемых на станках с ЧПУ;
- габаритные размеры и вес детали;

					ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		130

- возможность использования автоматизированных средств загрузки – выгрузки детали в основное оборудование, промежуточный накопитель или тактовый стол, склад.

4.1.1 Наличие в технологическом процессе слесарных, универсальных или специальных операций

Применение станка с ЧПУ на таких операциях, как фрезерная, электроэрозионная с ЧПУ упрощают автоматизацию процесса, так как для их выполнения разработано специальное приспособление.

В технологическом процессе детали «Поводок муфты» используется множество слесарных операций, выполняемых после токарных обработок перед контролем. Это значительно усложняет автоматизацию, так как внедрить автоматическую транспортировку заготовки между станками будет затруднительно по причине частого и необходимого участия человека в технологическом процессе.

4.1.2 Возможность встраивания основного оборудования в ГПС

На данном этапе анализа проектного варианта технологического процесса можно проанализировать применяемое металлорежущее оборудование.

Снабженные револьверной головкой станки с ЧПУ, помогают сократить время на закрепление и смену режущего инструмента.

Устройство для очистки стружки в них, также делает операцию механической обработки более производительной, так как не требуется время для ручной очистки станка от стружки.

4.1.3 Концентрация переходов на операциях механической обработки

В действующем технологическом процессе часто используются переходы между технологическими операциями, что значительно увеличивает время на обработку детали. Уменьшить количество переходов можно путем обработки заготовки на станках с ЧПУ, в которых используется револьверная головка с множеством инструментов.

					ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		131

4.1.4 Габаритные размеры детали

Габаритные размеры детали «Поводок муфты» небольшие, при которых размер диаметра 92 мм и ширина 28 мм. после полной механической обработки. Это позволяет применить робот – транспортер небольшой массы и размера.

4.1.5 Наличие поверхностей для захвата

На этапе получения заготовки методом штамповки «Поводок муфты» имеет цилиндрическую форму с наибольшим диаметром 95 мм. Этого будет достаточно, чтобы захватить деталь по двум точкам (рисунок 4.1). Но стоит учесть, что после операции фрезерная с ЧПУ деталь будет иметь сложную геометрическую форму по периметру, что значительно усложнит базирование транспортера по поверхностям.

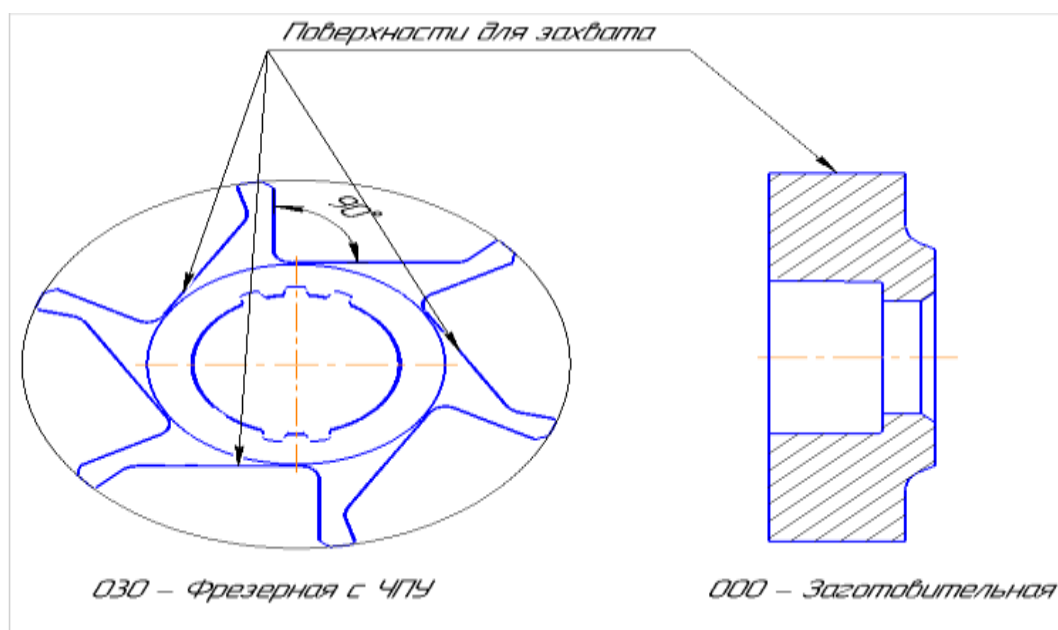


Рисунок 4.1 – Поверхности для захвата

Деталь имеет небольшие габаритные размеры, что для автоматизации целесообразно использовать промышленного робота для захвата поверхности, с профильными губками, для забора заготовки и транспортировки детали между операциями с 000 по 030.

4.1.6 Отработка конструкции детали на технологичность

Согласно ГОСТ 14.205-83 технологичность конструкции изделия – это совокупность свойств конструкции изделия, определяющих ее приспособленность к достижению оптимальных затрат при производстве, техническом обслуживании и ремонте для заданных показателей качества, объема выпуска и условий выполнения работ.

Определяется при помощи качественной и количественной оценки.

Проведем качественную оценку технологичности детали при помощи следующих показателей, определяемых по визуальным методами оценки и внесем данные в таблицу 4.1:

Необходимо определить по качественной оценке технологичность детали «Поводок муфты» по чертежу (рисунок 1.2) и поверхности обработки детали (рисунок 2.22).

Таблица 4.1 – Качественная оценка

№	Критерий оценки	Значение/Показатель/Сравнительная характеристика	Характеристика оценки
1	Унифицированность	Имеются шлицевые отверстия, нестандартного профиля эвольвенты (разрез Б чертежа).	Не технологична
2	Простота формы детали	Фасонная поверхность, 6 перьев вокруг по периметру детали, представляют сложный контур, который можно выполнить только на станке с ЧПУ, либо методом копирования на универсальном станке с рабочим высокой квалификации.	Технологична

Продолжение таблицы 4.1

3	Возможность обработки максимального количества поверхностей за один установ	Пример на рисунке 3.2 на 005 токарной операции обрабатываются поверхности (1,2,3), на 010 токарной операции обрабатываются поверхности (4,5,6,7,8) из 14 необходимых на детали.	Технологична
4	Доступность поверхностей	Все поверхности доступны для обработки.	Технологична
5	Наличие трудно-ых поверхностей	Отсутствуют.	Технологична
6	Возможность применения принципа совмещения баз	Возможно. Применяется на операциях 010, 020, размеры на технол. операциях совпадают с конструкторскими	Технологична
7	Обеспечение конструкцией детали нормальный подвод и отвод РИ	Так как все сложные поверхности детали находятся снаружи и имеют хороший подвод инструмента, то все поверхности доступны для подвода и отвода РИ.	Технологична
8	Возможность достижения точных размеров на оборудовании	Самая точная поверхность задана по IT 9 – $34,5^{+0,062}$ мм. наружная цилиндрическая поверхность шлицевых отверстий, получаемая при сверлении, зенкерованием отверстия на операции 010.	Технологична
9	Возможность достижения мин.заданной шероховатости на детали на основном оборудовании	Минимальная шероховатость задана на правом торце и по периметру наружной цилиндрической поверхности $Ra = 2,5$, возможно достичь резцом или плоскимшлифованием.	Технологична

