

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

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

Разработка конструкторско-технологического обеспечения изготовления детали
«Корпус датчика температуры»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ 150305.2019.451 ПЗ ВКР

Нормоконтроль
_____ И.С. Болдырев
_____ 2019 г.

Руководитель, доцент
_____ В.А. Батуев
_____ 2019 г.

Автор работы,
студент группы П-451
_____ Д.Е. Ионин
_____ 2019

АННОТАЦИЯ

Ионин Д.Е. Разработка конструкторско-технологического обеспечения изготовления детали «Корпус датчика температуры» в условиях конкурентоспособного производства: Выпускная квалификационная работа. – Челябинск: ЮУрГУ, 2019. – 69 с., 33 ил., 12 табл., библиографический список – 5 наименований, 4 листа ф. А2 и 3 листа формата А3, 2 прил.

Цель отчета - закрепление теоретических и практических знаний, полученных при изучении специальных дисциплин, изучение видов и порядка прохождения технической проектной документации, получение информации об особенностях производства.

Задачи отчета - закрепление приобретенных теоретических знаний, выбор детали, ознакомление с её технологическим процессом, получение информации об особенностях работы завода, получение дополнительной информации, необходимой для написания письменных работ, изучение организационной структуры, политики предприятия, знакомство с вопросами техники безопасности.

					<i>ЮУрГУ.150305.2019.451 ПЗ ВКР</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Ионин Д.Е.</i>			<i>Разработка конструкторско-технологического обеспечения изготовления детали «Корпус датчика температуры»</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Проверил</i>		<i>Батуев В.А.</i>				<i>Д</i>		<i>2 69</i>
<i>Н. контр.</i>		<i>Болдырев И.С.</i>				<i>ЮУрГУ Кафедра ТАМ</i>		
<i>Утвердил</i>		<i>Гузеев В.И.</i>						

ОГЛАВЛЕНИЕ

АННОТАЦИЯ.....	2
ОГЛАВЛЕНИЕ	3
1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ	6
1.1 Назначение, условия эксплуатации и описание узла изделия.....	6
1.2 Служебное назначение детали «Корпус датчика температуры» и технические требования, предъявляемые к детали	6
1.3 Аналитический обзор и сравнение зарубежных и отечественных технологических решений для тракторостроения.	7
1.4 Формирование целей и задач проектирования	8
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	9
2.1 Анализ существующей документации по конструкторско- технологической подготовки действующего производства	9
2.2 Разработка проектного варианта технологического процесса изготовления детали «Корпус датчика температуры»	12
3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ	38
3.1 Аналитический обзор и выбор стандартизированной технологической оснастки	38
3.2 Аналитический обзор и выбор режущего инструмента.....	39
3.3 Проектирование и расчёт специального режущего инструмента.....	44
3.4 Выбор измерительного оборудования и оснастки на операциях.....	48
4 АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА	52
4.1 Анализ возможных направлений по автоматизации технологического процесса изготовления детали.	52
4.2 Выбор оборудования для функционирования автоматизированной системы	54

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

4.3	Базирование заготовки в промышленном работе.....	58
4.4	Разработка и анализ производительности автоматизированной системы	58
5	ОРГАНИЗАЦИОННО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ЧАСТЬ	60
6	БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЦИКЛА	61
6.1	Мероприятия и средства по созданию безопасных и безвредных условий труда	61
6.2	Мероприятия по электробезопасности	63
6.3	Мероприятия по пожарной безопасности	65
7	ВЫВОД ПО КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ.....	68
	БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	69

ВВЕДЕНИЕ

Проектирование технологических процессов изготовления деталей должно вестись в соответствии с требованиями единой системы технологической подготовки производства (ЕСТПП), которая предусматривает широкое применение прогрессивных типовых технологических процессов, стандартная технологическая оснастка и оборудования средств механизации и автоматизации производственных процессов, инженерно-технических и управленческих работ.

Опыт изготовления деталей показал, что недостаточно четкое понимание служебного назначения детали заставляет вносить множество существенных изменений в конструкцию изделия не только в период производственного изготовления, но и при последующей эксплуатации и ремонте готового изделия. Эти изменения технических условий или конструкции изделия влекут за собой пересмотр технологических процессов, переделку технологической оснастки, оборудования и т.д. В результате удлиняются сроки подготовки производства и освоения выпуска новой продукции. Отсюда следует необходимость предельно четкого определения служебного назначения детали и правильного его отражения в технических условиях и различных нормах, которым должна соответствовать новое изделие.

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

1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1 Назначение, условия эксплуатации и описание узла изделия

Данная деталь является корпусом датчика температуры охлаждающей жидкости. Датчик температуры охлаждающей жидкости – это агрегат, питающийся рабочим током, который исходит от стабилизированного источника управляющего блока. Его выходное напряжение может корректироваться. Это зависит от величины температуры внешней среды. Так и осуществляется принцип работы датчика температуры. Если она увеличивается – то становится больше и выходное напряжение датчика. Стоит рассказать, как сконструирован датчик температуры охлаждающей жидкости. Он состоит из металлического корпуса, у которого имеется цилиндрический наголовник. Внутри него располагается чувствительный элемент. Также в его комплектацию входит хвостовая пластмассовая часть с двухконтактной вилкой.

1.2 Служебное назначение детали «Корпус датчика температуры» и технические требования, предъявляемые к детали

Размеры, допуски и отклонения формы показывают, что деталь соответствует своему служебному назначению. Для данной детали не нужны высокие характеристики шероховатости.

Требования к плоскостности поверхностей стыка не более 0,16, так как корпус должен плотно соединяться с крышкой для обеспечения точной фиксации противовесов в отверстиях, во избежание смещения и появления дополнительных нежелательных вибраций. У болтовых отверстий позиционный допуск расположения: не более 0,25 допуска отверстия для точного позиционирования корпуса и крышки с дальнейшим стягиванием болтами. Также у поверхностей стыка указана шероховатость не более 5, что достаточно для плотного соединения поверхностей. В месте под отверстиями для крепления корпуса к крышки стоит шероховатость не более 12,5, что не является высокоточным показателем и не требует специальной обработки, так как участок не контактирует с другими

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

поверхностями и не подвержен постоянному трению. На внутренних поверхностях отверстий под валы противовесов указана шероховатость 2,5, исходя из того, что поверхность постоянно будет подвержена трению из-за вращения валов и необходимо снизить его посредством высокоточной обработки, уменьшая износ обеих поверхностей.

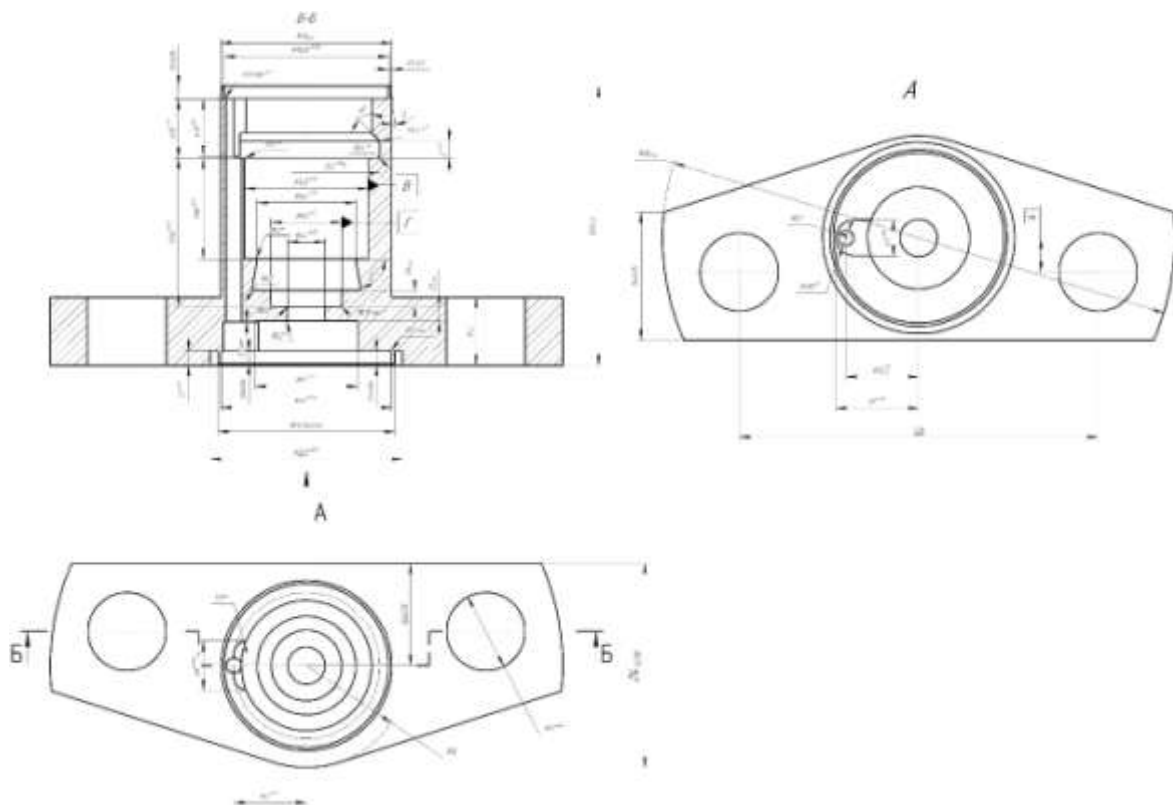


Рисунок 1 – эскиз детали «Корпус датчика температуры»

Технические требования также показывают, что деталь соответствует назначению, указаны все необходимые литейные уклоны, наносятся антикоррозионные покрытия.

1.3 Аналитический обзор и сравнение зарубежных и отечественных технологических решений для тракторостроения.

В настоящее время отечественные и зарубежные передовые технологии ни в чем не уступают друг другу, так как машиностроение в XXI является материальной базой для реализации научно-технического прогресса всех передовых стран мира. От уровня развития машиностроения и от степени совершенства машин в значительной степени зависит производительность

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

общественного труда и благосостояния народа, поэтому развитие инновационной сферы машиностроения так важно для всех стран. Новые технологии и решения, активно применяющихся в отечественном и зарубежном производстве, следующие: электроэрозионная обработка, ультразвуковая обработка, электрохимическая обработка, лазерная обработка, обработка токами высокой частоты, метод индукционного нагрева материалов, нанотехнологии (наноструктурированные материалы различного назначения; тонкие пленки, приповерхностные слои, гетероструктуры; фуллерены, фуллериты, нанотрубки на их основе; технология нанесения нано-покрытий на металлорежущие инструменты с целью повышения их характеристик), технология финишной обработки поверхностей заготовок с применением высокоточных прецизионных станков, замена СОЖ на устройство охлаждения ионизированным воздухом и др. Рассмотрим более подробно как обстоят дела в отечественном машиностроении. В последнее время в России ежегодно разрабатывается около 300 проектных технологических процессов обработки для деталей различных классов. Из числа созданных за последние пять лет около 12% не имеет аналогов в мире и столько же соответствует лучшим зарубежным образцам. Более четверти общего числа созданных за последние пять лет новых технологических процессов машиностроения приходится на станкостроение и инструментальное производство. Кроме того, создано значительное число новых технологий в области конструкционных материалов, заготовительного производства, сварки, модификации поверхностей, а также специальных видов технологий. Основной целью развития машиностроительной отрасли России в ближайшее время является обеспечение растущего спроса на её высококачественную продукцию на внутреннем и мировом рынках на основе ускоренного инновационного обновления отрасли, повышения её экономической эффективности, экологической безопасности, ресурсо- и энергосбережения, конкурентоспособности продукции.

1.4 Формирование целей и задач проектирования

					ЮУрГУ.150305.2019.451 ПЗ ВКР	Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Целью курсового проектирования является разработка нового варианта технологического процесса изготовления детали «Корпус датчика температуры».

Основные задачи проектирования:

1. Анализ и выбор способа получения заготовки
2. Подбор технологического оборудования
3. Расчёт норм времени
4. Подбор стандартизованного режущего инструмента и оснастки
5. Разработка специального режущего инструмента «расточной оправки»
6. Разработка специального станочного приспособления

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Анализ существующей документации по конструкторско-технологической подготовки действующего производства

2.1.1 Анализ операционных карт действующего технологического процесса.

Комплектность технологического процесса неполная: отсутствуют операционная карта, карта эскизов и карта технологического контроля.

Маршрутная карта не полностью соответствует ГОСТ 3.1118-82 ЕСТД: «Формы и правила оформления маршрутных карт».

Несоответствий с действующим государственным стандартом и стандартом предприятия нет.

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

- условные обозначения в соответствии с ГОСТ 2.109-73;
- знаки шероховатости, размеры, предельные отклонения также указаны на чертеже и соответствуют ГОСТ 2.109-73;
- основная надпись соответствует требованиям ГОСТ 2.104-2006 «Основные надписи»;
- масштаб выполнен в соответствии с требованиями ЕСКД и т.д.

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

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

Операция 005 - токарная. Комплект баз: двойная направляющая, опорная. Деталь закрепляется в 3-х кулачковом патроне. В качестве режущего инструмента используются:

* резец раст. 16x16 ВК60М ГОСТ18883-73

Измерительный инструмент:

* пробка гл. $\varnothing 14,5$ ГОСТ 14810-69

* стойка С-IV-160x100 ГОСТ 10197-70

Операция 010 - шлифовальная. Комплект баз: опорная, направляющая, установочная. Деталь закрепляется в тисках. В качестве режущего инструмента используются:

* сукно или войлок ГОСТ288-72

* микрошлиф. порошок М5, М14 ГОСТ3647-80

Измерительный инструмент:

* индикатор ИЧ05 кл.1 ГОСТ577-68

* ножка 040 Е9000.2163

Операция 015 - сверлильная. Комплект баз: опорная, направляющая, установочная. Для фиксации заготовки используются тиски. В качестве режущего инструмента используются:

* сверло $\varnothing 0,36$ Е2312.0035;

* сверло $\varnothing 0,42$ Е2312.0035-1

Измерительный инструмент:

* пробка гл. $\varnothing 0,4$ Е8123.0354;

* глубиномер на р-р 2 Е8136.0069;

* индикатор ИЧ05 кл.1 ГОСТ577-68;

* ножка 010 Е9000.2163;

* стойка С-IV-160x100 ГОСТ 10197-70;

* пробка гл. $\varnothing 14,5 +0,07$ ГОСТ 14810-69;

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

* микрометр МК 25–1 ГОСТ 6507-90 (д/инстр.)

Оборудование: станок с ЧПУ MCV 1270.

2.1.3 Размерно-точностной анализ действующего технологического процесса.

Размерный анализ технологического процесса проводится с целью проверки обеспечения заданной точности детали при использовании действующего технологического процесса.

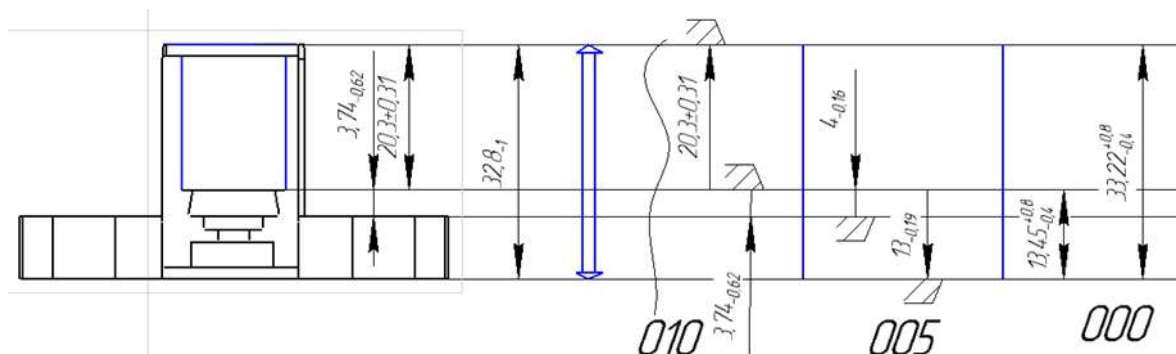


Рисунок 2 – технологическая размерная цепь.

