

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Институт открытого и дистанционного образования
Кафедра «Техника, технологии и строительство»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой,
_____ К.М. Виноградов
_____ 03 июля _____ 2020 г.

Проектирование участка механической обработки детали "Корпус датчика"

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ–15.03.05.2020.156.00.000 ПЗ ВКР

Строительный раздел,
ст. преподаватель
_____ А.А. Дериглазов
_____ 2020 г.

Руководитель работы,
доцент
_____ В.В. Ахлюстина
_____ 2020 г.

Автор работы
студент группы ДО-505
_____ Д.С. Хорошенин
_____ 2020 г.

Нормоконтролер,
преподаватель
_____ О.С. Микерина
_____ 2020 г.

Челябинск 2020

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. ОБЩАЯ ЧАСТЬ	8
1.1. Назначение и описание узла и работы детали в узле	8
1.2. Служебное назначение детали и технические требования, предъявляемые к ней.....	8
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	11
2.1. Анализ технологичности детали.....	11
2.2. Анализ действующего технологического процесса	12
2.2.1. Анализ документации действующего техпроцесса	12
2.2.2. Анализ оборудования, режущего инструмента, оснастки..	19
2.2.3. Размерный анализ действующего техпроцесса.....	29
2.2.4. Выводы из анализа и предложения по разработке проектного техпроцесса.....	29
2.3. Разработка проектного технологического процесса.....	30
2.3.1. Разработка маршрута проектного техпроцесса.....	30
2.3.2. Выбор оборудования для реализации техпроцесса	31
2.3.3. Выбор исходной заготовки	34
2.3.4. План операций и переходов проектного техпроцесса	35
2.3.5. Размерный анализ проектного техпроцесса	40
2.3.6. Расчет режимов резания	41
2.3.7. Расчет потребного количества оборудования	46
2.4. Описание планировки участка	47
3. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ	48
3.1. Проектирование станочного приспособления	48
3.2 . Загрузка заготовок и удаление готовых деталей.....	51
3.3. Проектирование (выбор) режущего инструмента	60
3.4. Описание работы контрольного приспособления	67
4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	69
4.1 Факторы и причины опасного состояния для человека	69
4.2 Инструкция по эксплуатации станка с ЧПУ	69
4.3 Противопожарные мероприятия	70
4.4 Промышленная санитария	71
4.5 Электробезопасность.....	72
4.6 Микроклимат	73
4.7 Производственное помещение.....	75
4.8 Вибрации.....	76
4.9 Шум	77
5. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	78
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	83
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	82
ПРИЛОЖЕНИЕ А. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС	
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. СПЕЦИФИКАЦИИ	
ПРИЛОЖЕНИЕ В. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	

ВВЕДЕНИЕ

Целью данной выпускной квалификационной работы является:

1) Полный анализ действующего технологического процесса и применяемого оборудования, оснастки и инструмента;

2) Проектирование технологического процесса механической обработки детали «Корпус», и операции ее контроля. Расчет промежуточных операционных размеров и размеров заготовки на основе размерных цепей, а также режимов резания на операции механической обработки.

В современном машиностроении созданы и освоены новые системы современных, надежных и эффективных машин для комплексной автоматизации производства, что позволяет выпускать продукцию высокого качества с наименьшими затратами труда. Увеличился выпуск автоматических линий, новых видов машин и аппаратов, отвечающих современным требованиям.

Непрерывно совершенствуется технология, средства производства машин и других изделий. Расширилась внутриотраслевая и межотраслевая специализация на основе унификации и стандартизации изделий. Шире используется метод комплексной стандартизации; внедряются системы управления и аттестации качеством продукции, система технологической подготовки производства.

Большое значение для развития машиностроения имеет организация производства на основе взаимозаменяемости. Создание и внедрение надежных средств контроля и измерения.

Для практического осуществления принципа функциональной взаимозаменяемости изделий необходима четкая система конструкторской, технологической, метрологической и эксплуатационной документации.

Особенно важно обеспечить взаимозаменяемость деталей и изделий, получаемых безотходной технологией, при которой механическая обработка сведена к минимуму. Это увеличивает эффективность технологий не только в отношении экономии материалов, но и резкого повышения производительности труда и качества продукции.

Широко внедряются в народное хозяйство новые технологии – электронно-лучевые, плазменные, импульсные, биологические, радиационные, химические и другие, позволяющие поднять эффективность использования ресурсов и снизить материалоемкость производства.

Осваиваются гибкие перенастраиваемые производства и системы автоматизированного проектирования, автоматические линии, машины и оборудование со встроенными средствами микропроцессорной техники, роботизированные технологические и роторные комплексы.

Обеспечивается создание и освоение производства техники новых поколений, позволяющей многократно повысить производительность труда, улучшить его условия, снизить материальные затраты. Быстрый рост машиностроения – важнейшей отрасли промышленности определяет темпы переоснащения производства новой техникой и вызывает необходимость

					150305.2020.028 00 ПЗ.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

дальнейшего совершенствования технологии машиностроения.

Автоматизация процессов механической обработки деталей машин является одной из важнейших задач, стоящих перед промышленностью. Она позволяет обеспечить высокие темпы роста производительности труда, повышение качества продукции, улучшение условий труда. Одним из наиболее эффективных средств современной автоматизации является созданное легко переналаживаемое металлорежущее оборудование с числовым программным управлением (ЧПУ), промышленными роботами (ПР), создание гибких производственных систем (ГПС), позволяющие осуществлять автоматизацию. Развитие новых прогрессивных процессов обработки способствует конструированию более современных машин и снижению их себестоимости. Актуальна задача повышения качества выпускаемых машин и, в первую очередь, их точности. В машиностроении точность имеет особо важное значение для повышения эксплуатационного качества машин. Отечественная станкостроительная промышленность создала высокопроизводительные станки различного технологического назначения и прогрессивные конструкции режущего инструмента, обеспечивающие высокую эффективность и точность обработки. Станки с ЧПУ имеют ряд преимуществ, по сравнению с универсальными сокращается вспомогательное и машинное время обработки, исключается предварительное ручные разметочные и доводочные операции, упрощается и удешевляется специальная оснастка, так как точность обработки обеспечивается точностью самих станков, сокращается время наладки и переустановки заготовок и т.д. Станки с ЧПУ с автоматической сменой инструмента имеют дополнительные преимущества. Улучшаются условия многостаночного обслуживания. Повышается производительность станков, т.к. автоматическая смена инструментов, как правило, совмещается частично или полностью с выполнением команд на установку координат, переключение ступеней частоты вращения шпинделя, подач и т.д. Растет эффективность использования станков благодаря сокращению времени наладки, смены инструмента и контроля размеров деталей.

					150305.2020.028 00 ПЗ.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

1. ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1. Назначение и описание узла и работы детали в узле

Деталь данной выпускной квалификационной работы используется в устройствах «Гироскопических приборов».

Гироскоп- навигационный прибор, основным элементом которого является быстро вращающийся ротор, закрепленный так, что ось его вращения может поворачиваться. Три степени свободы (оси возможного вращения) ротора гироскопа обеспечиваются двумя рамками карданова подвеса. Если на такое устройство не действуют внешние возмущения, то ось собственного вращения ротора сохраняет постоянное направление в пространстве. Если же на него действует момент внешней силы, стремящийся повернуть ось собственного вращения, то она начинает вращаться не вокруг направления момента, а вокруг оси, перпендикулярной ему (прецессия).

Основные области применения гироскопов – судоходство, авиация и космонавтика. Почти каждое морское судно дальнего плавания снабжено гирокомпасом для ручного или автоматического управления судном, некоторые оборудованы гиросtabilизаторами. В системах управления огнем корабельной артиллерии много дополнительных гироскопов, обеспечивающих стабильную систему отсчета или измеряющих угловые скорости. Без гироскопов невозможно автоматическое управление торпедами. Самолеты и вертолеты оборудуются гироскопическими приборами, которые дают надежную информацию для систем стабилизации и навигации. К таким приборам относятся авиагоризонт, гировертикаль, гироскопический указатель крена и поворота. Гироскопы могут быть как указывающими приборами, так и датчиками автопилота. На многих самолетах предусматриваются гиросtabilизированные магнитные компасы и другое оборудование – навигационные визеры, фотоаппараты с гироскопом, гиросекстанты. В военной авиации гироскопы применяются также в прицелах воздушной стрельбы и бомбометания.

1.2. Служебное назначение детали и технические требования, предъявляемые к ней

Детали типа «Корпус датчика» являются основными во многих механизмах и как следствие самыми сложными, так как имеют множество поверхностей, подлежащих обработке.

Корпус представляет собой сочетание поверхностей простой формы, обработка которых не вызывает трудностей, и они легко доступны.

					150305.2020.028 00 ПЗ.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

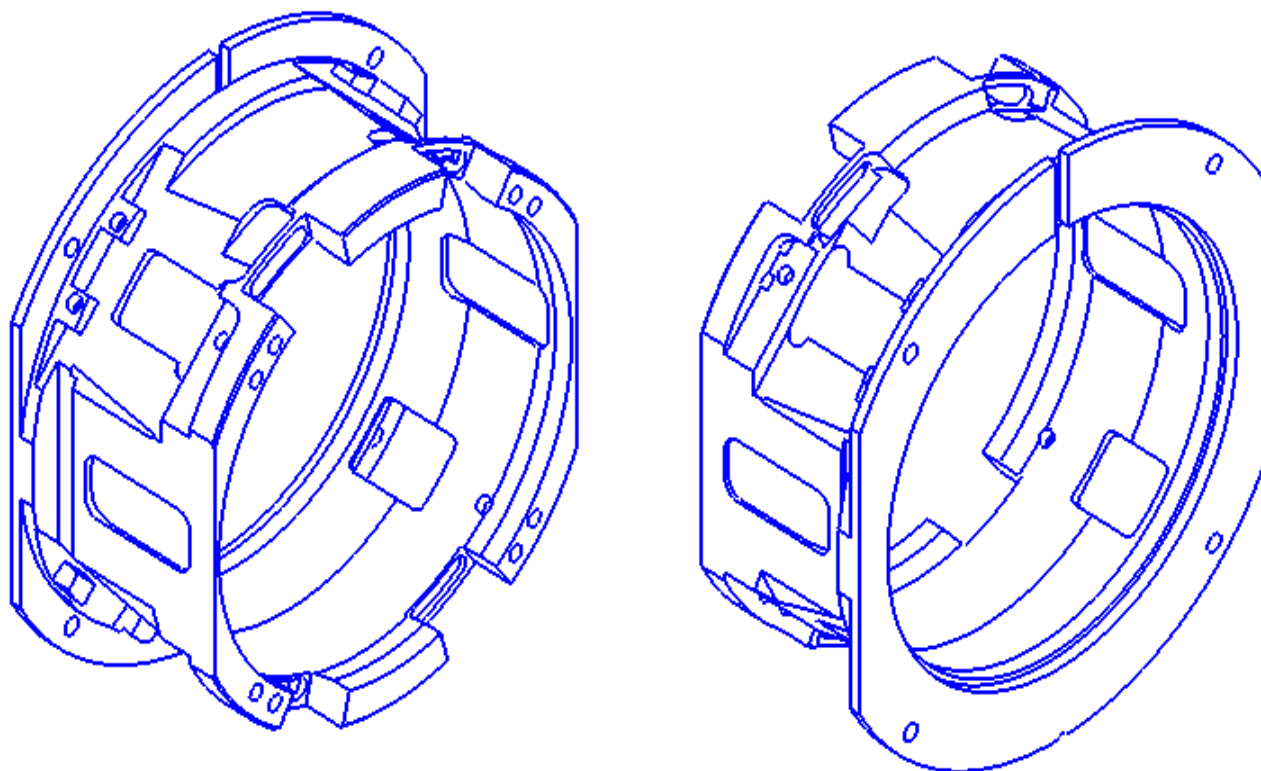


Рисунок 1.1– 3D модель детали

Деталь изготавливается из титанового деформируемого сплава BT5, который хорошо обрабатывается, но при этом с небольшой скоростью обработки. BT5 – титановый деформируемые сплав, основная область применения которого, сварные детали, работающие при температуре от –253 до 400°С. Также этот сплав имеет хорошую коррозионную стойкость, и не имеет зарубежных аналогов. Данный сплав имеет технологическое свойство – свариваемость без ограничений, то есть сварка производится без подогрева и без последующей термообработки.

Таблица 1–Химический состав в % материала BT5

Fe	C	Si	Mo	V	N	Ti	Al	Zr	O	H	Примеси
≤0,3	≤0,1	≤0,12	≤0,8	≤1,2	≤0,05	90,63–95,2	4,5–6,2	≤0,3	≤0,2	≤0,015	≈0,3

В связи с объемом партии, целесообразные виды механической обработки – наружное точение, растачивание отверстий, подрезание торцов, сверление, фрезерование.

Технические требования, предъявляемые к детали:

- 1) стабилизация по ГОСТ 17535-77;
- 2) общие допуски на чертеже по ГОСТ 30893.1 – 2009 H12, h12, ±IT 12/2;

3) отклонения взаимного расположения поверхностей ГОСТ 30893.2 - 2009, выбираем по классу Н;

Механические свойства при T=20°C материала В95 .

Сортамент	Размер	Напр.	σ_B	σ_T	δ_5	ψ	КСУ	Термообр.
-	мм	-	МПа	МПа	%	%	кДж / м ²	-
Трубы, ГОСТ 18482-79			490-510	375-400	5-7			
Прутки, ГОСТ 21488-97			490-530	390-420	4-6			Закалка и искусственное старение
Прутки, высокой прочности, ГОСТ 51834-2001			550-570	480-490	6			Закалка и искусственное старение
Лента отожжен., ГОСТ 13726-97			245		10			
Профили отожжен., ГОСТ 8617-81			275		10			
Профили, ГОСТ 8617-81			510-520	451-461	6			
Плита, ГОСТ 17232-99			470-490	390-410	2-4			Закалка и искусственное старение

Твердость В95 ,	НВ 10 ⁻¹ = 125 МПа
Твердость В95 после закалки и старения ,	НВ 10 ⁻¹ = 150 МПа

Физические свойства материала В95 .

T	E 10 ⁻⁵	α 10 ⁶	λ	ρ	C	R 10 ³
Град	МПа	1/Град	Вт/(м·град)	кг/м ³	Дж/(кг·град)	Ом·м
20	0.74			2850		
100		23.2				

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

150305.2020.028 00 ПЗ.ВКР

Лист

10

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1. Анализ технологичности детали

Каждая деталь должна изготавливаться с минимальными трудовыми и материальными затратами. Эти затраты можно сократить в значительной степени от выбора правильного варианта технологического процесса, его оснащения, механизации и автоматизации, применения оптимальных режимов обработки и правильной подготовки производства.

Технологичность – важнейшая техническая основа, обеспечивающая использование конструкторских и технологических резервов для выполнения задач по повышению технико-экономических показателей изготовления и качества изделий. Основными критериями оценки технологичности конструкции являются себестоимость и трудоемкость изготовления. Улучшением технологичности конструкции можно увеличить выпуск продукции при тех же средствах производства. Трудоемкость машин нередко удается сократить на 15-20% и более, а себестоимость их изготовления на 5-10%. По отдельным деталям эти показатели можно повысить еще больше. Недооценка технологичности конструкции часто приводит к необходимости корректировки рабочих чертежей после их составления, удлинению сроков подготовки и дополнительным издержкам производства.

По внешнему виду детали «Корпус датчика» можно проследить, что она не имеет большие перепады размеров, в поперечном сечении. Так же деталь имеет множество отверстий малого диаметра, в которых хоть и не нарезается резьба, но всё это указывает на пониженную жесткость что является показателем не технологичности.

Корпус изготавливается из титанового сплава BT5 ($Ti=92,385\dots95,7\%$; $Si=0,15\%$; $Al=4,3\dots6,2\%$; примеси 1,5%). Данный сплав является достаточно хрупким, и в процессе обработки деталь под сильным давлением может загнуть, но при правильном выборе режимов резанья, данный фактор минимизируется, что позволяет считать данный материал технологичным. Заготовкой является литье по выплавляемым моделям, что является технологичным показателем.

Обработка поверхностей производится различными инструментами: резцы, фрезы, сверла, всё это многообразие инструментов указывает на не технологичность детали.

Некоторые поверхности имеют различные требования по соосности и параллельности, проставлены различные качества, требования, которые надо выполнять, при их несоблюдении деталь будет считаться браком. Также по причине не многократной переустановки детали во время обработки, но при этом использования различных инструментов при обработке, процесс изготовления детали, в целом является технологичным.

Для повышения точности, и максимально приближенной форме детали, методом получения заготовки был выбран – литье по выплавляемым моделям. При литье по выплавляемым моделям, модель изготавливают из такого материала, который без разрушения формы можно выплавить или растворить и получить неразъемную форму, что обеспечивает высокую точность отливок.

					150305.2020.028 00 ПЗ.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

Чаще всего материалом модели является легковывплавляемая воскообразная масса. Литьем по выплавляемым моделям получают отливки сложной конфигурации с толщиной стенки до 0,5 мм в основном из стали и жаропрочных сплавов, трудно обрабатываемых механическим способом.

Преимущества литья по выплавляемым моделям: возможность изготовления отливок из сплавов, не поддающихся механической обработке; получение отливок с точностью размеров до 4–го класса и шероховатостью до 6-го класса чистоты, что в ряде случаев устраняет механическую обработку; возможность получения узлов машин, которые при обычных способах литья пришлось бы собирать из отдельных деталей.

Литье по выплавляемым моделям можно использовать в условиях единичного (опытного), серийного и массового производства. Экономические показатели этого способа, рациональность его применения зависят от номенклатуры отливок. Наиболее целесообразно изготавливать этим способом мелкие, но сложные по конфигурации отливки, а также крупные отливки, к которым предъявляются высокие требования по точности размеров и чистоте литой поверхности, отливки из труднообрабатываемых сплавов.

Деталь «Корпус» имеет достаточно малые габаритные размеры, а также не большую массу, что позволяет, при обработке, без труда поворачивать ее на поворотном столе, для получения конкретных размеров. [4]

2.2. Анализ действующего технологического процесса

2.2.1. Анализ документации действующего техпроцесса

Анализ метода получения заготовки

В действующем технологическом процессе данная деталь изготавливается из прутка титанового сплава ВТ5, что в процессе создания готовой детали приведет к лишним затратам материала, инструмента, а также времени на изготовление. Поэтому целесообразнее выбрать метод получения заготовки – литье, так как это позволит изготавливать заготовку, максимально приближенную по качественным показателям (размерам, форме, шероховатости поверхности, качеству поверхностного слоя материала) к требованиям готовой детали, что сократит потери, связанные с ее превращением в готовую деталь.

Заготовку для тонкостенной детали типа «Корпус» возможно получить, как литьем в кокиль, так и литьем по выплавляемым моделям.

При литье в кокиль происходит формирование отливки при интенсивном отводе теплоты от расплавленного металла, от затвердевающей и охлаждающейся отливки к массивному металлическому кокилю, что обеспечивает более высокие плотность металла и механические свойства.

Особенность литья в кокиль состоит в многократном использовании металлической формы (кокиля). Высокая прочность материала металлической формы позволяет более точно выполнять рабочие поверхности формы, что обеспечивает высокое качество литой поверхности. Благодаря высокой теплопроводности формы отливка быстро затвердевает.

К числу преимуществ литья в кокиль относится резкое сокращение механической обработки отливок, сокращение расхода формовочных

					150305.2020.028 00 ПЗ.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

материалов.

К недостаткам технологии относятся: высокая стоимость металлической формы, плохая заполняемость формы при получении тонкостенных отливок с поднутряями, опасность возникновения трещин на отливках. Из выше сказанного следует то, что для данной детали нельзя применить такой вид получения заготовки.

При литье по выплавляемым моделям, модель изготавливают из такого материала, который без разрушения формы можно выплавить или растворить и получить неразъемную форму, что обеспечивает высокую точность отливок. Чаще всего материалом модели является легковывплавляемая воскообразная масса. Литьем по выплавляемым моделям получают отливки сложной конфигурации с толщиной стенки до 0,5 мм в основном из стали и жаропрочных сплавов, трудно обрабатываемых механическим способом.

Преимущества литья по выплавляемым моделям: возможность изготовления отливок из сплавов, не поддающихся механической обработке; получение отливок с точностью размеров до 4–го класса и шероховатостью до 6-го класса чистоты, что в ряде случаев устраняет механическую обработку; возможность получения узлов машин, которые при обычных способах литья пришлось бы собирать из отдельных деталей.

Литье по выплавляемым моделям можно использовать в условиях единичного (опытного), серийного и массового производства. Экономические показатели этого способа, рациональность его применения зависят от номенклатуры отливок. Наиболее целесообразно изготавливать этим способом мелкие, но сложные по конфигурации отливки, а также крупные отливки, к которым предъявляются высокие требования по точности размеров и чистоте литой поверхности, отливки из труднообрабатываемых сплавов.

Таким образом, следуя из приведенных данных получаем, то что для детали «Корпус» литье по выплавляемым моделям является наиболее целесообразно и выгодно при получении заготовки и дальнейшей обработки детали.

Анализ маршрутно-операционных карт

На операционно-маршрутных картах действующего технологического процесса, указаны все необходимые данные и сведения, которые нужны при изготовлении детали и индивидуальной защиты.

На картах указаны номера и названия операций, которые нужны при производстве детали. А также указаны конкретные станки, которые используются на той или иной операции, и указаны цеха, в которые деталь перемещают для продолжения процесса производства. Приведены характеристики инструментов, применяющихся при конкретной операции, с указанием ГОСТ и размеров.

Для личной защиты рабочего, указаны наименования спецодежды, которая должна быть использована при выполнении конкретного вида работы, а также указан ГОСТ на спецодежду.

После того, как деталь запускается в производство для конкретного рабочего, например, наладчика станков с ЧПУ, подробно описаны действия,

					150305.2020.028 00 ПЗ.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

которые он должен совершать при закреплении детали в станок. А также указано приспособление и инструмент, который используется на данной операции, и указано время, которое должно быть затрачено на конкретной операции производства.

Таким образом, при анализе операционно-маршрутных карт не выявлено никаких отклонений, которые могли бы повлиять на процесс производства.

Анализ карт эскизов

005 Токарная установ А. На эскизе (рисунок 2.1) выполнен необходимый вид, на котором не выделены обрабатываемые поверхности. Не указаны технологическая база и закрепление детали. Отсутствуют шероховатости обрабатываемых поверхностей. Указаны все предельные отклонения обрабатываемых размеров.

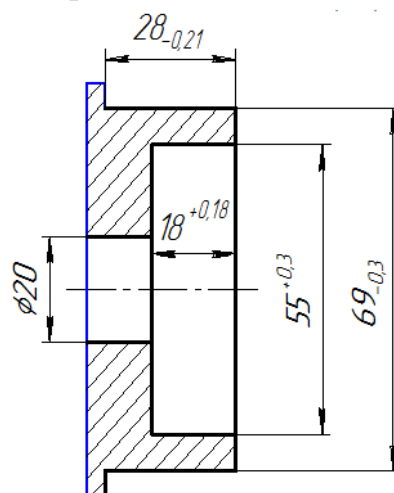


Рисунок 2.1 –005 Токарная установ А

005 Токарная установ Б. На эскизе (рисунок 2.2) выполнен необходимый вид, на котором не выделены обрабатываемые поверхности. Не указаны технологическая база и закрепление детали. Отсутствуют шероховатости обрабатываемых поверхностей. Указаны все предельные отклонения обрабатываемых размеров.