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Продолжение таблицы 4.1

10	Высокая обрабатываемость основного материала	Сталь 12Х2Н4А имеет плохую обрабатываемость, обусловленную добавлением никеля, который повышает прочность материала	Не технологична
11	Возможность обработки универсальным режущим инструментом	Нарезание шлицевых отверстий протяжным инструментом. Сложность изготовления инструмента, в связи с нестандартным профилем зуба эвольвенты.	Не технологична
12	Минимальная номенклатура РИ, необходимая для обработки всех поверхностей для обработки всех поверхностей детали при обеспечении заданной точности	Для точения детали, достаточно небольшого набора фрез для чернового или получистового точения, набор из 4 фрез для нарезания перьев детали, и сверло, зенкер, для просверливания отверстий, протяжка или электроэрозионная обработки шлицевых отверстий.	Технологична
13	Наибольший коэффициент использования материала	В старом ТП Ким = 0,1125 В новом ТП Ким = 0,25 Нормирование расхода материалов. сравнено с гостом, где расход материала при горячей штамповке должен быть в пределах 0,6...0,8, а значит заготовка не лежит в пределах технологического расхода материалов)	Не технологична

Окончание таблицы 4.1

№	Критерий оценки	Значение/Показатель/Сравнительная характеристика	Характеристика оценки
14	Наличие поверхностей для захвата детали промышленным роботом и базирования на промежуточных накопителях и в основном оборудовании	Наружная цилиндрическая поверхность после заготовительной операции, которая сохраняется до 030 фрезерной с ЧПУ операции. Пропадает после фрезерования, базирование необходимо по 3 точкам наружной поверхности. Необходима разработка двух схватом, для обеспечения базирования.	Не технологична

Качественная оценка технологичности детали показывает, что деталь технологична. Поэтому возможна автоматизация процесса изготовления для повышения эффективности производства.

4.2 Разработка структурной схемы гибкого производственного участка

Автоматическая транспортно-складская система (АТСС) в ГПУ предназначена выполнять следующие функции: хранить в накопителях большой вместимости (складе) межоперационные заделы деталей и автоматически транспортировать их в заданный адрес по командам от ЭВМ; транспортировать детали от станка к станку, а также на позиции разгрузки и загрузки; оперативно пополнять накопители небольшой вместимости (приемно-передающие агрегаты, тактовые столы и др.), установленные около каждого станка; транспортировать обработанные детали на позиции контроля и возвращать их для продолжения дальнейшей обработки или на позиции загрузки-разгрузки (см. Библ. сп. – [3]).

4.2.1 Определение характеристик стеллажа-накопителя

Максимальное число деталиустановок различных наименований (число серий), которые могут быть обработаны на комплексе в течение месяца (см. Библ. сп. – [11]), определим по формуле:

$$K_{\text{наим}} = \frac{60 \cdot \Phi_{\text{ст}} \cdot n_{\text{ст}}}{t_{\text{об}} \cdot N},$$

где $\Phi_{\text{ст}}$ – месячный фонд отдачи станка, ч ($\Phi_{\text{ст}} = 305$ ч);

$n_{\text{ст}}$ – число станков, входящих в ГПС;

$t_{\text{об}}$ – средняя трудоемкость обработки одной деталиустановки, мин;

N – средняя месячная программа выпуска деталей одного наименования.

Подставляя, получим:

$$K_{\text{наим}} = \frac{60 \cdot 305 \cdot 4}{5,1 \cdot 50000} = 0,28 \text{ шт.}$$

Полученное число деталиустановок определяет число ячеек в стеллаже. Для обеспечения нормальной работы ГПС необходим запас ячеек в накопителе, равный примерно 10 % от $K_{\text{наим}}$, поэтому принимаем $K_{\text{наим}} = 2$.

4.2.2 Расчет числа позиций загрузки и разгрузки

Расчет необходимого числа позиций загрузки и разгрузки производят по формуле:

$$n_{\text{поз}} = \frac{t \cdot K_{\text{дет}}}{\Phi_{\text{поз}} \cdot 60},$$

где t – средняя трудоемкость операций на позиции, мин;

$K_{\text{дет}}$ – число деталиустановок, проходящих через позицию в течение месяца, шт.;

$\Phi_{\text{поз}}$ – месячный фонд времени работы позиции, ч; $\Phi_{\text{поз}} = \Phi_{\text{ст}} = 305$ ч.

$$K_{\text{дет}} = K_{\text{наим}} \cdot N,$$

где N – средняя месячная программа выпуска деталей одного наименования $K_{\text{наим}}$, шт.

Подставляя получим:

					ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		137

$$K_{\text{дет}} = 2 \cdot 50000 = 100000 \text{ шт.}$$

Для расчетов можно использовать следующие значения трудоемкостей операций по загрузке (t_z) и разгрузке (t_p) деталей: $t_z = 5$ мин; $t_p = 3$ мин.

Подставляя получим:

$$n_{\text{поз}} = \frac{8 \cdot 100000}{305 \cdot 60} = 43,7, \text{ поз.}$$

4.2.3 Расчет числа позиций контроля

Для контроля качества выпускаемой продукции в ГПС организуется участок контроля. Участок контроля может быть оснащен автоматизированными контрольно-измерительными средствами, например, контрольноизмерительной машиной. В процессе изготовления партии деталей контроль проходит первая деталь, а затем каждая n -я. В условиях ГПС контроль детали осуществляется после каждой операции. Число деталиустановок n , через которое деталь выводится на плановый контроль, устанавливает технолог. Помимо планового контроля, производится контроль по вызову, который проводит наладчик, отвечающий за качество обрабатываемых деталей. На контроль вызывается любая деталь в промежутке обрабатываемых деталей, заданном технологом. Данный вид контроля осуществляется, например, после замены режущего инструмента.

Необходимое число позиций контроля $n_{\text{поз.к}}$ в ГПС рассчитывается по формуле:

$$n_{\text{поз.к}} = \frac{t_{\text{к}} \cdot K_{\text{дет.к}}}{\Phi_{\text{поз}} \cdot 60},$$

где $t_{\text{к}}$ – суммарное время контроля одной деталиустановки, мин;

$K_{\text{дет.к}}$ – число деталиустановок, проходящих контроль за месяц, шт.;

$\Phi_{\text{поз}}$ – месячный фонд времени работы позиции контроля, ч.

$$K_{\text{дет.к}} = \frac{K_{\text{дет}}}{n},$$

					ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		138

где $K_{\text{дет}}$ – число деталиустановок, обрабатываемых на комплексе за месяц, шт.;

n – число деталиустановок, через которое деталь выводится на контроль, шт.:

$$n = \frac{n_1}{k_1 \cdot k_2},$$

где n_1 – плановое число деталиустановок, через которое деталь выводится на контроль по требованию технолога (принимается равным 5 [1]), шт.;

$n_1=2$; k_1 и k_2 – поправочные коэффициенты, связанные с выводом деталей на контроль по требованию наладчика соответственно для первой деталиустановки в начале смены (k_1) и сразу же после установки нового инструмента (k_2); $k_1 = 1,15$; $k_2 = 1,05$.

Подставляя получим:

$$n = \frac{5}{1,15 \cdot 1,05} = 4,1 \text{ шт.},$$

$$K_{\text{дет.к}} = \frac{100000}{4} = 25000.$$

Время контроля одной деталиустановки:

$$t_k = t_{k_1} + t_{k_2} + \dots + t_{k_i},$$

где $t_{k_1}, t_{k_2}, \dots, t_{k_i}$ – соответственно время контроля поверхностей детали после обработки на 1, 2 и т.д. i -м станках комплекса.