Замыкающее звено в технологической цепи размеров – это звено, не выполняемое непосредственно на какой-либо операции. Т.е. в нашей цепи таковыми являются размеры [18...48]. Найдем его номинальное, минимальное и максимальное значения (рисунок 12). [18...48]=32,8–1



Рисунок 3– Графическое изображение звена [18...48]

$$[18...48] = (48...38) + (38...28) - (28...37) + (38...18) = 20 \pm 0,31 + 3,74 - 0,62 - 4 - 0,16 + 13 - 0,19 = 32,74 - 1,28 + 0,97;$$

$$Z_H = 0,7 + 2,25/2 - 0,31/2 = 1,67 \Rightarrow \text{припуск завышен}$$

$$[37...38] = (37...28) - (28...38) = 4 - 0,16 - 3,74 - 0,62 = 0,26 - 0,78 + 0,46.$$

$$Z_H = 0,7 + 1,24/2 - 0,32/2 = 1,16 \Rightarrow \text{припуск занижен}$$

Исходя из расчётов, можно утверждать, что назначенные припуски в действующем технологическом процессе не рациональны.

Припуск на механическую обработку должен быть оптимальным, т.е. он должен обеспечить заданную точность механической обработки и в то же время иметь наименьший расход материала, т.е. чрезмерные припуски вызывают затраты на измерения при изготовлении детали, а заниженные припуски, наоборот, не удовлетворяют установленным требованиям к шероховатости, к качеству поверхностного слоя, к материалу и точности размеров.

2.1.3 Выводы по разделу

Исходной заготовкой является горячекатаный прутки из стали 36нхтю. в действующем технологическом процессе используются стандартные и специальные приспособления и технологическая оснастка.

На действующем производстве вся обработка производилась на фрезерном станке с ЧПУ MCV 1270, так как обрабатываемая деталь – тело вращения, рациональнее использовать более компактный токарный станок.

Главным минусом действующего технологического процесса является показатель КИМ, который в базовом варианте равен 0,1, что является довольно низким показателем. Причиной такого КИМ является большая величина напусков, так как 9% материала заготовки удаляется в процессе механической обработки. Данный недостаток учтён в проектом варианте технологического процесса

2.2 Разработка проектного варианта технологического процесса изготовления детали «Корпус датчика температуры»

2.2.1 Аналитический обзор, выбор и обоснование способа получения исходной заготовки.

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

Для получения заготовки детали был выбран способ литья по газифицированным моделям. Данный способ позволяет создать массив заготовок из пенополистирола объединённых общей литниковой системой, что позволяет получать сразу несколько заготовок достаточной высокой точности, это повышает показатель $KIM = \frac{290}{840} \approx 0,27$, за счёт снижения припусков на обработки, а также понижает трудоёмкость производства. Эскиз отливки представлен на рисунке 4.

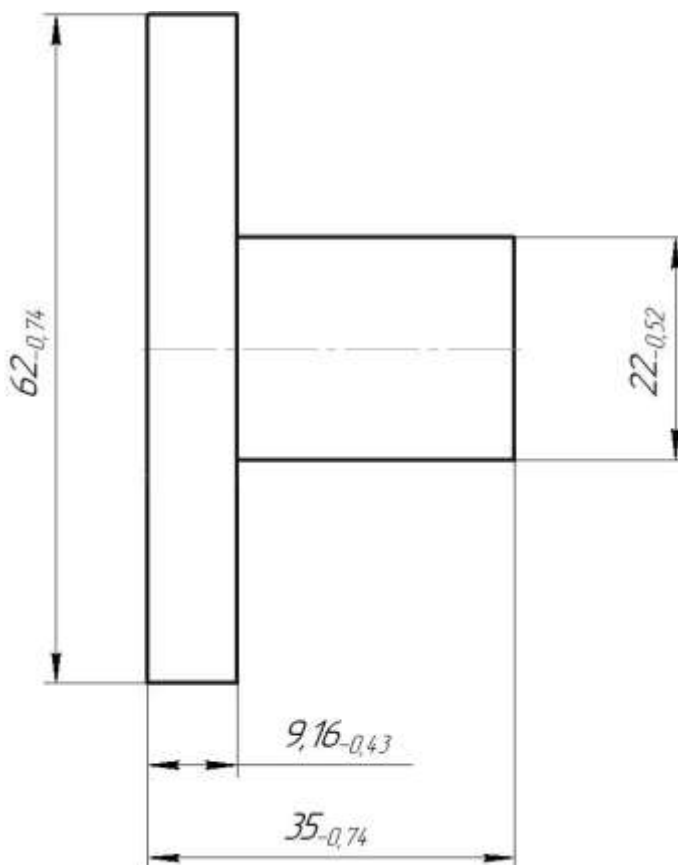


Рисунок 4 – эскиз заготовки

2.2.2 Аналитический обзор и выбор основного технологического оборудования.

В проектном варианте технологического процесса для обработки детали выбран токарный станок с ЧПУ фирмы MAS SP 240. MAS SP 240 – станок обладающий большим спектром возможностей:

- Станок с максимальным диаметром обработки 280 мм позволяет производить с высокой эффективностью в том числе при обработке с правого шпинделя

- Пять возможных вариантов компоновки узлов позволят подобрать оптимальное решение удовлетворяющее технологии как в малосерийном, так и в специализированном массовом производстве
- Массивное основание станка и станины обеспечивают высокую жесткость
- Деформации механических частей станков проверены цифровыми методами вычисления – „FEM“
- Динамика и устойчивость движения осей рассчитаны с помощью современных методов вычисления
- Шпиндельные узлы позволяют достичь хорошей производительности
- Синхронные встроенные шпиндельные двигатели предоставляют высокую динамику функций шпинделя, а также мощную ротационную ось С
- Суппорты линейных осей, правая шпиндельная бабка и корпус задней бабки перемещаются по направляющим качения, что дает станкам высокую точность позиционирования
- Жесткость трехосевого исполнения верхнего суппорта подчеркивает решение с виртуальным движением оси Y1, которое образовано интерполяцией фактических осей X1 и Y' находящихся под углом 30°
- Программируемое движение корпуса задней бабки исключает потребность вмешательства оператора в процесс обработки
- Возможные варианты систем управления SIEMENS, HEIDENHAIN, FANUC гарантируют отличные управляющие характеристики и комфортное программирование
- Простота в обслуживании и программирования непосредственно на станке



Рисунок 5 – MAS SP 280

2.2.3 Формирование операционно-маршрутной технологии проектного варианта.

Новый вариант технологического процесса позволяет повысить производительность за счёт применения принципа концентрации операций.

Маршрутный технологический процесс представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Маршрутный технологический процесс

Название и номер операции	Оборудование
000 Заготовительная	литьё по газифицированным моделям
005 Токарная с ЧПУ	MAS SP 280
010 токарная с ЧПУ	
015 Токарная с ЧПУ	

Операция 005 токарная с ЧПУ

На 005 операции выполняется продольное точение наружной поверхности корпуса, подрезание торца, точение канавок специальной оправкой, сверление и растачивание внутренних поверхностей корпуса. Эскиз 005 операции представлен на рисунке 6.

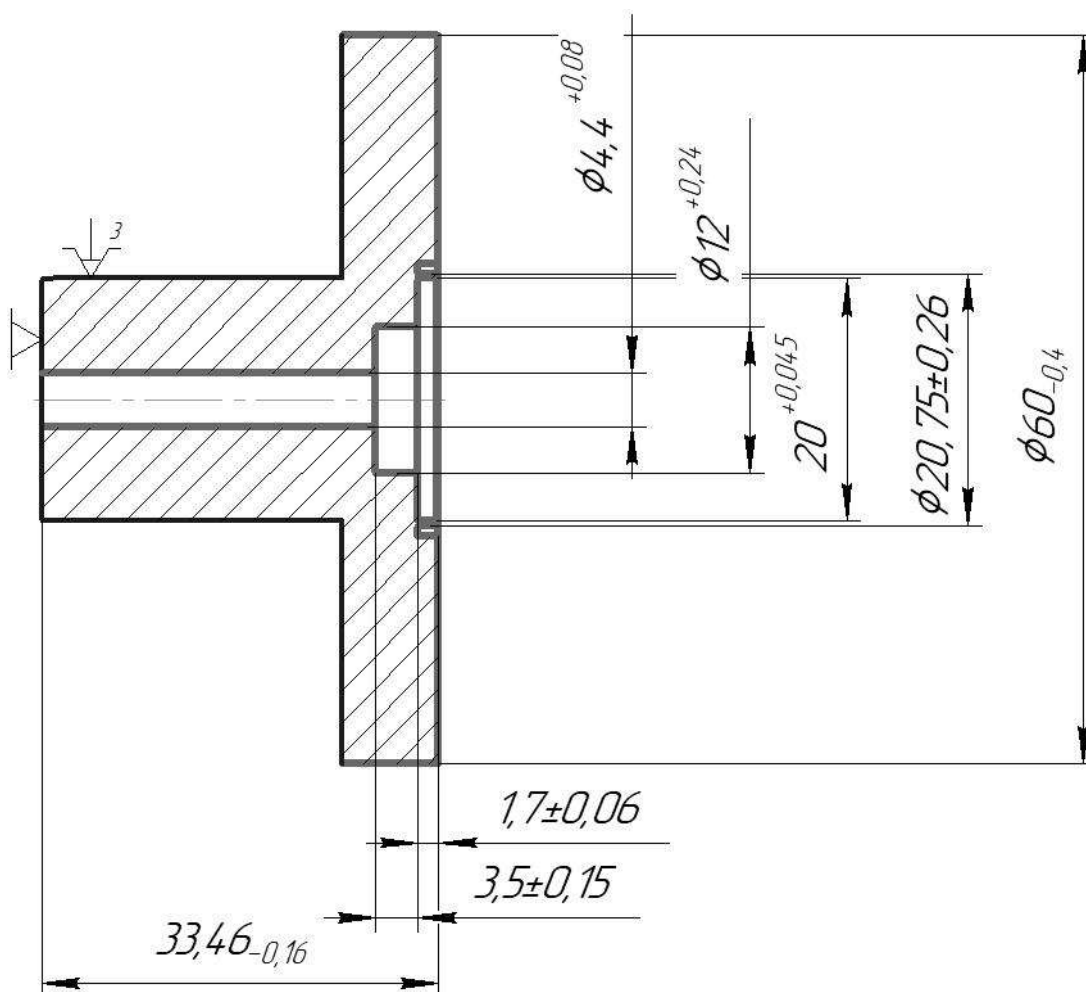


Рисунок 6 – Операционный эскиз 005 операции

Операция 010 токарная с ЧПУ

На 010 операции выполняется продольное точение наружной поверхности, обработка уступа и второго торца детали, растачивание внутреннего отверстия, с другой стороны. Эскиз 010 операции представлен на рисунке 7.

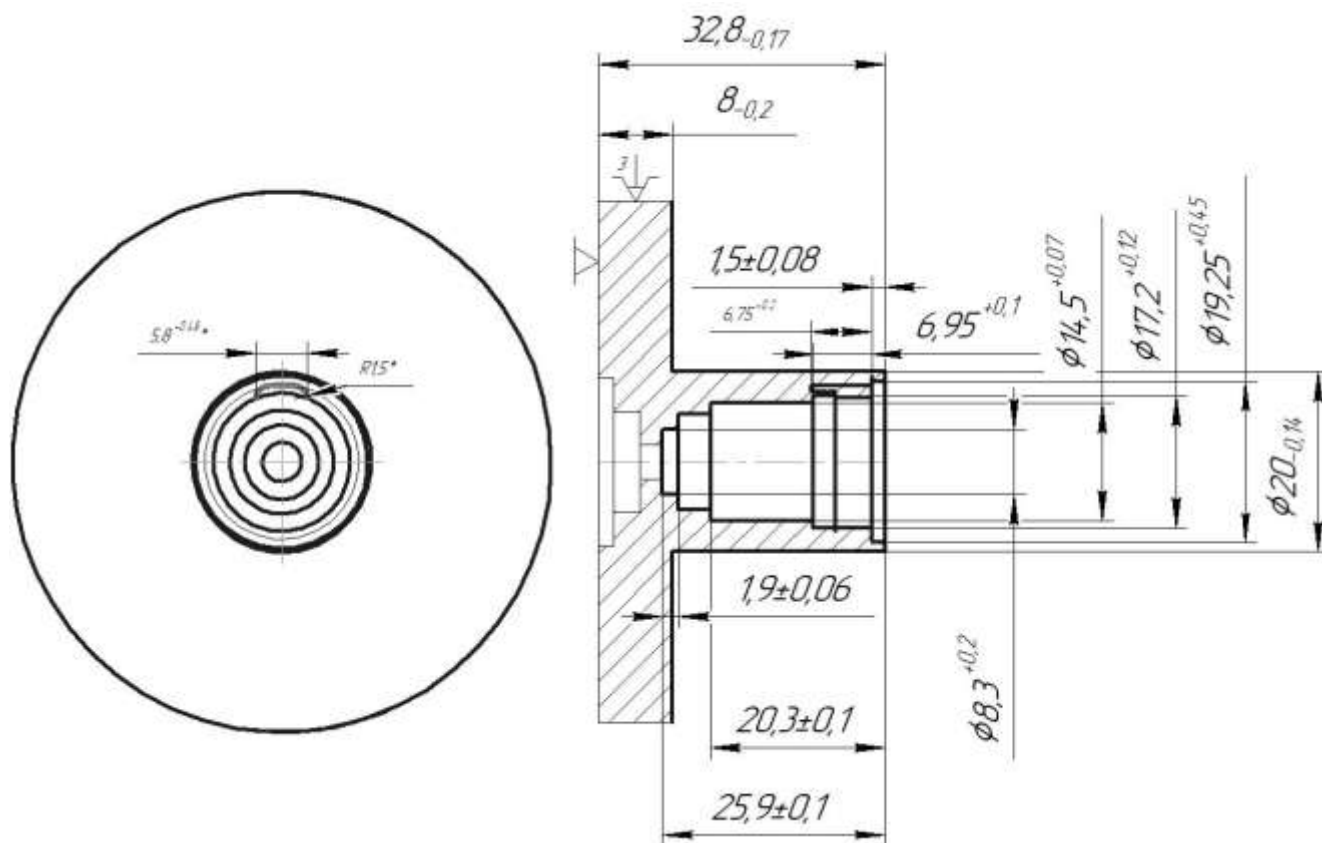


Рисунок 7 – Операционный эскиз 010 операции

Операция 015 токарная с ЧПУ

На 015 операции выполняется фрезерование криволинейной поверхности, точение сверление сквозного отверстия, обработка паза и сверление 2-х отверстий. Эскиз 015 операции представлен на рисунке 8.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

