

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Южно-Уральский государственный университет
(Национальный исследовательский университет)»

Политехнический институт

Кафедра «Технология автоматизированного машиностроения»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

_____ Гузеев В.И.

_____ 2018 г.

Проектирование участка механической обработки детали «Стойка» с разработкой
конструкторско-технологического обеспечения

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ.15.03.05.2018.676 ПЗ ВКР

Нормоконтроль

_____ 2018 г.

Руководитель, к.т.н., доцент

_____ Д.В. Ардашев
_____ 2018 г.

Автор работы,

студент группы ПЗ-551

_____ А.Д. Пестряков
_____ 2018 г.

АННОТАЦИЯ

Пестряков А.Д. Проектирование участка механической обработки детали «Стойка», для условий современного конкурентоспособного производства: Дипломный проект. – Челябинск: ЮУрГУ, 2018. – 68 с., 25 ил., 8 табл., библиографический список – 14 наименований, 8 листов чертеж ф. А1 и А2, А3.

В записке проведены обзор и сравнение зарубежных и отечественных технологических решений для роботостроения. А так же сформированы цели и задачи выпускной квалификационной работы. Описан узел «шиберно-листовая задвижка» в котором работает деталь «стойка», описано служебное назначение детали и технические требования, предъявляемые к ней, выполнены технологическая часть (проанализирован существующий технологический процесс и спроектирован новый) и конструкторская часть (спроектированы и рассчитаны станочное приспособление и режущий инструмент и выбрано измерительное оборудование).

					15.03.05.2018.676 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		2

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ.....	7
1.1 Назначение и описание узла, работы детали в узле	7
1.2 Служебное назначение детали и технические требования, предъявляемые к детали	7
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	9
2.1 Анализ технологичности детали	9
2.2 Анализ действующего технологического процесса	9
2.2.1 Анализ документации действующего технологического процесса....	12
2.2.2 Анализ оборудования, режущего инструмента, оснастки.....	16
2.2.3 Размерный анализ действующего технологического процесса	17
2.2.4 Выводы из анализа и предложения по разработке проектного технологического процесса.....	19
2.3 Разработка проектного технологического процесса	20
2.3.1 Разработка маршрутного технологического процесса.....	20
2.3.2 Выбор оборудования для реализации технологического процесса....	21
2.3.3 Выбор и обоснование метода получения исходной заготовки	23
2.3.4 План операций и переходов проектного технологического процесса	24
2.3.5 Размерный анализ проектного технологического процесса.....	26
2.3.6 Расчет режимов резания и норм времени.....	29
2.3.7 Расчет потребного количества оборудования.....	40
3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ	43
3.1 Проектирование станочного приспособления	43
3.2 Проектирование режущего инструмента.....	52

					15.03.05.2018.676 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

3.3	Описание работы контрольного приспособления	58
4	ПЛАНИРОВКА УЧАСТКА	62
4.1	Описание работы участка.....	62
4.2	Мероприятия по охране труда.....	63
	ВЫВОД ПО КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ	66
	БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	67

					15.03.05.2018.676 ПЗ ВКР	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		4

ВВЕДЕНИЕ

Целью проектирования технологического процесса обработки детали «Стойка» является повышение эффективности и конкурентоспособности производства.

Задачами проектирования технологического процесса являются:

- 1 Спроектировать новый технологический процесс изготовления детали «стойка» в условиях серийного конкурентоспособного производства;
- 2 Спроектировать станочное приспособление;
- 3 Спроектировать применяемый режущий инструмент;
- 4 Выбрать контрольное приспособление.

Машиностроение – это уникальная отрасль промышленного производства, определяющая уровень развития не только всех остальных отраслей промышленности, но и всей экономики в целом. Машиностроение в России как базовая системообразующая отрасль наиболее подвержена влиянию кризисных явлений. Машиностроительный комплекс обеспечивает научно-технический прогресс и перестройку экономики всей страны, поэтому его отрасли развиваются ускоренными темпами, а их число непрерывно растет.

Отечественные промышленные предприятия предпочитают приобретать импортные станки, несмотря на то, что в стране производятся аналоги. Среди лидеров поставок станочного парка такие страны как Италия, Япония, Германии, Китай и Южная Корея. Основные параметры, которые учитывают отечественные промышленные предприятия при покупке станков для металлообработки – точность изготовления при низких затратах, а также многофункциональность и стоимость оборудования. Немаловажными качествами станкостроительной продукции является электронное управление, цифровая индикация и возможность монтажа станков в единую технологическую линию.

Зарубежные производители в состоянии обеспечит наряду с перечисленными требованиями также и высокую точность обработки, долгий срок службы и гарантийный сервис хорошего уровня. По мнению экспертов

					15.03.05.2018.676 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

России сейчас нет необходимости развивать собственное направление станкостроения с нуля. На это уйдет много времени и сил, а с темпами промышленного производства в стране новое станочное оборудование быстро устареет, что приведет к истощению производственных ресурсов предприятий и без того с трудом выживающих в кризис. Тем не менее, отдельные направления высокоточного прецизионного машиностроения развивать необходимо. Известно, что развитые страны жестко контролируют свой экспорт наукоемких технологий и оборудования в целях национальной безопасности. В данном сегменте станкостроения должна иметь место российская альтернатива.

					15.03.05.2018.676 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1 Назначение и описание узла изделия, работы детали в узле

Шибберно-листовая задвижка – перекрывающее устройство, вид - запорной трубопроводной арматуры для перекрытия подачи среды газопроводов/дымоходов. Применяется в газовых трубопроводах металлургических, нефтехимических, газовых и других промышленных предприятий.

Принцип работы – фланцевый и глухой элементы установлены между фланцами на краях двух привариваемых зон трубопровода. Для перекрытия потока среды монтируется фланцевое соединение глухого элемента заглушки, для открытия потока газа монтируется элемент задвижки со специальным отверстием. Поворотные задвижки обладают большой герметичностью (в сравнении с обычными заслонками), поэтому подходят для газопроводов ядовитых газов.

1.2 Служебное назначение детали типа и технические требования, предъявляемые к детали

Стойка – служит для жесткого закрепления ходовой гайки шпинделя. Она состоит из фланца, трубы и корпуса бугельного узла (рисунок 1.1).

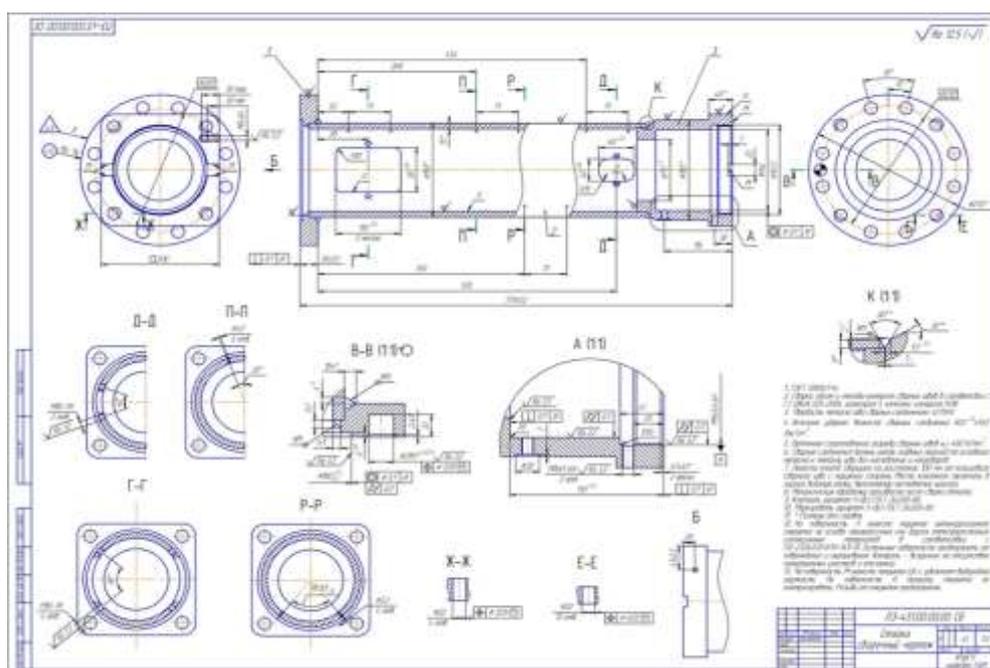


Рисунок 1.1 – Чертеж детали «Стойка»

					15.03.05.2018.676 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

Технические требования, предъявляемые к детали «стойка»:

1 Сварка, объем и методы контроля сварных швов в соответствии с СТ ЦКБА 025-2006, категория 5;

2 Твердость металла шва сварных соединений 275 HV;

3 Величина ударной вязкости сварных соединений 39,2 ДЖ/см²;

4 Временное сопротивление разрыву сварных швов $\sigma_B \geq 460$ Н/мм²;

5 Сварные соединения должны иметь плавный переход от основного металла к металлу шва без направлений и непроваров;

6 Нанести клейма сварщика на расстоянии 100 мм от кольцевого сварного шва с наружной стороны. Место клеймения заключить в хорошо видимую рамку, выполняемую несмываемой краской;

7 Механическую обработку произвести после сварки деталей;

8 Клеймить шрифтом 5-Пр3 ГОСТ 26.020-80;

9 Маркировать шрифтом 5-Пр3 ГОСТ 26.020-80;

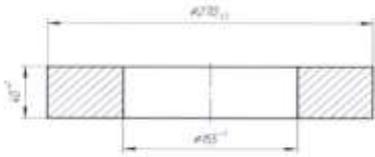
10 *Размеры для справок;

11 На поверхность Л нанести наружное антикоррозионное покрытие на основе лакокрасочных или других атмосферостойких изоляционных материалов в соответствии с РД-23.040.01-КТН-149-10. Остальные поверхности предохранить от повреждений и окрашивания. Контроль – визуально на отсутствие неокрашенных участков и отслоений.

12 На поверхность М нанести покрытие Ц6 с удалением водородной хрупкости. На поверхности Н толщину покрытия не контролировать. Резьбы от покрытия предохранить.

					15.03.05.2018.676 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

Продолжение таблицы 2.1

020	Токарная		Точить заготовку предварительно согласно эскизу
025	Токарная с ЧПУ		Обработать по программе согласно чертежу
030	Контрольная		Контролировать размеры и шероховатость детали согласно эскизу
035	Консервация		Покрыть равномерным слоем консервационным маслом К-17

Действующий технологический процесс для трубы (таблица 2.2):

Таблица 2.2 – Технологический процесс для трубы

№ операции	Название операции	Что выполняется
005	Заготовительная	Отпилить заготовку L=580±1,0
010	Токарная	Точить деталь за два установка, выдерживая размеры по чертежу
015	Контрольная	Контролировать размеры и шероховатость детали согласно эскизу
020	Консервация	Покрыть равномерным слоем консервационным маслом К-17

Действующий технологический процесс для корпуса бугельного узла
(таблица 2.3):

					15.03.05.2018.676 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

Таблица 2.3 – Технологический процесс для корпуса бугельного узла

№ опер.	Название операции	Эскиз	Что выполняется
005	Ленточнопильная		Отпилить заготовку согласно эскизу Ø280x175
010	Сверлильная		Сверлить центральное отверстие на проход Ø80
015	Токарная с ЧПУ		Обработать по программе согласно эскизу
020	Фрезерная с ЧПУ		Предварительно обработать по программе согласно эскизу
025	Контрольная		Контролировать размеры и шероховатость детали согласно эскизам операций 015 и 020
030	Маркировочная		Маркировать на бирке: номер чертежа, заводской номер, марку материала
035	Контрольная		Проверить наличие и правильность маркировки

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

15.03.05.2018.676 ПЗ ВКР

Лист

11

А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа									
						СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Еат	Тп
Б	Код, наименование оборудования					Обозначение кода									
в-г	Наименование детали, сб. единицы или материала					Обозначение кода									
						ОСЛ	ЕВ	ЕН	КН	Н. рас.					
01	Внимание! Контроль качества проводить после каждой операции. Контроль первой детали обязателен.										10,0	7,0			
02	Контроль качества исполнителем – 100% от партии. Контроль качества ОКК – 100% от партии.														
03															
04	29	005		Заготовительная	16045	2					90,0	10,0			
05	Вырезать заготовку Ø280x50 (ПРМ 31,9 кг)														
06															
07	9	010		Сверлильная	18355	2					20,0	20,0			
08	Разметить и сверлить заготовку согласно эскизу.														
09															
10	29	015		Заготовительная	16045	2					30,0	5,0			
11	Вырезать внутренний диаметр согласно эскизу.														
12															
13	2	020		Токарная	16045	2					40,0	15,0			
14	Точить заготовку предварительно согласно эскизу.														
15															
16	К10	025		Токарная с ЧПУ	16045	2					90,0	20,0			
17	Обработать по программе согласно чертежу.														
18															
19		030		Контрольная	13063	2					2,5	5,0			
20	Контролировать размеры и шероховатость детали согласно чертежу.														
21															
22		035		Консервация											
23	Покрывать равномерным слоем консервационным маслом К-17.														
24															
25															

Рисунок 2.2 – Маршрутная карта на фланец

А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа									
						СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Еат	Тп
Б	Код, наименование оборудования					Обозначение кода									
в-г	Наименование детали, сб. единицы или материала					Обозначение кода									
						ОСЛ	ЕВ	ЕН	КН	Н. рас.					
01	Внимание! Контроль качества проводить после каждой операции. Контроль первой детали обязателен.										10,0	7,0			
02	Контроль качества исполнителем – 100% от партии. Контроль качества ОКК – 100% от партии.														
03															
04	28	005		Заготовительная	16045	2					30,0	30,0			
05	Отпилить заготовку L= 580±1,0 (ПРМ=24,75 кг).														
06															
07	3	010		Токарная	19149	2					120,0	40,0			
08	Точить деталь за два установка, выдерживая размеры по чертежу.														
09															
10		015		Контрольная	13063	2					2,5	5,0			
11	Контролировать размеры и шероховатость детали согласно эскизу.														
12															
13		020		Консервация											
14	Покрывать равномерным слоем консервационным маслом К-17														
15															
16															
17															
18															
19															
20															
21															
22															
23															
24															
25															

Рисунок 2.3 – Маршрутная карта на трубу

Анализ операционных карт.

На данную деталь операционных карт нет на предприятии ЗАО «КОНАР».

					15.03.05.2018.676 ПЗ ВКР					Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						13

Анализ карт эскизов.

Операционные эскизы должны содержать все данные, необходимые для изготовления детали. Анализ карт эскизов не соответствует ГОСТ 3.1105–84, форма 1. Карты эскизов выполнены не на все операции.

Карта эскиза на 010 сверлильную и 015 заготовительную операции фланца (рисунок 2.4) указаны размеры необходимые для контроля, общая шероховатость, так же указаны допуски.

Не показаны, по каким поверхностям будет базироваться обрабатываемая деталь, какая будет опора, не выделены обрабатываемые поверхности толстой линией. Не проставлены номера размеров обрабатываемой поверхности.

