

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой
_____ В.И. Гузеев
_____ 2019 г.

Разработка конструкторско-технологического обеспечения изготовления детали
«Ось блока»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ – 150305.2019.288 ПЗ ВКР

Нормоконтролер,
_____ А.В. Выбойщик
_____ 2019 г.

Руководитель, доцент к.т.н.
_____ В.Л. Кулыгин
_____ 2019 г.

Автор работы,
студент группы П-451
_____ Д.В. Кузенкова
_____ 2019 г.

Челябинск 2019

АННОТАЦИЯ

Кузенкова Д.В. Разработка конструкторско-технологического обеспечения изготовления детали «Ось блока»: Выпускная квалификационная работа – Челябинск: ЮУрГУ, 2019, – 92 с, 63 ил., 9 табл., библиографический список – 10 наим.

В записке описан узел, в котором работает деталь «ось блока», его назначение и условия эксплуатации; служебное назначение детали и технические требования, предъявляемые к ней, проведены обзор и сравнение зарубежных и отечественных технологических решений для соответствующих отраслей машиностроения. А также сформированы цели и задачи проектирования, выполнены технологическая (проанализирован существующий технологический процесс и спроектирован новый) и конструкторская (аналитический обзор и выбор технологической оснастки и режущего инструмента, спроектированы и рассчитаны станочное приспособление и режущий инструмент, выбрано измерительное оборудование) части. Рассчитаны режимы резания на все операции проектного варианта технологического процесса. Разработана схема ГПУ, подобрано оборудование для её функционирования.

					ЮУрГУ 150305.2019.451 ПЗ					
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>						
<i>Разраб.</i>	Кузенкова Д.В.				Разработка конструкторско-технологического обеспечения изготовления детали «Ось блока».			ЮУрГУ Кафедра ТАМ		
<i>Пров.</i>	Кульгин В.Л.									
<i>Н.контр</i>	Выбойщик А.В.									
<i>Утв.</i>	Гузев В.И.									

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ	6
1.1 Назначение, условия эксплуатации и описание узла изделия	6
1.2 Служебное назначение детали «ось блока» и технические требования, предъявляемые к детали	9
1.3 Аналитический обзор и сравнение зарубежных и отечественных технологических решений для соответствующих отраслей машиностроения	10
1.4 Формирование целей и задач проектирования	11
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	15
2.1 Анализ существующей на предприятии документации по конструкторско-технологической подготовке действующего производства	15
2.1.1 Анализ операционных карт действующего технологического процесса	15
2.1.2 Анализ технологического оборудования, применяемой технологической оснастки и режущего инструмента	26
2.1.3 Размерно-точностной анализ действующего технологического процесса	29
2.1.4 Выводы по разделу	32
2.2 Разработка проектного варианта технологического процесса изготовления детали «ось блока»	33
2.2.1 Аналитический обзор, выбор и обоснование способа получения исходной заготовки	33
2.2.2 Аналитический обзор и выбор основного технологического оборудования	33
2.2.3 Формирование операционно-маршрутной технологии проектного варианта	38
2.2.4 Размерно-точностной анализ проектного варианта технологического процесса	41
2.2.5 Расчёт режимов резания и норм времени на все операции проектного варианта технологического процесса	47
2.2.6 Выводы по разделу	55
3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ	56
3.1 Аналитический обзор и выбор стандартизированной технологической оснастки	56
3.2 Проектирование и расчёт специального станочного приспособления	63
3.2.1 Выбор операции	63

					ЮУрГУ 150305.2019.451 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

3.2.2	Схема базирования заготовки.....	64
3.2.3	Силовая схема, расчёт силы резания, сил зажима,силы в приводе	64
3.2.4	Расчет приспособления на точность и прочность.	67
3.3	Аналитический обзор и выбор стандартизированного режущего инструмента.....	70
3.4	Проектирование и расчёт специального режущего инструмента.....	70
3.5	Выбор измерительного оборудования и оснастки на операциях технического контроля	72
4	АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА.....	73
4.1	Анализ возможных направлений по автоматизации технологического процесса изготовления детали.....	73
4.2	Разработка структурной схемы гибкого производственного участка.....	74
4.3	Выбор оборудования для функционирования автоматизированной системы	76
4.4	Базирование заготовки, полуфабриката, готовой детали в промышленном роботе, транспортном устройстве, промежуточном накопителе.....	78
4.5	Анализ производительности автоматизированной системы.....	79
5	ОРГАНИЗАЦИОННО ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ЧАСТЬ	80
6	БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЦИКЛА	84
6.1	Мероприятия и средства по созданию безопасных и безвредных условий труда	81
6.2	Мероприятия по электробезопасности	86
6.3	Мероприятия по пожарной безопасности	88
	ВЫВОД ПО КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ.....	90
	БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	91

ВВЕДЕНИЕ

Современное развитие машиностроения ориентировано на повышение качества машиностроительной продукции, производительности, сокращение времени обработки и на комплексную автоматизацию. Для достижения этих критериев используются новое программное обеспечение, оборудование, станки для обработки, обрабатывающие центры и станочные приспособления.

При обеспечении технологичности конструкции изделия на этапах его разработки и освоения необходимо принимать во внимание намечаемые мероприятия по повышению уровня автоматизации производства. Они в значительной мере способствуют снижению ресурсоемкости изделия в процессе изготовления и требуют от разработчика умения принимать решения по обеспечению технологической рациональности и преемственности конструкции, которые, в свою очередь, создают предпосылки для дальнейшего повышения уровня автоматизации производства.

Основной тенденцией развития комплексной автоматизации производства является создание сквозной системы, включающей этапы конструкторских разработок и проектирования (САПР), технологической подготовки производства (АСТПП) и производственных процессов в механообрабатывающих и сборочных цехах. Эту задачу удастся решить на базе широкого использования в машиностроительном производстве CAD/CAM систем, станков с ЧПУ, промышленных роботов, а также специализированных систем САПР. На сегодня большое распространение получили такие программы, как AutoCad, SolidWorks, "Компас". Системы САПР могут напрямую посылать электронные чертежи с рабочего места инженера на станок с ЧПУ, однако следует учитывать, что с ростом сложности технологического процесса количество ошибок возрастает в геометрической прогрессии, поэтому необходимо очень внимательно относиться к разработке процесса с применением ЭВМ.

					ЮУрГУ 150305.2019.451 ПЗ	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1 Назначение, условия эксплуатации и описание узла изделия

Нагнетатель Н-46 предназначен для подачи в цилиндры двигателя воздуха с избыточным давлением, что позволяет увеличить мощность двигателя, обеспечивать надежную работу в условиях высокогорья и работу на керосине и бензине.

Нагнетатель приводной центробежный марки Н-46 состоит из повышающего редуктора и проточной части, состоящей из крыльчатки 15 (рисунок 1,2), диффузора 12, диска 13 улитки, улитки 14.

Корпус 24 и крышка 35 нагнетателя изготовлены из алюминиевого сплава. Внутри корпуса размещены: шестерни двухступенчатого ускоряющего редуктора, упругая я и две упруго фрикционные муфты.

Нагнетатель с впускными коллекторами соединен впускным трубопроводом, состоящим из тройника 11 (рисунок 1,2) и деталей, соединяющих патрубки тройника с патрубками впускных коллекторов.

При работе двигателя от шестерни 10, установленной на коленчатом валу, вращение передается блоку шестерен и дальше на шестерню 2 вала крыльчатки.

Крыльчатка 7, вращаясь с большой частотой создает разрежение на входе в нагнетатель, и воздух через входной патрубок диска 13 улитки поступает в ее межлопаточные каналы.

Воздух, увлекаемый крыльчаткой, приобретает кинетическую энергию, которая в профилированном межлопаточном канале крыльчатки преобразуется в потенциальную (избыточное давление). Окончательно кинетическая энергия воздуха преобразуется в давление в лопаточном диффузоре 12 и частично в улитке 14. Избыточное давление на входе во впускной коллектор возрастает до $0,9 \text{ кгс/см}^2$ сверх атмосферного.

При работе двигателя частота вращения коленчатого вала постоянно меняется, из-за чего в деталях редуктора, вращающихся с большой частотой, возникают

					ЮУрГУ 150305.2019.451 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

значительные переменные динамические нагрузки. Для снижения этих нагрузок в редуктор привода нагнетателя введены упругая и упругофрикционные муфты.

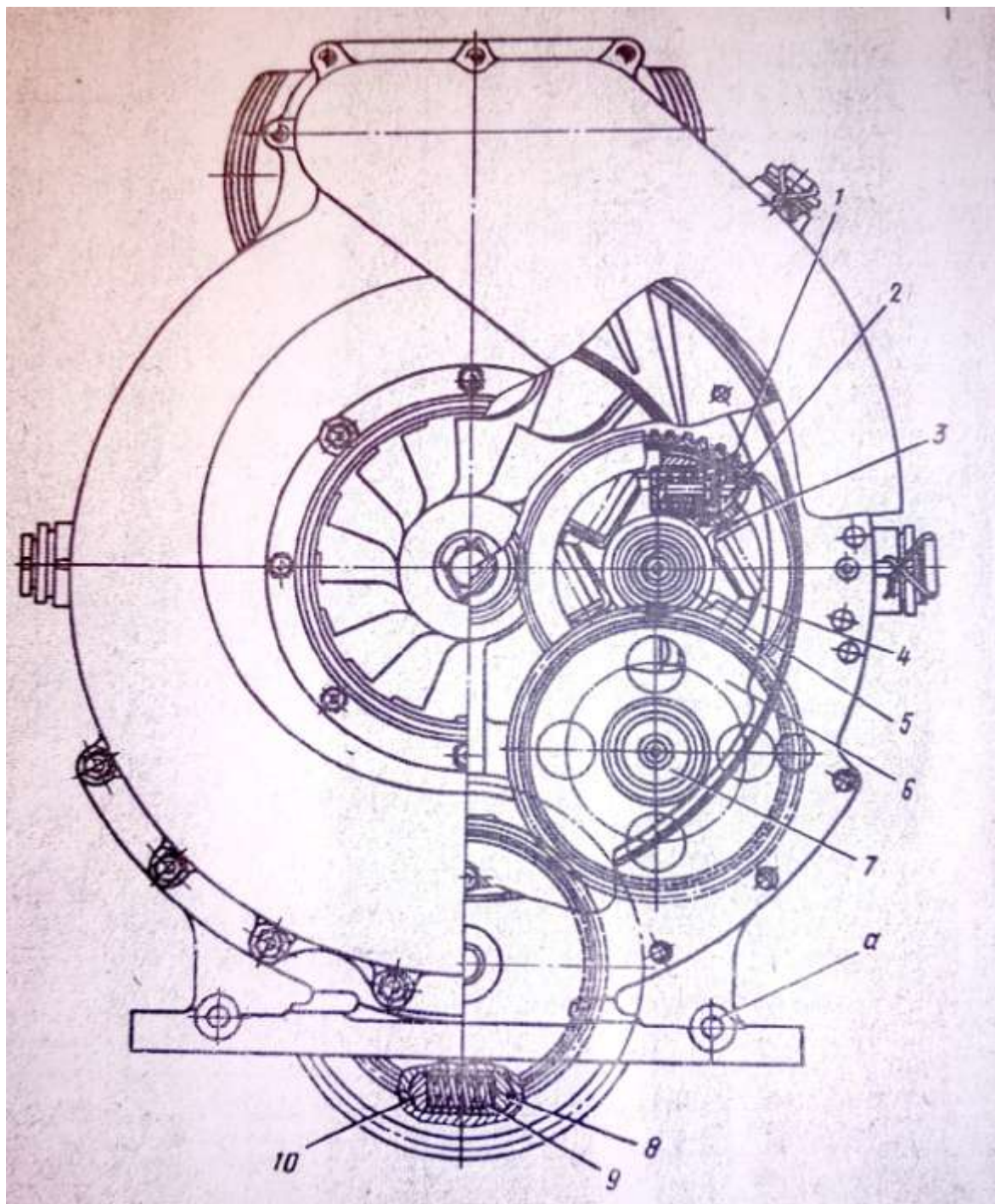


Рисунок 1– Нагнетатель Н-46

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

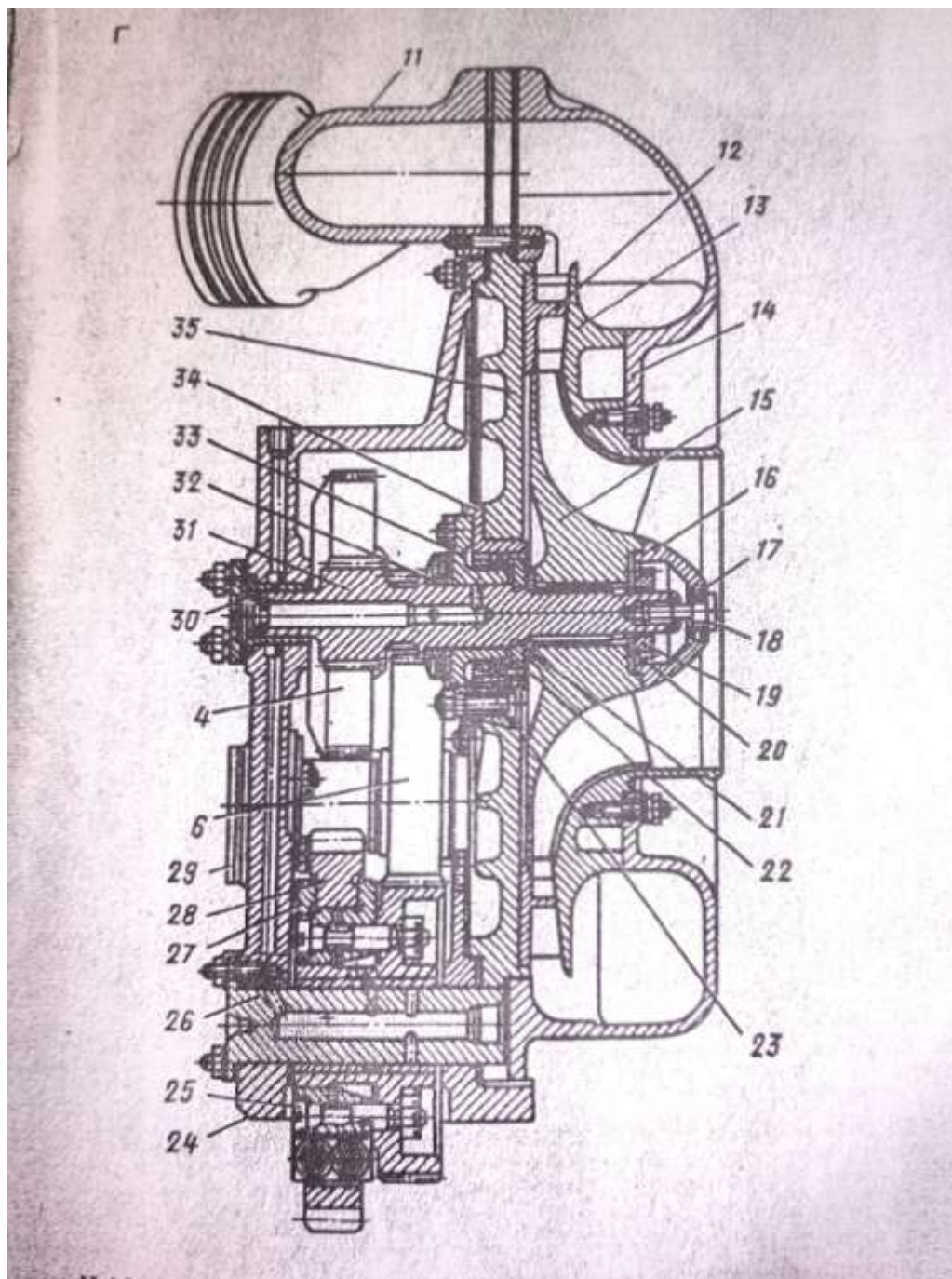


Рисунок 2 – Нагнетатель Н-46

Условия эксплуатации: данный узел находит применение в различных климатических условиях – от холодных (северных) районов до районов с умеренным и особенно жарким климатом. В районах с жарким климатом должна обеспечиваться работа в тяжелейших условиях при высоких и сверхвысоких пылевых нагрузках.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

1.2 Служебное назначение детали «ось блока» и технические требования, предъявляемые к детали.

На рисунке 3 представлен рабочий чертеж детали.

Ось блока 26 (рисунок 3) является осью упруго фрикционной муфты, которая снижает динамические нагрузки и одновременно является частью масляной системы, служит для подачи масла для смазки втулки упруго фрикционной муфты.

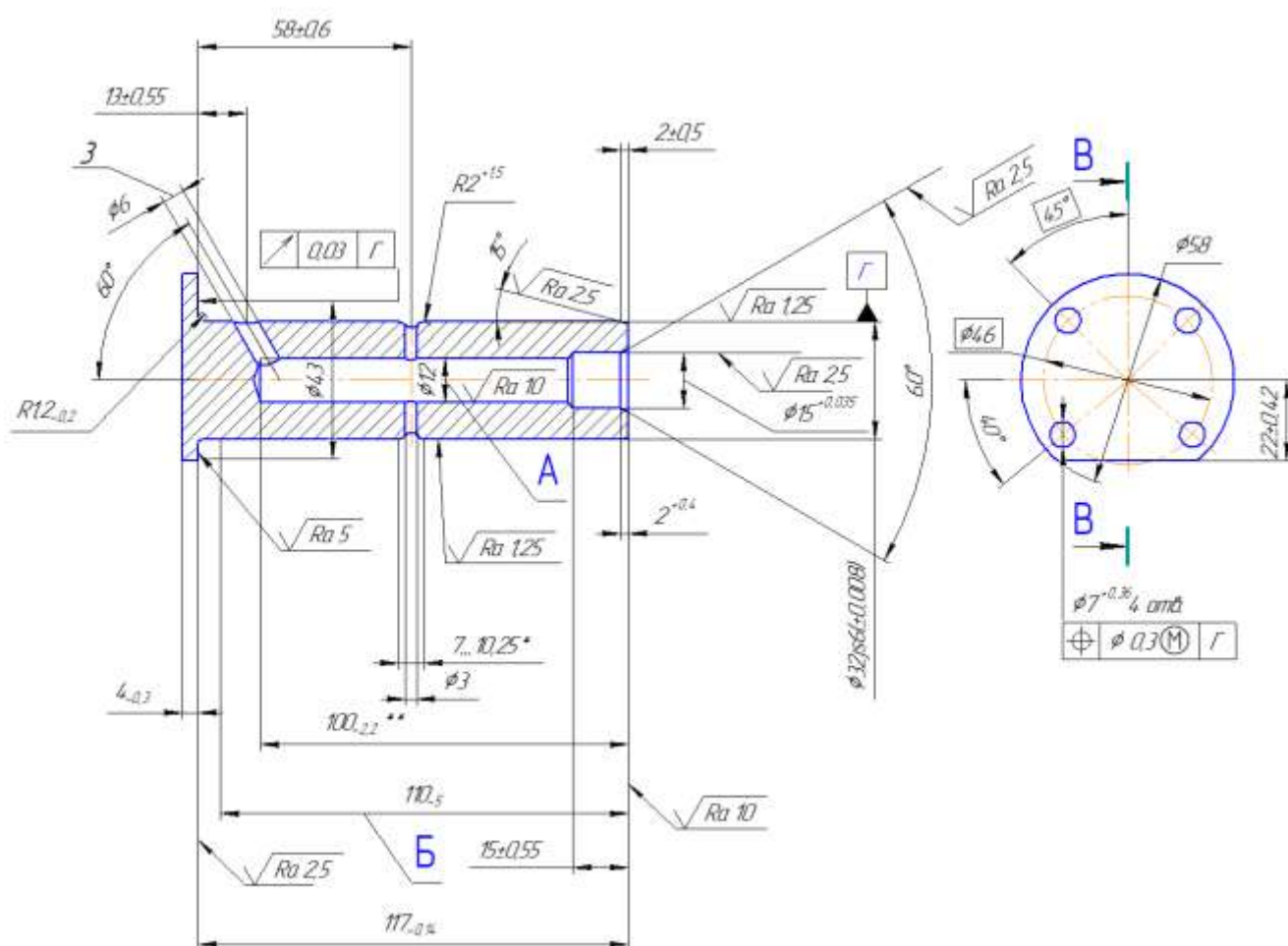


Рисунок 3 – Ось блока

Чертеж детали «Ось блока» соответствует единой системе конструкторской документации (ЕСКД):

- условные обозначения в соответствии с ГОСТ 2.109-73;
- знаки шероховатости, размеры, предельные отклонения также указаны на чертеже и соответствуют ГОСТ 2.109-73;

									Лист
									9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ЮУрГУ 150305.2019.451 ПЗ				

- основная надпись соответствует требованиям ГОСТ 2.104-2006 «Основные надписи»;
- масштаб выполнен в соответствии с требованиями ЕСКД и т.д.

В основном, размеры данной детали заданы по 14, 15 и 16 качеству. Самый точный размер задан по 6 качеству ($\text{Ø}32\text{js}6$).

Допуск торцевого биения относительно оси поверхности Г задано не более 0,03 мм. Позиционный допуск четырех отверстий $\text{Ø}0,3$ мм.

Деталь подвергается цементации для создания твердого поверхностного слоя. Глубина цементированного слоя 9-12 мм. Для снижения хрупкости и увеличения пластичности и вязкости применяют закалку с полиморфным отпуском.

Технические требования, предъявляемые к детали «ось блока»:

1. Шероховатость неуказанных поверхностей Ra 20.
2. Поверхность Г на длине Б цементировать $h\ 0,7...1,1$ мм, HRC 59.

Допускается цементация отверстий.

3. HRC 28...42 нецементированных поверхностей.
4. Неуказанные предельные отклонения размеров отверстий - по H14, валов - h14.
5. Смещение оси отверстия 3 относительно плоскости В-В не более 0,4 мм.
6. Допускается уменьшение размера А до 11,8 мм..
7. * Размер обеспечить инструментом.
8. ** Размер обеспечить инструментом.

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

Способ изготовления данной детали – горячая штамповка.

Большинство штампованных поковок производят на универсальных паровоздушных штамповочных молотах, кривошипных горячештамповочных прессах (КГШП) и горизонтально-ковочных машинах (ГКМ). Кроме того,

					ЮУрГУ 150305.2019.451 ПЗ	Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

наиболее крупные изделия штампуют на гидравлических прессах усилием до 750 МН. Оборудование для серийной штамповки обычно объединяют в гибкие производственные модули, оснащенные роботами-манипуляторами и управляемые ЭВМ.

В настоящее время КГШП — один из самых распространенных видов горячештамповочного оборудования. Использование КГШП в цехах с массовым, крупносерийным и серийным характером производства становится преобладающим. На КГШП штампуются поковки самой разнообразной номенклатуры массой от 250 г до 120 кг и более.