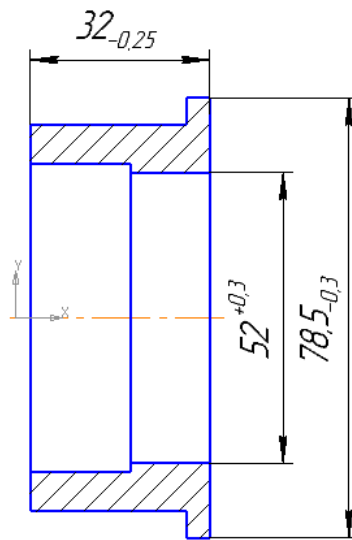


Рисунок 2.2 – 005 Токарная установ Б

005 Токарная установ В. На эскизе (рисунок 2.3) выполнен необходимый вид, на котором не выделены обрабатываемые поверхности. Не указана технологическая база и закрепление детали. Отсутствуют шероховатости обрабатываемых поверхностей. Указаны все предельные отклонения обрабатываемых размеров.

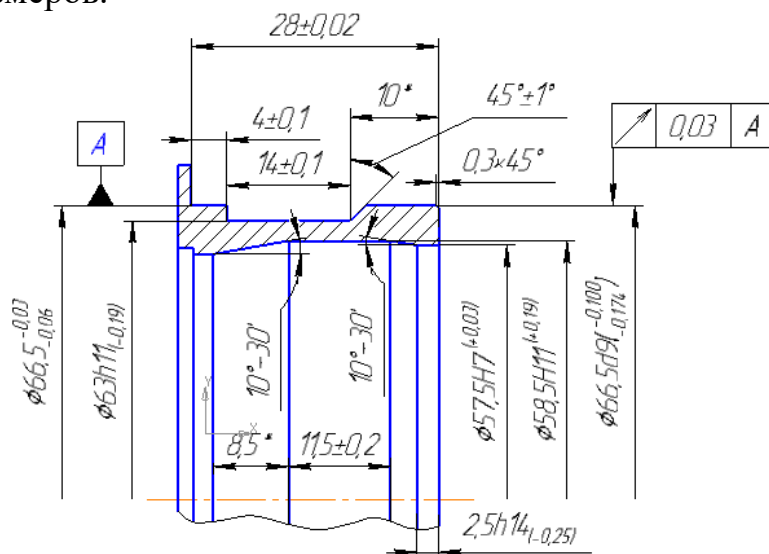


Рисунок 2.3 – 005 Токарная установ В

005 Токарная установ Г. На эскизе (рисунок 2.4) выполнен необходимый вид, на котором не выделены обрабатываемые поверхности. Не указаны технологическая база и закрепление детали. Отсутствуют шероховатости обрабатываемых поверхностей. Указаны все предельные отклонения обрабатываемых размеров.

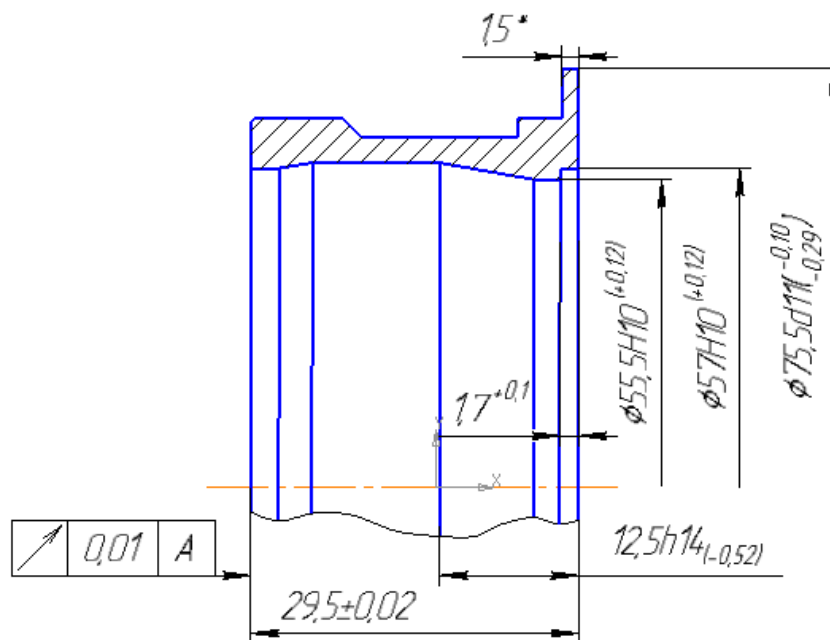


Рисунок 2.4 – 005 Токарная установ Г

010 Фрезерная . На эскизе (рисунок 2.5) выполнен необходимый для обработки вид, выделены все обрабатываемые поверхности. Не указаны технологическая база и закрепление детали. Отсутствуют шероховатости обрабатываемых поверхностей. Указаны все предельные отклонения обрабатываемых размеров.

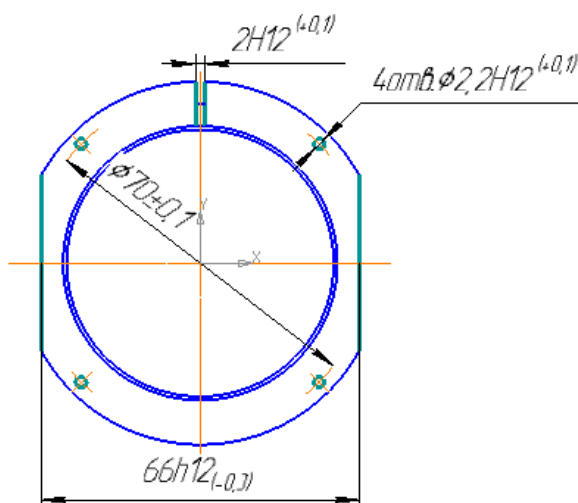


Рисунок 2.5 – 010 Фрезерная установ А

015 Фрезерная . На эскизе (рисунок 2.6) выполнен необходимый для обработки вид, выделены все обрабатываемые поверхности. Не указаны технологическая база и закрепление детали. Отсутствуют шероховатости обрабатываемых поверхностей. Указаны все предельные отклонения обрабатываемых размеров.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

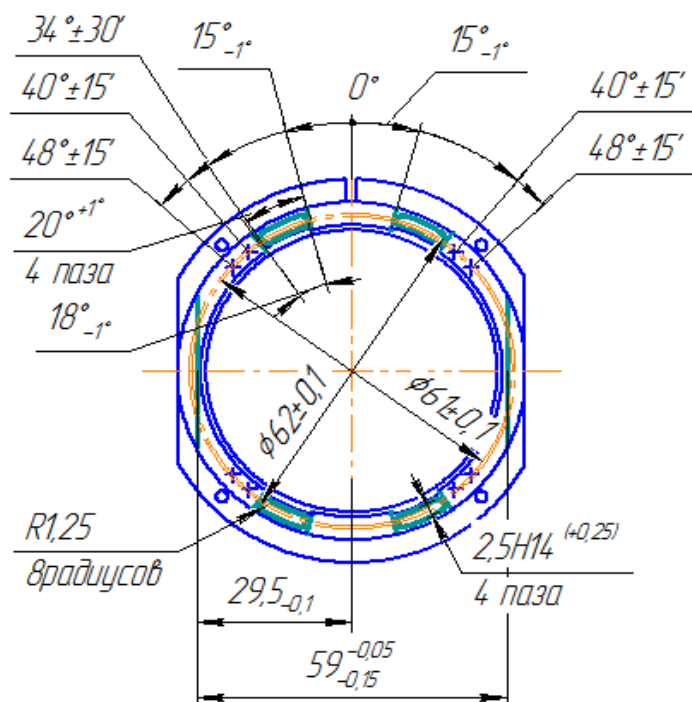


Рисунок 2.6 – 010 Фрезерная установка Б

020 Фрезерная позиция А. На эскизе (рисунок 2.7) выполнены все необходимые для обработки виды, выделены все обрабатываемые поверхности. Не указаны технологическая база и закрепление детали. Не указаны шероховатости обрабатываемых поверхностей и предельные отклонения обрабатываемых размеров. Все обрабатываемые поверхности выделены.

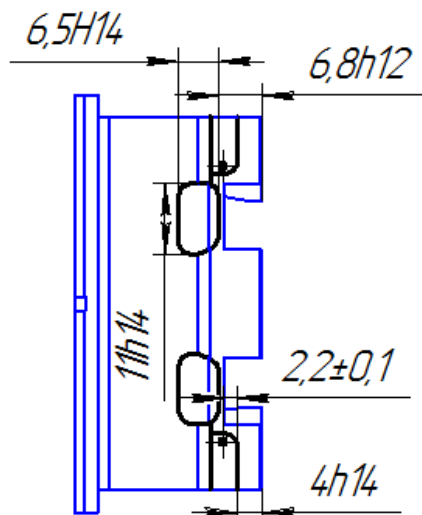


Рисунок 2.7 – 020 Фрезерная позиция А

020 Фрезерная позиция Б. На эскизе (рисунок 2.8) выполнен необходимый для обработки вид, выделены обрабатываемые поверхности. Не указаны технологическая база и закрепление детали. Не указаны шероховатости обрабатываемых поверхностей, размеры и предельные отклонения обрабатываемых размеров.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

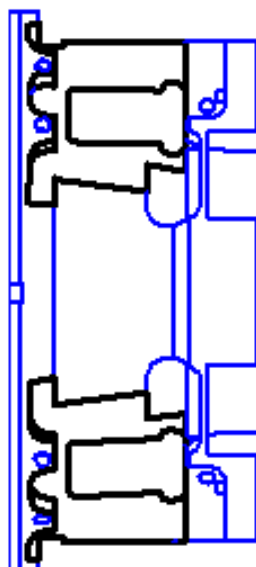


Рисунок 2.8 – 020 Фрезерная позиция Б

020 Фрезерная позиция В. На эскизе (рисунок 2.9) выполнен необходимый для обработки вид, выделены обрабатываемые поверхности. Не указаны технологическая база и закрепление детали. Не указаны шероховатости обрабатываемых поверхностей, размеры и предельные отклонения обрабатываемых размеров.

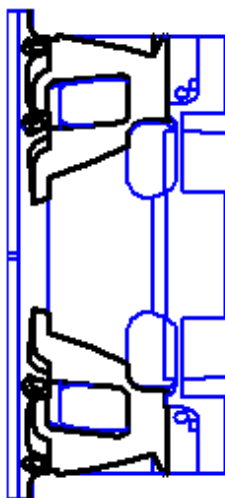


Рисунок 2.9 – 020 Фрезерная позиция В

020 Фрезерная позиция Г. На эскизе (рисунок 2.10) выполнен необходимый для обработки вид, выделены обрабатываемые поверхности. Не указаны технологическая база и закрепление детали. Не указаны шероховатости обрабатываемых поверхностей. Указаны предельные отклонения обрабатываемых размеров.

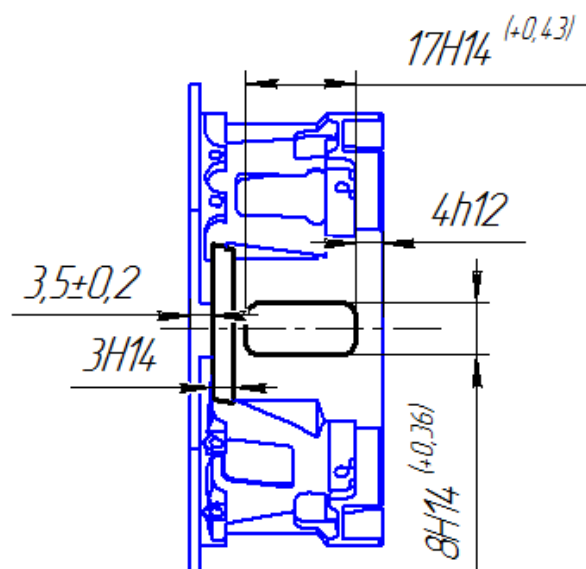


Рисунок 2.10 – 020 Фрезерная позиция Г

Анализ карт технического контроля

Карты технического контроля отсутствуют. Они должны быть обязательно, с указанием контролируемых размеров, а также с применяемым приспособлением для контроля нужных размеров.

В маршрутно-операционных картах указывается, что деталь поступает на контроль ОТК, указаны размеры для контроля и список применяемого измерительного инструмента.

Таким образом следует, что из-за отсутствия в технологическом процессе карт технического контроля, невозможно определить с помощью какого приспособления и какие размеры контролируются.

2.2.2. Анализ оборудования, режущего инструмента, оснастки

Анализ оборудования

Обработка детали производится на различном оборудовании. Это приводит к необходимости применения дополнительных приспособлений для закрепления и позиционирования заготовок. На некоторых операциях используется специальная технологическая оснастка, применяемая только для этой детали (например: кулачки на токарной операции или кондуктор на операции сверления). На других операциях используются стандартная оснастка, что является эффективным. Приспособления не автоматизированы, что увеличивает время на установку и закрепление детали. Ни на одном приспособлении не применяются гидравлические и пневматические приводы, что является недостатком данного технологического процесса. Это всё также увеличивает затраты и время на изготовление детали.

В процессе обработки деталь обрабатывается на токарном и вертикально-фрезерном станках - это оборудование достаточно эффективно. В процессе обработки происходит множество переустановок детали, что приводит к возникновению погрешностей установки и базирования. Это сказывается на качестве изготовления детали, возникает необходимость промежуточного контроля выполнения размеров на операции, что приводит к

увеличению времени обработки, а соответственно и к повышению затрат на изготовление детали.

Рассмотрим применяемое оборудование и технологическую оснастку для каждой операции в отдельности.

На заготовительной операции применяется лентопильный станок «PEGASUS»(рисунок 2.11). Фирма изготовитель: FMB(Италия).

Ленточнопильный станок «PEGASUS» предназначен для резания заготовок, как из черных, так и из цветных металлов, различной формы и размеров. Данный станок состоит из пильной рамы, имеющей два шкива на которых закреплена ленточная пила. Тип ленточной пилы и шаг зубьев выбирается в соответствии с разрезаемым материалом. Тиски зажимают заготовку, которую необходимо разрезать. Пильная рама поворачивается вдоль режущей плоскости для распила под определенным углом. Корпус станка состоит из станины. Перемещение движущейся части тисков и повороты пильной рамы вниз и вверх, а так же зажим и ослабление тисков осуществляется при помощи гидравлической системы, используя кнопки. Ленточная пила в зоне резания движется между двумя направляющими, с закрепленными в них опорными роликами и твердосплавными пластинами. Верхняя (подвижная) направляющая позволяет регулировать размер выступающей части режущей кромки пилы. Движение ленточной пилы приводится электродвигателем при помощи механического вариатора, подсоединенного к ведущему шкиву. Движение включается нажатием кнопки, движение автоматически прекращается по окончании резания, когда срабатывает концевой выключатель. Кожух, закрепленный на нижней части пильной рамы, защищает ленточную пилу и шкивы ленточной пилы.

					150305.2020.028 00 ПЗ.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20



Рисунок 2.11 – Лентопилочный станок «PEGASUS»
 Таблица 2 – Технические характеристики станка «PEGASUS»

Габаритные размеры, мм	1200x2150x1600
Вес, кг	800
Насос СОЖ, кВт	0,06
Главный двигатель, кВт	2,2
Размер ленточной пилы, мм	4120x34x1,1
Высота рабочего стола, мм	900
Скорость ленточной пилы, м/мин	16-80

Данный станок удовлетворяет требуемым параметрам заготовки, обеспечивает малый расход материала, благодаря не большой толщине пилы.

При производстве детали на программах №1 - №4 применяется токарный станок с ЧПУ «СТХ 310» (рисунок 2.12). Фирма изготовитель: DMG (Германия).

Данный токарный станок с ЧПУ является производительным, гибким и простым в управлении. Обработка детали производится посредством револьверной головки, а также за счет современной технологии привода с ускоренным ходом 30 м/мин .

Таблица 3 – Технические характеристики станка СТХ-310

Наименование параметра	Величина параметра, размерность
Рабочая зона	
Максимальный ϕ устанавливаемой	330 мм

детали	
Максимальный Φ устанавливаемой детали по поперечным салазкам суппорта	260 мм
Максимальный Φ обточки	200 мм
Быстрый ход, ось X	182,5 мм
Продольное перемещение, ось Z	455 мм
Быстрый ход, оси X/Z	30/30 м/мин
Главный шпиндель	
Шпиндельная головка	140h5 мм
Прохождение прутка	Φ 51
Φ шпинделя в передней опоре	100 мм
Зажимной патрон	210 мм
Мощность привода	16,5 кВт
Максимальный момент	166,5 Нм
Максимальный диапазон скорости	5000 об/мин
Держатели инструмента	
Количество позиций инструмента	12
Станция приводных инструментов	12

Окончание таблицы 3

Φ хвостовика	30 мм
Характеристики привода	8,4 кВт
Максимальный момент	20 Нм
Максимальная скорость	4500 об/мин
Задняя бабка	
Ход задней бабки	396 мм
Центральный кернер	4 МТ
Максимальная мощность задней бабки	400 daN

Параметры детали соответствуют параметрам используемого станка «СТХ-310», который обеспечивает требуемую точность обрабатываемых поверхностей. Но использование этого станка не целесообразно, так как вспомогательное время увеличивается, из-за выполнения на нём 4 операций с переустановкой детали.



Рисунок 2.12 – Токарный станок с ЧПУ «СТХ-310»

На программах №5 - №10 применяется станок Leadwell V50 (рисунок 2.13). Фирма изготовитель: Leadwell Machines Mfg (Тайвань).

Вертикально-фрезерные станки используются для фрезерования уступов, плоскостей и криволинейных поверхностей, и, также, для обработки отверстий концевым и расточным инструментом. Дополнительные 4ая и 5ая управляемые оси позволяют обрабатывать корпусные детали за 1 установ с нескольких сторон.

Серия станков V компании Leadwell - это вертикально-фрезерные станки широкого применения с направляющими качения. Размер стола до 2100*1000мм. Могут использоваться для обработки всех групп материалов.

Параметры детали соответствуют параметрам используемого станка «Leadwell V50». Точность перемещения инструмента обеспечивает требуемую точность обрабатываемых поверхностей. Для обработки поверхностей в программах №7-№10 используется поворотный стол.



Рисунок 2.13 – Вертикально-фрезерный станок «Leadwell V50»

Таблица 4 – Технические характеристики станка Leadwell V50

Наименование параметра	Величина параметра, размерность
Ход по осям: X, Y, Z	1270*635*610 мм
Размер стола	1420*610 мм
Нагрузка на стол	1000 кг
Характеристики шпинделя	18,5 кВт; 8000 об/мин
Конус шпинделя	BT 40
Скорость холостого хода	36 м/мин

Анализ режущего инструмента

Для обработки детали по данному техпроцессу используется следующий инструмент:

Резцы: торцевой (рисунок 2.14), проходной (рисунок 2.15), канавочный (рисунок 2.16), расточной (рисунок 2.17). Выбранный инструмент выбирается по ГОСТ, но не в маршрутно-операционных картах, а также в картах эскизов не указан ГОСТ на конкретный инструмент, дано только название. Все резцы с припаянными к ним пластинами из твердого сплава.

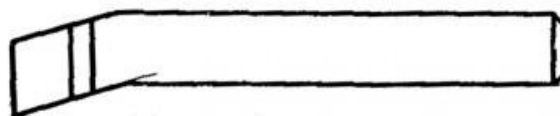
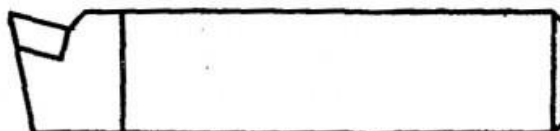


Рисунок 2.14 – Резец торцевой

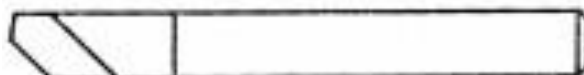
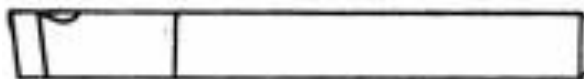


Рисунок 2.15 – Резец проходной

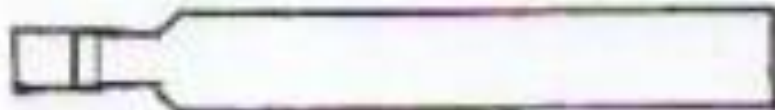
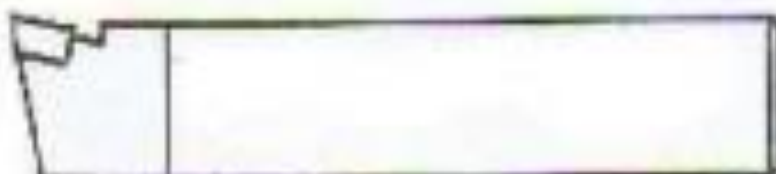


Рисунок 2.16 – Резец канавочный

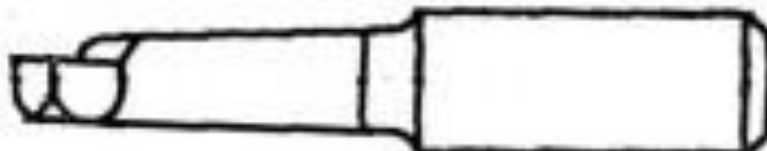


Рисунок 2.17 – Резец расточной

Сверла: центровальное (рисунок 2.18), а также сверла \varnothing от 2,2 мм до 15 мм. ГОСТ на сверла также не указан ни в маршрутно-операционных картах, ни в картах эскизов, указан только \varnothing инструмента на конкретной операции.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

150305.2020.028 00 ПЗ.ВКР

Лист

25

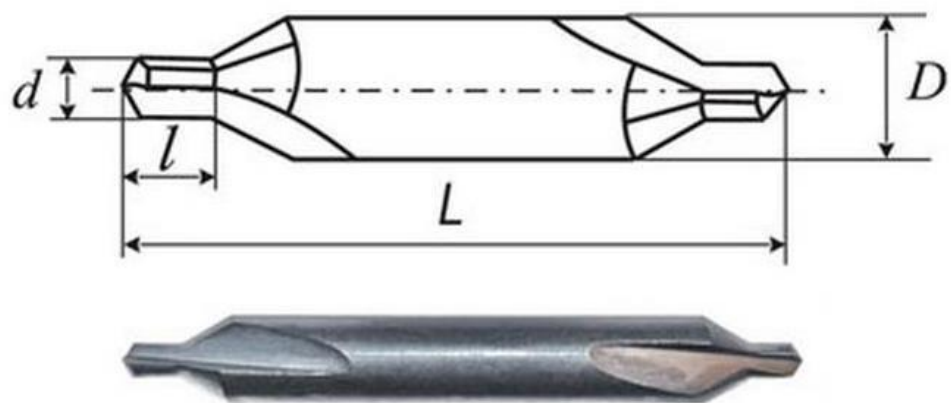


Рисунок 2.18 – Сверло центральное

Фрезы: используются фрезы \varnothing от 1,6 мм до 6 мм, в документации ГОСТ не указан. Но все используемые фрезы являются цельными.