Для расчетов время каждого промежуточного контроля (после неполной обработки поверхностей на станках комплекса) можно принимать равным:

$$t_n = 5 \text{ мин.},$$

время окончательного контроля всех поверхностей детали:

$$t_{\text{к.ок}} = 10 \text{ мин.}$$

Подставляя получим:

$$t_k = 5 + 30 = 35 \text{ мин.},$$

$$n_{\text{поз.к}} = \frac{15 \cdot 25000}{164 \cdot 60} = 38,1 \approx 39 \text{ шт.}$$

					ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		139

4.2.4 Проектирование предварительной компоновки ГПУ

Для дальнейшего определения числа подвижных транспортных механизмов АТСС, расчета времени перемещения заготовок, а также определения более рационального размещения оборудования необходимо узнать примерный маршрут движения заготовок при обработке на станках ГПС. Для этого осуществим планировку станочной и складской систем комплекса.

Затем выполним анализ графов, он сводится к визуальному определению компоновки с наименьшими пересечениями материальных потоков, что должно обеспечить наименьшее число и время перемещений транспортного механизма.

Первый вариант расположения оборудования представлен на рисунке 4.2.

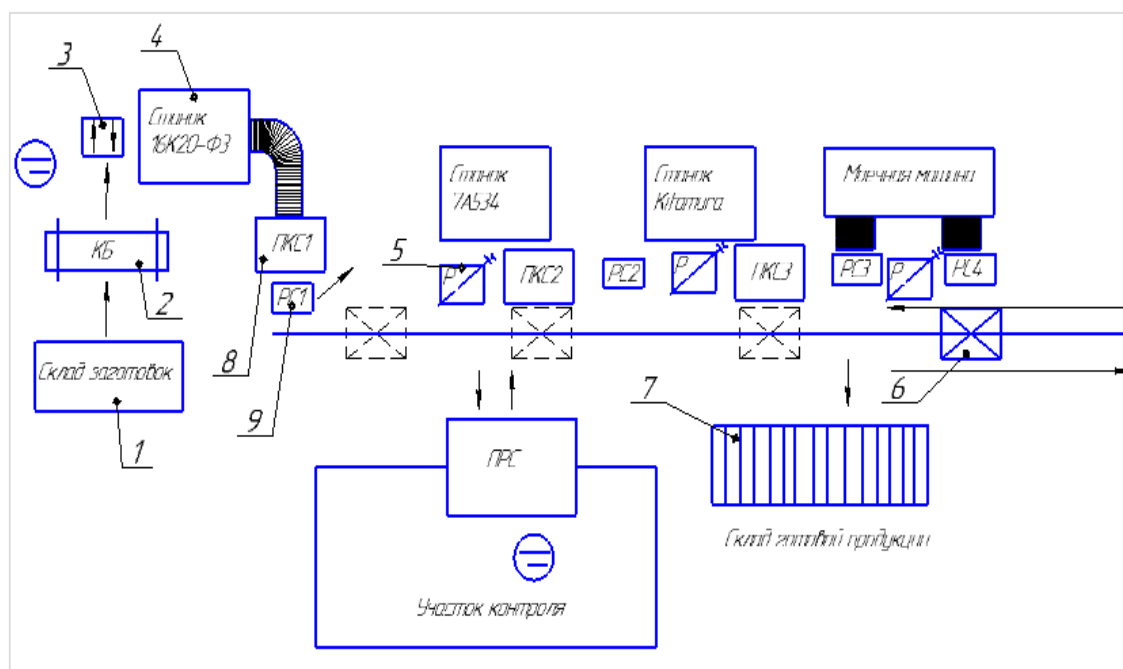


Рисунок 4.2 – Схема расположения станков по ходу технологического процесса

Позиции на схеме: 1. Склад заготовок 2. Кран балка 3. Приемно - раздаточный стол 4. Станок 5. Промышленный робот 6. Кран-штабелер 7. Склад готовой продукции 8. Промежуточный контрольный стол 9. Раздаточный стол Кран-штабелёр 2 достаёт заготовку из ячейки склада

заготовок 1 и устанавливает на приёмо-раздаточный стол 3 возле токарно-винторезного станка 4. После механической обработки деталь попадает на промежуточный контрольный стол 8 (ПКС1). Затем деталь перемещает на раздаточный стол 9. Далее деталь перемещается благодаря промышленному роботу 5. Аналогично деталь проходит путь до моечной машины, после которой при помощи крана-штабелера 6 перемещается на участок контроля. После чего при помощи крана-штабелера 6 перемещается на склада для готовых деталей 7.

Для выявления всех суммарных перемещений была составлена матрица ориентировочных перемещений подвижных механизмов АТСС (рисунок 4.3).

					ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		141

	СК1	КБ	Т	ПРС1	Р	П	ПРС2	Р	Ф	ПРС3	Р	ММ	ШТ	УК	СК2
	<i>Расстояние, пройденное ТС, мм</i>														
СК1		750													
КБ			750												
Т				500											
ПРС1					500										
Р						500									
П							500								
ПРС2								500							
Р									500						
Ф										500					
ПРС3											500				
Р												500			
ММ													2000		
ШТ														4000	
УК															1500
СК2														2000	

Рисунок 4.3 – Матрица перемещений подвижных механизмов АТСС (вариант 1)

Суммарное перемещение при такой компоновке ГПУ равное 15,85 м.

Граф перемещений для первого варианта компоновки транспортного механизма в ГПС представлен на рисунке 4.3.

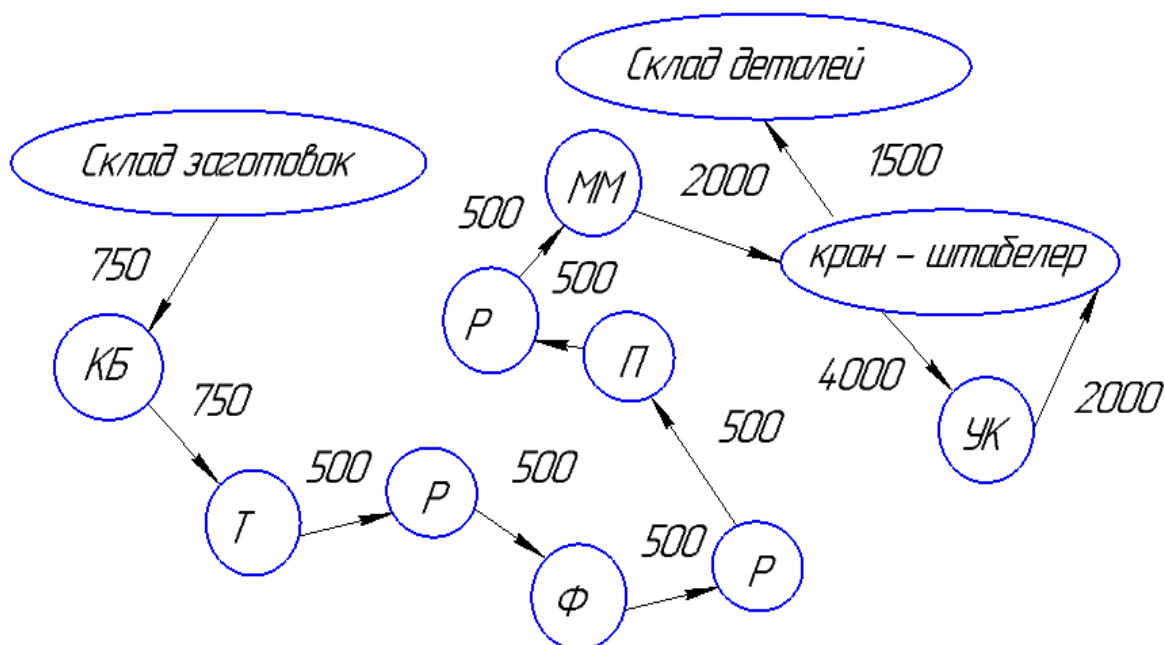


Рисунок 4.3 – 1 вариант граф перемещений транспортного механизма в ГПУ

Второй вариант расположения оборудования представлен на рисунке 68. Заготовка перемещается тем же маршрутом, описанным в предыдущей схеме, но с другой длинной путей перемещений.