КГШП выпускают большинство зарубежных пресстроительных фирм, в том числе: National, Ajax, Erie, Bliss, Mesta и Massey (США); WilkinsandMitchell и Lamberton (Англия); Eumuco и Hasenclever (ФРГ); Bliss-Paris, Brett, Spiertz (Франция); Erfurt (ГДР); Smeral (ЧССР); Komatsu и Sumitomo (Япония); Innocenty-Clearing (Италия) и др.

В СССР КГШП проектировались и изготовлялись в основном ПО «Воронежтяжмехпресс». КГШП усилием 6300 тс продолжает выпускать Новокраматорский машиностроительный завод (НКМЗ). Для своих нужд отдельные модели КГШП изготовляет АвтоЗИЛ.

Традиционной (классической) схемой ГИМ и прессов в целом считается конструктивная схема КГШП фирмы National. Основными ее отличительными признаками являются: привод через промежуточный вал и зубчатый редуктор; расположение эксцентрикового вала параллельно фронту пресса; один шатун и ползун с хоботом.

Фирма Ajax — одна из старейших фирм, выпускающих оборудование для горячей объемной штамповки. Конструкции КГШП этой фирмы отличаются консерватизмом основных технических решений. Станина пресса стальная, цельнолитая, с расширенной нижней частью. За последние 50 лет она почти не претерпела изменений. Фирма не использует станин со стяжными шпильками. Основные узлы пресса, такие как муфта, тормоз, ползун, главный вал также не претерпели принципиальных изменений. Передача усилия на ползун

					ЮУрГУ 150305.2019.451 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

осуществляется через пята на подпятник, жестко закрепленный в ползуне прессы (рисунки 4). Для облегчения демонтажа крышки верхней головки шатуна в местах ее стяжки для прессов усилием 1600 тс и выше предусмотрены не отверстия, а продольные пазы для установки стяжных шпилек. Стол прессы клиновой. Для прессов усилием свыше 1600 тс предусмотрена механическая регулировка закрытой высоты за счет перемещения клиньев.

На прессах установлена однолинейная система густой смазки типа Trabon (США). В качестве дополнительного оборудования могут устанавливаться устройства для контроля температуры главных подшипников и другие механизмы, необходимые для автоматической штамповки.

Пресс кривошипный горячештамповочный с двумя шатунами фирмы Ajax — наиболее современная машина, спроектированная фирмой для однонаправленной штамповки. Технологический процесс штамповки на этом прессе включает обрезку облоя.

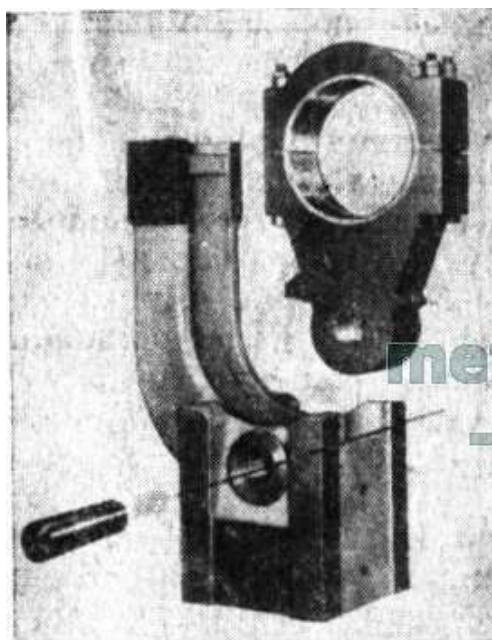


Рисунок 4 – Конструкция ползуна фирмы Ajax

Фирма Erie в качестве главного исполнительного механизма использует кулису (рисунки 5). Ползун имеет горизонтальные направляющие, в которых посредством эксцентрикового вала перемещается кулисный камень. Направляющие, имеющие дополнительные регулируемые поверхности, позволяют осуществлять почти полную выборку зазоров в кулисном механизме

					ЮУрГУ 150305.2019.451 ПЗ	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

при подходе ползуна к крайнему нижнему положению (КНП). Смазка подшипников главного вала жидкая циркуляционная. Нижняя направляющая кулисы работает в масляной ванне.

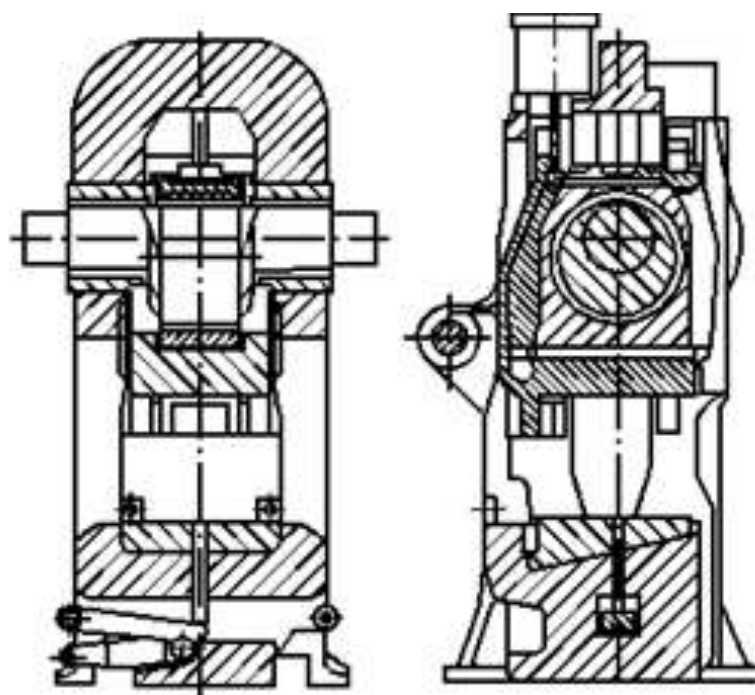


Рисунок 5 – Конструкция КГШП фирмы Erie

Такая конструкция исполнительного механизма позволила увеличить площадь ползуна, к которой может быть приложена внецентровая нагрузка; уменьшить высоту пресса и увеличить жесткость, так как отсутствуют шатун и элементы подвески ползуна; улучшить условия работы бронзового подшипника мотылевой шейки главного вала.

Увеличение площади приложения нагрузок позволяет работать на прессе с применением средств автоматизации технологического процесса, обеспечивающих однонаправленный поток заготовок, например с устройствами для переноса заготовок в виде шагающей балки.

В числе недостатков кулисного механизма: снижение надежности пресса из-за эксплуатационного загрязнения смазки направляющих кулисного камня и, вследствие этого, появление задиров; наличие увеличенных по сравнению с КГШП обычной конструкции поверхностей трения, что повышает энергозатраты на работу холостого хода.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

1.4 Формирование целей и задач проектирования

Цель проектирования: разработка нового технологического процесса изготовления детали «ось блока» на основе действующего на предприятии.

Задачи проектирования:

- произвести анализ выданной на предприятии документации по конструкторско-технологической подготовке действующего производства;
- выбрать наиболее подходящее и экономически выгодное оборудование и оснастку;
- провести размерно-точностной анализ проектного варианта технологического процесса;
- рассчитать режимы резания и нормы времени на все операции проектного варианта технологического процесса;
- провести оценку и выбрать режущий инструмент;
- спроектировать и рассчитать специальный режущий инструмент;
- спроектировать и рассчитать специальное станочное приспособление;
- выбрать измерительное оборудование и оснастку на операции технического контроля.

					ЮУрГУ 150305.2019.451 ПЗ	Лист
						14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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

Операция 000 заготовительная.

Исходная заготовка поступает на завод в виде поковки, изготовленная методом горячей штамповки. Материал заготовки: 12ХН3А

Операция 005 фрезерно-центровальная (рисунок 6).

$\sqrt{Ra\ 20\ (\checkmark)}$

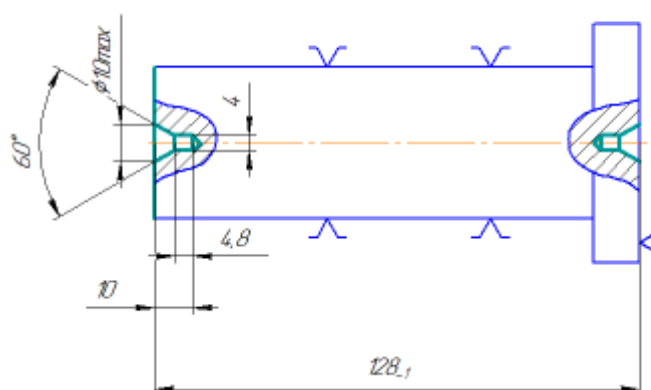


Рисунок 6 – Эскиз 005 фрезерно-центровальной операции

Оборудование: фрезерно-центровальный станок FXLZD – 160А. На этой операции осуществляется рассверливание центровых отверстий и подрезка торца.

Комплект баз:

- двойная направляющая база;
- опорная база.

Станочные приспособления:

- приспособление при станке, цанга Т9455-853.

Режущий инструмент:

- фрезерная головка левая Т9335 – 036;
- фрезерная головка правая Т9335 – 037;

					ЮУрГУ 150305.2019.451 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

- нож Т5К10 К03330-45;
- нож Т5К10 К03330-45;
- сверло 4 P-18 2317 – 0107 ГОСТ 14952 – 75.

Измерительный инструмент:

- ШЦ-1-250-0,1 – ГОСТ 166-80;
- ШЦ-1-125-0,1 – ГОСТ 166-80.

Операция 010 токарная (рисунок 7).

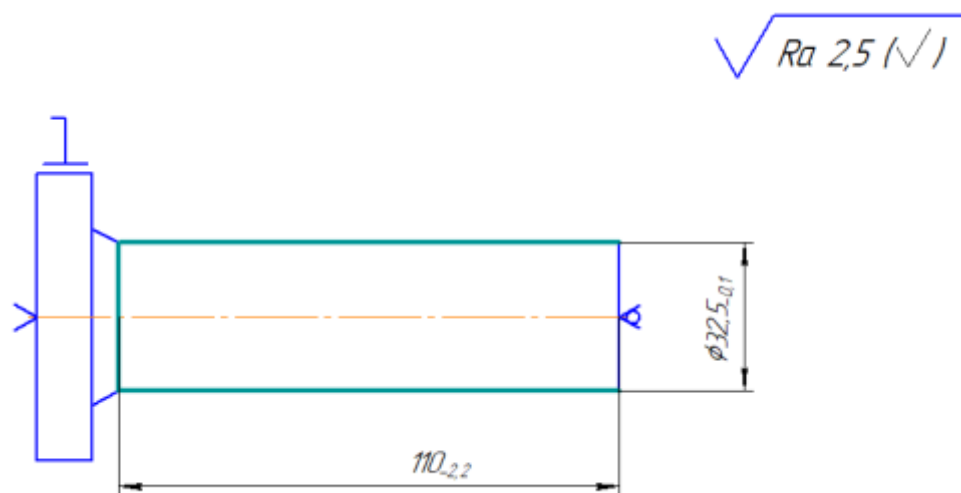


Рисунок 7 – Эскиз 010 токарной операции

Оборудование: токарно-копировальный станок Sp12p. На данной операции производится расточка наружного контура по копиру.

Комплект баз:

- двойная направляющая база;
- опорная база.

Станочные приспособления:

- токарное приспособление Т9662-10859;

Режущий инструмент:

- резец А-Т15К6-І 25×16×140 2103-0007 ГОСТ 18879-73;
- резцедержатель Т9412-6766.

Измерительный инструмент:

- ШЦ-1-125-0,1 – ГОСТ 166-80;
- Скоба 32,5h10 8118-0006 ГОСТ 2216-68.

					ЮУрГУ 150305.2019.451 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

Операция 020 моечная.

Оборудование: моечная машина.

Операция 025 контрольная.

На этой операции проверяются размеры $\varnothing 32,7^{+0,17}$, $\varnothing 10 \times 60^\circ$, $110_{-2,0}$, $128 \text{ h}14_{(-0,1)}$.

Измерительный инструмент:

- скоба $32,5 \text{ h}10$ 8118-0006 ГОСТ 2216-68;
- шаблон $10 \times 60^\circ$ 05425-21;
- ШЦ-1-125-0,1 – ГОСТ 166-80.

Операция 030 термообработка – цементация.

Цементация детали на длине $110_{-5,0}$ мм.

Операция 035 токарная (рисунок 8).

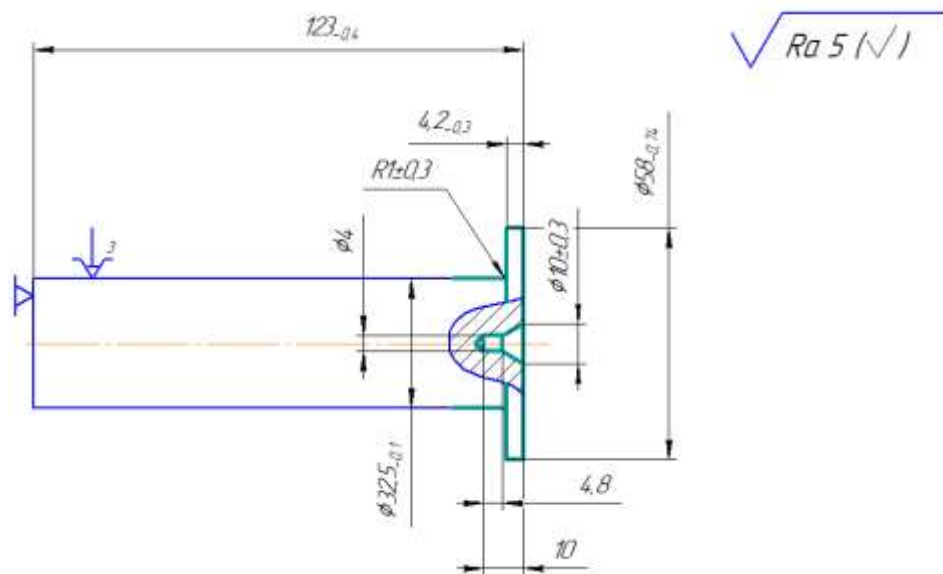


Рисунок 8 – Эскиз 035 токарной операции

Оборудование: токарно-винторезный станок 1К62. На данной операции производится подрезка торца, вторичное рассверливание центрального отверстия, точение поверхности.

Комплект баз:

- двойная направляющая база;
- опорная база.

Станочные приспособления:

- трехлапчатый патрон Ø250 ГОСТ 2675-71;

Режущий инструмент:

- резец 25×20×140 2102-0185 ГОСТ 21151-75;
- пластина T15K6 03114-120408 ГОСТ 19052-73;
- резец T15K6-I 25×16×150 03144-55;
- сверло 60°-4 0311-54,

Измерительный инструмент:

- скоба 32,5 h10 8118-0006 ГОСТ 2216-68;
- скоба 58 h1405500-45;
- скоба 4,2 h1205502-18;
- ШЦ-1-125-0,1 – ГОСТ 166-73;
- ШЦ-1-250-0,1 – ГОСТ 166-80;
- шаблон 8,5×60° 05425-2,1.

Операция 040 токарно-револьверная(рисунок 9).

$\sqrt{Ra\ 10\ (\checkmark)}$

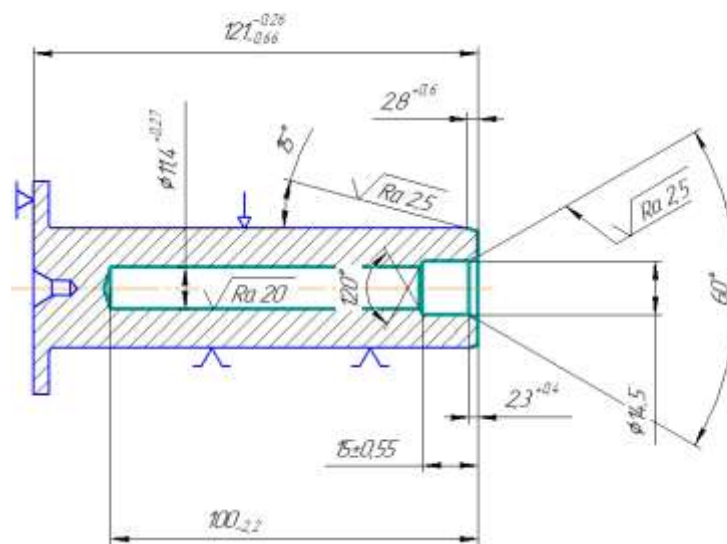


Рисунок 9– Эскиз 040 токарно-револьверной операции

Оборудование: специальный станок для глубокого сверления БС 2М805П, токарно-револьверный станок 1П365А. На данной операции осуществляется, подрезка торца, точение фаски, сверление глубокого отверстия, зенкерование выточки.

									Лист
									18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ЮУрГУ 150305.2019.451 ПЗ				

Комплект баз:

- двойная направляющая база;
- опорная база.

Станочные приспособления:

- приспособление Т9698-38192;
- приспособление Т960-2937;
- втулка кондукторная Т9698-38150

Режущий инструмент:

- резец 25×20×140 2102-0185 ГОСТ 21151-75;
- сверло 11,5 2301-0406 ГОСТ 2092-77;
- зенковка 60°×32 2353-0003 ГОСТ 14953-69;
- сверло 11,5 Т93445-369.

Измерительный инструмент:

- пробка 11,4 Н13 Т8133-0975 ГОСТ 14810-69;
- ШЦ-1-125-0,1 – ГОСТ 166-89.

Операция 045 фрезерная(рисунок 10).

$\sqrt{Ra\ 20\ (\checkmark)}$

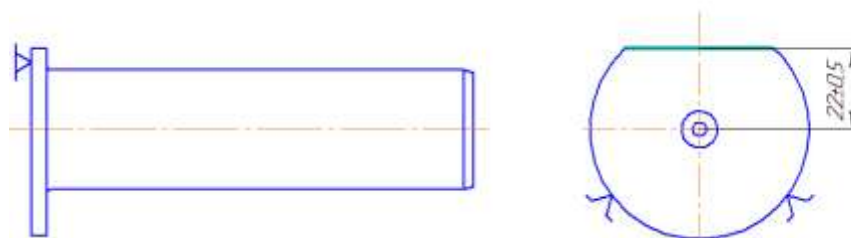


Рисунок 10 – Эскиз 045 фрезерной операции

Оборудование: вертикальный фрезерный станок F96 400-V. На данной операции осуществляется фрезерование лыски.

Комплект баз:

- двойная направляющая база;
- опорная база.

					ЮУрГУ 150305.2019.451 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

Станочные приспособления:

- фрезерное приспособление Т9670-9529.

Режущий инструмент:

- фреза 20×45 03363-38.

Измерительный инструмент:

- шаблон $22 \pm 0,5$ Т9564-9425.

Операция 050 сверлильная(рисунок 11).

$\sqrt{Ra\ 20\ (\sqrt{1})}$

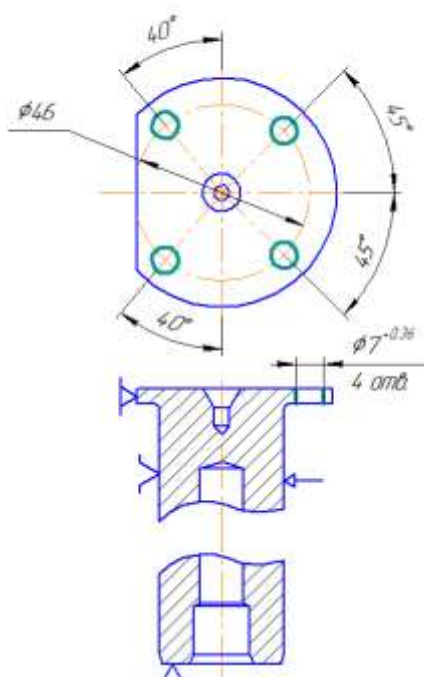


Рисунок 11 – Эскиз 050 сверлильной операции

Оборудование: вертикальный настольный станок НС-12А. На данной операции выполняется сверление отверстий.

Комплект баз:

- двойная направляющая база;
- опорная база.

Станочные приспособления:

- кондуктор Т9643-4775.

Режущий инструмент:

- сверло 7,1 ГОСТ 12121-77;

					ЮУрГУ 150305.2019.451 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

- патрон 13 В16 ГОСТ 8522-79;
- оправка 6039-0007 ГОСТ 14910-69.

Измерительный инструмент:

- пробка 7 Н14 8133-0918 ГОСТ 14810-69;
- калибр Т9539-3477.

Операция 055 сверлильная (рисунок 12).

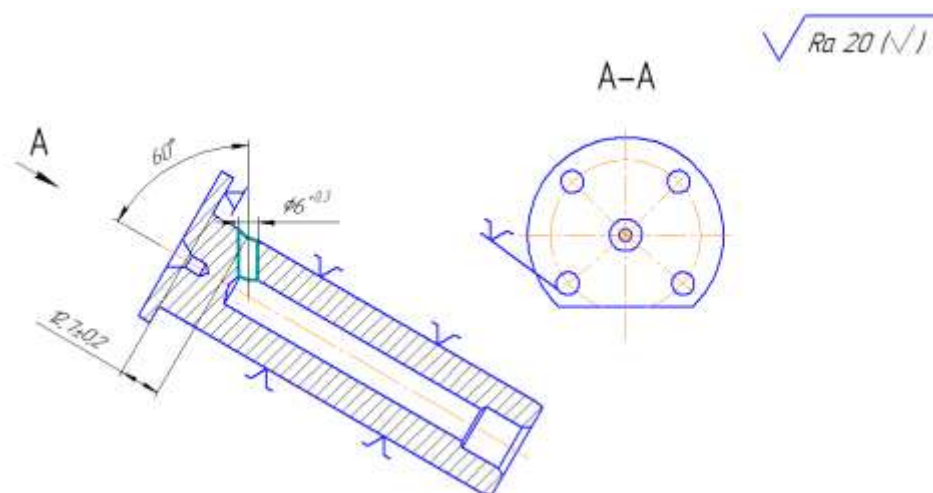


Рисунок 12 – Эскиз 055сверлильной операции

Оборудование: вертикальный сверлильный станок 2Н-135. На операции осуществляется сверление косоугольного отверстия.

Комплект баз:

- двойная направляющая база;
- опорная база.

Станочные приспособления:

- кондуктор Т9643-4761.

Режущий инструмент:

- сверло 6,2 ГОСТ 2301-3353 12121-77;
- патрон 13 В16 ГОСТ 8522-79;
- оправка 6039-0007 ГОСТ 14910-69.

Измерительный инструмент:

- пробка 6 Н14 8133-0913 ГОСТ 14810-69;
- калибр Т9539-3948.

Операция 060 сверлильная (рисунок 13).