Для измерений используются: Штангенциркули ШЦ-I I -250-0,1; ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166-89; Угольник УП-0-100-Н ГОСТ 3749-77

Применяемый в процессе обработки инструмент является стандартным и во всех операциях подобран правильно, однако в современном машиностроении большее применения находят инструменты с сменными многогранными пластинами (СМП), что позволяет сократить количество заточного оборудования, уменьшить расходы абразивных материалов, уменьшает трудоемкость изготовления инструмента, устранение пайки и т.д.

Анализ оснастки и приспособлений

В качестве приспособления, в действующем технологическом процессе, на токарном станке используется 3-х кулачковый (рисунок 2.20), на фрезерном станке координатная плита, а в качестве прижимов используются ступенчатые станочные прихваты (рисунок 2.19) и цеховые приспособления, которые, как правило, не отвечают технике безопасности.

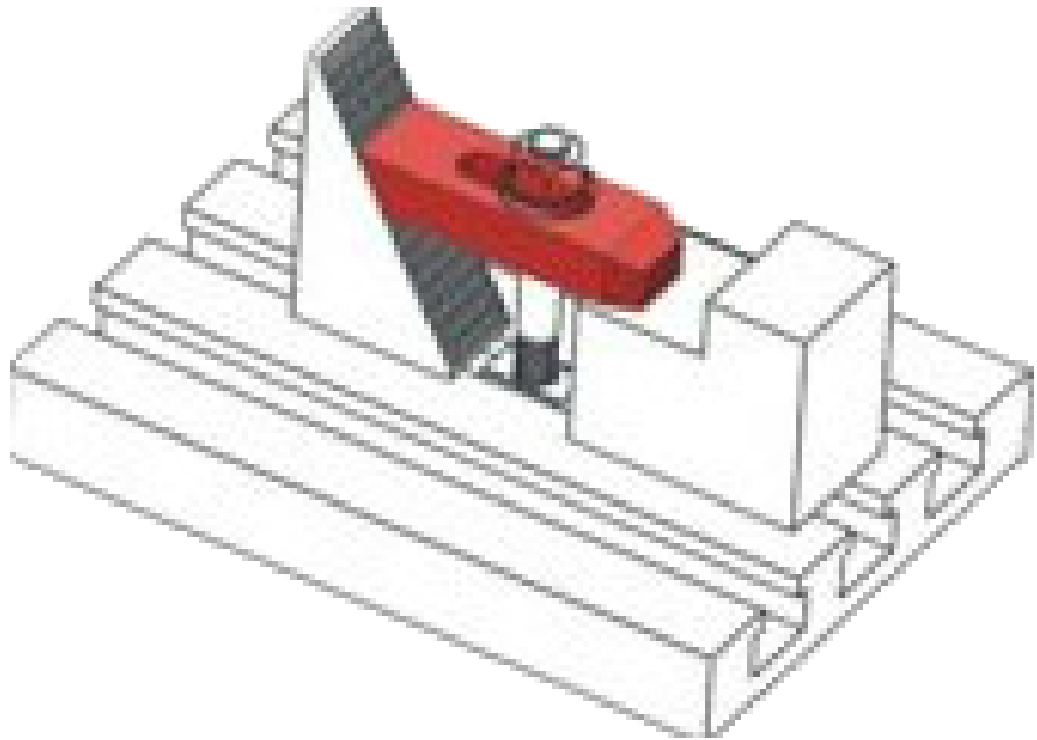


Рисунок 2.19 – Прихваты ступенчатые станочные



Рисунок 2.20 – Патрон 3-х кулачковый

Данных приспособлений вполне достаточно, для того, чтобы установить и закрепить обрабатываемую деталь на станке, для дальнейшей обработки, но они не обеспечивают требуемую точность позиционирования детали.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

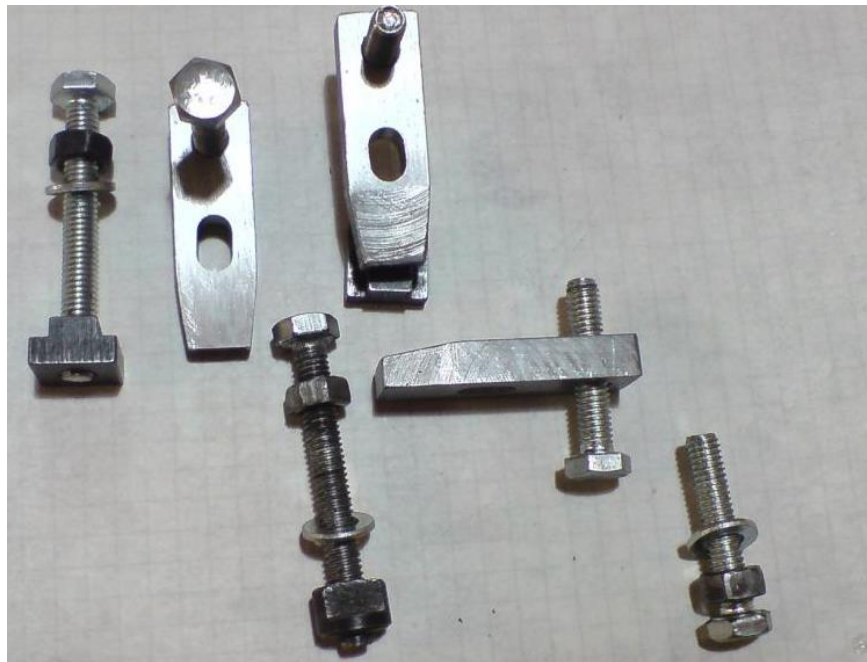


Рисунок 2.21 – Прижимы

2.2.3. Размерный анализ действующего техпроцесса [2]

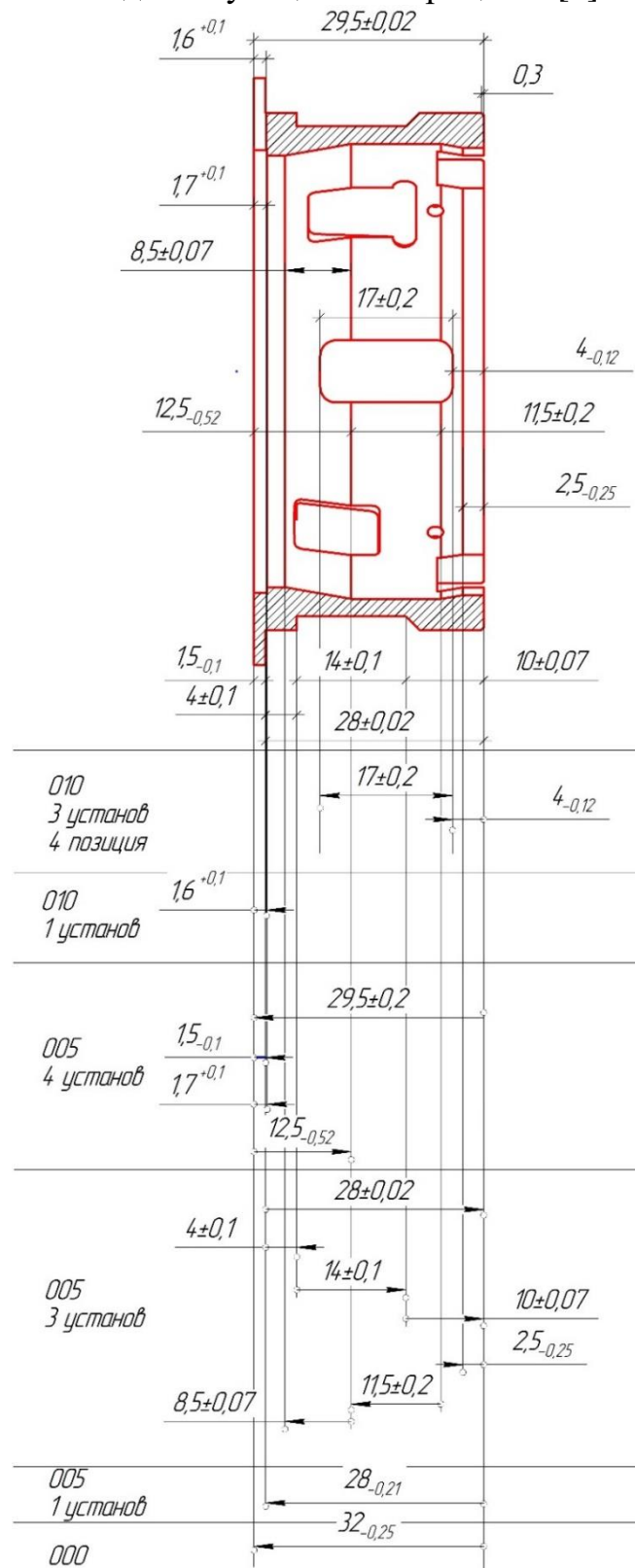


Рисунок 2.22

После построения цепи, не представилось посчитать размерную цепь.

2.2.4. Выводы из анализа и предложения по разработке проектного техпроцесса

Полностью проанализировав процесс изготовления детали можно

					150305.2020.028 00 ПЗ.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

сказать следующее:

- 1) Режущий инструмент, применяемый для обработки детали приемлемый, но является устаревшим. У резцов приходится переплаивать пластины если это является возможным, а фрезы нужно затачивать.
- 2) Большой коэффициент использования материала.
- 3) Нецелесообразное применение некоторого оборудования и оснастки.
- 4) Большое значение времени на обработку одной детали.

Предложения по разрабатываемому технологическому процессу:

- 1) Современное оборудование, позволяющее сократить время на обработку детали за счет сокращения количества операций.
- 2) Использование другой заготовки, для более рационального использования материала.
- 3) Современный инструмент с СМП, чтобы не тратить время на переточку, а просто заменить пластину.

2.3. Разработка проектного технологического процесса

2.3.1. Разработка маршрута проектного техпроцесса [4]

Маршрут изготовления детали действующего техпроцесса сведен в таблицу 5.

Таблица 5 – Маршрут проектного техпроцесса

№ Операции	Наименование операции	Оборудование
000	Заготовительная	Литейная машина J116E
005	Термическая	Печь
010 (1 установ)	Токарная с ЧПУ	Обрабатывающий центр с ЧПУ СТХ beta 800 ТС
010 (2 установ)		
015	Термическая	Печь
020	Токарная с ЧПУ	Обрабатывающий центр с ЧПУ СТХ beta 800 ТС
025	Комплексная на ОЦ с ЧПУ	Обрабатывающий центр с ЧПУ DMU 50
030 (1 позиция)	Комплексная на ОЦ с ЧПУ	Обрабатывающий центр с ЧПУ DMU 50
030 (2 позиция)		
030 (3 позиция)		
030 (4 позиция)		
030 (5 позиция)		
035	Моечная	Ванна
040	Слесарная	Слесарный стол
045	Контрольная	Контрольный стол

2.3.2. Выбор оборудования для реализации техпроцесса

Для реализации 000 Заготовительная используется литейная машина J116E (рисунок 2.23).



Рисунок 2.23 – Литейная машина J116E

Таблица 6 – Технические характеристики J116E

Усилие запираания прессформы	кН	630
Размеры подвижной плиты (Гор.хВерт.)	мм	480X480
Внутреннее расстояние между колоннами (Гор.×Верт.)	мм	300x300
Толщина прессформы (Мин./Макс.)	мм	150/350
Ход подвижной плиты	мм	240
Ход гидровыталкивателя	мм	60
Усилие гидровыталкивателя	кН	52
Усилие прессования	кН	90
Ход поршня при впрыске	мм	282
Скорость впрыска	м/сек	4
Позиции заливки (центр, низ)	мм	0,-60
Минимальное время нагнетания	мсек	30
Диаметр плунжера	мм	35
Масса заливаемой порции сплава (AL)	кг	93.5
Рабочее давление при впрыске	МПа	93.5
Максимальная площадь проекции литья	см	87
Время цикла на холостом ходу	сек	5
Рабочее давление гидравлической системы	МПа	10.5
Мощность двигателя	кВт	11
Масса машины	кг	3500
Габаритные размеры (Д×Ш×В)	мм	3970x1050x2100
Цена «склад завода»	юаней	100000

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

Литейные машины для литья под давлением с холодной камерой прессования J116E широко используются для массового производства отливок из алюминия, меди, цинка в различных областях промышленности (мотостроении, автомобильной, военной промышленности, в области приборостроения и измерительной аппаратуры). В ней используется числовое программное управление, кривошипно-ползунный механизм, гидравлический привод, несущая конструкция с четырехколонным компенсатором упругого напряжения, стабильная и эффективная трехступенчатая гидравлическая система нагнетания и впрыска.

Для реализации 005 Токарная на ОЦ с ЧПУ используется станок от DMG MORI «CTX beta 800 TC» (рисунок 2.24)

CTX beta 800 TC обеспечивает экономичный первый шаг в области обработки деталей диаметром до 500 мм и длиной до 800 мм.

С одной стороны, автоматическое устройство смены инструмента, содержащее до 80 инструментальных позиций, предоставляет заказчику широчайшие возможности в области классической токарной обработки. С другой стороны, наличие оси В с новым токарно-фрезерным шпинделем позволяет осуществлять комплексную токарно-фрезерную одновременную обработку по 5 осям. В распоряжении пользователя ход по оси Y в 200 мм.



Рисунок 2.24 – Обрабатывающий центр с ЧПУ CTX beta 800 TC

Основным элементом является ось В с технологией прямого привода Direct Drive при плавно регулируемом наклоне в диапазоне $\pm 110^\circ$, оборудованным новым сверхкомпактным токарно-фрезерным шпинделем. Компактная конструкция шпинделя со встроенным выбрасывающим цилиндром, устройством зажима инструментов, обеспечивает крутящий момент до 120 Нм при длине лишь 350 мм. По сравнению с обычным шпинделем он дает преимущество в величине рабочей зоны в 170 мм

										Лист
										32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

одновременно с увеличением крутящего момента на 20 %. Кроме того, достигается значительная экономия на стоимости оснастки, так как при обработке фасок и отверстий можно применять стандартные инструменты.

Обработка заготовок диаметром до 500 мм и длиной до 800 мм, занимаемая площадь 8,5 м², благодаря применению сверхкомпактного токарно- фрезерного шпинделя.

Применения люнетов для заготовок диаметром до 200 мм и зажимного патрона диаметром до 400 мм.

Таблица 7 – Технические характеристики «СТХ beta 800 ТС»

Наибольший диаметр заготовки	мм	500
Наибольшая длина заготовки	мм	800
Диаметр патрона	мм	250/400

Радиальное перемещение X	мм	300
Вертикальное перемещение Y	мм	±100
Осевое перемещение Z	мм	850
Быстрые перемещения X/Y/Z	м/мин	30/22,5/30
Мощность главного привода	кВт	34/22
Крутящий момент	Нм	380/120
Число оборотов	об/мин	5000
Количество инструментов		12/16

Для реализации 010 Фрезерная на ОЦ с ЧПУ используется станок от DMG MORI «DMU 50» (рисунок 2.25).

Станок DMU 50 открывает новые возможности для обработки деталей в цеховых условиях, обучения, лабораторных исследований, производства приспособлений и инструментов.



Рисунок 2.25 – Обрабатывающий центр с ЧПУ DMU 50

Этот универсальный станок с ЧПУ разработан по инновационной машиностроительной технологии. К отличительным особенностям относятся цифровые приводы по всем осям, быстрый ход до 24 м/мин и шпиндельный двигатель со скоростью вращения до 18000 об/мин, которые повышают динамические характеристики станка DMU 50. К стандартному жесткому столу дополнительно предлагаются другие варианты исполнения столов, в том числе механический стол, поворотный/вращающийся стол с электроприводом и гидравлической системой зажима инструментов и универсальный стол. Современная конструкция поперечных салазок суппорта с ребристыми литыми элементами создают основу для существенно более высокой точности и жесткости. Самая последняя технология управления с панелью управления DMG ERGOline®, экраном 19" и программным обеспечением 3D гарантирует достижение самой высокой рабочей скорости, точности и надежности.

Таблица 8 – Технические характеристики «DMU 50»

Привод	
Поперечный ход по осям X/Y/Z, мм	500 / 450 / 400
Диапазон скоростей, об/мин	20-18000
Быстрый ход по осям X/Y/Z, м/мин	24
Интегрированный поворотный/вращающийся стол с ЧПУ	
Рабочая поверхность поддона, мм	∅ 630 × 500
Максимальная нагрузка, кг	200 / 300
Диапазон наклона, градусы	-5 / +110
Масса станка, кг	4 480

2.3.3. Выбор исходной заготовки

Для изготовления детали «Корпус датчика» целесообразно применение метода получения заготовки – литье по выплавляемым моделям.

При литье по выплавляемым моделям, модель изготавливают из такого материала, который без разрушения формы можно выплавить или растворить и получить неразъемную форму, что обеспечивает высокую точность отливок. Чаще всего материалом модели является легковыплавляемая воскообразная масса. Литьем по выплавляемым моделям получают отливки сложной конфигурации с толщиной стенки до 0,5 мм в основном из стали и жаропрочных сплавов, трудно обрабатываемых механическим способом.

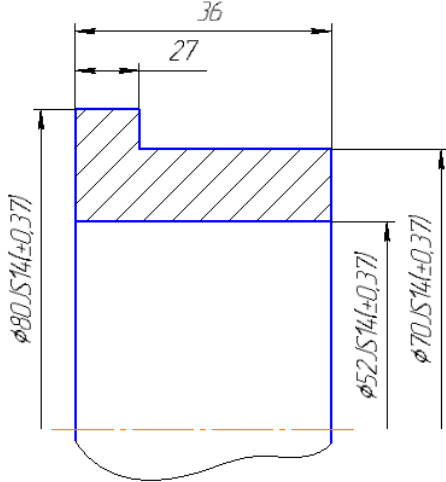
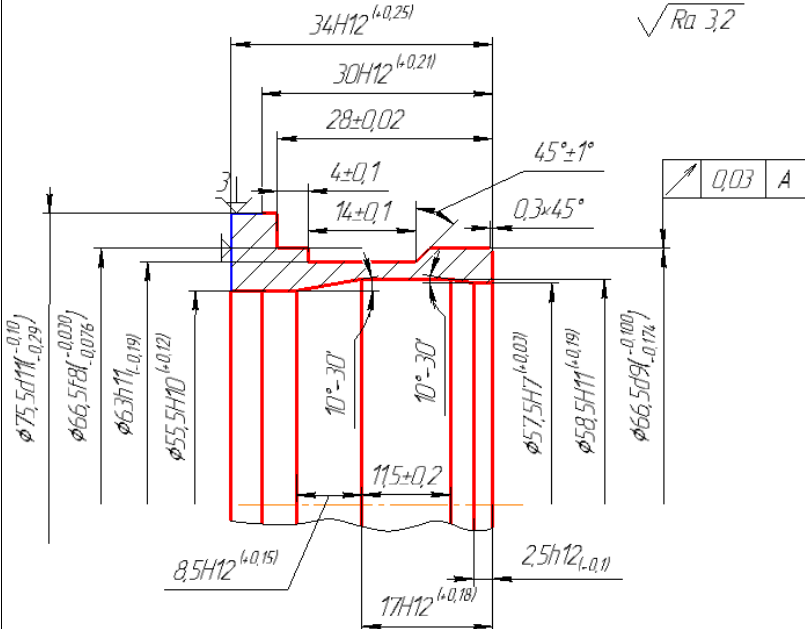
Преимущества литья по выплавляемым моделям: возможность изготовления отливок из сплавов, не поддающихся механической обработке; получение отливок с точностью размеров до 4-го класса и шероховатостью до 6-го класса чистоты, что в ряде случаев устраняет механическую обработку; возможность получения узлов машин, которые при обычных способах литья пришлось бы собирать из отдельных деталей.

Литье по выплавляемым моделям можно использовать в условиях единичного (опытного), серийного и массового производства. Экономические

показатели этого способа, рациональность его применения зависят от номенклатуры отливок. Наиболее целесообразно изготавливать этим способом мелкие, но сложные по конфигурации отливки, а также крупные отливки, к которым предъявляются высокие требования по точности размеров и чистоте литой поверхности, отливки из труднообрабатываемых сплавов.