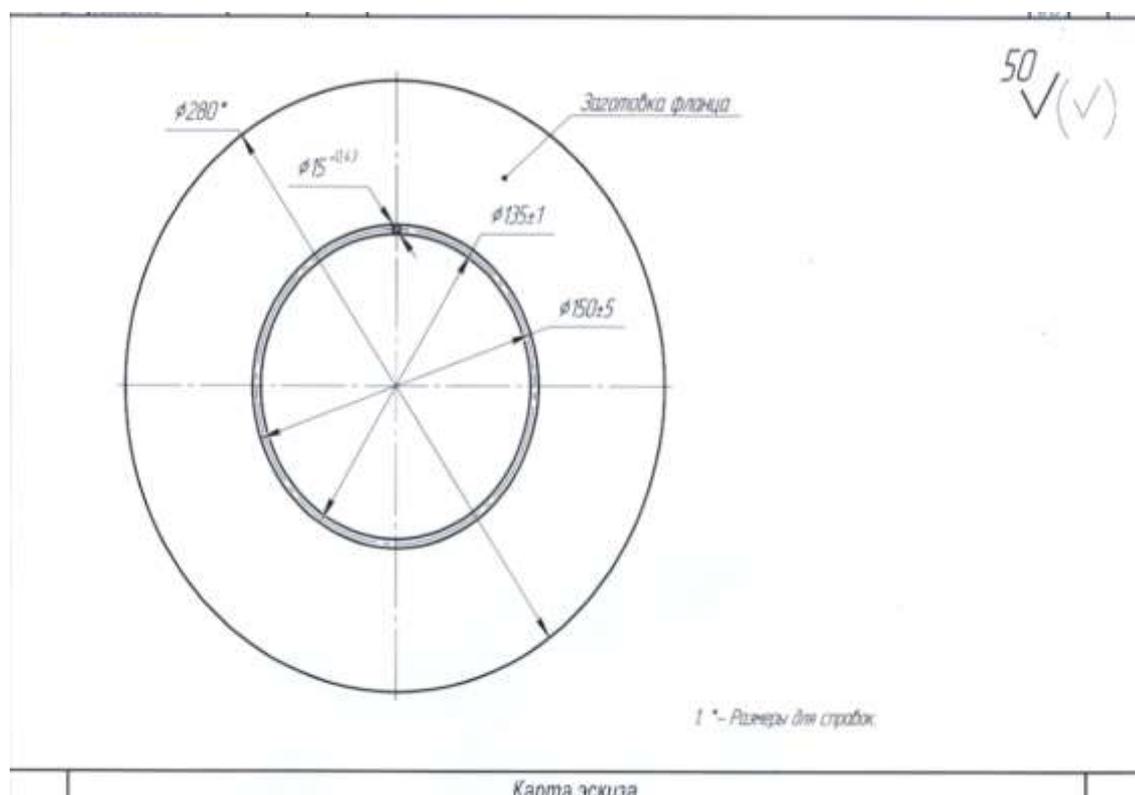


Рисунок 2.4 – Карта эскиза на 010 и 015 операции

Карта эскиза на 020 токарную операцию фланца (рисунок 2.5) указаны размеры необходимые для контроля, общая шероховатость, так же указаны допуски.

Не показаны, по каким поверхностям будет базироваться обрабатываемая деталь, какая будет опора, не выделены обрабатываемые поверхности толстой линией. Не проставлены номера размеров обрабатываемой поверхности.

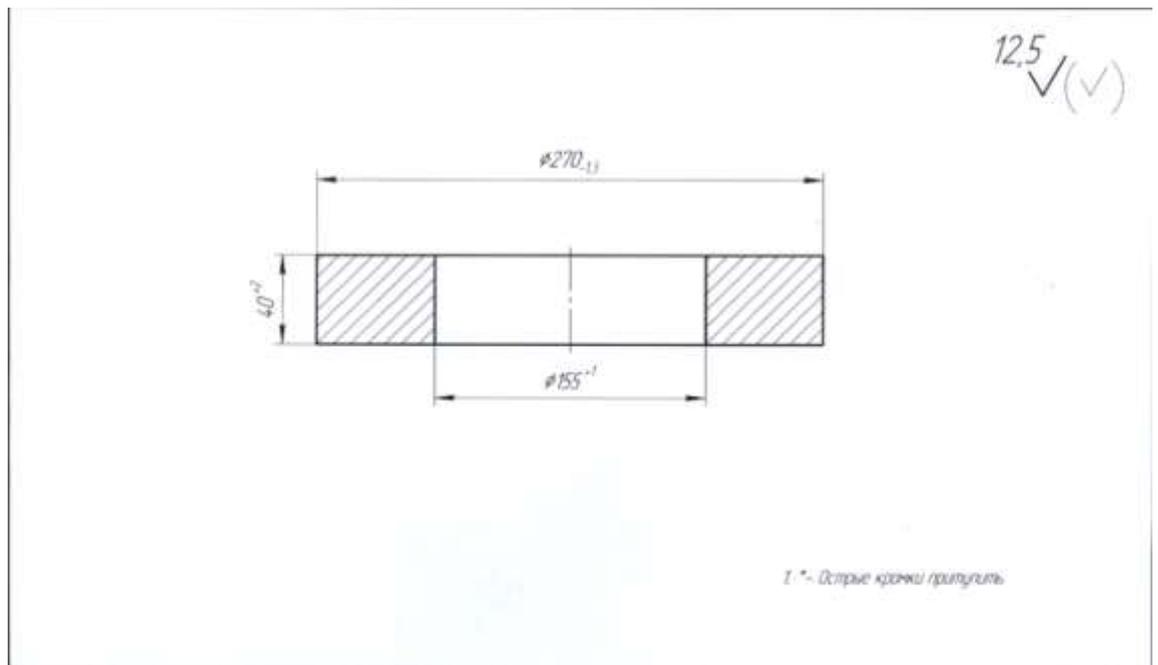


Рисунок 2.5 – Карта эскизов на 020 операцию

Карта эскиза на 015 токарную операцию с ЧПУ корпуса бугельного узла (рисунок 2.6) указаны размеры необходимые для контроля, общая шероховатость, так же указаны допуски, указаны все скругления, проставлена база, допуск расположения (соосность) относительно поверхностей.

Не выделены обрабатываемые поверхности толстой линией. Не проставлены номера размеров обрабатываемой поверхности.

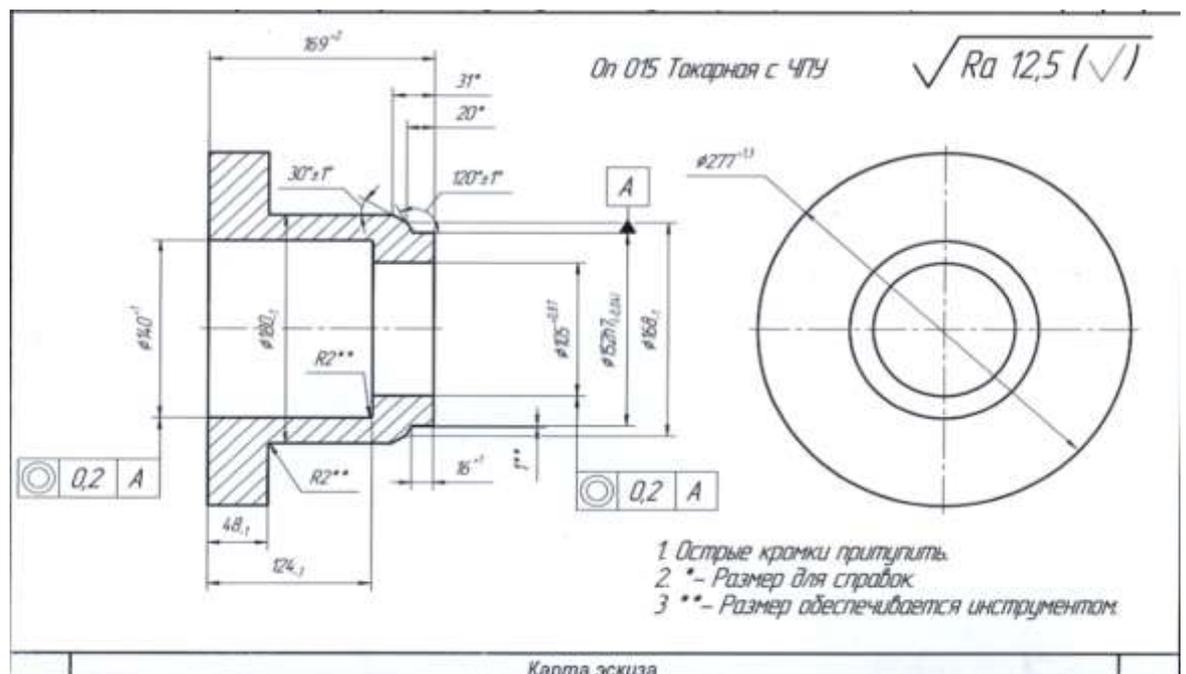


Рисунок 2.6 – Карта эскизов на 015 операцию

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2018.676 ПЗ ВКР

Лист

15

Карта эскиза на 020 фрезерную операцию с ЧПУ корпуса бугельного узла (рисунок 2.7) указаны размеры необходимые для контроля, общая шероховатость, так же указаны допуски.

Не показаны, по каким поверхностям будет базироваться обрабатываемая деталь, какая будет опора. Не проставлены номера размеров обрабатываемой поверхности.

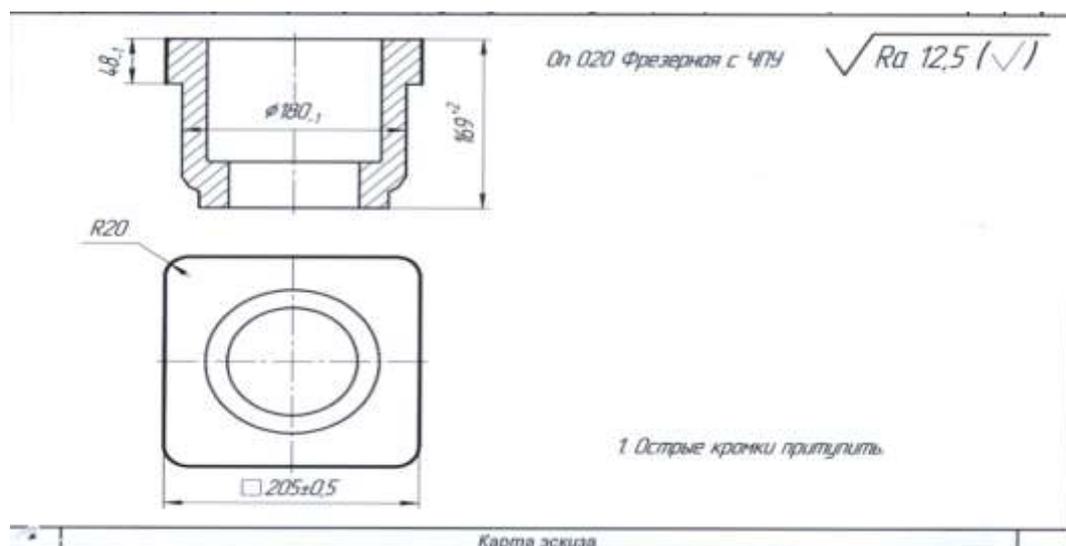


Рисунок 2.7 – Карта эскизов на 020 операцию

Анализ карт технического контроля.

Карты технического контроля не соответствует ГОСТ 3.1502–85, формы 2 и 2а. Так как, выполнена по внутреннему стандарту предприятия. В данных картах технического контроля расписаны контролируемые геометрические параметры по видам на чертеже и применяемый мерительный инструмент. На всех эскизах детали проставлены номера размеров контролируемого параметра.

2.2.2 Анализ оборудования, режущего инструмента, оснастки

Для сборки-сварки используется УШМ BOSCH GWS 9-125 Professional. Устройство предназначено для выполнения операций по шлифовке и по резке различных типов материалов. Оно рассчитано на максимально качественное решение подобных задач. Кроме того описываемая УШМ дает возможность получать нужные результаты достаточно быстро, что во многих случаях крайне важно.

					15.03.05.2018.676 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

Для изготовления данной детали применяют различный режущий инструмент: фрезы, сверла, резцы, круги.

Для шлифования используется Круг шлифовальный Hitachi A24/30P-BF/125*6,0*22,23. Круг зачистной предназначен для высокопроизводительной зачистки и обдирки деталей и конструкций из различных марок сталей.

На фрезерных операциях в качестве режущего инструмента используются: фрезы – инструмент с одним или несколькими режущими лезвиями (зубьями) для фрезерования и сверла – этот инструмент относится к типу спиральных или винтовых. Представляет собой цилиндрический стержень, на рабочей части которого находятся две винтовые спиральные бороздки. Они образуют собой режущий элемент, а также служат для отвода получаемой при сверлении стружки. Состоит сверло из рабочей части и хвостовика.

На токарных операциях в качестве режущего инструмента используются резцы для обработки материалов резанием: чистового точения с малым сечением среза (типа алмазной обработки); нарезания резьбы и развертывания отверстий незакаленных и закаленных углеродистых сталей.

В данном технологическом процессе не описано ни одного приспособления.

2.2.3 Размерный анализ действующего технологического процесса

С целью расчета припусков замыкающих звеньев и возможности выявления брака проведем проверочный размерный анализ действующего технологического процесса.

Размерный анализ решает более широкий круг задач и кроме расчета операционных цепей, охватывает очень широкий комплекс технологических расчетов. На стадии проектирования необходимо экономить металл и материальные затраты за счет уменьшения размеров износа, трудоемкости изготовления детали и снижения брака.

На схеме графически изображены конструкторские и операционные размеры. По схеме можно сделать вывод, что при создании технологического

					15.03.05.2018.676 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

процесса технологи придерживались принципа совмещения баз: конструкторские размеры совпадают с операционными. Следовательно, нет необходимости в пересчете размеров. Для проведения анализа линейных размеров достаточно сравнить конструкторские и операционные размеры. В технологическом процессе все размеры, получаемые на операциях механической обработки, попадают в конструкторские допуски. Размерная цепь представлена на рисунке 2.8.

Минимальный припуск для любой операции рассчитывается по формуле 2.1:

$$\Delta_{\text{раст.}min} = Df + Rz, \quad (2.1)$$

где Df – величина дефектного слоя, мкм;

Rz – шероховатость с предшествующей операции, мкм.

$Df = 80$ мкм; $Rz = 60$ мкм. Тогда:

$$\Delta_{\text{раст.}min} = 80 + 60 = 140 \text{ мкм};$$

$$\Delta_1 = 732,5_{-1,3} - 731_{-0,8} = 1,5_{-1,3}^{+0,8} \text{ мм};$$

$$\Delta_{1min} = 1,5 - 1,3 = 0,2 \text{ мм} = 200 \text{ мкм}.$$

Сравним полученные значения:

$$\Delta_{min} > \Delta_{\text{раст.}min}$$

так как

$$200 \text{ мкм} > 140 \text{ мкм}.$$

В результате можно сделать вывод, что при обработке детали все припуски больше минимально допустимого припуска, следовательно, дефектный слой с предыдущей операции не останется на обработанной поверхности.