$\sqrt{Ra\ 20\ (\checkmark)}$

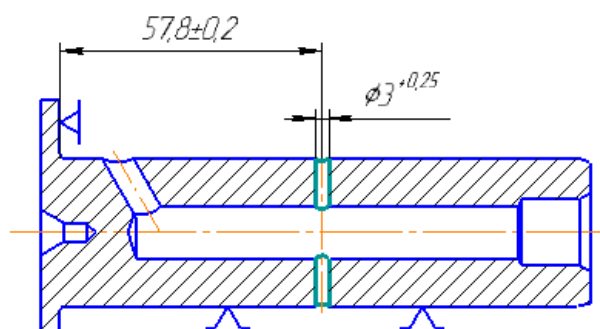


Рисунок 13 – Эскиз 060 сверлильной операции

Оборудование: вертикальный настольный станок НС-12А. На данной операции выполняется сверление отверстия.

Комплект баз:

- двойная направляющая база;
- опорная база.

Станочные приспособления:

- кондуктор Т9646-4784.

Режущий инструмент:

- сверло 3,15 2300-1012 ГОСТ 19544-74;
- патрон 13 В16 ГОСТ 8522-79;
- оправка 6039-0007 ГОСТ 2682-62.

Измерительный инструмент:

- пробка 3 Н14 8133-0620 ГОСТ 14807-69.

Операция 070 сверлильная (рисунок 14).

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

$\sqrt{Ra\ 10\ (\checkmark)}$

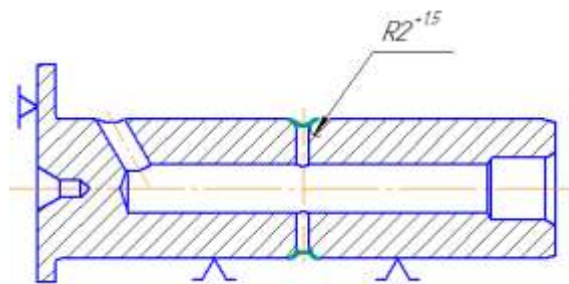


Рисунок 14 – Эскиз 070 сверлильной операции

Оборудование: вертикальный настольный станок НС-12А. На данной операции выполняется зенкерование радиусов.

Комплект баз:

- двойная направляющая база;
- опорная база.

Станочные приспособления:

- призма 82-7035-0142.

Режущий инструмент:

- зенкер 3×8 Т9347-1847;

Операция 080 слесарная.

Зачищаются заусенцы, притупляются острые кромки.

Операция 085 моечная операция.

Оборудование: моечная машина.

Операция 90 контрольная.

Измерительный инструмент:

- скоба 32,5 С3а 8118-0006 ГОСТ 2216-68;
- скоба 58В705500-45;
- пробка 14,5 А₄ Т8133-0929 ГОСТ 14810-69;
- пробка 6 А₇ 8133-0913 ГОСТ 14810-69;
- пробка 11,4Н13 Т8133-0925 ГОСТ 14810-69;
- пробка 3 А₇ 8133-0620 ГОСТ 14807-69;
- пробка 7 А₇ 8133-0916 ГОСТ 14810-69;

					ЮУрГУ 150305.2019.451 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

- скоба 4,2С505502-18;
- шаблон R2±3,5 Т9563-5830;
- шаблон 17×60° 05425-23;
- шаблон 5×90° 05425-61;
- шаблон 32×105° Т9542-858;
- шаблон R1 05440-03;
- ШЦ-1-125-0,1 – ГОСТ 166-80;
- Калибр Т9539-3477;
- шаблон 22±0,5 Т9564-9425;

Операция 95 термообработка. Закалка отпуск.

Операция 100 химикотермическая обработка.

Операция 105 токарно-револьверная (рисунок 15).

$\sqrt{Ra\ 2,5\ (\checkmark)}$

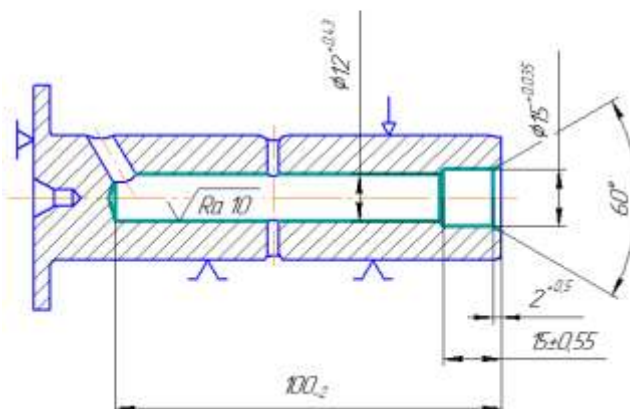


Рисунок 15– Эскиз 105 токарно-револьверной операции

Оборудование: токарно-револьверный станок 1П365А. На данной операции выполняется зенкерование отверстия, развертывание отверстия, зенкерование фаски.

Комплект баз:

двойная направляющая база;

- опорная база.

Станочные приспособления:

- токарное приспособление Т96602937.

									Лист
									24
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ЮУрГУ 150305.2019.451 ПЗ				

Режущий инструмент:

- зенкер 12,27 Т9347-8404;
- развертка 15Н9 Т9354-3077;
- зенковка 17×60° 2353-0001 ГОСТ 14953-69.

Измерительный инструмент:

- пробка 12 А₇ Т9553-2184;
- пробка 15 А₇ 8133-0939 ГОСТ 14810-69;
- шаблон 2×60° 05424-66;
- шаблон 2,5×60° 05424-67;
- ШЦ-1-125-0,1 – ГОСТ 166-73

Операция 110 слесарная.

Операция 115 шлифовальная (рисунок 16).

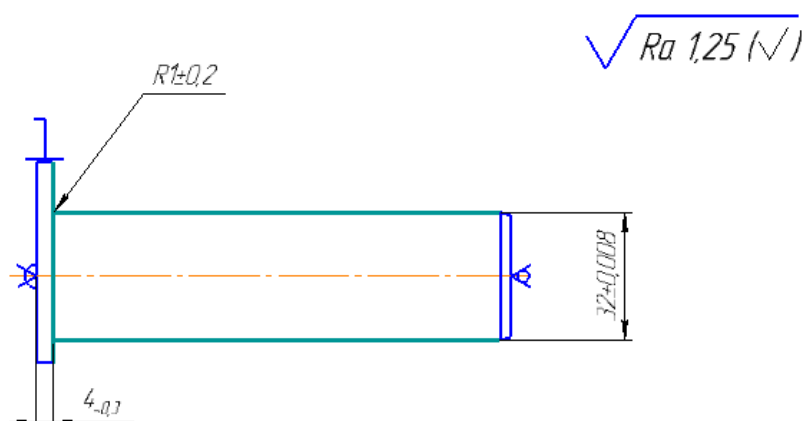


Рисунок 16– Эскиз 115шлифовальной операции

Оборудование: круглошлифовальный станок 3Б151. На данной операции выполняется шлифовка цилиндрической поверхности, радиуса и торца.

Комплект баз:

- двойная направляющая база;
- опорная база.

Станочные приспособления:

- поводок Т9666-1085.

Инструмент:

					ЮУрГУ 150305.2019.451 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

- круг шлифовальный ПП ГОСТ 2424-75 5С-125-ВТ-К-35^{m/c} 600×125×305;
- круг шлифовальный ПП ГОСТ 2424-75 2А25-20С2К-35^{m/c} 125×32×32;
- алмазный карандаш 3908-0055 ГОСТ 607-75.

Измерительный инструмент:

- скоба с.р. 25÷50 ГОСТ 11098;
- скоба 4h14 05502-17;
- образцовая деталь;
- контрольные центры 500 05710-05

Операция 130мочная.

Операция 145контрольная.

2.1.2 Анализ технологического оборудования, применяемой технологической оснастки и режущего инструмента.

В качестве технологического оборудования в технологическом процессе указаны следующие станки:

- токарно-копировальный станок Sp12p
- токарно-винторезный станок 1К62
- специальный станок для глубокого сверления БС 2М805П
- вертикальный фрезерный станок F96 400-V
- сверлильный станок НС-12А
- вертикально-сверлильный станок 2Н-135
- токарно-револьверный станок 1П365А
- круглошлифовальный станок 3Б151

Токарно-винторезный станок 1К62(рисунок 17). Является универсальным. Предназначен для выполнения самых разнообразных токарных работ, в том числе для нарезания резьбы, позволяет обрабатывать относительно короткие заготовки большого диаметра. Все режимы работы такого станка настраиваются очень

					ЮУрГУ 150305.2019.451 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

просто. На нем можно обрабатывать детали, прошедшие предварительную закалку.

Однако последняя модель станка была выпущена в 70-х годах прошлого века. В станках могут быть различного рода неисправности. Многие из них возникают из-за несоблюдения инструкций по уходу и обслуживанию.



Рисунок 17 – Токарно-винторезный станок 1К62

Сверлильный станок НС-12А (рисунок 18). Главное преимущество модели – простота конструкции. Сверлильный станок 12А отличается долговечностью, ремонтпригодностью. Он прост в управлении и не требует от оператора каких-то особых знаний или навыков. Более того, он характеризуется высокой производительностью и мощностью. Пригоден для сверления, зенкерования отверстий различного целевого назначения. Недостатков у данной модели станка мною не выявлено.



Рисунок 18 – Сверлильный станок НС-12А

Оснастка является универсальной, как и станочные приспособления, за исключением приспособлений для сверления, для которых применяются специально разработанные кондукторы.

Использование кондуктора предоставляет возможность сверлить отверстие без предварительной разметки. Сверление отверстий по кондуктору получается более точным, чем по разметке. Кондуктор задает направление сверлу и предупреждает его увод, особенно при глубоком сверлении. Применение кондуктора эффективно, потому что это позволяет избежать брака и экономит время, которое раньше уходило на разметку.

При механической обработке заготовки применяют следующие специальные режущие инструменты:

- зенкер радиусный 3×8 Т9347-1847
- сверло 11,5 Т93445-369
- развертка 15 А₃ Т9354-3077

Для контроля применяется стандартный измерительный инструмент.

Применение специальных инструментов обусловлено невозможностью обработки геометрически сложных и труднодоступных поверхностей детали. Однако специальные инструменты являются менее эффективными по сравнению с универсальными, так как специальный инструмент спроектирован под

					ЮУрГУ 150305.2019.451 ПЗ	Лист
						28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

конкретную деталь, и его изготовление производится мелкими партиями, что увеличивает его себестоимость. Применение инструментов с СМП является эффективным, так как многократно используется державка, устраняются переточки, а также возникает возможность быстрой переналадки.

Для контроля применяется стандартный измерительный инструмент.

2.1.3 Размерно-точностной анализ действующего технологического процесса.

Размерная цепь представлена на рисунке 19.

					ЮУрГУ 150305.2019.451 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

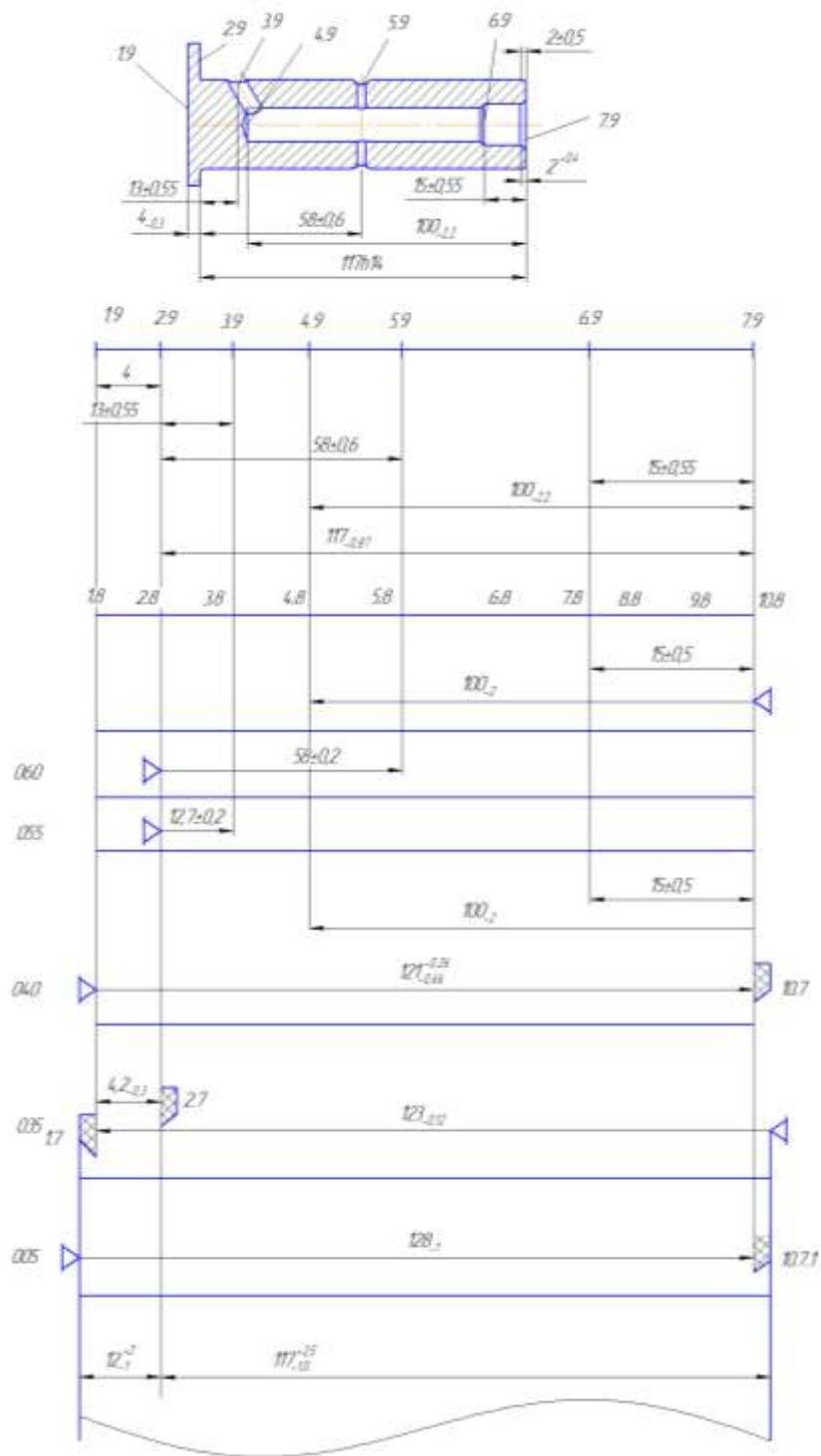


Рисунок 19 – Размерная цепь действующего технологического процесса

Найдем замыкающее звено:

$$[29 \dots 79] = (79 \dots 18) - (18 \dots 28) = 121_{-0,66}^{-0,26} - 4,2_{-0,3} = 116,8_{-0,66}^{+0,04} \text{ мм};$$

$$T_{\Delta\Delta} = 0,7 \text{ мм}$$

$$T_{\Delta\text{зад.}} = 0,87 \text{ мм}$$

$$T_{\Delta\text{зад.}} > T_{\Delta\text{расч.}}$$

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

Графическое изображение звена [29 ... 79] представлено на рисунке 20.

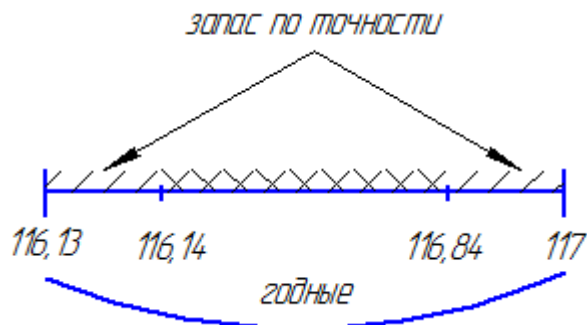


Рисунок 20 –Графическое изображение звена[29 ... 79]

Расчет действующих припусков:

- Припуск [78...77]:

$$[78 \dots 77] = (77 \dots 18) - (18 \dots 78) = 123_{-0,4} - 121_{-0,66}^{+0,26} = 2_{-0,14}^{+0,66} \text{ мм};$$

Расчет номинального значения припуска через минимальное значение:

$$T_{[78\dots77]} = 0,4 + 0,4 = 0,8 \text{ мм};$$

$$\Delta_0 A_{[97\dots98]} = \left(\frac{0 + (-0,4)}{2} \right) - \left(\frac{(-0,26) + (-0,14)}{2} \right) = 0 \text{ мм};$$

$$A_{[78..77]_{\min}} = 0,05 + 0,06 = 0,11 \text{ мм};$$

$$A_{[78..77]_{\text{н}}} = 0,11 + \frac{0,8}{2} - 0 = 0,51 \text{ мм};$$

Припуск на данной операции завышен.

Найдем все остальные припуски аналогичным образом:

- Припуск [77...76] = 1_{-2}^{+5} мм

$$A_{[67\dots68]_{\text{н}}} = 4,26 \text{ мм}$$

Припуск сильно занижен

- Припуск [18...17] = $5_{-1}^{+0,4}$ мм

$$A_{[27\dots28]_{\text{н}}} = 1,11 \text{ мм}$$

Припуск сильно завышен.

- Припуск [28...27] = $2,8_{-1,4}^{+3,4}$ мм

$$A_{[17\dots18]_{\text{н}}} = 1,66 \text{ мм}$$

Припуск завышен.

Исходя из размерного анализа, можно сделать вывод, что все припуски сильно завышены, что не целесообразно. Завышенные припуски приводят к увеличению расхода металла на изготовление деталей, снижается производительность станка и ухудшается качество детали. (Это происходит потому, что с увеличением глубины резания уменьшаются режимы резания и увеличивается число проходов, что сказывается на производительности станка. Кроме того, при снятии большого припуска одновременно удаляется и наиболее износоустойчивый верхний слой металла).

2.1.4 Выводы по разделу

К основным недостаткам действующего технологического процесса относятся: отсутствие автоматизации, а также наличие большого количества специального инструмента и приспособлений. Что приводит к сложной переналадке и невозможности применения однотипного технологического оборудования и технологической оснастки. Можно сделать вывод, что действующий технологический процесс не обеспечивает заданной точности технологических размеров, его необходимо корректировать.

					ЮУрГУ 150305.2019.451 ПЗ	Лист
						32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2.2 Разработка проектного варианта технологического процесса изготовления детали «ось блока»

2.2.1 Аналитический обзор, выбор и обоснование способа получения исходной заготовки

Исходная заготовка поступает на завод в виде поковки, изготовленная методом горячей штамповки. Деталь имеет не сложную форму, поэтому наиболее рациональный метод получения заготовки – поковка. Материал заготовки: 12ХНЗА – сталь конструкционная легированная.

Преимуществом заготовок, получаемых штамповкой, является то, что профиль исходной заготовки приближен к профилю готовой детали, вследствие чего значительно сокращается объем последующей механической обработки, а некоторые поверхности получать окончательно уже на заготовительной операции.

Недостатками данного метода является высокая стоимость изготовления штампов, потеря точности при их износе и не возможность восстановления изношенных гравюр и зеркал штампов.

$$\text{КИМ} = \frac{0,69}{1,12} = 0,62 \text{ кг.}$$

2.2.2 Аналитический обзор и выбор основного технологического оборудования

Для токарной обработки принимаем токарно-револьверный обрабатывающий центр Haas ST-10Y (рисунок 21).

Токарный станок с приводным инструментом Haas ST-10Y предусматривает выполнение всех видов работ.

Haas ST-10Y относится к типу револьверный токарных станков, то есть включает в себя многопозиционную поворотную головку. В такой головке размещены сразу несколько рабочих инструментов для выполнения нескольких задач. Как следствие – значительно повышается скорость обработки, нет необходимости в постоянной наладке. Еще одной особенностью станка является

					ЮУрГУ 150305.2019.451 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

наличие приводного инструмента с осью С. Это предполагает, что оператор способен контролировать не только скорость вращения, но и угловое положение детали.

Таблица 1 – Технические характеристики токарно-револьверного обрабатывающего центра Haas ST-10Y

Максимальный устанавливаемый диаметр над станиной, мм	641
Максимальный устанавливаемый диаметр над кареткой, мм	413
Максимальный обрабатываемый диаметр (зависит от револьвера), мм	228
Максимальная длина обработки (без патрона), мм	356
Диаметр 3-х кулачкового патрона, мм	165
Максимальный диаметр обрабатываемого прутка, мм	44
Диаметр отверстия в шпинделе, мм	58,7
Максимальная частота вращения шпинделя, об/мин	6000
Максимальный крутящий момент, Нм	102
Максимальная мощность шпинделя, кВт	11,2
Перемещение по оси X, мм	200
Перемещение по оси Y, мм	±50,8
Перемещение по оси Z, мм	356
Максимальное осевое усилие, кН	16,5
Максимальная скорость холостых подач, м/мин	30,5

Продолжение таблицы 1.

Исполнение посадочного гнезда револьвера	VDI40/BOT
Количество инструментальных гнезд в револьвере, шт	12
Максимальное количество приводных станций, шт	6
Максимальная скорость приводного инструмента, об/мин	4000
Конус пиноли задней бабки, №	3
Точность позиционирования, мм	±0,0050
Повторяемость, мм	±0,0025
Объем бака СОЖ, л	114
Ориентировочная масса станка, кг	3585



Рисунок 21 – Токарно-револьверный обрабатывающий центр Haas ST-10Y
Для сверления отверстий Ø5мм, Ø6мм, Ø3мм принимаем вертикально-
сверлильный станок РТВ-16В/230 ПРОМА.

Настольный сверлильный станок РТВ-16В/230 предназначен для сверления отверстий в металле, пластике, дереве и других материалах. В условиях мелко-среднесерийного и крупного производства настольный сверлильный станок РТВ-16В/230 находит широкое применение за счет своей многофункциональности, мощности и высокой производительности. Простота конструкции и несложное техническое обслуживание – одно из главных преимуществ оборудования компании ПРОМА. Возможности станка расширены благодаря функциям поворота, подъема и наклона стола, а также поворота шпиндельной головки на колонне. Настольный сверлильный станок имеет защитный экран, который обеспечивает дополнительную защиту и при этом не закрывает обзор.

Технические характеристики представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Технические характеристики вертикально-сверлильного станка РТВ-16В/230 ПРОМА

Напряжение	230В
Потребляемая мощность	450Вт.
Патрон	3-16мм
Макс. Диаметр сверления,мм	16мм
Конус шпинделя	Специальный
Вылет шпинделя	127мм
Ход шпинделя	60мм
Макс. высота от шпинделя до стола	410мм
Макс. высота от шпинделя до основания	530мм
Размеры стола	195x195мм
Размеры основания	340x210мм
Диаметр колонны	60мм
Количество скоростей	12
Диапазон оборотов	210/280,320/420,500/540, 830/1290,1350/1580,2180/2580

Продолжение таблицы 2.

Т-образный паз	14мм
Общая высота станка	840мм
Масса	38кг



Рисунок 22 – Вертикально-сверлильный станок РТВ-16В/230 ПРОМА

Для шлифовальной операции принимаем круглошлифовальный станок MD1320B (рисунок 23).