Для выявления всех суммарных перемещений была составлена матрица ориентировочных перемещений подвижных механизмов АТСС (рисунок 4.5)

Граф перемещений для второго варианта компоновки транспортного механизма в ГПУ представлен на рисунке 4.4.

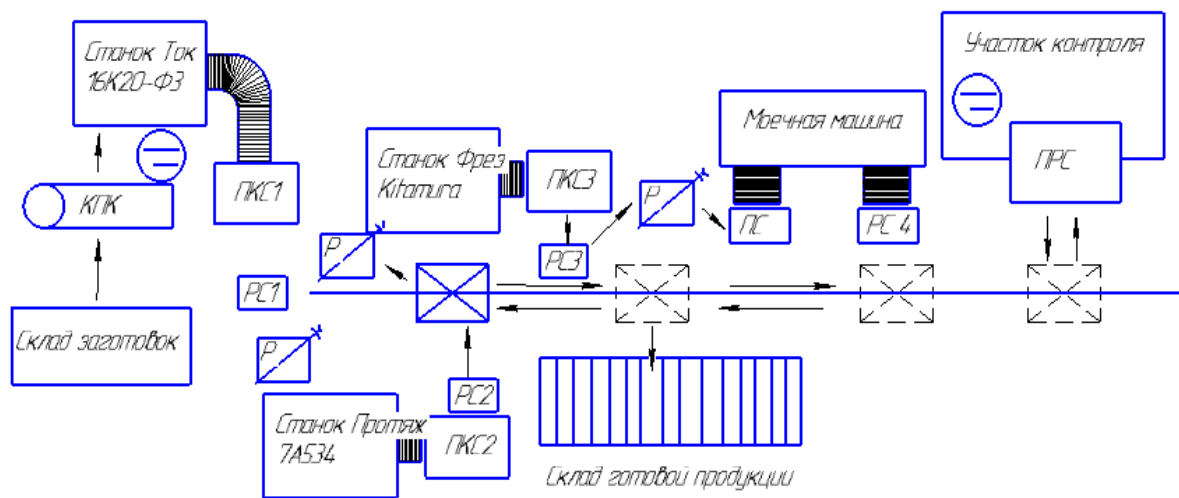


Рисунок 4.4 – Схема расположения станков по конструктивному признаку

При такой схеме расположения склад для заготовок и готовых деталей находятся в одном месте.

Для выявления всех суммарных перемещений была составлена матрица ориентировочных перемещений подвижных механизмов АТСС (рисунок 70).

	СК1	КПК	Т	ШТ	Р	ШТ	ММ	УК	ШТ	СК2
	<i>Расстояние, пройденное</i>									
СК1		750								
КПК			750		500	500				
Т				1000						
ШТ					2000					
Р						500				
ШТ							2000			
ММ								2000		
УК									500	
ШТ										4000

Рисунок 4.5 – Матрица перемещений подвижных механизмов АТСС (вариант 2)

СК1 – склад заготовок

УК – участок контроля;

СК2 – склад готовой продукции;

ШТ – кран штабелер;

ММ – моечная машина.

Суммарное перемещение при такой компоновки ГПС равно 17 м.

Маршрут движения деталей представлен на рисунке 4.6.

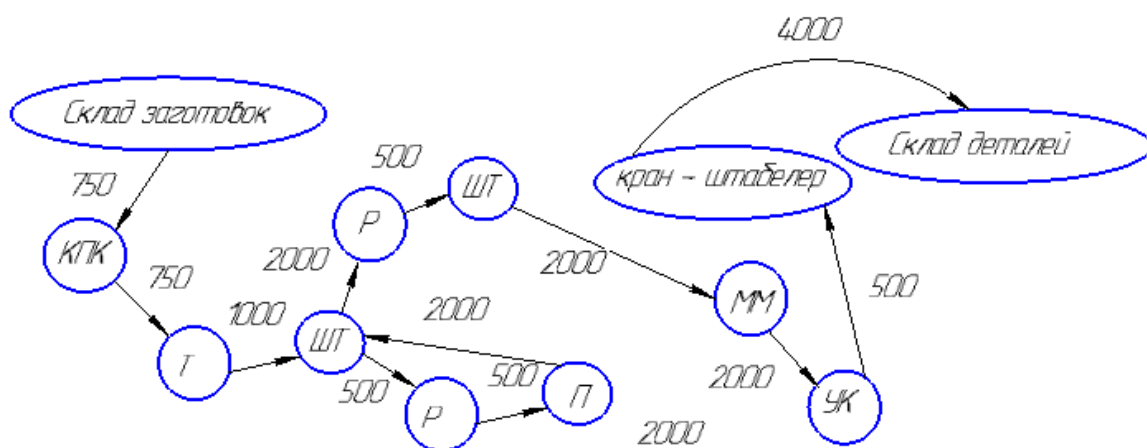


Рисунок 4.6 – 2 вариант граф перемещений транспортного механизма в ГПУ

Исходя из расчетов, выбираем первую схему расположения станков, т.к. длина пути транспортировки изделия при первом варианте меньше.

4.2.5 Определение числа подвижных транспортных механизмов АТСС

Робот штабелер, расположенный со стороны станков, должен передавать ящик с заготовками со стеллажа на станок, со станка на станок и со станка на стеллаж (см. Библ. сп. – [11]).

Рассчитаем суммарное время $T_{обсл}$ работы робота со стороны станков:

$$T_{обсл} = \frac{K_{стел-ст} \cdot t_{стел-ст} + K_{ст-ст} \cdot t_{ст-ст}}{60},$$

где $K_{стел-ст}$ – число перемещений между стеллажом и станками;

$K_{ст-ст}$ – число перемещений между станками;

$t_{стел-ст}$ – среднее время, затрачиваемое на передачу заготовки со стеллажа на станок и обратно, мин;

$t_{ст-ст}$ – среднее время, затрачиваемое на передачу спутника со станка на станок, мин.

Время выполнения штабелером одной передачи спутника равно:

$$t_{стел-ст} = t_{ст-ст} = t_1 + t_2,$$

где t_1 – время обработки кадра "Подойти и взять ящик", мин; t_2 – время обработки кадра "Подойти и поставить ящик", мин.

$$t_1 = t_k + t_{\text{под}} + t_{\text{в.с}},$$

$$t_2 = t_k + t_{\text{под}} + t_{\text{п.с}},$$

где t_k – время расчета и передачи кадра команды от ЭВМ в устройство ЧПУ робокара, мин;

$t_{\text{под}}$ – время подхода робокара к заданной точке, мин;

$t_{\text{в.с}}$ – время работы цикловой автоматики по выполнению команды "Взять ящик", мин;

$t_{\text{п.с}}$ – то же "Поставить ящик", мин.

Время t_k колеблется в пределах $t_k = 1,5 \dots 10$ с; время $t_{\text{в.с}} = t_{\text{п.с}} = 0,15 \dots 0,25$ мин. Время подхода робокара к заданной точке:

$$t_{\text{под}} = \frac{L_x}{V_x} + \frac{L_y}{V_y},$$

$$t_{\text{под}} = \frac{20}{60} + \frac{8}{6} = 1,66 \text{ мин},$$

где L_x и L_y – соответственно длина перемещения штабелера по осям x и y , м;

V_x и V_y – соответственно скорость перемещения штабелера по осям x и y , м/мин. Для расчетов принимаем: $V_x = 60$ м/мин; $V_y = 6$ м/мин; $t_1 = t_2$ мин.