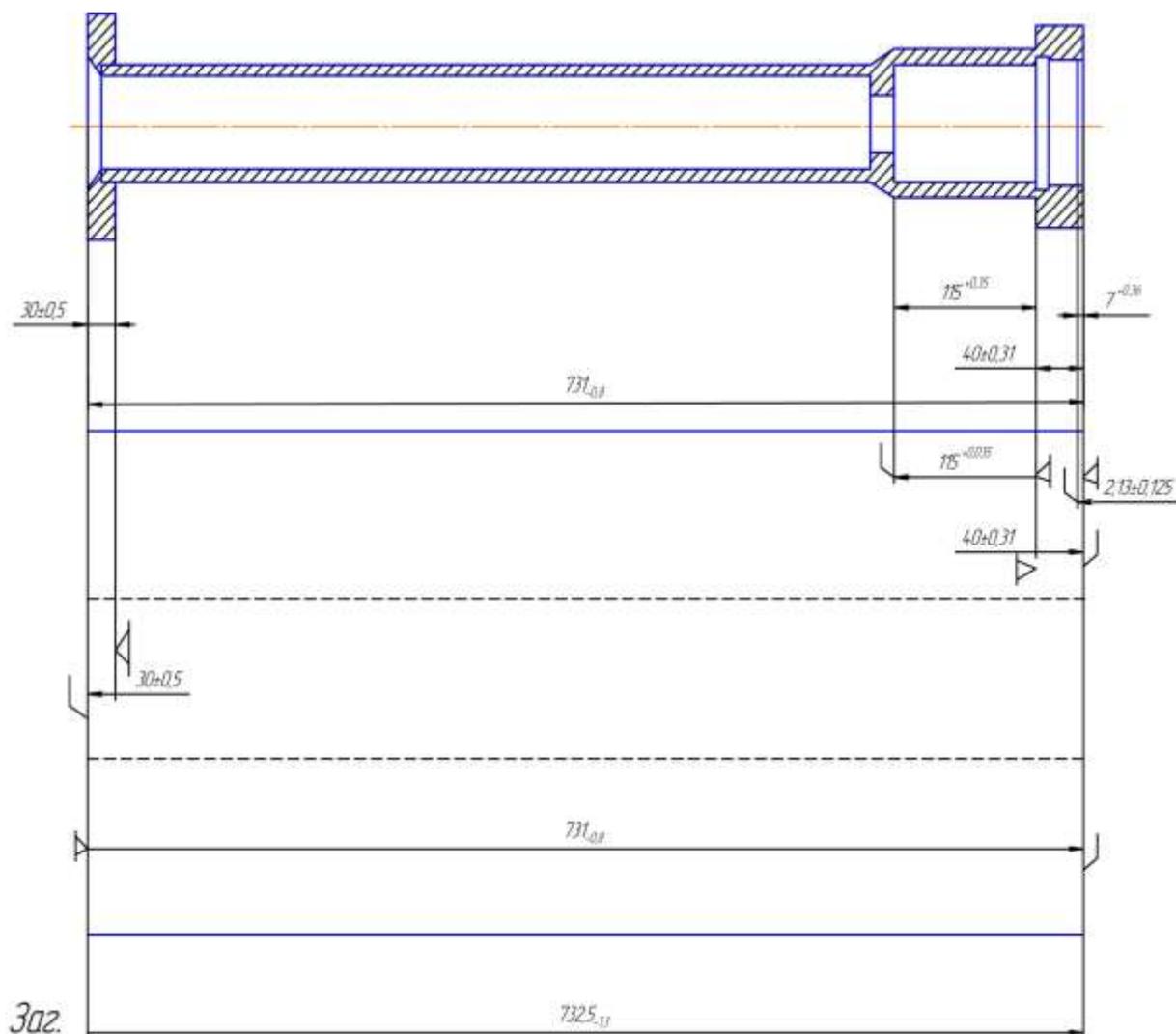


Рисунок 2.8 – Размерный анализ

2.2.4 Выводы из анализа и предложения по разработке проектного техпроцесса

В действующем технологическом процессе проанализирована деталь «стойка», ее служебное назначение, работа в узле. Выполнен анализ технологических карт, который показал, что документация не соответствует стандартному ГОСТу. В качестве контрольных приспособлений используются стандартные, что эффективно для единичного и мелкосерийного производств. Посчитав размерную цепь, приходим к выводу, что брака нет

Действующий технологической процесс можно усовершенствовать, объединив фрезерные и токарные операции, и выполняя обработку на

обрабатывающем центре с возможностью точения, растачивания, сверления и фрезерования. Также в качестве исходной заготовки использовать литье по газифицируемым моделям для корпуса бугельного узла. Эти действия позволят сократить количество операций и переходов, а так же время обработки детали, что приведет к увеличению производительности. Так же уменьшится число рабочих, а значит и уменьшится влияние человеческого фактора на точность обработки и себестоимость детали.

2.3 Разработка проектного технологического процесса

2.3.1 Разработка маршрутного технологического процесса

Действующий технологический процесс для трубы и фланца оставим без изменений.

Действующий технологический процесс для корпуса бугельного узла можно усовершенствовать, объединив фрезерные и токарные операции, и выполнить обработку на обрабатывающем центре с возможностью точения, растачивания, сверления и фрезерования. Также в качестве исходной заготовки использовать литье по газифицируемым моделям для корпуса бугельного узла. Эти действия позволят сократить количество операций и переходов, а так же время обработки детали, что приведет к увеличению производительности. Так же уменьшится число рабочих, а значит и уменьшится влияние человеческого фактора на точность обработки и себестоимость детали.

Проектный вариант технологического процесса для корпуса бугельного узла представлен в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Проектный вариант технологического процесса для корпуса

Название и номер операции	Оборудование
000 Заготовительная	
005 Транспортная	Кран-штабелер SMC-3 XL

Продолжение таблицы 2.4

010 Комплексная обрабатывающих центрах с ЧПУ	на	Обрабатывающий центр TREVISAN DS 600/200 C
015 Контрольная		Стандартные приспособления контрольные
020 Маркировочная		Стационарный маркиратор TECHNOMARK MULTI 4 V3 600
025 Упаковочная		

2.3.2 Выбор оборудования для реализации технологического процесса

При получении заготовки литьём по газифицированным моделям остаётся необходимым обработать внутренние поверхности, некоторые наружные и отверстия.

Всем вышеперечисленным требованиям удовлетворяет горизонтальный обрабатывающий центр с ЧПУ Trevisan DS 600/200 C, который представлен на рисунке 2.9.

Все характеристики станка приведены в таблице 2.5.



Рисунок 2.9 – Обрабатывающий центр с ЧПУ Trevisan DS 600/200 C

Таблица 2.5 – Характеристики обрабатывающего центра Trevisan DS 600/200 C.

Фрезерный шпиндель	
Мощность, кВт	37
Частота вращения, об/мин	2800
Диаметр, мм	200
Программируемый план-суппорт	
Перемещение по оси U, мм	200
Мощность, кВт	37
Частота вращения, об/мин	450
Диаметр, мм	600
Максимальный диаметр обработки, мм	850
Перемещение по осям	
X, мм	1340
Y, мм	1000
Z, мм	1100
Точность позиционирования, оси X, Y, Z, U, мм	±0,02
Повторяемость, оси X, Y, Z, U, мм	±0,05
Точность позиционирования, ось B, сек	±12''
Повторяемость, ось B, сек	±10
Прочие характеристики	
Габаритные размеры, мм	7000x6200x4500
Вес, кг	33000
Установочная мощность, кВт	100

2.3.3 Выбор и обоснование метода получения исходной заготовки

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

Способ литья по газифицируемым моделям обладает рядом преимуществ:

- снижение капиталовложений на оборудование;
- возможность использования любого вида металла;
- сокращение числа технологических операций;
- благодаря использованию в качестве формовочного материала оборотного кварцевого песка и упрочнения формы вакуумом исключается использование стержней и оборудования для их изготовления;
- снижение до минимума количество отходов производства;
- сокращение трудозатрат в 2–4 раза;
- снижение потребления электроэнергии в 2–3 раза;
- сокращение и оптимальное использование производственных площадей;
- уменьшение затрат на вспомогательные материалы в 3–5 раз.

Точность получаемых размеров – 10...12 квалитет, шероховатость – Ra = 6,3–12,5 мкм. Данный метод позволяет получать отливки, не требующие дальнейшей механической обработки, а также возможность получения узлов машин, которые при обычных способах литья пришлось бы собирать из отдельных деталей.

Литьё по газифицируемым моделям относится к малоотходному производству. Формованный песок тщательно просеивается, подается элеваторами в охладитель, после чего возвращается на формовку. При этом удаляются вредные газы и пыль. Антипригарные покрытия на водных связующих практически не загрязняют песок и легко отделяются при просеивании и в системе охлаждения. Один-два раза в год песок очищают методом терморегенерации. Для удаления пыли на производствах используются аспирационные установки и циклоны с

					15.03.05.2018.676 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

высокой степенью очистки. Многократное использование песка позволяет добиться минимальных потерь – всего 0,5-1 % (пыль кварцевого песка, остатки краски).

2.3.4 План операций и переходов проектного технологического процесса

Проектный технологический процесс для «корпуса бугельного узла»:

000 Заготовительная операция (Литье по газифицируемым моделям) представлена на рисунке 2.10.

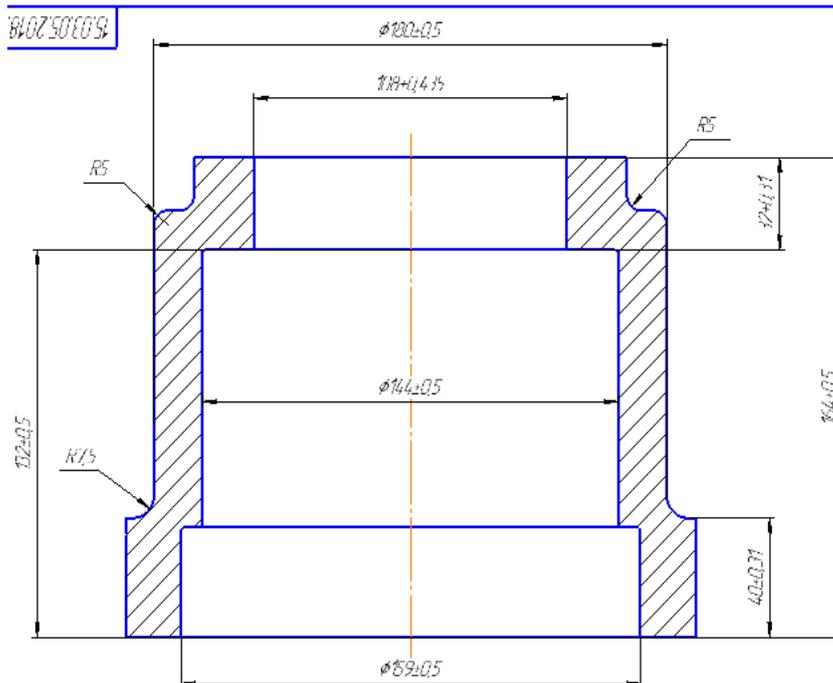


Рисунок 2.10 – Эскиз заготовки

010 Комплексная на обрабатывающих центрах с ЧПУ:

Установ А – точение плоскости и наружного диаметра, растачивание внутренних поверхностей, сверление отверстий, нарезание резьбы, фрезерование фасок и отверстий.

Операционный эскиз операции 010 комплексная на обрабатывающих центрах с ЧПУ (установ А) представлен на рисунке 2.11.

Установ В – сверление отверстия.

Операционный эскиз операции 010 комплексная на обрабатывающих центрах с ЧПУ (установ В) представлен на рисунке 2.13.

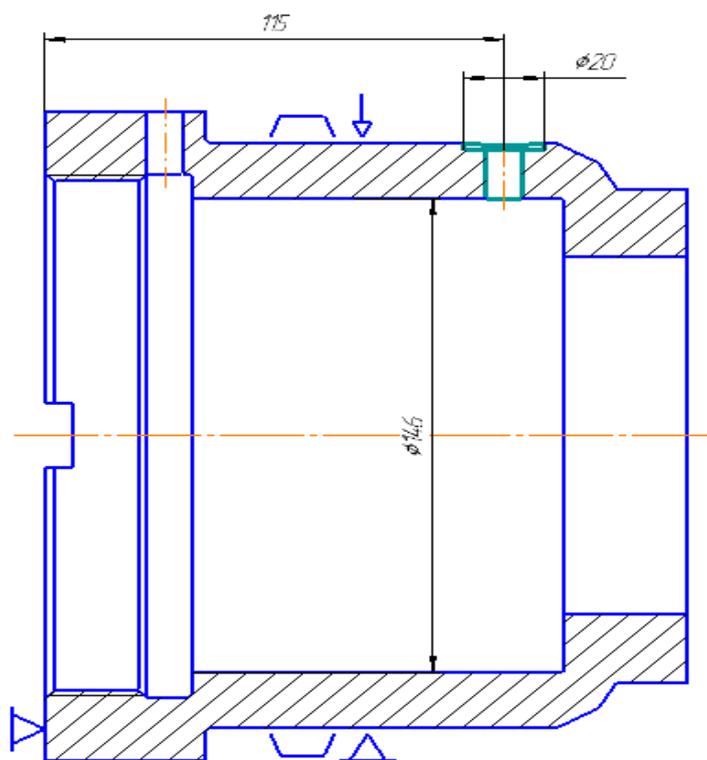


Рисунок 2.13 – Операционный эскиз операции 010 комплексная на обрабатывающих центрах с ЧПУ (установ В)

2.3.5 Размерный анализ проектного технологического процесса

Размерный анализ проектируемого технологического процесса представлен на рисунке 2.14. Все чертёжные размеры выполняются, замыкающих звеньев нет.

Минимальный необходимый припуск для растачивания (и для любой другой операции при выбранном способе получения заготовки) рассчитывается по формуле 2.1.

где D_f – величина дефектного слоя, мкм;

R_z – шероховатость с предшествующей операции, мкм.

$D_f = 60$ мкм; $R_z = 50$ мкм. Тогда:

$$\Delta = 60 + 50 = 110 = 0,11 \text{ мм.}$$

Рассчитаем припуски на обработку:

					15.03.05.2018.676 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

$$1) (17...18) = - (18...78) + (78...17) = 1,51 \text{ мм};$$

$$2) (27...28) = - (28...78) - (78...77) + (77...27) = 0,74 \text{ мм};$$

$$3) (77...78) = - (78...17) + (17...77) = 1,13 \text{ мм}.$$

Произведем расчёт неизвестных номиналов:

$$A = (77...78) + (78...18) + (18...17) = 1,13 + 161 + 1,51 = 164 \pm 0,5 \text{ мм};$$

$$B = (77...78) + (78...28) + (28...27) = 1,13 + 130 + 0,74 = 132 \pm 0,5 \text{ мм};$$

$$B = - (27...28) + (28...18) + (18...17) = - 0,74 + 31 + 1,51 = 32 \pm 0,31 \text{ мм}.$$