Технические характеристики станка представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Технические характеристики станка MD1320B

Диаметр обрабатываемой детали, мм Min,Max	8,200
Длина обрабатываемой детали, мм	500/750
Max вес обрабатываемой детали, кг	50
Высота центров, мм	125
Скорость вращения шпинделя, об/мин	1309
Скорость вращения заготовки, об/мин	1309
Размер шлифовального круга, мм	200*20*76

Продолжение таблицы 3.

Мах перемещение шлифовального круга, мм	215
Конус	M3
Мах продольное перемещение, мм	500 / 750
Мощность двигателя, кВт	7,5
Габариты, мм:	
Длина	2120
Ширина	1575
Высота	1570
Вес, кг	3500 / 4000



Рисунок 23 – Круглошлифовальный станок MD1320B

2.2.3 Формирование операционно-маршрутной технологии проектного варианта

Маршрутная технология проектного варианта представлена в таблице 4.

Таблица 4 – Маршрутная технология проектного варианта

№ операции	Название операции	Оборудование
000	Заготовительная	
005	Комплексная с ЧПУ	Haas ST-10
010	Комплексная с ЧПУ	Haas ST-10
015	Сверлильная	РТВ-16В/230 ПРОМА
020	Промывка	Simplex 100
025	Цементация	Печь
030	Термообработка	Печь
035	Шлифовальная	MD1320В
040	Сверлильная	РТВ-16В/230 ПРОМА
045	Сверлильная	РТВ-16В/230 ПРОМА
050	Моечная	Simplex 100
055	Контроль	Контрольный стол

Эскиз 005 комплексной операции с ЧПУ представлен на рисунке 24.

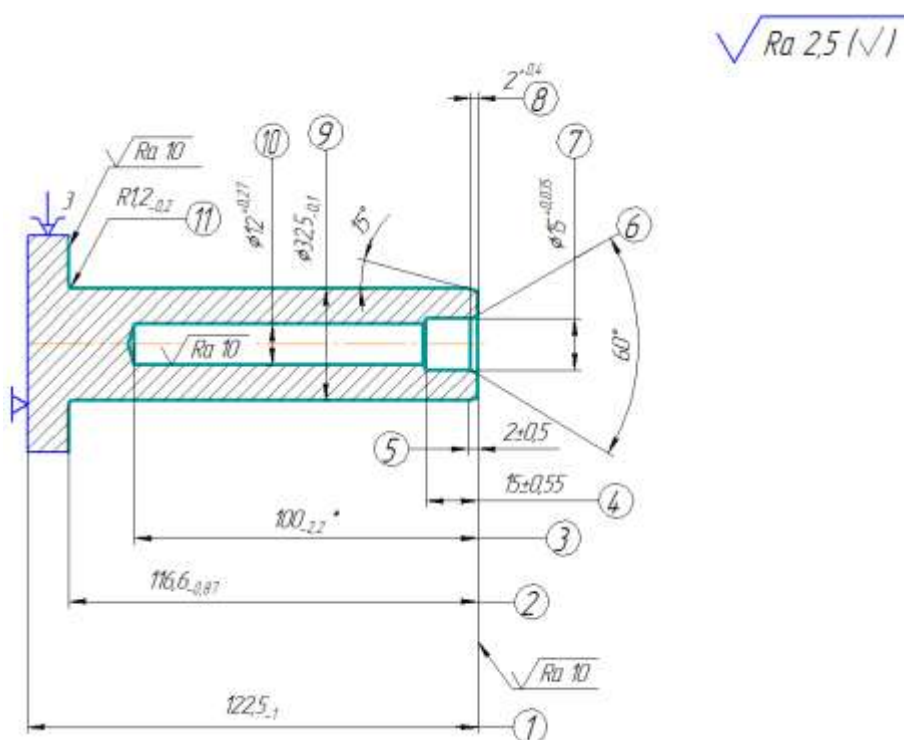


Рисунок 24 – Эскиз 005 комплексной операции с ЧПУ

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

Эскиз 010 комплексной операции с ЧПУ представлен на рисунке 25.

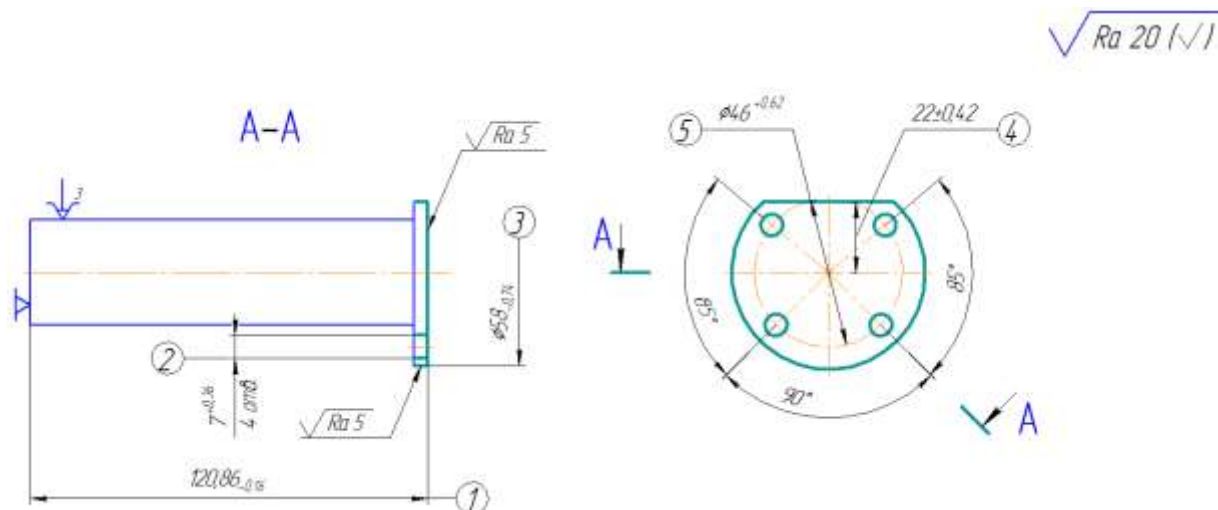


Рисунок 25 – Эскиз 010 комплексной операции с ЧПУ

Эскиз 015 сверлильной операции представлен на рисунке 26.

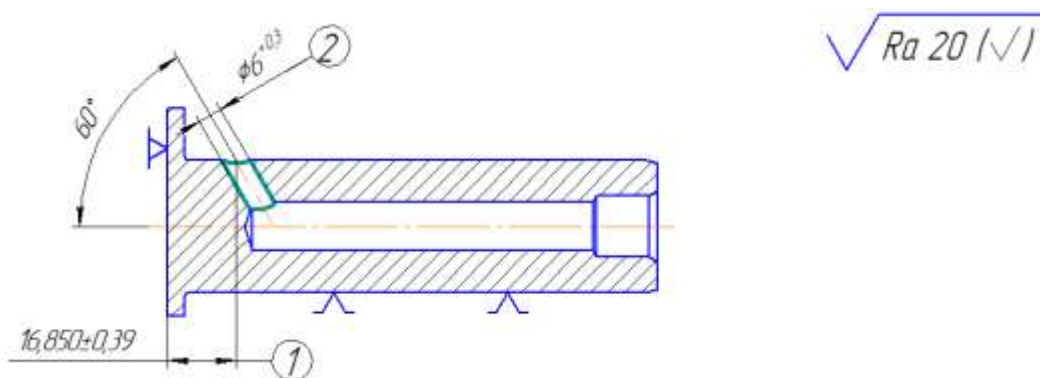


Рисунок 26 – Эскиз 015 сверлильной операции

Эскиз 035 шлифовальной операции представлен на рисунке 27.

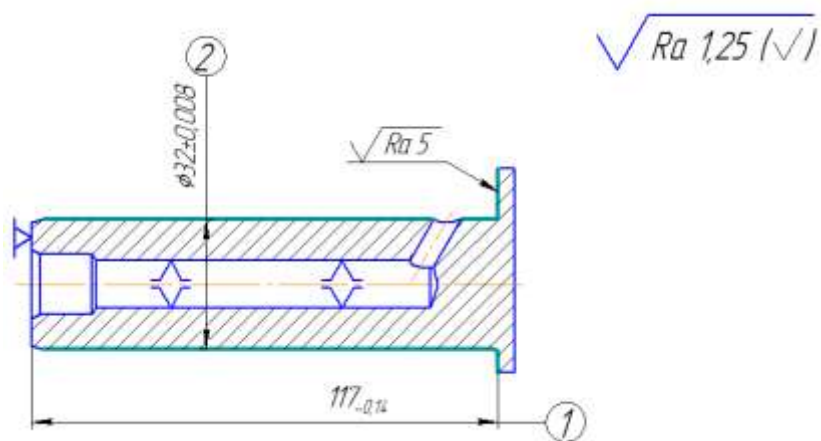


Рисунок 27– Эскиз 035 шлифовальной операции

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Эскиз 040 сверлильной операции представлен на рисунке 28.

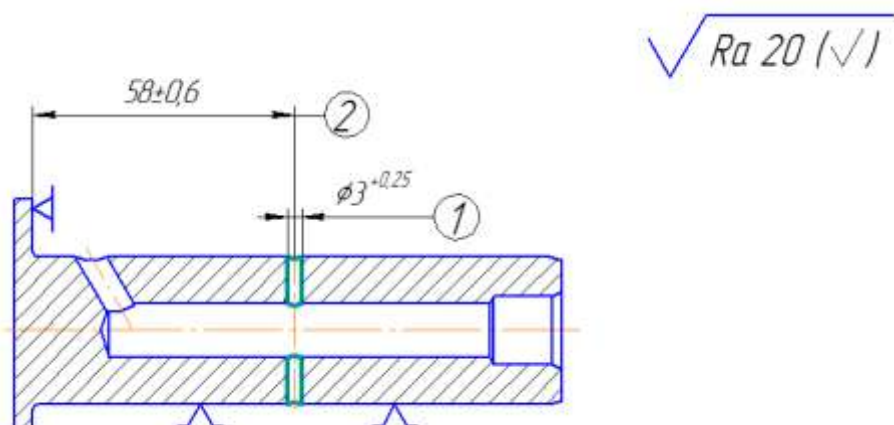


Рисунок 28 – Эскиз 040 сверлильной операции

Эскиз 045 сверлильной операции представлен на рисунке 29.

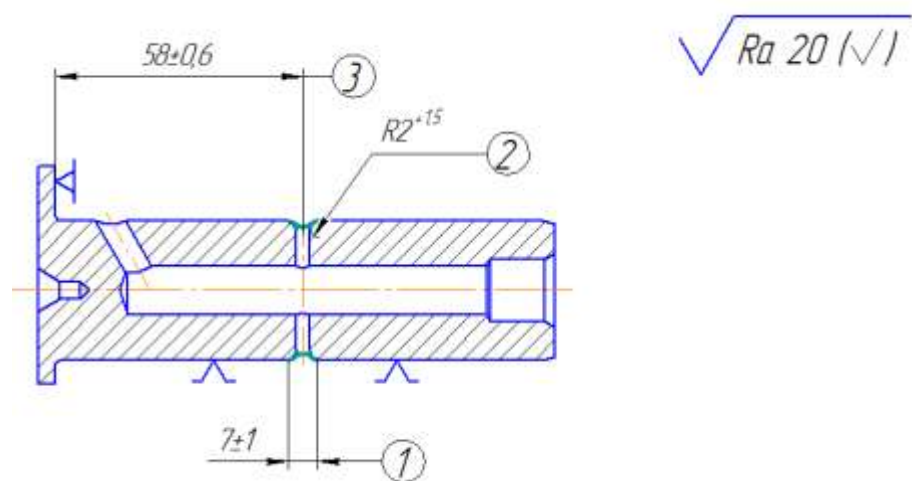


Рисунок 29 – Эскиз 045 сверлильной операции

2.2.4 Размерно-точностной анализ проектного варианта технологического процесса

Размерная цепь представлена на рисунке 30.

					ЮУрГУ 150305.2019.451 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

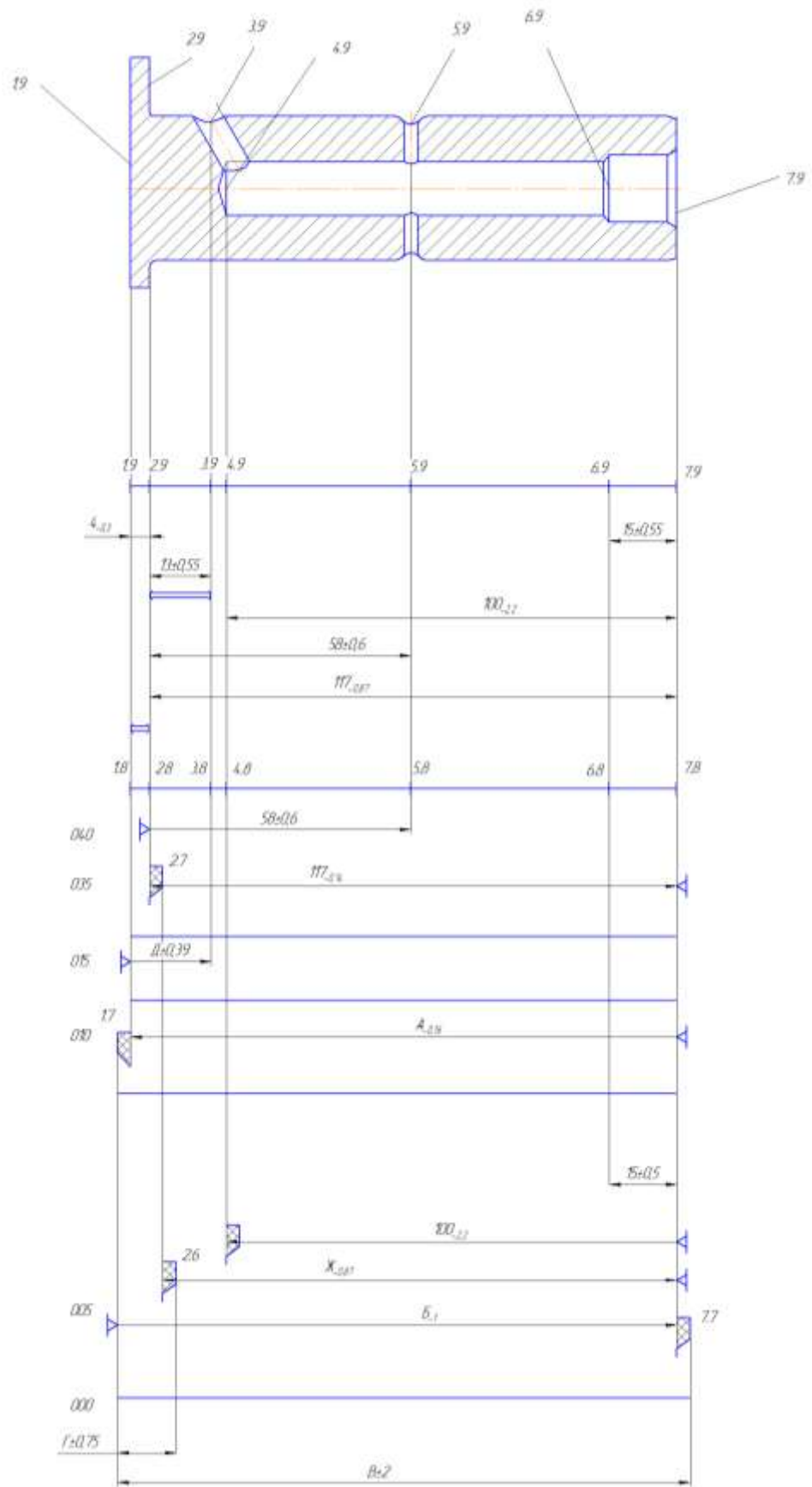


Рисунок 30 – Размерная цепь проектного варианта технологического процесса

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Уравнения замыкающих звеньев:

$$1. [18 \dots 28] = -(28 \dots 78) + (78 \dots 18) = 117_{-0,14} + A_{-0,16};$$

$$[18..28]_H = H_{cp} - \Delta W;$$

$$H_{cp} = \frac{4 + 3,7}{2} = 3,85 \text{ мм};$$

$$\Delta W = \left(\frac{0 + (-0,16)}{2} - \frac{(0 - 0,14)}{2} \right) = -0,01 \text{ мм};$$

$$[18..28]_H = H_{cp} - \Delta W = 3,85 - (-0,01) = 3,86_{-0,16}^{+0,14} \text{ мм};$$

Графическое изображение звена [18...28] представлено на рисунке 32.

$$T_{\Delta\Delta} = 0,14 + 0,16 = 0,3 \text{ мм}$$

$$T_{\text{Азад.}} = 0,3 \text{ мм}$$

$$T_{\text{Азад.}} = T_{\text{Арасч.}}$$



Рисунок 31 –Графическое изображение звена[18...28]

Аналогичным образом найдем замыкающее звено [28...38]

$$[18..28]_H = 13 \pm 0,54 \text{ мм}$$

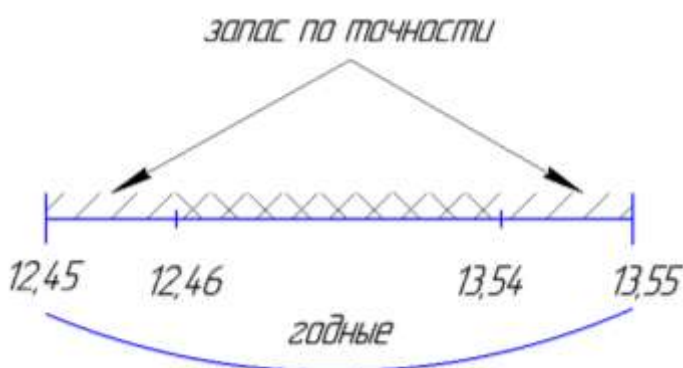


Рисунок 32 –Графическое изображение звена[28...38]

Найдем неизвестное звено А:

$$3,86 = A - 117$$

$$A = 120,86 \text{ мм.}$$

Рассчитаем операционный размер Б через припуск [17...18]:

$$[17 \dots 18] = -(18 \dots 78) + (78 \dots 17) = 120,86_{-0,16} + B_{-1};$$

Расчет номинального значения припуска через минимальное значение:

$$T_{[17\dots 18]} = 0,16 + 1,0 = 1,15\text{мм};$$

$$\Delta_0 A_{[97\dots 98]} = \left(\frac{0 + (-1)}{2} \right) - \left(\frac{0 + (-0,16)}{2} \right) = -0,42 \text{ мм};$$

$$A_{[97\dots 98]_{\min}} = 0,11 \text{ мм};$$

$$A_{[97\dots 98]_{\text{н}}} = 0,11 + \frac{1,16}{2} - (-0,42) = 1,11 \text{ мм};$$

$$1,11 = -120,86 + B;$$

$$B = 122,51 \text{ мм}$$

Аналогично найдем остальные неизвестные размеры:

- В= 125,16±2 мм;
- Г= 8,18±0,75 мм;
- Д=16,85 ± 0,39 мм;
- Ж = 116,6_{-0,87}

Также был произведен расчет неизвестных размеров в программе VisualKursAR. Результаты представлены на рисунках 33,34.

Файл: проектный тп.гкс
 Организация: Деканат МТ факультета
 Расчётчик: Кузенкова П-451
 Изделие: Ось блока
 Дата (д.м.г): 23.5.2019

Диагностическая информация по схеме

 Все размеры схемы связаны и не имеют циклов.

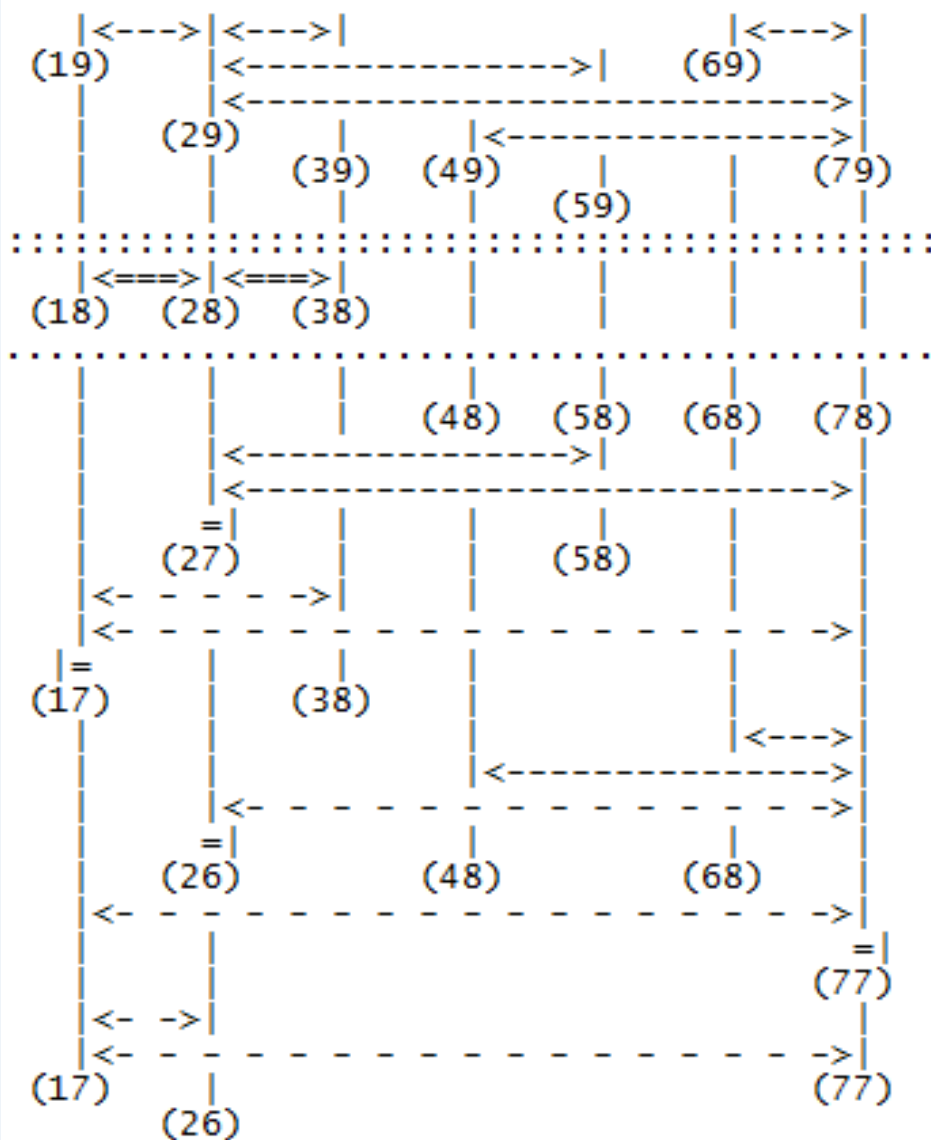


Рисунок 33– Размерная цепь проектного технологического процесса в программе VisualKursAR

Файл: проектный тп.гкx
 Организация: Деканат МТ факультета
 Расчётчик: Кузенкова П-451
 Изделие: Ось блока
 Дата (д.м.г): 23.5.2019

Исходная размерная информация

```

1: 9 19 29 4 0 -0,3          2: 9 29 39 13 0,55 -0,55
3: 9 29 59 58 0,6 -0,6      4: 9 29 79 117 0 -0,87
5: 9 69 79 15 0,5 -0,5      6: 3 28 38 13 0,55 -0,55
7: 3 18 28 4 0 -0,3         8: 8 28 58 58 0,6 -0,6
9: 8 28 78 117 0 -0,14      10: 2 28 27 0,26
11: 6 18 38 0,39 -0,39 2    12: 2 17 18 0,65
13: 6 18 78 0 -0,16 2      14: 8 68 78 15 0,5 -0,5
15: 9 49 79 100 0 -2,2     16: 8 48 78 100 0 -2,2
17: 2 27 26 0,65           18: 6 27 78 0 -0,87 2
19: 2 78 77 0,65          20: 6 17 78 0 -1 2
21: 6 17 26 0,75 -0,75 2   22: 6 17 77 2 -2 2
  
```

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 - (+) = 4.
 Гр. 9 - исходные (чертежные) размеры - (+) = 6.