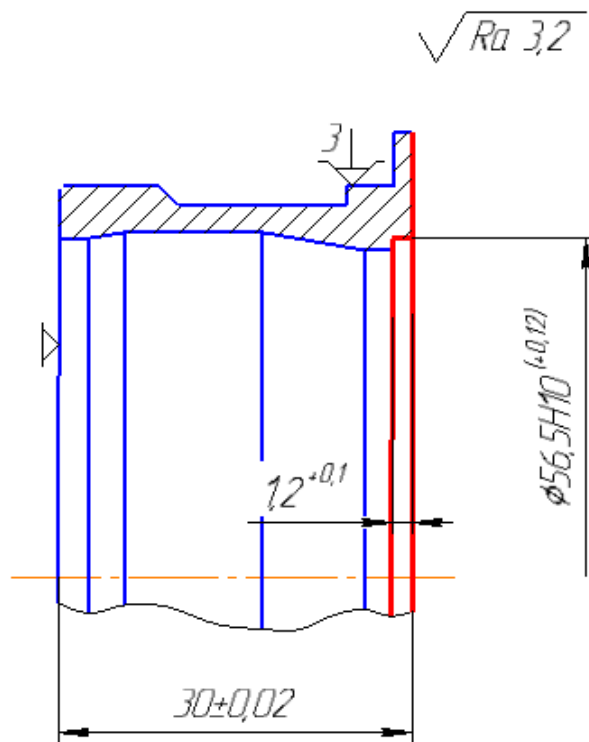
2.3.4. План операций и переходов проектного техпроцесса

Таблица 9 – План операций и переходов

№ Оп-ции	Операционный эскиз	Оборудование
000 Заготовительная		Литейная машина J116E
005 Токарная (1установ)		Обработывающий центр с ЧПУ «СТХ beta 800 TC»

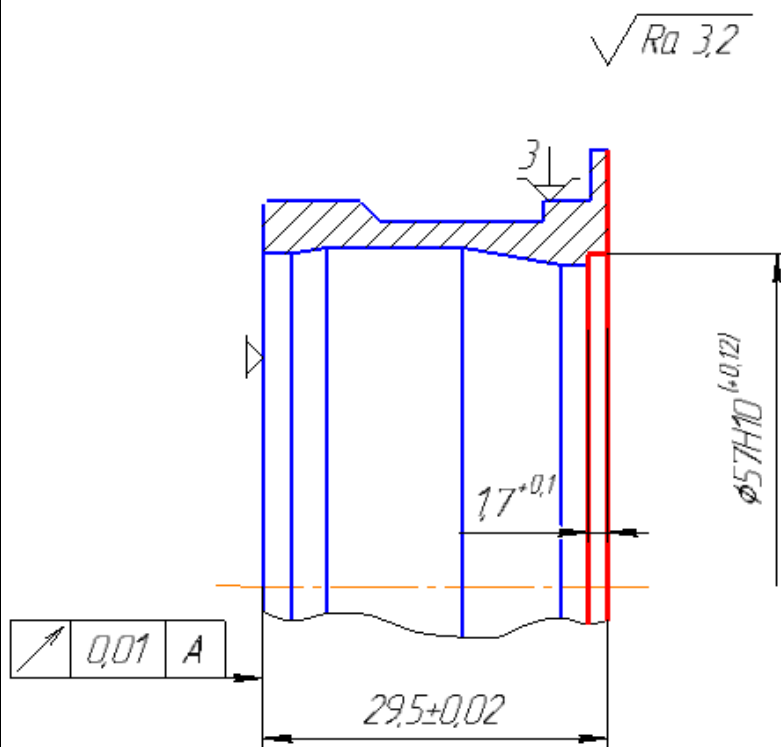
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

05 Токарная (2 установ)



Обраба
тывающий
центр
с ЧПУ «СТХ
beta 800 TC»

015 Токарная (1 установ)



Обраба
тывающий
центр
с ЧПУ «СТХ
beta 800 TC»

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

150305.2020.028 00 ПЗ.ВКР

Лист

36

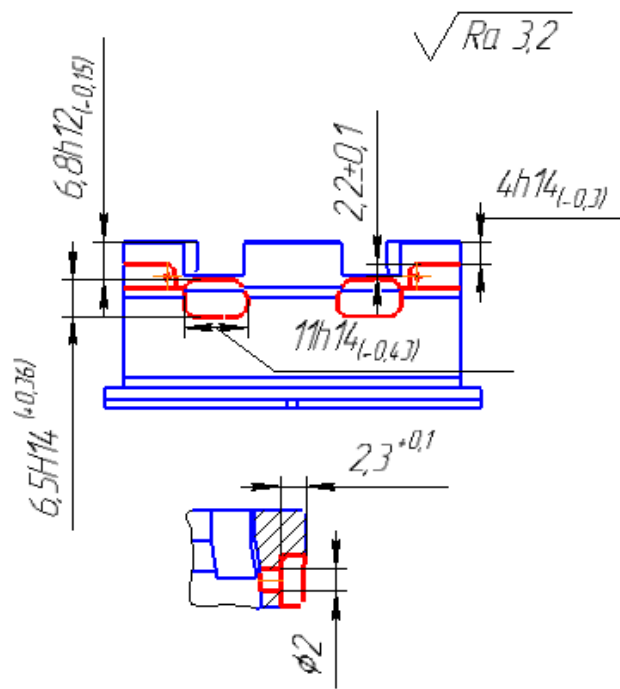
<p>20 Фрезерная (1 установ)</p>	<p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra\ 3,2}$</p> <p style="text-align: right;">Обрабатывающий центр с ЧПУ «DMU 50»</p>	<p style="text-align: center;">Обрабатывающий центр с ЧПУ «DMU 50»</p>
---------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------

Продолжение таблицы 9

<p>020 Фрезерная (2 установ/1 позиция)</p>	<p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra\ 3,2}$</p> <p style="text-align: right;">Обрабатывающий центр с ЧПУ «DMU 50»</p>	<p style="text-align: center;">Обрабатывающий центр с ЧПУ «DMU 50»</p>
--------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------

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

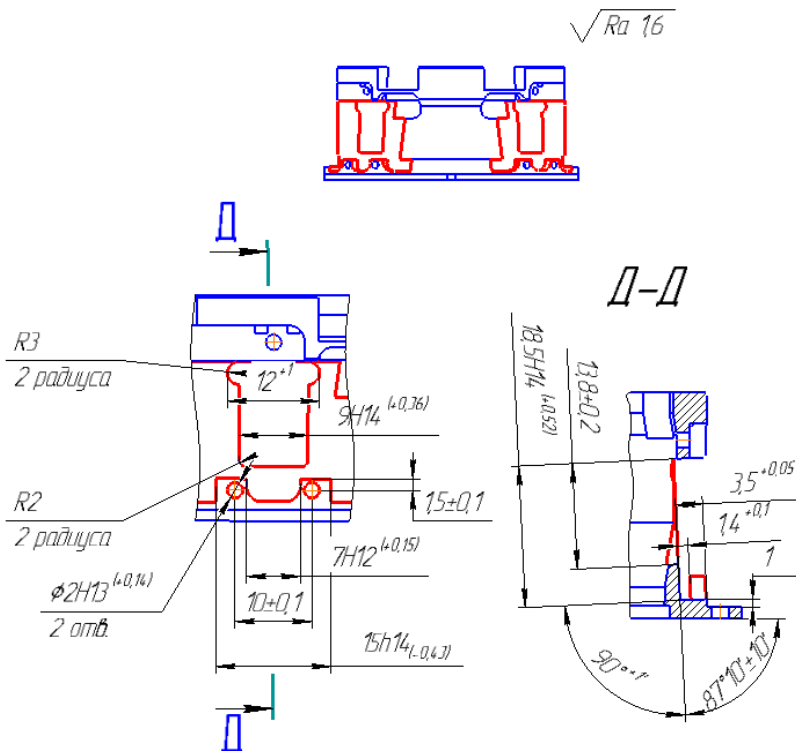
020 Фрезерная (2 установ/2 позиция)



Обрабатывающий центр с ЧПУ «DMU 50»

Продолжение таблицы 9

020 Фрезерная (2 установ/3 позиция)



Обрабатывающий центр с ЧПУ «DMU 50»

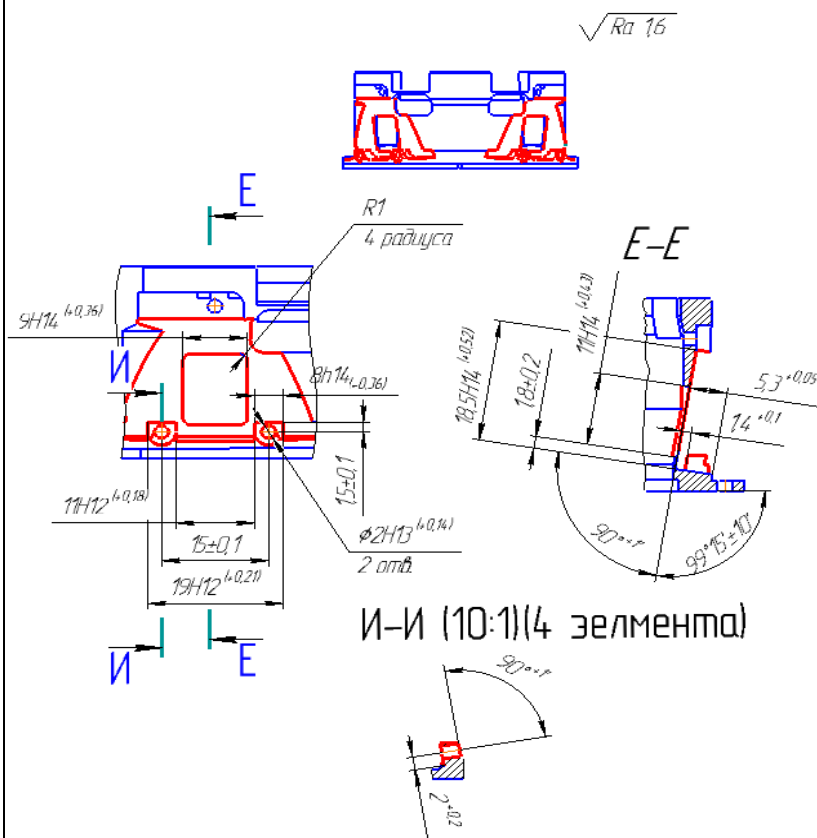
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

150305.2020.028 00 ПЗ.ВКР

Лист

38

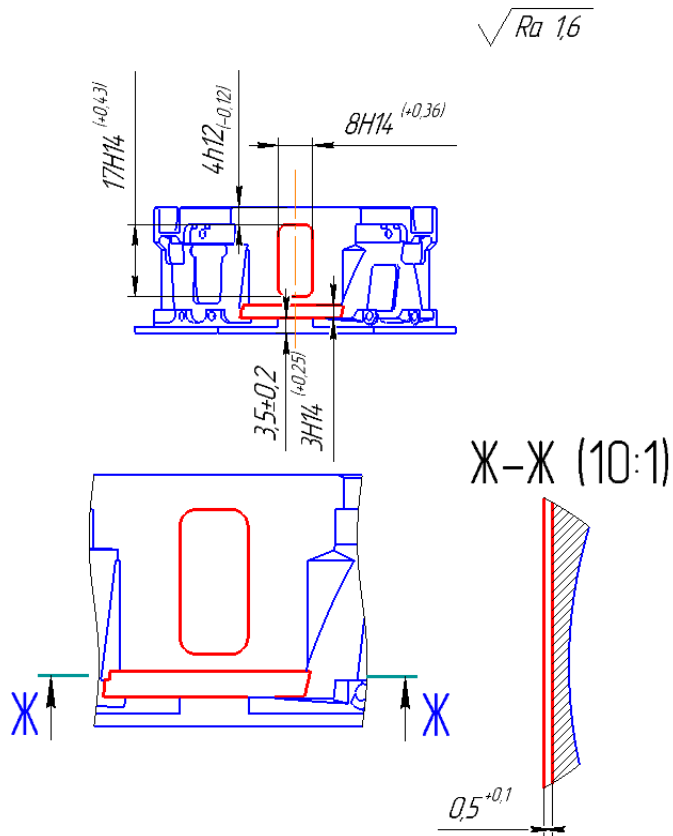
Фрезерная (2 установ/4 позиция)



Обработка
ЦПУ с ЧПУ
«DMU 50»

Окончание таблицы 9

020 Фрезерная (2 установ/5 позиция)



Обработка
ЦПУ с ЧПУ
«DMU 50»

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

2.3.5. Размерный анализ проектного техпроцесса [2]

Рассчитываются операционные припуски:

$$Z_1 = B - 4 - 1,5$$

$$Z_3 = B - 34$$

$$Z_{1ном} = Z_{\min 1} + \frac{W}{2} - \Delta_0 = (0,04 + 0,15) + \frac{0,2 + 0,2 + 0,1}{2} - 0,05 = 0,39$$

$$\Delta_0 = \frac{0,1}{2} = 0,05$$

$$B = 4 + 1,5 - Z_1 = 4 + 1,5 - 0,39 = 5,11$$

$$B = 5,11$$

$$Z_{3ном} = Z_{\min 3} + \frac{W}{2} - \Delta_0 = (0,04 + 0,15) + \frac{0,25 + 0,3}{2} - 0,025 = 0,44$$

$$\Delta_0 = \frac{0,3 - 0,25}{2} = 0,025$$

$$B = 34 + Z_{31} = 34 + 0,025 = 34,025$$

					150305.2020.028 00 ПЗ.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

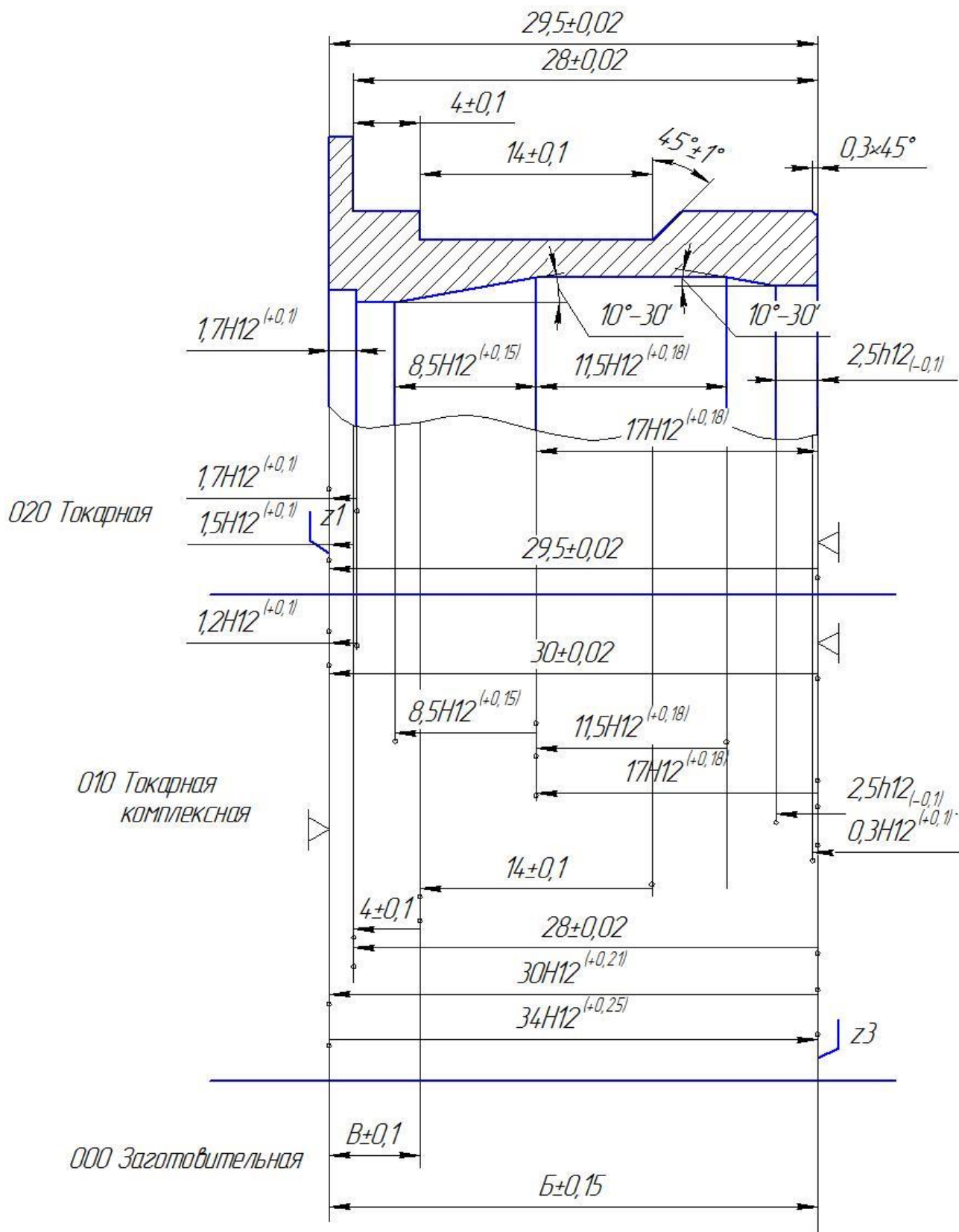


Рисунок 2.26– Размерная цепь

2.3.6. Расчет режимов резания

Для расчета режимов резания использовался онлайн калькулятор фирмы SandvikCoroGuide. Этот калькулятор был выбран, потому что весь подобранный для разработанного техпроцесса инструмент является продукцией данной фирмы. В записке был приведен расчет режимов резания на один

переход и вместе с остальными данными был сведен в таблицу.

Расчет режимов резания для подрезки торца. Для начала, в пункте операции, нужно выбрать вид детали: симметрично вращающаяся, либо невращающаяся, в данном случае выбираем симметрично вращающуюся (рисунок 2.27). Затем выбираем вид обработки – наружная (рисунок 2.28). Далее в каталоге выбирается задача, в нашем случае – это обработка торца (рисунок 2.29).

Следующим шагом является выбор марки материала детали, а так же типа оборудования – марка материала детали ВТ5-1, тип станка выбираем универсальный высокопроизводительный (рисунок 2.30).

После этого нужно ввести параметры обработки: обрабатываемый диаметр; ширину; значение шероховатости (рисунок 2.31).

Далее по введенным данным выводится таблица с данными в которой указано количество проходов, обрабатываемый диаметр, глубина резания, скорость резания, скорость шпинделя, оборотная подача, мощность резания, момент резания, время обработки на один проход и время простоев между проходами (рисунок 2.31). [7]

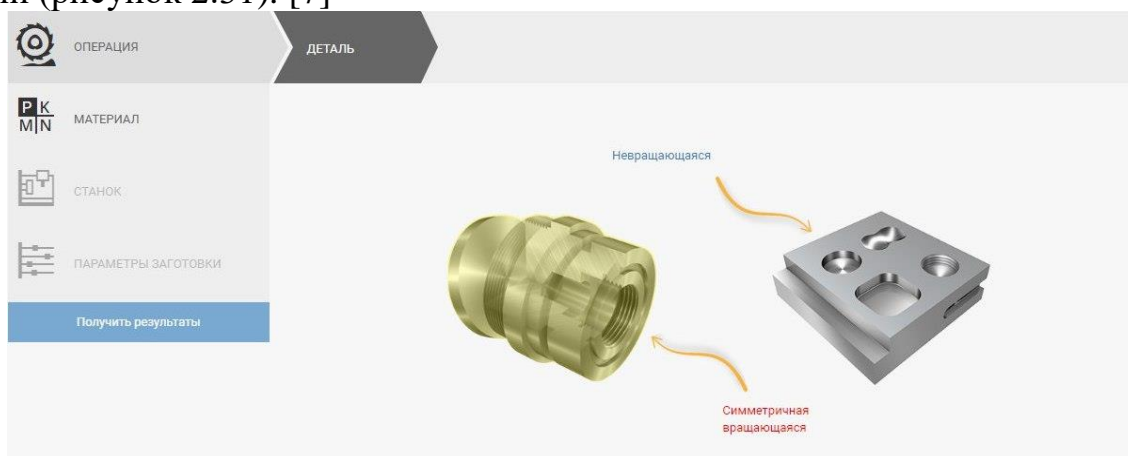


Рисунок 2.27 – Выбор вида детали

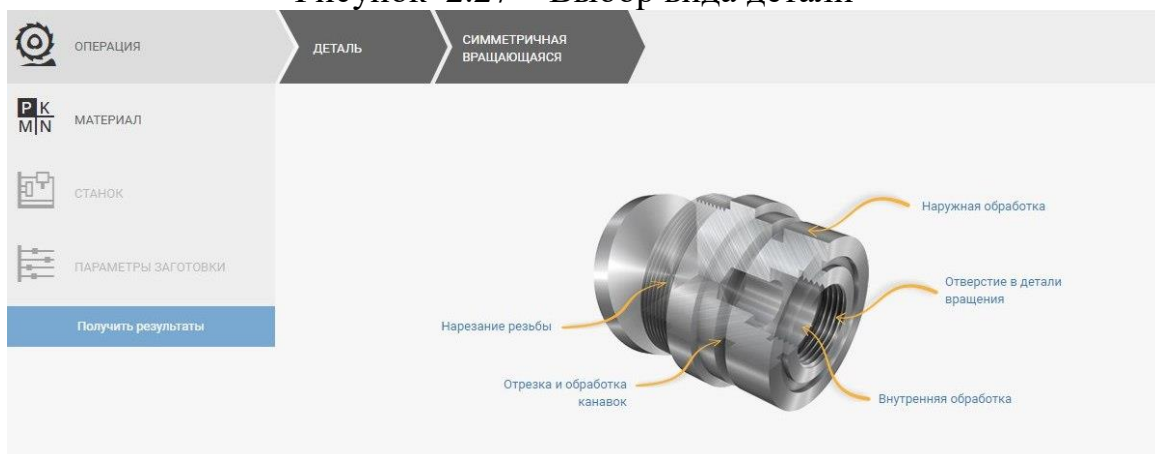


Рисунок 2.28 – Выбор вида обработки

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

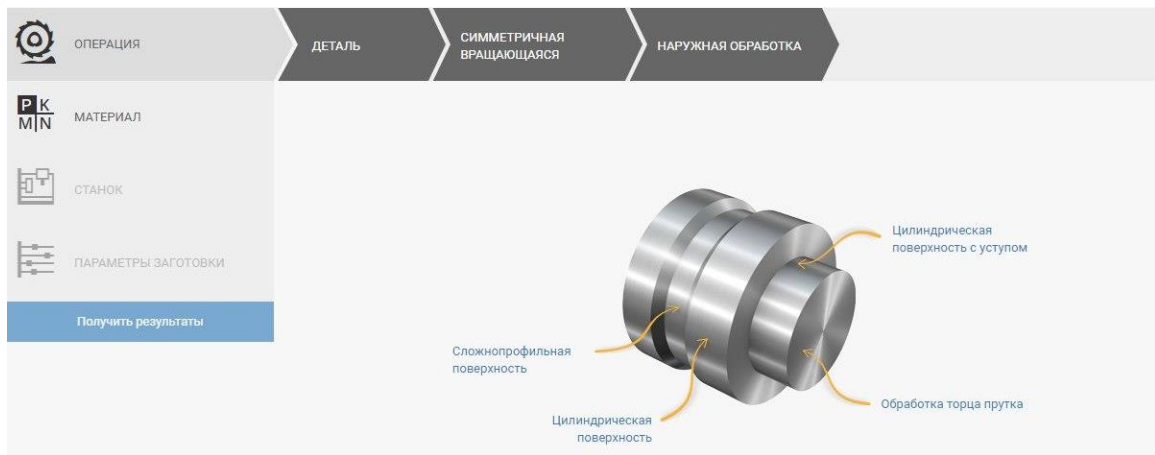


Рисунок 2.29 – Выбор задачи

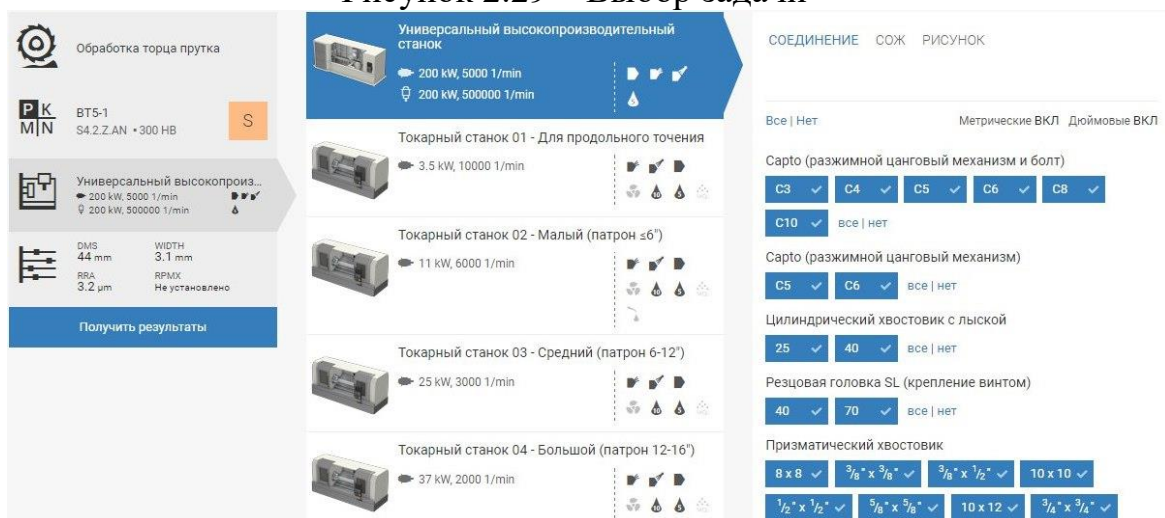


Рисунок 2.30 – Выбор марки материала детали и типа станка

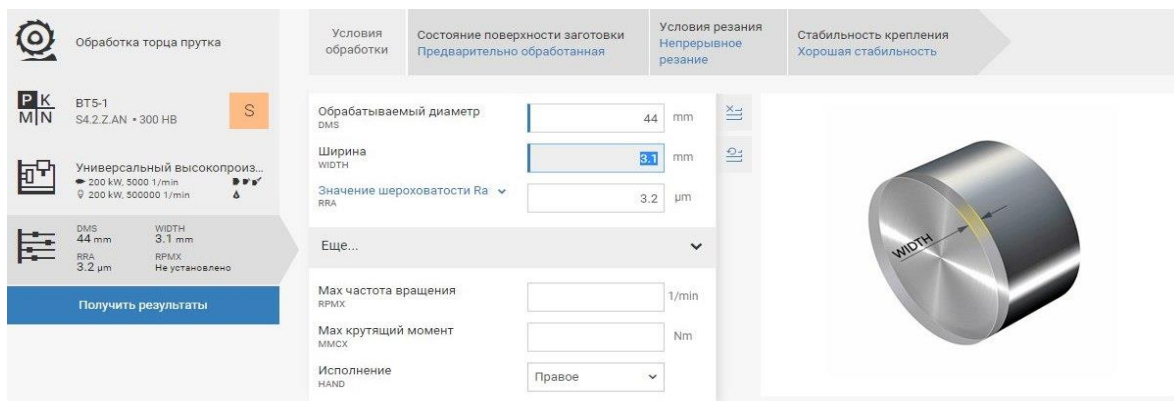


Рисунок 2.31 – Параметры обработки торца

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ

Параметры		
Скорость резания	VC [m/min]	47.9
Подача на оборот	FN [mm]	0.707
Число проходов в направлении AP	NOPAP	1
Глубина резания	AP [mm]	3.1
Мак частота вращения	RPMX [1/min]	5000
Максимальная мощность резания	PPCX [kW]	2.88
Мак крутящий момент	MMCX [Nm]	79.4