					15.03.05.2018.676 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

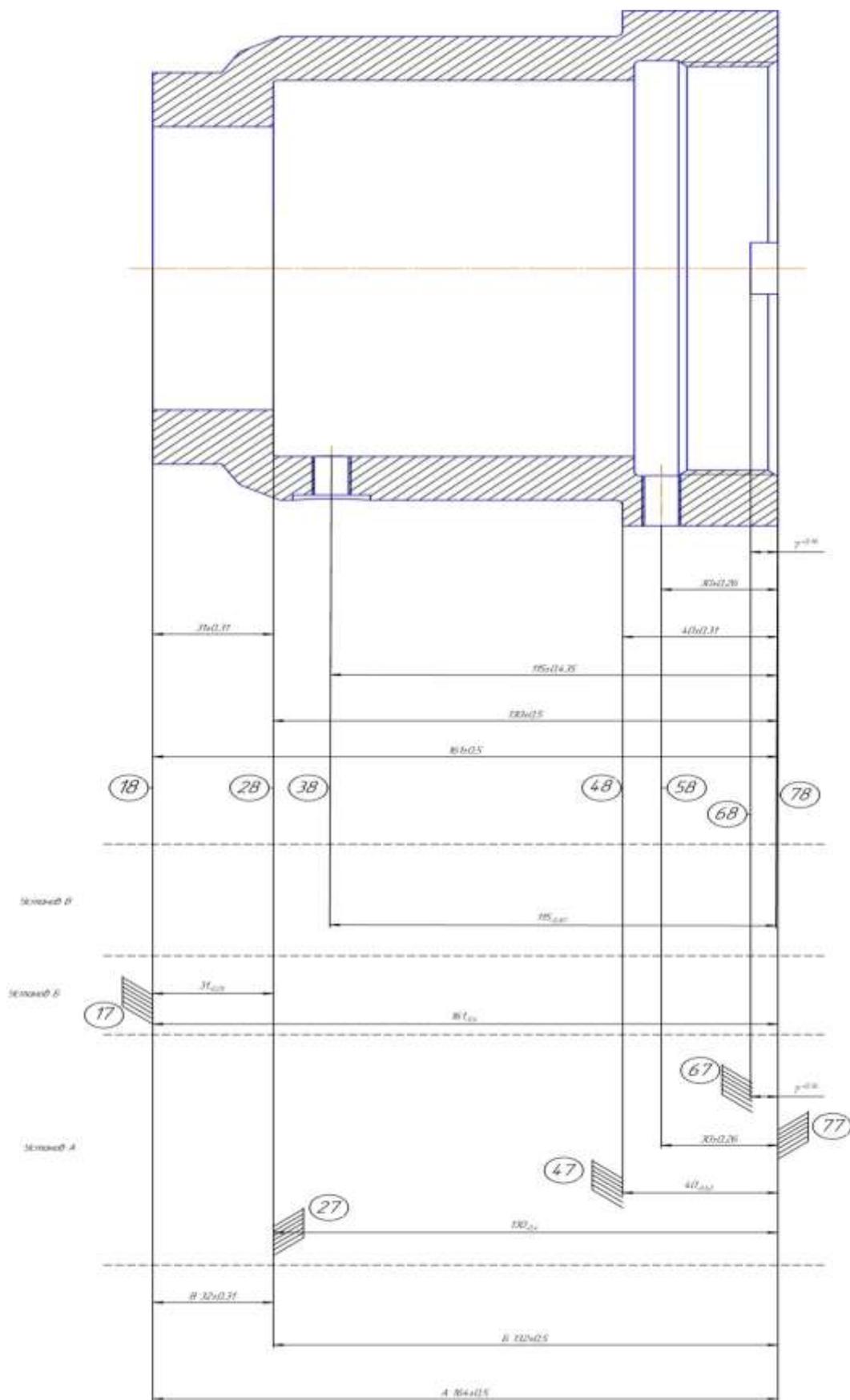


Рисунок 2.14 – Размерно-точностной анализ проектного технологического процесса

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2018.676 ПЗ ВКР

Лист

28

2.3.6 Расчет режимов резания и норм времени

По «общемашиностроительным нормативам времени и режимов резания» расчет режимов резания и норм времени производим для детали «корпус бугельного узла».

Исходные данные:

Деталь:

Наименование – корпус бугельного узла;

Материал – сталь 09Г2С ГОСТ 19281–89;

Точность обработки поверхностей: IT11;

Параметры шероховатости обработанных поверхностей: Ra=12,5 мкм.

Заготовка:

Заготовка – отливка IT12;

Состояние поверхности – без корки;

Масса – 19,1 кг;

Припуск на обработку поверхностей – 1,5 мм.

Операция:

Базирование – призма с поджимом и упором;

Содержание операции – растачивать поверхность.

Выбор стадии обработки:

По карте 1, лист 2 ([1], с.35) определяем необходимые стадии обработки. Для получения размера детали $\varnothing 110^{+1}$, соответствующего 11-му качеству, из заготовки 12-го качества необходимо вести обработку в одну стадию: чистовую.

Выбор глубины резания:

Выбор минимально необходимой глубины резания для III (чистовой) стадии осуществляется по карте 2 ([1], с.37).

Для поверхности $\varnothing 110^{+1}$, диаметр детали входит в интервал размеров 80...120 мм. Глубина резания для получения из 12-го качества 11-го качества составляет $t_{III}=0,9$ мм (поз. №5, инд. «б»).

Выбор инструмента:

					15.03.05.2018.676 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

Резцы (оправки) следует применять наименьшей технологически возможной длины и наибольшего технологического допустимого сечения. Принимаем резец с державкой прямоугольного сечения высотой $B=25$ мм и вылетом $l=200$ мм.

В соответствии с рекомендациями приложения 1 ([1], с.263) обработку проводим пластинами из твердого сплава: Т30К4 – на чистовой стадии.

По приложению 5 ([1], с.266) выбираем твердосплавную пластину ромбической формы.

Способ крепления пластины выбираем по приложению 6 ([1], с.267): для чистовой стадии обработки – двухплечим прихватом за выемку.

По приложению 7 ([1], с.268) принимаем углы в плане: главный угол в плане $\varphi=50^{\circ}$, вспомогательный угол в плане $\varphi_1=3^{\circ}$.

Геометрические параметры режущей части инструмента выбираем из приложения 8 ([1], с.269):

- $\alpha=80$ – задний угол;
- $\gamma=150$ – передний угол;
- $f=0,3$ мм – ширина фаски режущей кромки (форма передней поверхности резца плоская с фаской);
- $\rho=0,03$ мм – радиус округления режущей кромки;
- $r_v=1$ мм – радиус вершины резца.

Принимаем нормативный период стойкости $T=30$ мин по приложению 13 ([1], с.279).

Выбор подачи:

Для чистовой стадии обработки значение подачи определяем по карте 12 ([1], с.56). При растачивании резцом прямоугольного сечения с шириной $B=25$ мм при глубине резания $t=0,9$ мм рекомендуется подача $S_{от}=0,28$ мм/об (поз. №3, инд. «З»).

					15.03.05.2018.676 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

Выбранное значение подачи корректируем с учетом поправочных коэффициентов, которые выбираем по карте 11 ([1], с.52) для измененных условий обработки в зависимости от:

- инструментального материала $K_{Si}=1,0$;
- состояния поверхности заготовки $K_{Sp}=1,0$;
- вылета резца оправки $K_{Sl}=1,0$;
- геометрических параметров резца $K_{S\phi}=1,4$;
- диаметра детали $K_{SD}=1,0$;
- механических свойств обрабатываемого материала $K_{Sm}=1,0$.

Окончательно подачу для чистовой стадии обработки определяют по формуле 2.2.

$$S_o = S_{от} \cdot K_{Si} \cdot K_{Sp} \cdot K_{Sl} \cdot K_{S\phi} \cdot K_{SD}; \quad (2.2)$$

Подставляя, получим:

$$S_o = 0,28 \cdot 1,0 \cdot 1,4 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,392 \text{ мм/об.}$$

Выбор скорости резания:

Скорость резания для чистовой стадии обработки выбираем по карте 22 ([1], с.81). Соответствует скорость резания $V_T=239$ м/мин; (поз. №4, инд. «д»). По этой же карте скорости резания корректируют с учетом инструментального материала $K_{Vi}=1,0$.

По карте 23 ([1], с.82) выбираем поправочные коэффициенты на скорость резания при чистовой стадии обработки для измененных условий в зависимости от:

- группы обрабатываемого материала $K_{Vc}=1,0$;
- вида обработки $K_{Vo}=0,9$;
- жесткости станка $K_{Vj}=1,0$;
- механических свойств обрабатываемого материала $K_{Vm}=1,0$;
- геометрических параметров резца $K_{V\phi}=1,4$;
- периода стойкости режущей части резца $K_{VT}=1,0$;
- наличия охлаждения $K_{Vж}=1,0$.

Скорректированная скорость резания вычисляется по формуле 2.3:

$$V = V_T \cdot K_{Vи} \cdot K_{Vj} \cdot K_{Vm} \cdot K_{VT} \cdot K_{Vж} \cdot K_{Vo} \cdot K_{V\phi}; \quad (2.3)$$

$$V=239 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,4 \cdot 1,0 \cdot 1,0=301,14 \text{ м/мин.}$$

Частоту вращения шпинделя определим по формуле 2.4:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} \quad (2.4)$$

Подставляя, получим:

$$n = \frac{1000 \cdot 301,14}{3,14 \cdot 110} = 871,8 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Проведем проверку подачи по обеспечению требуемой шероховатости.

При обработки стали во всем диапазоне скоростей резцом с радиусом при вершине $r_b=1,0$ мм по карте 25 ([1], с.86) для получения параметра шероховатости $Ra \leq 10$ мкм рекомендуется подача $S_{от}=0,65$ мм/об (поз. №3, инд. «а»).

Скорректировав подачу по шероховатости с учетом поправочных коэффициентов по карте 26 ([1], с.88) для измененных условий в зависимости от:

- механических свойств обрабатываемого материала $K_{Sm}=1,0$;
- инструментального материала $K_{Si}=1,0$;
- вида обработки $K_{So}=1,0$;
- наличия охлаждения $K_{Sж}=1,0$,

получим $S_0=0,65 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0=0,65$ мм/об.

Рассчитанная подача на чистовой стадии обработки не превышает этого значения.

Сверление отверстия спиральным сверлом.

Исходные данные:

Деталь: Наименование – корпус бугельного узла;

Материал – сталь 09Г2С ГОСТ 19281–89;

Точность обработки поверхностей: IT11;

Параметры шероховатости обработанных поверхностей: $Ra=12,5$ мкм.

Заготовка

Заготовка – отливка IT12;

					15.03.05.2018.676 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

Масса – 19,1 кг;

Операция

Базирование – призма с поджимом и упором;

Содержание операции – обработать 4 отверстия Ø22 мм с параметром шероховатости Ra=12,5 мкм;

Охлаждение – эмульсия.

Выбор варианта маршрута обработки:

Маршрут обработки выбираем по карте 44 ([1], с.120) в зависимости от диаметра, точности и параметра шероховатости обрабатываемого отверстия, состояния отверстия заготовки, вида устройства ЧПУ. В данном случае для диаметра 22 мм 11-го качества с Ra=12,5 мкм маршрут обработки включает сверление и чистовое зенкерование (поз. №2, инд. «в»).

Выбор глубины резания:

Глубину резания на переход зенкерования определяют по карте 45 ([1], с.126) и корректируют с учетом последовательности переходов маршрута (поправочный коэффициент K_{ii}). Для данного случая глубина резания при чистовом зенкерованием $t=0,43$ мм (поз. №5, инд. «в»).

Предшествующим переходом перед чистовым зенкерованием был переход рассверливания. Для этого случая поправочный коэффициент $K_{ii}=1,0$. Окончательно глубина резания для перехода чистовое зенкерование $t=0,43 \cdot 1,0=0,43$ мм.

Глубина резания для перехода «сверление» принимается равной половине диаметра сверла $t=0,5 \cdot 22=11$ мм.

Расчет диаметров обрабатываемого отверстия по переходам маршрута и выбор инструмента:

Диаметры обрабатываемого отверстия по переходам находят по формуле 2.5:

$$D_i = D_{i+1} - 2 \cdot t_{i+1}; \quad (2.5)$$

					15.03.05.2018.676 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

С учетом ранее определенных глубин резания диаметры отверстия находят для:

- зенкерования чистового $D=22$ мм;
- рассверливания $D=22-2\cdot 0,43=21,14$ мм;
- сверления $D=21,14-2\cdot 0,21=20,72$ мм.

С учетом округления принимают следующие размеры инструментов:

- для сверления – $D=21$ мм;
- для рассверливания – $D=21,5$ мм;
- для чистового зенкерования – $D=22$ мм.

Сверла выбираем по ГОСТ 10903, остальной инструмент – специальный.

Форма заточки инструмента – нормальная.

Выбор подачи, скорости, мощности и осевой силы осуществляется по картам 46...51 для ближайшего большего табличного значения диаметра инструмента.

В данном случае значения этих величин выбираем для переходов:

- сверления при диаметре $D=21$ мм, отношения длины рабочей части сверла к диаметру $l/D=2,5$, ближайшие большие табличные значения $D_T=25$ мм, $l/D=3$. Для этих значений по карте 46, лист 2 ([1], с.128) определяем $S_{OT}=0,42$ мм/об; $v_T=17,6$ м/мин; $N_T=2,5$ кВт; $P_T=10665$ Н (поз. №1, инд. «и», «к», «л», «м»).
- рассверливания $D=21,5$ мм параметры аналогичные переходу сверление.
- чистового зенкерования $D=22$ мм, ближайшие большие табличные значения $D_T=25$ мм. Для этих значений по карте 4 ([1], с.131) определяем $S_{OT}=0,43$ мм/об; $v_T=28,4$ м/мин; $N_T=1,03$ кВт; $P_T=157$ Н (поз. №5, инд. «н», «о», «п», «р»).

Значения частоты вращения шпинделя n_T для табличных значений скорости резания v_T определим по формуле 2.4

Значения выбранных параметров режимов резания сведены в таблицу 2.6.

					15.03.05.2018.676 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

Таблица 2.6 – Значения параметров режимов резания для перехода сверление

Выполняемый переход	S_{OT} , мм/об	v_T , м/мин	N_T , кВт	P_T , Н	n , об/мин
Сверление	0,42	17,6	2,5	10665	266,9
Рассверливание	0,42	17,6	2,5	10665	266,9
Зенкерование чистовое	0,43	28,4	1,03	157	411,12

Табличные значения режимов резания корректируют в зависимости от измененных условий работы по формулам корректировки, приведенным в карте 52 ([1], с.141). Значения поправочных коэффициентов выбирают из карты 53 ([1], с.142).

Сверление:

Подачу корректируют по формуле 2.6:

$$S_o = S_{OT} \cdot K_{SM}; \quad (2.6)$$

из карты 52 ([1], с.141).

Коэффициент K_{SM} выбираем по карте 53, лист 1 ([1], с.142). Для углеродистой стали (190 НВ) $K_{SM}=1,05$.

С учетом коэффициента:

$$S_o=0,42 \cdot 1,05=0,441 \text{ мм/об.}$$

Скорость корректируют по формуле 2.7:

$$V = V_T \cdot K_{VM} \cdot K_{V3} \cdot K_{VЖ} \cdot K_{Vm} \cdot K_{Vн} \cdot K_{V\omega} \cdot K_{Vl} \cdot K_{Vn}; \quad (2.7)$$

По карте 53 ([1], с.142) выбираем коэффициенты:

- $K_{VM}=1,05$ (для углеродистой стали 190 НВ);
- $K_{V3}=1,0$ (для нормальной формы заточки инструмента);
- $K_{VЖ}=1,0$ (обработка с охлаждением);
- $K_{Vm}=1,0$ ($T_{ф}/T_{н}=1,0$);
- $K_{V\omega}=1,0$ (состояние обрабатываемой поверхности – без корки);
- $K_{Vн}=2,2$ (материал инструмента – твердый сплав);
- $K_{Vl}=1,0$ (сверло по ГОСТ 10903);
- $K_{Vn}=1,0$ (инструментальный материал без покрытия).

$$V=17,6 \cdot 1,05 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 2,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0=40,65 \text{ м/мин.}$$

Скорректированную частоту вращения шпинделя рассчитаем по формуле 2.4:

$$n = \frac{1000 \cdot 40,65}{3,14 \cdot 22} = 588,44 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Скорость резания определяется по формуле 2.8:

$$v_s = v_o \cdot n; \quad (2.8)$$

$$v_s = 0,441 \cdot 588,44 = 259,5 \frac{\text{мм}}{\text{мин}}$$

Рассверливание аналогично переходу сверления.

Зенкерование чистовое:

Подачу корректируют по формуле 2.6 из карты 52 ([1], с.141).