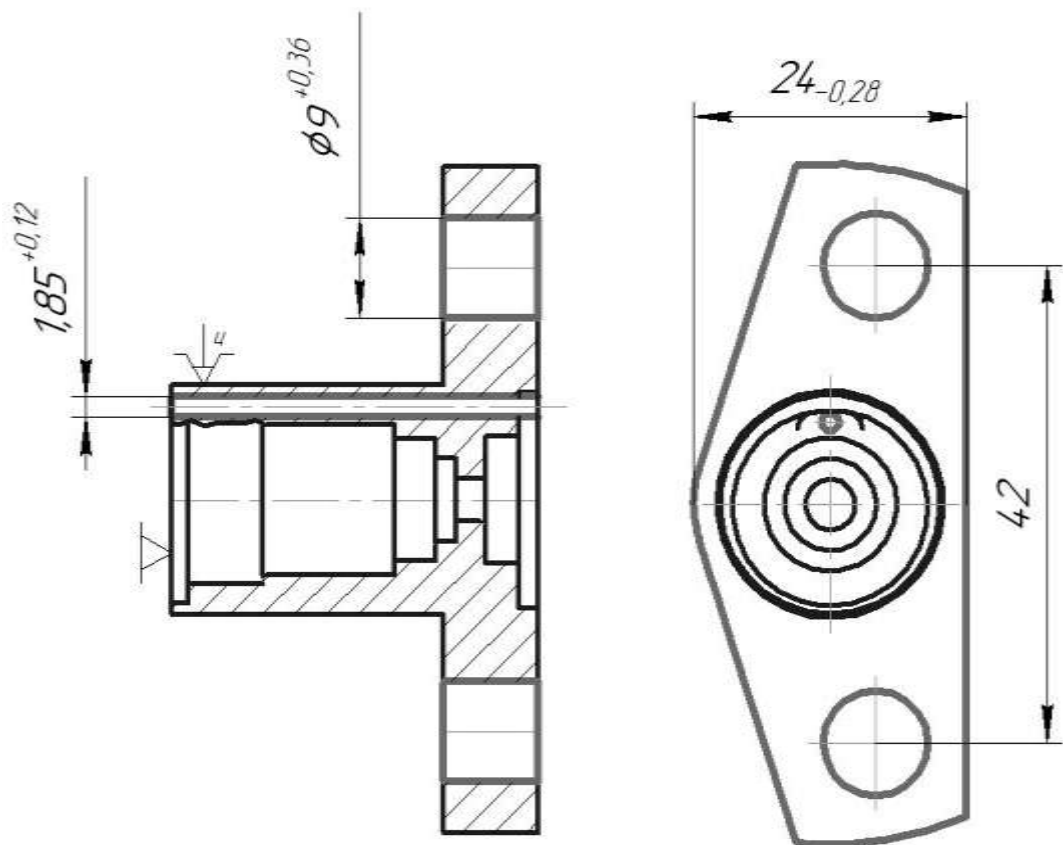


Рисунок 8 – Операционный эскиз 010 операции

2.2.4 Размерно-точностной анализ проектного варианта технологического процесса.

Размерно-точностной анализ проектного варианта производится с целью определения величины припусков на обработку и номинальных операционных размеров и размеров заготовки.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

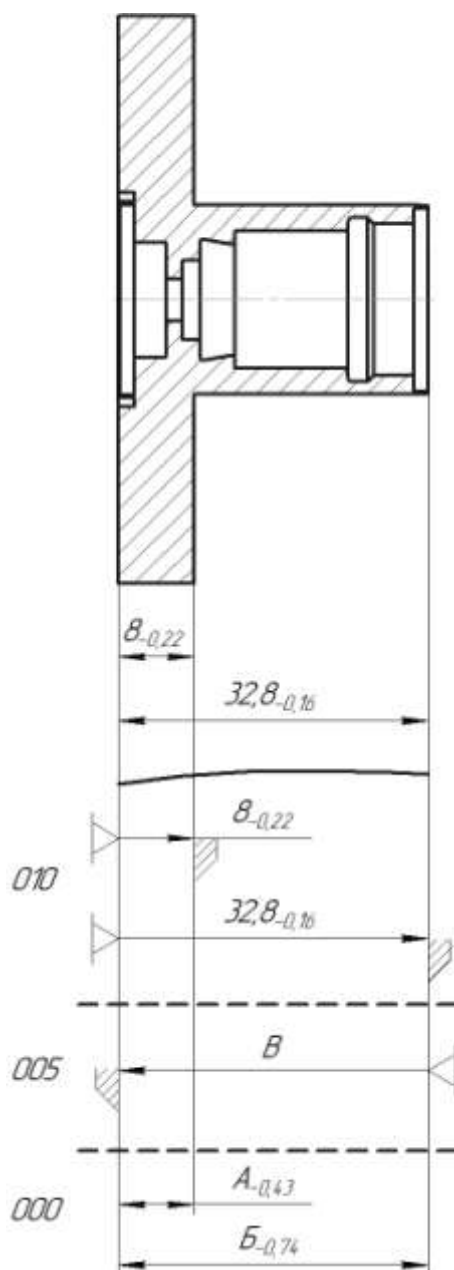


Рисунок 9 – Размерная цепь

Для проектного варианта технологического процесса необходимо рассчитать величины припусков и номинальные значения операционных размеров и размеров заготовки.

Минимальный припуск рассчитывается по формуле:

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

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Литьё в металлические формы имеет $Rz = 200$ мкм и $Df = 300$ мкм, соответственно получено:

$$z_{min} = 200 + 300 = 0,5 \text{ мм.}$$

Номинальные припуски на обработку считаются по следующей формуле:

$$z_{ном} = z_{min} + \frac{W}{2} - [\Delta_0],$$

Расчёт номинальных значений операционных размеров.

Припуск [38: 37]:

$$[38: 37] = (37: 18) - (18: 38) = B_{-0,16} - 32,8_{-0,16} = ? \pm 0,16$$

$$z_{ном} = 0,5 + 0,16 + 0 \approx 0,66 \Rightarrow ? \pm 0,16 = 0,66 \pm 0,16$$

Размер [18...37]

$$B_{-0,16} = 32,8_{-0,16} + 0,66 \pm 0,16$$

$$B = 33,46 \text{ мм;}$$

Припуск [17: 18]:

$$[17: 18] = (18: 37) - (37: 17) = B_{-0,74} - 33,46_{-0,16} = ?_{-0,74}^{0,16}$$

$$z_{ном} = 0,5 + 0,45 + 0,58 \approx 1,53 \Rightarrow ?_{-0,74}^{0,16} = 1,53_{-0,74}^{0,16}$$

Размер [17...37]

$$B_{-0,74} = 33,46_{-0,16} + 1,53_{-0,74}^{0,16}$$

$$B = 34,99 \approx 35 \text{ мм;}$$

Припуск [28: 27]:

$$[28: 27] = (27: 17) - (17: 37) + (37: 18) - (18: 28)$$

$$= A_{-0,43} - 33,46_{-0,16} + 32,8_{-0,16} - 8_{-0,22} = ?_{-0,59}^{0,82}$$

$$z_{ном} = 0,5 + 0,705 - 0,115 \approx 0,5 \Rightarrow ?_{-0,59}^{0,82} = 0,5_{-0,59}^{0,82}$$

Размер [17...27]

$$A_{-0,43} = 8_{-0,22} - 32,8_{-0,16} + 33,46_{-0,16} + 0,5_{-0,59}^{0,82}$$

$$A = 9,16 \text{ мм;}$$

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

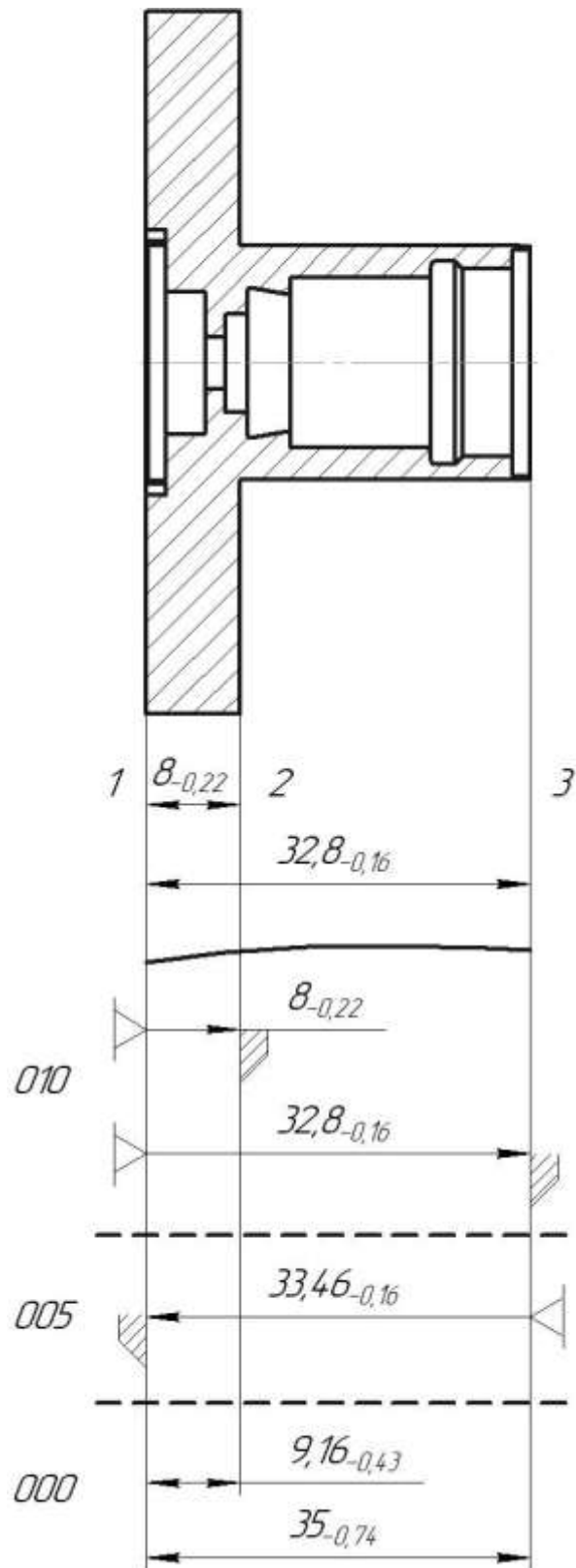


Рисунок 10 – Размерная цепь с рассчитанными линейными размерами

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

1) Растачивание расточным резцом C08K-SDQCR-07

Материал инструмента: P6M5;

При глубине резания: $t=1$ мм.

Длина обработки: 88,6 и 226,625 мм.

Диаметр державки: 8 мм

Черновая подача выбирается по карте 9:

Для черновых проходов:

$$S_0 = 0,27 \frac{\text{мм}}{\text{об}};$$

$$S = S_0 \cdot K_{SM} \cdot K_{СП} \cdot K_{Sl} \cdot K_{S\varphi} \cdot K_{SD} \cdot K_{SP} \cdot K_{СИ};$$

Поправочные коэффициенты на подачу выбраны по карте 11:

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

$K_{СП} = 0,85$ – Коэффициент зависит от поверхности заготовки;

$K_{Sl} = 0,5$ – Коэффициент зависит от длины вылета резца;

$K_{S\varphi} = 1$ – Коэффициент зависит от геометрических параметров;

$K_{SD} = 0,62$ – Коэффициент зависит от диаметра детали;

$K_{SP} = 1$ – Коэффициент зависит от крепления пластины;

$K_{СИ} = 1,15$ – Коэффициент зависит от инструментального материала;

$$S = 0,27 \cdot 1,25 \cdot 0,85 \cdot 0,5 \cdot 1 \cdot 0,62 \cdot 1 \cdot 1,15 = 0,1 \frac{\text{мм}}{\text{об}};$$

Определение скорости резания для черновой стадий обработки:

$$V = V_T \cdot K_V;$$

$$K_V = K_{vи} \cdot K_{vc} \cdot K_{vo} \cdot K_{vj} \cdot K_{vM} \cdot K_{v\varphi} \cdot K_{vT} \cdot K_{vjж};$$

Поправочные коэффициенты на скорость резания выбираем по картам 21 и 23:

$K_{vи} = 0,35$ – Коэффициент зависит от инструментального материала;

$K_{vc} = 1$ – Коэффициент зависит от группы обрабатываемости материала;

$K_{vo} = 1$ – Коэффициент зависит от вида обработки;

$K_{vj} = 0,75$ – Коэффициент зависит от жёсткости станка;

					ЮУрГУ.150305.2019.451 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

$K_{VM} = 1,7$ – Коэффициент зависит от механических свойств обрабатываемого материала;

$K_{V\phi} = 0,95$ – Коэффициент зависит от геометрических параметров резца;

$K_{VT} = 0,7$ – Коэффициент зависит от периода стойкости режущей части;

$K_{VЖ} = 1$ – Коэффициент зависит от наличия охлаждения;

$$K_V = 0,35 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,75 \cdot 1,7 \cdot 0,95 \cdot 0,7 \cdot 1 = 0,29;$$

Скорость резания выбрана по карте 21:

Для диаметра 20 мм;

$$V_T = 241 \frac{\text{м}}{\text{мин}};$$

$$V = 241 \cdot 0,29 = 69,89 \frac{\text{м}}{\text{мин}};$$

Частота вращения:

$$n = \frac{1000 \cdot 69,89}{3,14 \cdot 20} = 1112 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

Минутная подача для черновой стадии:

$$S_M = 0,1 \cdot 1112 = 111,2 \frac{\text{мм}}{\text{мин}};$$

$$T_M = \frac{88,6}{111,2} + 0,01 = 0,8 \text{ мин};$$

$$T_M = \frac{226,625}{111,2} + 0,01 = 2,04 \text{ мин};$$

2) Продольное точение проходным резцом PVLNR 2020-K06

Материал инструмента: P6M5;

При глубине резания: $t=1$ мм.

Длина обработки: 3 мм.

Сечение державка: 20x20

Черновая подача выбирается по карте 3:

Для диаметра 20 мм;

$$S_0 = 0,45 \frac{\text{мм}}{\text{об}};$$

$$S = S_0 \cdot K_{Si} \cdot K_{SP} \cdot K_{SD} \cdot K_{Sh} \cdot K_{Sl} \cdot K_{Sn} \cdot K_{Sy} \cdot K_{Sj} \cdot K_{S\phi} \cdot K_{SM};$$

Поправочные коэффициенты на подачу выбираем по карте 3:

$K_{Si} = 1,1$ – Коэффициент зависит от инструментального материала;

$K_{SP} = 1,15$ – Коэффициент зависит от крепления пластины;

И по карте 5:

$K_{SD} = 0,95$ – Коэффициент зависит от сечения державки резца;

$K_{Sh} = 1$ – Коэффициент зависит от прочности режущей части;

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

$K_{Sn} = 0,85$ – Коэффициент зависит от поверхности заготовки;

$K_{S\phi} = 0,95$ – Коэффициент зависит от геометрических параметров;

$K_{Sy} = 1,2$ – Коэффициент зависит от схемы установки заготовки.