Рисунок 2.32 – Режимы резания

Таблица 10 – Режимы резания [7]

Операция/Переход	Режимы резания				
	t, мм	V, м/мин	n, об/мин	S, мм/об (мм/зуб)	To, с
010 Токарная Установ А					
1. Подрезка торца детали	1,5	59	5000	0,408	0,05
2. Точение Ø75,5	2,25	49,6	209	0,707	12,2
3. Точение Ø66,5	1,75	60,3	289	0,3	19,4
4. Точение канавки Ø63	1,75	58,3	294	0,3	9,54
5. Растачивание отверстия до Ø55,5	1,75	63,7	365	0,282	20,4
6. Растачивание отверстия до Ø57,5	1	63,7	352	0,282	21,2
7. Растачивание отверстия до Ø58,5	0,5	63,7	346	0,282	21,5
010 Токарная Установ Б					
1. Подрезка торца детали	1,5	59	5000	0,408	0,05
2. Растачивание отверстия до Ø56,5	0,5	60,3	340	0,368	0,575
020 Токарная					
1. Подрезка торца детали	1,5	59	5000	0,408	0,05
2. Растачивание	0,25	65	363	0,326	0,858

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

150305.2020.028 00 ПЗ.ВКР

Лист

44

отверстия до Ø57					
025 Фрезерная					
1. Фрезерование лысок	1,5	75,2	748	0,154	10,84
2. Фрезерование паза шириной 2	1,5	29,4	4680	0,0104	6,18
3. Сверление отверстий Ø2,2	0,12	48,1	7000	0,012	0,017
030 Фрезерная Позиция А					
1. Фрезерование лысок	3	60	478	0,17	5,77
2. Фрезерование пазов глубиной 6	6	29,3	4660	0,0094	284
3. Фрезерование пазов шириной 2,5	1	31,4	4000	0,011	17,9
4. Сверление отверстий Ø2	0,12	15,7	2500	0,028	4,45
020 Фрезерная Позиция Б					
1. Фрезерование пазов шириной 11	0,5	41,3	4140	0,019	14,4
2. Фрезерование пазов шириной 2,2	1,15	39,2	3120	0,023	36,2
3. Сверление отверстий Ø2	0,12	15,7	2500	0,028	4,45
020 Фрезерная Позиция В					
1. Фрезерование плоскостей	1,17	67	613	0,8	3,11
2. Фрезерование пазов шириной 2					
3. Фрезерование окон	1,2	31,7	2520	0,021	46,9
4. Фрезерование плоскостей шириной 15	1	38,9	3080	0,02	62
5. Сверление отверстий Ø2	0,12	15,7	2500	0,028	4,45
020 Фрезерная Позиция Г					
1. Фрезерование плоскостей	1,17	67	613	0,8	3,11

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

150305.2020.028 00 ПЗ.ВКР

Лист

45

2. Фрезерование пазов шириной 2					
3. Фрезерование окон	1,2	31,7	2520	0,021	46,9
4. Фрезерование плоскостей шириной 15	1	38,9	3080	0,02	62
5. Сверление отверстий Ø2	0,12	15,7	2500	0,028	4,45
020 Фрезерная У Позиция Д					
1. Фрезерование окон шириной 8	1,5	30,1	3020	0,019	45,5
2. Фрезерование пазов шириной 3	0,5	31,5	3340	0,019	13,3

Таблица 11 – Нормы времени

Операция	То, мин	Твсп, мин	Тобсл, мин	Толн, мин	Тпз, мин
010 Токарная 1У	0,478	1,7015	0,065385	0,109	30
010 Токарная 2У	0,398	1,6812	0,062376	0,104	19
020 Токарная	0,398	1,6812	0,062376	0,104	19
025 Фрезерная	0,029	1,989	0,06054	0,1	39
030 Фрезерная Позиция А	0,176	2,198	0,07122	0,119	21
030 Фрезерная Позиция Б	0,7414	2,471	0,096372	0,161	25
030 Фрезерная Позиция В	0,9346	3,107	0,099863	0,189	32
030 Фрезерная Позиция Г	0,9584	3,217	0,099365	0,197	36
030 Фрезерная Позиция Д	0,7414	2,896	0,087635	0,199	41
035 Моечная	2	1,5	0,105	0,175	10
040 Слесарная	5	1,7	0,201	0,335	12
045 Контроль	7	5	0,36	0,6	20

Время затраченное на изготовление детали рассчитаем по формуле:

$$T_{шт} = T_{осн} + T_{всп} + T_{обсл} + T_{олн} = 304, \text{ мин}$$

2.3.7. Расчет необходимого количества оборудования,

Определение необходимого (расчетного) количества станков С для механических участков при укрупненном проектировании осуществляется по

трудоемкости годового выпуска изделий $T_{и}$, действительному фонду времени работы станка при работе в одну смену $F_{д}$ и режима работы цеха (количества рабочих смен в сутки) m по следующей формуле:

$$C = \frac{T_{и}}{F_{д}m} = \frac{6175}{1889 \cdot 2} = 1,63 = 2 \text{ шт}$$

С учетом среднего значения коэффициента загрузки оборудования η для различных типов производства (единичное, мелкосерийное $\eta=0,8\dots0,9$; среднесерийное $\eta=0,75\dots0,85$; крупносерийное, массовое $\eta=0,65\dots0,75$ [5]) принятое число станков S определится из соотношения:

$$S = \frac{T_{и}}{F_{д}m\eta_{з}} = \frac{6175}{1889 \cdot 2 \cdot 0,85} = 1,92 = 2$$

2.4. Описание планировки участка

Общая площадь спроектированного участка механической обработки составляет 352 м², на данном участке устанавливаются один фрезерный станок с ЧПУ DMG MORI DMU 50 с габаритными размерами 4700×2100×2750 и второй с ЧПУ DMG MORI CTX beta 800 TC с габаритами 5200×2000×2700.

Оборудование располагается по ходу технологического процесса.

Электропогрузчик, как средство автоматизации имеется в цеху, он обслуживает станки, подвозит и отвозит тары с заготовками и готовыми деталями.

Также на планке станков установлено роботизированное устройство, для установки и снятия детали со станка.

На участок литые заготовки поступают из литейного цеха на склад заготовок партиями на электропогрузчике в таре по 100 шт. Имеется возможность разгрузить тару с заготовками кран-балкой.

Два стола слесаря находятся на слесарном участке в цеху, для снятия заусенцев и притупление острых кромок. После чего детали отправляются в ОТК для контроля требуемых по чертежу размеров.

Стол контролёра находится на участке ОТК в цеху, контроль производится на контрольном столе с применением специального приспособления. Готовые, годные детали с участка ОТК перемещают на склад готовых деталей, а затем перевозятся на сборочный участок.

Участок инструментообеспечения и бытовые помещения находятся в этом же цеху.

Участок соответствует нормам промышленной санитарии, электробезопасности и пожаробезопасности (ящики с песком, пожарные щиты).

На участке имеются средства пожаротушения, такие как: ящики с песком, пожарные щиты, углекислотные ОУ-5 и воздушно-пенные огнетушители ОВП-5, пожарные краны, все они расположены равномерно по территории участка вдоль стены, так же имеются стенды с агитацией по обеспечению пожарной безопасности. Аптечка располагается на территории ОТК, а также на слесарном участке.

					150305.2020.028 00 ПЗ.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

3. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1. Проектирование станочного приспособления

Зажимные устройства служат для создания надёжной фиксации заготовки на неподвижных установочных опорах и сохранение этого положения в процессе обработки.

Усилие зажима создается силовым приводом – пневматическими цилиндрами, которые служат для создания исходной силы тяги на ведущем звене и для преобразования усилия силового привода в силу зажима заготовки. Контактным элементом зажимного устройства являются прижимные рычаги, служащие для непосредственного воздействия на заготовку, которые получают энергию зажима. В «корпус датчика» устанавливаются все важные элементы конструкции и их составляющие, поэтому данный тип детали должен удовлетворять требованиям по точности и прочности. [1]

Приспособление (рисунок 3.1) устанавливается на стол обрабатывающего центра с ЧПУ.

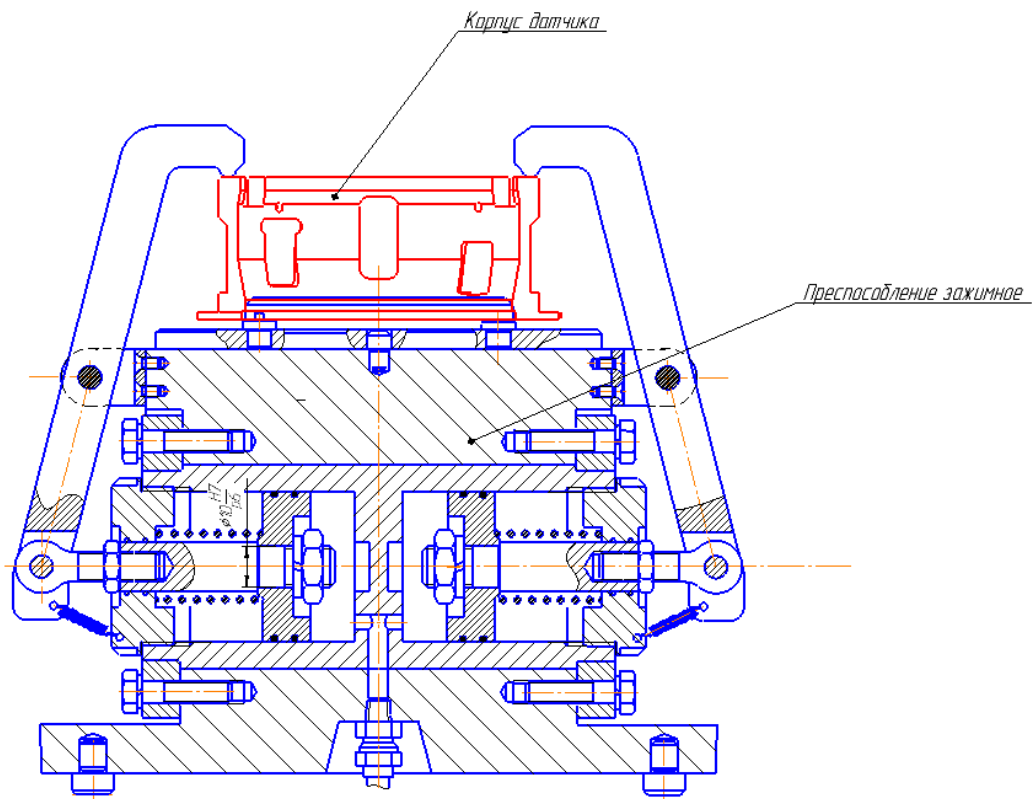


Рисунок 3.1 – Приспособление зажимное

Так как при обработке резанием создаются значительные усилия возникает риск самораскрепления заготовок. Поэтому расчет усилия зажима производится на переход, где при обработке на заготовку действуют максимальные силы резания. В данном случае это фрезерование внутреннего уступа. []

Операция – фрезерование.

Материал – ВТ5-1.

1) Припуск $t=1,5$ мм.

2) Подача: $S=0,154$ мм/об.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

150305.2020.028 00 ПЗ.ВКР

Лист

48

3) Скорость резания: $V = 75,2$ м/мин.

4) Расчет силы резания:

$$P_Z = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P,$$

где: K_P – произведение ряда коэффициентов:

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

где:

$$K_{MP} = 1,0$$

$$K_{\varphi P} = 0,89$$

$$K_{\gamma P} = 1,0$$

$$K_{\lambda P} = 1,0$$

$$K_{rP} = 0,87$$

$$K_P = 1,0 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,87 = 0,7743$$

C_P, x, y, n – коэффициент и показатели степени табличные

$$C_P = 40$$

$$y = 0,75$$

$$x = 1$$

$$n = 0$$

$$P_Z = 10 \cdot 40 \cdot 1,5^1 \cdot 0,154^{0,75} \cdot 75,2^0 \cdot 0,7743 = 114 \text{ Н}$$

Расчет усилия зажима.

Закрепление заготовки осуществляется силой W .

В результате изложенных рассуждений разработана расчётная схема при следующих допущениях:

в соответствии с расчётной схемой условие равновесия заготовки при обработке записывается уравнением:

$$\Sigma M_{уд} = k \cdot \Sigma M_{сдв},$$

где k – коэффициент запаса надёжности закрепления.

Величину сил закрепления можно определить, решая задачу статики на равновесие твёрдого тела, находящегося под действием всех приложенных к нему сил и моментов. К силам, действующим на деталь в процессе обработки, будут относиться:

а) силы резания,

б) вес детали,

в) силы крепления и реакции опор,

г) при определенных условиях центробежные и инерционные силы.

Величину сил резания определяют из условий и режимов обработки по формулам теории резания или по нормативам. А так как в процессе обработки эти силы могут изменяться, то для обеспечения надёжности при расчете необходимых сил закрепления их увеличивают на коэффициент запаса K . Коэффициент запаса K может быть определён по формуле:

					150305.2020.028 00 ПЗ.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

$$k = k_0 k_1 k_2 k_3 k_4 k_5 k_6,$$

где $k_0=1,5$ – гарантированный коэффициент запаса, для всех случаев обработки;

$k_1=1,1$ – коэффициент, учитывающий наличие случайных неровностей на заготовке;

$k_2=1,2$ – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания от прогрессирующего затупления режущего инструмента в зависимости от метода обработки и материала заготовки;

$k_3 = 1,0$ – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при прерывистой обработке;

$k_4=1,0$ – коэффициент, учитывающий изменения зажимного усилия. Для гидравлических приводов;

$k_5=1,0$ – коэффициент, зависящий от удобства расположения рукояток в ручных зажимных устройствах в данном расчете не учитывается, т.к. приспособление не требует приложения физических сил рабочего;

$k_6=1,0$ – коэффициент, учитывающий неопределенность мест контакта плоских базовых поверхностей с плоскими поверхностями;

$$k = 1,5 \cdot 1,1 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1,98.$$

В данном случае сила зажима W и сила резания P_z действуют на установленную деталь в приспособлении во взаимно перпендикулярных направлениях. Уравнение сил, обеспечивающее неизменность положения детали, будет иметь следующий вид:

$$W = \frac{k \cdot P_z}{f_1 + f_2}, \text{ Н}$$

Подставив полученную величину силы резания P_z , в формулу для расчёта силы закрепления, W имеет окончательный результат:

$$W = \frac{1,98 \cdot 114}{0,35 + 0,35} = 322, \text{ Н.}$$

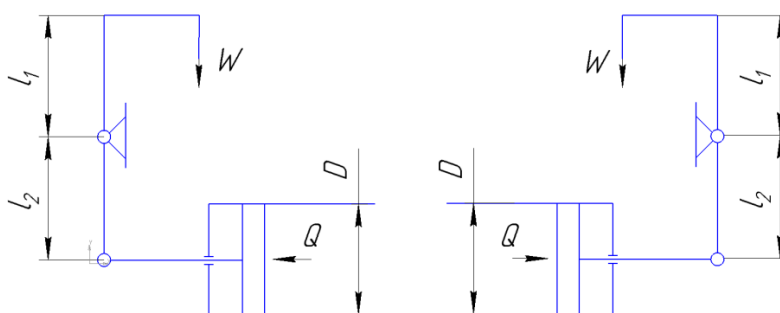


Рисунок 3.2 – Схема работы зажимного приспособления

Тяговое усилие, создаваемое силовым приводом:

$$Q = \frac{W}{\eta}, \text{ Н.}$$

Коэффициент полезного действия, учитывающий потери на трении во всех структурных элементах зажимного устройства, $\eta = 0,85$.

$$Q = \frac{322}{0,9} = 358, \text{ Н.}$$

Определение диаметра пневмоцилиндра:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot \rho}}, \text{ мм.}$$

где ρ – давление пневматической среды от насоса (принимается $q=5\text{атм} \approx 0,5\text{МПа}$).

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 358}{3,14 \cdot 0,5}} = 30, \text{ мм.}$$

Расчет точности обработки.

Несмотря на то, что приспособления позволяют получить статически определённую и достаточно точную установку обрабатываемой поверхности детали относительно режущего инструмента и тем значительно повысить точность изготовления, обеспечить выполнение размеров, геометрической формы и взаимного расположения поверхностей без погрешности нельзя. Основными видами возникающих в процессе изготовления деталей погрешностей будут являться:

Δ_C – погрешность, обусловленная геометрическими неточностями станка, $\Delta_C = 0,001$;

$\Delta_{И} = 0,005$ – погрешность изготовления режущего инструмента и его износа;

$\Delta_{ИЗМ} = 30\% \cdot 0,021 = 0,0063$ – погрешность измерения, определяется в зависимости от точности проверяемого параметра.

$\Delta_{П.Б} = 0$ – погрешность базирования, появляется в следствии отклонения фактически достигнутого положения заготовки от требуемого;

$\Delta_{П.З} = 0,01$ – погрешность закрепления в СП, определяется величиной отклонения расположения базы заготовки от её положения, достигнутого при базировании..

$\Delta_{П.И}$ – погрешность изготовления и износа установочных элементов СП.

Погрешности $\Delta_{П.Б}$, $\Delta_{П.З}$, $\Delta_{П.И}$ являются составляющими погрешности установки $\Delta_{П.У}$, которая равна $\Delta_{П.У} = 0,022$ мм.

$\Delta_{П.Н}$ – погрешность пространственного расположения (настройки) инструмента относительно установочных поверхностей СП, в нашем случае $\Delta_{П.Н} = 0$

$\Delta_{П.Р}$ – погрешность пространственного расположения установочных поверхностей СП по отношению к посадочным (на станок) поверхностям.

Определяем суммарную погрешность по предельным значениям:

$$\Delta_{\Sigma} = (k_1 \cdot \Delta_{МО})^2 + \Delta_C^2 + \Delta_{ИЗМ}^2 + \Delta_{И}^2 + \Delta_{П.У}^2 + \Delta_{П.Н}^2 + \Delta_{П.Р}^2 = 0,016$$

$$0,016 < 0,021;$$

					150305.2020.028 00 ПЗ.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

Анализ результатов показывает, что при расчёте вероятностным методом условие точности выполняется $\Delta\Sigma < T$.

Принцип работы приспособления

На основание (поз.1) устанавливается сменный ложемент (поз.16), на который в свою очередь устанавливается заготовка. Определение положения заготовки осуществляется при помощи ловителя (поз.14). При подаче воздуха через штуцер (поз.8) в полости пневмоцилиндров (поз.6), поршни (поз.7) со штоками (поз.9) перемещаются в противоположные стороны, приводя в движение прижимные рычаги (поз.15), которые прижимают и создают надежное закрепление заготовки в приспособлении. [1]

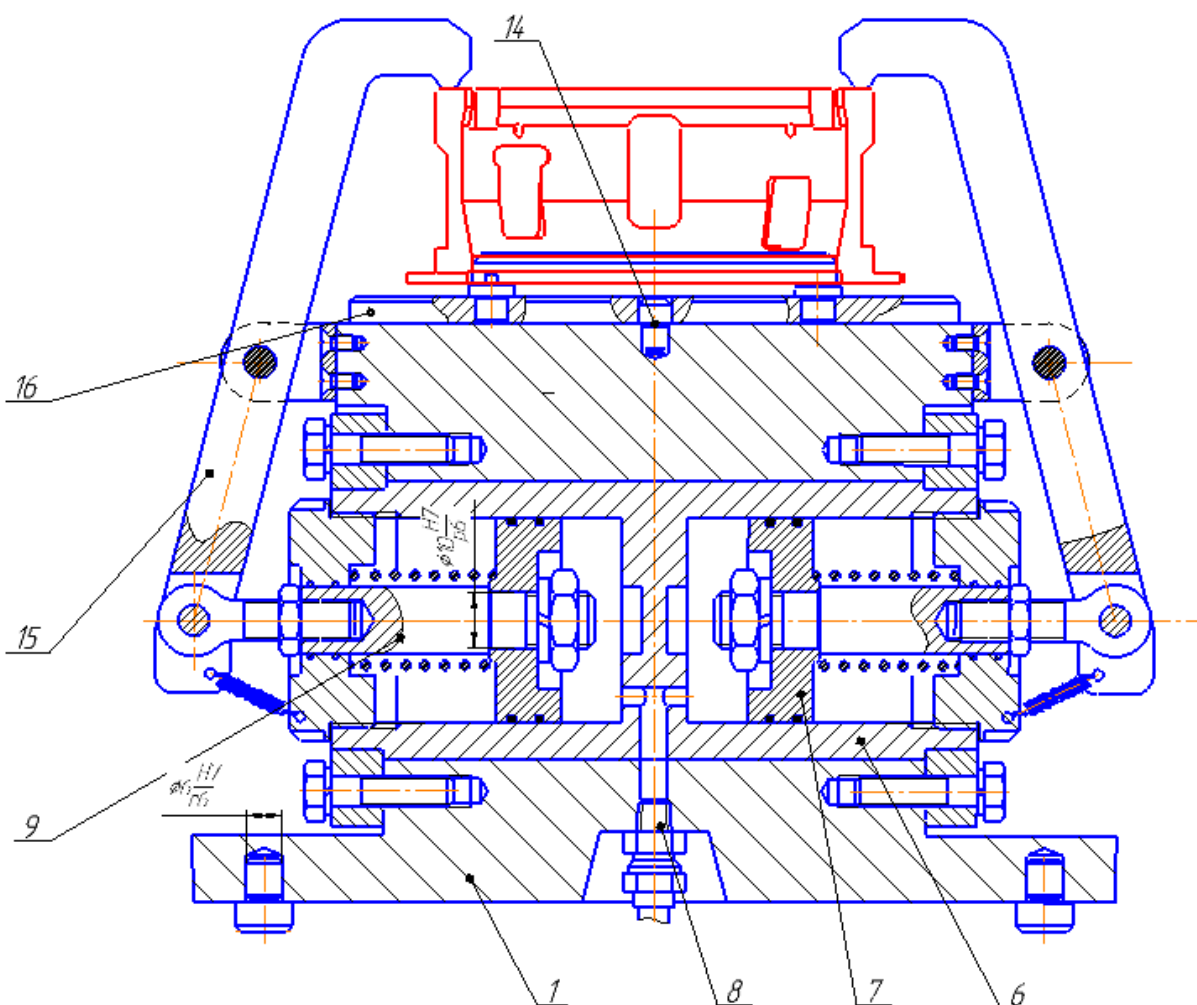


Рисунок 3.3 – Зажимное приспособление

3.2 Загрузка заготовок и удаление готовых деталей

Для обеспечения загрузки заготовок в зону резания к станку устанавливается промышленный робот – автоматическая машина.

