

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» в г. Златоусте
Факультет Техники и технологии
Кафедра технологии машиностроения, станков и инструментов

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой,
к.т.н., доцент

_____ А.В. Бобылев
_____ 2018 г.

Участок механической обработки деталей типа «Корпус 1-209916»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
15.03.05.2018.128.ПЗ ВКР

Консультанты:
Безопасность жизнедеятельности

_____ А.В. Бобылев, доцент
_____ 2018 г.

Строительный раздел

_____ А.В. Козлов, профессор
_____ 2018 г.

Руководитель ВКР

_____ А.В. Козлов, профессор
_____ 2018 г.

Автор ВКР

студент группы ФТТ-531
О.П. Кузнецова
_____ 2018 г.

Нормоконтролер

_____ И.Н. Миронова, доцент
_____ 2018 г.

Златоуст 2018

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)»
Филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» в г. Златоусте
Факультет Техники и технологии

Направление 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машино-
строительных производств
Кафедра технологии машиностроения, станков и инструментов

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____/А.В.Бобылев/

2018 г.

ЗАДАНИЕ
на выпускной квалификационный проект студентки
Кузнецовой Ольги Петровны

Группа ФТТ-531

1. Тема работы Участок механической обработки деталей типа «Корпус 1-209916»
утверждена приказом по университету от «04» 04 2018 г. № 580
 2. Срок сдачи студентом законченной работы 24 июня 2018 г.
 3. Исходные данные к работе
 - 3.1 Чертеж детали
 - 3.2 Чертеж узла
 - 3.3 Существующий технологический процесс изготовления детали
 - 3.4 Годовая программа выпуска деталей –5 000 штук
 - 3.5 Материал преддипломной практики и курсового проекта по дисциплине «Тех-
нология машиностроения»
-

4.Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов)

Аннотация

Оглавление

Введение

4.1 Анализ исходных данных. Описание узла изделия. Служебное назначение детали. Анализ соответствия требований чертежа детали требованиям ее назначения. Сравнение отечественных и передовых зарубежных технологий и решений. Задачи проектирования.

4.2 Технологический раздел. Анализ технологичности детали и существующего технологического процесса. Разработка предлагаемого варианта технологического процесса. Размерный анализ разработанного технологического процесса. Расчет режимов резания и нормирование технологического процесса. Выводы.

4.3 Конструкторский раздел. Проектирование трехкулачкового патрона с пневмозажимом. Расчет и проектирование сверла спирального. Выбор контрольно-измерительной машины. Выводы.

4.4 Строительный раздел. Определение количества оборудования и работающих. Выбор типов и определение количества транспортных средств. Расчет площадей для складирования заготовок и деталей. Выбор способа транспортирования стружки. Планировка оборудования. Выбор типа, формы и определение размеров здания. Выводы.

4.5 Безопасность жизнедеятельности. Оценка опасных и вредных факторов. Организация производственного освещения. Организация защиты от шума и вибрации, пыли. Выводы.

4.6 Экономический раздел. Оценка себестоимости изготовления детали по базовому технологическому процессу и по проектному технологическому процессу. Выводы

Заключение

Библиографический список

5 Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей, плакатов в листах формата А1)

1 Чертежи детали «Корпус 1-209916»	1,5
2 «Корпус 1-209916» (отливка)	0,5
3 Размерный анализ	1,0
4 Патрон трехкулачковый. Сборочный чертеж	1,0
5 Сверло спиральное	0,5
6 Контроль детали	1,0
7 Планировка участка	1,0

Всего 6,5 листов

6 Консультанты по проекту, с указанием относящихся к ним разделов проекта

Раздел	Консультант	Подпись, дата	
		Задание выдал (консультант)	Задание принял (студент)
Безопасность жизнедеятельности	А.В.Бобылев		
Строительный	А.В.Козлов		

7 Дата выдачи задания 28.05.2018

Руководитель: профессор

/А.В. Козлов/

Задание принял к исполнению: студент

/О.П. Кузнецова/

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Наименование этапов выпускного квалификационного проекта	Срок выполнения этапов проекта	Отметка о выполнении руководителя
Введение		
Анализ исходных данных	30.05.2018	
Технологический раздел	05.06.2018	
Конструкторский раздел	12.06.2018	
Строительный раздел	13.06.2018	
Безопасность жизнедеятельности	14.06.2018	
Организационно-экономический раздел	15.06.2018	
Оформление проекта	17.06.2018	
Направление на рецензию	24.06.2018	

Зав. кафедрой _____ /А.В. Бобылев/

(подпись)

Руководитель ВКР _____ /А.В. Козлов/

(подпись)

Студент _____ /О.П. Кузнецова/

(подпись)

АННОТАЦИЯ

Кузнецова О.П. Участок механической обработки детали типа «Корпус 1-209916». Выпускная квалификационная работа – Златоуст: ЮУрГУ (НИУ), ТМСИ, 2018; 136 с., 41ил., библиогр. список – 22 наим., 6,5 чертёжей на листе ф. А1.

В рамках работы в соответствии с исходными данными разработан технологический процесс для детали типа «Корпус 1-209916».

В технологическом разделе проведён анализ технологичности детали и существующего техпроцесса. Составлен размерный анализ. Сформированы операции и назначены режимы резания, нормированы технологические операции.

В конструкторском разделе спроектированы : трехкулачковый патрон с пневмомонозажимом , сверло спиральное и выбор контрольно-измерительной машины для контроля детали.

В строительном разделе определены количество оборудования и работающих на участке ; количество транспортных средств. Расчитаны площади для складирования заготовок и деталей. Выбран способ транспортирования стружки. Произведена планировка оборудования на участке. Выбран тип, форма и размеры здания.

В разделе безопасность жизнедеятельности проведена оценка опасных и вредных факторов на участке. Проведен расчет организации производственного освещения. Рассмотрена организация защиты от шума, вибрации и пыли.

В экономическом разделе была проведена оценка себестоимости изготовления детали по базовому технологическому процессу и по проектному технологическому процессу.

					15.03.05.2018.128 ПЗ			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	Участок механической обработки детали типа «Корпус 1-209916»		<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб.</i>		Кузнецова					4	136
<i>Провер.</i>		Козлов						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>		Миронова						
<i>Утверд.</i>		Бобылев			Филиал ФГАОУ ВО ЮУрГУ (НИУ) в г. Златоусте Кафедра ТМСИ			

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1. АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ	8
1.1 Описание узла изделия. Служебное назначение детали	8
1.2 Анализ соответствия требований чертежа детали требованиям ее назначения	9
1.3 Сравнение отечественных и передовых зарубежных технологий и решений	10
1.4 Задачи проектирования	15
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	16
2.1 Анализ технологичности деталей и существующего технологического процесса	16
2.2 Разработка предлагаемого варианта технологического процесса	20
2.3 Размерный анализ технологического процесса	25
2.4 Расчет режимов резания	52
2.5 Расчёт норм времени	77
3 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ	79
3.1 Проектирование зажимного приспособления – трехкулачкового патрона с пневмозажимом	79
3.1.1 Разработка теоретической схемы базирования	79
3.1.2 Проектирование трехкулачкового патрона с пневмозажимом	80
3.1.3 Расчет основных элементов приспособления	81
3.2 Проектирование режущего инструмента	84
3.3 Проектирование измерительного инструмента	86
3.3.1 Выбор КИМ, измерительной головки и дополнительных устройств	87
3.3.2 Математическое базирование	90
3.3.3 Методика координатных измерений детали Корпус	94
4 СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ	94
4.1 Выбор и определение количества оборудования и работающих	94
4.1.1 Исходные данные	94
4.1.2 Определение затрат времени	94
4.1.3 Расчёт производственных рабочих	95
4.2 Складские помещения	96
4.3 Транспортная система	98
4.4 Расчет потребного количества подъемно-транспортного оборудования	98
4.5 Выбор способа транспортирования стружки	99

					<i>15.03.05.2018.128. ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

4.6 Планировка оборудования на участке	99
4.7 Организация рабочего места	100
4.8 Выбор типов, формы и определение размеров здания	101
5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ	103
5.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов	103
5.2 Обеспечение санитарно-гигиенических условий труда	105
5.2.1 Организация микроклимата	105
5.2.2 Организация производственного освещения	105
5.2.3 Организация защиты от шума вибрации и пыли	108
5.3 Обеспечение безопасности труда	110
5.3.1 Обеспечение требований безопасности труда для РТК	110
5.3.2 Обеспечение требований безопасности труда к станкам	110
5.3.3 Обеспечение требований безопасности труда к оборудованию, режущему инструменту, приспособлениям.	111
5.3.4 Обеспечение требований по электробезопасности.	112
5.3.5 Обеспечение пожаро-взрывобезопасности	113
6 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	114
6.1 Себестоимость изготовления детали по базовому технологическому процессу	117
6.2 Себестоимость детали по проектному технологическому процессу	125
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	134
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	135

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы

Предметом технологии машиностроения является учение об изготовлении машин заданного качества, в установленном программой выпуска количестве при наименьших затратах материалов, минимальной себестоимости, высокой производительности труда.

Одной из главных задач технологии машиностроения является изучение закономерностей протеканий технологических процессов и выявление параметров, воздействие на которых ускоряет производство и повышает производительность.

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.

Цель выпускной квалификационной работы – разработка участка механической обработки деталей типа «Корпус 1-209916».

Задачи работы:

- разработать технологический процесс механической обработки;
- спроектировать для закрепления заготовок трехкулачковый патрон с пневмозажимом;
- спроектировать сверло для сверления отверстий;
- выбрать КИМ для контроля детали;
- разработать планировку участка механической обработки деталей типа «Корпус 1-209916»;
- определить экономический эффект от разработанного технологического процесса.

Объект работы – участок механической обработки деталей типа «Корпус 1-209916».

Предмет работы – процесс разработки участка механической обработки деталей типа «Корпус 1-209916». Результаты работы рекомендуется использовать при изготовлении деталей типа «Корпус 1-209916».

					<i>15.03.05.2018.128. ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

1 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

1.1 Описание узла изделия. Служебное назначение детали

Деталь Корпус 1-209916 является корпусом в сборочном узле Подшипник жидкостного трения, который входит в сборку Узел подушек.

Подшипники жидкостного трения используются в качестве опор валков прокатных проволочных, сортовых и листовых станов. Наличие несущей масляной пленки между трущимися поверхностями исключает механический контакт и определяет основные свойства подшипников:

малый коэффициент трения при установившемся режиме работы, равный 0,001 ... 0,005;

высокую допустимую скорость;

высокую несущую способность;

малую чувствительность к кратковременным динамическим нагрузкам.

Производство ПЖТ было освоено в 1950г. В настоящее время подшипники эксплуатируются на многих заводах черной и цветной металлургии в России и в 26 странах мира.

Надежная и долговечная работа ПЖТ обеспечивается совершенной конструкцией, высокой точностью изготовления основных деталей и принудительной подачей чистого масла в рабочую зону от централизованной системы смазки.

Размер подшипников охватывает диапазон (номинальный диаметр скольжения) от 140 до 1800 мм.

Каждый подшипник представляет собой закрытый, собранный в подушке узел, легко монтируемый на шейку прокатного валка. Конструкция обеспечивает высокую долговечность и минимальные затраты на обслуживание. ПЖТ делятся на горизонтальные и вертикальные. Вертикальные ПЖТ применяются в рабочих клетях сортовых и проволочных станов с вертикальными валками. Эти ПЖТ отличаются от подшипников для горизонтальных валков только уплотнительными устройствами со стороны бочки валка и расположением каналов для подвода и слива масла.

Радиальные нагрузки воспринимаются втулкой - вкладышем с баббитовым слоем, а осевые нагрузки - узлом с радиально - упорным подшипником качения (фиксируемый ПЖТ), без упорного узла (свободный ПЖТ) подшипник воспринимает только радиальные нагрузки и позволяет компенсировать за счет перемещения втулки-цапфы вместе с валком относительно втулки-вкладыша тепловые расширения и неточности монтажа.

Надежность и долговечность ПЖТ в большей степени зависит от систем смазки.

Система смазки ПЖТ состоит из насосной станции, трубопроводов с арматурой и приборов, включая в себя механизмы и устройства,

										Лист
										8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

15.03.05.2018.128. ПЗ

В центральное отверстие $\varnothing 240H7$ устанавливается деталь втулка-вкладыш.