Подставляя получим:

$$t_1 = 0,15 + 1,16 + 0,2 = 2,01 \text{ мин},$$

$$t_2 = 0,1 + 1,16 + 0,18 = 1,94 \text{ мин},$$

$$t_{\text{стел-ст}} = t_{\text{ст-ст}} = 2,01 + 1,94 = 3,95 \text{ мин},$$

$$T_{\text{обсл}} = \frac{2 \cdot 3,95 + 5 \cdot 3,95}{60} = 0,46 \text{ мин}.$$

Рассчитав суммарное время обслуживания станков, определим число робокаров для выполнения этой работы:

$$K_{\text{шт1}} = \frac{T_{\text{обсл}}}{\Phi_{\text{шт}} \cdot 60},$$

где $\Phi_{\text{шт}}$ – фонд работы штабелера, ч.

Подставляя получим:

$$K_{\text{шт1}} = \frac{0,46}{305 \cdot 60} = 0,2 \approx 1 \text{ шт.}$$

					ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		146

Для выполнения работы по перемещению заготовок и готовых деталей требуется один робот штабелер.

4.2.6 Структурная схема ГПС

Под структурной схемой ГПС следует понимать расположение компонентов ГПС, обеспечивающих наиболее рациональное функционирование всей системы. В разработанной компоновки ГПС для изготовления деталей типа «Поводок» основное оборудование расположено по конструктивному признаку (рисунок 4.7).

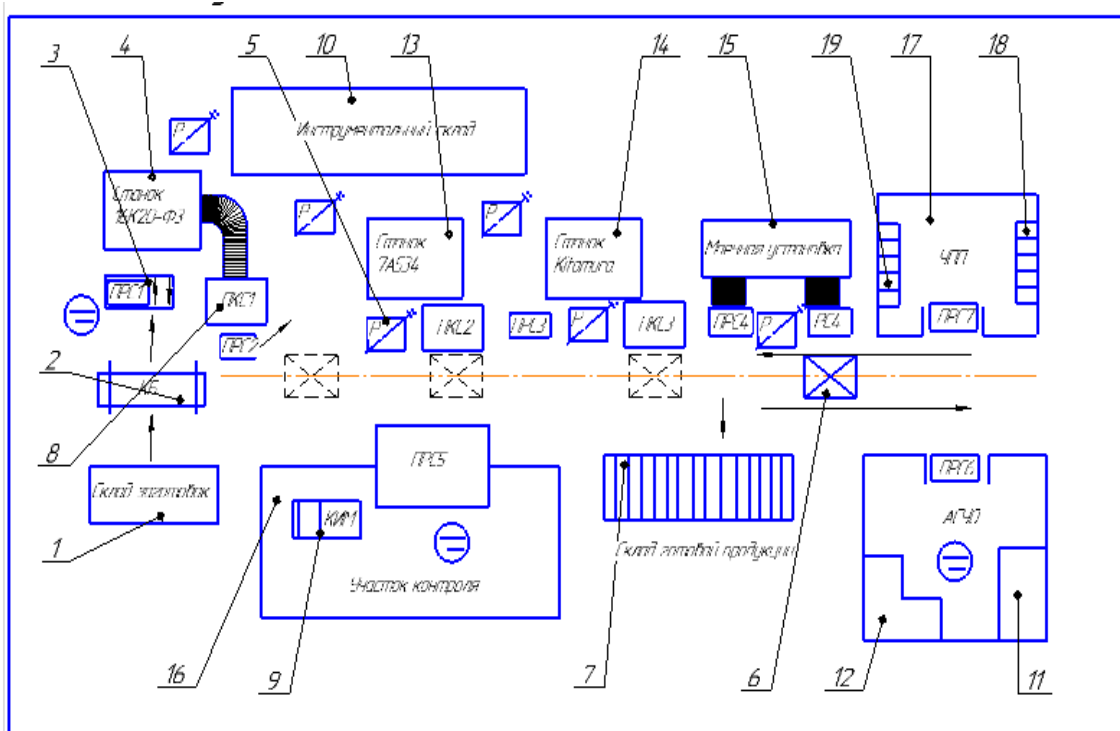


Рисунок 4.7 – Структурная схема ГПС

1. Склад заготовок. 2. Кран-балка. 3. Приемно-раздаточный стол. 4. Станок токарно-винторезный 16K20Ф3С2. 5. Робот-манипулятор 6. Роботкар 7. Склад готовой продукции 8. Промежуточно-контрольный стол. 9. Координатно - измерительная машина. 10. Инструментальный склад. 11. Шредер для стружки 12. Машина для брикетирования стружки 13. Станок горизонтально-протяжной 7А534. 14. Станок верт. фрезерный 5-и осевой Kitamura. 15. Моечная установка. 16. Участок контроля цеха 17. Участок подготовки производства. 18. Склад РИ 19. Склад приспособлений.

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

Кран-балка 2 достает заготовки из ячейки склада заготовок 1 и укладывает их на приемо-раздаточный стол 3. Далее заготовка поступает на обработку на станок 4. После чего заготовка контролируется на промежуточном-контрольном столе 8, после чего робот-манипулятор 5 передает заготовку на станок горизонтально-протяжной, после чего повторяются такие этапы как контроль и передача роботом на дальнейший станок механической обработки 14, которым является верт. фрезерный станок Kitamura, после чего деталь контролируется и посредством промышленного робота передается на приемно-раздаточный стол моечной установки, далее роботкар 6 доставляет деталь на участок контроля 16, где при помощи КИМ 9 деталь проходит ОТК, последним этапом будет перемещение детали при помощи роботкара на склад готовой продукции.

Стоит также отметить инструментальный стол 10, который пополняет инструментальный магазины станок 4,13, 14 при помощи ПР, на участке имеется автоматизированная система уборки отходов со шредером для стружки и машиной для брикетирования стружки. Участок предварительной подготовки со складами инструментов и приспособлений обеспечивает участок заточным отделением и наладкой инструмента.

4.3 Выбор оборудования для функционирования автоматизированной системы

4.3.1 Выбор промышленного робота

Рассмотрим несколько вариантов промышленных роботов и выберем оптимальный из них.

					ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		148



Рисунок 4.8 –Промышленный робот Kawasaki RS030N
Технические характеристики представлены в таблице 4.2



Рисунок 4,9 –Промышленный робот KUKA KR 1000 TITAN
Технические характеристики представлены в таблице 4.3



Рисунок 4.10 – Промышленный робот FANUK M710IC/20L

Технические характеристики представлены в таблице 4.4.

Таблица 4.2 – Технические характеристики робота

Специализация робота	Универсальный
Тип запястья	Классический
Число степеней свободы	6 осей
Максимальная досягаемость	1650 мм
Грузоподъемность	20 кг
Точность (повторяемость)	$\pm 0,05$ мм
Вес манипулятора	280 кг
Привод	Пневматический

Таблица 4.3 – Технические характеристики робота

Специализация робота	Универсальный
Тип запястья	Классический
Число степеней свободы	6 осей
Максимальная досягаемость	3600 мм
Грузоподъемность	1000 кг

Окончание таблицы 4.3

Специализация робота	Универсальный
Точность (повторяемость)	$\pm 0,2$ мм
Вес манипулятора	4950 кг
Привод	Пневматический

Таблица 4.4 – Технические характеристики робота

Специализация робота	Универсальный
Тип запястья	Классический
Число степеней свободы	6 осей
Максимальная досягаемость	2100 мм
Грузоподъемность	30 кг
Точность (повторяемость)	$\pm 0,1$ мм
Вес манипулятора	555 кг
Привод	Пневматический

Для установки и базирования заготовки на станке подходит робот KAWASAKI RS030N (рисунок 4.8) с пневмоприводом и грузоподъемностью до 30 кг. Основные характеристики робота приведены в таблице 4.2. Робот не является крупногабаритным, его грузоподъемность позволяет перемещать деталь, а также схват, который будет разработан специально для этого манипулятора.