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:

- $[18=28] = -(28+78) + (18-78)$
- $[28=38] = +(18-38) - (18_78) + (28+78)$
- $[28=27] = -(27-78) + (28+78)$
- $[17=18] = -(18_78) + (17-78)$
- $[27=26] = +(17-26) - (17_78) + (27_78)$
- $[78=77] = +(17-77) - (17_78)$

Таблица

Результаты расчета размерной схемы (см.)

Гр	Номера левой и правой поверхностей звена	Номинал. значение	Верхнее отклон.	Нижнее отклон.	Средний номинальный размер звена	Запасы расчетн. предельных значений исходного звена по Min и по Max
п	поверхностей звена	Если нет номинала	Предельн. Min	значен. : и Max		
3=	28 38	13,000	0,540	-0,540	13,000	0,010 0,010
3=	18 28	4,000	0,000	-0,300	3,850	0,000 0,000
2=	28 27		0,260	1,270	0,765	0,000
2=	17 18		0,650	1,810	1,230	0,000
2=	27 26		0,650	4,020	2,335	0,000
2=	78 77		0,650	5,650	3,150	0,000
6+	18 38	16,850	0,390	-0,390	16,850	
6+	18 78	120,860	0,000	-0,160	120,780	
6+	27 78	116,600	0,000	-0,870	116,165	
6+	17 78	122,510	0,000	-1,000	122,010	
6+	17 26	8,180	0,750	-0,750	8,180	
6+	17 77	125,160	2,000	-2,000	125,160	

Рисунок 34– Расчет размерной цепи в программе VisualKursAR

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

1) Операция 005 Комплексная с ЧПУ. Подрезать торец $122,5_{-1,0}$, $116,6_{-0,87}$; сделать фаску $2\pm 0,5$; точить поверхность $\varnothing 32,5_{-0,1}, R1\pm 0,3$; сверлить отверстие $\varnothing 12^{+0,27}$; развертывание отверстия $\varnothing 15^{+0,027}$; зенкерование фаски $2^{+0,4}\times 60^\circ$.

- $122_{-1,0}$; $2\pm 0,5$; $116,6_{-0,87}$ – 14 квалитет точности. Обработка будет вестись в 1 стадию обработки – черновую.
- $\varnothing 32,5_{-0,1}$ – 10 квалитет точности. Обработка будет вестись в 3 стадии обработки: черновая, получистовая, чистовая.

Исходные данные:

- материал детали – 12ХНЗА (сталь конструкционная легированная);
- вид заготовки – поковка (горячая штамповка);
- диаметр заготовки до обработки – 38,7 мм;
- диаметр готовой детали – 32,5мм.

По общемашиностроительным нормативам времени и режимов резания произведем расчет режимов резания [5, карта 2, с.37].

Расчет режимов резания.

Глубина резания:

- для черновой стадии обработки: $t=1,5$ мм;
- для получистовой стадии обработки: $t=1,3$ мм.
- для чистовой стадии обработки: $t=0,7$ мм;

Выбираем из таблицы черновую подачу: $S_{от}=0,45$ мм/об [5, карта 3, с.38].

$$S_o = S_{от} \cdot K_{сн} \cdot K_{сп} \cdot K_{сд} \cdot K_{sh} \cdot K_{сп} \cdot K_{сф} \cdot K_{sj} \cdot K_{см} \cdot K_{sy} \quad (1)$$

где $K_{сн}=1,0$ – коэффициент в зависимости от инструментального материала;

$K_{сп} = 1,0$ – коэффициент в зависимости от способа крепления пластины;

$K_{сд}=1,0$ – коэффициент в зависимости от сечения державки резца;

$K_{sh}=1,0$ – коэффициент в зависимости от прочности режущей части;

					ЮУрГУ 150305.2019.451 ПЗ	Лист
						47
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$K_{СП}=1,0$ – коэффициент в зависимости от состояния поверхности заготовки;
 $K_{Sy}=0,8$ – коэффициент в зависимости от схемы установки заготовки;
 $K_{Sφ}=1,0$ – коэффициент, в зависимости от геометрических параметров

резца;

$K_{Sj}=1,1$ – коэффициент, в зависимости от жесткости станка;

$K_{SM}=0,8$ – коэффициент, в зависимости от механических свойств обрабатываемого материала.[5]

Окончательная подача:

$$S_o = 0,45 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot 0,8 = 0,31 \text{ мм/об.}$$

Выбираем из таблицы полустовую подачу: $S_{от}=0,27$ мм/об.

$$S_o = S_{от} \cdot K_{СИ} \cdot K_{Sp} \cdot K_{Sд} \cdot K_{Sh} \cdot K_{СП} \cdot K_{Sφ} \cdot K_{Sj} \cdot K_{SM} \cdot K_{Sy} \quad (1)$$

$$S_o = 0,19 \text{ мм/об.}$$

Выбираем из таблицы чистовую подачу: $S_{от} = 0,12$ мм/об.

$$S_o = S_{от} \cdot K_{SM} \cdot K_{Sy} \cdot K_{Sr} \cdot K_{СК} \quad (2)$$

где $K_{SM}=0,8$ – коэффициент в зависимости от механических свойств обрабатываемого материала;

$K_{Sy}=0,8$ – коэффициент в зависимости от схемы установки заготовки;

$K_{Sr}=0,52$ – коэффициент в зависимости от радиуса вершины резца;

$K_{СК}=1,0$ – коэффициент в зависимости от качества точности.

$$S_o = 0,12 \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 1,2 \cdot 0,52 \cdot 1,0 = 0,04 \text{ мм/об.}$$

Скорость и мощность резания для черновой стадии обработки [5, карта 21, с.74]:

$$V_T = 159 \text{ м/мин, } N_T = 5,8 \text{ кВт.}$$

$$V = V_T \cdot K_{Vi} \cdot K_{Vc} \cdot K_{Vo} \cdot K_{Vj} \cdot K_{Vm} \cdot K_{Vφ} \cdot K_{VT} \cdot K_{Vж} \quad (3)$$

где $K_{Vi} = 1,1$ – поправочный коэффициент в зависимости от группы инструментального материала;

$K_{Vc}=1,0$ – поправочный коэффициент в зависимости от группы обрабатываемости материала;

$K_{Vo}=1,0$ – поправочный коэффициент в зависимости от вида обработки;

					ЮУрГУ 150305.2019.451 ПЗ	Лист
						48
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$K_{Vj}=1,1$ – поправочный коэффициент в зависимости от жесткости станка;

$K_{Vm}=0,7$ – поправочный коэффициент в зависимости от механических свойств обрабатываемого материала;

$K_{V\phi}=1,0$ – коэффициент, в зависимости от геометрических параметров резца;

$K_{Vt}=1,0$ – поправочный коэффициент в зависимости от периода стойкости режущей части;

$K_{Vж}=1,0$ – поправочный коэффициент в зависимости от наличия охлаждения.[5]

Для черновой стадии обработки:

$$V = 159 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot 0,7 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 134 \text{ м/мин.}$$

Поправочный коэффициент [5, карта 24, с. 85] на мощность резания в зависимости от механических свойств обрабатываемого материал $K_{Nm} = 1,15$.

Частота вращения шпинделя определяется по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (4)$$

где D – диаметр обработки, мм.

При подстановке:

$$n = \frac{1000 \cdot 134}{3,14 \cdot 32,5} = 1312 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

$$n_{\phi} = 1300 \text{ об/мин};$$

$$V_{\phi} = \frac{\pi D \cdot n_{\phi}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 32,5 \cdot 1300}{1000} = 133 \frac{\text{м}}{\text{мин}};$$

$$N = N_m \cdot K_N \frac{V_{\phi}}{V} = 5,8 \cdot 1,15 \cdot \frac{133}{134} = 6,62 \text{ кВт.}$$

Для получистовой стадии обработки:

$$V_t = 190 \text{ м/мин, } N_t = 4 \text{ кВт.}$$

$$V = 190 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot 0,7 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 160 \text{ м/мин};$$

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 160}{\pi \cdot 32,5} = 1567 \text{ об/мин};$$

$$n_{\phi} = 1500 \text{ об/мин};$$

$$V_{\phi} = \frac{\pi D \cdot n_{\phi}}{1000} = \frac{\pi \cdot 32,5 \cdot 1500}{1000} = 153 \text{ м/мин};$$

					ЮУрГУ 150305.2019.451 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

$$N = N_T \cdot K_N \frac{V_\phi}{V} = 4 \cdot 1,15 \cdot \frac{153}{160} = 4,4 \text{ кВт.}$$

Для чистовой стадии обработки:

$$V = 370 \cdot 0,80 \cdot 0,90 \cdot 1,0 \cdot 0,7 \cdot 1,7 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 317 \text{ м/мин;}$$

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 317}{\pi \cdot 32,5} = 3106,93 \text{ об/мин;}$$

$$n_\phi = 3000 \text{ об/мин;}$$

$$V_\phi = \frac{\pi D \cdot n_\phi}{1000} = \frac{\pi \cdot 32,5 \cdot 3000}{1000} = 306 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

- Рассверливание отверстия $\varnothing 12^{+0,27}$:

$$S_o = 0,14 \frac{\text{мм}}{\text{об}};$$

$$V = 24,6 \text{ м/мин;}$$

$$N = 0,60 \text{ кВт;}$$

$$n = 687 \text{ об/мин;}$$

$$n_\phi = 700 \text{ об/мин.}$$

- Развертывание отверстия $\varnothing 15^{+0,035}$:

$$S_o = 0,68 \frac{\text{мм}}{\text{об}};$$

$$V = 15,6 \text{ м/мин;}$$

$$N = 0,37 \text{ кВт;}$$

$$n = 331 \text{ об/мин;}$$

$$n_\phi = 350 \text{ об/мин.}$$

- Зенкерование фаски $2^{+0,5} \times 60^\circ$:

$$S_o = 0,48 \frac{\text{мм}}{\text{об}};$$

$$V = 24,8 \text{ м/мин;}$$

$$N = 0,37 \text{ кВт;}$$

$$n = 460 \text{ об/мин;}$$

$$n_\phi = 500 \text{ об/мин.}$$

Аналогичным образом по картам нормативов определяются режимы и время для обработки остальных поверхностей.

					ЮУрГУ 150305.2019.451 ПЗ	Лист
						50
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2) Операция 010 Комплексная с ЧПУ. Подрезать торец 120,86_{-0,16}, точить Ø 58_{-0,74}, фрезеровать поверхность 22±0,42, сверлить четыре отверстия Ø7^{+0,36}.

- Ø 58_{-0,74} – 14 квалитет точности. Обработка будет вестись в 1 стадию обработки – черновую:

Глубина резания: $t=4$ мм;

$$S_o = 0,43 \frac{\text{мм}}{\text{об}};$$

$V=127$ м/мин;

$N=12$ кВт;

$n=662$ об/мин;

$n_{\phi}=700$ об/мин.

- 120,86_{-0,16} – 10 квалитет точности. Обработка будет вестись в 2 стадии обработки: получистовая, чистовая.

Получистовая:

Глубина резания: $t=0,84$ мм;

$$S_o = 0,17 \frac{\text{мм}}{\text{об}};$$

$V=190$ м/мин;

$N=6,3$ кВт;

$n=1043$ об/мин;

$n_{\phi}=1000$ об/мин.

Чистовая:

Глубина резания: $t=0,3$ мм;

$$S_o = 0,04 \frac{\text{мм}}{\text{об}};$$

$V=310$ м/мин;

$n=1702$ об/мин;

$n_{\phi}=1700$ об/мин.

- 22±0,42 – обработка будет вестись в одну черновую стадию. Для черновой стадии:

					ЮУрГУ 150305.2019.451 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

$$S_0=0,16 \text{ мм/зуб};$$

$$V_T=21 \text{ м/мин};$$

$$N=1,3 \text{ кВт};$$

$$n=530 \text{ об/мин};$$

$$n_\phi=500 \text{ об/мин.}$$

- $\varnothing 7^{+0,36}$ – обработка будет вестись в одну черновую стадию. Для черновой стадии:

$$S_0=0,19 \frac{\text{мм}}{\text{об}};$$

$$V_T=25,5 \text{ м/мин};$$

$$N=0,064 \text{ кВт};$$

$$n=1160 \text{ об/мин};$$

$$n_\phi=1000 \text{ об/мин.}$$

- 3) Операция 015 Сверлильная. Сверлить отверстие $\varnothing 6^{+0,3}$:

$$S_0 = 0,10 \frac{\text{мм}}{\text{об}};$$

$$V=13,4 \text{ м/мин};$$

$$n_\phi=700 \text{ об/мин.}$$

- 4) Операция 020 Шлифовальная. Шлифовать поверхность [2]:

$$S_0 = 3200 \text{ мм/мин};$$

$$n_\phi=200 \text{ об/мин};$$

$$V=20,4 \text{ м/мин.}$$

- 5) Операция 040 Сверлильная. Сверлить отверстие $\varnothing 3^{+0,25}$:

$$S_0 = 0,07 \frac{\text{мм}}{\text{об}};$$

$$V=12,6 \text{ м/мин};$$

$$n_\phi=1400 \text{ об/мин.}$$

- б) Операция 045 Сверлильная. Фрезеровать радиусы $R2^{+1,5}$:

$$S_0 = 0,05 \frac{\text{мм}}{\text{об}};$$

$$V=7,1 \text{ м/мин};$$

$$n_\phi=450 \text{ об/мин.}$$

					ЮУрГУ 150305.2019.451 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

Проведем расчеты времени.

- 1) Операция 005 Комплексная с ЧПУ. Подрезать торец $122,5_{-1,0}$, $116,6_{-0,87}$; сделать фаску $2 \pm 0,5$; точить поверхность $\varnothing 32,5_{-0,1}$; $1,2_{-0,4}$; сверлить отверстие $\varnothing 12^{+0,27}$; развертывание отверстия $\varnothing 15^{+0,027}$; зенкерование фаски $2^{+0,5} \times 60^\circ$.

Длину рабочего хода определяют по формуле 5.

$$L_{p.x} = (l_0 + l_1 + l_2) i \quad (5)$$

$l_2 + l_3$ – длина врезания и перебега;

l_1 – длина подвода;

l_0 – длина обрабатываемой поверхности;

i – количество получистовых проходов.

Из приложения 22[5] определяем:

Для черновой стадии обработки:

$$l_2 + l_3 = 3 \text{ мм};$$

$$l_1 = 5 \text{ мм}.$$

Для получистовой стадии обработки:

$$l_2 + l_3 = 3 \text{ мм};$$

$$l_1 = 2 \text{ мм}.$$

Для чистовой стадии обработки:

$$l_2 + l_3 = 3 \text{ мм};$$

$$l_1 = 2 \text{ мм}.$$

Основное время автоматической работы станка определяют по формуле:

$$T_o = \frac{L_{p.x}}{S_m} = \frac{3+5+150}{0,31 \cdot 1300} + \frac{3+2+116,5}{0,19 \cdot 1500} + \frac{3+2+116,5}{0,04 \cdot 3000} + \frac{10+100}{0,14 \cdot 700} + \frac{10+2+15}{0,48 \cdot 500} + \frac{3+2+15}{0,68 \cdot 350} = 2,81 \text{ мин}.$$

Машинно-вспомогательное время $T_{м.в} = 0,15$ мин.

Время цикла по программе:

$$T_{ц.а} = \sum T_o + \sum T_{м.в}.$$

Определение нормы штучного времени:

$$T_{ш} = (T_{ц.а} + T_{всп}) \left(1 + \frac{\alpha_{тех} + \alpha_{орг} + \alpha_{отл}}{100} \right).$$

						Лист
					ЮУрГУ 150305.2019.451 ПЗ	53
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Вспомогательное время:

$$T_{\text{всп}} = T_{\text{уст}} + T_{\text{в.оп}} + T_{\text{из.}}$$

$T_{\text{уст}} = 0,10$ мин, деталь в трехкулачковом патроне;

$$T_{\text{в.оп}} = 0,32 + 0,154 + 0,26 = 0,734 \text{ мин};$$

$T_{\text{в.из}} = 0,15$ мин;

$\alpha_{\text{тех}} + \alpha_{\text{орг}} + \alpha_{\text{отл}} = 7\%$ от оперативного времени;

$$T_{\text{ш}} = 4,75 \text{ мин.}$$

2) Операция 010 Комплексная на обрабатывающих центрах с ЧПУ.

Подрезать торец $120,86_{-0,16}$, точить $\varnothing 58_{-0,74}$, фрезеровать поверхность $22 \pm 0,42$, сверлить четыре отверстия $\varnothing 7^{+0,36}$

$$T_o = \frac{L_{\text{р.х}}}{S_{\text{м}}} = \frac{3+2+62}{0,17 \cdot 1000} + \frac{3+2+62}{0,04 \cdot 1700} + \frac{3+5+4,2}{0,43 \cdot 700} + \frac{10+40}{0,15 \cdot 500} + \frac{5+7}{0,19 \cdot 1000} \cdot 4 = 2,32 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{м.в}} = 0,15 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{всп}} = T_{\text{уст}} + T_{\text{в.оп}} + T_{\text{из.}}$$

$T_{\text{в.уст}} = 0,15$ мин, деталь в трехкулачковом патроне;

$$T_{\text{в.оп}} = 0,32 + 0,15 + 0,03 = 0,5 \text{ мин};$$

$T_{\text{в.из}} = 0,15$ мин.

$\alpha_{\text{тех}} + \alpha_{\text{орг}} + \alpha_{\text{отл}} = 7\%$ от оперативного времени.

$$T_{\text{ш}} = 3,4 \text{ мин.}$$

3) Операция 015 Сверлильная. Сверлить отверстие $\varnothing 6^{+0,3}$.

$$T_o = \frac{L_{\text{р.х}}}{S_{\text{м}}} = 0,28 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{всп}} = 0,33.$$

$$T_{\text{ш}} = 0,75 \text{ мин.}$$

4) Операция 035 Шлифовальная. Шлифовать поверхность.

$$T_o = \frac{L_{\text{р.х}}}{S_{\text{м}}} = 1,71 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{всп}} = 0,97.$$

					ЮУрГУ 150305.2019.451 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

$$T_{\text{ш}} = 3,58 \text{ мин.}$$

1) Операция 040 Сверлильная. Сверлить отверстие $\varnothing 3^{+0,25}$.

$$T_o = \frac{L_{\text{р.х}}}{S_{\text{м}}} = 0,30 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{всп}} = 0,27.$$

$$T_{\text{ш}} = 0,72 \text{ мин.}$$

2) Операция 045 Сверлильная. Фрезеровать радиусы $R2^{+1,5}$.

$$T_o = \frac{L_{\text{р.х}}}{S_{\text{м}}} = 0,20 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{всп}} = 0,28.$$

$$T_{\text{ш}} = 0,53 \text{ мин.}$$

2.2.6 Выводы по разделу

Метод получения заготовки остался прежним. Размерный анализ показал, что в проектном варианте технологического процесса выполняются все замыкающие звенья. Также было подобрано более современное оборудование. Были рассчитаны режимы резания и нормы времени. Штучное время на обработку уменьшилось примерно в 1,5 раза по сравнению с действующим технологическим процессом.

					ЮУрГУ 150305.2019.451 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Аналитический обзор и выбор стандартизированной технологической оснастки

Схема базирования на токарных операциях – двойная направляющая с упором в торец. Наиболее рациональное обеспечение такой схемы будет возможно при использовании трехкулачкового патрона.

Выберем подходящий трехкулачковый патрон N205A4 из каталога фирмы ИРЛЕН-ИНЖИНИРИНГ (рисунок 35).[8]



Рисунок 35 – Токарный трехкулачковый патрон N205A4

Для сверлильных операций используем специальное зажимное приспособление и призму 7033-0037 ГОСТ 12195-60, для шлифовальной

Основные характеристики патрона приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Основные размерные характеристики трёхкулачкового патрона N205A4

Диапазон зажима(мм)	Ø6-Ø135
Ход тяги (мм)	10
Ход кулачков (мм)	5,4

На рисунке 36 представлена деталь с пронумерованными обрабатываемыми поверхностями.

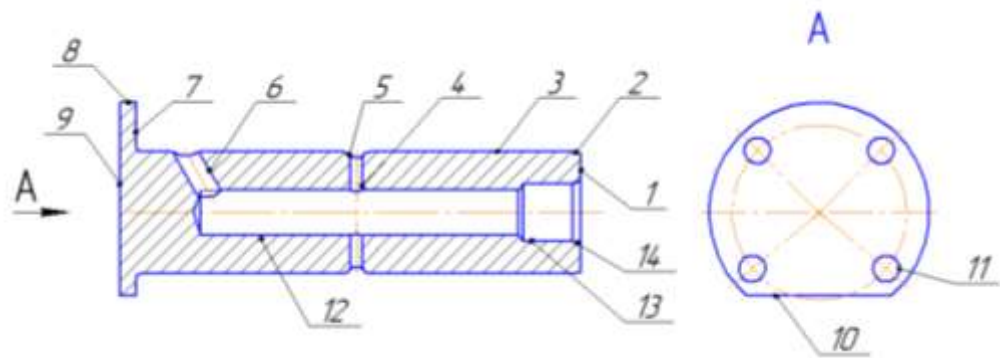


Рисунок 36 – Обрабатываемые поверхности

Поверхность 1, 2, 3, 7, 8 – черновое точение:

Выполняется подрезка торца, формирование фаски, точение. Принимаем державку DCLNR2525M09 (рисунок 37 а). Также принимаем пластину CNNM – 190612, материал пластины– TC33PT(рисунок 37 б).[6]

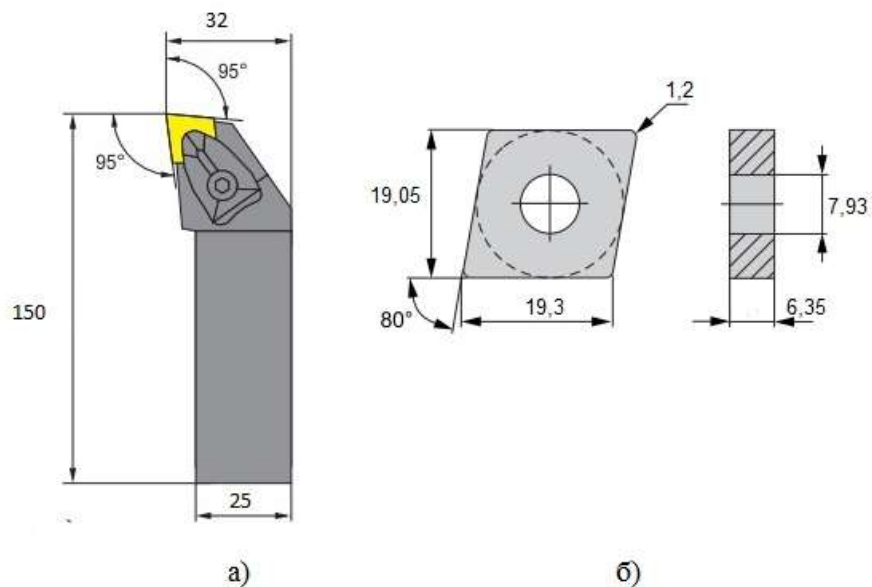


Рисунок 37 – Державка DCLNR 2525M09 (а), пластина CNUM – 160412(б)

Поверхность 3, 9 – чистовое точение:

Подрезка торца, точение цилиндрической поверхности. Принимаем державку DVJNR 2525M16 (рисунок 38 а), принимаем пластину VNMG-160404 M2 из материала TC20HT(рисунок 38б).