$K_{Sj} = 0,75$ – Коэффициент зависит от жёсткости станка;

$$S = 0,45 \cdot 1,1 \cdot 1,15 \cdot 0,95 \cdot 1 \cdot 1,25 \cdot 0,85 \cdot 0,95 \cdot 1,2 \cdot 0,75 = 0,51 \frac{\text{мм}}{\text{об}};$$

Для диаметра 60 мм;

$$S_0 = 0,83 \frac{\text{мм}}{\text{об}};$$

$$S = S_0 \cdot K_{Si} \cdot K_{SP} \cdot K_{SD} \cdot K_{Sh} \cdot K_{Sl} \cdot K_{Sn} \cdot K_{Sy} \cdot K_{Sj} \cdot K_{S\phi} \cdot K_{SM};$$

Поправочные коэффициенты на подачу выбираем по карте 3:

$K_{Si} = 1,1$ – Коэффициент зависит от инструментального материала;

$K_{SP} = 1,15$ – Коэффициент зависит от крепления пластины;

И по карте 5:

$K_{SD} = 0,95$ – Коэффициент зависит от сечения державки резца;

$K_{Sh} = 1$ – Коэффициент зависит от прочности режущей части;

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

$K_{Sn} = 0,85$ – Коэффициент зависит от поверхности заготовки;

$K_{S\phi} = 0,95$ – Коэффициент зависит от геометрических параметров;

$K_{Sy} = 1,2$ – Коэффициент зависит от схемы установки заготовки.

$K_{Sj} = 0,75$ – Коэффициент зависит от жёсткости станка;

$$S = 0,83 \cdot 1,1 \cdot 1,15 \cdot 0,95 \cdot 1 \cdot 1,25 \cdot 0,85 \cdot 0,95 \cdot 1,2 \cdot 0,75 = 0,9 \frac{\text{мм}}{\text{об}};$$

Определяем скорость резания для черновой стадий обработки:

$$V = V_T \cdot K_V;$$

$$K_V = K_{vн} \cdot K_{vc} \cdot K_{vo} \cdot K_{vj} \cdot K_{vM} \cdot K_{v\phi} \cdot K_{vT} \cdot K_{vж};$$

Поправочные коэффициенты на скорость резания выбираем по картам 21 и 23:

$K_{vн} = 0,35$ – Коэффициент зависит от инструментального материала;

$K_{vc} = 1$ – Коэффициент зависит от группы обрабатываемости материала;

$K_{vo} = 1$ – Коэффициент зависит от вида обработки;

$K_{vj} = 0,75$ – Коэффициент зависит от жёсткости станка;

$K_{vM} = 1,7$ – Коэффициент зависит от механических свойств обрабатываемого материала;

$K_{v\phi} = 0,95$ – Коэффициент зависит от геометрических параметров резца;

$K_{vT} = 0,7$ – Коэффициент зависит от периода стойкости режущей части;

$K_{vж} = 1$ – Коэффициент зависит от наличия охлаждения;

$$K_V = 0,35 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,75 \cdot 1,7 \cdot 0,95 \cdot 0,7 \cdot 1 = 0,29;$$

Скорость резания выбрана по карте 21:

Для диаметра 20 мм;

$$V_T = 136 \frac{\text{м}}{\text{мин}};$$

$$V = 136 \cdot 0,29 = 39,44 \frac{\text{м}}{\text{мин}};$$

Частота вращения:

$$n = \frac{1000 \cdot 39,44}{3,14 \cdot 20} = 627 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

Минутная подача:

$$S_M = 0,51 \cdot 627 = 320,12 \frac{\text{мм}}{\text{мин}};$$

$$T_M = \frac{24,8+5}{320,12} = 0,093 \text{ мин};$$

Для диаметра 60 мм;

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

$$V_T = 111 \frac{\text{м}}{\text{мин}};$$

$$V = 111 * 0,29 = 32,19 \frac{\text{м}}{\text{мин}};$$

Частота вращения:

$$n = \frac{1000 \cdot 32,19}{3,14 \cdot 60} = 170 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

Минутная подача:

$$S_M = 0,9 \cdot 170 = 153 \frac{\text{мм}}{\text{мин}};$$

$$T_M = \frac{8+3}{153} = 0,07 \text{ мин};$$

3) Обработка торцов проходным резцом PVLNR 2020-K06

Материал инструмента: P6M5;

При глубине резания: $t=0,5$ мм.

Длина обработки: 31,5 мм.

Сечение державка: 20x20;

Черновая подача выбирается по карте 3:

$$S_0 = 0,26 \frac{\text{мм}}{\text{об}};$$

$$S = S_0 \cdot K_{Si} \cdot K_{SP} \cdot K_{SD} \cdot K_{Sh} \cdot K_{Sl} \cdot K_{Sp} \cdot K_{Sy} \cdot K_{Sj} \cdot K_{S\varphi} \cdot K_{SM};$$

Поправочные коэффициенты на подачу выбираем по карте 3:

$K_{Si} = 1,1$ – Коэффициент зависит от инструментального материала;

$K_{SP} = 1,15$ – Коэффициент зависит от крепления пластины;

И по карте 5:

$K_{SD} = 0,95$ – Коэффициент зависит от сечения державки резца;

$K_{Sh} = 1,05$ – Коэффициент зависит от прочности режущей части;

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

$K_{Sy} = 1,2$ – Коэффициент зависит от схемы установки заготовки;

$K_{S\varphi} = 0,95$ – Коэффициент зависит от геометрических параметров;

$K_{Sp} = 0,85$ – Коэффициент зависит от схемы поверхности заготовки.

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

$K_{Sj} = 0,75$ – Коэффициент зависит от жёсткости станка;

$$S = 0,26 \cdot 1,1 \cdot 1,15 \cdot 0,95 \cdot 1,05 \cdot 1,25 \cdot 1,2 \cdot 0,95 \cdot 0,85 \cdot 0,75 = 0,29 \frac{\text{мм}}{\text{об}};$$

Определяем скорость резания для черновой стадий обработки:

$$V = V_T \cdot K_V;$$

$$K_V = K_{vн} \cdot K_{vc} \cdot K_{vo} \cdot K_{vj} \cdot K_{vM} \cdot K_{v\phi} \cdot K_{vT} \cdot K_{vж};$$

Поправочные коэффициенты на скорость резания выбираем по картам 21 и 23:

$K_{vн} = 0,35$ – Коэффициент зависит от инструментального материала;

$K_{vc} = 1$ – Коэффициент зависит от группы обрабатываемости материала;

$K_{vo} = 1$ – Коэффициент зависит от вида обработки;

$K_{vj} = 0,75$ – Коэффициент зависит от жёсткости станка;

$K_{vM} = 1,7$ – Коэффициент зависит от механических свойств обрабатываемого материала;

$K_{v\phi} = 0,95$ – Коэффициент зависит от геометрических параметров резца;

$K_{vT} = 0,7$ – Коэффициент зависит от периода стойкости режущей части;

$K_{vж} = 1$ – Коэффициент зависит от наличия охлаждения;

$$K_V = 0,35 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,75 \cdot 1,7 \cdot 0,95 \cdot 0,7 \cdot 1 = 0,29;$$

Скорость резания выбрана по карте 21:

$$V_T = 171 \frac{\text{м}}{\text{мин}};$$

$$V = 171 \cdot 0,29 = 39,44 \frac{\text{м}}{\text{мин}};$$

Частота вращения:

$$n = \frac{1000 \cdot 39,44}{3,14 \cdot 20} = 627 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

Минутная подача для черновой стадии:

$$S_M = 0,51 \cdot 627 = 320,12 \frac{\text{мм}}{\text{мин}};$$

Для диаметра 60-0 мм;

$$T_M = \frac{31,5+5}{320,12} = 0,114 \text{ мин};$$

Для диаметра 60-20 мм;

					ЮУрГУ.150305.2019.451 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

$$T_M = \frac{20}{320,12} = 0,06 \text{ мин};$$

Для диаметра 20-0 мм;

$$T_M = \frac{11}{320,12} = 0,034 \text{ мин};$$

4) Растачивание канавок специальной расточной головкой.

Материал инструмента: P6M5;

При глубине резания: $t=2$ мм.

Длина обработки: 4,1 мм.

Черновая подача выбирается по карте 3:

$$S = 0,12 \frac{\text{мм}}{\text{об}};$$

$$V = 197 \frac{\text{м}}{\text{мин}};$$

Частота вращения:

$$n = \frac{1000 \cdot 197}{3,14 \cdot 22,5} = 2786,97 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

Минутная подача:

$$S_M = 0,12 \cdot 2786,97 = 334,43 \frac{\text{мм}}{\text{мин}};$$

$$T_M = \frac{4,1}{334,43} + 0,01 = 0,13 \text{ мин};$$

5) Фрезерование концевой фрезой IFE3042-045

Материал инструмента: P6M5;

Число зубьев: 2.

Диаметр фрезы: 4,5 мм.

При глубине резания: $t=3,5$ мм.

Длина обработки: 3 мм.

Ширина обработки: 4,2 мм.

Выбор подачи на зуб: $S_{zT} = 0,03 \frac{\text{мм}}{\text{зуб}};$

Выборную подачу умножаем на поправочные коэффициенты:

$$S_z = S_{zT} \cdot K_{Si} \cdot K_{SP} \cdot K_{S\phi} \cdot K_{SC} \cdot K_{SB} \cdot K_{SO} \cdot K_{SM};$$

Поправочные коэффициенты на подачу выбираем по карте 3:

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

$K_{Sи} = 1$ – зависит от материала режущей части фрезы;

$K_{Sз} = 1$ – зависит от отношения фактического числа зубьев к нормативному;

$K_{SM} = 1,2$ – зависит от твердости обрабатываемого материала;

$K_{St} = 0,7$ – зависит от отношения вылета фрезы к диаметру;

$$S_z = 0,03 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 0,7 = 0,02 \frac{\text{мм}}{\text{зуб}};$$

$$V_T = 11 \frac{\text{м}}{\text{мин}};$$

$$V = V_T * K_{ви} * K_{вП} * K_{во} * K_{vT} * K_{vM1} * K_{vB} * K_{vЖ};$$

Выбранную скорость и мощность умножаем на поправочные коэффициенты которые одинаковые для обоих параметров:

$K_{ви} = 2,5$ – зависит от инструментального материала;

$K_{во} = 0,8$ – зависит от группы обрабатываемого материала;

$K_{vT} = 0,88$ – зависит от периода стойкости режущей части фрезы;

$K_{vM1} = 1,2$ – зависит от твердости обрабатываемого материала;

$K_{vЖ} = 1$ – зависит от наличия охлаждения;

$$V = 11 \cdot 2,5 \cdot 0,8 \cdot 1,2 \cdot 0,88 \cdot 1 = 23,232 \text{ м/мин};$$

Частота вращения шпинделя рассчитывается по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D};$$

$$n = \frac{1000 \cdot 23,232}{3,14 \cdot 4,2} = 23,232 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

Принятая частота вращения:

$$n = 23,232 \text{ об/мин};$$

Минутная подача:

$$S_M = 0,02 \cdot 3 \cdot 23,232 = 1,39 \frac{\text{мм}}{\text{мин}};$$

Время необходимое на переход:

$$T_M = \frac{3 + 2}{1,39} = 3,59 \text{ мин};$$

б) Фрезерование концевой фрезой IFE3030-040

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

Материал инструмента: P6M5;

Число зубьев: 2.

Диаметр фрезы: 3 мм.

При глубине резания: $t=3,4$ мм.

Длина обработки: 3,75 мм.

Ширина обработки: 3 мм.

Выбор подачи на зуб: $S_{zT} = 0,03 \frac{\text{мм}}{\text{зуб}}$;

Выбранную подачу умножаем на поправочные коэффициенты:

$$S_z = S_{zT} \cdot K_{Sи} \cdot K_{SP} \cdot K_{S\phi} \cdot K_{SC} \cdot K_{SB} \cdot K_{SO} \cdot K_{SM};$$

Поправочные коэффициенты на подачу выбираем по карте 3:

$K_{Sи} = 1$ – зависит от материала режущей части фрезы;

$K_{S_z} = 1$ – зависит от отношения фактического числа зубьев к нормативному;

$K_{SM} = 1,2$ – зависит от твердости обрабатываемого материала;

$K_{St} = 0,7$ – зависит от отношения вылета фрезы к диаметру;

$$S_z = 0,03 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 0,7 = 0,02 \frac{\text{мм}}{\text{зуб}};$$

$$V_T = 12 \frac{\text{м}}{\text{мин}};$$

$$V = V_T \cdot K_{vи} \cdot K_{vп} \cdot K_{vо} \cdot K_{vT} \cdot K_{vM1} \cdot K_{vB} \cdot K_{vж};$$

Выбранную скорость и мощность умножаем на поправочные коэффициенты которые одинаковые для обоих параметров:

$K_{vи} = 2,5$ – зависит от инструментального материала;

$K_{vо} = 0,8$ – зависит от группы обрабатываемого материала;

$K_{vT} = 0,88$ – зависит от периода стойкости режущей части фрезы;

$K_{vM1} = 1,2$ – зависит от твердости обрабатываемого материала;

$K_{vж} = 1$ – зависит от наличия охлаждения;

$$V = 12 \cdot 2,5 \cdot 0,8 \cdot 1,2 \cdot 0,88 \cdot 1 = 25,34 \text{ м/мин};$$

Частота вращения шпинделя рассчитывается по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D};$$

					ЮУрГУ.150305.2019.451 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

$$n = \frac{1000 \cdot 25,34}{3,14 \cdot 3} = 2688,65 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

Принятая частота вращения:

$$n = 2688,65 \text{ об/мин};$$

Минутная подача:

$$S_M = 0,02 \cdot 3 \cdot 25,34 = 1,52 \frac{\text{мм}}{\text{мин}};$$

Время необходимое на переход:

$$T_M = \frac{3,75 + 3 + 5}{1,52} = 7,73 \text{ мин};$$

7) Фрезерование концевой фрезой IFE 3160-100

Материал инструмента: P6M5;

Число зубьев: 3.

Диаметр фрезы: 16 мм.

При глубине резания: $t=5$ мм.

Длина обработки: 183 мм. и 237 мм.

Ширина обработки: 8 мм.

Выбор подачи на зуб: $S_{zT} = 0,12 \frac{\text{мм}}{\text{зуб}};$

Выборанную подачу умножаем на поправочные коэффициенты:

$$S_z = S_{zT} \cdot K_{Si} \cdot K_{SP} \cdot K_{S\phi} \cdot K_{SC} \cdot K_{SB} \cdot K_{SO} \cdot K_{SM};$$

Поправочные коэффициенты на подачу выбираем по карте 3:

$K_{SC} = 0,8$ – зависит от схемы обработки;

$K_{SM} = 1,4$ – зависит от твердости обрабатываемого материала;

$K_{SE} = 1$ – зависит от конструкции фрезы;

$K_{St} = 0,8$ – зависит от отношения вылета фрезы к диаметру;

$$S_z = 0,12 \cdot 0,8 \cdot 1,4 \cdot 1 \cdot 0,8 = 0,1 \frac{\text{мм}}{\text{зуб}};$$

$$V_T = 18 \frac{\text{м}}{\text{мин}};$$

$$V = V_T \cdot K_{v0} \cdot K_{vT} \cdot K_{vM1} \cdot K_{vB} \cdot K_{vж};$$

Выбранную скорость и мощность умножаем на поправочные коэффициенты которые одинаковые для обоих параметров:

$K_{vo} = 1$ – зависит от группы обрабатываемого материала;

$K_{vT} = 1$ – зависит от периода стойкости режущей части фрезы;

$K_{vM1} = 1,6$ – зависит от твердости обрабатываемого материала;

$K_{vl} = 0,8$ – зависит от отношения вылета фрезы к диаметру;

$$V = 18 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,6 \cdot 0,8 = 23,04 \text{ м/мин};$$

Частота вращения шпинделя рассчитывается по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D};$$

$$n = \frac{1000 \cdot 23,04}{3,14 \cdot 16} = 458,36 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

Принятая частота вращения:

$$n = 458,36 \text{ об/мин};$$

Минутная подача:

$$S_M = 0,1 \cdot 3 \cdot 458,36 = 137,508 \frac{\text{мм}}{\text{мин}};$$

Время необходимое на переход при обработке 183 мм:

$$T_M = \frac{183 + 3 + 5}{137,508} = 1,38 \text{ мин};$$

Время необходимое на переход при обработке 237 мм:

$$T_M = \frac{237 + 3 + 5}{137,508} = 1,78 \text{ мин};$$

8) Сверление отверстий сверлом MLD0440-20:

Материал инструмента: P6M5;

Для отверстий Ø 4,2 мм;

Стойкость инструмента T: 60 мин;

Глубина сверления: $l = 32,8$ мм.