В деталь втулка-вкладыш устанавливается деталь Втулка-цапфа, далее устанавливается деталь Вал. Вал устанавливается в деталь втулка-цапфа на коническую поверхность и фиксируется от проворота с помощью шпонки. Втулка-цапфа вращается во втулке-вкладыше по антифрикционному слою (баббиту). Втулка-вкладыш от проворота в Корпусе фиксируется с помощью штифта через отверстие $\varnothing 12H7$. На поверхности отверстия $\varnothing 240H7$ расположены 2 кармана и 2 полукольцевые канавки. Они предназначены для равномерного распределения масла по наружной поверхности втулки-вкладыша. Во время работы от частого вращения втулки-цапфы во втулке-вкладыше она перегревается. Масло предназначено для охлаждения втулки-вкладыша. На наружной поверхности корпуса расположены отверстия с конической трубной резьбой для притока и слива масла; контроля уровня и давления масла. На торцах подушки расположены резьбовые отверстия М16 и М24 для крепления крышек корпуса, которые предохраняют от загрязнения.

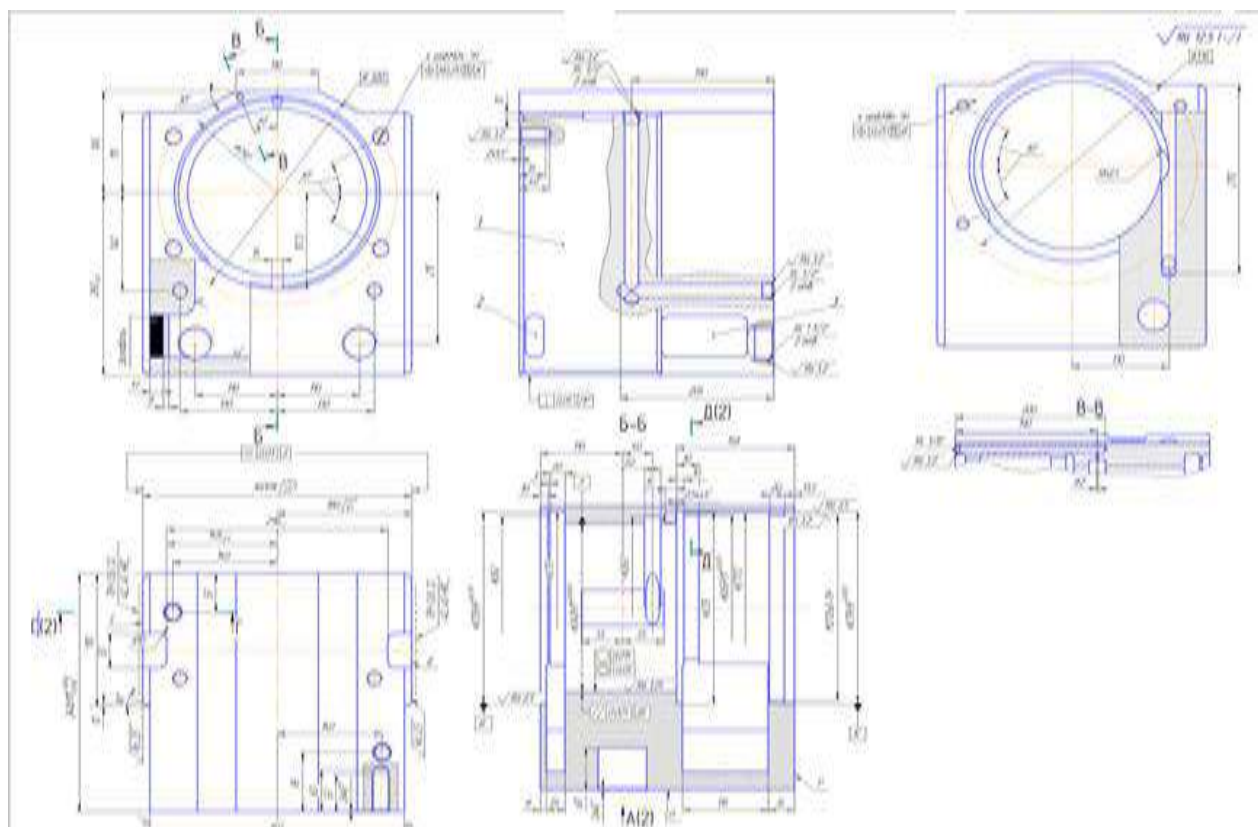


Рисунок 1.1 – Чертеж детали

1.3 Сравнение отечественных и передовых зарубежных технологий и решений

Одной из важнейших задач, встающих перед промышленностью на современном этапе, является эффективное применение инновационных решений.

Основной целью развития машиностроительной отрасли России в ближайшее время является обеспечение растущего спроса на её высококачественную

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2018.128. ПЗ

Лист

10

Продолжение таблицы 1.1

Быстрые перемещения по оси Z, мм/мин	24
Быстрые перемещения по оси X, мм/мин	15
Точность позиционирования по осям X/Z, мм	± 0,003
Повторяемость позиционирования осей X/Z, мм	± 0,001
Угол наклона станины, град	30
Диаметр 3х кулачкового патрона, мм	250 (опция 315)
Диапазон скоростей шпинделя, об/мин	4.000
Диаметр отверстия шпинделя, мм	77
Максимальный диаметр прутка, мм	75
Торец шпинделя	A11
Мощность э/д шпинделя (продолжительно), кВт	24
Мощность э/д шпинделя (30 минут), кВт	33
Момент на шпинделе (продолжительно), Нм	450
Момент на шпинделе (30 минут), Нм	630
Тип привода шпинделя	ременная
Тип э/д шпинделя	серво
Диапазон скоростей шпинделя 2, об/мин	5000
Размер патрона 2, мм	210
Мощность шпинделя 2, продолжительно, кВт	15
Мощность шпинделя 2, (30минут), кВт	19
Момент на шпинделе2, продолжительно, Нм	95
Момент на шпинделе2 (30 минут), Нм	121
Число инструментов, шт	12 (16 опция – VDI40, 12 опция – VDI60)
Тип резцедержки	VDI50 (опция VDI40, VDI60) осевые и радиальные
Время смены инструмента – верт. револьверная головка,с	-
Время смены инструмента – гориз. револьверная головка, с	0.3

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2018.128. ПЗ

Лист

12

1.4 Задачи проектирования

Задачами проектирования являются:

- разработать технологический процесс механической обработки;
- спроектировать для закрепления заготовок зажимное приспособление;
- спроектировать спиральное сверло для сверления отверстий;
- выбрать контрольно-измерительную машину для контроля детали;
- разработать планировку участка механической обработки деталей типа «Корпус» ;
- определить экономический эффект от разработанного технологического процесса .

										Лист
										15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

15.03.05.2018.128. ПЗ

Таблица 2.3 – Количество переходов для обработки поверхностей детали
«Корпус»

Размер поверхности	Квалите опуска	Шерохо- ватость Ra, мкм	Наименование перехода
Поверхности отверстий			
1. Ø 275	H9	12,5	Растачивание черновое IT 12, Ra 12,5 п/чистовое IT 9, Ra 12,5
2. Ø 262	H14	12,5	Растачивание черновое IT 14, Ra 12,5
3. Ø 275	H14	12,5	Растачивание черновое IT 14, Ra 12,5
4. Ø 240	H7	1,25	Растачивание черновое IT 10, Ra 6,3 п/чистовое IT 9, Ra 3,2 чистовое IT 7, Ra 1,25
5. Ø 260	H14	12,5	Растачивание черновое IT 14, Ra 12,5
6. Ø 275	H14	12,5	Растачивание черновое IT 14, Ra 12,5
7. Ø 265	H11	12,5	Растачивание черновое IT 12, Ra 25 п/чистовое IT 11, Ra 12,5
8. Ø 271,2	H14	12,5	Растачивание черновое IT 12, Ra 12,5
9. Ø 275	H9	2,5	Растачивание черновое IT 14, Ra 6,3 Растачивание п/чистовое IT 9, Ra 2,5
10. Ø8-2 отв.	H7	12,5	Сверление IT 12, Ra 25 Развертывание нормальное IT 7, Ra 12,5
11. Ø22-2 отв. (на резьбе M16)	H14	12,5	Растачивание черновое IT 14, Ra 12,5
12. Ø 12	H7	12,5	Сверление IT 12, Ra 25 Развертывание нормальное IT 7, Ra 12,5
13. Ø 258	H14	12,5	Растачивание черновое IT 14, Ra 12,5
Резьбовые поверхности			
14. Ø 21=M24 (4 отв.)	H7	12,5	Сверление IT12, Ra 12,5 Нарезание резьбы фрезой IT 7, Ra 12,5
15. Ø 14=M16 (2 отв.)	H7	12,5	Сверление IT12, Ra 12,5 Нарезание резьбы фрезой IT 7, Ra 12,5
16. Ø 18,25=1/2" (2 отв.)	H14	3,2	Сверление IT12, Ra 12,5 Нарезание резьбы метчиком IT 14, Ra 3,2
17. Ø 18,25=1/2" (2 отв.)	H14	3,2	Сверление IT12, Ra 12,5 Нарезание резьбы метчиком IT 14, Ra 3,2
18. Ø 43=1 1/2" (2 отв.)	H14	3,2	Сверление IT12, Ra 12,5 Нарезание резьбы метчиком IT 14, Ra 3,2
19. Ø 14=M16 (4 отв.)	H7	3,2	Сверление IT12, Ra 12,5 Нарезание резьбы фрезой IT 7, Ra 3,2
20. Ø 270=M270	H7	3,2	Нарезание резьбы резьбовым резцом IT 7, Ra 3,2
21. Ø 8,2=1/8"	H14	3,2	Сверление IT12, Ra 12,5 Нарезание резьбы метчиком IT 14, Ra 3,2

Продолжение таблицы 2.3

Размер поверхности	Квалитет поверхности	Шероховатость Ra, мкм	Наименование перехода
22. Ø14=M16 (8 отв.)	H7	12,5	Сверление IT12, Ra 12,5 Нарезание резьбы фрезой IT 7, Ra 12,5
Плоские поверхности			
23. 145 от оси, выдерживая размер 110, угол 30°, правый торец	IT14	12,5	Фрезерование: черновое IT 14, Ra 12,5
24. 260-0,1 от оси (левый торец)	IT14	12,5	Фрезерование: черновое IT 14, Ra 12,5
25. 340 (правый торец)	b11	12,5	Фрезерование: черновое IT 13, Ra 25 п/чистовое IT 11, Ra 12,5
26. 340 (левый торец)	b11	12,5	Фрезерование: черновое IT 13, Ra 25 п/чистовое IT 11, Ra 12,5
27. 190 от правого торца	IT14	12,5	Фрезерование: черновое IT 14, Ra 12,5
28. 360 правый торец	f9	2,5	Фрезерование: черновое IT 13, Ra 12,5 получистовое IT 10, Ra 3,2 Шлифование после закалки IT 9, Ra 2,5
29. 360 левый торец	f9	2,5	Фрезерование: черновое IT 13, Ra 12,5 получистовое IT 10, Ra 3,2 Шлифование после закалки IT 9, Ra 2,5
30. 50 (окно правый торец, скругление R10)	IT14	12,5	Фрезерование: черновое IT 14, Ra 12,5
31. 50 (окно правый торец, скругление R10)	IT14	12,5	Фрезерование: черновое IT 14, Ra 12,5
32. 45 (от оси на 10, R 22,5)	IT14	12,5	Фрезерование: черновое IT 14, Ra 12,5
33. 15 (верхний паз, на Ø 258)	IT14	12,5	Фрезерование: черновое IT 14, Ra 12,5
34. 15 (нижний паз, на Ø 258)	IT 14	12,5	Фрезерование:

Установ А

- 1 Фрезерование правого торца размер 340 IT11 Ra12,5;
- 2 Растачивание отверстия Ø240 IT 7, Ra 1,25.
- 3 Растачивание отверстия Ø 265 IT 11, Ra 12,5 , Ø275 IT 9, Ra 12,5, Ø 271,2 IT 14, Ra 12,5выдерживая размер 10, 30, 158, 20, 13,5;
- 4 Нарезание резьбы резьбовым резцом Ø 270 IT 7, Ra 3,2, выдерживая размер 20, 13,5.
- 5 Сверление отверстий Ø21 IT12, Ra 12,5, под резьбу М 24-7Н 4 отверстия, выдерживая размеры: Ø 320, угол 30°, 53, 60.
- 6 Сверление отверстия Ø 8,2 IT12, Ra 12,5 под резьбу 1/8" на глубину 200, выдерживая размеры 137,3, 130.
- 7 Сверление отверстий Ø 43 под резьбу 1 1/2" IT12, Ra 12,5 (2 отв.), выдерживая размеры 215, 110.
- 8 Сверление отверстий Ø 18,25 IT12, Ra 12,5 (2 отв.), выдерживая размеры 130, 270
- 9 Нарезание резьбы метчиком Rc 1/2" IT 14, Ra 3,2
- 10 Сверление отверстия Ø12 IT 12, Ra 25 на Ø 258, на глубину 15
- 11 Развертывание отверстия Ø12 IT 7, Ra 12,5 на Ø 258, на глубину 15

Установ Б.