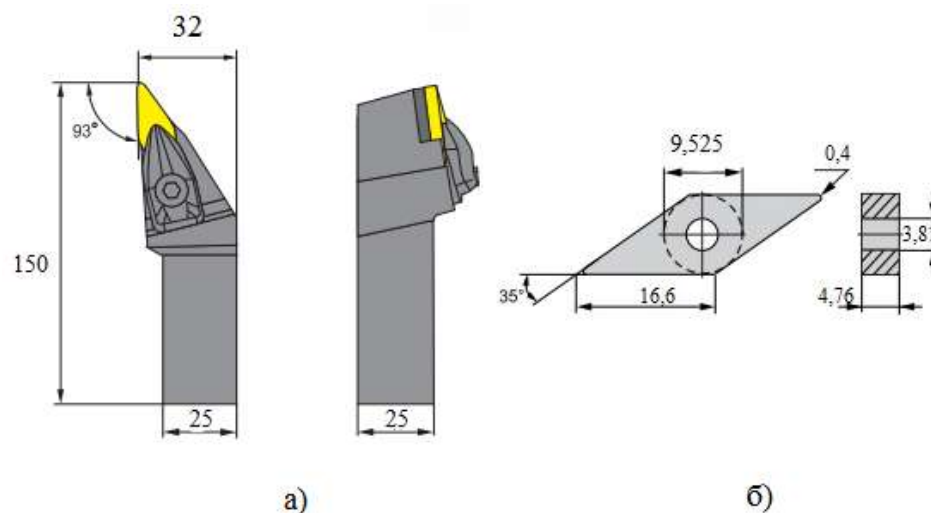


Рисунок 38 – Державка DVJNR 2525M16 (а), пластина VNMG-160404 M2(б)

Отверстие 4:

Выполняется сверление отверстия, принимаем сверло SecoFeedmax™ – SD216A-3.0-50-4R1, материал – Carbide PVD (рисунок 39).[7]

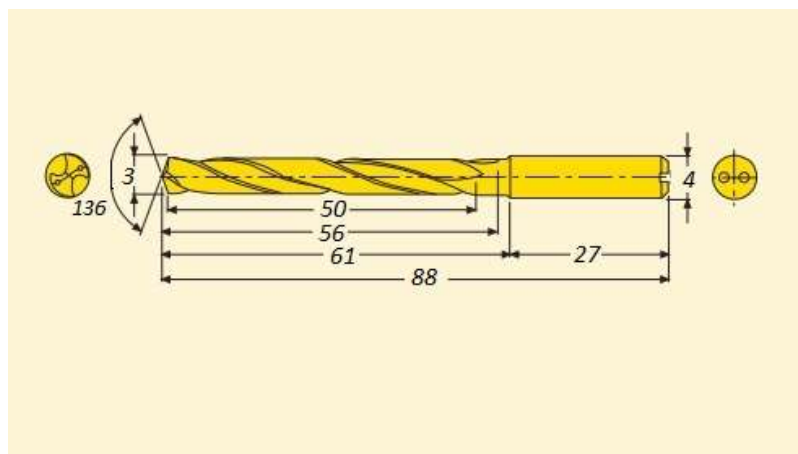


Рисунок 39 – Сверло SecoFeedmax™ – SD216A-3.0-50-4R1

Отверстие б:

Выполняется сверление отверстия, принимаем сверло SecoUniversal – SD1103-0600-020-06R1, материал – Carbide PVD (рисунок 40).

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

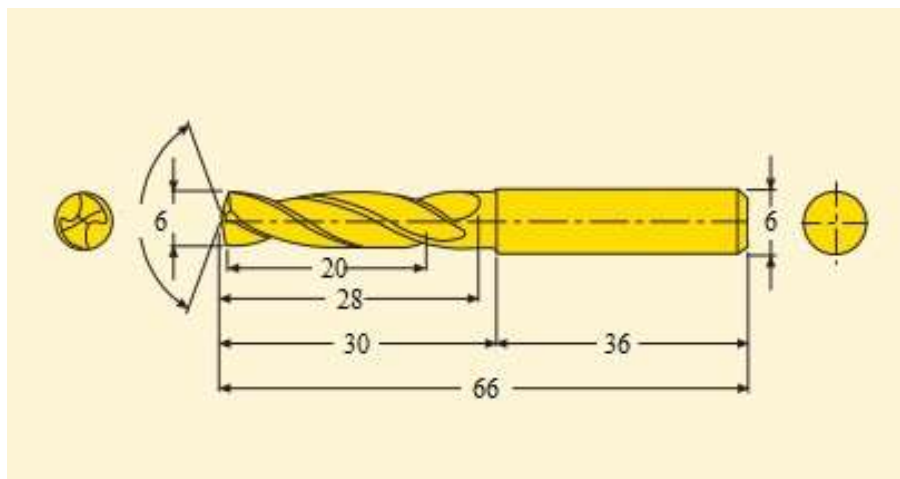


Рисунок 40 – СверлоSecoUniversal – SD1103-0600-020-06R1

Отверстие 11:

Выполняется сверление отверстия, принимаем сверло SecoUniversal – SD1103-0700-024-08R1, материал – Carbide PVD (рисунок 41).

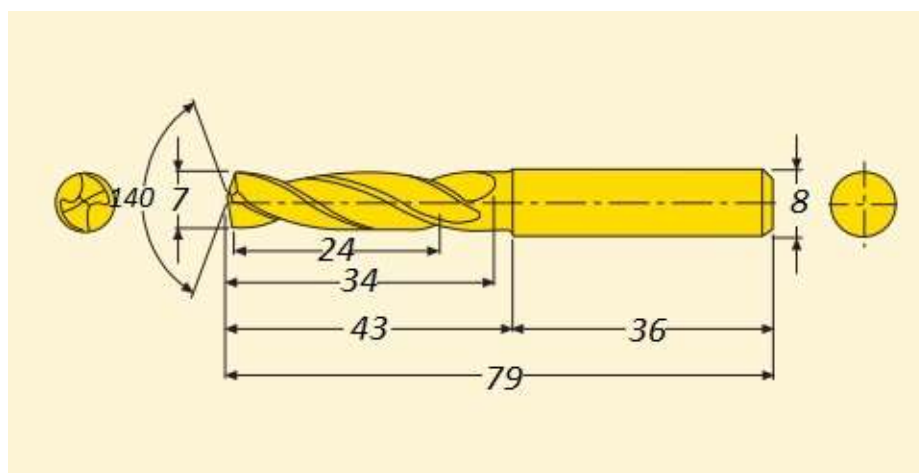


Рисунок 41 – Сверло SecoUniversal – SD1103-0700-024-08R1

После обработки отверстий 12, 13 специальным режущим инструментом, в качестве инструмента для получистовой обработки отверстия 13 используем развертку РМХ08-04600-20N1 (рисунок 42), материал – СР20.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

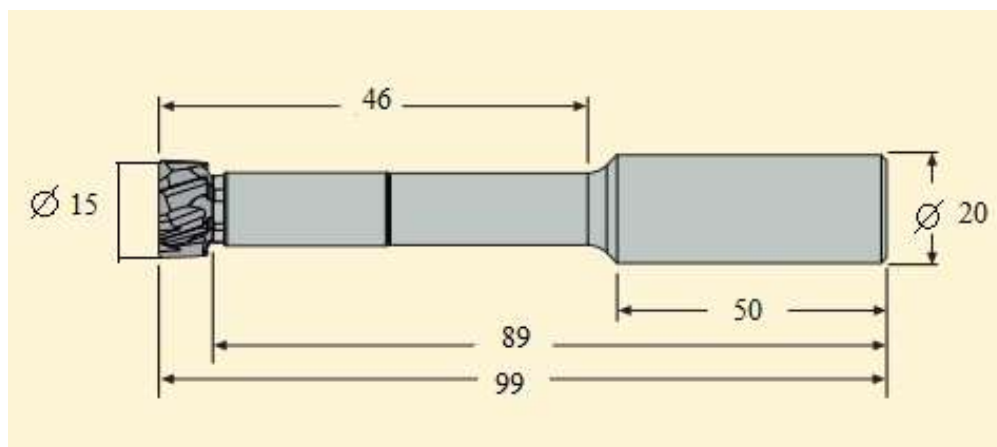


Рисунок 42 – Развертка PMX08-04600-20N1

Поверхность 14:

Выполняется формирование фаски. Выберем зенкер фирмы GÜHRING DIN334 С (рисунок 43).

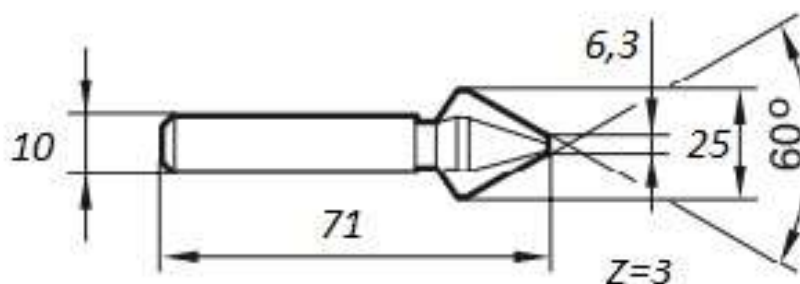


Рисунок 43 – [Зенкер](#) DIN334

Поверхность 12:

Выберем фрезу VHMV31200-MEGA (рисунок 44).

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

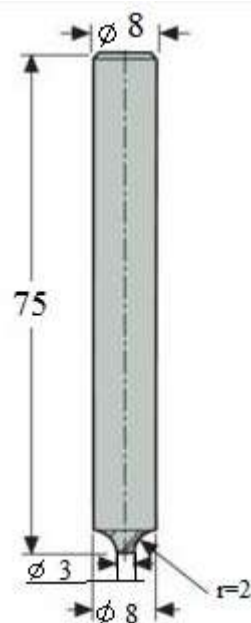


Рисунок 44– Фреза VHMV31200-MEGA

Поверхность 11:

Выполняется подрезка лыски. Выберем концевую фрезу JS564120D2C.0Z4C-NXT(рисунок 45).

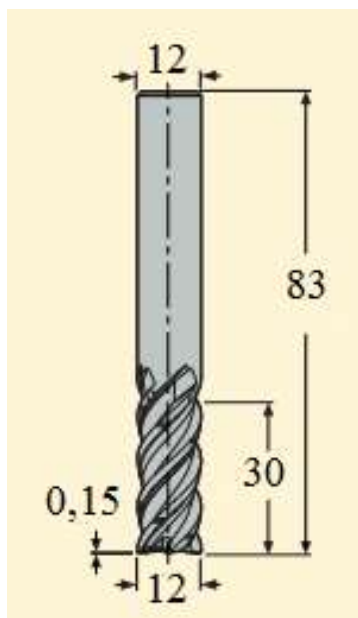


Рисунок 45 – Фреза JS564120D2C.0Z4C-NXT

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Также подберем необходимую оснастку для инструмента.

Для обработки, выбран и согласован токарный обрабатывающий центр HaasST-10. Данный станок оснащён револьверной головкой VDI40 с осевым расположением режущего инструмента (Рисунок 46).



Рисунок 46 – Револьверная головка станков группы VDI40

Державки выбранных резцов, крепятся через специальные инструментальные блоки.

Размер державок равен 25×25 мм. Таким образом исходя из размеров и вида револьверной головки, выберем резцедержатель В7–40×25 (радиальный резцедержатель, форма В7, правый, длинный). Резцедержатель представлен на рисунке 47.

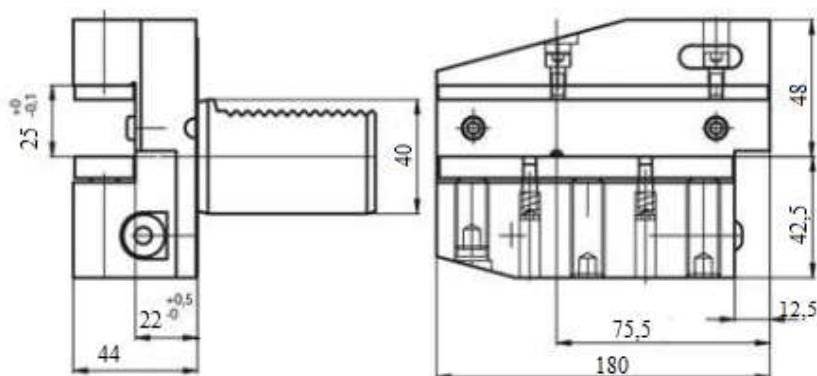


Рисунок 47 – Резцедержатель В7 – 40×25

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Аналогичным образом для сверлильного и фрезерного инструмента подберем осевые сверлильно-фрезерные головки типа DA40180932 с цанговым патроном (рисунок 48) и державкой DIN 1809.

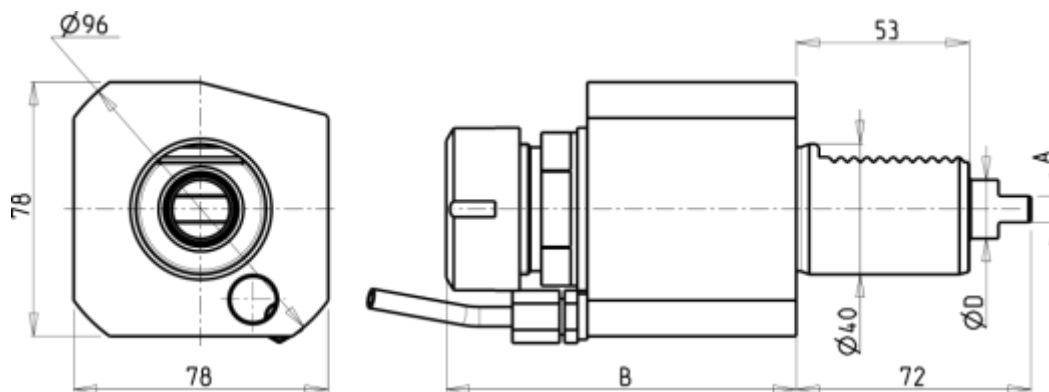


Рисунок 48 – Размеры сверлильно-фрезерной головки DA40180932

A=8 мм; B=107,26 мм; D=18; диапазон отверстия под инструмент 2-20мм.

3.2 Проектирование и расчёт специального станочного приспособления

3.2.1 Выбор операции

В качестве операции выберем сверление отверстия (рисунок 49).

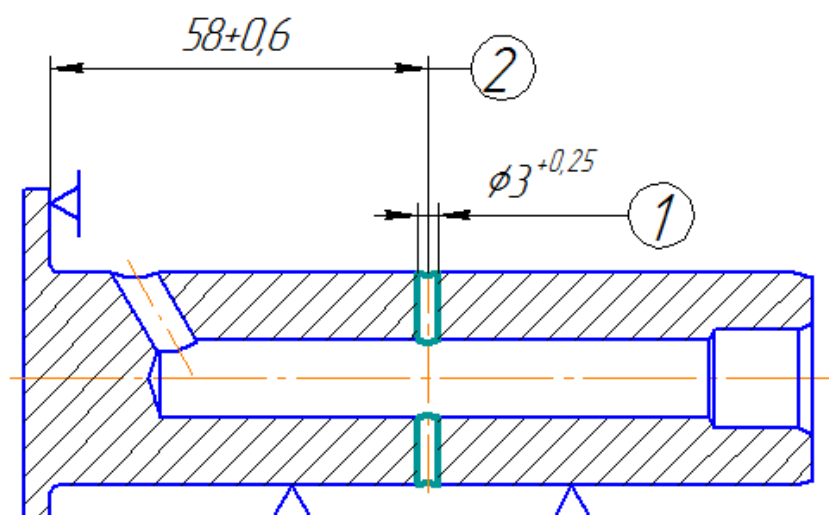


Рисунок 49 – Отверстие

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

3.2.2 Схема базирования заготовки.

В качестве основных баз применяются:

- Двойная направляющая база – база, лишаящая заготовку или изделия четырёх степеней свободы, а именно: перемещение вдоль двух координатных осей и поворотов вокруг этих же осей.
- Опорная база – база, лишаящая заготовку или изделия одной степенью свободы, а именно: перемещение вдоль одной координатной оси.

Деталь будем устанавливать в приспособление с пневматическим зажимом.

Схема базирования представлена на рисунке 50.

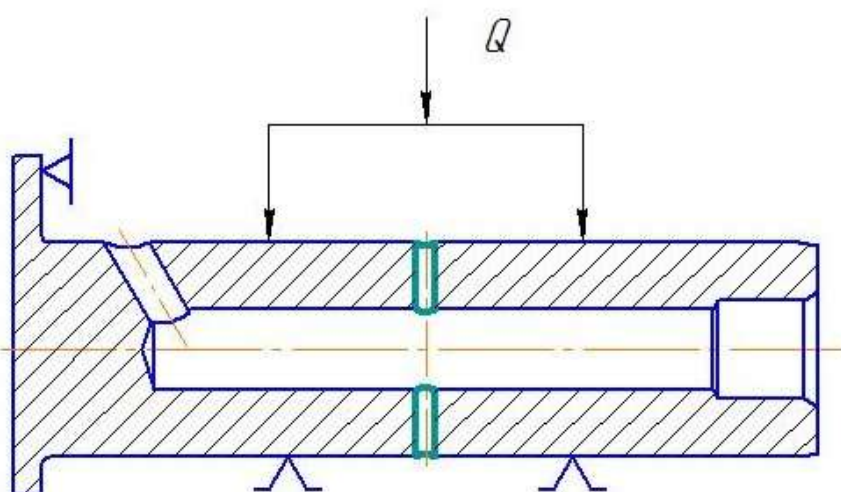


Рисунок 50 – Схема базирования.

3.2.3 Силовая схема, расчет силы резания, сил зажима, силы в приводе.

На рисунке 51 представлена силовая схема, на которой изображены силы, действующие в процессе обработки.

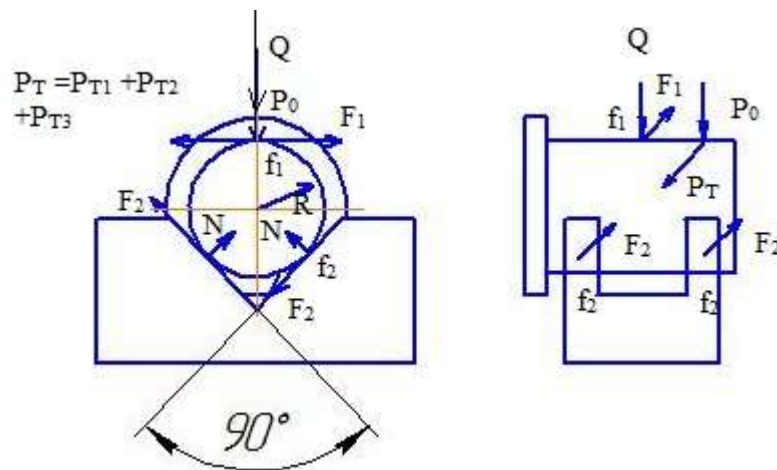


Рисунок 51 – Силовая схема

Q – сила зажима, P_0 – сила резания, P_T – тангенциальная сила, F_1 и F_2 – силы, действующие со стороны призмы.

Сила резания при сверлении рассчитывается по формуле:

$$P_0 = 9,81 \cdot C_p \cdot D^x \cdot S^y \cdot K_{MP}, (6)$$

где C_p - коэффициент, D - диаметр отверстия, S - подача, x, y – показатели степени, K_{MP} - поправочный коэффициент, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала на силы. $C_p = 68, S = 0,07, y = 0,7, K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^{0,75}$ [9].

Сила резания для диаметра 3 мм:

$$P_{01} = 9,81 \cdot 68 \cdot 3 \cdot 0,07^{0,7} \cdot 1,3 = 404 \text{ Н.}$$

$$Q = \frac{P_T \cdot k \cdot \frac{P_0 \cdot f}{\sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)}}{f + \frac{f}{\sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)}}; (7)$$

где $f = 0,2$ – сила трения;

$P_T = 400 \text{ Н}$ – тангенциальная сила, определяется по графику (рисунок 52)[9];

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

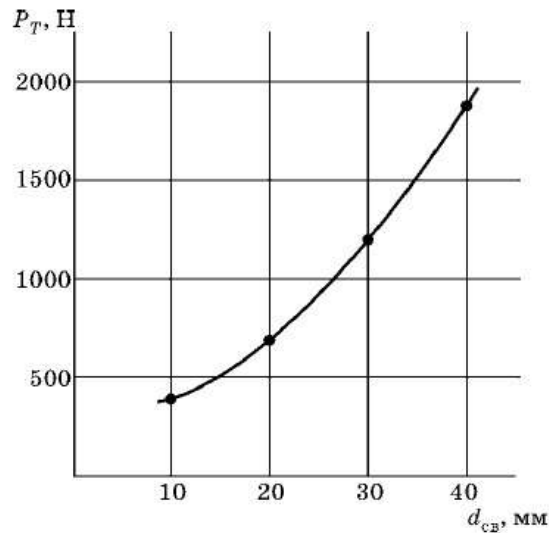


Рисунок 52 – Зависимость тангенциальной силы от диаметра сверла

k – коэффициент надежности закрепления.