Коэффициент K_{SM} выбираем по карте 53, лист 1 ([1], с.142). Для углеродистой стали (190 НВ) $K_{SM}=1,05$.

С учетом коэффициента:

$$S_o=0,43 \cdot 1,05=0,451 \text{ мм/об.}$$

Скорость корректируют по формуле 2.7.

По карте 53 ([1], с.142) выбираем коэффициенты:

- $K_{VM}=1,05$ (для углеродистой стали 190 НВ);
- $K_{V3}=1,0$ (для нормальной формы заточки инструмента);
- $K_{Vж}=1,0$ (обработка с охлаждением);
- $K_{Vm}=1,0$ ($T_{ф}/T_{н}=1,0$);
- $K_{V\omega}=1,0$ (состояние обрабатываемой поверхности – без корки);
- $K_{Vu}=2,2$ (материал инструмента – твердый сплав);
- $K_{VI}=1,0$ (сверло по ГОСТ 10903);
- $K_{Vn}=1,0$ (инструментальный материал без покрытия).

$$V=28,4 \cdot 1,05 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 2,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0=65,6 \text{ м/мин.}$$

Скорректированную частоту вращения шпинделя рассчитаем по формуле 2.4.

					15.03.05.2018.676 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

$$n = \frac{1000 \cdot 65,6}{3,14 \cdot 22} = 949,6 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Скорость резания определяется по формуле 2.8.

$$v_s = 0,451 \cdot 949,6 = 428,26 \frac{\text{мм}}{\text{мин}}$$

Корректировка табличных значений мощности резания и осевой силы:

По карте 52 ([1], с.141) формулы 2.9, 2.10 для корректировки мощности резания и осевой силы имеют вид:

- для сверления и рассверливания:

$$N = \frac{N_T}{K_{Nm}}; \quad (2.9)$$

$$P = \frac{P_T}{K_{Pm}}; \quad (2.10)$$

- для чистового зенкерования:

$$N = N_T \cdot \frac{K_{Ni}}{K_{Nm}}; \quad (2.11)$$

$$P = P_T \cdot \frac{K_{Pi}}{K_{Pm}}; \quad (2.12)$$

По карте 53 ([1], с.142) выбираем коэффициенты:

- $K_{Nm} = K_{Pm} = 1,05$;
- $K_{Ni} = 1,07$ для чистового зенкерования;
- $K_{Pi} = 1,1$ для чистового зенкерования.

С учетом определенных коэффициентов скорректированные значения мощности резания и осевой силы определим по формулам:

- для сверления

$$N = \frac{3,22}{1,05} = 3,07 \text{ кВт};$$

$$P = \frac{14696}{1,05} = 13996,2 \text{ Н};$$

- для рассверливания

					15.03.05.2018.676 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

$$N = \frac{3,22}{1,05} = 3,07 \text{ кВт};$$

$$P = \frac{14696}{1,05} = 13996,2 \text{ Н};$$

- для зенкерования чистового

$$N = \frac{1,07 \cdot 1,17}{1,05} = 1,19 \text{ кВт};$$

$$P = \frac{1,1 \cdot 465}{1,05} = 487,1 \text{ Н}.$$

Определение времени цикла автоматической работы станка по программе

Основное время автоматической работы станка по программе определяется по формуле 2.13:

$$T_o = \frac{l_o + l_1 + l_2 + l_3}{S_m}; \quad (2.13)$$

где l_o – длина обрабатываемой поверхности;

l_1 – длина подвода;

$(l_2 + l_3)$ – длина врезания и перебега ($l_2 + l_3 = 7$ мм);

S_m – минутная подача ($S_m = 187,5$ мм/мин), тогда:

$$T_o = 12 \cdot \left(\frac{65 + 4 + 7}{187,5} \right) = 4,86 \text{ мин.}$$

Машинно-вспомогательное время определяется по формуле 2.14:

$$T_{MB} = T_{MBu} + T_{MBx}; \quad (2.14)$$

где T_{MBu} – машинно-вспомогательное время на автоматическую смену инструмента ($T_{MBu} = 0,15$ мин);

T_{MBx} – машинно-вспомогательное время на выполнение автоматических вспомогательных ходов и технологические паузы ($T_{MBx} = 0,116$ мин).

$$T_{MB} = 0,15 + 0,116 = 0,266 \text{ мин.}$$

Таким образом время автоматической работы станка по программе для перехода сверления:

$$T_{y.a.} = T_o + T_{MB};$$

$$T_{y.a.} = 4,86 + 0,266 = 5,126 \text{ мин.}$$

					15.03.05.2018.676 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

Определение нормы штучного времени

Норма штучного времени определяется по формуле 2.15:

$$T_{ш} = (T_{ц.а} + T_{в}) \cdot \left(1 + \frac{a_{мвх} + a_{орг} + a_{отп}}{100}\right); \quad (2.15)$$

Вспомогательное время складывается из составляющих (формула 2.16):

$$T_{в} = T_{уст} + T_{в.оп} + T_{из}; \quad (2.16)$$

где $T_{уст}$ – вспомогательное время на установку и снятие детали ([2], карта [13/1] поз.17, $T_{уст}=0,9$ мин);

$T'_{уст}$ – время на закрепление и раскрепление детали ([2], карта [13/3] поз.31, $T'_{уст}=0,03$ мин);

$T_{в.оп}$ – вспомогательное время, связанное с операцией ([2], карта [14] поз.1 5, 6, $T_{в.оп}=0,6 \cdot 1,33+0,35+0,04=1,188$ мин);

$T_{из}$ – вспомогательное время на контрольное измерение проходным и непроходным калибром ([2], карта [15/2] поз.184, $T_{из}=0,1$ мин).

Суммарное вспомогательное время равно:

$$T_{в}=0,9+0,03+1,188+0,1=2,218 \text{ мин.}$$

Время на организационное и техническое обслуживание рабочего места, отдых и личные потребности приведено в процентах от операционного времени ([2], карта [16] поз.39):

$$a_{орг} + a_{тех} + a_{отл} = 4\%.$$

Окончательно норма штучного времени:

$$T_{ш}=(5,126+2,218) \cdot 1,14=8,37 \text{ мин.}$$

Аналогичным образом рассчитываются все остальные времена (на точение, растачивание, сверление, развертывание, фрезерование).

Для упрощения выполнения задания остальные режимы выбираются по нормативам резания.

Время смены инструмента $T_{сми}=0,15$ мин; инструмент необходимо поменять 20 раз, значит суммарное время на смену инструмента:

$$\sum T_{сми}=20 \cdot 0,15=3 \text{ мин.}$$

					15.03.05.2018.676 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

Время на переустанов заготовки вместе с приспособлением поворотом паллеты $T_n=0,116$ мин; за время обработки деталь необходимо повернуть 3 раза, значит суммарное время на поворот:

$$\sum T_n = 0,116 \cdot 3 = 0,35 \text{ мин.}$$

Суммарное штучное время полной обработки одной заготовки:

$$\sum T_{ш} = 2,56 + 2,3 + 3,25 + 2,92 + 8,51 + 2,21 + 1,47 + 1,34 + 9,8 + 2,1 + 8,2 + 1,97 + 2,95 + 8,63 + 1,92 + 3 + 0,35 = 63,66 \text{ мин.}$$

2.3.7 Расчет потребного количества оборудования

Трудоемкость — это показатель, характеризующий затраты живого труда, выраженные в рабочем времени, затраченном на производство продукции (услуг). Трудоемкость механической обработки одного изделия задана в станко-часах. Для подсчета трудоемкости механической обработки всей программы выпуска изделий необходимо умножить станкоёмкость механической обработки одного изделия на количество изделий (формула 2.17).

$$T_{и} = T_{с} \cdot П; \quad (2.17)$$

где $T_{и}$ — общее количество станко-часов, затрачиваемых на всю годовую программу;

$T_{с}$ — станкоёмкость одного изделия ($T_{с} = 22$), ч;

$П$ — программа выпуска изделий в год ($П = 150$ шт).

$$T_{и} = 22 \cdot 150 = 3300 \text{ ч.}$$

Действительное (расчетное) годовое число часов работы одного станка при работе в одну смену (действительный годовой фонд времени станка) (формула 2.18):

$$F_{д} = F \cdot k; \quad (2.18)$$

$$F_{д} = 245 \cdot 0,97 \cdot 3 = 712,9 \text{ ч.}$$

где F — номинальный годовой фонд времени при работе в одну смену, равный произведению продолжительности рабочей смены в часах на число рабочих дней в году (245 для 2017 года);

k — коэффициент использования номинального фонда времени (при работе

					15.03.05.2018.676 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

в две смены 3% ($k = 0,97$) [1]);

m – число рабочих смен в сутки ($m = 3$).

Действительный годовой фонд времени рабочего (формула 2.19):

$$F_{др} = F_p \cdot k_p; \quad (2.19)$$

$$F_{др} = 1992 \cdot 0,89 = 1772,88 \text{ ч.}$$

где F_p – номинальный годовой фонд времени рабочего (определяется так же, как и для оборудования);

k_p – коэффициент использования номинального фонда времени рабочего, учитывающий время отпуска и невыход рабочего по уважительным причинам, принимается в размере 11% от номинального фонда времени ($k_p=0,89$).

Определение необходимого (расчетного) количества станков C 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_d и режима работы цеха (количества рабочих смен в сутки) m по следующей формуле 2.20:

$$C = \frac{T_{и}}{F_d \cdot \eta}; \quad (2.20)$$

$$C = \frac{3300}{712,9 \cdot 0,65} = 7,12$$

Количество станков получается дробным, поэтому число C округляем до целого в сторону увеличения ($C=8$).

Для слесарной доработки деталей в механическом цехе предусматривается слесарный участок. Число рабочих мест S определяется в процентном отношении от количества принятых станков ($S = 2\%$) (формула 2.21):

$$S = \frac{T_{и}}{F_d \cdot m \cdot \eta}; \quad (2.21)$$

$$S = \frac{3300}{712,9 \cdot 3 \cdot 0,8} = 1,93$$

η – среднее значение коэффициента загрузки оборудования для различных типов производства (единичное, мелкосерийное – 0,8...0,9; среднесерийное

					15.03.05.2018.676 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

0,75...0,85; крупносерийное, массовое 0,65...0,75)

Полученное количество оборудования разбивается по типам и типоразмерам в зависимости от характера изготавливаемой продукции.

					15.03.05.2018.676 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Проектирование станочного приспособления

Для корпуса бугельного узла для 010 операции спроектируем специальное приспособление.

Заготовка имеет круглую форму, поэтому для доступа обработки обоих торцов, будем устанавливать заготовку в призму с зажимом. Выбираем данный способ базирования, т.к. в данном варианте закрепления необходим всего 1 установ детали, из-за чего обеспечивается большая точность обработки, взаимное расположение обработанных поверхностей, а также снижается время на установку и зажим заготовок.

В качестве основной базы принимается двойная направляющая база – призма, отнимающая 4 степени свободы: два вращения и два перемещения. Заготовку прижимают в торец к опоре – опорная база, отнимающая одно перемещение, которая препятствует сдвигу детали вперед при фрезеровании.

Для закрепления и создания надежной фиксации заготовки, на неподвижных установочных опорах и сохранения этого положения в процессе обработки применим пневматический зажим (рисунок 3.1).

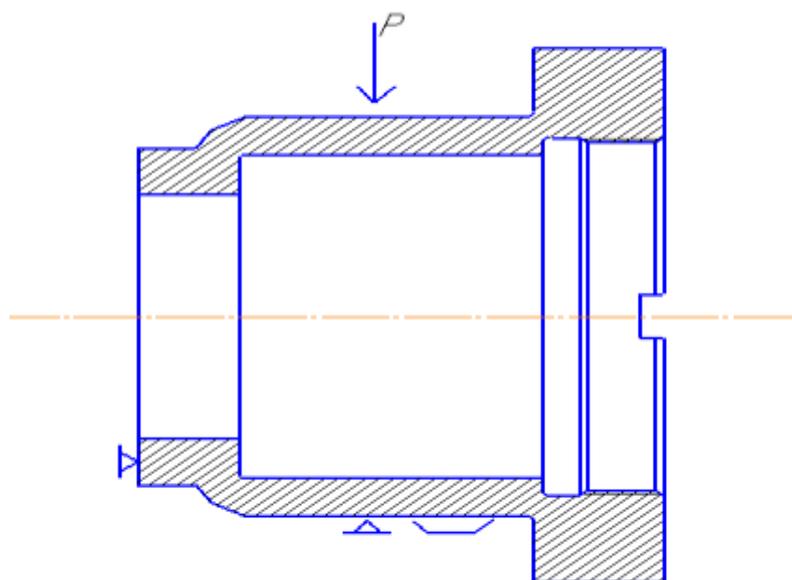


Рисунок 3.1 – Базирование детали в специальном приспособлении

					15.03.05.2018.676 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

3.1.1 Расчет режимов резания

Режимы резания рассчитываем для операции сверления максимального диаметра отверстия и наиболее отдаленного от оси детали, так как на данной операции возникает максимальная сила резания, действующая на деталь.

1. Глубина резания при сверлении (формула 3.1):

$$t = \frac{D}{2}; \quad (3.1)$$
$$t = \frac{8,9}{2} = 4,45 \text{ мм.}$$

2. Подача при сверлении отверстий в условиях жесткой технологической системы $S=0,4$ мм/об ([1] с.277, табл.25).

3. Скорость резания при сверлении (формула 3.2):

$$v = \frac{C_v \cdot D^q \cdot k_v}{T^m \cdot S^y}; \quad (3.2)$$

где коэффициенты $C_v=9,8$; $q=0,4$; $m=0,2$; $y=0,5$ при обработке с охлаждением ([1] с.278, табл.28). $T=50$ мин ([1] с.279, табл.30), поправочный коэффициент (формула 3.3):

$$k_v = k_{Mv} \cdot k_{iv} \cdot k_{ив}; \quad (3.3)$$

где $k_{ив} = 1,0$ ([1] с.263, табл.6),

$k_{Mv} = k_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^n$ ([1] с.261, табл.1), где $k_r=1,0$; $n_v=1,75$ ([1] с.262, табл.2).

Подставляя, получим:

$$k_{Mv} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{205}\right)^{1,75} = 9,63.$$

$k_{iv} = 1,0$ ([1] с.280, табл.31).

Получаем $k_v = 1,0 \cdot 9,63 \cdot 1,0 = 9,63$.

$$v = \frac{9,8 \cdot 22^{0,4} \cdot 9,63}{5,0^{0,2} \cdot 0,4^{0,5}} = 47,27 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

4. Крутящий момент (формула 3.4):

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p; \quad (3.4)$$

Определяем значения составляющих этого уравнения ([1] с.281, табл.32):

					15.03.05.2018.676 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

$C_M=0,0345$, $q=2,0$, $x=0$, $y=0,8$, K_p – коэффициент, учитывающий фактические условия обработки заготовки:

$$K_{Mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n;$$

где $n=0,75$ ([1] с. 264, табл.9).

Подставляя, получим:

$$K_{Mp} = \left(\frac{205}{750}\right)^{0,75} = 0,37.$$

Крутящий момент:

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,034 \cdot 0,37 \cdot 22^2 \cdot 0,4^{0,8} = 29,22 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

5. Осевая сила (формула 3.5):

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p; \quad (3.5)$$

Значения составляющих уравнения ([1] с.281, табл.32):

$$C_p=68, q=1,0, y=0,7, K_p = K_{Mp} = 0,37$$

Осевая сила:

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 22^{1,0} \cdot 0,4^{0,7} \cdot 0,37 = 2878,3 \text{ Н}.$$

6. Мощность резания рассчитываем по формуле 3.6:

$$N_B = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750}; \quad (3.6)$$

где n – частота вращения инструмента (формула 2.4), об/мин.

$$n = \frac{1000 \cdot 47,27}{3,14 \cdot 22} = 501,8 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

Принимаем $n=500$ об/мин

$$N_B = \frac{29,22 \cdot 500}{9750} = 2 \text{ кВт}.$$

Проверка возможности обработки:

$$N_B \leq N_{ст} \cdot \eta$$

$$2 \text{ кВт} \leq 15,3 \text{ кВт}$$

Следовательно, обработка возможна.