- 1 Фрезерование левого торца размер 340 IT11 Ra12,5;
 - 2 Растачивание отверстий Ø 275 IT 14, Ra 12,5, Ø 262 IT 14, Ra 12,5, Ø 275 IT 14, Ra 12,5
 - 3 Сверления отверстий Ø 14 под резьбу М16-7Н IT12, Ra 12,5, на глубину 60, выдерживая размеры Ø 336, угол 30°, 60, 110, 110, 80, 110.
 - 4 Нарезание резьбы фрезой резьбовой М16-7Н IT 7, Ra 12,5, на глубину 53 (4 отв.), на глубину 23 (8 отв.).
 - 5 Фрезерование паза 45 IT 14, Ra 12,5, выдерживая размеры: R 22,5, на расстоянии от оси 10, от левого торца на расстоянии 110.
 - 6 Фрезерование отверстий Ø 240 IT 7, Ra 1,25, 265 IT11, Ra 1,25, 275 IT 9, Ra 12,5, 258 IT 14, Ra 12,5, выдерживая размеры 10, 30.
 - 7 Сверление отверстий Ø 8 IT 12, Ra 25 на глубину 28, выдерживая размеры 110, 110, 80, 110.
 - 8 Развертывание отверстий Ø 8 IT 7, Ra 12,5 на глубину 28, выдерживая размеры 110, 110, 80, 110.
- 035 Контрольная.