Коэффициент надежности закрепления определяется по формуле:

$$k = \prod_{i=0}^6 k_i$$

где $k_0 = 1,2$ – гарантированный коэффициент запаса;

$k_1 = 1,2$ – коэффициент, учитывающий возрастание сил резания при затуплении инструмента;

$k_2 = 1$ – коэффициент, учитывающий колебания силы резания при окончательной обработке;

$k_3 = 1,2$ – увеличение силы резания при непрерывистом резании;

$k_4 = 1$ – непостоянство зажимного усилия;

k_5 – отсутствует;

$k_6 = 1$ – элемент с большой площадью контакта [9].

Таким образом, коэффициент надежности закрепления равен

$$k = 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1,2 = 1,728.$$

Подставив числовые значения, получим:

$$Q = \frac{400 \cdot 1,728 - \frac{404 \cdot 0,2}{0,7}}{0,2 + \frac{0,2}{0,7}};$$

$$Q = 1185 \text{ Н.}$$

Сила зажима Q и исходная сила на поршне цилиндра W равны друг другу (рисунок 53).

$$W = Q = 1185 \text{ Н.}$$

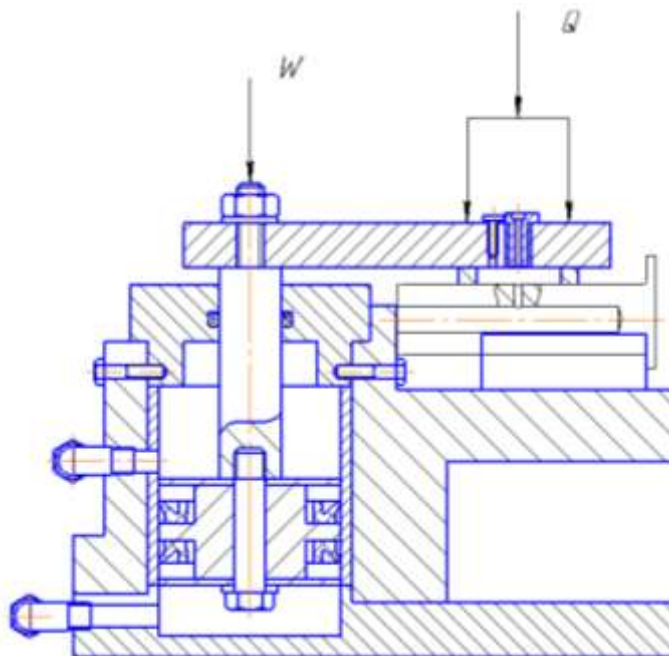


Рисунок 53 – Схема сил

3.2.4 Расчет приспособления на точность и на прочность.

Заданная точность приспособления определяется допуском изделия.

Суммарная погрешность должна быть много меньше допуска на размер $58 \pm 0,6$.

$$\sum \omega_{\text{пр}} \leq T_{\text{п}}$$

$$T_{\text{п}} = 1,2 \text{ мм}$$

$$\sum \omega_{\text{пр}} = 1,2 \cdot \sqrt{\omega_{\text{м}}^2 + \omega_{\text{ув}}^2 + \omega_{\text{б}}^2 + \omega_{\text{з}}^2 + \omega_{\text{изн}}^2 + \omega_{\text{изг}}^2 + \omega_{\text{уст}}^2 + \omega_{\text{рег}}^2 + \omega_{\text{изм}}^2 + \omega_{\text{смещ}}^2 + \Delta_{\text{с}} + \Delta_{\text{инст}} - \Delta_{\text{т}} + \Delta_{\text{д}}} \quad (8)$$

Проведем расчет всех составляющих погрешностей:

Погрешность станка. При наличии направляющих элементов в виде кондукторных втулок влияние погрешности станка на точность этого параметра пренебрежительно мало, можно принять:

					ЮУрГУ 150305.2019.451 ПЗ	Лист
						67
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$\Delta_c = 0,$$

Погрешность, связанная с термическими деформациями. Тепловые деформации инструмента не влияют на точность этого размера:

$$\Delta_T = 0,$$

Погрешность инструмента. Износ режущего инструмента весьма мал и его можно не учитывать:

$$\Delta_{\text{инст}} = 0,$$

Погрешность, обусловленная деформацией технологической системы под действием сил резания при обработке:

$$\Delta_d = 0,$$

Мгновенное рассеивание. Мгновенное рассеяние при сверлении представляет собой увод сверла, что учтено в следующем пункте. Поэтому:

$$\omega_M = 0.$$

Погрешность, связанная с уводом инструмента:

$$\omega_{\text{ув}} = 2K_1(E_1 + E_2) + K_2 \cdot (S_1 + S_2) + 2K_3 S_2 \frac{h + H}{H}$$

K_1, K_2, K_3 – коэффициенты, учитывающие наиболее вероятную величину эксцентриситетов, зазоров и перекоса инструмента. Определим по таблице 7.5 [8];

S_1 – зазор между сменной и постоянной втулкой при их смещении друг относительно друга = 0,015 мм;

S_2 – зазор между отверстием сменной втулки и инструментом при их смещении друг относительно друга = 0,075 мм;

E_1 – эксцентricность наружной и внутренней поверхностей постоянной втулки = 0,005;

E_2 – эксцентricность наружной и внутренней поверхностей сменной втулки = 0,005;

l – глубина отверстия = 32 мм;

h – зазор между торцом втулки и заготовки = $0,3 \cdot d = 0,9$ мм;

H – длина сменной втулки = 25 мм.

					ЮУрГУ 150305.2019.451 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

$$K_1 = 0,4; K_2 = 0,5; K_3 = 0,35.$$

$$\omega_{yв} = 2 \cdot 0,4(0,005 + 0,005) + 0,5 \cdot (0,015 + 0,075) + 2 \cdot 0,35 \cdot 0,075 \cdot \frac{0,9+25}{25} = 0,55 \text{ мм.}$$

Погрешность базирования. Измерительная и технологическая базы совпадают, поэтому:

$$\omega_6 = 0,$$

Погрешность закрепления:

$$\omega_3 = 0,04 \text{ мм,}$$

Погрешность износа установочных элементов:

Погрешность износа установочных элементов определяется по формуле:

$$\omega_{изн} = \beta_1 \cdot \sqrt{N},$$

где $\beta_1 = 0,3$ мкм (таблица 7.7 [9]);

$N = 1000$ – количество установок в приспособлении и снятий с него в год.

Подставив числовые значения, получим:

$$\omega_{изн} = 0,0003 \cdot \sqrt{3000} = 0,016 \text{ мм.}$$

Погрешность изготовления приспособления:

$$\omega_{изг} = 0,$$

Погрешность установки на столе станка. Точная ориентация кондуктора на столе радиально сверлильного станка не имеет смысла.

$$\omega_{уст} = 0,$$

Погрешность регулирования. Регулирование при использовании кондуктора не производится, поэтому:

$$\omega_{рег} = 0,$$

Погрешность измерения. Станок не настраивается на размер, отсюда:

$$\omega_{изм} = 0,$$

Погрешность смещения по той же причине:

$$\omega_{см} = 0.$$

Таким образом:

$$\Delta_{изг.пр} = 1,2 \cdot \sqrt{0,04^2 + 0,016^2 + 0,55^2} = 0,6 \text{ мм.}$$

					ЮУрГУ 150305.2019.451 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69

$$0,6 \leq 1,2$$

Приспособление обеспечивает необходимую точность.

Расчет на прочность слабого звена:

Слабым звеном в приспособлении является шейка штока. Она является наиболее нагруженным звеном. Шейка будет работать на растяжение. Принимаем, что шток изготовлен из стали 40Х. Вид нагрузки: переменная. По таблице 6[3] предел текучести $[\sigma_T] = 785 \text{ МПа}$.

Условие прочности при растяжении:

$$\frac{P}{F} \leq [\sigma_T], (10)$$

где $P = W$ – сила, действующая на шейку;

$F = \frac{\pi d^2}{4}$ – площадь сечения шейки.

$$\frac{1185}{\frac{\pi \cdot 12^2}{4}} \leq [\sigma_T],$$

$$10,5 \leq 785.$$

Следовательно, звено выдержит нагрузку.

3.3 Аналитический обзор и выбор стандартизированного режущего инструмента

3.4 Проектирование и расчёт специального режущего инструмента

Расчёт и проектирование комбинированного сверла:

Выбираем геометрические элементы [10]:

Форма заточки – нормальная (Н);

Для размера $D = 12 \text{ мм}$:

- угол между режущими кромками $2\varphi = 118^\circ$;
- угол наклона поперечной кромки $\psi = 55^\circ$;
- задний угол $\alpha = 8^\circ$;
- передний угол $\gamma = 0^\circ$;

					ЮУрГУ 150305.2019.451 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		70

- угол наклона винтовой канавки $\omega = 30^\circ$;
- шаг винтовой канавки $H = \frac{\pi \cdot D}{\text{tg}\omega} = 71,6$ мм;
- толщина сердцевины $d = 0,15 \cdot D = 1,71$ мм;
- обратная конусность 0,07/100 мм длины;
- ширина ленточки $f_0 = 0,9$ мм (табл. 63[10]);
- высота затылка по спинке $K = 0,4$ мм;
- ширина пера $B = 0,58 \cdot D = 6,612$ мм;
- диаметр спинки $q = D - 2f = 9,6$ мм
- длина стружечной канавки $0,5 \cdot D = 5,7$ мм

Для размера $D = 14,5$ мм:

- шаг винтовой канавки $H = \frac{\pi \cdot D}{\text{tg}\omega} = 71,6$ мм;
- ширина ленточки $f_0 = 0,9$ мм
- длина стружечной канавки $0,5 \cdot D = 7,25$ мм.
- толщина сердцевины $d = 0,15 \cdot D = 2,175$ мм;
- ширина ленточки $f_0 = 1$ мм;
- высота затылка по спинке $K = 0,4$ мм;
- ширина пера $B = 0,58 \cdot D = 8,41$ мм.

Длина первой ступени сверла:

$$L_{1c} = L_k + L_{\Pi} + L_f + L_1 = 90 \text{ мм}$$

$$L_k = 3,5 \text{ мм} - \text{длина заборного конуса};$$

$$L_f = 1,3 \text{ мм} - \text{глубина фаски};$$

$$L_{\Pi} = 1,5 \text{ мм} - \text{длина перебега сверла в зависимости от его диаметра};$$

$$L_1 = 85 - \text{длина первой ступени};$$

Длина второй ступени сверла:

$$L_{2c} = L_2 + L_{\Gamma} + L_{\text{зат}} = 46 \text{ мм}$$

$$L_2 = 14,5 - \text{длина второй ступени};$$

$$L_{\Gamma} = 7,25 \text{ мм} - \text{длина стружечной канавки};$$

$$L_{\text{зат}} = 1,7 \cdot D_2 = 24,65 - \text{запас на переточку сверла}.$$

					ЮУрГУ 150305.2019.451 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

3.5 Выбор измерительного оборудования и оснастки на операциях технического контроля

Основным видом контроля размеров детали «ось блока» является текущий контроль, проводимый во время изготовления деталей и контроль в отделе технического контроля, захватывающий выборочные готовые детали из партии.

Как правило контроль подвергается около 15% всей продукции, так как общая точность изготовления зависит от настройки оборудования и точности измерительных датчиков, установленных на металлорежущем оборудовании.

Для контроля линейных и диаметральных размеров будем использовать:

- штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89;
- калибр-пробка 8133-0929 Н9 ГОСТ 14810-69;
- калибр-пробка 8133-0915 Н14 ГОСТ 14810-69;
- калибр-пробка 8133-0183 Н14 ГОСТ 16778-93;
- калибр-пробка 8133-0170 Н14 ГОСТ 16778-93;
- микрометр МК50-1 ГОСТ 6507-90.

Для контроля углового размера:

- шаблон для измерения фаски INSIZE 1267.

Для измерения шероховатости используем:

- профилометр TR100;
- Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75.

Для контроля торцевого биения используем:

- прибор ПБ-200 ТУ 2-034-543-81.

Выбраны стандартные контрольные приспособления, так как это уменьшает себестоимость детали при любом типе производства.

					ЮУрГУ 150305.2019.451 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		72

4 АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

4.1 Анализ возможных направлений по автоматизации технологического процесса изготовления детали

4.1.1 Наличие в технологическом процессе слесарных, универсальных или специальных операций

Технологический процесс детали «Ось блока» не предусматривает специальных операций. Удаление заусенцев и притупление острых кромок обеспечивается в процессе механической обработки на токарно-револьверном обрабатывающем центре Haas ST-10Y.

Однако будут присутствовать универсальные операции (операция фрезерования, сверление, точение).

4.1.2 Возможность встраивания основного оборудования в ГПС

Токарно-револьверный обрабатывающий центр Haas ST-10Y имеет ленточный транспортер для удаления стружки и автоматический ловитель деталей. Также доступна опция: автоматический щуп для привязки инструмента.

К выбранному оборудованию добавлен промышленный робот для установки и перемещения детали по цеху, а также является возможным добавление датчиков для наладки и диагностики работы оборудования и режущего инструмента.

Оборудование проектного технологического процесса предусматривает возможность встраивания его в ГПС.

4.1.3 Концентрация переходов на операциях механической обработки

Наибольшее количество переходов сконцентрировано на операциях токарной обработки. При использовании ЧПУ и приводного инструмента, применяется объединение токарной операции со сверлением, точением, зенкерованием и фрезерованием. Таким образом, повышение концентрации переходов позволяет сократить вспомогательное время на перемещение и переустановку заготовок и улучшить точность обработки, в результате

					ЮУрГУ 150305.2019.451 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

выполнения принципа совмещения баз, а также повышает степень автоматизации технологического процесса.

4.1.4 Габаритные размеры детали

Габаритные размеры детали: $\text{Ø}58 \times \text{Ø}32 \times 121$ мм; вес – 0,690 кг. Данная деталь имеет небольшие габариты, что позволяет автоматизировать технологический процесс.

4.1.5 Наличие поверхностей для захвата

Захват детали промышленным роботом можно осуществлять по наружной цилиндрической поверхности. Поверхности для захвата представлены на рисунке 54.

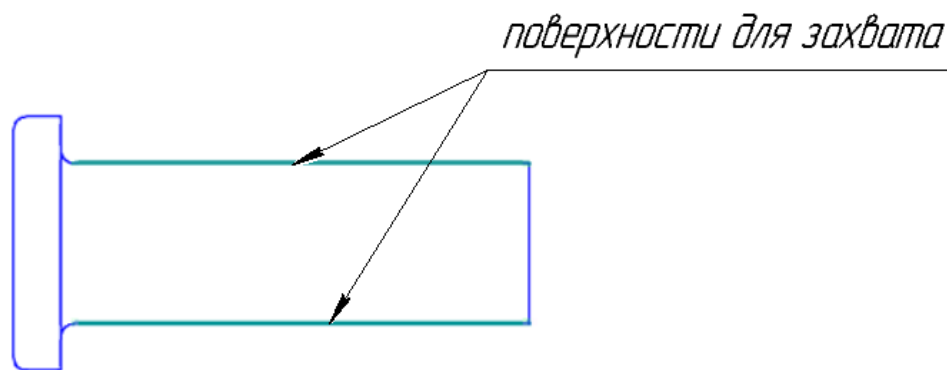


Рисунок 54 – Поверхности для захвата

Таким образом, технологический процесс можно автоматизировать, но частично.

4.2 Разработка структурной схемы гибкого производственного участка

Первый вариант планировки ГПС представлен на рисунке 55.

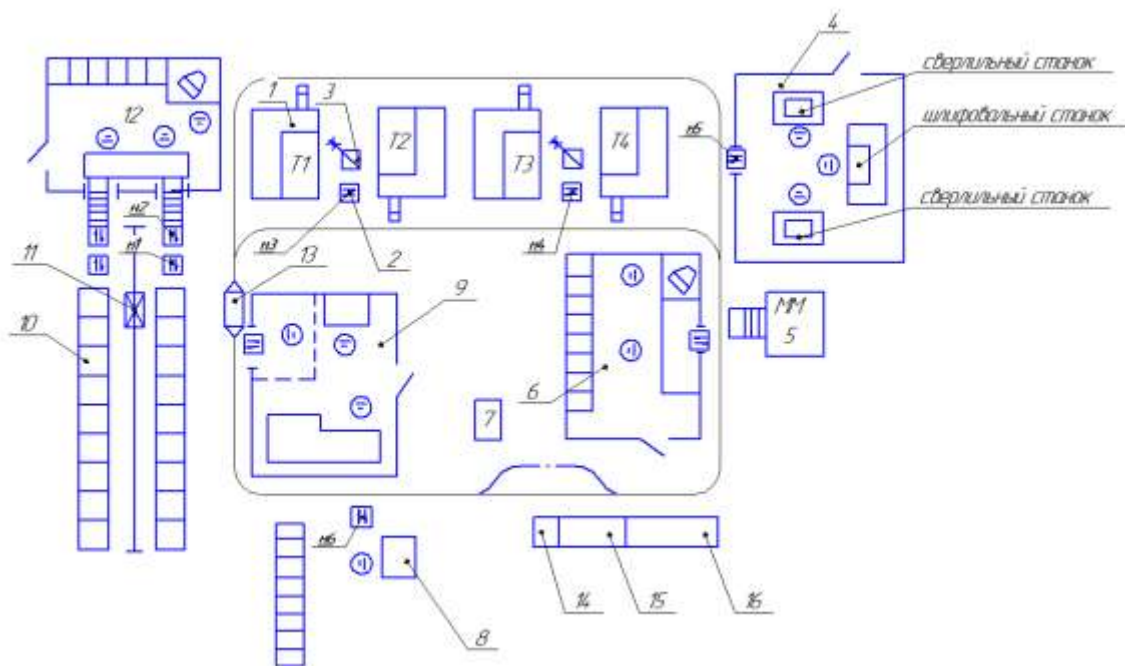


Рисунок 55 – Первый вариант планировки ГПС

1 – токарный станок с ЧПУ, 2 – приемно-раздаточный стол, 3 – промышленный робот, 4 – участок универсального оборудования, 5 – моечная машина, 6 – участок инструментального обеспечения, 7 – станция зарядки робокаров, 8 – система автоматического контроля, 9 – автоматизированная система уборки отходов, 10 – склад, 11 – кран-штабелер, 12 – участок подготовки производства, 13 – робокар, 14 – огнетушитель, 15 – ящик с песком, 16 – пожарный стенд.

Граф состояний для первой планировки изображен на рисунке 56.

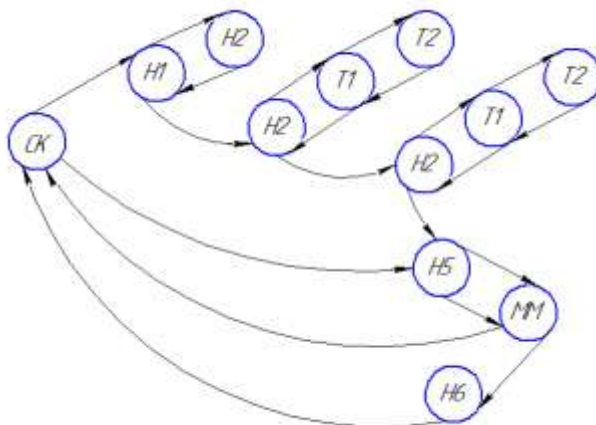


Рисунок 56 – Граф состояний для первой планировки

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Второй вариант планировки ГПС представлен на рисунке 57.

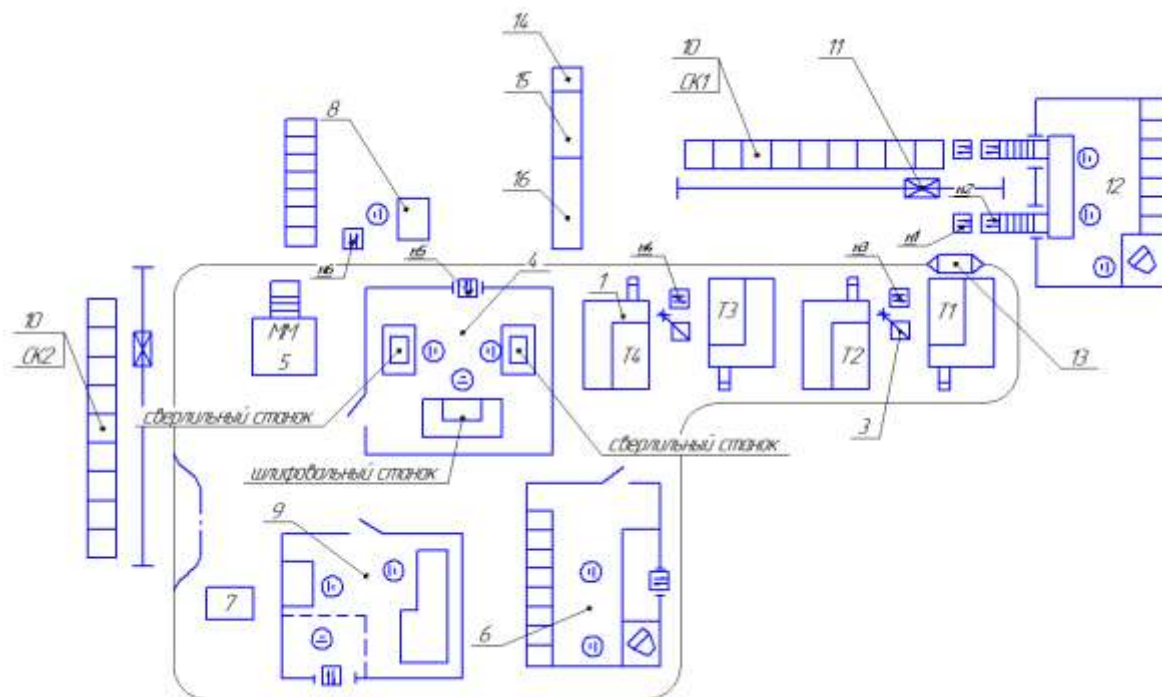


Рисунок 57– Второй вариант планировки ГПС

Граф состояний для второй планировки изображен на рисунке 58.

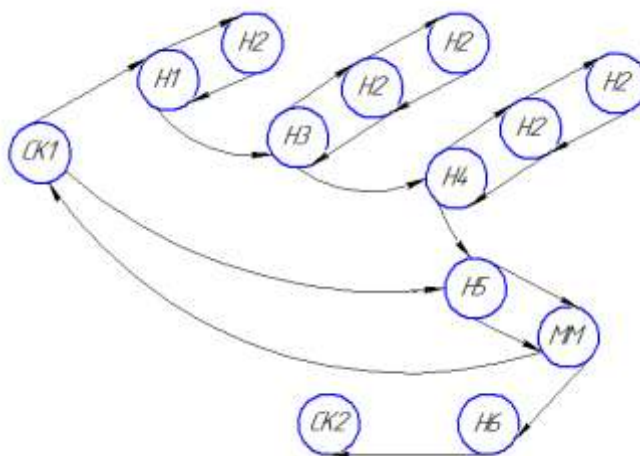


Рисунок 58 – Граф состояний для второй планировки

4.3 Выбор оборудования для функционирования автоматизированной системы (промышленные роботы, накопители, транспортные системы, складские системы)

Промышленный робот выбираем исходя из требований грузоподъемности и необходимой зоны обработки. Масса детали составляет 0,690 кг.