Особенности и преимущества ПР:

- 1) высокие угловые скорости осей;
- 2) высокая производительность при перемещении заготовок;
- 3) лучшие в своём классе инерционные показатели;
- 4) интегрированные кабели и компактное полое запястье;
- 5) внутренний кабельный пакет делает робота чрезвычайно простым в эксплуатации и обслуживании;

б) отсутствие риска контакта кабелей с внутренними частями обслуживаемого станка.

Схема возможных перемещений рабочих органов робота представлена на рисунке 12.

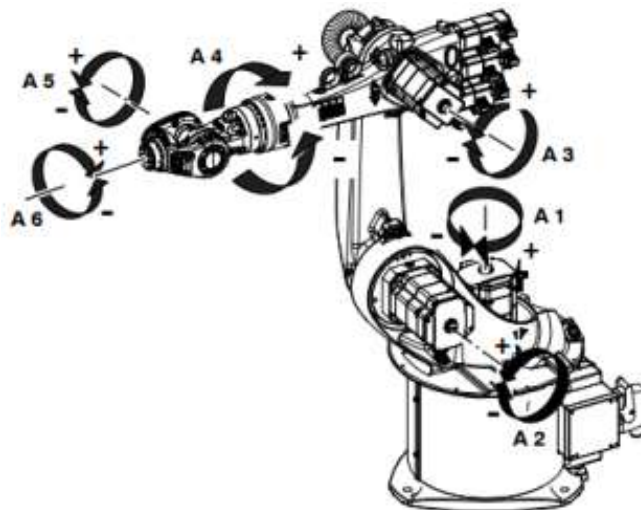


Рисунок 4.11 - Схема возможных перемещений рабочих органов робота

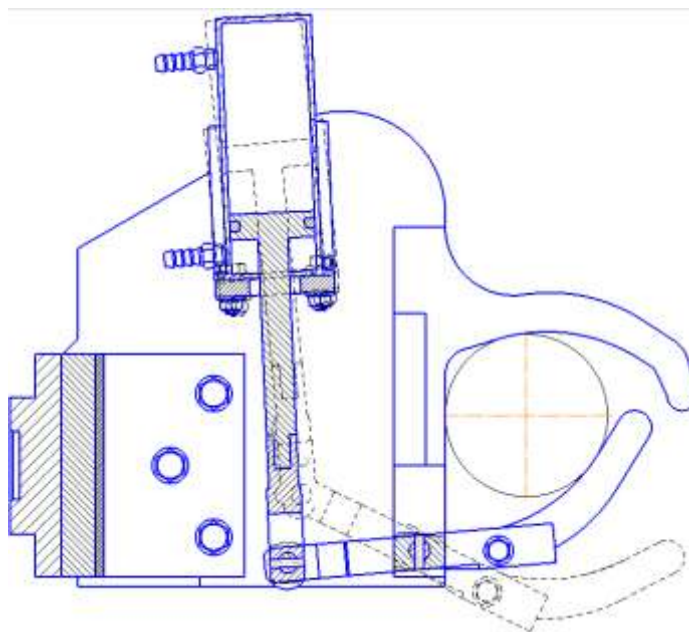


Рисунок 4.12 – Схват промышленного робота

Масса данного схвата составляет 24 кг. Данный рабочий орган необходим для захвата детали.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

4.3.2 Выбор робокара

Робокар осуществляет транспортные связи между складом и технологическим оборудованием производственного цеха, а также между отдельными единицами оборудования. На автоматизированном складе на робокар устанавливаются унифицированные тарные емкости с заготовками или деталями (см. Библ. сп. – [2]). Для проектируемой ГПС выберем робокар AGV ROCLA (рисунок 4.13). Высота подъема груза – 1,2 м, максимальная грузоподъемность – 700 кг, лазерное ориентирование, скорость хода с грузом – 15 км/ч.



Рисунок 4.13- Робокар AGV ROCLA

Основные преимущества AGV

- Быстрая окупаемость;
- Транспортировка грузов без участия оператора;
- Отсутствие повреждений продукции, зданий и оборудования;
- Повышение безопасности на рабочей площадке;
- Возможность отследить местонахождение грузов.

4.3.3 Выбор моечной машины

При выборе моечной машины рассматривается два основных условия: 1 – габариты и масса детали; 2 – степень загрязненности детали. Наша деталь по габаритам и массе относится к небольшим деталям с легкой или средней степенью загрязненности. Исходя из этого по каталогу [4] выберем моечную установку AM800 АК (рисунок 4.14). Технические характеристики представлены в таблице (см. Библ. сп. – [22]).



Рисунок 4.14 – Моечная установка AM800 АК 1180 мм x 1130 мм x 1210 мм

Преимущества:

Корпус, бак, ТЭНы из нержавеющей стали AISI 430, толщиной 2 мм;

Быстросъемная корзина из нержавеющей стали AISI 304 с роликовыми опорами;

Электромеханический привод вращения корзины;

Система автоматического контроля и поддержания температуры с максимальным пределом нагрева 90 С;

Цифровое реле времени;

					ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		154

Цифровой контроллер температуры;

Таймер недельный;

Система автоматического слива раствора из бака;

Система автоматической дозации моющего средства с системой автодолива воды в бак.

Технические характеристики представлены в таблице 4.5.

Таблица 4.5 - Технические характеристики моечной машины

Диаметр корзины, мм	800
Высота рабочего пространства, мм	500
Грузоподъемность корзины, кг	250
Тип приводы корзины	электромеханический
Объем бака моющего раствора, л	120
Максимальная температура раствора, С°	90
Мощность насоса, кВт	2,2
Вес, кг	140

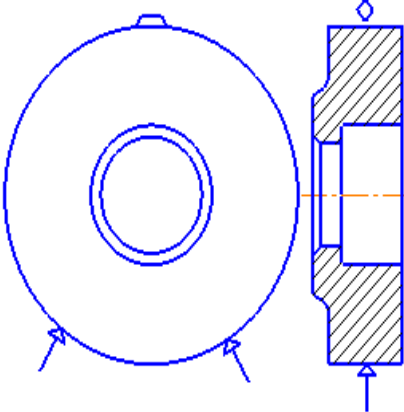
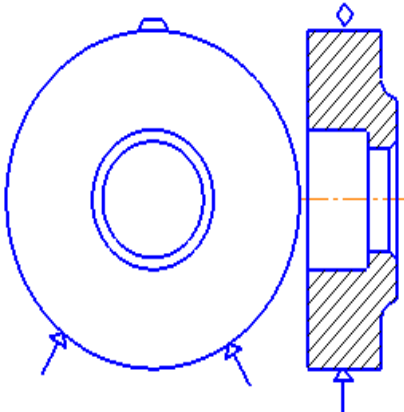
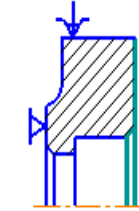

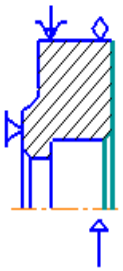
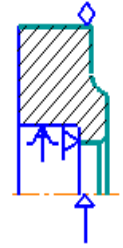
4.4 Базирование заготовки, полуфабриката, готовой детали в промышленном роботе, транспортном устройстве, промежуточном накопителе