Промышленный робот (рисунок 3.4)– автоматическая машина, стационарная или передвижная, состоящая из исполнительного устройства в

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

виде манипулятора, имеющего несколько степеней подвижности, и перепрограммируемого устройства программного управления для выполнения в производственном процессе двигательных и управляющих функций:–захват заготовок с загрузочного устройства; загрузка- выгрузка деталей из рабочей зоны станка; укладка деталей на стол для готовых деталей.

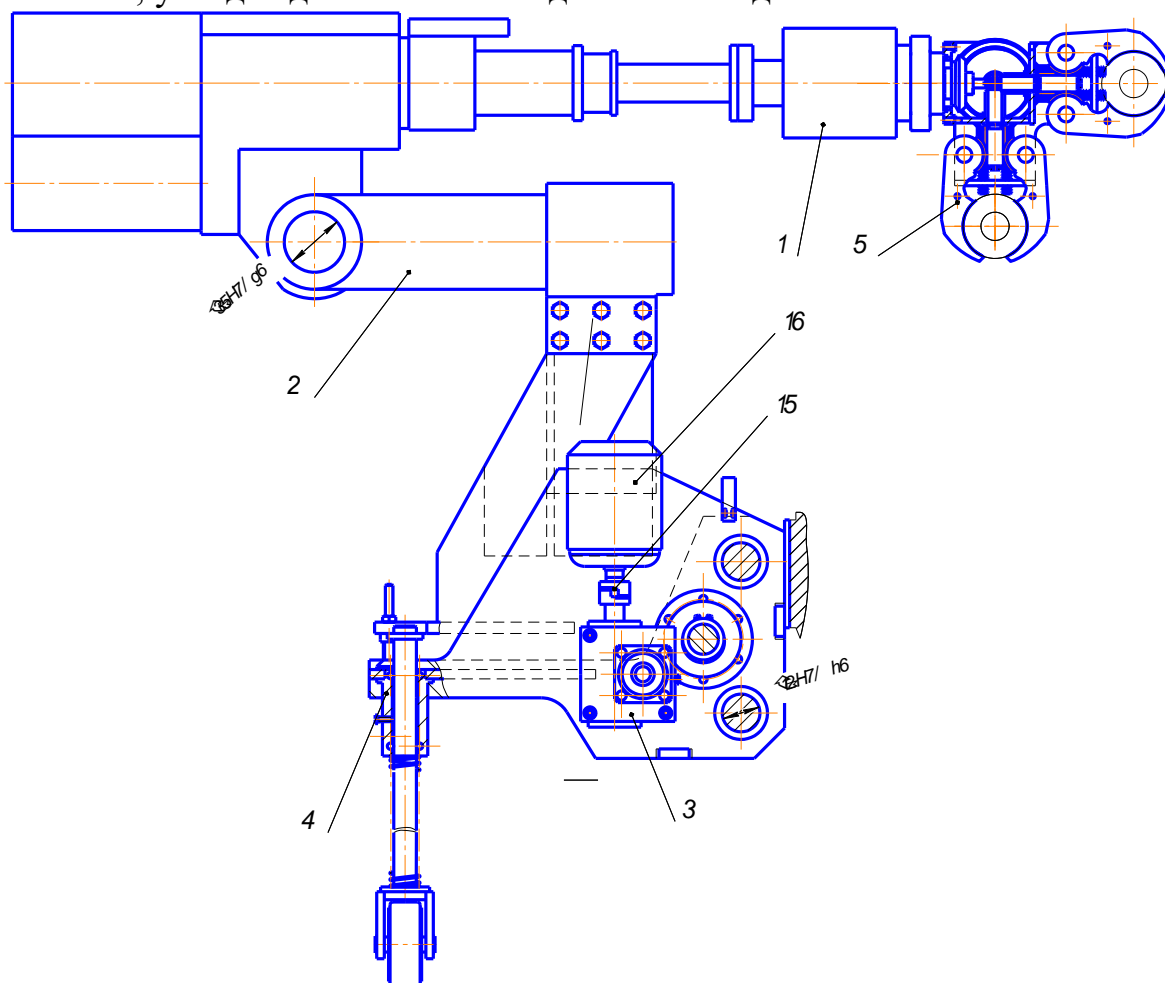


Рисунок 3.4 – Робот модели РБ-242

1-рука; 2- механизм подъема и поворота; 3- механизм крепления к станку;
4- узел перемещения; 5-схват двухпозиционный

К станку на специальные направляющие в механизме 3, прикрепленные к станине, устанавливается робот модели РБ-242.

Функции робота:

- перемещение вдоль направляющих, переустанавливая заготовки в патроны;
- поворачиваться в вертикальной плоскости перпендикулярно оси центров станка;
- вращаться в горизонтальной плоскости для снятия с загрузочного устройства заготовок, укладки на стол обработанных деталей.

Требования, предъявляемые к конструкции фланцевых колец обрабатываемых на роботизированном комплексе:

- детали расположены для базирования и захвата, позволяющие без дополнительной выверки устанавливать их в рабочую зону;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

– конструкция детали обеспечивает ее надежное захватывание, удержание и перенос с помощью захватного устройства робота (рисунок 3.7);

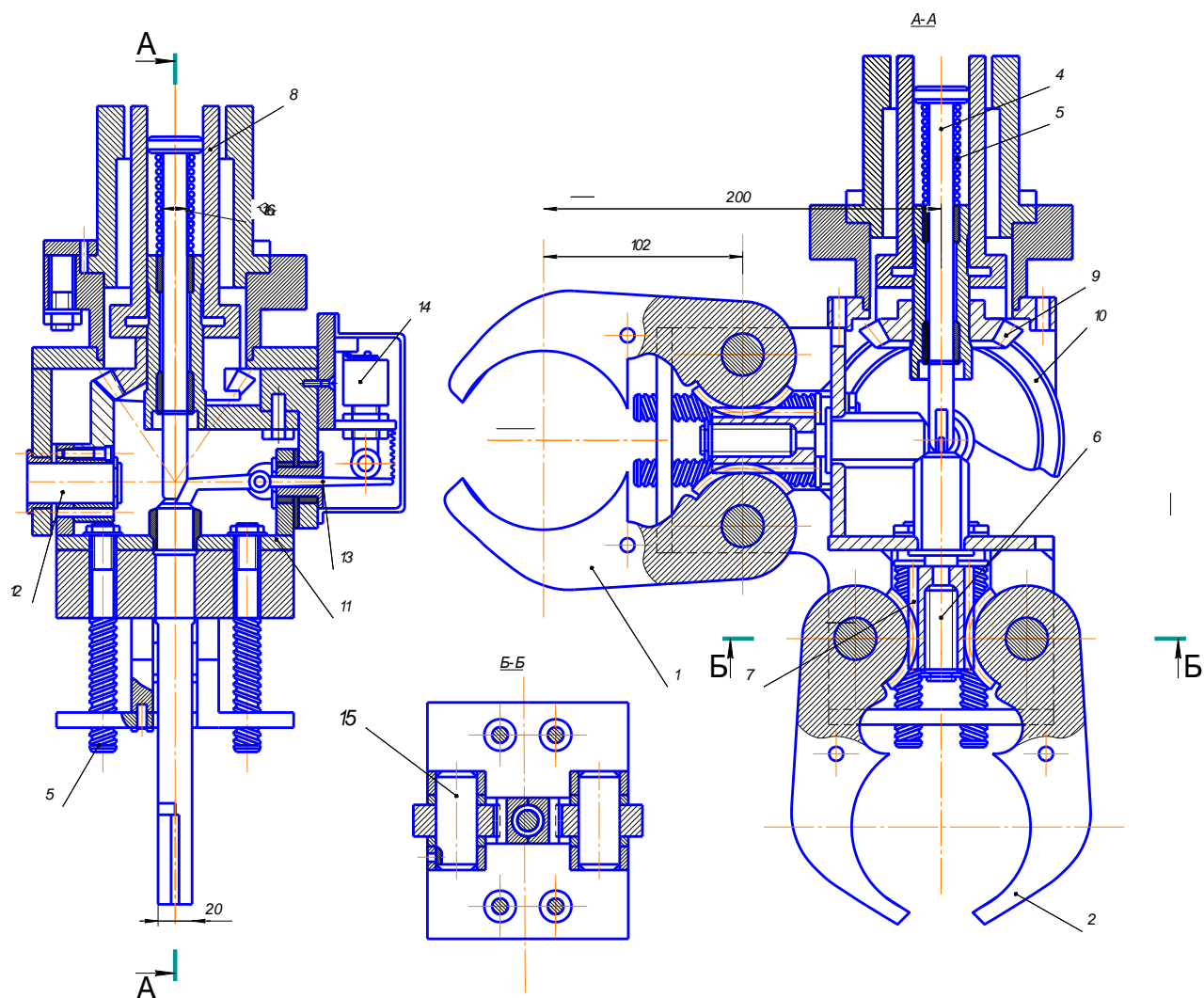


Рисунок 3.5 – Двухпозиционное центрирующее захватное устройство

Робот имеет электропривод, который обеспечивает соответствующее управление по отдельным осям координат с позиционированием в любой точке рабочей зоны; поддерживает постоянный момент на валу двигателя во всем диапазоне частот вращения; обеспечивает высокую точность отработки двигателем управляющих воздействий. Также, для обеспечения безопасности, в состав привода включается электромагнитный тормоз для фиксации положения вала электродвигателя при случайных перерывах в питании.

– в пределах одного РТК переход от манипулирования деталями одного типоразмера к манипулированию деталями другого типоразмера сопровождается минимальным числом смен захватных устройств и переналадок робота.

Робот имеет пять возможных координатных перемещений: 3 линейных (Z, X и R) и 2 угловых (α, β). Обработанную деталь робот кладет на стол, расположенный в непосредственной близости от станка.

						150305.2020.028 00 ПЗ.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			54

Технические характеристики робота представлены в таблице 8.

Таблица 8– Технические характеристики робота РБ-242

Грузоподъемность, кг	20
Число степеней подвижности (без захватного устройства)	6
Тип привода	Электромеханический
Управление	Позиционное
Число программируемых координат	6
Способ программирования перемещений	Обучение
Вместимость памяти системы (число команд)	649
Погрешность позиционирования, мм	±0,5
Наибольший вылет R руки, мм	1100
Линейные перемещения, мм/максимальная скорость, м/с Z R	500/0,5 1100/1,0
Угловые перемещения, градус/максимальная скорость, градус/с α β	-90, 90, 180/1,53 180/2,2

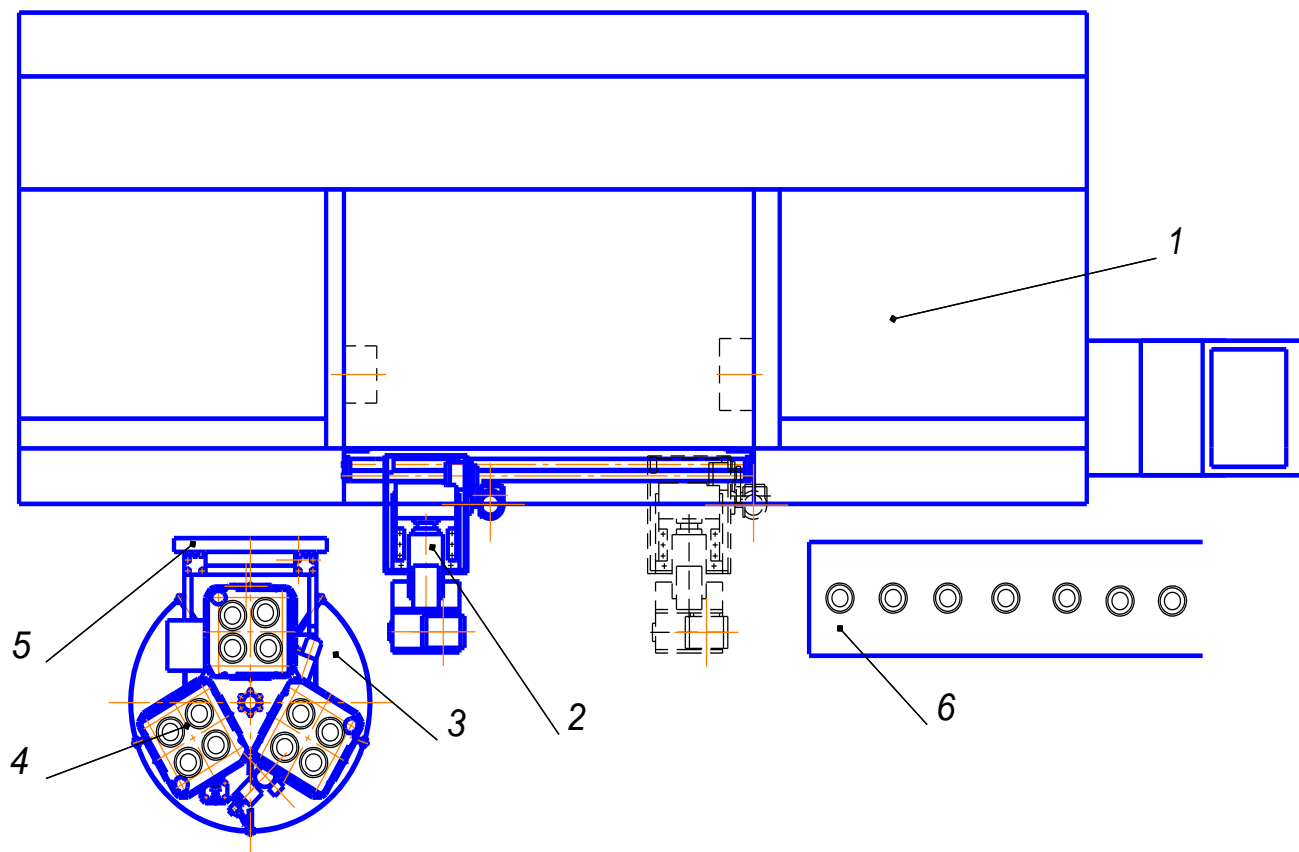


Рисунок 3.6 Схема РТК

1- Обрабатывающий центр с ЧПУ СТХ beta 800 ТС; 2- Робот РБ-242
 3- Тактовый поворотный стол; 4- Кассеты с заготовками; 5- пульт управления столом; 6-Транспортная система для готовых деталей.

3.2.1 Магазин для установки фланцевых колец

Заготовки загружаются в кассеты, в которых предусмотрены гнезда по соответствующим размерам.

Кассеты в количестве трех штук устанавливаются на стол загрузочного устройства в определенном отрегулированном положении.

Стол имеет поворотное и подъемное устройство, согласованное с работой робота. Обработанные детали удаляются из зоны обработки роботом, при его перемещении вправо и укладываются в лоток для готовых деталей.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

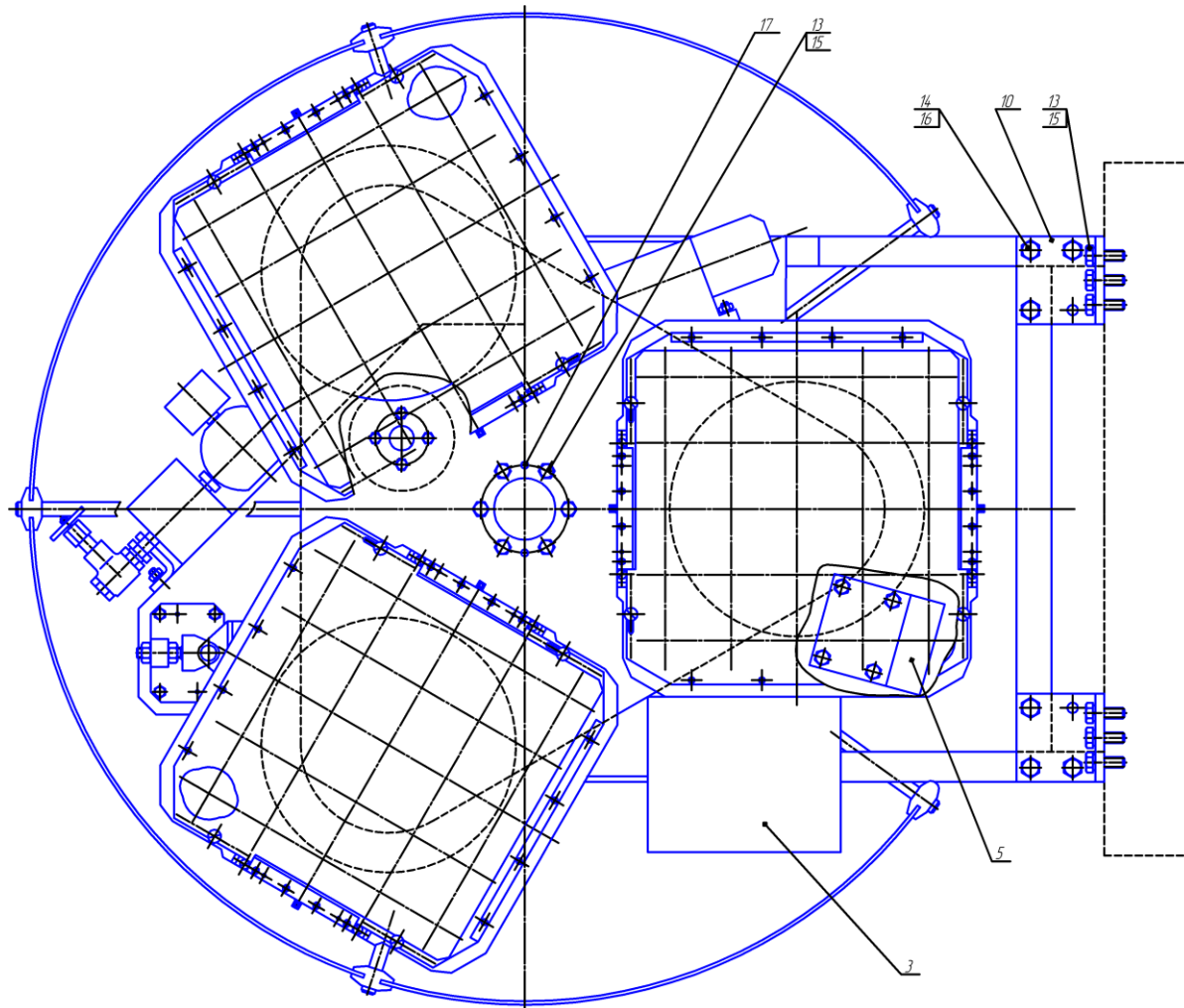


Рисунок 3.7 – Магазин для заготовок

3.2.2 Расчет схвата

Исходные данные:

- транспортируемая деталь круглая заготовка диаметром 70мм;
- масса детали – 60 Г; масса заготовки : 275 Г
- принятое максимальное ускорение при переносе детали, $a = 5 \text{ м/с}^2$;
- принятая схема схвата (реечно-рычажного типа)

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

150305.2020.028 00 ПЗ.ВКР

Лист

57

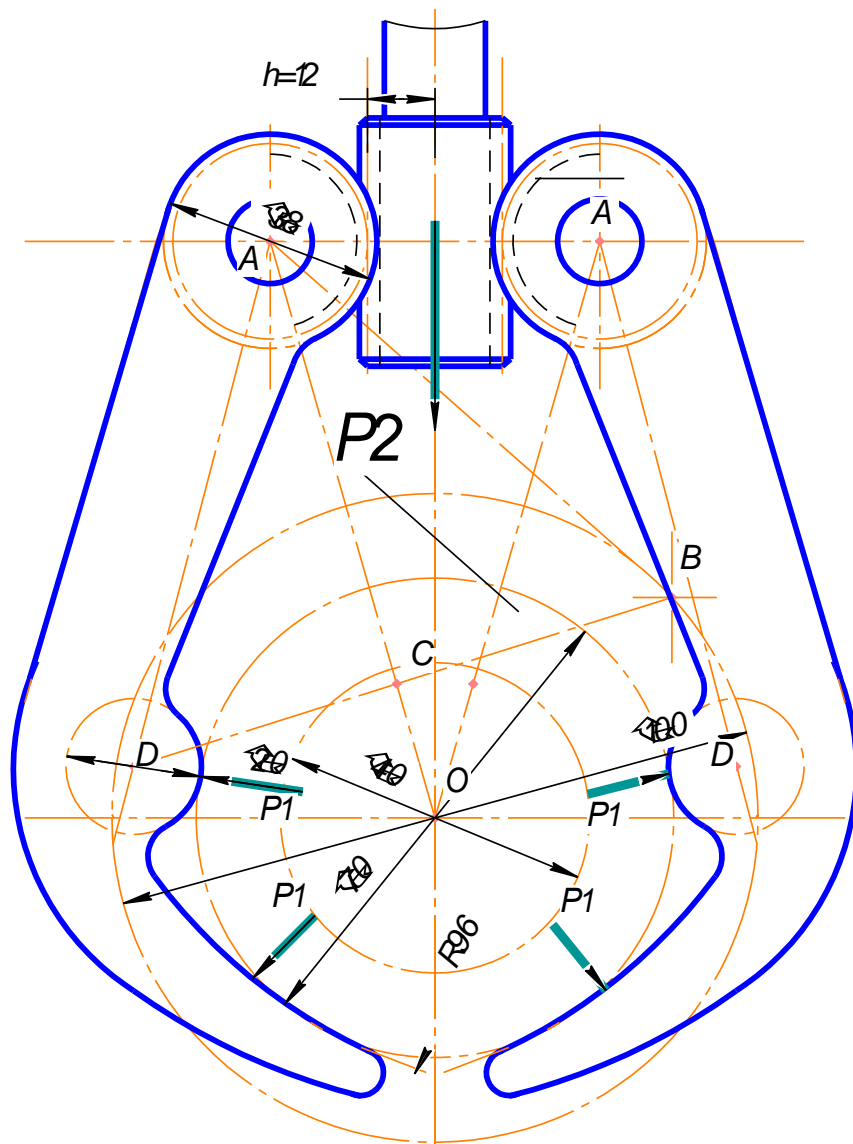


Рисунок 3.8 Схват для загрузки заготовки

Исходные данные: $d_{\max}=100\text{мм}$; $d_{\min}=40\text{мм}$

Порядок построения: $OA = R = d_{\max}=100\text{мм}$; $CB = CD$; $\angle \alpha = 30^\circ$;

$\angle ABO = \angle ACB = \angle ACD = 90^\circ$; $h = 6 \text{ м}$; $r_1 = R \sin \alpha - r_{\text{cp}}=20\text{мм}$;

$r_2 = R \sin \alpha + r_{\text{cp}}=100\text{мм}$

$r_3 = \frac{m(z+2)}{2} = 19 \text{ мм}$

Данная схема реечно-рычажного типа обеспечивает поступательное перемещение губок, широкий диапазон захватываемых диаметров заготовок и точное центрирование.