Принимаем промышленный робот KUKA KR 30-3 (рисунок 59), грузоподъемностью: 30 кг и радиусом действия: 2 м. Робот KUKA KR 30 легко настраивается для различных приложений и проектов. Он обладает средней грузоподъемностью и способен выполнять мощные и точные движения. Обеспечивает высокую производительность и может быть легко и безопасно запрограммирован в автономном режиме. Имеет напольное положение.

Технические характеристики данного робота представлены в таблице 66.



Рисунок 59 – Промышленный робот KUKAKR 30-3

Таблица 6 – Характеристики промышленного робота KUKAKR 30-3

Параметры	Значение параметра
Максимальный радиус действия, м	2033
Номинальная грузоподъемность, кг	30
Максимальная грузоподъемность, кг	65
Количество осей, шт	6
Повторяемость позиционирования, мм	±0,06
Площадь установки робота, мм×мм	850×950

Для перемещения заготовок примем робокар AVG System CP MINI (рисунок 60).



Рисунок 60 – Робокар AVGSySystemCPMINI

Его ширина равна 1200 мм, грузоподъемность 1000/1200 кг, высота подъема до 5000 мм.

Для установки и снятия заготовки на операции 005,010 был разработан рабочий орган – схват, эскиз которого представлен на рисунке 61.

					ЮУрГУ 150305.2019.451 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		78

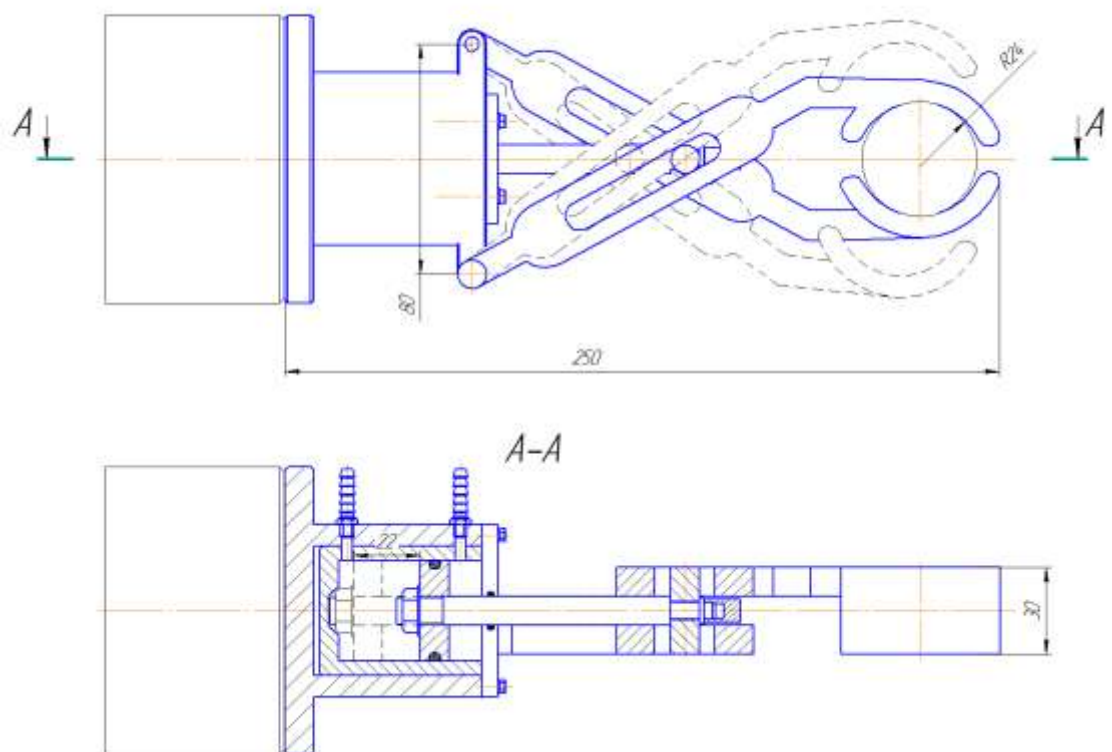


Рисунок 61 – Схват промышленного робота

Выбираем максимальное усилие зажима $P_1 = 196,9$ Н, сила в штоке $P = 243$ Н.

Схват крепится на руке промышленного робота фланцем при помощи резьбового соединения, а именно четырех винтов.

При подаче воздуха в пневмоцилиндр шток перемещается вправо, губки при помощи штифта сжимают деталь. На рисунке 62 показано разжатое состояние губок с сечением механизма, то есть без подачи воздуха в пневмоцилиндр. На рисунке 63 – сжатое состояние, когда воздух подали.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

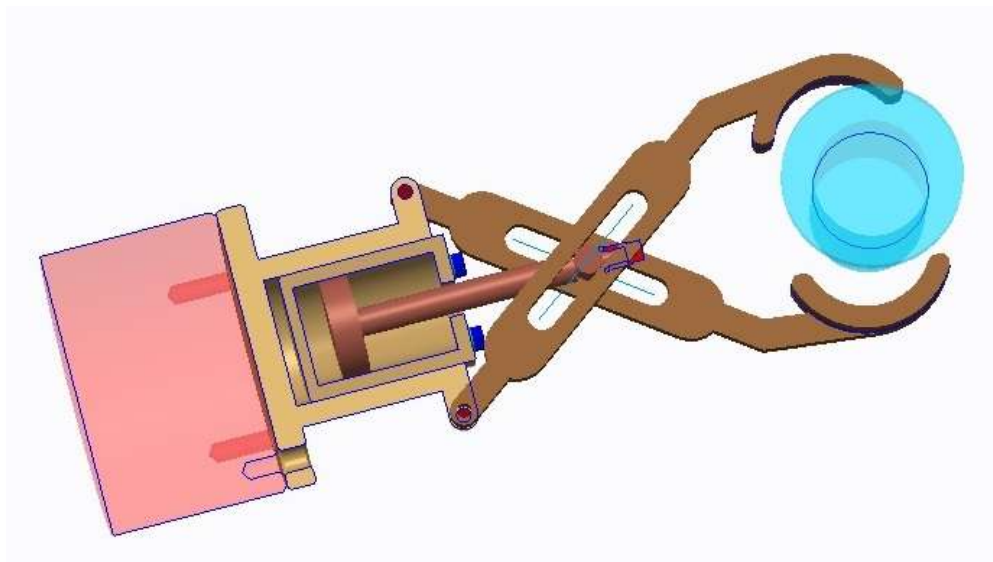


Рисунок 62– Разжатое состояние

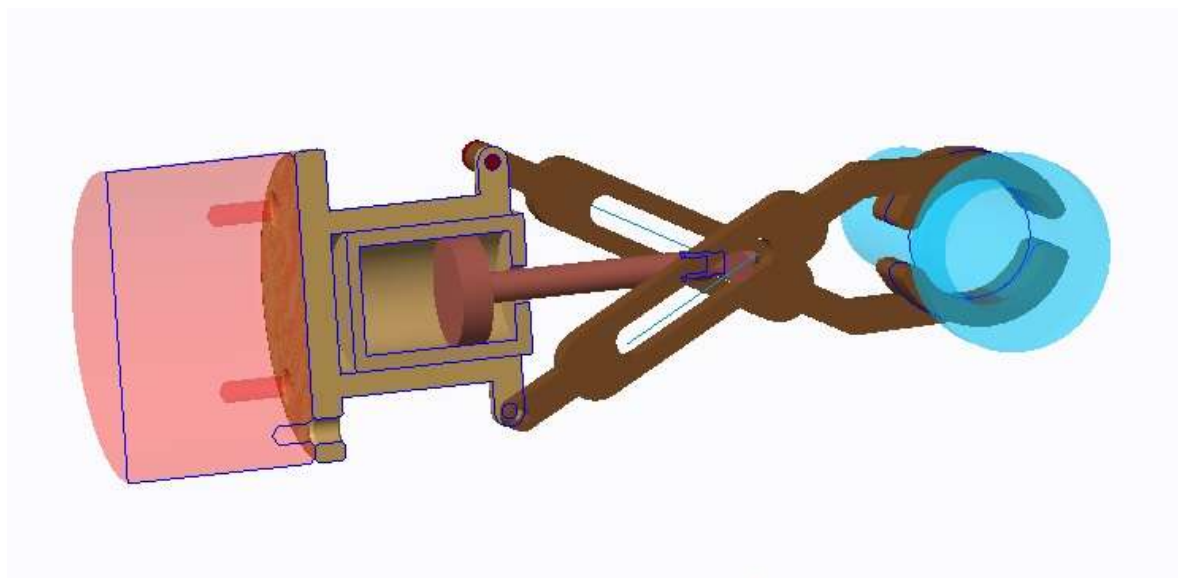
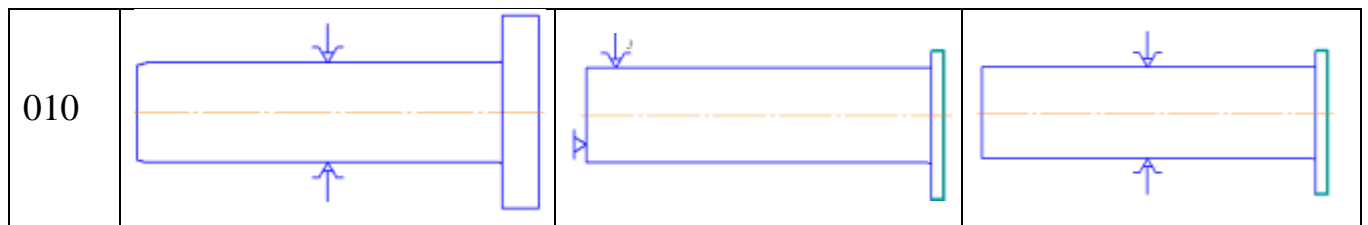


Рисунок 63 – Сжатое состояние

4.4 Базирование заготовки, полуфабриката, готовой детали в промышленном роботе, транспортном устройстве, промежуточном накопителе
Схемы базирования в промышленном роботе представлены в таблице 14.

Таблица 7 – схемы базирования заготовки, полуфабриката, детали

№ оп.	Схема установки	Схема закрепления	Схема снятия
005			



4.5 Анализ производительности автоматизированной системы

Сравним, какая из планировок обеспечивает наименьшие перемещения. Для этого составим матрицы перемещений. Матрица перемещений для первой планировки представлена в таблице 8. Матрица перемещений для второй планировки представлена в 9 таблице.

Таблица 8 – Матрица перемещений для первой планировки

	СК1	Н1	Н2	Н3	Н4	Н5	ММ	Н6
СК							20,3	
Н1	0,65		0,81					
Н2		0,81						
Н3		6,65						
Н4				6,25				
Н5	26,59				4,65			
ММ						4,49(×2)		
Н6							14,3	
СК								5,9

Суммарное перемещение при такой компоновке ГПУ равное 94,01 м.

Таблица 9 – Матрица перемещений для второй планировки

	СК1	Н1	Н2	Н3	Н4	Н5	ММ	Н6
СК1							20,3	
Н1	0,65		0,81					
Н2		0,81						
Н3		1,78						
Н4				6,32				
Н5	14,12				6,15			
ММ						5,30(×2)		
Н6							2,09	
СК2								6,38

Суммарное перемещение при такой компоновке ГПУ равное 69,51 м.

На основе матрицы перемещений можно сделать вывод, что вторая планировка обеспечивает наименьшие перемещения, поэтому выбираем ее.

					ЮУрГУ 150305.2019.451 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		82

5 ОРГАНИЗАЦИОННО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ЧАСТЬ

Раздел включает в себя разработку планировки участка механической обработки для спроектированного варианта технологического процесса.

На планировке укажем все технологическое оборудование: станки, рабочие места, приемо-раздаточные столы, промышленных роботов, контрольные столы, моечную машину, средства межоперационного транспортирования заготовок, места рабочих у станков и склады.

В строительной части укажем: колонны с осями, дорожные пути, стены и перегородки. Шаг колонн выбираем 9 м, проезд принимаем равным 4,5 м.

Заготовки со склада на приемо-раздаточный стол перемещает кран-штабелер, оттуда их забирает робокар и передает на станок. Снятие и установку заготовок производит промышленный робот, перемещение заготовок между станками осуществляет робокар. После механической обработки робокар отвозит заготовки в моечную машину, а после на контрольный стол. После операции контроля робокар отвозит заготовки на приемо-раздаточный стол, и кран-штабелер перемещает их на склад.

					ЮУрГУ 150305.2019.451 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		83

6 БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЦИКЛА

6.1 Мероприятия и средства по созданию безопасных и безвредных условий труда

В условиях научно-технического прогресса создание безопасных и безвредных условий труда, исключающих травматизм и профессиональные заболевания, является важной государственной задачей.

Сегодня создано огромное количество регулирующих вопрос обеспечения безопасности условий труда правовых актов и мероприятий:

обязательное социальное страхование;

- обучение охране труда;
- обучение трудовой дисциплине;
- материальное возмещение при несчастных случаях и профессиональных

заболеваниях на производстве

Общее руководство работой всех структурных подразделений по обеспечению безопасности труда возлагается на руководителя организации (треста, управления), а главный инженер непосредственно руководит службой охраны труда. В состав службы входят инженеры (старшие инженеры), которые руководствуются всеми действующими законами, постановлениями, правилами и инструкциями.

Инженерам службы охраны труда предоставлено право давать предписания руководителям устранять имеющиеся недостатки и нарушения правил и норм; запрещать производство работ при обнаружении опасных условий; требовать от руководителей работ своевременного расследования несчастного случая; вносить предложения о поощрении или наказании работников. Отменять указания инженера по охране труда имеет право главный инженер или начальник управления в письменной форме.

К обязанностям работников службы труда относится следующее:

- координация деятельности структурных подразделений по вопросам безопасности труда;

					ЮУрГУ 150305.2019.451 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		84

- участие в подготовке и составлении перспективных и годовых планов по улучшению условий труда;

- контроль за созданием безопасных и безвредных условий труда, за соблюдением действующего законодательства, правил и норм, приказов, инструкций, указаний и предписаний органов государственного надзора, а также за правильным освоением средств, ассигнованных на мероприятия по охране труда;

- участие в расследовании аварий, несчастных случаев в подведомственных организациях, учет несчастных случаев и участие в разработке мероприятий по предупреждению травматизма;

- организация обучения и проверки знаний инженерно-техническими работниками, рабочими правил и инструкций по технике безопасности и производственной санитарии;

- анализ причин производственного травматизма и составление сводных отчетов о пострадавших при несчастных случаях и об освоении средств на мероприятия по охране труда;

- осуществление контроля за обеспечением работающих спецодеждой, средствами индивидуальной и коллективной защиты и организацией их хранения и ремонта;

- организация пропаганды безопасных условий труда путем проведения смотров и конкурсов по охране труда, бесед, оборудования кабинетов по охране труда;

- обеспечение подведомственных подразделений правилами, памятками, плакатами и другими наглядными пособиями;

- проведение вводного инструктажа по технике безопасности;

- рассмотрение проектной документации в части полноты и обоснованности принятых решений по технике безопасности и подготовка по ним соответствующих заключений, контроль за качеством инструкций по охране труда.

					ЮУрГУ 150305.2019.451 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		85

Таким образом, работники службы ОТ выполняют контрольно-координационные функции. Начальники участков и старшие производители должны проводить мероприятия по охране труда, предусмотренные соответствующим законодательством, СНиП, годовыми планами, приказами, распоряжениями и инструкциями. Кроме того, они должны вести систематическое наблюдение и контроль за исправным состоянием ограждений, подмостей; проведение первичного, повторного, проводить внеплановое и текущие инструктажи рабочих с указанием адресов объектов, на которых осуществляется монтаж; обучать рабочих безопасным методам труда по 14...18-часовой программе; осуществление контроля за ежегодной сдачей экзаменов рабочими по специальностям; обеспечить рабочих оборудованными бытовыми помещениями.

6.2 Мероприятия по электробезопасности

Для обеспечения защиты от случайного прикосновения к токоведущим частям необходимо применять следующие способы и средства:

- защитные оболочки;
- защитные ограждения (временные или стационарные);
- безопасное расположение токоведущих частей;
- изоляцию токоведущих частей (рабочую, дополнительную, усиленную, двойную);
- изоляцию рабочего места;
- малое напряжение;
- защитное отключение;
- предупредительную сигнализацию, блокировку, знаки безопасности.

Для обеспечения защиты от поражения электрическим током при прикосновении к металлическим нетоковедущим частям, которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции, применяют следующие способы:

- защитное заземление;

					ЮУрГУ 150305.2019.451 ПЗ	Лист
						86
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- зануление;
- выравнивание потенциала;
- систему защитных проводов;
- защитное отключение;
- изоляцию нетоковедущих частей;
- электрическое разделение сети;
- малое напряжение;
- контроль изоляции;
- компенсация токов замыкания на землю;
- средства индивидуальной защиты.

Технические способы и средства применяют отдельно или в сочетании друг с другом так, чтобы обеспечивалась оптимальная защита. К работе в электроустановках должны допускаться лица, прошедшие инструктаж и обучение безопасным методам труда, проверку знаний правил безопасности и инструкций в соответствии с занимаемой должностью применительно к выполняемой работе с присвоением соответствующей квалификационной группы по технике безопасности и не имеющие медицинских противопоказаний. Для обеспечения безопасности работ в действующих электроустановках должны выполняться следующие организационные мероприятия:

- назначение лиц, ответственных за организацию и безопасность производства работ;
- оформление наряда или распоряжения на производство работ;
- осуществление допуска к проведению работ;
- организация надзора за проведением работ;
- оформление окончания работы, перерывов в работе, переводов на другие рабочие места;
- установление рациональных режимов труда и отдыха.

6.3 Мероприятия по пожарной безопасности

Обеспечение пожарной безопасности является составной частью производственной или иной деятельности должностных лиц, работников предприятий и предпринимателей. Это должно быть отражено в трудовых договорах (контрактах) и уставах предприятий. Для того, чтобы обеспечить всем работникам промышленного предприятия должные условия труда, защиту здоровья и жизни, необходимо выполнить несколько целей и задач:

- утвердить службу, помогающую организовать работу по обеспечению пожарной безопасности на производстве;
- провести подробный инструктаж для сотрудников, чтобы они усвоили правила пожарной безопасности;
- соблюдать правила пожарной безопасности;
- разделить обязанности между работниками и руководителем;
- обеспечить помещения предприятия средствами тушения возгораний, а также системами предупреждения пожара. Для обеспечения сотрудникам безопасности на предприятии, предлагается осуществить ряд мер:
 - на каждой двери служебного либо складского помещения следует разместить таблички, оповещающие об уровне пожароопасности;
 - все противопожарные системы и установки с автоматическим управлением (противопожарные сигнализации, механические двери, системы подачи воды и т.д.) необходимо содержать в исправности, регулярно проводить проверки, ремонт и замену по необходимости;
 - специальные наружные пожарные лестницы и защитные ограждения на крыше должны проверяться специалистами как минимум два раза в год. Обязательно составление заключения;
 - в каждом помещении должны на видных местах располагаться информационные таблички с указанным на них номером службы спасения;

					ЮУрГУ 150305.2019.451 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		88

- специальная одежда и оборудование (защитные костюмы, маски, перчатки и сапоги) должны находиться в аккуратно сложенном или подвешенном виде в железных шкафах, расположенных в отдельных помещениях;

- после каждой рабочей смены помещения и оборудование необходимо осматривать, проверять, убирать и чистить.

Необходимо отключать от электросети аппараты (исключение составляют те, которые должны работать по назначению круглые сутки);

- также необходимо разработать и развесить на видных местах каждого цеха планы эвакуации при пожаре;

- запрещается вносить такие изменения в планировке здания, внешней территории и цехов, которые затрудняют эвакуацию при пожаре, ограничивают диапазон действия сигнализаций и систем по тушению возгорания;

- нельзя демонтировать пожарные выходы, предусмотренные планом, а также устранению элементов, препятствующих распространению огня по зданию (лестничные клетки, фойе, коридоры, двери и стены);

- организовать специальные места для курения, расположить урны для окурков.

ВЫВОД ПО КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ

В курсовом проекте был проведен анализ действующего технологического процесса детали «Ось блока». Были выявлены недостатки. Размерный анализ действующего технологического процесса показал, что практически все припуски являются завышенными. Завышенные припуски приводят к увеличению расхода металла на изготовление деталей, снижается производительность станка и ухудшается качество детали. Можно сделать вывод, что действующий технологический процесс не обеспечивает заданной точности технологических размеров, его необходимо корректировать. На основе выявленных недостатков был спроектирован проектный технологический процесс. Проведен размерно-точностной анализ проектного варианта технологического процесса. В конструкторской части были проанализированы и выбраны современное оборудование, технологическая оснастка и режущий инструмент. Также был рассчитан специальный режущий инструмент, разработано специальное приспособление для сверлильной операции. Была разработана схема гибкого производственного участка для изготовления детали «Ось блока». Были указаны меры и средства по созданию безопасных и безвредных условий труда, мероприятия по электробезопасности, а также мероприятия по пожарной безопасности.

					ЮУрГУ 150305.2019.451 ПЗ	Лист
						90
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением, часть 2, Москва экономика 1990. – 473 сс.;
2. Справочник технолога-машиностроителя: в 2-х т. Т. 2 / Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. – 496 с СТО ЮУрГУ 21-2008 Стандарт организации. Система управления качеством образовательных процессов. Курсовая и выпускная квалификационная работа. Требования к содержанию и оформлению. Введен 01.09.2008. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008.
3. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением, часть 1, Москва экономика 1990. – 206 с
4. ГОСТ 2.503-90 Государственный стандарт союза ССР. Единая система конструкторской документации "Правила внесения изменений". Введен 01.01.1991. – М.:Изд-востандартов, 1990.
5. Гузеев, В.И. Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с числовым программным управлением / В.И. Гузеев, В.А. Батуев, И.В. Сурков. – Москва: Машиностроение, 2007. – 368с
6. http://www.kzts.ru/core/user_files/psm-2014.pdf
7. <http://www.sibinstrument.com/catalog/seco/>
8. <https://www.irlen.ru>
9. Зубарев Ю. М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении: Учебник. – СПб.: Издательство «Лань», 2015. –320 с.: ил. – (Учебники для вузов.Специальная литература).
10. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту: Учеб. Пособие для техникумов по предмету: «Основы учения о резании

					ЮУрГУ 150305.2019.451 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		91

металлов и режущий инструмент». Нефедов Н.А., Осипов К.А. – 5-е изд., прераб. и доп. – М.: «Машиностроение», 1990. – 448с.

					ЮУрГУ 150305.2019.451 ПЗ	Лист
						92
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		