На точность и, следовательно, качество выпускаемой продукции в значительной части оказывает влияние правильный выбор поверхностей для:

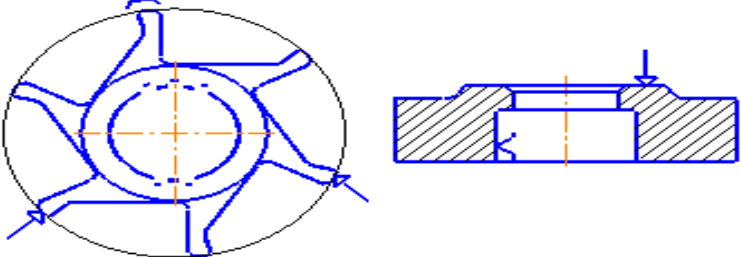
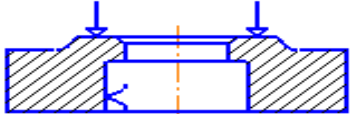
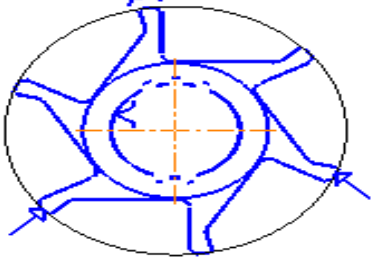
- промежуточного базирования заготовки или полуфабриката в процессе ее транспортирования, промежуточного хранения;
- закрепления в схвате промышленного робота перед установкой в станок.

Полученные схемы базирования изобразим в виде таблицы с указанием номеров основных и вспомогательных операций и условных обозначений в соответствии с ГОСТ 3.1107-81 ЕСТД «Опоры, зажимы и установочные устройства. Графические обозначения». Схемы базирования заготовки на операциях представлены в таблице 4.15.

Таблица 4.15 – Схемы базирования заготовки

<i>№ операции</i>	<i>005,015</i>	<i>010</i>
<i>До установки в станок</i>		
<i>В станке</i>		
<i>Снятие со станка</i>		

Окончание таблицы 4.15

<i>№ операции</i>	<i>025</i>
<i>До установки в станок</i>	
<i>В станке</i>	
<i>Снятие со станка</i>	

4.5 Анализ производительности

На окончательном этапе разработки структурной схемы ГПС был выполнен расчет траекторий перемещения заготовки по участку. При перемещении заготовки по ходу технологического процесса длина пути заготовки составила 15,85 м. При компоновке станков по конструктивному признаку – 18 м. Так как в первом варианте длина перемещений меньше, то выбираем ее.

5 ОРГАНИЗАЦИОННО – ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ЧАСТЬ

В данной части квалификационное работы представлена планировка участка механической обработки для спроектированного варианта технологического процесса детали «Поводок муфты».

Планировка выполнена в масштабе 1:200. На планировке изображено технологическое оборудование: станки, контрольные столы, моечные машины, транспортная техника, средства межоперационного контроля, места рабочих, склады заготовок и готовой продукции.

В строительной части были добавлены колонны, проезды, стены и перегородки.

Участок механической обработки детали «Поводок муфты» имеет: склад заготовок, склад готовой продукции, приемно – раздаточные столы, токарно-винторезные станки 16К20Ф3, вертикально фрезерный станок Kitamura Mytrunpion, горизонтальной протяжные станки 7А534, ящики с песком, пожарный стенд, огнетушители, рольганги.

					ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		158

6 БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЦИКЛА ИЗДЕЛИЯ

6.1 Мероприятия и средства по созданию безопасных и безвредных условий труда

Гарантом качества по созданию безопасных условий труда служит Конституция РФ (ст.43), которая гарантирует каждому надлежащие, безопасные и здоровые условия труда. Более подробные требования указаны в статье «Об охране труда», которые распространяются на всех юридических и физических лиц.

Охрана труда – это система правовых, социально-экономических, организационно-технических, санитарно-гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий и средств, направленных на сохранение жизни, здоровья и трудоспособности человека в процессе трудовой деятельности (см. Библ. сп. – [1]).

Условия труда на рабочем месте должны соответствовать нормам;

Безопасность технологических процессов, машин, механизмов, оборудования и других средств производства;

Состояние средств коллективной и индивидуальной защиты;

Санитарно-бытовые условия.

Если на предприятии, используемое оборудование или сырье является потенциально опасным фактором, то работодатель обязан организовать проведение аттестации рабочих мест.

Вредным фактором является фактор среды и трудового процесса, влияние которого на работника при определенных условиях может вызвать профессиональное заболевание, временное или постоянно снижение трудоспособности, повысить частоту соматических и инфекционных заболеваний, а также нарушение наследственной информации.

Согласно, действующему, трудовому законодательству работник имеет следующие гарантии прав на охрану труда:

					ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		159

— отсутствие в трудовом договоре положений, противоречащих законам и нормативно-правовым актам по охране труда;

информирование работодателем;

невозможность выполнения работы, противопоказанной по состоянию здоровья (при наличии соответствующего медицинского заключения);

допуск к выполнению работ повышенной опасности только при наличии заключения психофизиологической экспертизы;

общеобязательное государственное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, которые привели к утрате работоспособности.

На рабочих местах проводятся инструктаж и обучение работников правилам безопасных приемов и методов работы, независимо от характера и степени опасности производства, а также квалификации и стажа работы работающего по данной профессии или должности.

Рабочие и служащие обязаны соблюдать инструкции по охране труда, требований обращения с машинами и механизмами и использованием средствами индивидуальной защиты.

Инженер по технике безопасности отвечает за организацию разработки мероприятий по технике безопасности производственными подразделениями и принимает участие во внедрении этих мероприятий, осуществляя их контроль за соблюдением на предприятии, а также участвует в комиссии по рассмотрению проектов строительства, ремонта и расследовании аварий, несчастных случаев.

Для выполнения данных обязательств инженер наделяется рядом прав, в которые входит раздача указание руководителям цехов и участков об устранении недостатков и нарушений правил безопасности.

На предприятиях внедрен трехступенчатый метод контроля за состоянием охраны труда. На первой ступени контроля участвуют мастер и инспектор по охране труда, которые ежедневно проверяют на участках

					ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		160

состояние рабочих место, исправность машин и механизмов, наличие индивидуальных средств защиты. Недостатки отмечаются в журнале.

Начальник цеха, председатель цехкома или председатель комиссии охраны труда цехкома, инженер по ТБ, цеховой врач один раз в неделю осуществляют вторую степень контроля за состоянием охраны труда в цехе.

На третьей ступени контроля главный инженер завода, председатель завкома профсоюза или председатель комиссии охраны труда завкома, начальник отдела ТБ с участием главного механика и главного энергетика один раз в месяц проверяют состояние охраны труда в каждом цехе или группе цехов. Результаты обсуждаются на совещании у директором завода или главного инженера завода с последующими изданием приказа по предприятию, в котором утверждается мероприятие по дальнейшему улучшению условий труда и техники безопасности с указанием сроков исполнения и исполнителей.

Ответственность за соблюдение техники безопасности несут как работодатель, так и работник. В ст. 419 ТК РФ определены виды ответственности за нарушение требований охраны труда.

6.2 Мероприятия по электробезопасности

Электробезопасность – систем организационных и технических мероприятия и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

Подразделяются на:

- электрические ожоги;
- металлизация кожи;
- электрические знаки;
- электроофтальмия;
- механические повреждения.

					ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		161

Факторы, влияющие на исход электропоражения: сила тока, скорость нарастания напряжения, сопротивления тела человека, частота и род тока, длительности воздействия тока, путь прохождения тока, индивидуальные свойства человека.