Выбор подачи для сверления производится по карте 46:

Для Ø 4,4 мм:

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

$$S_{0T} = 0,07 \frac{\text{мм}}{\text{об}},$$

$$V_T = 29 \frac{\text{м}}{\text{мин}};$$

Выбранную скорость и подачу умножаем на поправочные коэффициенты которые по карте 53 [1]:

$K_{vи} = 1$ – зависит от инструментального материала;

$K_{vо} = 1$ – зависит от группы обрабатываемого материала;

$K_{vП} = 1,1$ – зависит от состояния поверхности заготовка;

$K_{vМ} = K_{SM} = 1,1$ – зависит от твердости обрабатываемого материала;

$K_{vЛ} = 0,8$ – зависит от длины рабочей части сверла;

$K_{vЖ} = 1$ – зависит от наличия охлаждения;

$K_{vТ} = 1$ – зависит от периода стойкости режущей части;

$$V = 29 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 = 28,07 \text{ м/мин};$$

$$S_0 = 0,07 \cdot 1,1 = 0,077 \text{ м/мин};$$

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot 28,07}{3,14 \cdot 4,4} = 2030 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

Минутная подача:

Для $\varnothing 4,4$ мм:

$$S_M = 0,077 \cdot 2030 = 156,31 \frac{\text{мм}}{\text{мин}};$$

Время необходимое на переход:

$$T_M = \frac{32,8 + 5 + 3}{156,31} + 0,01 = 0,27 \text{ мин};$$

9) Сверление отверстий сверлом MLD0180-20:

Материал инструмента: P6M5;

Для отверстий $\varnothing 1,8$ мм;

Стойкость инструмента T: 60 мин;

Глубина сверления: $l = 32,8$ мм.

Выбор подачи для сверления производится по карте 46:

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

$$S_{0T} = 0,07 \frac{\text{мм}}{\text{об}},$$

$$V_T = 29 \frac{\text{м}}{\text{мин}};$$

Выбранную скорость и подачу умножаем на поправочные коэффициенты которые по карте 53 [1]:

$K_{vи} = 1$ – зависит от инструментального материала;

$K_{vо} = 1$ – зависит от группы обрабатываемого материала;

$K_{vП} = 1,1$ – зависит от состояния поверхности заготовка;

$K_{vМ} = K_{SM} = 1,1$ – зависит от твердости обрабатываемого материала;

$K_{vI} = 0,8$ – зависит от длины рабочей части сверла;

$K_{vЖ} = 1$ – зависит от наличия охлаждения;

$K_{vТ} = 1$ – зависит от периода стойкости режущей части;

$$V = 29 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 = 28,07 \text{ м/мин};$$

$$S_0 = 0,07 \cdot 1,1 = 0,077 \text{ м/мин};$$

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot 28,07}{3,14 \cdot 1,8} = 4963 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

Максимальная частота вращения шпинделя 4700 $\frac{\text{об}}{\text{мин}}$, с учётом этого скорость резания будет равна:

$$V = \frac{4700 \cdot 3,14 \cdot 1,8}{1000} = 26,57 \text{ м/мин};$$

Минутная подача:

$$S_M = 0,077 \cdot 4700 = 361,9 \frac{\text{мм}}{\text{мин}};$$

Время необходимое на переход:

$$T_M = \frac{32,8 + 5 + 3}{361,9} + 0,01 = 0,12 \text{ мин};$$

10) Сверление отверстий сверлом TPDB 100-16-3:

Материал инструмента: P6M5;

Для отверстий Ø 10 мм;

					ЮУрГУ.150305.2019.451 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

Глубина сверления: $l = 8$ мм.

Выбор подачи для сверления производится по карте 46:

$$S_{0T} = 0,09 \frac{\text{мм}}{\text{об}},$$

$$V_T = 27,3 \frac{\text{м}}{\text{мин}};$$

Выбранную скорость и подачу умножаем на поправочные коэффициенты которые по карте 53 [1]:

$K_{vи} = 1$ – зависит от инструментального материала;

$K_{vо} = 1$ – зависит от группы обрабатываемого материала;

$K_{vП} = 1,1$ – зависит от состояния поверхности заготовка;

$K_{vМ} = K_{SM} = 1,1$ – зависит от твердости обрабатываемого материала;

$K_{vI} = 0,8$ – зависит от длины рабочей части сверла;

$K_{vЖ} = 1$ – зависит от наличия охлаждения;

$K_{vТ} = 1$ – зависит от периода стойкости режущей части;

$$V = 27,3 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 = 26,42 \text{ м/мин};$$

$$S_0 = 0,09 \cdot 1,1 = 0,099 \text{ м/мин};$$

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot 26,42}{3,14 \cdot 10} = 840,97 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

Минутная подача:

$$S_M = 0,099 \cdot 840,97 = 83,25 \frac{\text{мм}}{\text{мин}};$$

Время необходимое на переход:

$$T_M = \frac{8 + 5 + 3}{83,25} + 0,01 = 0,20 \text{ мин};$$

Операционное время на 005 операцию:

$$T_{0=} = 0,13 + 0,27 + 0,034 + 0,06 + 0,114 + 0,8 = 1,4 \text{ мин.}$$

Операционное время на 010 операцию:

$$T_{0=} = 2,04 + 0,093 + 0,06 + 0,034 + 7,73 + 0,12 = 10 \text{ мин.}$$

Операционное время на 015 операцию:

$$T_0 = 0,20 \cdot 2 + 0,27 + 1,78 + 1,38 + 3,59 = 7,42 \text{ мин.}$$

Определение времени цикла автоматической работы станка по программе.

Машинно-вспомогательное время определяется по формуле:

$$T_{MB} = T_{MVI} + T_{MBX} \text{ мин,}$$

где T_{MVI} – машинно-вспомогательное время на автоматическую смену инструмента 0,05. Суммарное количество инструмента: 8 шт, тогда суммарное время на смену инструмента:

$$T_{MVI} = 0,05 \cdot 8 = 0,4 \text{ мин;}$$

T_{MBX} – машинно-вспомогательное время на выполнение автоматических ходов и технологических пауз. $T_{MBX} = 0,01$ мин, с учётом количества инструментов:

$$T_{MBX} = 0,5 \cdot 8 = 1,6 \text{ мин.}$$

$$\sum T_{MB} = 0,4 + 1,6 = 2 \text{ мин;}$$

Таким образом время автоматической работы станка по программе:

$$T_{ц.а.} = T_0 + T_{MB}, \text{ мин;}$$

$$\sum T_{ц.а.} = 1,4 + 10 + 7,42 + 2 = 20,82 \text{ мин;}$$

Норма штучного времени определяется по формуле:

$$T_{ш} = (T_{ц.а.} + T_B) \cdot \left(1 + \frac{a_{\text{тех}} + a_{\text{орг}} + a_{\text{отл}}}{100}\right), \text{ мин;}$$

Вспомогательное время складывается из составляющих:

$$T_B = T_{уст} + T_{из};$$

где $T_{уст}$ – вспомогательное время на установку и снятие детали роботом ($T_{уст} = 0,30$ мин):

$$T_{уст} = 0,30 \cdot 3 = 0,9 \text{ мин;}$$

$T'_{уст}$ – время на закрепление и раскрепление детали в патроне ($T'_{уст} = 0,01$ мин);

$T_{из}$ – вспомогательное время на контроль полуфабриката специальными приспособлениями, является перекрываемым, $T_{из} = 0,20$ мин.

Тогда общее вспомогательное время равно:

					ЮУрГУ.150305.2019.451 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

$$\sum T_B = 0,01 + 0,9 = 0,91 \text{ мин};$$

Время на техническое и организационное обслуживание рабочего места, на отдых и личные потребности считается в процентах от операционного времени.

$$a_{\text{орг}} + a_{\text{тех}} + a_{\text{отл}} = 10\%;$$

Таким образом норма штучного времени:

$$\sum T_{\text{шт}} = (20,82 + 0,91) \cdot 1,1 = 23,9 \text{ мин};$$

					ЮУрГУ.150305.2019.451 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Аналитический обзор и выбор стандартизированной технологической оснастки

Обработка детали происходит на токарном станке с ЧПУ фирмы MAS SP 280. Токарный станок оснащён 12-позиционной револьверной головкой с диаметром посадочного отверстия VDI 30 мм.

Для установки свёрл на токарный станок используется цанговый патрон VDI30.L75.EOC25 фирмы KINTEK. Эскиз патрона представлен на рисунке 12. Геометрические размеры указаны в таблице 2.

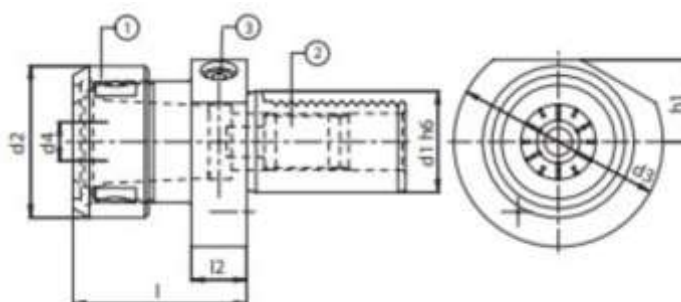


Рисунок 11 – Цанговый патрон

Таблица 2

VDI30.L75.EOC25	1	2	3	4	1	1	2	цанга
	0	0	8	-25	8	5	2	DIN6388 EOC

Для установки проходного резца используется резцедержатель C1-20x16x50 фирмы KINTEK. Эскиз патрона представлен на рисунке 12. Геометрические размеры указаны в таблице 3.

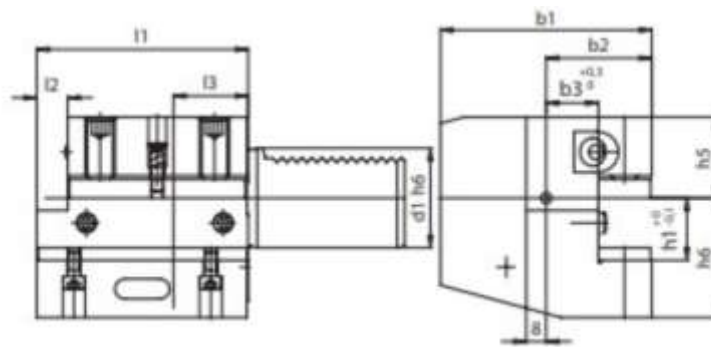


Рисунок 12 – Резцедержатель

Таблица 3

C1-20x16x50									
	1	1	2	3	1	5	6	1	2
	0	0	5	7	0/20	8	8	0	0

3.2 Аналитический обзор и выбор режущего инструмента

При разработке технологического процесса механической обработки заготовки выбор режущего инструмента, его вида, конструкции и размеров в значительной мере предопределяется методами обработки, свойствами обрабатываемого материала, требуемой точностью обработки и качества обрабатываемой поверхности заготовки.

При выборе режущего инструмента необходимо стремиться принимать стандартный инструмент, но, когда целесообразно, следует применять специальный, комбинированный, фасонный инструмент, позволяющий совмещать обработку нескольких поверхностей.

Если технологические особенности детали не ограничивают применения высоких скоростей резания, то следует применять высокопроизводительные конструкции режущего инструмента, оснащенного твердым сплавом, так как практика показала, что это экономически выгодней, чем применение быстрорежущих инструментов. Особенно это распространяется на резцы (кроме

фасонных, малой ширины, автоматных), фрезы, зенкеры, конструкции которых оснащены твердым сплавом.

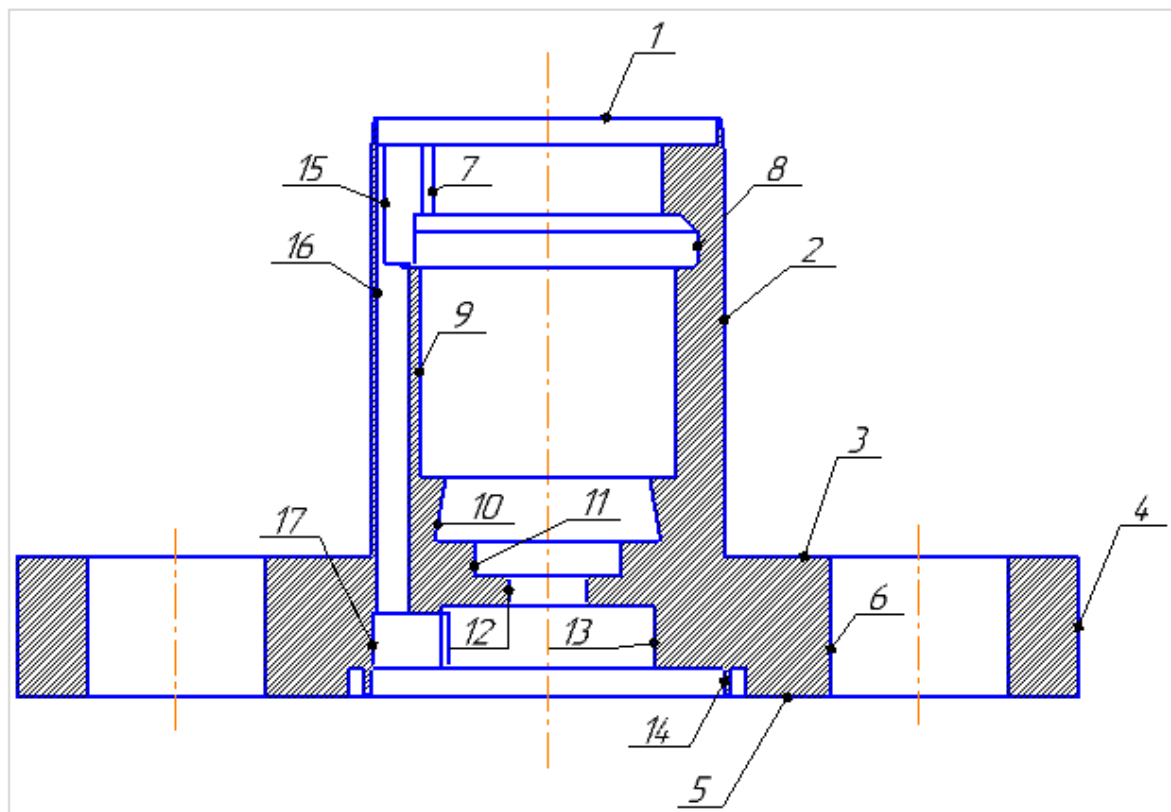


Рисунок 13 – Обрабатываемые поверхности заготовки

При изготовлении детали «Корпус» можно использовать стандартный режущий инструмент с СМП.

Для снятия припуска с поверхностями 1;2; 3; 4;5, используем резец фирмы Korloy. Резец представлен на рисунке 14, пластина на рисунке 15, их геометрические характеристики приведены в таблицах 4 и 5 соответственно.