Определение потребного усилия для удержания транспортируемой детали, считая что удержание детали происходит за счет сил трения.

$$P = m(g + a)K_1 K_2,$$

где m – масса удерживаемой заготовки, кг;

g – ускорение силы тяжести ($9,8 \text{ м/с}^2$);

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

a – ускорение центра масс при транспортировке, м/с^2 ;

K_1 - коэффициент, зависящий от формы губок схвата, положения детали по отношению к губкам схвата и направления действия силы тяжести.

Значения коэффициента выбирают из прилагаемой таблицы;

K_2 – 1,5-2,0 – коэффициент запаса.

В процессе транспортировки деталь может принимать положение 3 или 4 (см. табл. 1). Приняв значение коэффициента трения $f = 0,15$,

$K_2 = 1,5$ определим требуемое усилие удержания P_1

$$P_1 = \frac{m(g + a) \sin 45}{2 \cdot f} K_2$$
$$P_1 = \frac{0,275(9,8 + 5) 0,707}{2 \cdot 0,15} 2 = 9,5 \text{ Н}$$

$$P_2 = \frac{4P_1 l}{D} \cos \theta$$
$$P_2 = \frac{4 \cdot 9,5 \cdot 100}{70} 0,9 = 54,3 \text{ Н}$$

Из конструктивных соображений принимаем $l = 100$ мм.

Угол θ определим из величины максимального перемещения губок

$$S = \frac{D_{\max} - D_{\min}}{2} + \Delta$$
$$S = \frac{100 - 40}{2} + 20 = 50 \text{ мм}$$

где D_{\max} - максимальный диаметр детали, мм;

D_{\min} - минимальный диаметр детали, мм;

Δ – дополнительный ход губок для выхода губок от поверхности детали.

$$\theta = \arcsin \frac{S}{l} = \arcsin \frac{50}{100} = 30$$

Усилие привода P_2 для принятой схемы схвата согласно приложению Радиус зубчатого сектора R определяем из расчета зубчато-реечной передачи на выносливость по изгибу:

$$m = 14^3 \sqrt{\frac{Y_F K_{F\beta} T}{Z^2 \psi_{ad} \sigma_{FP}}}$$
$$m = 14^3 \sqrt{\frac{4,3 \cdot 1,08 \cdot 9,5 \cdot 0,1}{17^2 \cdot 0,6 \cdot 280}} = 1,6 \text{ мм}$$

где $Z = 17$ – число зубьев;

$Y_F = 4,3$ – коэффициент формы зуба [13, табл. 6, 7];

$\psi_{ad} = 0,6$ – коэффициент ширины венца;

$K_{F\beta} = 1,08$ – коэффициент, учитывающий распределение нагрузки по ширине венца;

$\sigma_{FP} = 280$ Мпа – допускаемое напряжение при расчете на изгибную прочность (принимаем сталь 40Х с закалкой ТВЧ

($K_{FL} = 1$) [13, табл. 6.5];

$T = 9,5 \cdot 0,100$ Нм – крутящий момент, передаваемый реечным колесом.

					150305.2020.028 00 ПЗ.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

Принимаем $m = 2,0$ мм.

При этом радиус зубчатого сектора

$$R = mz/2 = 2,0 \cdot 17/2 = 17 \text{ мм.}$$

Зная параметры зубчатого сектора рассчитываем требуемое усилие привода

$$P_2 = \frac{4 \cdot 9,5 \cdot 100}{34} 0,9 = 100,6, \text{ Н}$$

Определим необходимый диаметр гидроцилиндра привода схвата

$$d = \sqrt{\frac{4P_2}{P\pi}},$$

где P – давление масла в гидросистеме, Мпа. Принимаем $P = 2,5$ Мпа

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 100,6}{2,5 \cdot 3,14}} = 7,5 \text{ мм}$$

Принимаем стандартное значение диаметра гидроцилиндра $d = 32$ мм.

Из конструктивных соображений принимаем расстояние между шарнирами в рычагах $c = 58$ мм.

Тогда усилие, действующее на шарниры,

$$F_{\text{ш}} = \frac{P_1 l}{c} = \frac{9,5 \cdot 100}{58} = 16,5 \text{ Н}$$

Диаметр шарниров выбираем из расчета на срез

$$d_{\text{ш}} = \sqrt{\frac{4F_{\text{ш}}}{\pi[\tau_{\text{ср}}]}}$$

где $[\tau_{\text{ср}}] = 60$ Мпа – допустимое напряжение среза для стали 45

$$d_{\text{ш}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 16,5}{3,14 \cdot 60}} = 1,2 \text{ мм}$$

Принимаем $d_{\text{ш}} = 8$ мм.

Проверяем шарниры на смятие, задаваясь допустимым напряжением на смятие для стали 45 $[\sigma_{\text{см}}] = 80$ Мпа

$$\sigma_{\text{с.м}} = \frac{F_{\text{ш}}}{\pi d_{\text{ш}} b},$$

где $b = 20$ мм – принятая ширина шарнира

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{2 \cdot 16,5}{3,14 \cdot 8 \cdot 20} = 0,07 \text{ МПа} < 80 \text{ МПа}$$

Таким образом, для данного схвата принимаем модуль зубчато-реечной передачи $m = 2$ мм, радиус делительной окружности $R = 34$ мм, диаметр гидроцилиндра привода схвата $d = 32$ мм, диаметр шарниров в рычагах $d_{\text{ш}} = 8$ мм.

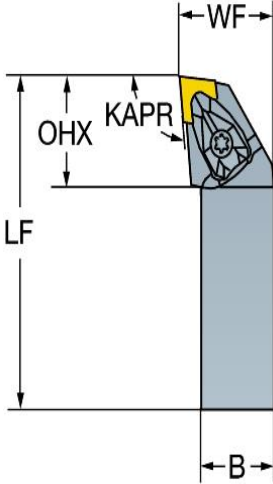
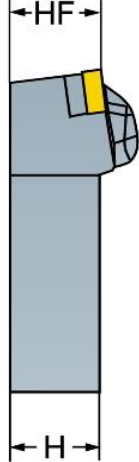
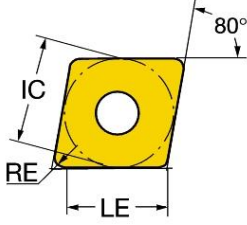
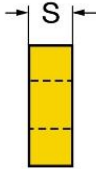
					150305.2020.028 00 ПЗ.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

3.3. Проектирование (выбор) режущего инструмента

Выбор режущего инструмента [8].

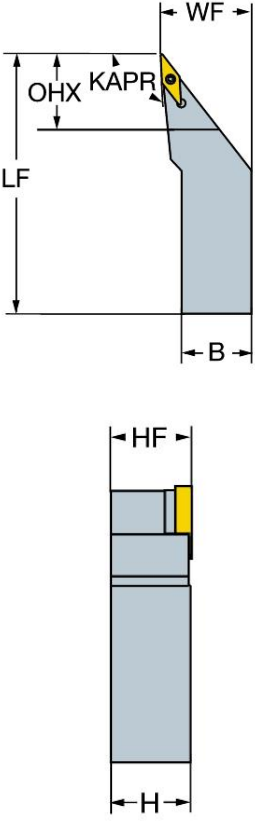


Весь выбранный инструмент, применяемый в проектном технологическом процессе, сведен в таблицу 12

Таблица 12 – Режущий инструмент

Вид обработки	Маркировка РИ	Эскиз РИ	Эскиз пластины	Маркировка пластины
Подрезка торцов	<p>DCLNR 2525M 19</p> <p>Державка T-Мах Р;</p> <p>D – система крепления (рычагом за отверстие);</p> <p>C – форма пластины (80°);</p> <p>L – тип державки (главный угол в плане 95°);</p> <p>N – задний угол (0°)</p> <p>R – исполнение;</p> <p>25 – высота державки;</p> <p>25 – ширина державки;</p> <p>LF – длина державки (150мм)</p> <p>19 – длина режущей кромки</p>	 	 	<p>CNMG 19 06 08-SM 1115</p> <p>Пластины без задних углов T-Мах Р;</p> <p>C – форма пластины (80°);</p> <p>N – задний угол пластины (0°);</p> <p>M – Допуски на s и iC/iW ($\pm 0,13$ и $\pm 0,05$);</p> <p>G – тип пластины</p> <p>19 – длина режущей кромки</p> <p>06 – толщина пластины (s=6.35)</p> <p>08 – радиус при вершине</p> <p>1115 – сплав</p> <p>SM – тип операции</p>

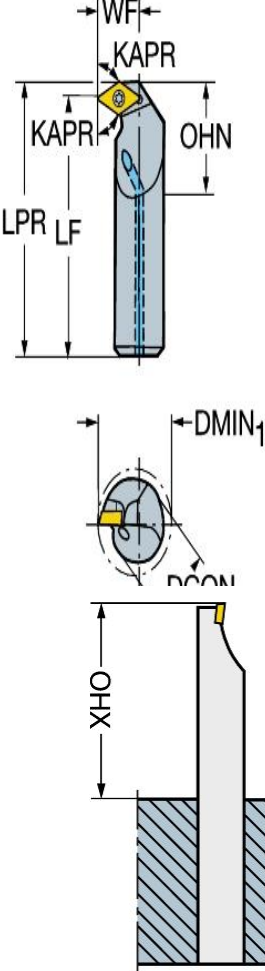

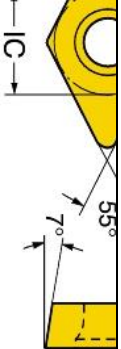
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

Продолжение таблицы 12

Вид обработ отки	Маркировка РИ	Эскиз РИ	Маркировка пластины	Эскиз пластины
Точение поверхности	<p>SVJBR 2020К 16 Державки CoroCut®; Размеры: LF = 125; Н = 20 HF = 25 ОНХ = 25 WF = 25 В = 20 Маркировка: S – система крепления (винтом); V – форма пластины (35°); J–тип державки В – тип исполнения R–исполнение 20–ширина державки 20–высота державки 16;</p>		<p>VBMT 16 04 08- UR H13A Пластина Coro- Turn®; V – форма пластины (35°); В – задний угол (5°); М - допуски на s и iC/iW (±0,13 и ±0,05); Т – тип пластины;</p>  <p>16 – длина режущей кромки (15,806 мм); 04 – толщина пластины (s=4,763мм); 08 – радиус при вершине (0,794мм); H13A–сплав</p>	

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

Продолжение таблицы 12

Вид обработ отки	Маркировка РИ	Эскиз РИ	Маркировка пластины	Эскиз пластины
<p>Растачивание отверстий</p>	<p>A12M-SDXCR 07-R Державки Coro-Turn®; Размеры: $D_{min}=16$ $DCON=12$ $WF=9$ $KAPR=62,5$ $ONH=48$ $LPR=155,1$ $LF=150$ $ONX=48$ Маркировка: А–тип державки 12–диаметр соединения S– система крепления (винтом); D– система крепления (рычагом за отверстие); С – форма пластины (80°); R – исполнение;</p>		<p>DCMT 07 02 08-UM 1115</p> <p>Пластина Coro-Turn®; D– система крепления (рычагом за отверстие); С – форма пластины (80°); M– Допуски на s и iC/iW ($\pm 0,13$ и $\pm 0,05$); T – тип пластины;</p>  <p>07 – длина режущей кромки (6,952мм); 02 – толщина пластины ($s=2,381$мм); 08 – радиус при вершине (0,794мм); UM–тип операции; 1115–сплав</p>	

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

Продолжение таблицы 12

Вид обработ отки	Маркировка РИ	Эскиз РИ	Маркировка пластины	Эскиз пластины
Фрезерование поверхностей	<p>R390-032B32-11H Державки Coro-Mill®390; Размеры: DCON= 32 DC = 32 LU=40 AMPX=10 LF=100 Маркировка: R390–тип державки 032–диаметр резания; B – тип исполнения; 32–диаметр соединения; 11H–сплав</p>		<p>R390-11 T3 10M-PH S30T Пластина Coro-Mill®390; R390–тип державки; 11T3– форма пластины (80°); 10–длина режущей кромки M– Допуски на s и iC/iW (±0,13 и ±0,05); S30T–сплав Размеры: RE=1 LE=10 W1=6,8 BS=1,02 S=3,59</p>	
	<p>490-040B32-08H Державки CoroMill®490; Размеры: DCON= 32 DC = 40 LU=40 AMPX=5,5 LF=112 Маркировка: 490–тип державки 040–диаметр резания; B – тип исполнения; 32–диаметр соединения; 08H–сплав</p>		<p>490R-08T308E- MM S30T Пластина CoroMill®390; 490R–тип державки; 08T3– форма пластины (80°); 08–длина режущей кромки M– Допуски на s и iC/iW (±0,13 и ±0,05); S30T–сплав Размеры: RE=0,8 LE=5,6 IC=8,8 BS=1,2 S=3,3</p>	

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

Продолжение таблицы 12

Вид обработ отки	Маркировка РИ	Эскиз РИ
Фрезерование прямоугольных уступов	<p>1P220-0200-ХА 1630 CoroMill® Plura; 1P – тип инструмента 2 – диаметр резания 2 – число зубьев 0 – радиус при вершине 0200 – рабочий диаметр фрезы 4 – число зубьев; ХА – тип геометрии 1630–сплав DC=2 DCON=6 LF=50</p>	
	<p>1P260-0150-ХА 1620 CoroMill® Plura; 1P – тип инструмента 2 – диаметр резания 6 – число зубьев 0 – радиус при вершине 0150 – рабочий диаметр фрезы 4 – число зубьев; ХА – тип геометрии 1620–сплав DC=1,5 DCON=3 LF=38</p>	

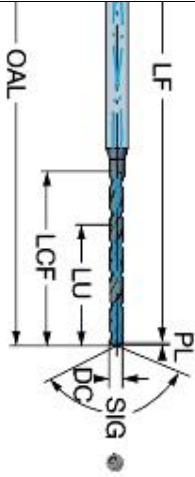
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

Продолжение таблицы 12

Вид обработ отки	Маркировка РИ	Эскиз РИ
Фрезерование поверхностей и пазов	<p>1P240-0200-ХА 1630 CoroMill® Plura; 1P – тип инструмента 2 – диаметр резания 4 – число зубьев 0 – радиус при вершине 020 – рабочий диаметр фрезы 4 – число зубьев; ХА – тип геометрии 1630–сплав</p> <p>DC=2 DCON=6 LF=57</p>	
	<p>1P330-0318-ХА 1620 CoroMill® Plura; 1P – тип инструмента 3 – диаметр резания 43– число зубьев 0 – радиус при вершине 03 –диаметр резания; ХА – тип геометрии 1630–сплав</p> <p>DC=3,175 DCON=3,175 LU=7.54 LF=38.1</p>	

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

Окончание таблицы 12

Вид обработ отки	Маркировка РИ	Эскиз РИ
Сверление отверстий	<p>862.1-0200-016A1-GM GC34 862.1 – CoroDrill Delta-C; 0200 – диаметр сверла в сотых долях мм; 016–рабочая длинна А –цилиндрический хвостовик; 1 – с внутреннем подводом СОЖ.</p> <p>DCON=3 OAL=73 LF=72,7 LCF=22 LU=16,3 PL=0,3 DC=2 SIG=140</p>	

Расчет инструмента «Грибковая» фреза [6]

«Грибковая» фреза для получения пазов шириной 1,4 и 2,1 мм.

Фреза представляет собой устройство режущего класса. Основная его задача – отделка материалов, всевозможных поверхностей, пазов, выступов.

Режущие элементы фрезы производится из твердых сплавов, а также быстрорежущей стали и алмаза.

«Корпус датчика» имеет четыре паза, расположенных на наружной стороне. Для их обработки применяется специальная грибковая фреза.

Параметры фрезы выбираются в соответствии с размерами радиусных пазов. Следовательно, диаметр рабочей части фрезы $D = 14$ мм, длина рабочей части $l = 1,4$ мм.

Грибковые фрезы должны изготавливаться сварными. В качестве материала хвостовика выбирается сталь 40Х ГОСТ 4543-71, а режущей части - быстрорежущая сталь Р6М5 ГОСТ 19265-73. Хвостовик цилиндрический.



Рисунок 3.9 – Грибковая фреза

Угол наклона стружечной канавки $\omega = 10^\circ$. Зубья имеют поднутрения с углом $1^\circ 30'$ на обоих торцах.

3.4. Описание работы контрольного приспособления

Для контроля параметра детали: торцевого биения 0,03 и 0,01 мм (рисунок 3.10)

Приспособление состоит из основания (поз.1), в которое устанавливается ложемент (поз.3). На основании устанавливаются: измерительная стойка (поз.10), на которой закреплена измерительная головка (поз.18), и измерительная подставка (поз.6) на магнитном основании (поз.5), в которой так же закреплена измерительная головка (поз.18). Деталь устанавливается на ложемент (поз.3) с натягом, при этом дополнительно на ромбический (поз.17) и цилиндрический (поз.16) пальцы, во избежание осевого вращения. После того как деталь закрепили, мы свободно можем подвести измерительные головки ко всем контролируемым поверхностям.

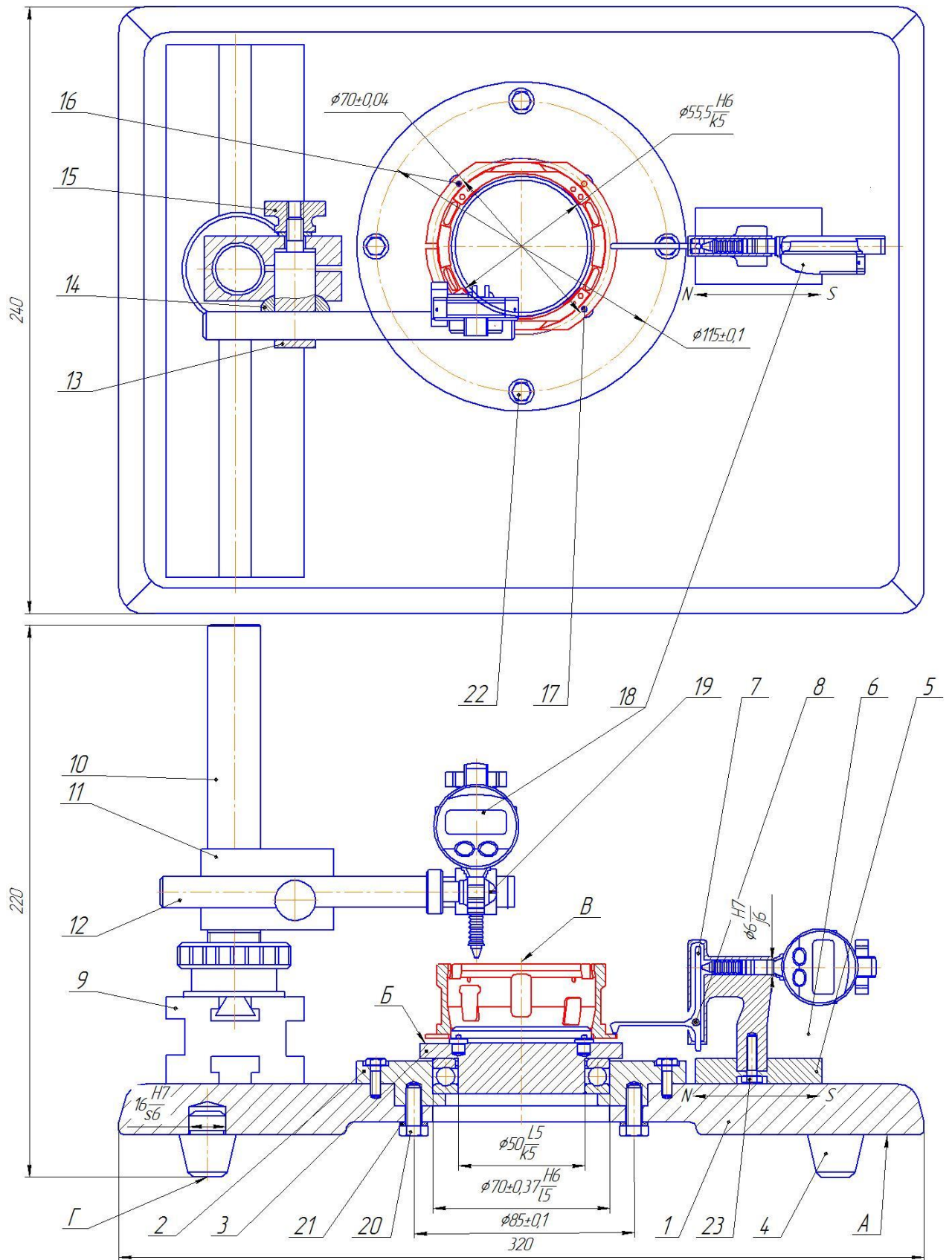


Рисунок 3.10 – Контрольное приспособление

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

150305.2020.028 00 ПЗ.ВКР

Лист

69

4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Техника безопасности – это совокупность мероприятий, обеспечивающих предупреждение несчастных случаев на производстве. Эти мероприятия заключаются в следующем:

а) Ограждение механизмов станка, предоставляющих опасность для рабочих.

б) Предохранение от поражения электрическим током.

в) Обучение рабочих правилам безопасности на рабочем месте и в цехе.

4.1 Факторы и причины опасного состояния для человека

Факторы и причины опасного состояния системы человек-машина и способы предотвращения опасности

Основные факторы аварии (ГОСТ 12.0.003–74 ССБТ)

– неисправность техники (недоработки конструктора, проектировщика, при изготовлении станка и т.д.);

– ошибки оператора;

– накопление энергии или веществ в системе с опасными веществами или источниками энергии;

– воздействие опасных факторов на человека и окружающую среду.

Причины возможных аварий: при конструировании; при монтаже; из-за технических недостатков; при эксплуатации.

Безопасность деятельности человека в системе человек-машина-среда достигается:

а) законодательной базой,

б) профессиональным подбором,

в) охраной труда,

г) достоверностью получаемой информации,

е) экономической безопасностью.