3.1.2 Расчет на точность

					15.03.05.2018.676 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

В данном пункте необходимо определить способно ли проектируемое приспособление обеспечить, заданную конструктором, точность изделия.

Суммарная погрешность на точность обработки не должна превышать $\tau=0,024$ мм, на точность взаимного расположения поверхностей не должна превышать 0,12 мм.

Для этого проведем расчет на точность. Приведем формулу расчета погрешности обработки (формула 3.7):

$$\Delta_{\text{обр}} = k_T \cdot \sqrt{\omega_{\text{ув}}^2 + \omega_{\text{уст}}^2 + \omega_{\text{н}}^2 + \omega_{\text{м}}^2} + \Delta_{\text{сист}}; \quad (3.7)$$

где k_T – коэффициент, учитывающий отклонение рассеяния значений составляющих величин от закона нормального распределения;

$\omega_{\text{ув}} = 0,005$ мм – погрешность на увод инструмента (погрешность упругих деформаций). Повлияет на соблюдение допуска точности и на соблюдение отклонение от соосности;

$\omega_{\text{уст}} = \sqrt{\omega_{\text{б}}^2 + \omega_{\text{зак}}^2 + \omega_{\text{пр}}^2}$ – погрешность установки заготовки в приспособлении. Повлияет на соблюдение отклонения от перпендикулярности и пересечения осей;

$\omega_{\text{б}} = 0,05$ мм – погрешность базирования заготовки в приспособлении;

$\omega_{\text{зак}} = 0,01$ мм – погрешность закрепления заготовки в приспособлении;

$\omega_{\text{пр}} = \sqrt{\omega_{\text{изг.пр}}^2 + \omega_{\text{изн.пр}}^2 + \omega_{\text{уст.пр}}^2}$ – погрешность, вызванная неточностью самого приспособления;

$\omega_{\text{изг.пр}} = 0,01$ мм – погрешность изготовления приспособления;

$\omega_{\text{изн.пр}} = \beta \cdot N = 0,075$ мм – погрешность износа приспособления;

$\beta = 0,00025$ – коэффициент износа приспособления;

$N = 100$ шт. – количество деталей в партии;

$\omega_{\text{уст.пр}} = 0$ мм – погрешность установки приспособления на станке;

					15.03.05.2018.676 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

$\omega_H = 0,005$ мм – погрешность настройки станка. Может повлиять на соблюдение допуска точности, отклонение от соосности, отклонения от перпендикулярности и пересечения осей;

$\omega_M = 0,015$ мм – мгновенное рассеяние размера, связанное с видом обработки;

$\Delta_{\text{сист}} = \Delta_C + \Delta_{\text{ин}} + \Delta_T + \Delta_{\text{Т.д}}$ – систематическая погрешность;

$\Delta_C = 0,0025$ мм – погрешности станка;

$\Delta_{\text{ин}} = 0,0015$ мм – погрешности инструмента;

$\Delta_T = 0,016$ мм – температурные погрешности;

$\Delta_{\text{Т.д}} = 0$ мм – погрешности технологических деформаций.

Определим погрешность установки заготовки в приспособлении:

$$\omega_{\text{уст}} = \sqrt{0,05^2 + 0,01^2 + 0,0756^2} = 0,09 \text{ мм};$$

$$\omega_{\text{пр}} = \sqrt{0,01^2 \cdot 0,075^2 \cdot 0^2} = 0,0756 \text{ мм};$$

определим систематическую погрешность:

$$\Delta_{\text{сист}} = 0,0025 + 0,0015 + 0,016 + 0 = 0,02 \text{ мм};$$

определим погрешность обработки:

$$\sum \varepsilon = \Delta_{\text{обр}} = 1,1 \cdot \sqrt{0,005^2 + 0,09^2 + 0,005^2 + 0,015^2} + 0,02 = 0,012 \text{ мм}.$$

$$0,024 > 0,012.$$

$\tau > \sum \varepsilon$ – условие обеспечения точности изделия соблюдено.

3.1.3 Расчет на изгиб

Проверочный расчет на прочность при изгибе проводится в соответствии с формулой 3.8:

$$\sigma_{\text{max}} = \frac{M_{\text{max}}}{W} \leq [\sigma]; \quad (3.8)$$

где σ_{max} – максимальное напряжение в опасном сечении;

$[\sigma]$ – допускаемое напряжение (зависит от материала элемента);

$M_{\text{max}} = P_0 \cdot l_1$ – максимальный изгибающий момент;

$W = \frac{\pi}{32} \cdot D^3 \cdot \left(1 - \left(\frac{d}{D}\right)^4\right)$ – осевой момент сопротивления;

					15.03.05.2018.676 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

$$W = \frac{\pi}{32} \cdot 0,14^3 \cdot \left(1 - \left(\frac{0,11}{0,14}\right)^4\right) = 17,9 \text{ м}^3,$$

$$M_{\max} = 4384 \cdot 0,169 = 740 \text{ кНм},$$

$$\sigma_{\max} = \frac{740}{17,9} = 41,3 \text{ Па}.$$

Допустимое напряжение стали 45, из которой планируется изготовить элемент конструкции, составляет $[\sigma] = 175 \text{ МПа}$. Следовательно, условие $\sigma_{\max} \leq [\sigma]$ выполняется.

3.1.4 Расчет усилия зажима

Заготовка базируется на установочных элементах и прижимается к ним силой Q , а сила резания P действует перпендикулярно к ней, то есть стремится сдвинуть заготовку с установочных элементов. Силу резания уравнивает сила трения $F_{\text{тр}}$, создаваемая силой Q . Сила трения прямо пропорциональна силе нормального давления $F_{\text{тр}} = f \cdot Q$. Где f – коэффициент трения между трущимися поверхностями. Поскольку сила трения возникает при закреплении в 2-х местах (в месте контакта зажима с заготовкой и установочных элементов с заготовкой) результирующая сила будет равна: $F_{\text{тр}} = Q \cdot (f_1 + f_2)$, где f_1 – коэффициент трения между зажимом и заготовкой, f_2 – коэффициент трения между заготовкой и установочными элементами. Учитывая коэффициент запаса K и равенство сил получим (формула 3.9, 3.10):

$$Q = \frac{K \cdot M_p}{r \cdot (f_1 + f_2)}; \quad (3.9)$$

$$f_{\text{пр}} = f_2 \cdot \left(\frac{1}{\sin \alpha/2}\right); \quad (3.10)$$

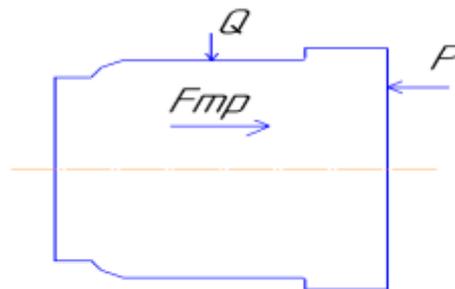


Рисунок 3.2 – Действующие силы

					15.03.05.2018.676 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

В зависимости от конкретных условий обработки значений коэффициента запаса K выбирается дифференцированно. При этом его величину можно представить как произведение ряда коэффициентов (K_0, K_1, \dots, K_6), отражающих условия обработки и закрепления заготовки.

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

где K_0 – гарантированный коэффициент запаса, для всех случаев рекомендуется выбирать, $K_0 = 1,5$;

K_1 – коэффициент, учитывающий изменение силы резания, обусловленное неравномерностью снимаемого при обработке припуска, $K_1 = 1,5$;

K_2 – коэффициент, учитывающего возрастание сил резания при затуплении инструментов, $K_2 = 1,15$;

K_3, K_4, K_5, K_6 – коэффициенты, учитывающие специфику условий закрепления и обработки заготовки, $K_3 = 1,2, K_4 = 1, K_5 = 1, K_6 = 1$.

$$K = 1,5 \cdot 1,5 \cdot 1,15 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 3,105.$$

$$Q = \frac{3,105 \cdot 29,22}{0,19 \cdot (0,25 + 0,354)} = 604,85 \text{ Н.}$$

3.1.5 Проектирование и расчет привода

Исходной энергией в пневматических приводах является энергия сжатого воздуха. Широкому внедрению пневматических устройств способствуют следующие их достоинства:

- относительная простота конструкции и эксплуатации, а, следовательно, низкая первоначальная стоимость и быстрая окупаемость затрат;
- надежность работы в широком диапазоне температуры, влажности и запыленности окружающей среды;
- пожаро- и взрывобезопасность;
- большой срок службы, достигающий 10...50 млн. циклов;
- высокая скорость перемещения выходного звена пневматических исполнительных устройств (линейного до 15 м/с, вращательного до 100 000 об/мин);

- легкость получения и относительная простота передачи энергоносителя и возможность снабжения им большого количества потребителей от одного источника;

- отсутствие необходимости в защитных устройствах при перегрузке.

К основным недостаткам пневматических устройств можно отнести:

- недостаточная плавность перемещения рабочих элементов, особенно при переменной нагрузке, из-за сжимаемости воздуха;

- сложность позиционирования исполнительных органов пневмодвигателей;

- небольшое давление сжатого воздуха в рабочих полостях (0,4...0,6 МПа) и поэтому относительно большие размеры пневмодвигателей для получения значительных сил.

Преобразование потенциальной энергии сжатого воздуха в механическую энергию осуществляется в пневмодвигателях. Наибольшее распространение в приспособлениях получили поршневые пневмодвигатели, которые называют также пневмоцилиндрами.

Диаметр зажимных пневмоцилиндров определяется, исходя из усилий зажима W , приведенного к штоку пневмоцилиндра, по зависимости (формула 3.11):

$$W = p \cdot S; \quad (3.11)$$

где S – эффективная площадь цилиндра.

Для цилиндров одностороннего действия (формула 3.12):

$$W = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot p \cdot \eta - P; \quad (3.12)$$

где D – диаметр пневмоцилиндра;

p – давление сжатого воздуха 0,4 Мн/м²;

η – КПД пневмоцилиндра (0,85);

P – сопротивление возвратной пружины при крайнем рабочем положении поршня, $P = 0,35 \cdot Q = 0,35 \cdot 604,85 = 211,69$ Н.

$$D = \sqrt{\frac{P + W}{\frac{\pi}{4} \cdot p \cdot \eta}} = \sqrt{\frac{211,69 + 9731}{\frac{3,14}{4} \cdot 0,4 \cdot 0,85}} = 193 \text{ мм}$$

Из ГОСТ 15608–81 выбираем ближайший наибольший диаметр пневмоцилиндра $D=200\text{мм}$, диаметр штока $d=40\text{мм}$, ход поршня $S=10–500\text{мм}$.

На рисунке 3.3 представлен фрагмент фрезерного приспособления:

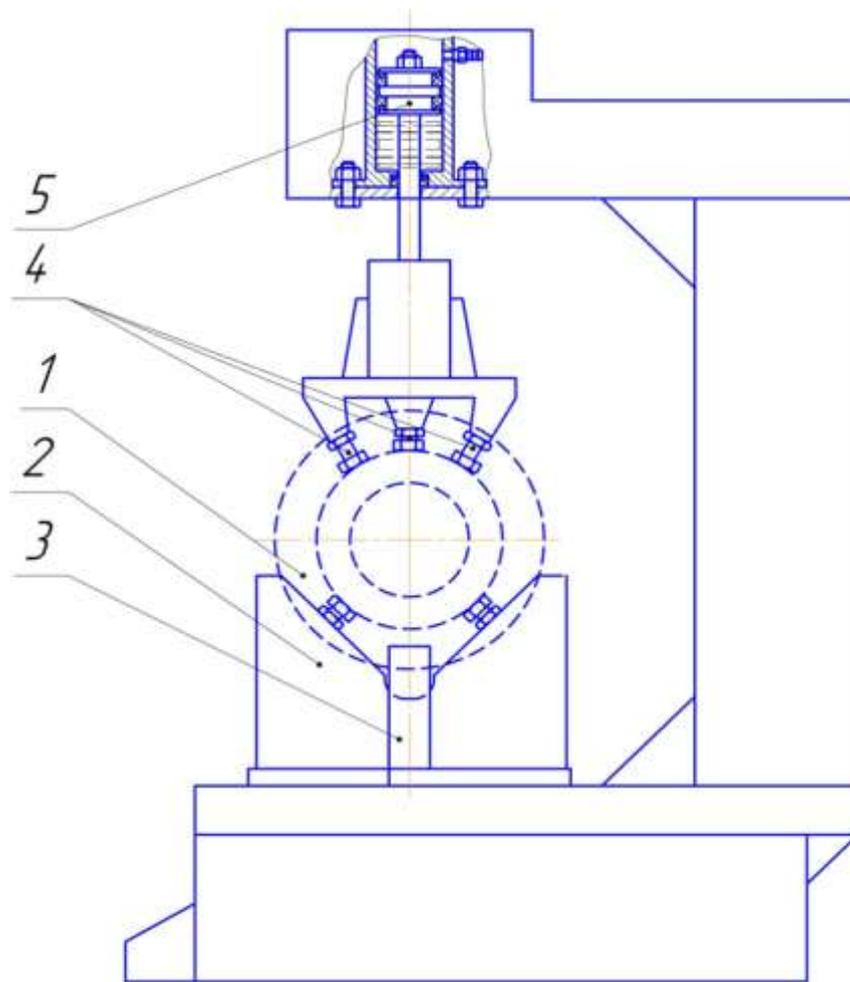


Рисунок 3.3 – Фрагмент фрезерного приспособления

Приспособление функционирует следующим образом. Деталь 1 устанавливается в призму 2 и подводится до соприкосновения базовой поверхности с плавающим упором 3. Деталь фиксируется зажимами 4 в вертикальной плоскости, за счет установленного пневмоцилиндра 2-х стороннего действия 5, который создает усилие зажима. Принцип работы пневмоцилиндра 5: воздух под давлением поступает в одну из полостей цилиндра, а другая полость имеет выход в атмосферу, тогда поршень совместно со штоком начинает

перемещаться, создавая усилие тяги. Снятие заготовки производится, соответственно, в обратной последовательности.

3.2 Проектирование режущего инструмента

При изготовлении детали «Корпус бугельного узла» разрабатываем комбинированный инструмент сверло-цековка.

Комбинированные инструменты – это соединение двух и более одно- или разнотипных инструментов, закрепленных на одном корпусе, которое позволяет за один проход совмещать несколько операций или переходов. Благодаря этому значительно сокращается машинное и вспомогательное время и повышается производительность процесса обработки отверстий. Эти инструменты применяются на сверлильных, револьверных, расточных, агрегатных станках, токарных автоматах, автоматических линиях и обрабатывающих центрах.

Необходимо обработать ступенчатое отверстие $\phi 20H14^{+0,52}/\phi 8,9H14^{+0,36}$. Длина сверления 17 мм, длина зенкования 2 мм. Шероховатость обрабатываемой поверхности: поверхность после сверления – Ra12,5 мкм, после зенкования – Ra12,5 мкм.