					<i>15.03.05.2018.128. ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

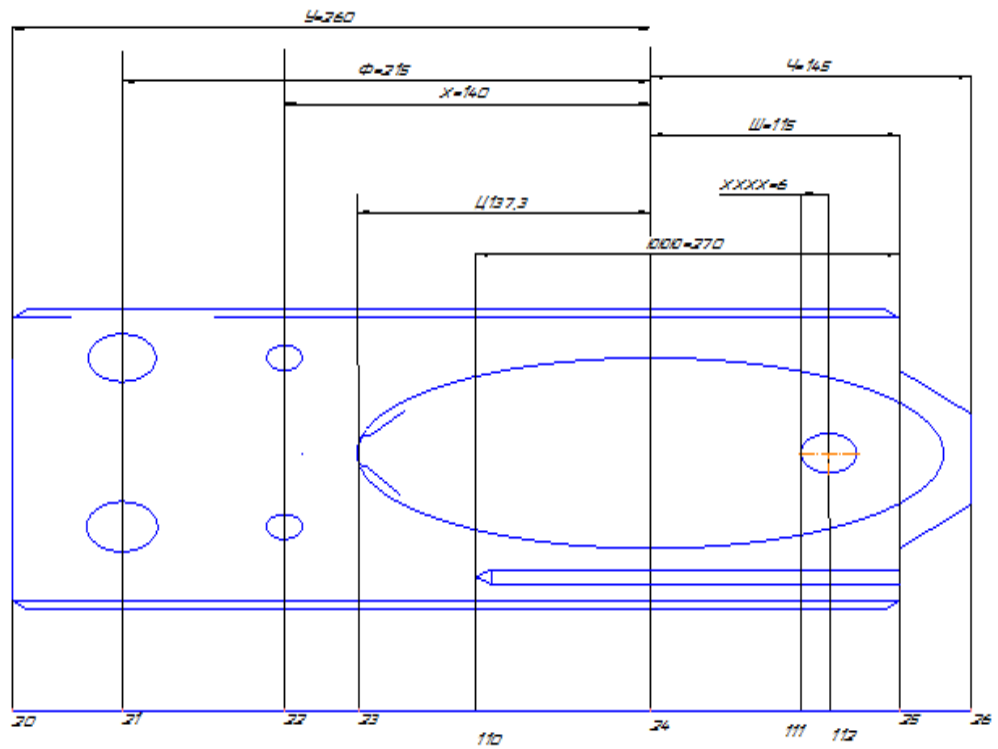


Рисунок 2.3 – Проекция Б-Б

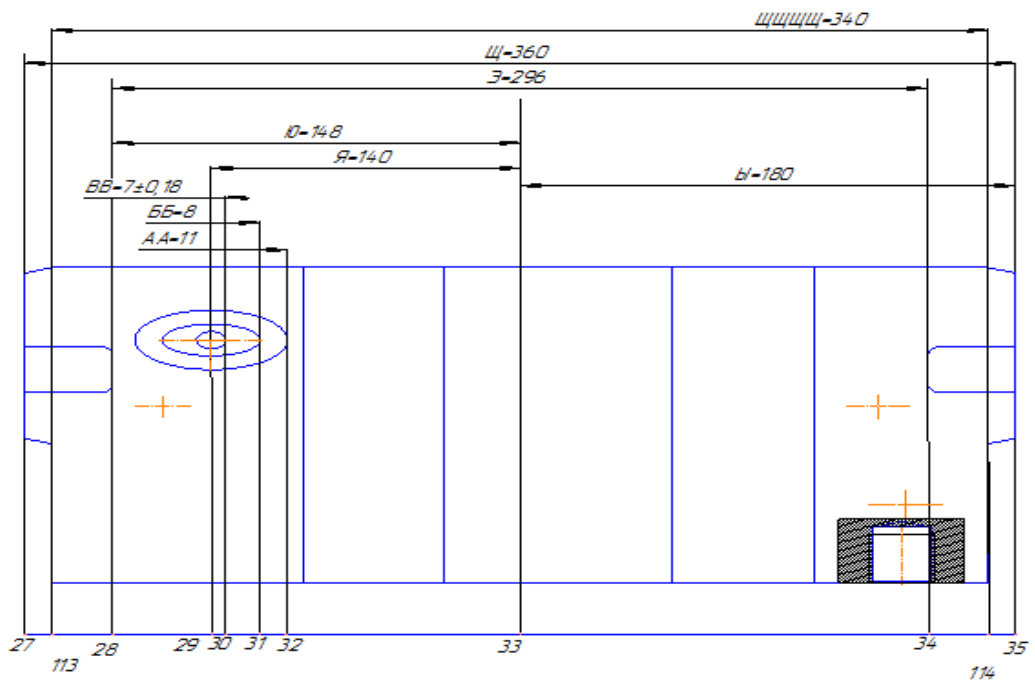


Рисунок 2.4 – Проекция В-В

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2018.128. ПЗ

Лист

26

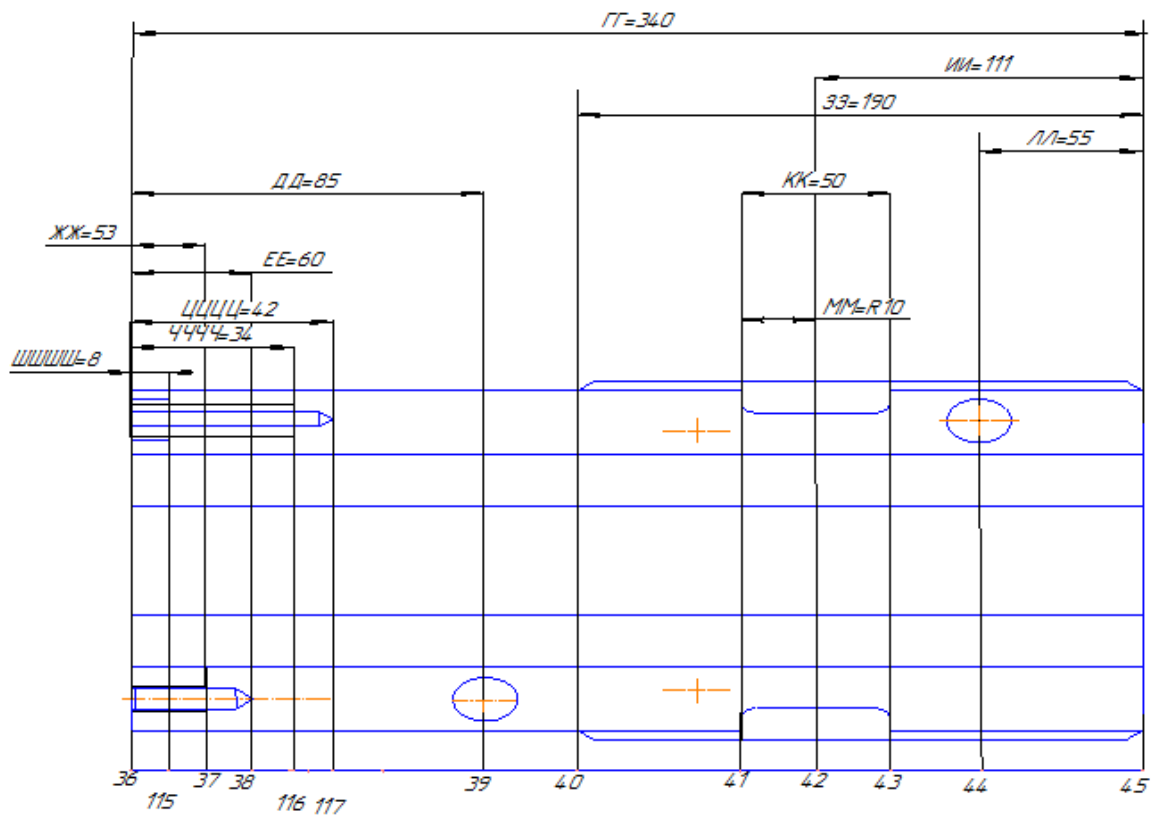


Рисунок 2.5 – Проекция Г-Г

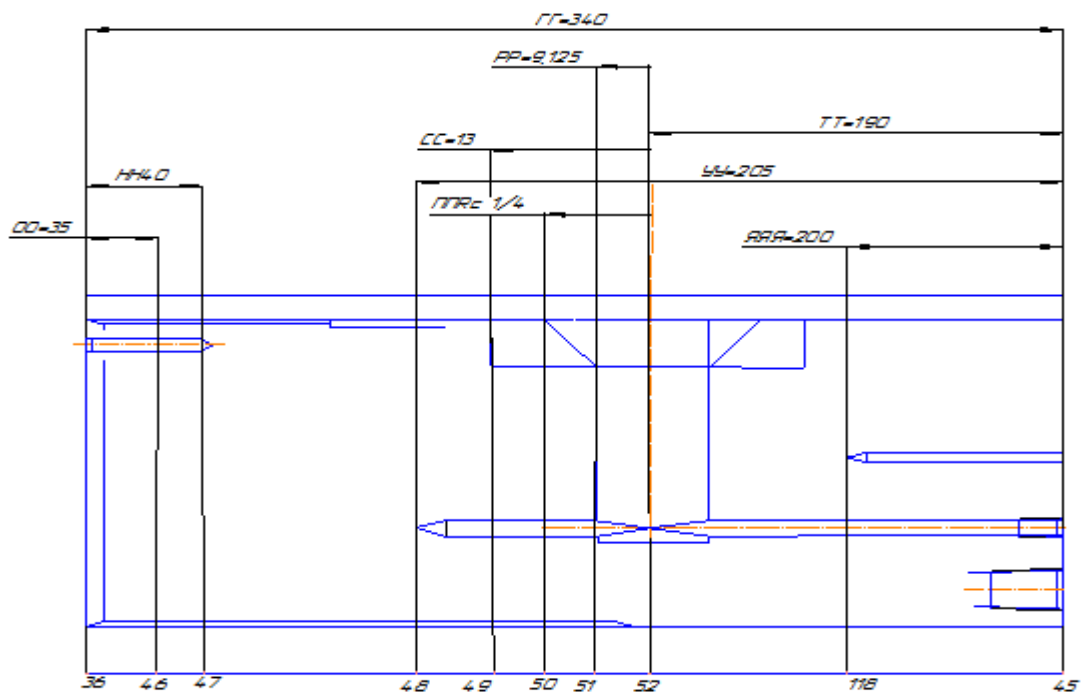


Рисунок 2.6 – Проекция Д-Д

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2018.128. ПЗ

Лист

27

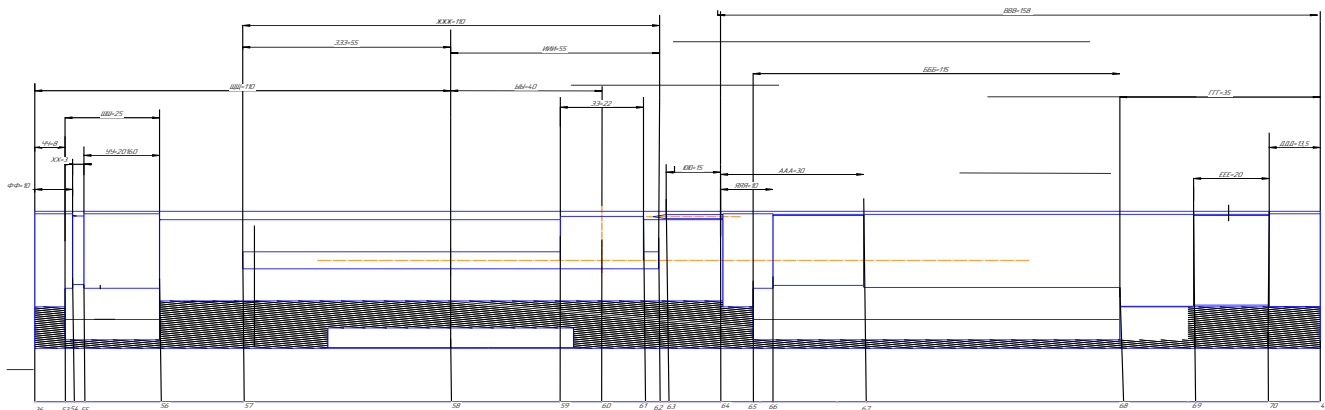


Рисунок 2.7 – Проекция Е-Е

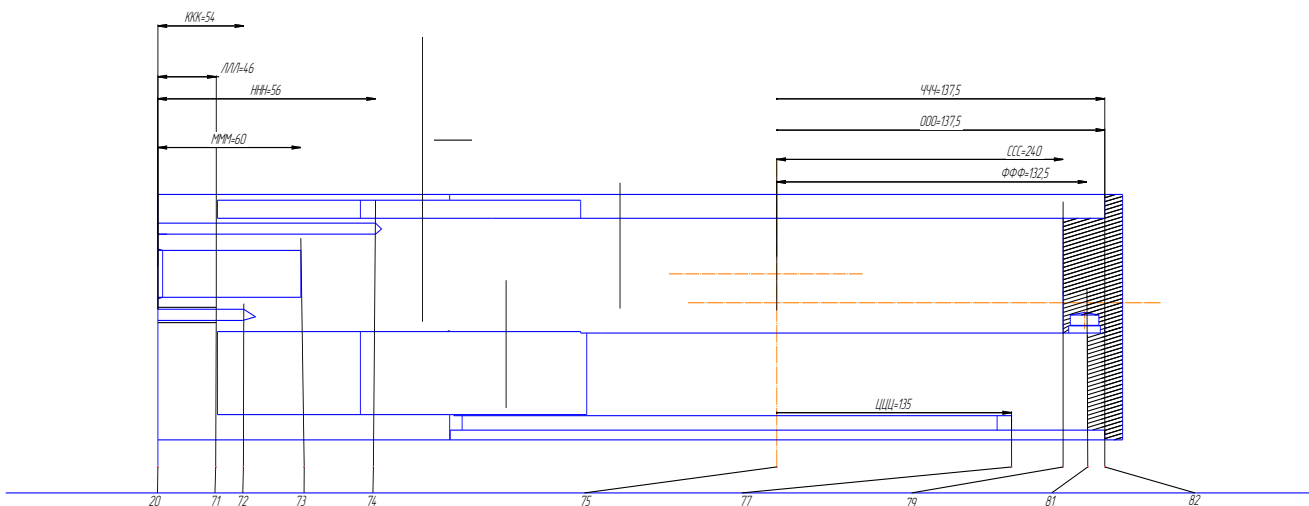


Рисунок 2.8 – Проекция Ж-Ж

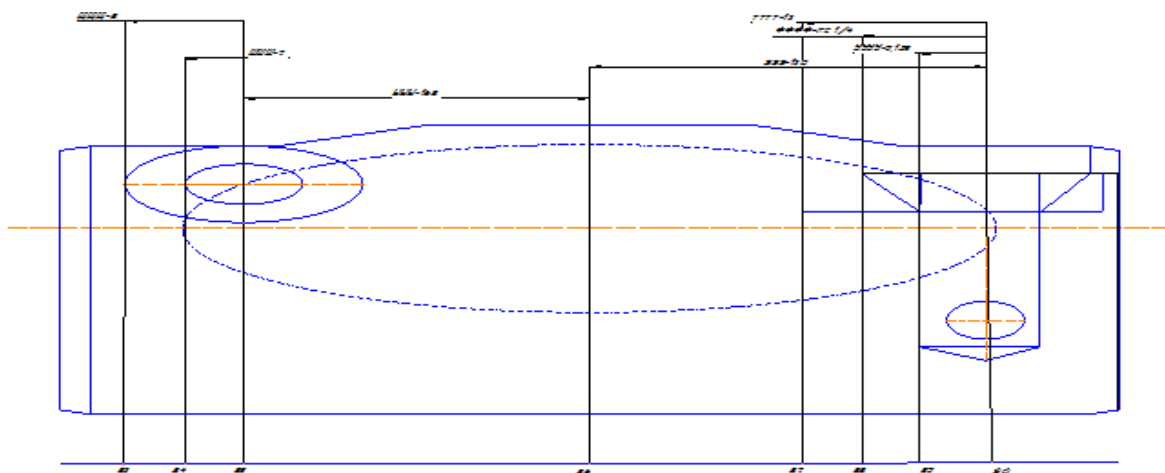


Рисунок 2.9 – Проекция 3-3

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2018.128. ПЗ

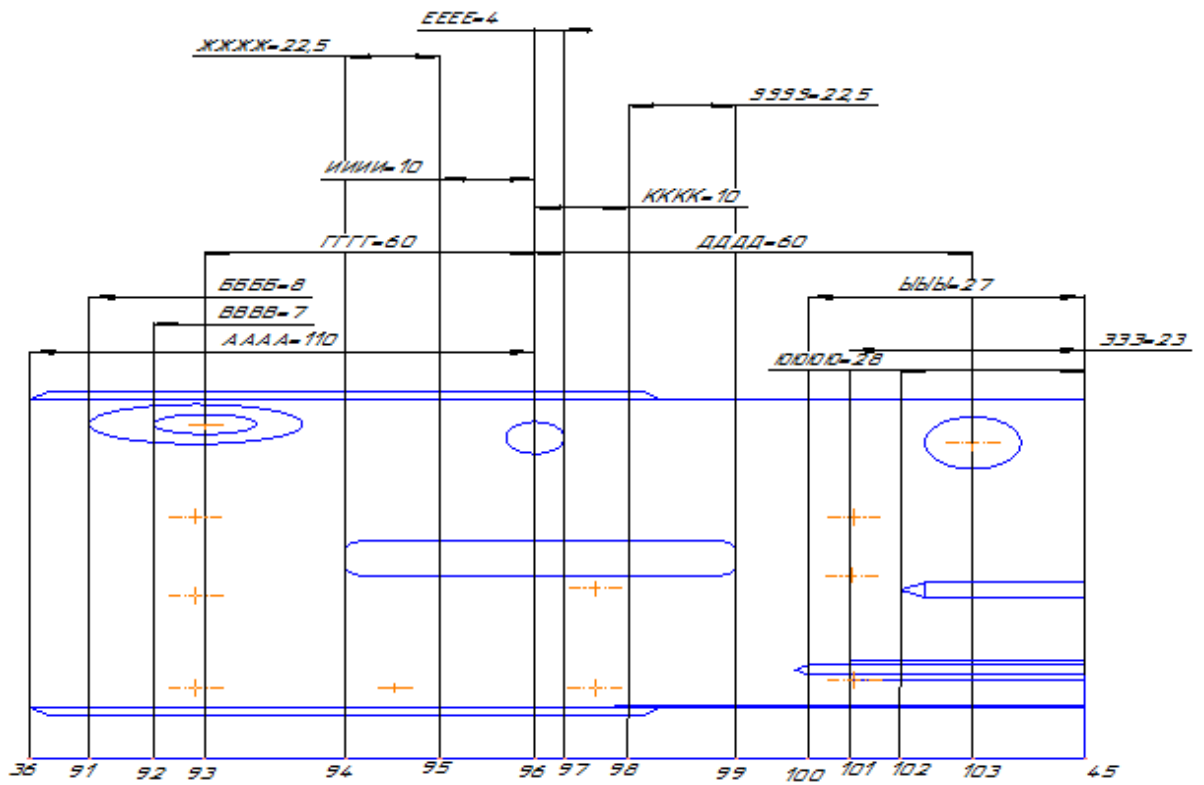


Рисунок 2.10 – Проекция И-И

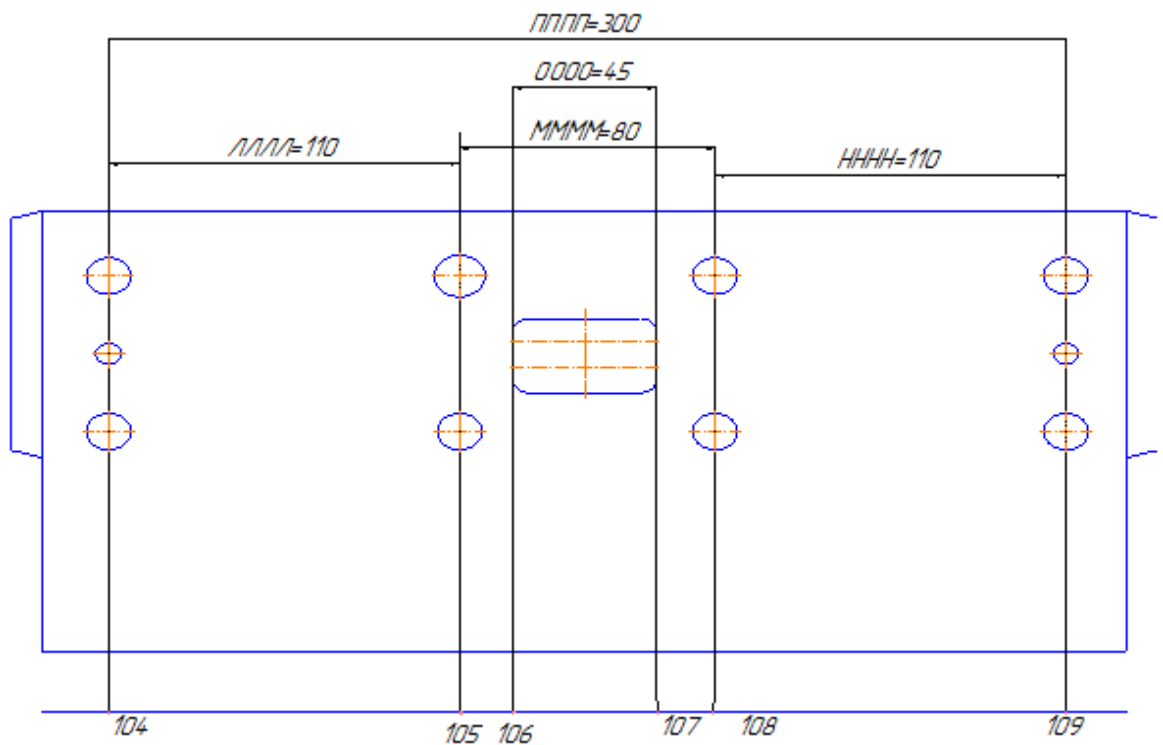


Рисунок 2.11 – Проекция К-К

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2018.128. ПЗ

Лист

29

Составление технологического маршрута изготовления детали

На основании маршрутной технологии обработки детали и разработанных проекций размеров детали, разрабатываем кодированный технологический маршрут изготовления детали, представленной в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Технологический маршрут изготовления детали типа «Корпус»