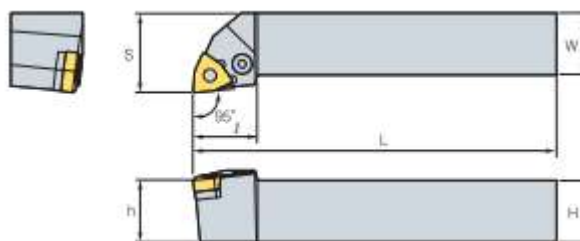


Рисунок 14 – Державка проходного резца

Таблица 4 – Геометрические размеры державки проходного резца(мм)

Обозначение	H	W	L	S	h	l
PVLNR/L 2020 – K06	20	20	125	25	20	20

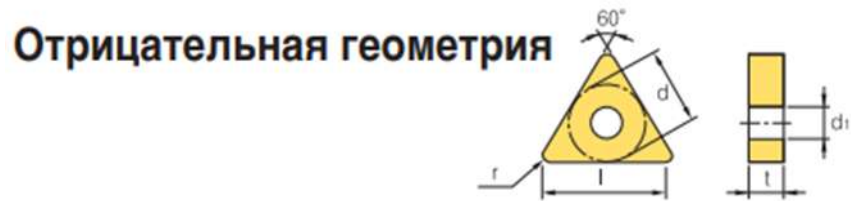


Рисунок 15 – Пластина проходного резца

Таблица 5 – Геометрические размеры пластины (NC 6210) проходного резца(мм)

l	d	t	r	d1
20	12,7	4,76	0,8	5,16

Для обработки отверстий $\phi 6$ применяются сверла марки Korloy. Сверло и его пластина представлены на рисунках 16; 17; их геометрические размеры в таблицах 6; 7;

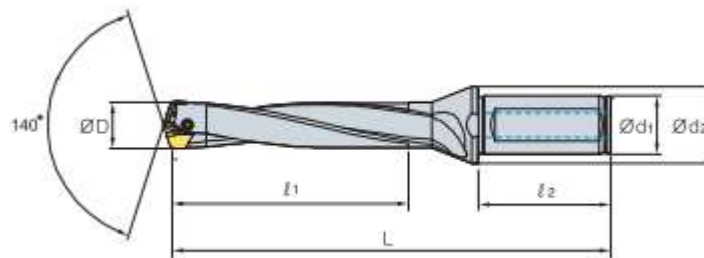


Рисунок 16 – Сверло

Таблица 6 – Геометрические размеры сверла

Обозначение	ØD	Ød1	Ød2	l1	l2	L
TPDB 100-16-3	10	16	20	30	48	95

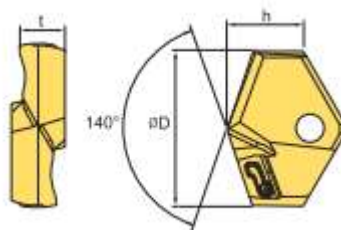


Рисунок 17 – Пластина сверла

Таблица 7 – Геометрические размеры пластины сверла(мм)

Обозначение	Марка сплава	ØD	h	t
TPD100B	PC5300	10	5,5	3,5

Для обработки отверстий 12 и 16 применяются удлинённые свёрла марки Korloy. Сверло представлено на рисунках 18; его геометрические размеры в таблице 8;

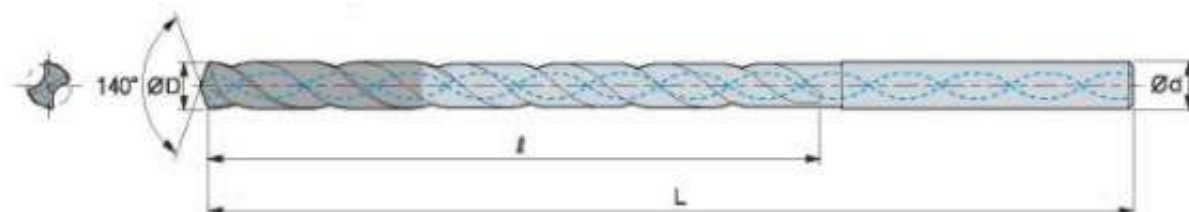


Рисунок 18 – Сверло

Таблица 8 – Геометрические размеры сверла(мм)

Обозначение	ØD	Ød	l	L
MLD0440-20	4,4	5	88	138
MLD0180-20	1,8	2	36	86

Для обработки поверхностей 17 и 15 используются концевые фрезы марки Korloy. Фреза изображена на рисунке 19, Её геометрические параметры представлены в таблице 9.

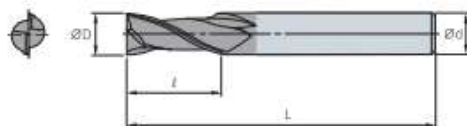


Рисунок 19 – Концевая фреза

Таблица 9 – Геометрические размеры концевой фрезы(мм)

Обозначение	ØD	Ød	l	L
IFE 2045-045	4,2	6	11	45
IFE 2045-045	3	6	8	40
IFE 3100-070	16	16	32	100

Для растачивания поверхностей 7, 8, 9, 10, 11, 13 и 14 используется расточной резец марки Korloy. Державка резца изображена на рисунке 20, пластина на рисунке 21, размеры державки представлены в таблице 10, а размеры пластины в таблице 11.

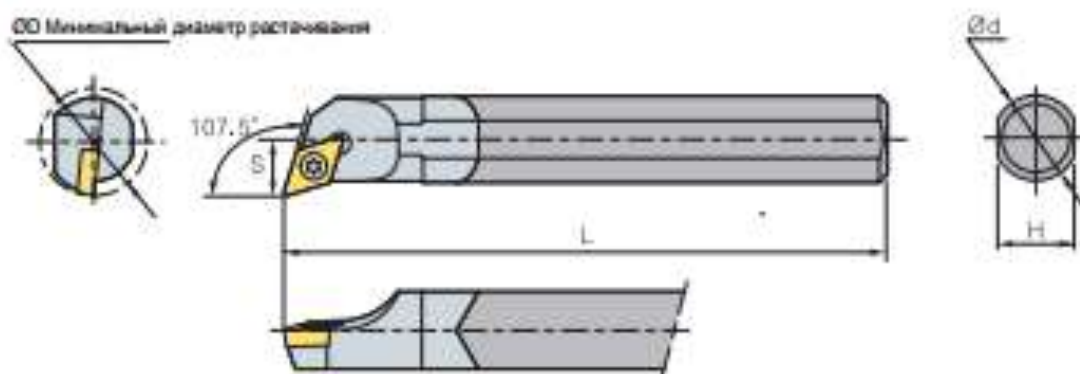


Рисунок 20 – Державка расточного резца

Таблица 10 – Геометрические размеры державки расточного резца(мм)

Обозначение	ØD	Ød	H	L	S
C08K-SDQCR/L-07	10	8	7	125	6



Рисунок 21 – Пластина расточного резца

Таблица 11 – Геометрические размеры пластины (РС 5400) расточного резца(мм)

Обозначение	Диаметр вписанной окружности	Высота	Радиус при вершине	Диаметр отверстия
NU-CPMB 080204	7,94	2,38	0,1	3,4

3.3 Проектирование и расчёт специального режущего инструмента

3.1 Исходные данные:

- Обрабатываемый материал – Сталь 36НХТЮ ГОСТ 10994-74
- Диаметр растачивания: $22,5^{+0,14}$;
- Глубина растачивания: $1,7 \pm 0,12$ мм;
Обрабатывающий центр SP 280 SMC;
- Производство – серийное.

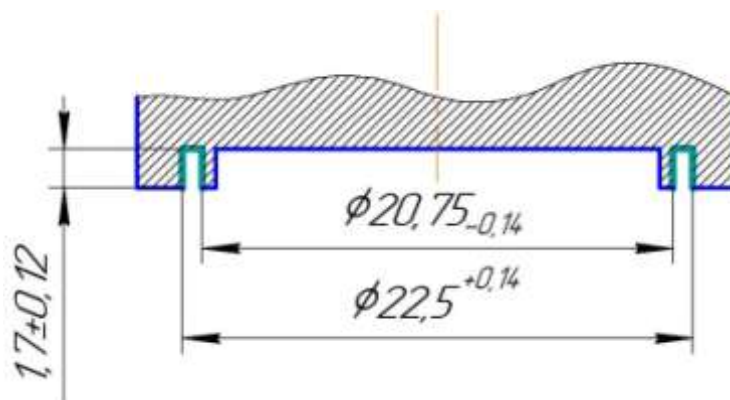


Рисунок 22 – Эскиз обрабатываемой поверхности паза

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

За основу конструкции оправки взята конструкция корпуса оправки фирмы «Seco A750». Данная оправка обеспечивает эффективное удаление металла, точную геометрию и положение отверстия, высокую прочность корпуса инструмента, что позволяет выполнять ответственные операции.

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

3.2 Выбор твердосплавных резцов и их крепление

Резец для расточной оправки выбирается по каталогу "SECO" AFG0629101581 (рисунок 23).

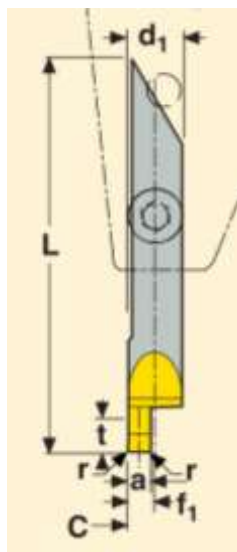


Рисунок 23 – Резец для расточной оправки "SECO" AFG0629101581

Конструктивные параметры резца:

- $a=0,875$ мм;
- $d_1=6$ мм;
- $L=42$ мм;
- $f_1=3$ мм;
- $r=0,15$ мм;
- $t=2$ мм;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

- материал резца F40M (аналог T30K4), который является оптимальным для чистовой обработки заданного материала.

3.3 Проверочный расчет режимов резания

Скорость резания (v) – величина перемещения точки режущей кромки относительно поверхности резания в единицу времени в процессе осуществления движения резания.

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v, \text{ м/мин}$$

где $K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{uv}$

C_v - коэффициент, учитывающий условия обработки;

m, x, y - показатели степени;

T - период стойкости инструмента;

t - глубина резания, мм;

S - подача, мм/об;

K_v - обобщенный поправочный коэффициент, учитывающий изменения условий обработки по отношению к табличным

$C_v=420$; $x=0,15$; $y=0,2$; $m=0,2$; $T=30$ мин

K_{mv} – поправочный коэффициент, учитывающий влияние материала заготовки на скорость резания (коэффициент обрабатываемости стали)

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

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

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_s} \right)^{n_v}$$

при $K_r = 1$; $n_v = -1$

$$K_{mv} = \left(\frac{750}{451} \right)^{-1} = 0,6$$

$K_{uv} = 1,00$ (без корки)

$$K_{uv} = 1,00$$

$$\text{Тогда } K_v = 0,6 \cdot 1,00 \cdot 1,00 = 0,6$$

$$V = \frac{420}{30^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,12^{0,2}} \cdot 0,6 = \frac{252}{1,28} \approx 197 \text{ м / мин}$$

Мощность (кВт), затрачиваемая на резание:

$$N_{рез} = \frac{P_z \cdot v_d}{60 \cdot 1020}, \text{ кВт}$$

Для нахождения мощности нам необходимо определить силу резания (Н):

$$P_z = 10 \cdot C_{Pz} \cdot t^{x_{Pz}} \cdot s^{y_{Pz}} \cdot v^{n_{Pz}} \cdot k_{Pz}$$

Выписываем коэффициент и показатели степеней формулы для заданных условий обработки:

$$C_{Pz} = 300$$

$$x_{Pz} = 1,00$$

$$y_{Pz} = 0,75$$

$$n_{Pz} = -0,15$$

где $K_p = K_{Mr} \cdot K_{\varphi r} \cdot K_{\gamma r} \cdot K_{\lambda r} \cdot K_{\rho r}$

K_{Mr} – поправочный коэффициент, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала на силу резания

$$k_{Mrz} = \left(\frac{\sigma_s}{750} \right)^{n_p}$$

где $n_p = 0,35$

$$k_{Mrz} = \left(\frac{451}{750} \right)^{0,35} = 0,84$$

Коэффициенты $K_{\varphi r}$; $K_{\gamma r}$; $K_{\lambda r}$; $K_{\rho r}$ учитывают влияние геометрических параметров режущей части инструмента на составляющие силы резания при обработке стали.

$$K_{\varphi r} = 0,94; \text{ для } \varphi = 90^\circ$$

$$K_{\gamma r} = 1,0; \gamma = 15$$

$$K_{\lambda r} = \text{—}; \lambda = 0^\circ \text{ (не влияет)}$$

					ИОУрГУ.150305.2019.451 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

$K_{rp} = 0,93; r = 0,15 \text{ мм}$

Тогда, подставив значения, получим:

$$K_{Pz} = 0,93 \cdot 0,94 \cdot 1,0 = 0,9$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1 \cdot 0,12^{0,75} \cdot 176^{-0,15} \cdot 0,9 = 249 \text{ Н} (\approx 24,9 \text{ кгс})$$

$$N_{рез} = \frac{249 \cdot 176}{60 \cdot 1020} = 0,72 \text{ кВт}$$

В единицах СИ:

$$N_{рез} = P_z \cdot v_d = 249 \cdot 3 = 0,72 \text{ кВт} = 720 \text{ Вт}$$

Проверочный расчет показал, что мощности шпиндельного двигателя станка хватит для сверления отверстия заданного диаметра.

3.4 Выбор измерительного оборудования и оснастки на операциях технического контроля

3.4.1 Проектирование операций технического контроля и выбор измерительного оборудования

Для контроля линейных размеров применяется штангенциркуль с электронным индикатором или с индикатором часового типа, для контроля диаметральных размеров применяется микрометр.

1) Штангенциркуль ШЦЦ-1-125-0,01 ГОСТ 166-89.

Как и в стандартных моделях цифровой штангенциркуль применяет прямой метод измерения. Таким образом, можно получить максимально точное значение размеров заготовки, зажатой в деталь. Чтобы получить точное значение при нужном виде измерения, в приборе имеется три контролирующие системы. Первой являются губки для определения внешних размеров детали. Во время измерения они зажимают ее, фиксируя в одном положении, для чего требуется приложить некоторое усилие, и цифровое табло выдает полученное значение. Второй системой являются губки для измерения внутренних размеров. Измерительные поверхности у них располагаются в другую сторону и для измерения их требуется развести до упора к поверхности стенок заготовки, чтобы

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

получить фактическое значение размеров. Третьей системой является глубиномер, который предназначен для погружения внутрь деталей. Это металлический стержень, конец которого должен упереться в дно, чтобы определить глубину изделия.

Стоит сразу отметить, что все системы передвигаются одновременно и прямопропорционально значению шкалы. Штангенциркуль электронный может измерять значения с точностью до 0,1; 0,05 и 0,01 мм, в зависимости от конкретной модели. В любом случае, результаты отображаются мгновенно, так что не нужно долго рассчитывать все по шкале нониуса. Данные изделия производятся согласно ГОСТ 166-89.



Рисунок 24 – Штангенциркуль

2) Нутромер НИ 10-18-1 ГОСТ 969-82.

Нутромер – это высокоточный измерительный инструмент, который предназначается для измерения размеров отверстий и пазов, а также внутренних поверхностей различных деталей.

Так почему же для измерения внутренних размеров деталей применяются именно нутромеры? Все очень просто! Как следует из названия этого измерительного инструмента, нутромер – это специализированный прибор, который способен обеспечить получение высокоточных результатов при измерении в труднодоступных местах, благодаря своей конструкции и принципу действия.