За соблюдением правил по электробезопасности, выделены основные документы:

Технический регламент Таможенного союза Тр ТС 004/2011 «О безопасности низко-вольтного оборудования»;

ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ «Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжения прикосновения и шага».

ГОСТ 12.1030-81 ССБТ «Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление».

Технические средства защиты от электрического тока:

1. Заземление и зануление;
2. Защитное отключение;
3. Разность потенциалов;
4. Использование малых напряжений;
5. Расположение токоведущих частей в недоступных для неэлектротехнического персонала местах;
6. Двойная изоляция.

Электрозащитные средства:

- изолирующие штанги (измерительные, для наложения заземления);
- изолирующие и электроизмерительные клещи;
- указатели напряжения;
- изолированный инструмент,
- резиновые перчатки, боты, галоши, ковры, изолирующие подставки;
- защитные ограждения (щиты, ширмы, изолирующие колпаки и накладки);
- переносные заземления;

					ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		162

- указатели напряжения для проверки совпадения фаз;
- плакаты и знаки безопасности.

Индивидуальные средства защита:

- ножницы диэлектрические;
- перчатки диэлектрические;
- боты диэлектрические.

6.3 Мероприятия по пожарной безопасности

При соблюдении техники по пожарной безопасности можно выделить следующие законы (см. Библ. сп. – [9]):

ФЗ от 21.12.1994 г. № 69 -ФЗ «О пожарной безопасности»;

ФЗ от 21.12.2002 г. № 184 – ФЗ «О техническом регулировании»;

ФЗ от 22.07.2008 г. № 123 – ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности.

На участке цеха обязательно должны присутствовать следующие средства пожаротушения:

Первичные средства пожаротушения (песок, огнетушитель, пожарный краны, пожарные щиты, покрывала для изоляции очага возгорания);

Автоматическая система пожаротушения (установки для тушения в пожароопасных помещениях);

Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре (защита органов дыхания).

Схема противопожарной сигнализации должна предусматривать датчики температуры саморазогрева и температуры вспышки взрывоопасных материалов в случаях измельчения и хранения продуктов переработки. Все элементы оборудования производящие движение и вращение должны быть закрыты специальными ограждениями.

За нарушение требований пожарной безопасности граждане могут быть привлечены к ответственности административной и уголовной.

					ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		163

7 ВЫВОДЫ ПО КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ

В рассмотренной квалификационной работе был разобран новый технологический процесс изготовления детали «Поводок муфты», который включает в себя гибкий производственный участок, с новейшим оборудованием с ЧПУ, новую последовательность обработки, исключая замкнутое звено, снижая вероятность появления брака, режущий инструмент со сменными многогранными пластинками, специально разработанный режущий инструмент в виде шлицевой протяжки с эвольвентным профилем зуба, а также специальные средства измерения, разработанные для снятия показания с нестандартных поверхностей.

Данный технологический процесс показал себя более производительным в сравнении с действующим.

					ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		164

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе выполнения выпускной квалификационной работы был разработан технологический процесс изготовления детали «Поводок муфты». Одним из достоинств проектного варианта от действующего, является новый способ получения заготовки, который позволяет обработать заготовку за меньшее число операций механической обработки, а также исключить замыкающее звено, тем самым снизив вероятность появления брака.

Использование современного режущего инструмента со сменными многогранными пластинами повысило производительность на переходах механической обработки.

В конструкторской части было произведено проектирование специального приспособления, использующегося в качестве зажима – пневмоцилиндр, который уменьшает время на подготовительно – заключительную часть и позволяет автоматизировать данную часть технологического процесса.

Спроектирован режущий инструмент, благодаря которому была исключена операция, которая являлась низкопроизводительной.

Контроль размеров производился с участием стандартизированной измерительной оснастки, а также был разработан ряд специального измерительного инструмента, который позволил проконтролировать необходимые конструкторские размеры.

Знания, полученные в период обучения по очной форме в высшем образовательном учреждении, позволили применить их в теории, а в дальнейшем и на практике, в трудовой деятельности.

					ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		165

					ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		166

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1) Абрамов В.В. Безопасность жизнедеятельности. Учебное пособие для вузов – СПб.: Изд. СПбГУП. – 2006.
- 2) Батуев В. В. Автоматизация производственных процессов в машиностроении. Конспект лекций. Челябинск. Изд. ЮрГУ. – 2015.
- 3) Батуев В.В. Автоматизация производственных процессов в машиностроении учебное пособие к курсовому проекту / В.В. Батуев. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2015. – 40 с.
- 4) Гришин Р.Г, Лысенко Н.В, Носов Н.В, Нормирование станочных работ. Определение вспомогательного времени при механической обработке заготовок. Учебное пособие. Самара – 2008. – 143 с.
- 5) Гузеев В.И, Батуева В.А, Сурков И.В Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с числовым программным управлением: Справочник. 2-е изд./ Под ред. В.И. Гузеева. М.: Машиностроение, 2007 – 368 с.
- 6) Маргулис Д.К, Тверской М.М. Протяжки для обработки отверстий. Изд. Машиностроение. 1986.
- 7) Морозов И.М., Гузеев В.И, Фадюшин С.А. Техническое нормирование операций механической обработки деталей: Учебное пособие. Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2000. – 76 с.
- 8) Мясников Ю.И. Станочные приспособления металлорежущих станков. Изд. Машиностроение, 2010.
- 9) Тряпицын А.Б Безопасность жизнедеятельности. Конспект лекций.
- 10) Шамин В.Ю. Теория и практика решения конструкторских и технологических размерных цепей. Челябинск. Издательство ЮУрГУ – 2005. - 531с.
- 11) Гибкие производственные системы. Расчет и проектирование / Б.Н. Хватов. Издательство ТГТУ, 2008. – 96 с

					ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		167

- 12) Зубарев Ю.М. Специальные методы обработки заготовок в машиностроении: Учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2015. – 400 с.: ил. – (Учебники для вузов- Специальная литература).
- 13) ГОСТ 10903 – 77 Сверла спиральные с коническим хвостовиком.
- 14) ГОСТ 15467-79. Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения.
- 15) ГОСТ 3.1120-83. Единая система технологической документации (ЕСТД). Общие правила отражения и оформления требования безопасности труда в технологической документации.
- 16) Косилова А.Г., Мещеряков Р.К. Справочник технолога-машиностроителя, В двух томах. Четвертое издание. Москва. – 1986.
- 17) Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением – М.: Экономика, 1990.
- 18) Каталог инструментальной оснастки фирмы «D'Andrea» // URL: <http://www.dandrea.com/rus/contents.asp?c=8&s=15>
- 19) Каталог металлорежущего инструмента фирма «Fraisal». // URL: <https://www.spec-prom.ru/partners/fraisal/>
- 20) Каталог металлорежущего инструмента фирма «TaeguTec» // URL: <http://www.taegutec.ru/>
- 21) Каталог Металлорежущий станочный инструмент фирмы «Sumitomo» // URL: <http://lab2u.ru/katalog-sumitomo-2016-instrument-metallovezhushchii-dlia-promyshlennogo-metalloobrabatovyvaiushchego-oborudovaniia-sverla-tverdosplavnye-spiralnye-i-so-smennymi-rezhushchimi-plastinami-frezy-kontsevye-i-nasadnye-reztsy-tokarnye-derzhavki-iz-iaponii-lab2u.html>
- 22) Моечные установки - moykadvs.ru/product/am800-ak/

23) Центральный металлический портал РФ // URL:
http://metallichekiy-portal.ru/marki_metallov/stk/12X2H4A

					ЮУрГУ.150305.2020.575.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		169