№ операции	Эскиз	Допуски и технические требования, мм.
00		<p> $T_{2CCC}^{00}=4,0$ $T_{Ч}^{00}=2,2$ $T_{Ш}^{00}=1,2$ $T_{У}^{00}=2,0$ $T_{РРРР}^{00}=1,4$ </p>
00	<p style="text-align: center;">$\sqrt{Rz\ 80\ \ \sqrt{\quad}}$</p>	<p> $T_{ГГ}^{00}=2$ $T_{ГГГ}^{00}=1,2$ $T_{БББ}^{00}=1,6$ $T_{ШШ}^{00}=1$ $T_{ЧЧ}^{00}=0,8$ $\perp\ 45^{00}, 20^{00}=1,0$ </p>

Продолжение таблицы 2.4

№ операции	Эскиз	Допуски и технические требования, мм.
05		<p> $TPPPP^{05}=0,87$ $TШ^{05}=0,87$ $TЧ^{05}=1,00$ $TУ^{05}=1,15$ $TЩЩЩЩ^{05}=1,40$ </p>
05		<p>$T33^{05}=1,15$</p>
025 (Установка)		<p> $TЩ^{25}=TЩ^{25}_{таб}+\Delta 360$ $TЩ^{25}=0,14+0,04=0,18$ $\perp 27^{25}, 36^{25}=0,04$ $\equiv 35^{25}, 27^{25}=0,005$ </p>

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

15.03.05.2018.128. ПЗ

Лист

33

Продолжение таблицы 2.4

№ операции	Эскиз	Допуски и технические требования, мм.
30(2)		<p> $T_{2CCC}^{30}=0,046$ $\odot 79^{30}, 82^{30}=0,01$ </p>
30		<p> $T_{ЖЖ}^{30}=0,74$ $T_{ЕЕ}^{30}=0,74$ $T_{АА}^{30}=1,15$ $T_{ХХ}^{30}=1,00$ $T_{ФФ}^{30}=1,15$ $T_{УУ}^{30}=1,15$ $T_{ЧЧ}^{30}=0,87$ $T_{КК}^{30}=1,00$ $T_{ЩЩ}^{30}=0,14$ $T_{ДД}^{30}=0,87$ $T_{ББ}^{30}=1,00$ $T_{ЫЫ}^{30}=1,00$ $T_{2C}^{30}=0,021$ $T_{2P}^{30}=0,52$ $T_{ЦЦ}^{30}=1,00$ $T_{2B}^{30}=1,15$ $T_{ЖЖ}^{30}=0,43$ $T_{2Г}^{30}=1,15$ </p>

Продолжение таблицы 2.4

№ операции	Эскиз	Допуски и технические требования, мм.
30		<p> $\sqrt{Ra} 125$ $\sqrt{Ra} 3,2$ $\sqrt{Ra} 3,2$ </p> <p> ТЯЯЯ³⁰=1,15 Т2М³⁰=0,025 ТУУ³⁰=1,15 Т2Л³⁰=0,62 Т2П³⁰=0,36 Т2Е³⁰=0,012 Т2РР³⁰=0,52 Т2ПП³⁰=0,018 </p>
30		<p> $\sqrt{Ra} 125$ $\sqrt{Ra} 3,2$ </p> <p> ТДД³⁰=0,87 ТК³⁰=1,00 ТХ³⁰=1,00 ТБ³⁰=1,00 ТТТ³⁰=1,15 ТЮЮЮ³⁰=1,15 Т2АА³⁰=0,52 Т2ББ³⁰=0,018 Т2ВВ³⁰=0,43 Т2ФФФФ³⁰=0,018 Т2УУУУ³⁰=0,43 </p>

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

15.03.05.2018.128. ПЗ

Лист

36

Продолжение таблицы 2.4

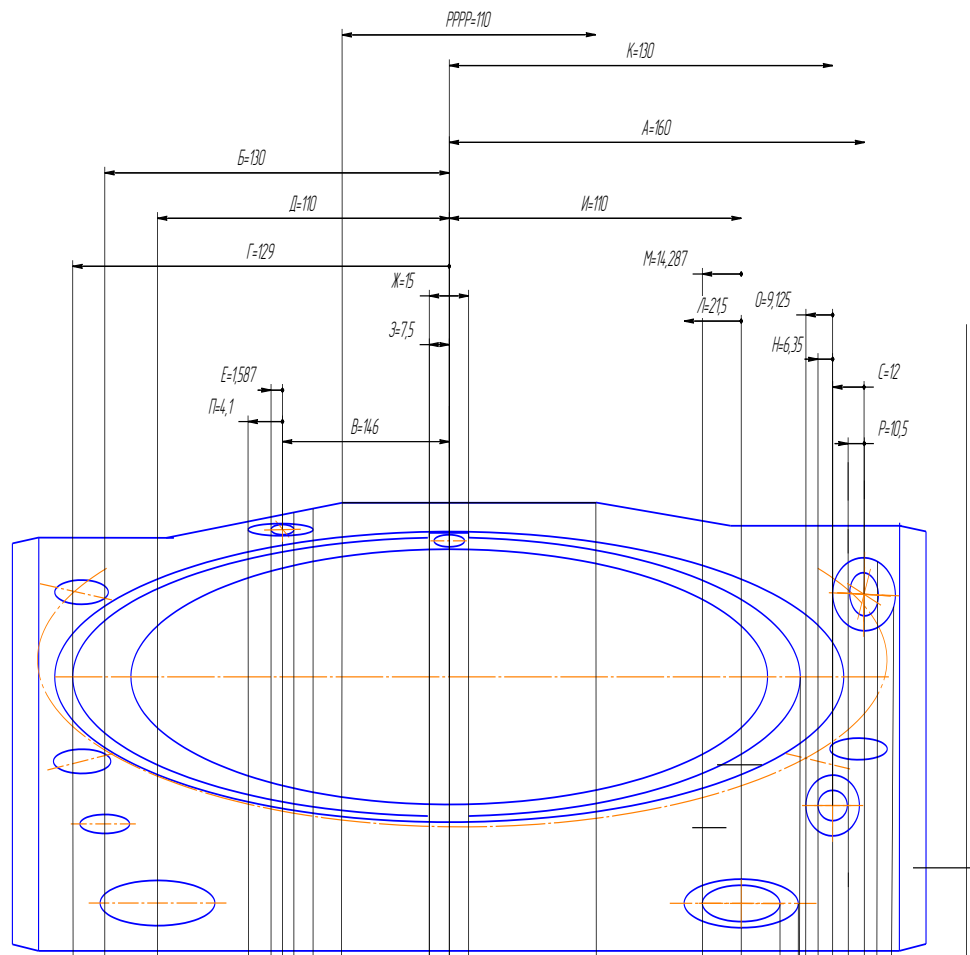
№ операции	Эскиз	Допуски и технические требования, мм.
30 (Установ Б)		$T_{ГГ}^{30} = T_{ГГ}^{30} \text{ табл.} + \Delta 340$ $T_{ГГ}^{30} = 0,36 + 0,16 = 0,52$ $T_{МММ}^{30} = 0,74$ $T_{333}^{30} = 0,74$ $T_{ННН} = 0,74$ $T_{2ППП}^{30} = 1,15$ $T_{2РРР}^{30} = 1,15$ $T_{2000}^{30} = 0,46$ $T_{2ТТТ}^{30} = 1,15$ $T_{ЩЩ}^{30} = 0,87$ $T_{ЫЫ}^{30} = 0,62$ $T_{ЭЭ}^{30} = 0,52$ $\odot 82^{30}, 76^{30} = 0,25$ $\odot 82^{30}, 81^{30} = 0,25$ $\perp 36^{30}, 113^{30} = 0,06$
30(1)		$T_{2000}^{30} = 0,115$ $\odot 82^{30}, 76^{30} = 0,1$
30		$T_{ЖЖ}^{30} = 0,74$ $T_{ЕЕ}^{30} = 0,74$ $T_{2ШШШ}^{30} = 0,43$ $T_{2ЩЩЩ}^{30} = 0,018$ $T_{Ы}^{30} = 1,00$ $T_{У}^{30} = 1,15$ $T_{2ЫЫЫ}^{30} = 1,40$

Окончание таблицы 2.4

№ операции	Эскиз	Допуски и технические требования, мм.
30		<p> $T_{ЛЛ}^{30}=0,74$ $T_{Я}^{30}=1,00$ $T_{2AA}^{30}=0,52$ $T_{2ББ}^{30}=0,018$ $T_{2ВВ}^{30}=0,43$ $T_{ЦЦЦ}^{30}=0,62$ $T_{ЧЧЧ}^{30}=0,62$ $T_{ШШШШ}^{30}=0,36$ </p>
30		<p> $T_{ДДД}^{30}=0,74$ $T_{ГГГ}^{30}=0,74$ $T_{ААА}^{30}=0,87$ $T_{ННН}^{30}=0,87$ $T_{МММ}^{30}=0,74$ $T_{ЛЛЛ}^{30}=0,87$ </p>
30		<p> $T_{333}^{30}=0,52$ $T_{ЖЖЖ}^{30}=0,52$ $T_{ККК}^{30}=0,084$ $T_{ИИИ}^{30}=0,084$ $T_{ООО}^{30}=0,62$ $T_{2БББ}^{30}=0,43$ $T_{2ВВВ}^{30}=0,43$ $T_{ЭЭЭ}^{30}=0,52$ $T_{ЫЫЫ}^{30}=0,52$ $T_{2ЕЕЕ}^{30}=0,015$ $T_{ЮЮЮ}^{30}=0,52$ </p>

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

15.03.05.2018.128. ПЗ



№ операции	ZI	ТАИ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
30																						
05																						