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

Нутромеры, как измерительные приборы, при вводе в эксплуатацию, а также периодически в течение всего срока эксплуатации или хранения, должны подвергаться поверке, которая представляет собой совокупность операций, благодаря которым определяются или подтверждаются технические характеристики и возможности данного измерительного инструмента.



Рисунок 25 – Нутрометр НИ

3) Калибры-пробки: 8133-0920 ГОСТ 14810-69, ГОСТ 17737-72.

Калибры — это тела или устройства, предназначенные для проверки соответствия размеров изделий или их конфигурации установленным допуском. Они применяются чаще всего для определения годности деталей с точностью 6... 18 квалитетов, а также в устройствах активного контроля, работающих по принципу «западающего калибра»

С помощью предельных калибров определяют не численное значение контролируемого параметра, а выясняют, выходит ли этот параметр за предельные значения или находится между двумя допустимыми.

При контроле деталь считается годной, если проходная сторона калибра (ПР) под действием усилия, примерно равного массе калибра, проходит, а непроходная сторона калибра (НЕ) не проходит по контролируемой поверхности

детали. Если ПР не проходит, деталь относят к бракованным с исправимым браком. Если НЕ проходит, деталь относят к бракованным с неисправимым браком.



Рисунок 26 – Калибр-пробка

4 АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

4.1 Анализ возможных направлений по автоматизации технологического процесса изготовления детали.

Целью автоматизации технологического процесса является повышение производительности, качества и надежности изготавливаемых изделий. С целью получения наибольшей информации о возможности полной или частичной автоматизации проведем анализ проектного варианта технологического процесса, учитывая нижеперечисленные факторы.

Технологический процесс детали «Корпус» не предусматривает специальных и слесарных операций. Удаление заусенцев и притупление острых кромок обеспечивается в процессе механической обработки. Для этого используется проходной резец.

К выбранному в проектном варианте технологического процесса обрабатывающему центру с ЧПУ KOVOSVIT MAS SP280 можно добавить модули автоматического открывания-закрывания дверей станков, датчики привязки режущего инструмента и детали, стружечный конвейер для автоматизированной уборки отходов производства.

Переходы на операциях механической обработки сконцентрированы. Концентрация переходов позволяет сократить вспомогательное время на перемещение и переустановку заготовок и улучшить точность обработки, в результате выполнения принципа совмещения баз, а также повышает степень автоматизации технологического процесса.

Габаритные размеры детали: Ø60 мм x 32,8 мм; вес – 81 г. Габаритные размеры детали и ее вес позволяют устанавливать ее в станок промышленным роботом, а операции контроля проводить человеком.

Для автоматизации процесса установки и базирования детали на станке, для перемещения на/со склад/накопитель можно использовать промышленного робота со схватом. Для этого можно использовать поверхность 1.

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

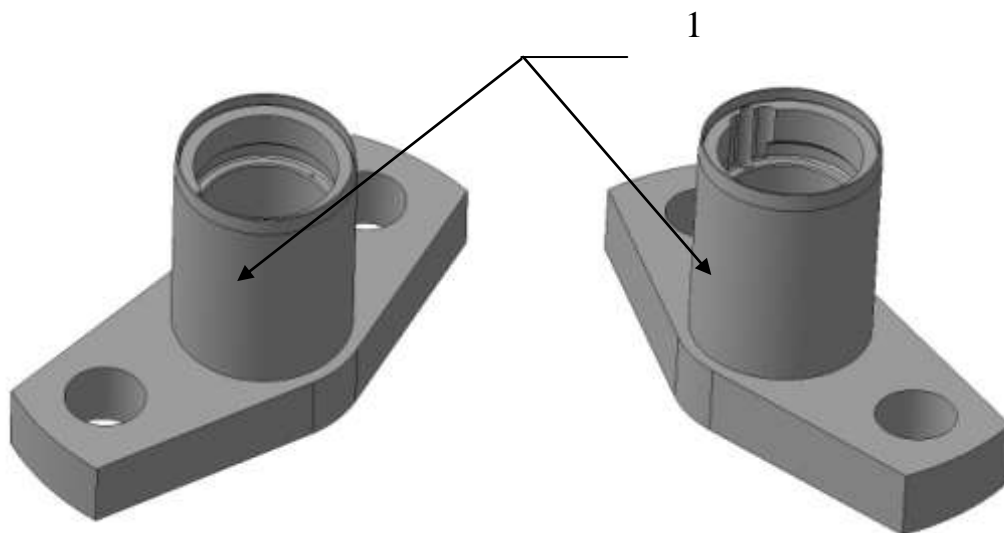


Рисунок 27 – Корпус (1 – поверхность для захвата промышленным роботом)

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЮУрГУ.150305.2019.451 ПЗ ВКР

Лист

53

4.2 Выбор оборудования для функционирования автоматизированной системы

Принимаем промышленный робот KUKA KR 30-3 (рисунок 28) грузоподъемностью: 30 кг и радиусом действия: 2 м. Робот KUKA KR 30 легко настраивается для различных приложений и проектов. Он обладает средней грузоподъемностью и способен выполнять мощные и точные движения. Технические характеристики данного робота представлены в таблице 12.



Рисунок 28 – Робот KUKA KR 20-3

Особенности и преимущества выбранного робота:

- высокие угловые скорости осей;
- высокая производительность при перемещении заготовок;
- лучшие в своём классе инерционные показатели;
- интегрированные кабели и компактное полое запястье:
- внутренний кабельный пакет делает робота чрезвычайно простым в эксплуатации и обслуживании;
- отсутствие риска контакта кабелей с внутренними частями обслуживаемого станка;

Рабочая зона ^н	Размеры А	Размеры В	Размеры С	Размеры D	Размеры E	Размеры F	Размеры G	Объем
KR 30-3	2498 мм	3003 мм	2033 мм	1218 мм	815 мм	1084 мм	820 мм	27,2 м ³

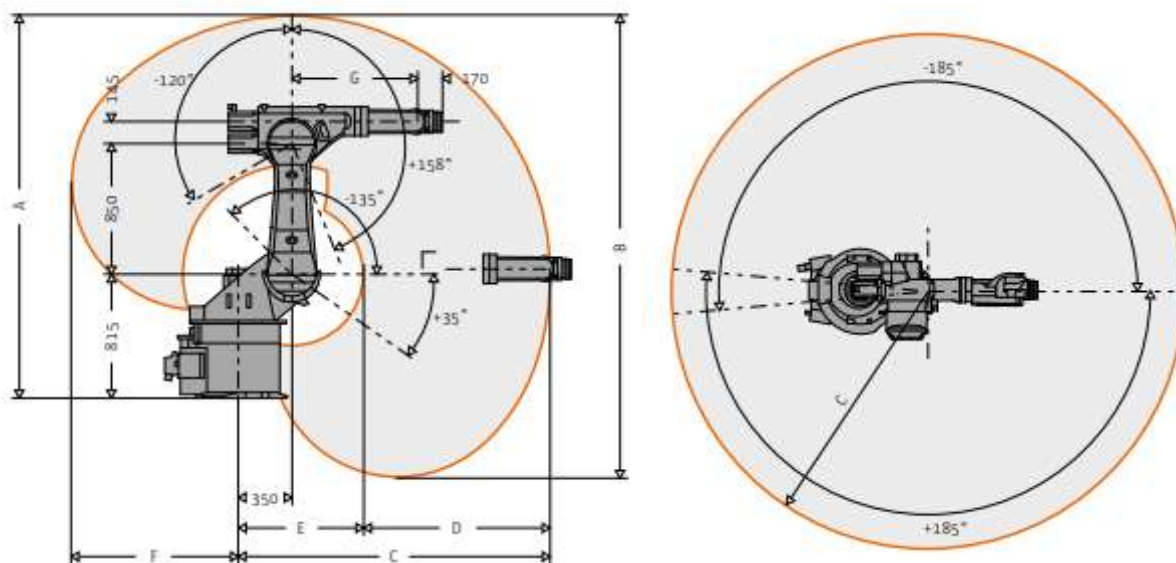


Рисунок 29 – Диапазон перемещений робота KUKA KR 30-3

Таблица 12 – Характеристики промышленного робота KUKA KR 30-3

Параметры	Значения параметров
Контролируемые оси	6
Максимальная грузоподъёмности, кг	30
Точность позиционирования (мм)	±0,05
Масса робота (кг)	665
Радиус действия (мм)	2033

Схема возможных перемещений рабочих органов робота представлена на рисунке 30.

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

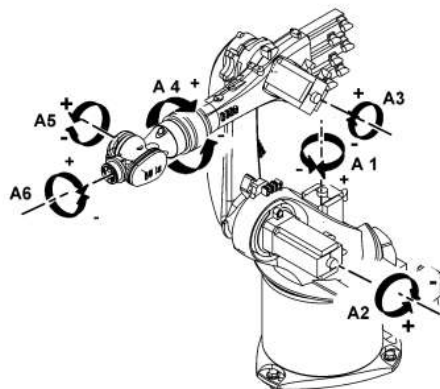


Рисунок 30 - Схема возможных перемещений рабочих органов робота

Для захвата детали необходим рабочий орган – схват промышленного робота, который был рассчитан и спроектировал, а также построена 3д модель, проведены расчеты усилий и нагрузок. Чертеж схвата представлен на рисунке 31.

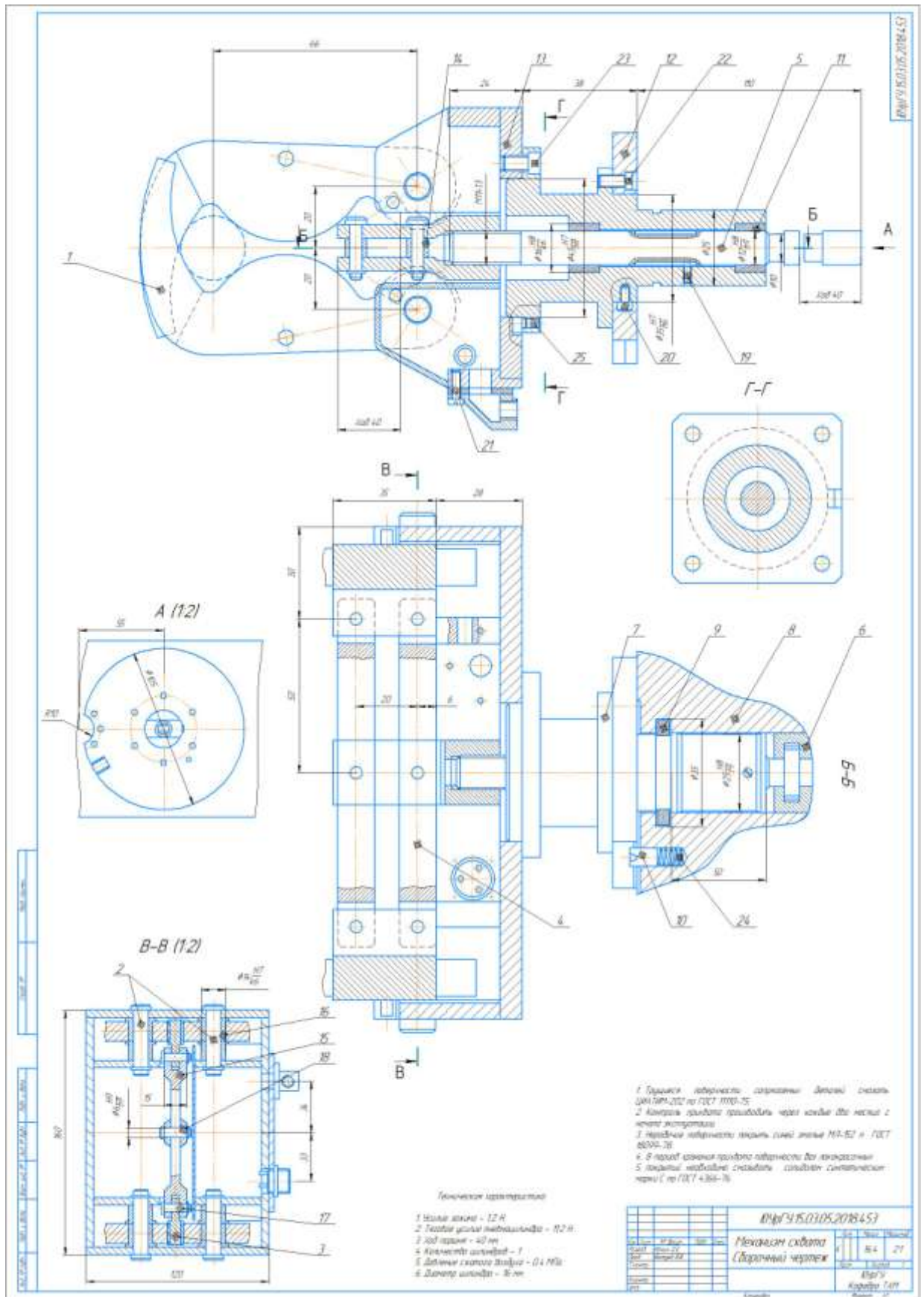


Рисунок 31 – Схват промышленного робота

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

4.3 Базирование заготовки в промышленном работе

Рассмотрим схемы базирования заготовки для детали «Корпус». Схема базирования заготовки на операциях обработки изображена на рисунке 32.

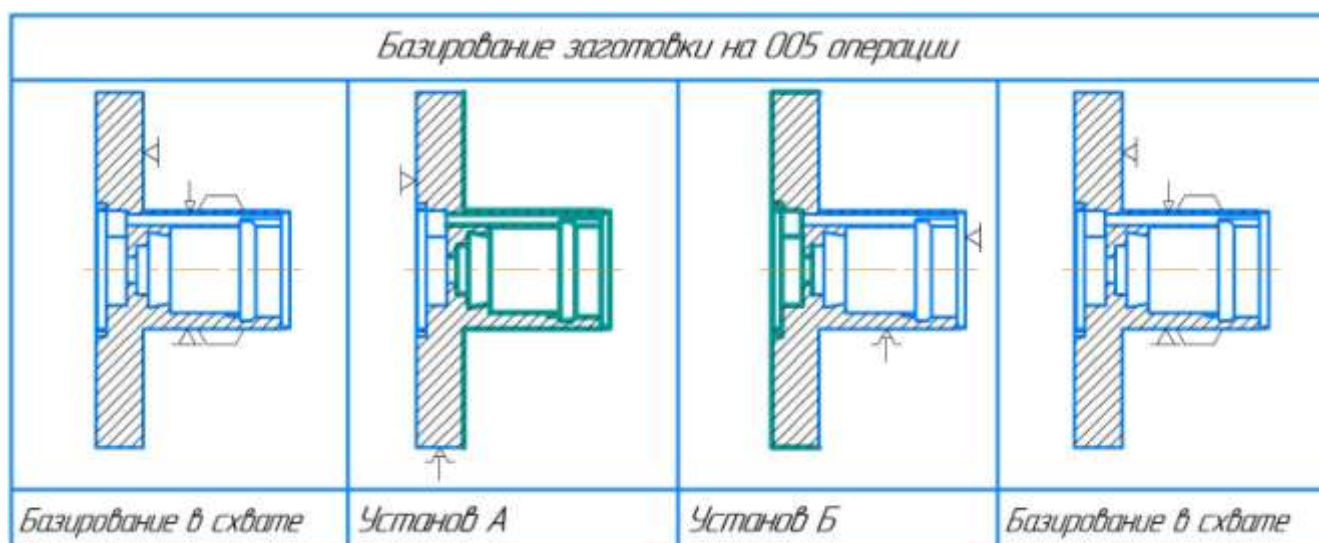


Рисунок 32 - Схема базирования заготовки на 005 операции

4.4 Разработка и анализ производительности автоматизированной системы

При разработке структурной схемы гибкого производственного участка был произведен расчет расстояний перемещений детали. В первом случае с централизованной складской системой перемещения составили 46,8 м, во втором варианте с децентрализованной складской системой компоновки длина пути составила 40,5

Исходя из расчетов расстояния перемещения детали, выбираем вторую схему расположения станков. Более детальный вариант планировки ГПС представлен на рисунке 33.