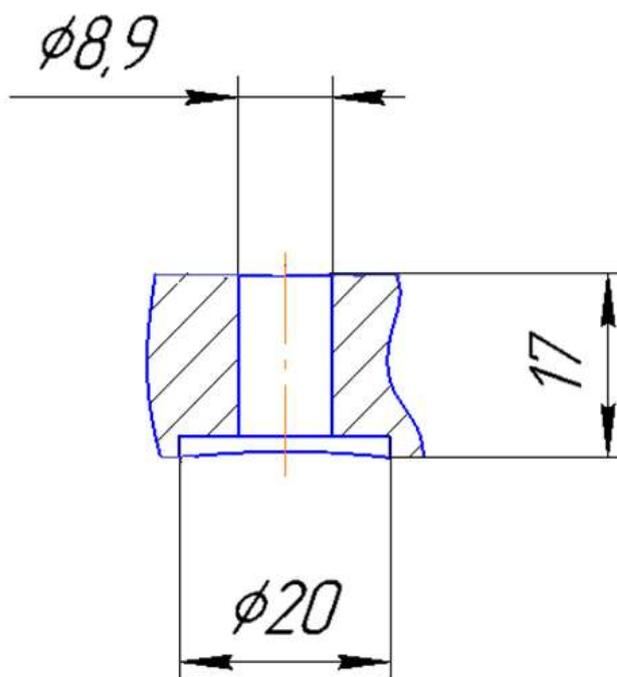


Рисунок 3.4 – Эскиз обрабатываемой поверхности

3.2.1 Выбор типа инструмента и материала режущей части. Выбор геометрических параметров режущей части

Для обработки отверстия выбираем комбинированный инструмент сверло-зенковка. Диаметр сверла $\varnothing 8,9$ мм, диаметр зенковки $\varnothing 20$ мм. Материал режущей части сверла – быстрорежущая сталь Р6М5 ГОСТ 19265-73, пластина рабочей части зенковки: SCMT09T308-SM, материал пластины твердый сплав IS3028, материал корпуса комбинированного инструмента – сталь 40Х ГОСТ 4543-71.

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

Определяем геометрические и конструктивные параметры рабочей части сверла для обработки легированной стали по ГОСТ 4010-77.

Выбираем форму нормальной заточки (Н) для обрабатываемого материала – сталь, стальное литье, чугун. Форма заточки представлена на рисунке 3.5.

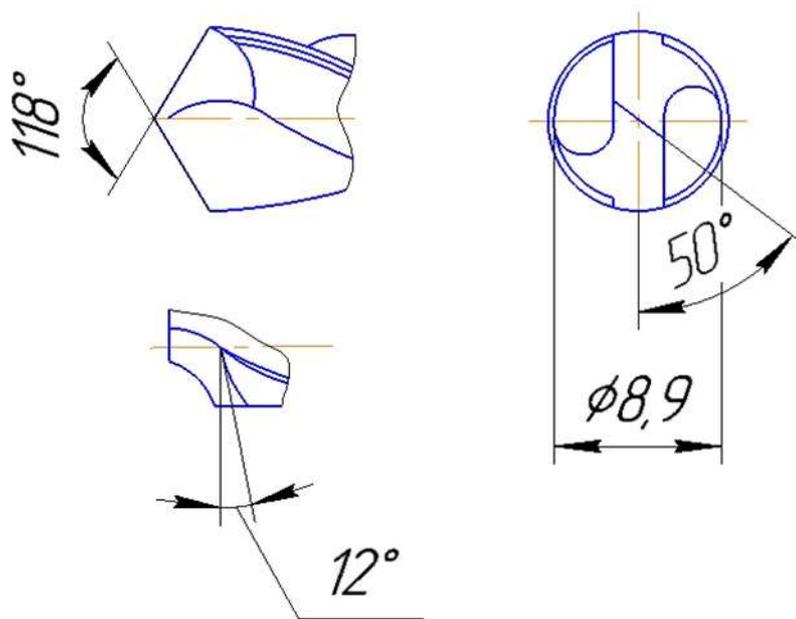


Рисунок 3.5 – Эскиз заточки режущей части сверла

Угол наклона винтовой канавки $\omega=28^\circ$ ([3] табл. 15, с.207);

Углы между режущими кромками: $2\varphi=118^\circ$ ([2] табл.44, с.151);

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2018.676 ПЗ ВКР

Лист

53

Задний угол $\alpha=12^\circ$ ([2] табл.44, с.151);

Угол наклона поперечной кромки $\varphi=50^\circ$ ([2] табл.44, с.151);

Для сверл из углеродистой и быстрорежущей стали диаметром от 6 до 10 мм диаметра сердцевинки принимают в пределах $(0,2\div 0,25)D$ ([3] с.207).

Принимаем толщину сердцевинки у переднего конца сверла равной $0,2D$.

Тогда $d_c=0,2\times 8,9=1,78$ мм

Обратную конусность сверла на 100 мм длины рабочей части принимаем 0,06 мм ([3] с.206);

Ширина ленточки f_0 и высота затылка по спинке K $f_0=0,8$ мм $K=0,3$ мм.

Ширина пера выбирается из условия прочности сверла. Для диаметра сверла от 8 до 20 мм ширина пера равна $B=0,59D=0,59\times 8,9=5,25$ мм ([3] с.207);

Геометрические элементы профиля фрезы для фрезерования канавки сверла определяем аналитическим методом ([3] с.208):

Радиус R_0 профиля фрезы для обработки сверла диаметром D (формула 3.13):

$$R_0 = C_R \cdot C_r \cdot C_\phi \cdot D; \quad (3.13)$$

где

$$C_R = \frac{0,026 \cdot 2\varphi^3 \sqrt{2\varphi}}{\omega} = \frac{0,026 \cdot 118^3 \sqrt{118}}{28} = 0,5369.$$

Коэффициент, учитывающий изменение диаметра перемычки,

$$C_r = \left(\frac{0,14 \cdot D}{d_c}\right)^{0,044} = \left(\frac{0,14 \cdot 8,9}{1,78}\right)^{0,044} = 0,9844$$

где d_c – диаметр перемычки (сердцевинки) сверла.

Коэффициент, учитывающий влияние диаметра канавочной фрезы (формула 3.14),

$$C_\phi = \left(\frac{13\sqrt{D}}{D_\phi}\right)^{0,9}; \quad (3.14)$$

где D_ϕ – диаметр канавочной фрезы.

$$C_\phi=1,116.$$

$$R_0=0,5369 \cdot 0,9844 \cdot 1,116 \cdot 8,9=5,25 \text{ мм}$$

					15.03.05.2018.676 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

Радиус закругления вершины фрезы (формула 3.15).

$$R_k = C_k D; \quad (3.15)$$

где коэффициент

$$C_k = 0,015 \omega^{0,75} = 0,015 \cdot 28^{0,75} = 0,183$$

$$R_k = 0,183 \cdot 8,9 = 1,63 \text{ мм}$$

Ширина фрезы (формула 3.16).

$$B = R_0 + \frac{R_k}{\cos \psi_1}; \quad (3.16)$$

Так как угол ψ_1 обычно мал (равен 10°), можно приближенно принять

$$B \approx R_0 + R_k$$

$$B = 5,25 + 1,63 = 6,88 \text{ мм.}$$

Выбираем способ крепления пластины винтом – это наиболее широко применяемая схема, она более технологична и проста по сравнению с другими. Обеспечивает поджим к базовым поверхностям, т.е. точнее позиционирование пластины в гнезде корпуса.

Пластина базируется в корпусе зенкера по двум сторонам и закрепляется через центральное отверстие.

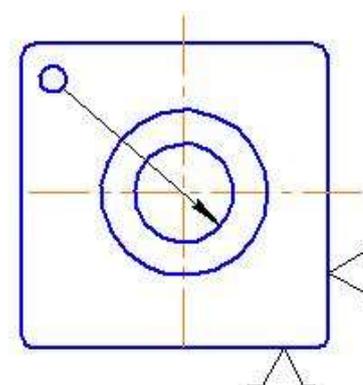
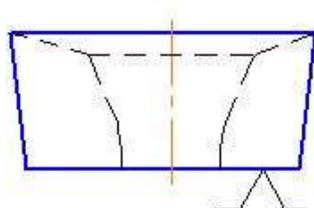


Рисунок 3.6 – Схема базирования и закрепления СМП

В соответствии вышеприведенной схеме базирования и закрепления выбираем способ крепления пластины винтом с эксцентриком.

3.2.2 Расчет эксцентрического крепления многогранной сменной пластины

Крепление СМП с использованием эксцентрического зажима достаточно компактно, содержит минимальное число элементов.

СМП устанавливается в корпусе инструмента при повороте винта, заканчивающегося эксцентриком, происходит поджим СМП в угол паза корпуса.

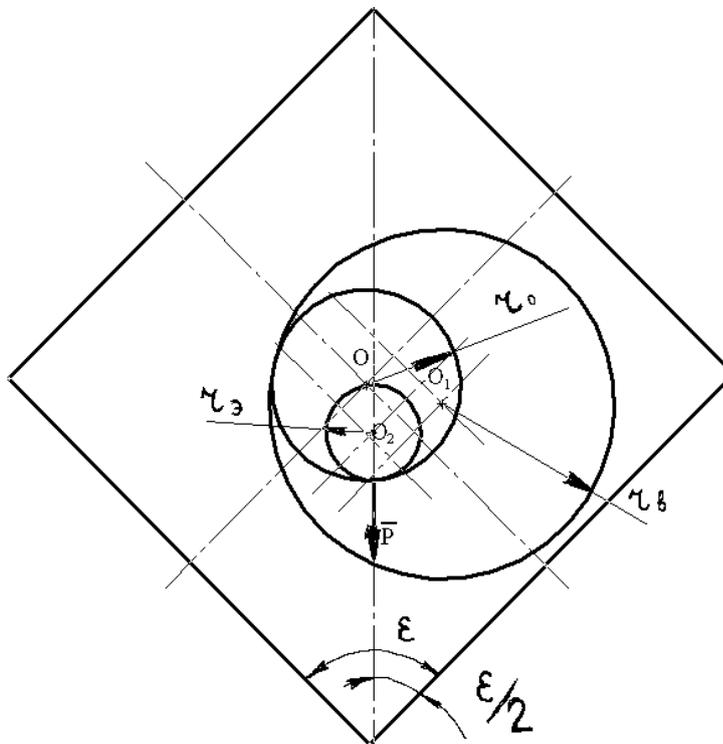


Рисунок 3.7 – Расчетная схема эксцентрического закрепления

Правильное базирование можно обеспечить если точка К контакта эксцентрического штифта и отверстие СМП, ось O_2 эксцентрического штифта и ось O отверстия СМП будет находится на биссектрисе угла ϵ при вершине пластины. В этом случае направление силы зажима \bar{P} и перемещение пластины направлены по биссектрисе угла ϵ , и поджима обеспечивает базирование СМП по обеим сторонам гнезда.

Поворот эксцентрического штифта осуществляется относительно оси O_1 винта. Устойчивое положение узла крепления достигается при выполнении условия самоторможения, это выполняется, если $\text{tg}\alpha \leq f$ – коэффициент трения в зоне контакта К. Для обеспечения технологичности изготовления гнезда в корпусе, необходимо чтобы ось O_1 винта располагалась на прямой OO_1 ,

параллельно одной из сторон паза. Для определенности проектирования примем:

$$OO_1 = r_b - r_0$$

Рассматривая ΔOO_1K запишем формула 3.17 и 3.18:

$$\frac{OK}{\sin[180 - (\alpha + \frac{\varepsilon}{2})]} = \frac{OO_1}{\sin \alpha} = \frac{r_0}{\sin(\alpha + \frac{\varepsilon}{2})} = \frac{r_b - r_0}{\sin \alpha}; \quad (3.17)$$

$$\frac{r_b}{r_0} = 1 + \frac{\sin \alpha}{\sin(\alpha + \frac{\varepsilon}{2})} = 1 + \frac{1}{\cos \varepsilon/2 + \frac{\sin \varepsilon/2}{\operatorname{tg} \alpha}}; \quad (3.18)$$

Учитывая условия самоторможения, получим соотношения между радиусом винта и радиусом отверстия в СМП (формулы 3.19 и 3.20):

$$\frac{r_b}{r_0} \leq 1 + \frac{1}{\cos \frac{\varepsilon}{2} + \frac{\sin \frac{\varepsilon}{2}}{f}}; \quad (3.19)$$

$$\frac{r_b}{r_0} \leq 1 + \frac{1}{\cos 45^\circ + \frac{\sin 45^\circ}{0,2}} = 1,1;$$

$r_b \leq 2,5$ принимаем $r_b = 2$ мм.

Величину эксцентриситета O_1O_2 эксцентрического штифта определим ΔOO_1K :

$$O_1O_2 = \sqrt{(O_1K)^2 + (O_2K)^2 - 2(O_1K)(O_2K)\cos \alpha}$$

где

$$\frac{O_1K}{\sin \varepsilon/2} = \frac{OK}{\sin[180 - (\alpha + \varepsilon/2)]} = \frac{OK}{\sin(\alpha + \varepsilon/2)} \Rightarrow$$

$$O_1K = \frac{O_1K \sin \varepsilon/2}{\sin(\alpha + \varepsilon/2)},$$

тогда $OK = r_0$;

$$O_1O_2 = \sqrt{r_0^2 \frac{\sin^2 \varepsilon/2}{\sin^2(\alpha + \varepsilon/2)} + r_0^2 - \frac{2r_0 r_0}{1 + \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \varepsilon/2}}}$$

$$O_1O_2 = \sqrt{2.2^2 \frac{\sin^2 45}{\sin^2(7+45)} + r_9^2 - \frac{2 \times 2 \times 2.2}{1 + \frac{\operatorname{tg} 7}{\operatorname{tg} 45}},$$

$$O_1O_2 = \sqrt{7.5 - 7.48} = 0.14 \text{ мм.}$$

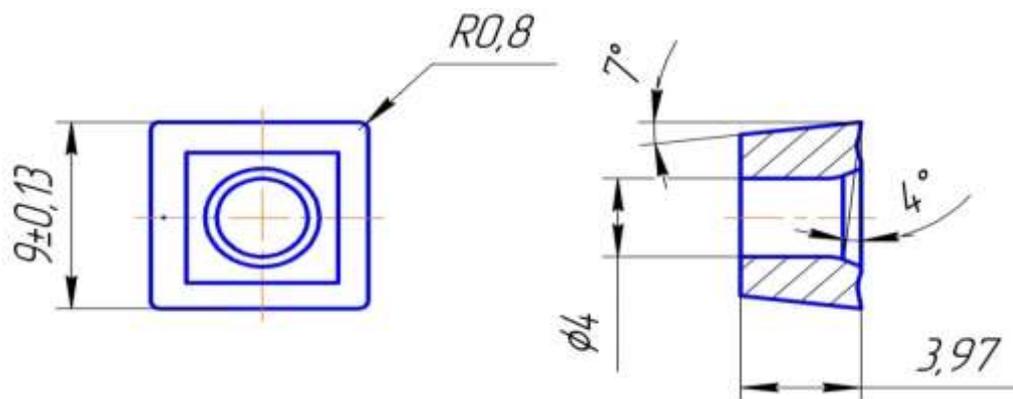


Рисунок 3.8 – Эскиз пластины для зенкования отверстия

Рассчитываем число граней пластины по формуле 3.21:

$$n = \frac{360}{\varphi_1 + \varphi}; \quad (3.21)$$

где $\varphi = 90^\circ$ – главный угол в плане;

$\varphi_1 = 0^\circ$ – вспомогательный угол в плане.

$$n = \frac{360}{90 + 0} = 4.$$

3.3 Описание работы контрольного приспособления

У детали «корпус бугельного узла» много допусков расположений, а именно перпендикулярности, цилиндричности и соосности поверхностей относительно баз. Деталь имеет крупные габариты, что усложняет измерение стандартными контрольными приспособлениями.