Рисунок 2.12 – Схема проекции А-А

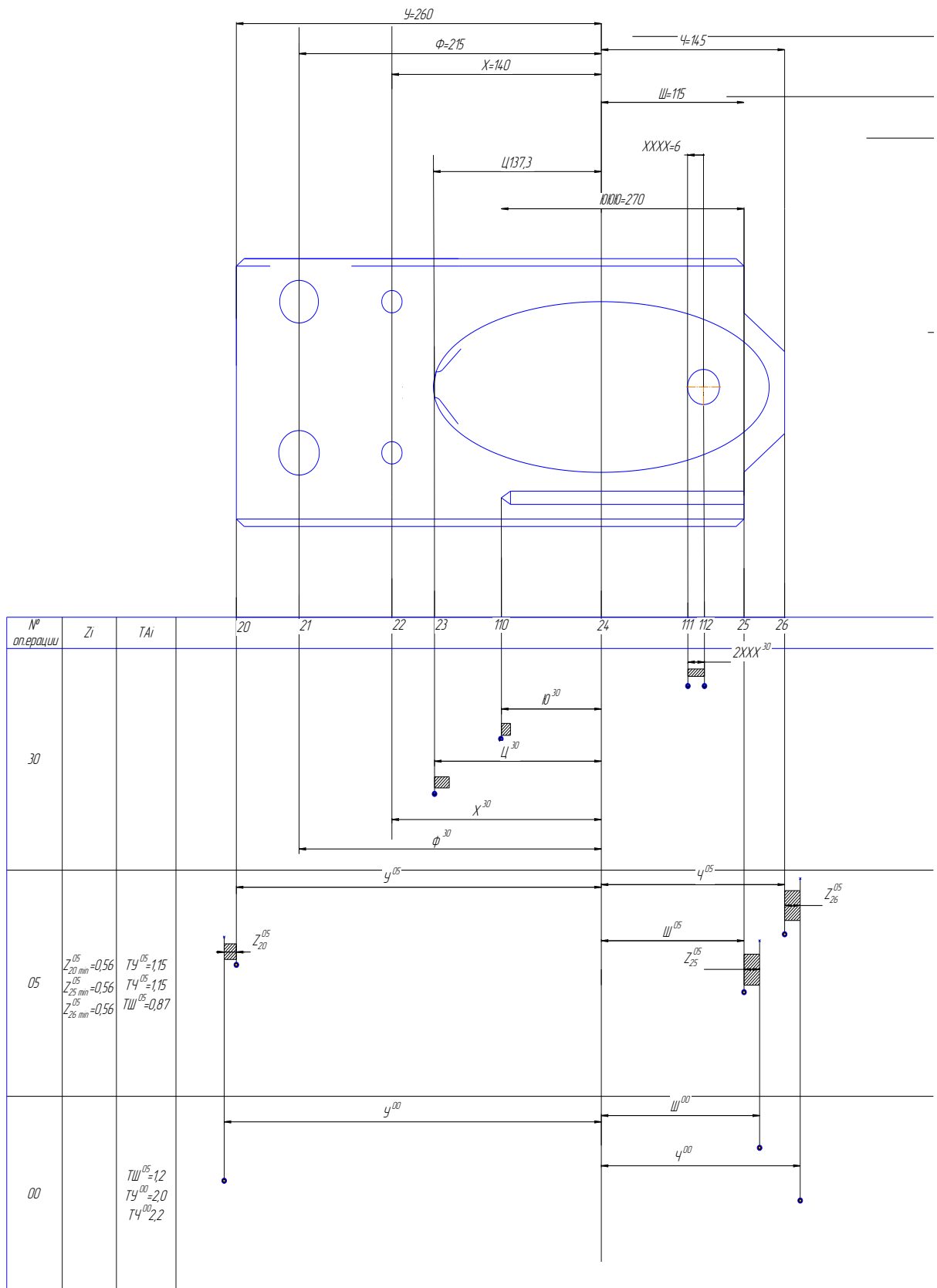


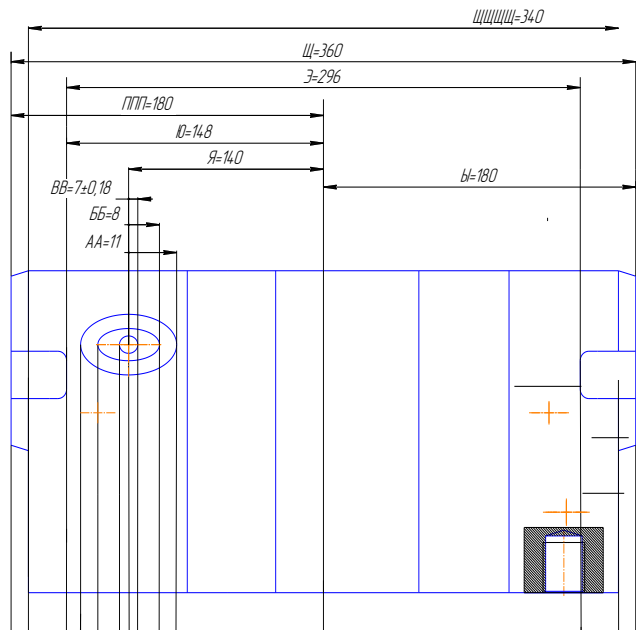
Рисунок 2.13 – Схема проекции Б-Б

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

15.03.05.2018.128. ПЗ

Лист

40



№ операции	Zi	TAi	27 113 28 29 30 31 32 33 34 114 35
30			
25	$Z_{27mm}^{25} = RZ^{05(1)} = -0,0125$ $Z_{35mm}^{25} = RZ^{05(1)} = -0,0125$	$ППП^{25} = 0,10$ $ТБ^{25} = 0,10$	
05(1)	$Z_{27mm}^{05(1)} = RZ^{05} = -0,05$ $Z_{35mm}^{05(1)} = RZ^{05} = -0,05$	$ППП^{05(1)} = 0,16$ $ТБ^{05(1)} = 0,16$	
05	$Z_{27mm}^{05} = RZ^{302} + h^{302} = 0,56$ $Z_{35mm}^{05} = RZ^{302} + h^{302} = 0,56$	$ППП^{05} = 0,63$ $ТБ^{05} = 0,63$	
00		$ППП^{00} = 2,5$ $ТБ^{00} = 2,5$	

Рисунок 2.14 – Схема проекции В-В

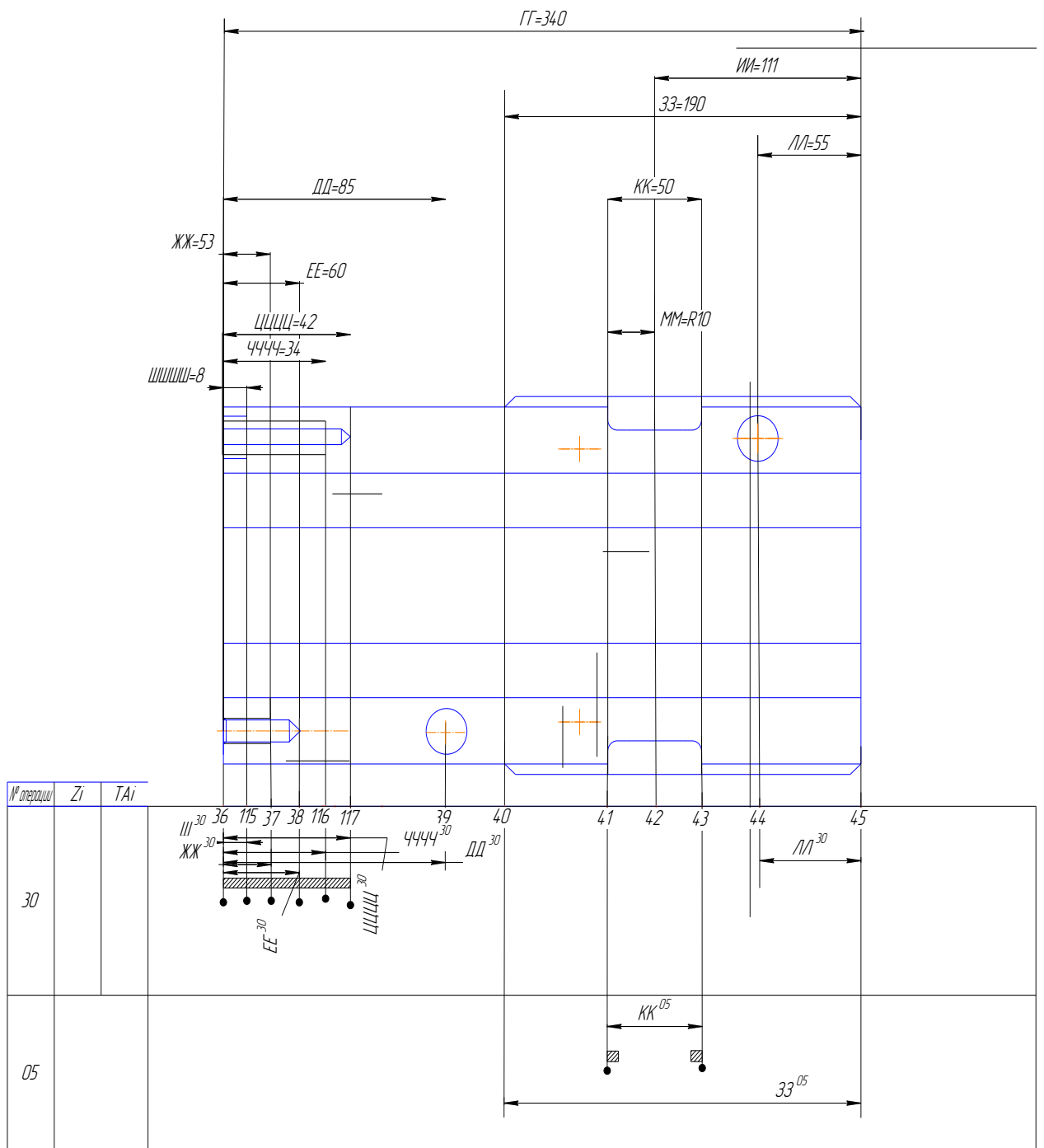


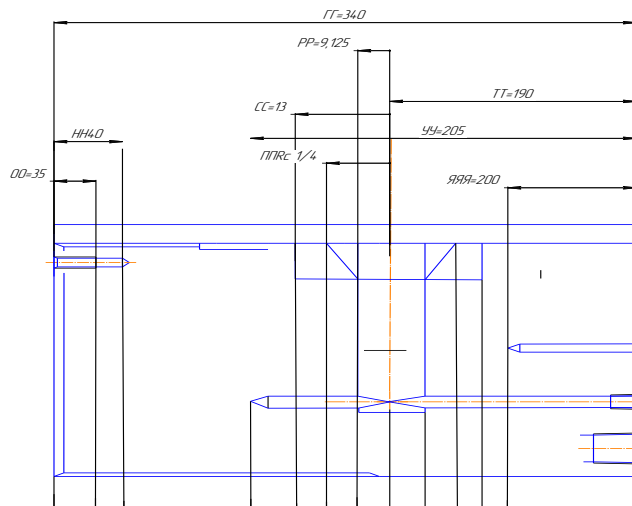
Рисунок 2.15 – Схема проекции Г-Г

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2018.128. ПЗ

Лист

42



№ операции	Zi	TAi	
30			
30 (Установка Б)	$Z_{4.5}^{30(Б)} = Rz^{0.1}$	$TTT^{30(Б)} = 0.52$	
30 (Установка А)	$Z_{3.6}^{30(А)} = Rz^{0.1}$	$TTT^{30(А)} = 0.52$	
05 (Установка Б)	$Z_{3.6}^{05(Б)} = Rz^{0.1} + 0.56$	$TTT^{30(Б)} = 1.49$	
05 (Установка А)	$Z_{4.5}^{05(А)} = Rz^{0.1} + 0.56$	$TTT^{30(А)} = 1.49$	
00		$TTT^{00} = 2.0$	