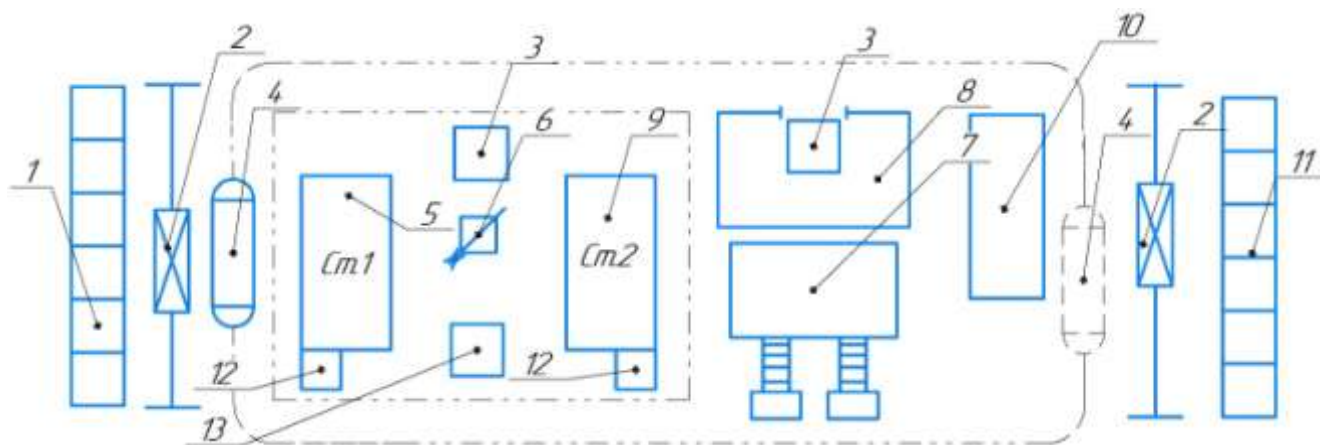


Рисунок 33 – Выбранный план расстановки оборудования

(1-склад заготовок; 2-кран-штабелер; 3-приемо-раздаточный стол; 4-робот; 5-первый обрабатывающий центр с ЧПУ; 6-промышленный робот; 7-моечная машина; 8-участок контроля; 9-второй обрабатывающий центр с ЧПУ; 10-промежуточный склад хранения; 11-склад готовой продукции; 12-тара для стружки; 13-накопитель режущего инструмента.)

На данной схеме показано перемещение заготовок со склада заготовок 1 краном-штабелером 2 в накопителе на робокар 4, который осуществляет перевозку заготовки на приемо-раздаточный стол 3. Промышленный робот 6 устанавливает заготовку на станок 5, после окончания обработки робот снимает заготовку со станка и загружает заготовку во второй станок 9, после обработки робот снимает заготовку и перевозит её на приемо-раздаточный стол 3, далее робокар 4 доставляет заготовку на участок промежуточного контроля 10 для промежуточного измерения параметров. После контроля робокар забирает заготовку и перевозит на мойку 7. После мойки и сушки, при помощи робокара 4 – заготовку отправляют в участок контроля, для окончательного замера. После окончательного контроля, робокар 4 забирает заготовку и отправляет её на кран штабелер 2 и оттуда заготовка поступает на склад хранения готовой продукции 11.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

5 ОРГАНИЗАЦИОННО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ЧАСТЬ

В данном разделе производится разработка планировки участка механической обработки для спроектированного варианта технологического процесса.

Планировку выполняют в масштабе 1:100. На планировке указывается все технологическое оборудование: контрольные столы, станки, моечную машину, места рабочих у станков, склады, подъемно-транспортное оборудование и средства межоперационного транспортирования заготовок.

В строительной части указывают: дорожные проезды, колонны, стены и перегородки.

Участок механической обработки детали «Корпус датчика температуры» включает в себя: приемно-раздаточные столы, промышленный робот, токарные станки KOVOSVIT MAS SP280, роботизированный кран-штабелер, ящики с песком, пожарные стенды, аптечки, сжатый воздух, воду, вентиляцию, склад готовой продукции, отдел технического контроля, аккумуляторную батарею, участок инструментальной оснастки, систему освещения, склад заготовок,

					ЮУрГУ.150305.2019.451 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

6 БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЦИКЛА

6.1 Мероприятия и средства по созданию безопасных и безвредных условий труда

Под охраной труда подразумевают обеспечение безопасных и безвредных условий труда всеми доступными средствами.

Вредный производственный фактор – это фактор среды или трудового процесса, влияние которого на работника при определённых условиях, таких как интенсивность или продолжительность воздействия, может вызвать профессиональное заболевание, постоянное или временное снижение работоспособности, повысить частоту соматических или инфекционных заболеваний. К ним относятся химические, физические, биологические и психофизические факторы.

По действующему трудовому законодательству работник имеет следующие права на охрану труда:

- 1) Отсутствие в трудовом договоре положений, которые противоречат нормативно-правовым актам по охране труда или законам;
- 2) Невозможность выполнения определённого рода работы, противопоказанной по состоянию здоровья (при наличии соответствующего заключения);
- 3) Допуск к выполнению работ повышенной опасности только при наличии заключения психофизиологической экспертизы;
- 4) Обязательное государственное социальное страхование от несчастных случаев;
- 5) Право не выполнять работу, связанную с явной опасностью для жизни;

Лица, в служебные обязанности которых входит организация безопасного выполнения работ, в начале исполнения своих обязанностей и в последующем раз в три года, обязаны проходить обучение и проверку знаний по вопросам охраны труда. Также в их обязанности входит разработка инструкции по охране труда для

					ЮУрГУ.150305.2019.451 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

каждого вида выполняемой работы или по профессии. Такой перечень инструкций должен утверждаться у руководителя предприятием.

Согласно статье 153 КЗоТ и ЗУ «Об охране труда», требованиям нормативных актов об охране труда должны соответствовать:

- условия труда на рабочем месте;
- Безопасность технологических процессов машин, механизмов, оборудования и других средств производства;
- Состояние средств коллективной и индивидуальной защиты;
- Санитарно-бытовые условия;

В случаях наличия вредных факторов, Которые приведены в ГОСТ 12.0.003-74 «Система безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.» работодатель обязан организовать проведение аттестации рабочего места и принять меры по предотвращению или (в случае невозможности предотвращения) минимизации действия вредных факторов на рабочего.

Рабочие на участке механической обработки должны быть снабжены средствами индивидуальной защиты такими как:

- Специальные рукавицы по ГОСТ 12.4.010-75 тип М;
- Специальные рабочие костюмы по ГОСТ 12.4.109-82 или ГОСТ 12.4.108-82;
- Защитные очки ГОСТ 12.4.003-80 тип О;
- Спец обувь, которая должна быть стойкой к воздействию стружки и прочим материалам рабочей среды.

Помещения должны быть хорошо вентилируемыми, иметь систему циркуляции воздуха, выводящую из помещения загрязнённый воздух и подающую свежий наружный.

Интенсивность теплового облучения на рабочих местах не должна превышать 100 Вт/м^2 по нормам ГОСТ 12.1.005-88.

					ЮУрГУ.150305.2019.451 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

По ГОСТ 12.1.003-83 и СН РБ 9–86-98 уровень шума не должен превышать 80 дБа.

Правильно спроектированное освещение оказывает положительное психофизическое воздействие на работающих и способствует повышению качества производительности труда. В дневное время суток желательно использовать естественное освещение, осуществляющееся через окна, при недостаточности – комбинированное. Искусственное же используется при отсутствии естественного (например, в вечернее время) или при недостаточности естественного. Нормативное значение освещенности на рабочем месте составляет – 750 лк. Согласно СНБ 2.04.05 – 98 следует использовать такие источники освещения как: для общего искусственного освещения – светильники с люминесцентными лампами белого света; для местного освещения – лампы накаливания типа.

6.2 Мероприятия по электробезопасности

Так как производство сопряжено с использованием большого количества электрооборудования необходим комплекс мер, связанных с электробезопасностью.

Поражение электричеством как правило происходит при работе с электрооборудованием, в результате случайного контакта с незащищённым проводником на котором была нарушена изоляция в результате пробоя или при неисправности защитного заземления, при переходе напряжения на металлические части оборудования.

Производственные помещения подразделяются на сухие, влажные, пыльные, нормальные, сырые и т.д. Исходя из данной классификации можно разделить все помещения по степени электроопасности на следующие виды:

- Особо опасные. Помещения имеющие особо высокую сырость, запыленность, загазованность и т.д.;
- С повышенной опасностью. Характерны следующие факторы: пыль, высокая температура, сырость и т.д.;

					ЮУрГУ.150305.2019.451 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

- Без повышенной опасности. В помещениях без повышенной опасности.

Во избежание возможных инцидентов, связанных с поражением током проводятся мероприятия по электробезопасности.

Мероприятия по электробезопасности разделяют на индивидуальные и общие. К общим средствам защиты относятся:

- Защитное заземление создаёт электроконтакт между электрооборудованием и землёй, для чего в землю на глубину 1,5-2,5 м забиваются металлические стержни диаметром 25-50 мм, соединённые между собой. К этим стержням подсоединяют корпуса электрооборудования с помощью болтов или сварки. Так же заземлителем может выступать арматура железобетонных зданий.

- Защитное зануление применяется в электросистемах с напряжением до 1000 В, в сетях с заземляющей нейтралью. Данный способ представляет собой соединение корпуса оборудования с неоднократным заземлением нулевым проводом. В случае пробоя происходит короткое замыкание, через предохранитель проходит большой ток, который может вызвать перегорание предохранителя или отключить автоматический переключатель. В результате оборудование обесточивается и прикосновение к нему становится безопасным.

- Защитное отключение – самый совершенный способ защиты, применяется при любых напряжениях в сети. В случае замыкания оборудования срабатывает специальное автоматическое приспособление в котором при появлении напряжения на зажимах электромагнитной катушки моментально срабатывают выключатели.

К индивидуальным видам защиты относятся: коврики, изолирующие подставки, диэлектрические перчатки, монтерские инструменты с деревянными ручками.

Для предупреждения электротравматизма на предприятии производятся следующие мероприятия:

					ЮУрГУ.150305.2019.451 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

- Проводить инструктаж и обучение рабочих правилам электробезопасности;
- Допускать к обслуживанию электроустановок только тех лиц, которые имеют соответствующую квалификацию;
- Ограждать токоведущие части;
- Применение тока допустимого напряжения;
- Применять средства индивидуальной защиты;

6.3 Мероприятия по пожарной безопасности

Во избежание пожаров на производстве необходимо следовать «Техническому регламенту о требованиях пожарной безопасности», в данном законе достаточно чётко прописаны противопожарные мероприятия и правила пожарной безопасности на производстве.

Для предотвращения или устранения пожара необходимо:

- Проработанный комплекс мер для устранения воспламенения;
- Максимально быстро обнаружить очаг возгорания;
- Оборудовать помещения кнопкой вызова пожарной бригады и регулярно проверять исправность её работы;
- Предприятие должно быть обеспечено полным набором инвентаря для ограничения распространения огня;
- В случае возникновения пожара чёткое и слаженное координирование действий, создание условий для грамотной эвакуации, в том числе доступный эвакуационный выход;
- Регулярно проводить мероприятия по пожарной безопасности для работников, которые допускаются к работе только после прохождения обязательного изучения правил пожарной безопасности;

На предприятии необходимо наличие плана противопожарных мероприятий, ответственным за который, обычно, является руководитель предприятия. План должен чётко отображать технические моменты:

					ЮУрГУ.150305.2019.451 ПЗ ВКР	Лист
						65
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

характеристики всех потенциально опасных материалов и агрегатов, размер проходов для обеспечения беспрепятственного пути к эвакуационному выходу, маршруты эвакуации, расположения инвентаря и расстановку оборудования.

Организация пожарной безопасности на предприятии включает следующие мероприятия:

- Контроль правильной эксплуатации механизмов и промышленного транспорта внутри цеха;
- Запрет работы в помещениях, где находятся легко воспламеняющиеся вещества;
- Запрет курения в неположенных местах;
- Использование при строительстве здания и в производстве проверенных на степень воспламеняемости материалы;
- Проверка целостности электрической проводки;
- Регулярный противопожарный инструктаж;
- Установка аварийных выключателей, которые мгновенно обесточат все помещение;
- Соблюдение правил хранения горючих веществ;
- Обеспечение свободного доступа к средствам первичного пожаротушения для устранения пламени;
- Складирование огнеопасных отходов в специальных местах;
- Периодическая проверка и своевременный ремонт производственных машин;

Составления комплекса мер вносимых в план противопожарной безопасности составляется на основе степени пожарной опасности помещения, которую определяют исходя из используемых материалов, производственных процессов и оборудования, используемого на предприятии.

Противопожарные мероприятия можно разделить на 3 этапа:

- Зонирование площади (группирование механизмов и машин производства в соответствии с их степенью пожарной опасности;

					ЮУрГУ.150305.2019.451 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

- Противопожарные рвы устанавливаются для избежание распространения огня с одного здания на другое, с учётом их стойкости к огню;
- Огнеупорные стенки с высоким пределом стойкости к огню, которая пересекает здание поперёк или вдоль. Обычно устанавливается на фундамент и заканчивается чуть выше кровли, что мешает быстрому распространению пламени.

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

7 ВЫВОД ПО КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ

В данном курсовом проекте произведен выбор режущего инструмента, технологической оснастки для детали «Корпус» на основе действующего технологического процесса и чертежа. В курсовой работе произведен расчёт и проектирование специальных. Данная курсовая работа представляет собой расчетно-графическую работу, в которой обобщаются все технологические познания и навыки, приобретенные за время обучения. Здесь анализируется действующий технологический процесс, выявляются его недостатки и разрабатывается проектный вариант технологического процесса.

Для проектного варианта был выбран способ получения заготовок в условиях крупносерийного производства, основное технологическое оборудование (обрабатывающий центр MAS SP 280) с учётом автоматизации механической обработки заготовки. Так же была сформирована операционно-маршрутная технология, произведён расчетно-точностной анализ проектного варианта технологического процесса, рассчитаны режимы резания и нормы времени на все операции. В конструкторской части были проанализированы и выбраны технологическая оснастка и режущий инструмент, было рассчитано дополнительное станочное оборудование и режущий инструмент, а так-же спроектированы операции технологического контроля и выбрано измерительное оборудование режущих инструментов.

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

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Справочник технолога машиностроителя в 2-х т.Т. 2/Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова. – 4-е изд. перераб. и доп. – М.:Машиностроение 1985 г.
2. Фельдштейн Е.Э. Режущий инструмент. Курсовое и дипломное проектирование. Издание 2-е исправленное. Минск. Издательство «Дизайн ПРО» 2002 г.
3. Дальский А.М., Технология конструкционных материалов, 2005.–158 с.;
4. Каширин Н.А., Батуев В.А., Морозов И.М., оформление технологических в курсовых и дипломных работах, 2006. – 77 с.
5. Тялина Л.Н., Федорова Н.В., Королев А.П., Материаловедение технология конструкционных материалов, 2006. - 200 с.;

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