Поэтому целесообразнее использовать координатно-измерительные машины (КИМ). КИМы позволяют дать представление, где произошел брак и какого его отклонение от заданных параметров расчетов, также можно

произвести контроль различных отклонений формы и расположений поверхностей.

Основные критериями выбора определённой модели контрольно-измерительной машины являются:

- Величина рабочей зоны;
- погрешность измерения;
- система координат машины (СКМ).

Деталь «корпус бугельного узла» имеет простую форму, поэтому более удобно использование КИМ с прямоугольной системой координат. Исходя из габаритных размеров детали, выбираем КИМ с максимально-допустимым диапазоном измерений минимум в 2 раза больше размеров детали.

Выбираем КИМ Carl Zeiss ACCURA MASS 20/24/15, так как она имеет оптимальную рабочую зону для данной корпусной детали, является более дешёвым решением для использования на производстве, а также оптимальное значение предельной погрешности. КИМ Carl Zeiss ACCURA MASS 20/24/15 представлена на рисунке 3.9.



Рисунок 3.9 – КИМ Carl Zeiss ACCURA MASS 20/24/15

					15.03.05.2018.676 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

Основные характеристики КИМ Carl Zeiss ACCURA MASS 20/24/15:

- измерительная машина портальной конструкции с жестким столом;
- измерительная поверхность, обработанная по DIN 879;
- легкая конструкция портала, выполненная с высокой жесткостью;
- максимальная скорость перемещения 800 мм/сек в режиме High-Speed;
- коррекция САА (Computer Aided Accuracy);
- покрытие алюминиевых частей CARAT обеспечивает долговременное стабильное состояние направляющих портала;
- система линейных измерений из стеклокерамики;
- запатентованное термически нейтральное крепление линейки;
- высокодинамичные приводы с автоматическим контролем;
- все оси базируются на воздушных подшипниках;
- пассивное виброгашение благодаря эластомерам;
- стабильность к изменению температуры благодаря технологии F.I.

Выбираем для КИМ Carl Zeiss ACCURA MASS измерительную головку VAST gold (рисунок 3.10).



Рисунок 3.10 – Измерительная головка Zeiss VAST gold

					15.03.05.2018.676 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

Стратегия измерений. Измерение перпендикулярности представлено на рисунке 3.11.

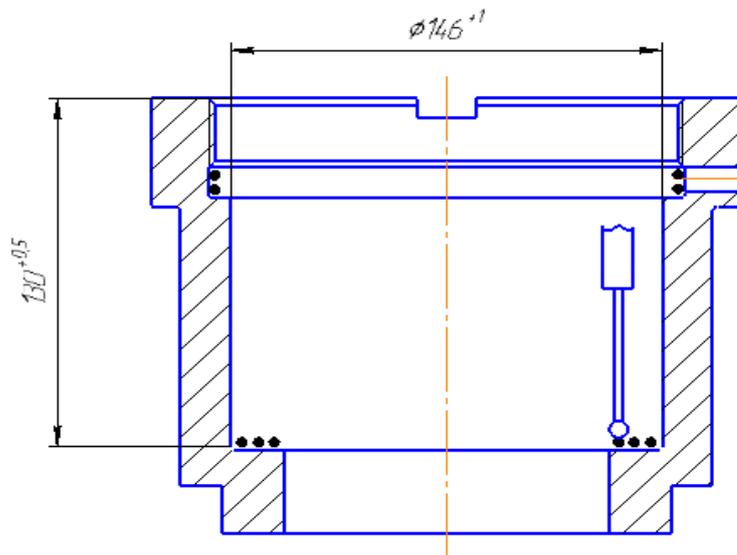


Рисунок 3.11 – Измерение перпендикулярности
Измерение размера диаметра представлено на рисунке 3.12.

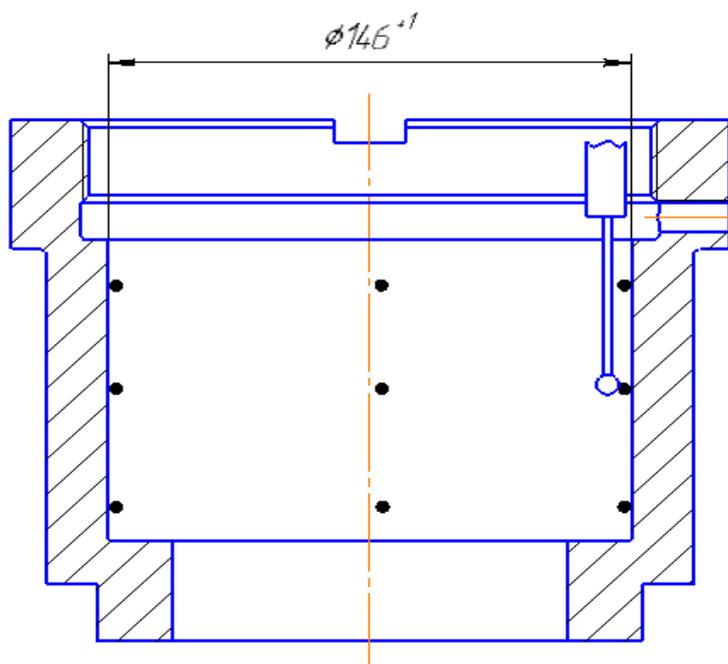


Рисунок 3.12 – Измерение размера диаметра

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2018.676 ПЗ ВКР

Лист

61

4. ПЛАНИРОВКА УЧАСТКА

4.1 Описание работы участка

Планировка участка представлена на рисунке 4.1.

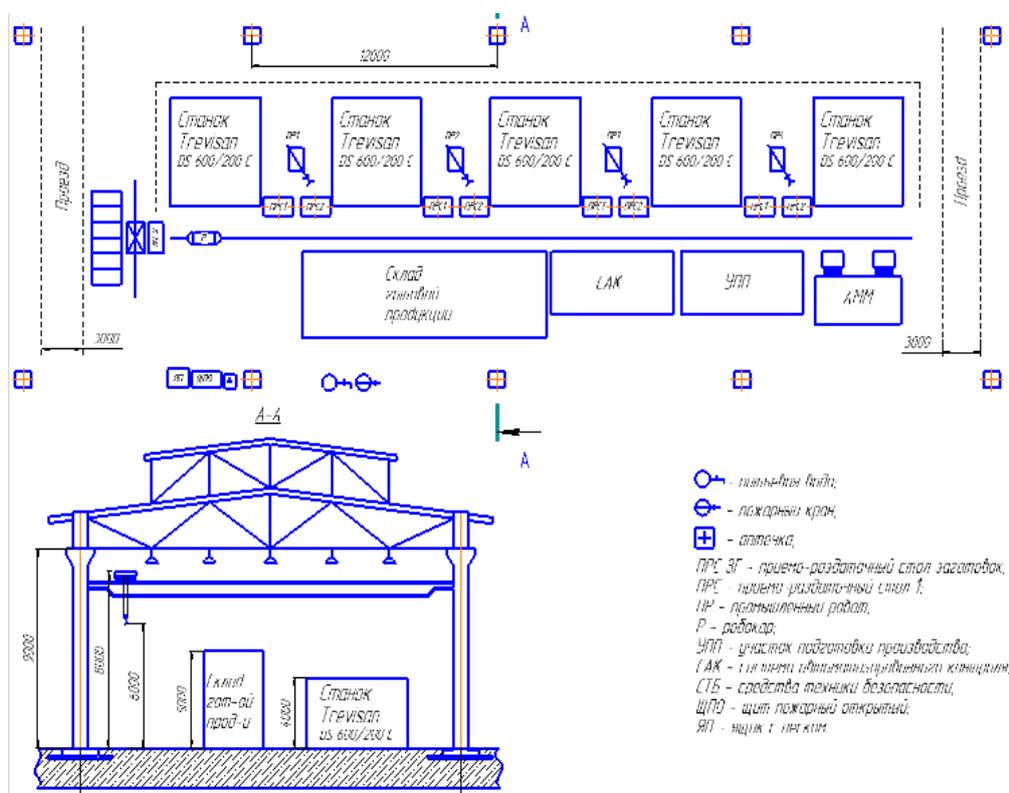


Рисунок 4.1 – Эскиз планировки

Участок механической обработки детали включает в себя: склад заготовок, приемно-раздаточные столы, роботов, станки, робокар, склад готовых деталей, робот штабелер, участок производственной подготовки, автоматическую моечную машину, систему автоматизированного контроля.

При такой схеме расположения оборудования на операции 010 комплексная на обрабатывающих центрах с ЧПУ: робот-штабелер перемещает заготовки со склада заготовок на приемно-раздаточный стол заготовок (ПРС 3Г), робокар транспортирует заготовку с ПРС 3Г на ПРС 1, робот манипулятор берет заготовку с ПРС 1 устанавливает ее на станок после обработки снимает деталь со станка и ставит на ПРС 2, далее робокар транспортирует деталь с ПРС 2 в моечную машину. После мойки робокар транспортирует деталь в участок производственной подготовки, где рабочий снимает деталь с приспособления, далее робокар перемещает готовую деталь в систему автоматического контроля.

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

После контроля детали робокар увозит деталь в маркировочный участок, затем в упаковочный участок, из которого детали транспортируются на склад готовых деталей.

4.2 Мероприятия по охране труда

Мероприятия по охране труда представляют собой запланированную производственную деятельность, которая направлена на достижение поставленных задач в области охраны труда. Цели и задача всегда определяются индивидуально в соответствие с особенностями и направлениями работы организации.

Поскольку конкретный перечень мероприятий по улучшению условий труда определяет владелец организации, исходя из специфики направления деятельности, мы можем рассмотреть только основные меры. План действий всегда составляется индивидуально.

Перечислим и рассмотрим основные мероприятия по охране труда на предприятии:

1. Специальная оценка условий труда на предмет соответствия нормативам, для анализа профессиональных рисков.
2. Реализация мер, направленных на улучшение рабочих факторов.
3. Внедрение дистанционного и автоматизированного управления, регулирование технологических процессов.
4. Установка защитной сигнализации, которая будет оповещать о сбое в работе оборудования, систем аварийной остановки, спецсредств, исключающих возможность возникновения несчастных случаев при остановке энергоснабжения.
5. Защита элементов рабочего оборудования от потенциальных опасностей вроде летящих предметов, движущихся частей.
6. Модернизация коллективных защитных средств либо покупка новых.
7. Нанесение знаков безопасности, сигнальных цветов на оборудование, знаки контроля и управления.

					15.03.05.2018.676 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

8. Введение автоматизированных систем контроля за производственными факторами, вызывающими опасения.

9. Внедрение, модернизация технических устройств, необходимых для защиты от тока.

10. Монтаж предохранительных приспособлений, защиты, сигнализации.

11. Автоматизация и, или механизация технологических операций, которые связаны с необходимостью выполнения операций с резервуарами, наполненными опасными производственными жидкостями.

12. Механизация работ, связанных со складированием, транспортировкой, продажей.

13. Механизация процессов наведения порядка в производственных помещениях (или уборка), обезвреживание отходов.

14. Модернизация оборудования (восстановление либо замена), технологических процессов для снижения влияния негативных факторов на людей.

15. Реконструкция завес, пылегазоулавливающих установок, систем отопления и вентиляции помещений для создания комфортного микроклимата в рабочих помещениях. Если ремонт невозможен, производится замена оборудования.

16. Правильное освещение на рабочих местах.

17. Создание мест для организованного отдыха сотрудников в ходе рабочего дня.

18. Установка автоматов с питьевой водой.

19. Обеспечение сотрудников средствами индивидуальной защиты, если они необходимы для решения рабочих задач, и условиями для их хранения, средствами ухода.

20. Подготовка технической базы для осуществления мероприятий по охране труда (стенды, оборудование и так далее).

21. Проведение инструктажей по ОТ.

					15.03.05.2018.676 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

22. Обучение работников правилам оказания первой помощи.
23. Проведение медицинских смотров.
24. Контроль за техникой безопасности на производстве в установленном порядке.
25. Печать и распространение инструкций по охране труда.

					15.03.05.2018.676 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

ВЫВОД ПО КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ

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, стандартной технологической оснастки и оборудования средств механизации и автоматизации производственных процессов.

Для проектного варианта был выбран наилучший способ получения заготовки серийного производства, основное технологическое оборудование 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 спроектированы станочное приспособление и режущий инструмент, а так же выбрано измерительное оборудование.

					15.03.05.2018.676 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гузеев, В.И. Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с числовым программным управлением: справочник / В.И. Гузеев, В.А. Батуев, И.В. Сурков. – М.: Машиностроение 2007. – 368 с.

2. Гузеев, В.И. Техническое нормирование операций механической обработки деталей: учебное пособие. – 2-е изд., перераб. / И.М. Морозов, В.И. Гузеев, С.А. Фадюшин. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2005. – 358 с.

3. Фельдштейн, Е.Э. Режущий инструмент. Курсовое и дипломное проектирование: учебное пособие / под ред. Е.Э. Фельдштейна, – 2-е изд., перераб. и доп. – Мн.: Дизайн ПРО, 2002. – 320 с.

4. Шамин, В.Ю. Теория и практика решения конструкторских и технологических размерных цепей: электронное учебное пособие. – 5-е изд., перераб. и доп. / В.Ю. Шамин. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2012. – 530 с.

5. Мясников, Ю.И. Системное проектирование станочных приспособлений: справочник: в 2 т./ Ю.И. Мясников, В.Ю. Мясников; под ред. В.И. Гузеева. – М.: Машиностроение, 2010. – Т. 2. – 336 с.

6. Каширин, Н.А. Технологическая документация при выполнении дипломных и курсовых проектов: электронное учебное пособие / Н.А. Каширин, И.М. Морозов, В.А. Батуев. – 2-е изд., перераб. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2005. – 74 с.

7. Семенченко, И.И. Проектирование металлорежущих инструментов: Учеб. пособие для вузов / под ред. И.И. Семенченко, В.М. Матюшин, Г.Н. Сахаров. – М.: Москва: Машгиз, 1962 – 952 с.

8. Проектирование металлорежущего инструмента на ЭВМ: учебное пособие для вузов / О.В. Таратынова. 2-е изд., доп. и перераб. – М.: МГИУ, 2006. – 380 с.

9. Общий каталог режущего инструмента фирмы – WALTER.

10. Алексеев, Б. А. Расчет и конструирование режущего инструмента / А. Б. Алексеев, В. А. Аршинов, Е. А. Смольников. – М.: Машгиз, 1958. – 598 с.

					15.03.05.2018.676 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

11. Справочник технолога – машиностроителя. в 2 т. / под общ. ред. А. Г. Косиловой и Р.К. Мещерикова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. –Т.2. – 542 с.

12. СТО ЮУрГУ 04–2008. Стандарт организации. Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования к содержанию и оформлению / Т.И. Парубочая, Н.В. Сырейщикова, В.И. Гузеев, Л.В. Винокурова. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008. – 56 с.

13. ГОСТ 12.3.025-80 ССБТ. Обработка металлов резанием. Требования безопасности. – М.: Стандартиформ, 2008. – 15 с.

14. ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. – М.: Изд-во стандартов, 1983. – 97 с.

					15.03.05.2018.676 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68