Рисунок 2.16 – Схема проекции Д-Д

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

15.03.05.2018.128. ПЗ

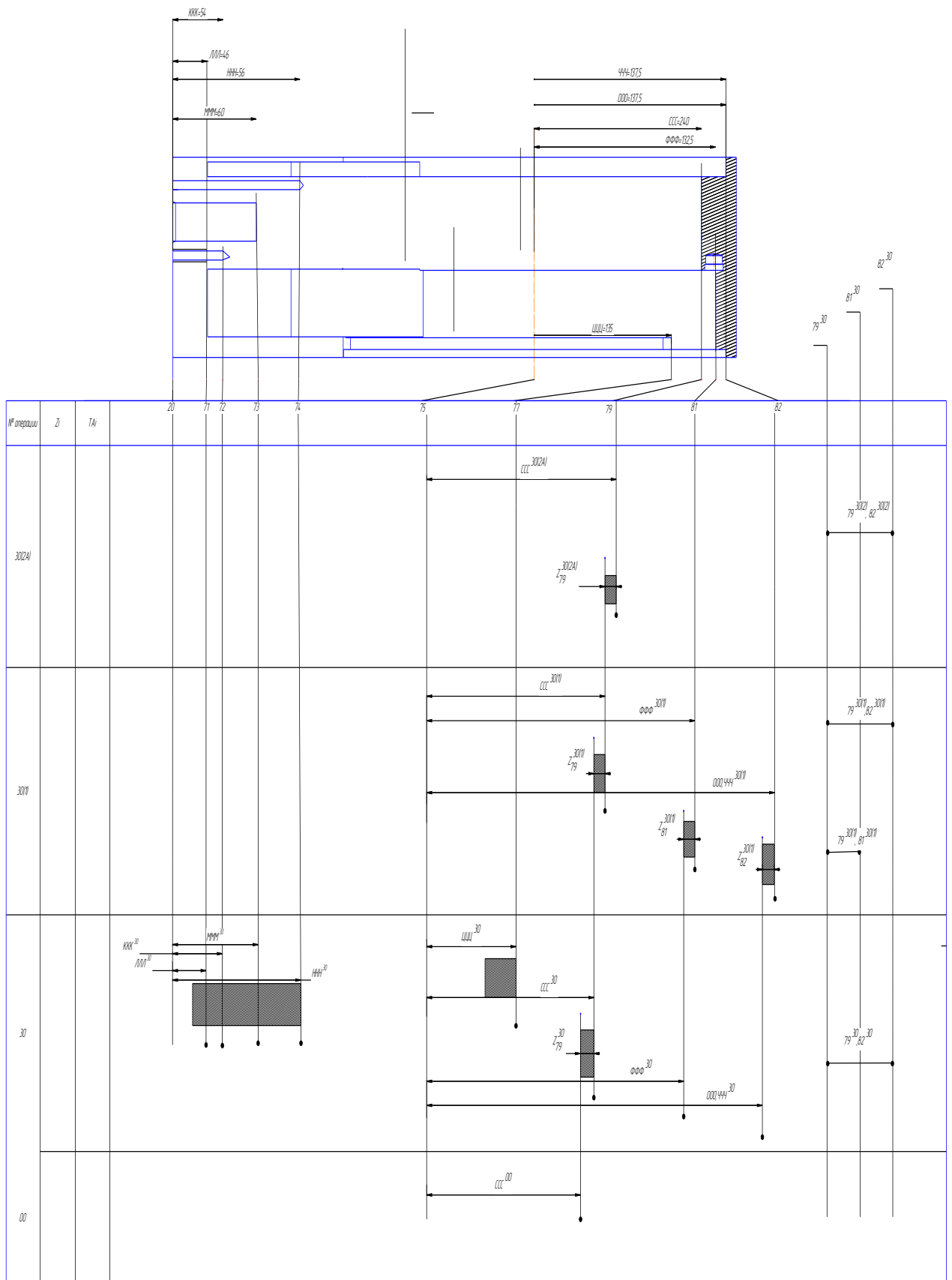


Рисунок 2.17 – Схема проекции Ж-Ж

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2018.128. ПЗ

Лист

44

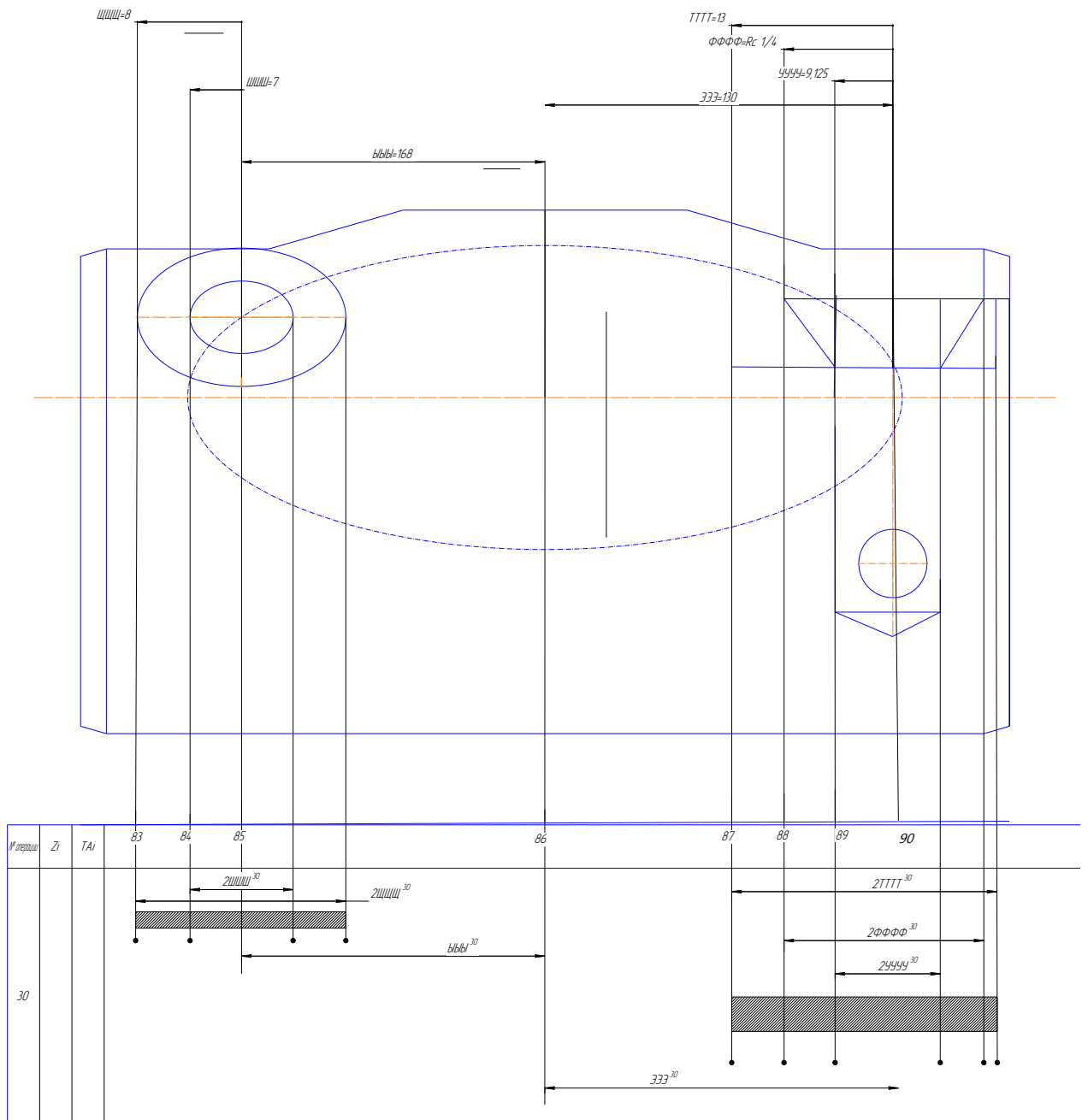


Рисунок 2.18 – Схема проекции 3-3

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2018.128. ПЗ

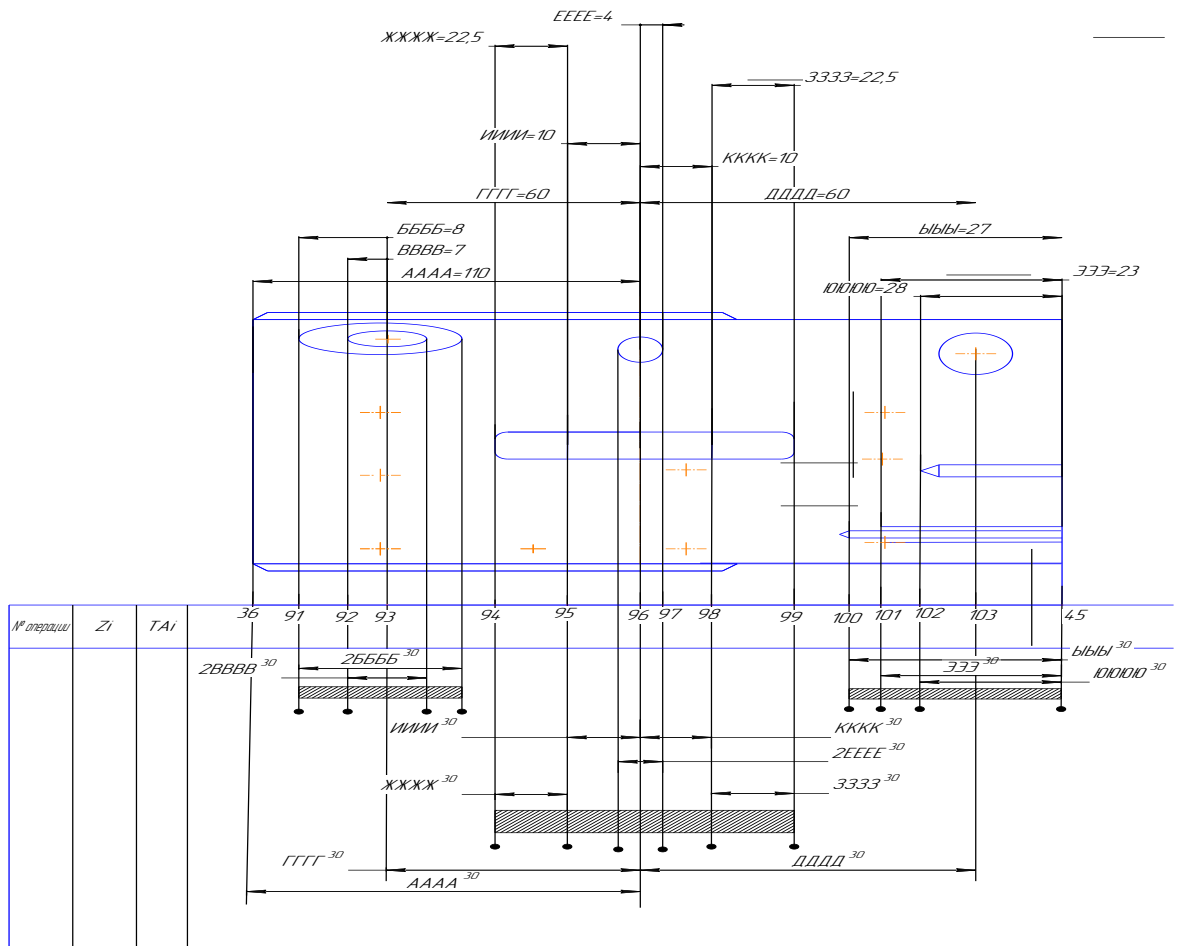


Рисунок 2.19 – Схема проекции И-И

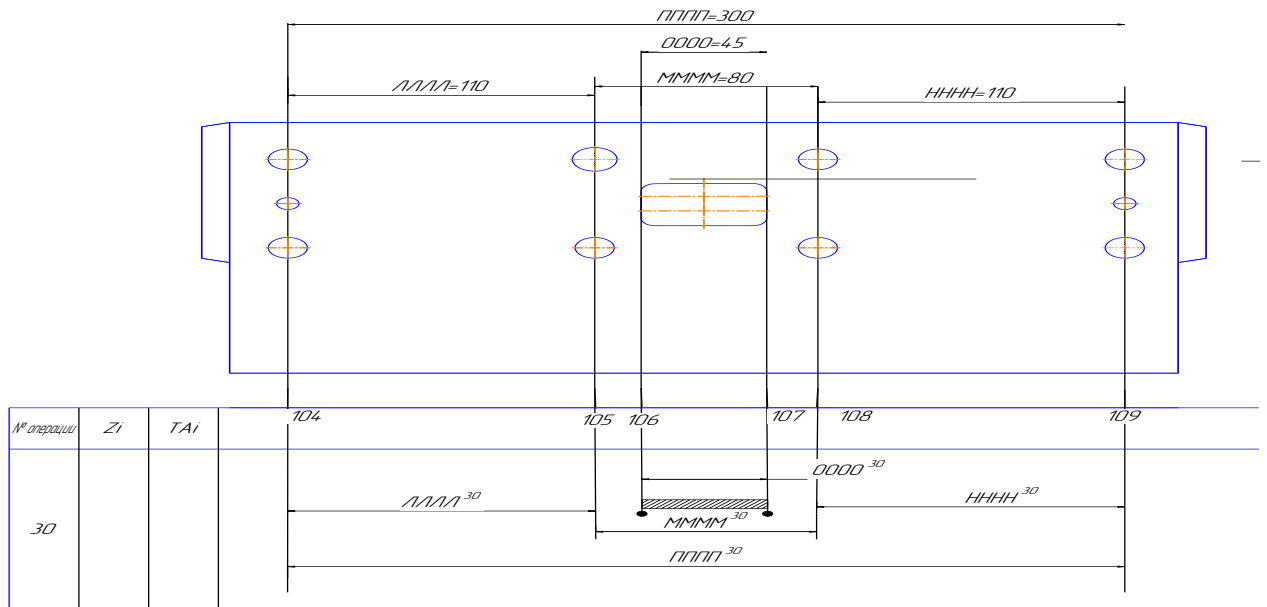


Рисунок 2.20 – Схема проекции К-К

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2018.128. ПЗ

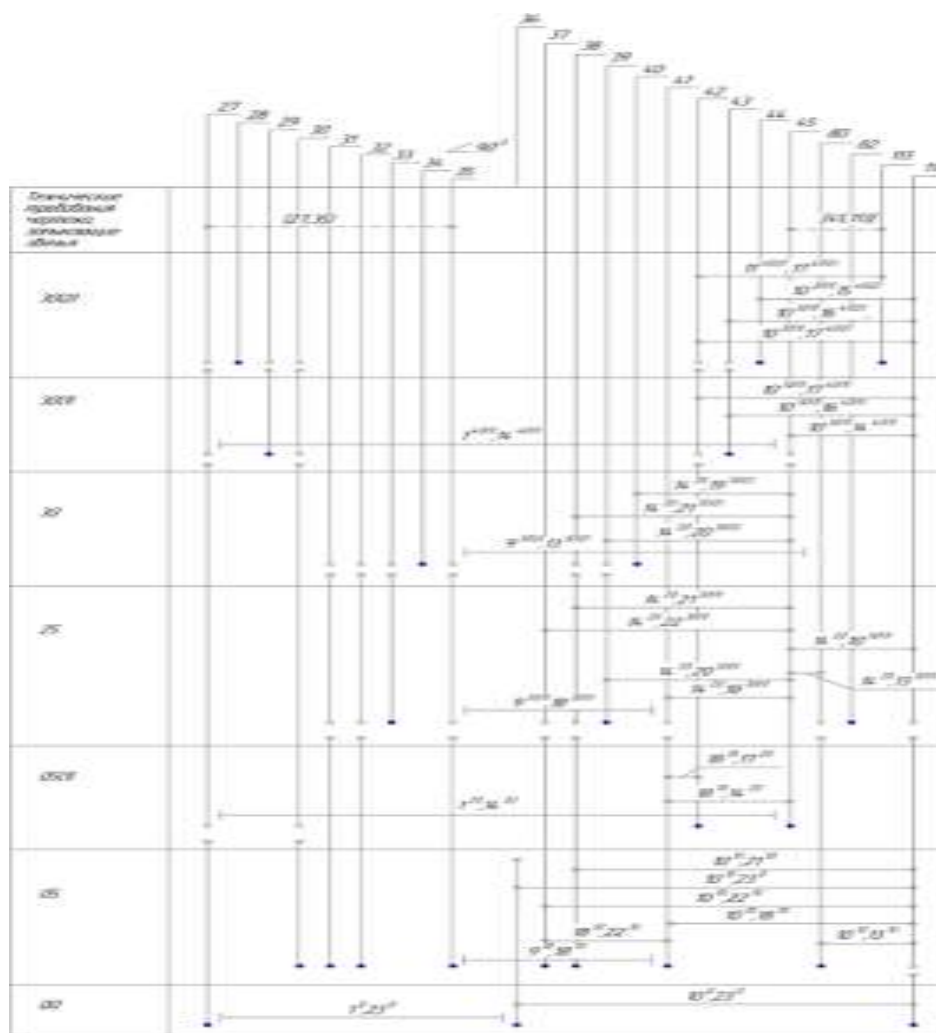


Рисунок 2.21 – Схема пространственных отклонений

Проверка точности разработанного технологического процесса

Проводим проверку обеспечения отклонения от симметричности $\Psi=160\pm 0,05$ и отклонения от перпендикулярности $\Gamma\Gamma, У=\pm 0,05$. Исходя из схемы пространственных отклонений, в соответствии с рисунком 2.21. Необходимо выполнить условие

$$1) [27,35] \geq 27^{25},35^{25} + 27^{05(1)},35^{05(1)} + 27^{05},35^{05}$$

$$2) [45,113] \geq 45^{05},113^{05} + 45^{30},113^{30}$$

Проверка

$$1) 0,05 \geq 0,01 + 0,02 + 0,02$$

$$0,05 \geq 0,05$$

$$2) 0,05 \geq 0,03 + 0,02$$

$$0,05 \geq 0,05$$

Условие выполняется.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2018.128. ПЗ

Лист

47

Составление уравнений размерных цепей по схемам проекций Б-Б, В-В, Д-Д.

Исходя из схемы проекции Б-Б размеров детали (рисунок 2.13) по каждому переходу в соответствующей операции составляется уравнение размерной цепи с целью определения номинального межоперационного размера, где замыкающим звеном является припуск на обработку.

Уравнения размерных цепей по схеме проекции Б-Б:

$$\begin{aligned} [Z_{20}^{05}] &= Y^{00} - Y^{05}; \\ [Z_{26}^{05}] &= \Psi^{00} - \Psi^{05}; \\ [Z_{25}^{05}] &= \Pi^{00} - \Pi^{05}; \end{aligned}$$

Исходя из схемы проекции В-В размеров детали (рисунок 2.14) по каждому переходу в соответствующей операции составляется уравнение размерной цепи с целью определения номинального межоперационного размера, где замыкающим звеном является припуск на обработку.

Уравнения размерных цепей по схеме проекции В-В:

$$\begin{aligned} [Z_{27}^{25}] &= \text{ППП}^{05(1)} - \text{ППП}^{25}; \\ [Z_{27}^{05(1)}] &= \text{ППП}^{05} - \text{ППП}^{05(1)}; \\ [Z_{27}^{05}] &= \text{ППП}^{00} - \text{ППП}^{05}; \\ [Z_{35}^{25}] &= \text{Ы}^{05(1)} - \text{Ы}^{25}; \\ [Z_{35}^{05(1)}] &= \text{Ы}^{05} - \text{Ы}^{05(1)}; \\ [Z_{35}^{05}] &= \text{Ы}^{00} - \text{Ы}^{05}; \end{aligned}$$

Исходя из схемы проекции Д-Д размеров детали (рисунок 2.16) по каждому переходу в соответствующей операции составляется уравнение размерной цепи с целью определения номинального межоперационного размера, где замыкающим звеном является припуск на обработку.

Уравнения размерных цепей по схеме проекции Д-Д:

$$\begin{aligned} [Z_{45}^{30(Б)}] &= \Gamma\Gamma^{30(А)} - \Gamma\Gamma^{30(Б)}; \\ [Z_{36}^{30(А)}] &= \Gamma\Gamma^{05(Б)} - \Gamma\Gamma^{30(А)}; \\ [Z_{36}^{05(Б)}] &= \Gamma\Gamma^{05(А)} - \Gamma\Gamma^{30(Б)}; \\ [Z_{45}^{05(А)}] &= \Gamma\Gamma^{00} - \Gamma\Gamma^{05(А)}; \end{aligned}$$

Расчет межоперационных линейных, диаметральных размеров и размеров заготовки

Определяем линейный размер Y^{00} , операция 00

$$Z_{20\min}^{05} = Y^{00} - Y^{05}$$