4.2 Инструкция по эксплуатации станка с ЧПУ

1) К эксплуатации и ремонту станка допускается только персонал, ознакомленный с соответствующей документацией станка и с ЧПУ.

2) Всегда необходимо пользоваться защитными очками и специальной обувью. При необходимости используйте перчатки, пылезащитную маску и средства защиты слуха.

3) При работе на станке не рекомендуется носить кольца, часы, различные украшения и галстуки. Длинные волосы должны быть собраны и прикрыты рабочим головным убором.

4) Эксплуатация станка разрешается лишь в том случае, если вы убедились, что регулярно производилось обслуживание станка и что он находится в отличном техническом состоянии.

5) Необходимо убедиться, что станок заземлен надлежащим образом.

б) Не приступать к работе на станке, если от него исходит необычное или слишком сильное тепло, шум, наблюдается выделение дыма или вибрация. При этом необходимо срочно обратиться к производителям станка или в сервисную службу.

					150305.2020.028 00 ПЗ.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		70

7) Доступ к электрическим компонентам станка разрешается только специально обученному персоналу.

8) Нельзя применять в качестве очистителей и СОЖ ядовитые и воспламеняющиеся вещества.

9) Не открывать защитные дверцы и кожуха пока какое-либо из устройств станка находится в движении.

10) Зона вокруг станка должны быть сухой и хорошо освещенной.

11) Перед закреплением инструмента необходимо убедиться, что все поверхности устройства крепления инструмента чистые.

12) Не превышать номинальную мощность станка.

13) Не оставлять инструмент и детали в местах, в которых они могли бы соприкоснуться с подвижными частями станка.

14) Регулярно проверять уровень смазки и охлаждающего средства.

15) Во время обработки не предпринимать наладку инструмента или крепление деталей.

16) Поддерживать достаточно безопасное расстояние до всех точек «заземления» (мест изгиба шлангов и проводов) и избегать опасных ситуаций.

17) Обязательно знать расположение клавиш аварийного останова станка.

18) Не оставлять станок без присмотра во время его работы.

19) При контакте с обработанными деталями обращать внимание на наличие острых кромок.

20) Не удаляйте стружку голыми руками. Используйте для этого крючок или другое приспособление, убедившись в полной остановке частей станка. Не производите очистку станка с помощью воздушного шланга.

21) Не пытайтесь остановить или затормозить перемещения исполнительных органов станка голыми руками или с помощью приспособлений.

22) Не применять для крепления инструмента и заготовки дефектные или грязные патроны, держатели и приспособления.

23) Запрещается предпринимать какие-либо конструктивные изменения станка без согласования с производителем станка или сервисной службой.

24) Ни в коем случае не совершайте на станке операций, которых вы не понимаете. В случае сомнений обязательно проконсультируйтесь со специалистом.

25) Никогда не работайте внутри станка, если кто-либо работает со стойкой ЧПУ. Перейдите в режим редактирования «Edit» для предотвращения случайного перемещения исполнительных органов станка.

26) Уделяйте особое внимание перемещениям на ускоренной подаче. Соблюдайте безопасное расстояние над поверхностью заготовки для таких перемещений.

4.3 Противопожарные мероприятия

Опасными факторами пожара являются: повышенная температура воздуха и предметов; открытый огонь и искры; токсичные продукты горения; дым; взрывы; повреждения и разрушения зданий и сооружения.

					150305.2020.028 00 ПЗ.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

Пожары на участке возможны по следующим причинам:

– металлообработка связана с применением масел, масло используется для смазки станков и в гидроприводах;

– недостатки в эксплуатации технологического оборудования, системы электроснабжения, освещения, вентиляции, отопления главным образом из-за нарушения графиков их обслуживания и ремонта, это может привести к перегрузке оборудования и короткому замыканию в сетях электроэнергетики;

– возможные нарушения требований пожарной безопасности на участке, связанные с курением в не установленных местах, проведением сварочных и других работ без предварительной подготовки, неудовлетворительное состояние промасленной ветоши, несвоевременной уборкой пролитого масла.

Пожарная безопасность может быть обеспечена мерами пожарной профилактики и активной пожарной защиты. В данном производстве применяют, первичные средства пожаротушения (огнетушители, асбестовые волокна, ящики с флюсом или песком, емкости с огнетушащими порошками), установки локального пожаротушения.

Огнетушители порошковые. ОП – 5(б) – АВСЕ – 03 (Ш) по ГОСТ Р 51057–2001 – порошковый огнетушитель, имеет объем заряда 5 кг ОТВ, оснащенного баллоном высокого давления, используемым для создания избыточного давления вытесняющего газа в корпусе огнетушителя, предназначенного для тушения пожаров твердых (пожар класса А), жидких (пожар класса В) и газообразных горючих веществ (пожар класса С), а также электрооборудования, находящегося под напряжением (пожар класса Е).

Огнетушители пенные. ОВП – 10(з) – АВ – 01 (УГПАВ) по ГОСТ Р 51057–2001 – воздушно-пенный огнетушитель, имеет объем заряда ОТВ – 10 л, закачного, предназначенного для тушения пожаров твердых (пожар класса А) и жидких горючих веществ (пожар класса В), модели 01, с углеводородным зарядом: Имеют широкую область применения, исключение составляет случаи, когда пена может послужить проводником электрического тока. Пена, являющаяся огнетушащим средством в огнетушителях данного вида, образуется из водных растворов щелочей и кислот.

Для того чтобы предотвратить возникновение пожара в цехе, необходимо соблюдать правила хранения легковоспламеняющихся материалов. В конце смены, после уборки рабочего места, все обтирочные материалы убираются в специально отведенные для этого металлические ящики. Электродвигатель и местное освещение отключают. Нельзя самостоятельно устранять неполадки электрооборудования.

В случае возникновения пожара следует немедленно отключить электрооборудование, вызвать пожарных и принять меры по тушению пожара песком, огнетушителем и другими средствами.

4.4 Промышленная санитария

Для увеличения освещенности и обеспечения чистоты рабочих мест и помещения рекомендуется станки, тумбочки, тару для деталей и отходов окрашивать в светлые тона.

Рациональная организация рабочего места включает мероприятия,

					150305.2020.028 00 ПЗ.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		72

уменьшающие шум, так как он повышает утомляемость рабочих и снижает производительность труда. С целью снижения утомляемости проводят профилактическую гимнастику.

Температура, влажность и чистота воздуха в производственном помещении должны отвечать санитарным нормам и создавать нормальные условия для работы (ГОСТ 12.1.005–88 ССБТ – Общие санитарно-гигиенические требования к воздухорабочей зоне).

Культура производства в значительной степени определяется правильной организацией работ по обеспечению чистоты помещений.

4.5 Электробезопасность

Опасность поражения электрическим током зависит:

- 1) От правильности эксплуатации оборудования.
- 2) От окружающей среды.
- 3) От квалификации персонала.

Характер действия электрического тока в зависимости от его величины приведены в таблице 13.

Таблица 13 – Действие электрического тока на организм человека

Действующий ток	Величина тока, А		Характер действия
	Переменный, 50Гц	Постоянный	
Пороговый осязаемый	0,6–1,5	6–7	Вызывает ощущение раздражения
Пороговый неосязаемый	10–15	50–70	Вызывает сильные судороги мышц рук, которые человек не в состоянии преодолеть
Пороговый фибрилляционный	100	300	Непосредственное влияние на мышцу сердца, при протекании тока более чем 5 секунд может произойти остановка сердца

Меры защиты от воздействия электрического тока:

– изолировать токоведущие части, что защищает электроустановки от чрезмерной утечки токов, предохраняет людей от поражения током и исключает возникновение пожаров;

– применять двойную изоляцию, состоящую из рабочей изоляции и дополнительной, повышающей надежность работы, т.е. защищающей человека от поражения при повреждении изоляции;

– зануление, обеспечивающее быстрое отключение поврежденной установки или участка цепи максимальной токовой защиты в следствии короткого однофазного замыкания;

– заземление нейтрали, обеспечивающее невозможность появления напряжения относительно земли на корпусе машины;

– обязательный контроль исправности проводника защитного заземления или зануления, наличия трапа у станка;

– привлечение к ремонту оборудования лиц электротехнического персонала, своевременно прошедших инструктаж.

Для снабжения электродвигателя станка используется ток напряжением 220 В (ГОСТ 12.1.002–84 – Электростатическое поле промышленной частоты. Допустимые уровни напряжения и требования к проведению контроля на рабочем месте). Ток такого напряжения может явиться причиной травм. Опасность поражения током возникает в тех случаях, когда нарушена изоляция электрической части станка.

Во избежание поражения током рабочий станок заземлен. Рабочий должен строго соблюдать правила пуска и останова электродвигателя.

Общие меры безопасности:

1) организационные меры – инструктаж, применение защитных средств, профессиональный подбор кадров;

2) профилактические меры – изоляция, ограждение оборудования, изолирующие материалы;

3) защитные ограничения.

4.6 Микроклимат

Микроклимат – это климат внутренней среды помещения. Он оценивается следующими параметрами: температура тела человека и окружающей среды, оптимальная температура, относительная влажность воздуха и скорость (СанПиН 2.2.4.548–96 – Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений).

Терморегуляция – комплекс физико-химических и технологических процессов, направленных на поддержание постоянной температуры тела.

Одним из необходимых условий здорового и высокопроизводительного труда является обеспечение санитарных норм воздушной среды в рабочей зоне помещений, то есть в пространстве высотой до 2 м над уровнем пола, путем устранения воздействия таких вредных производственных факторов, как пары, пыль, избыточная теплота и влага.

Допустимые параметры микроклимата – это такое сочетание параметров микроклимата, которое при длительном и систематическом воздействии на человека вызывает проходящее, но быстро восстанавливаемое функционирование организма и теплового баланса с напряжением механизма терморегуляции.

Нормирование параметров микроклимата производят в зависимости от категории выполняемых работ и времени года (теплый период $> +10^{\circ}\text{C}$, холодный период $< +10^{\circ}\text{C}$).

В данном случае категория Па к ней относятся работы с интенсивностью энерготрат 151 - 200 ккал/ч (175 - 232 Вт), связанные с постоянной ходьбой, перемещением мелких (до 1 кг) изделий или предметов в положении стоя или сидя и требующие определенного физического напряжения (ряд профессий в механосборочных цехах машиностроительных предприятий).

Таблица 14 – Нормы показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровням энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхности, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Па (175–232)	19–21	18–22	60–40	0,2
Теплый	Па (175–232)	20–22	19–23	60–40	0,2

Средства защиты для установления нормированных параметров микроклимата:

1. Коллективные: отопление, кондиционирование воздуха, вентиляция, воздушное душирование, теплозащитные экраны.

2. Средства индивидуальной защиты (СИЗ) – специальные костюмы.

4.7 Производственное помещение

Производственное освещение делят на естественное и искусственное, а также на общее и местное.

Правильно спроектированное и выполненное освещение в производственных цехах способствует обеспечению высокой производительности труда и качества выпускаемой продукции. Сохранность зрения, состояния нервной системы работающих и безопасность на производстве в значительной мере зависят от условий освещения. В нашем случае освещение должно быть как общее так и местно.

Требования к производственному освещению (СНиП 23–05–95 «Естественное и искусственное освещение с изменением №1»):

а) Освещенность должна соответствовать на рабочем месте необходимым нормам.

б) Равномерное распределение освещенности на рабочей зоне.

в) Отсутствие резких теней на рабочем месте.

г) В поле зрения должна отсутствовать прямая и отраженная блескость.

д) Величина освещенности должна быть постоянной во времени.

е) Направленность светового потока на рабочее место должна быть оптимальной.

ж) Необходимо подбирать спектральный состав источника света.

з) Осветительные установки должны быть безопасны при эксплуатации.

Световой поток одной лампы на участке рассчитывают по формуле:

$$\Phi_{\Sigma} = \frac{100 \cdot E_n \cdot S \cdot Z \cdot k}{\eta},$$

(4.1)

где $E_n = 300$ лк - необходимая освещенность рабочих мест операторов;

$S = 364$ м² – площадь освещаемого участка;

$k = 1,5$ – коэффициент запаса;

$Z = 1,15$ – коэффициент минимальной освещенности для ламп накаливания и ДРЛ.

η – коэффициент использования светового потока лампы, %; зависит от типа лампы, типа светильника, коэффициента отражения потолка и стен, высота подвеса светильников и индекса помещения i , $\eta=45$.

$$i = \frac{A \cdot B}{H_p \cdot (A + B)} \quad (4.2)$$

где A и B – длина и ширина участка;

H_p – расстояние от потолка, где подвешены лампы до рабочей поверхности.

$$i = \frac{22 \cdot 16}{1,18 \cdot (22 + 16)} = 1,18$$

$$\Phi_{\Sigma} = \frac{100 \cdot 300 \cdot 352 \cdot 1,15 \cdot 1,3}{45} = 350826$$

$$N = \frac{\Phi_{\Sigma}}{\Phi} = \frac{350826}{40600} = 9,64$$

Число светильников $N = 10$.

Для лампы ДРЛ 700 $\Phi_{\text{ТАБЛ}} = 40600$ лм.

Вывод: для помещения высотой 7,85 м в качестве источника света выбрана дуговая ртутная лампа высокого давления ДРЛ 700 ГОСТ 27682–88. Освещение обеспечивает выполнение зрительных работ разряда IVв.

4.8 Вибрации

Увеличение производительности, рост мощности и быстроходности производственного оборудования при одновременном снижении его материалоемкости сопровождается усилением вибраций. Воздействие вибраций не только ухудшает самочувствие работающих и снижает производительность труда, но и часто приводит к тяжелому профессиональному заболеванию – виброболезни.

Источники вибраций: возвратно-поступательные механизмы; неуравновешенные массы.

Действия вибраций на человека: раздражающее – снижение работоспособности; воздействие на нервные клетки, органы – нарушение центральной нервной системы; деформирующее действие в тканях – нарушение опорно-двигательного аппарата; смещение органов – нарушение половой системы.

Действие вибраций усугубляется холодом и шумом.

Способ защиты от вибраций:

Виброизолятор – упругое демпфирующее устройство, которое устанавливается между источником вибрации и объектом, который нужно защитить. Виброизоляторами могут служить: пружины, резина, войлок,

					150305.2020.028 00 ПЗ.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76

пробки и т.д.

Таблица 15– Значения вибрации для агрегатного станка по ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ

Вид вибрации	Среднеквадратичное значение вибрации в октавных полосах со среднегеометрической частотой, Гц
На постоянных рабочих местах	63
Общая технологическая вибрация	0,2

Методы и средства защиты от вибраций:

а) Организационные – ограничение по возрасту (до 18 лет не разрешается работать с вибрациями).

б) Гигиенические – медицинские осмотры и лечение, средства индивидуальной защиты.

Нормированные значения вибрации по ГОСТ 12.1.012–90 ССБТ приведены в таблице 15.

4.9 Шум

Шум – сочетание звуков разной интенсивности, оказывающий неблагоприятное воздействие на организм человека и, в первую очередь на нервную систему. Шум на производстве причиняет большой ущерб, вредно воздействуя на организм человека и снижая производительность труда. Утомление рабочих и операторов вследствие сильного шума увеличивает число ошибок при работе, способствует повышению травмирования. При проектировании цехов выполняют расчет ожидаемого уровня шума на рабочих местах и предусматривают необходимые противошумные мероприятия:

- изменения в конструкции шумообразующего источника;
- заключение его в изолирующие кожухи; использование глушителей шума при выпуске сжатого воздуха из пневмосистемы;
- размещение наиболее мощных источников шума в звукоизолирующих помещениях;
- использование звукопоглощающей облицовки потолков и стен, штучных звукопоглотителей и звукопоглощающих экранов, виброизолирующих фундаментов или амортизаторов под оборудование.

Таблица 16 – Уровень шума для рабочих мест по ГОСТ 12.1.003–83 ССБТ

Уровень звукового давления в дБ и октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								Уровни звука
63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	

99	92	86	83	80	78	76	74	85
----	----	----	----	----	----	----	----	----

Если невозможно снизить уровень шума до допустимых пределов путем проведения перечисленных мероприятий, следует применять индивидуальные средства защиты работающих – заглушки (тампоны из ультратонкого стекловолокна) и наушники.

Нормативные значения уровня шума для постоянных рабочих мест по ГОСТ 12.1.003–83 ССБТ приводятся в таблице 16.

					150305.2020.028 00 ПЗ.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		78

5 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Для производства продукции создан отдельный обособленный участок, обладающий правами хозяйственного ведения и оперативного управления финансово-хозяйственной деятельностью.

Данные процесса изготовления детали представлены в таблице, причем заданы общественные нормы времени всех операций по изготовлению продукта.

Для проектирования участка механического цеха машиностроительного завода необходимы следующие данные.

Исходные данные:

1. Программа выпуска – 10000 шт;
2. Режим работы – 1 смена;
3. Вид заготовки – литье по выплавляемым моделям;
4. Масса заготовки – 0,273 кг;
5. Масса детали – 0,06 кг;
6. Марка материала – сплав ВТ51.

Расчет себестоимости изготовления детали по проектному технологическому процессу с использованием базы данных и методики предприятия.

Себестоимость детали определяют по формуле:

$$C = M + 3[1+(H/100)],$$

где M — себестоимость материала, затрачиваемого на деталь, за вычетом стоимости отходов; 3 — прямая заработная плата рабочих по всем операциям изготовления детали; H — цеховые и общезаводские расходы, %.

Себестоимость материала M , затрачиваемого на деталь, за вычетом отходов определяется:

$$M = M_3 \cdot C_M - (M_3 - M_d) \cdot C_{отх},$$

где M_3 — норма расхода материала на одну деталь, кг; принимается равной массе заготовки; M_d — масса детали; C_M — стоимость одного килограмма материала, руб.; $C_{отх}$ — стоимость одного килограмма реализуемых отходов, руб.

принимается токарный ОЦ = 1 станок

принимается фрезерный ОЦ = 1 станок

общее количество станков 2

Определение численности основных производственных рабочих.

К основным производственным рабочим относятся рабочие, которые участвуют в технологическом процессе по изготовлению основной продукции.

					150305.2020.028 00 ПЗ.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		79

Численность рабочих сдельщиков определяется по количеству оборудования – 2 человека

– Расчет численности вспомогательных рабочих по проектному техпроцессу

Профессия	Расчетная единица		Норма обслужив.	Численность рабочих		Тарифный разряд
	Наименов.	Кол-во		Расчетное	Принятое	
Наладчик	Кол-во обслужен. станков	2	40	0,03	1	5
Уборщик	Производ. площади	93	400	0,031	1	2

Численность работающих по проектному техпроцессу

Категория работающих	Численность
Основные рабочие	2
Вспомогательные рабочие	1
Служащие ИТР	1
Руководители	
ИТОГО:	4

Ведомость фонда заработной платы рабочих по проектному техпроцессу

Группа	Прямая зарплата		Премия 70%	Доплата по поясному коэф., руб.15%	Годовой фонд з/платы
	по сдельн.расценкам	по тариф. ставкам			
Основ. рабочие по сдельной оплате	516153,2		361307,1	131619,05	1009079,345
Вспом. рабочие по повремен. оплате		115580	80906	27508,04	223994,04
ИТОГО:	516153,2	115580	372986	63887,64	1233073,385

З= 1233073,385руб

										Лист
										80
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

150305.2020.028 00 ПЗ.ВКР

Н — цеховые и общезаводские расходы, %.

Смета цеховых расходов по проектному техпроцессу

ЗП служащих с отчислениями на социальные нужды. Зарплата служащих составляет 30% от зарплаты основных рабочих.

Расчет себестоимости изготовления детали.

Себестоимость – это затрата на изготовление и реализацию продукции.

Таблица 4.15 – Расчет себестоимости материала

Марка материала	Масса заготовки кг	Цена за 1 кг материала	Стоимость материала	Отходы			Стоимость за вычетом отходов
				Масса отходов кг	Цена за 1 кг отходов	Стоимость отходов, руб.	
Сплав ВТ1-0	0,273	1980	540,5	0,213	198	42,17	498,33

М= 2340,25 руб

Основная заработная плата

$20506,4 \cdot 70\% \cdot 15\% = 40\,090,7$ руб.

Отчисления на социальные нужды

$\frac{40090,7 \cdot 30\%}{100\%} = 12027,1$ руб.

Цеховые расходы на программу

$40090,7 \cdot 120\% = 480108,84$ руб.

Общезаводские расходы на программу

$40090,7 \cdot 90\% = 360816,16$ руб.

$H = 480108,84 + 360816,16 = 840925$ руб

Годовая программа выпуска 10000 шт

Н- на 1 шт= 84,09 руб

$$C = M + 3[1+(H/100)],$$

$$C = 498,33 + 40090,7[1+(84,09/100)] = 74263,93 \text{ руб}$$

					150305.2020.028 00 ПЗ.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		82

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе произведен анализ текущего технологического процесса, применяемого оборудования и оснастки, выделены его недостатки и внесены предложения по проектному технологическому процессу.

Был разработан технологический процесс механической обработки детали, произведен анализ технологичности детали, разработана маршрутная и операционная технологии, рассчитано и спроектировано специальное приспособление, разработан робототехнологический комплекс автоматизированной обработки детали, подобран современный режущий инструмент и спроектировано контрольное приспособление.

В результате достигнуто увеличение коэффициента использования материала за счет нового способа получения заготовки; уменьшено штучное время, благодаря концентрации операций на обрабатывающих центрах с ЧПУ, автоматизированной загрузке заготовок и автоматической смене режущего инструмента.

					150305.2020.028 00 ПЗ.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		83

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Логунова, Э.Р. Приспособления к металлорежущим станкам: учебное пособие / Э.Р. Логунова, В.В. Ахлюстина, Д.В. Ардашев. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2011. – 174 с.
2. Шамин, В.Ю. Теория и практика решения конструкторских и технологических размерных цепей: Компьютерная версия учебного пособия/ В.Ю.Шамин.– 4-е изд., перер. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2005. – 530 с.
3. Гузеев, В.И. Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с числовым программным управлением: Справочник. 2-е изд./ В.И.Гузеев, И.В. Сурков. –М.: Машиностроение, 2007. – 368 с.
4. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т./ Под ред. Дальского А.М., Сулова А.Г., Косиловой А.Г., Мещерякова Р.К. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение – 1, 2001 г. – 944 с.
5. Меньшаков, В.М. Расчет и проектирование режущих и бесстружечных метчиков: Учебное пособие по курсовому и дипломному проектированию/ В.М. Меньшаков, А.В. Черемисов, А.Ф. Черненко. – Челябинск: ЧПИ, 1985. –37 с.
6. Филиппов, Г.В. Режущий инструмент / Г.В. Филиппов. – Л.: Машиностроение, 1981. – 392с.
7. Онлайн калькулятор режимов резания фирмы Sandvik. – <http://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/products/pages/coroguide.aspx>
8. Электронный каталог режущего инструмента фирмы Sandvik. – http://www.tulaspecinstr.ru/sandvik_katalog_2011.html
9. Л.М. Попов схваты промышленных роботов: Учебное пособие для курсового проектирования. □ Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2001. □ 39 с.

					150305.2020.028 00 ПЗ.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		84