Известные величины в мм: $Z_{20\min}^{05} = 0,56$; $Y^{05} = 260_{-1,15}$; $\Delta Y_n^{00} = 2,00$;
 $TU^{00} = 2,00$.

Решение:

$$Z_{20 \min}^{05} = Y_{\min}^{00} - Y_{\max}^{05} \Rightarrow$$

$$Y_{\min}^{00} = Y_{\max}^{05} + Z_{20 \min}^{05};$$

$$Y_{\min}^{00} = 260 + 0,56 = 260,56 \text{ мм};$$

$$Y_{\text{НОМ}}^{00} = Y_{\min}^{00} - \Delta Y_{\text{Н}}^{00};$$

$$Y_{\text{НОМ}}^{00} = 260,56 - (-2,00) = 262,56 \text{ мм};$$

$$Y^{00} = 262,56_{-2,00} \text{ мм}$$

$$Y^{00} = 262,56_{-2,00} \text{ мм}$$

$$Z_{20 \max}^{05} = Y_{\max}^{00} - Y_{\min}^{05};$$

$$Z_{20 \max}^{05} = 262,56 - 258,85 = 3,71 \text{ мм}.$$

Остальные линейные размеры рассчитываются аналогично, размеры представлены в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Результаты расчёта размерных цепей по схеме проекции размеров Б-Б, В-В, Д-Д

Уравнения размерной цепи	Известные величины	Найденные величины
$[Z_{26}^{05}] = \Psi^{00} - \Psi^{05}$	$Z_{26 \min}^{05} = 0,56; \Psi^{05} = 145_{-1,15};$ $\text{Т}\Psi^{00} = 2,2; \Delta\Psi_{\text{Н}}^{00} = 2,2$	$\Psi^{00} = 147,76 \pm 2,2;$ $Z_{26 \max}^{05} = 3,91$
$[Z_{25}^{05}] = \text{Ш}^{00} - \text{Ш}^{05}$	$Z_{25 \min}^{05} = 0,56; \text{Ш}^{05} = 115_{-0,87};$ $\text{ТШ}^{00} = 1,2; \Delta\text{Ш}_{\text{Н}}^{00} = 1,2$	$\text{Ш}^{00} = 116,76 \pm 1,2;$ $Z_{25 \max}^{05} = 2,63$
$[Z_{27}^{25}] = \text{ППП}^{05(1)}$ ППП^{25}	$Z_{27 \min}^{25} = 0,56;$ $\text{ППП}^{25} = 180_{-0,87};$ $\text{ТППП}^{05(1)} = 0,16;$ $\Delta\text{ППП}_{\text{Н}}^{05(1)} = 0,16$	$\text{ППП}^{05(1)} = 180,1725_{-0,10};$ $Z_{27 \max}^{25} = 0,2725$
$[Z_{27}^{05(1)}] = \text{ППП}^{05}$ $\text{ППП}^{05(1)}$	$Z_{27 \min}^{05(1)} = 0,05;$ $\text{ППП}^{05(1)} = 180,1725_{-0,10};$ $\text{ТППП}^{05} = 0,63;$ $\Delta\text{ППП}_{\text{Н}}^{05} = 0,63$	$\text{ППП}^{05} = 180,8525_{-0,63};$ $Z_{27 \max}^{05(1)} = 0,78$
$[Z_{27}^{05}] = \text{ППП}^{00} - \text{ППП}^{05}$	$Z_{27 \min}^{05} = 0,56;$ $\text{ППП}^{05} = 180,8525_{-0,63};$ $\text{ТППП}^{05} = 2,5;$ $\Delta\text{ППП}_{\text{Н}}^{05} = 2,5$	$\text{ППП}^{00} = 183,9125_{-2,5};$ $Z_{27 \max}^{05} = 3,69$
$[Z_{35}^{25}] = \text{Ы}^{05(1)} - \text{Ы}^{25}$	$Z_{35 \min}^{25} = 0,0125;$ $\text{Ы}^{25} = 180_{-0,10};$ $\text{ТЫ}^{05(1)} = 0,16;$ $\Delta\text{Ы}_{\text{Н}}^{05(1)} = 0,16$	$\text{Ы}^{05(1)} = 180,1725_{-0,10};$ $Z_{35 \max}^{25} = 0,2725$
$[Z_{35}^{05(1)}] = \text{Ы}^{05} - \text{Ы}^{05(1)}$	$Z_{35 \min}^{05(1)} = 0,05;$ $\text{Ы}^{05(1)} = 180,1725_{-0,10};$ $\text{ТЫ}^{05} = 0,63;$ $\Delta\text{Ы}_{\text{Н}}^{05} = 0,63$	$\text{Ы}^{05} = 180,8525_{-0,63};$ $Z_{35 \max}^{05(1)} = 0,78$

Скорость и мощность выбирают в зависимости от обрабатываемого материала, глубины резания и выбранного значения подачи. Выбранные значения скорости и мощности резания умножают на поправочные коэффициенты в зависимости от: твёрдости обрабатываемого материала K_{VM} , K_{NM} ; материала режущей части фрезы K_{VI} ; состояния поверхности заготовки K_{VI} ; главного угла в плане $K_{VФ}$, $K_{NФ}$; отношения ширины фрезерования к диаметру фрезы K_{VB} , K_{NB} ; периода стойкости режущей части фрезы K_{VT} ; способа крепления пластины и наличия покрытия K_{VP} ; наличия охлаждения $K_{VЖ}$; группы обрабатываемости материала K_{VO} . Проверочный расчёт по мощности проводят только для черновой стадии обработки.

Составляющие силы резания P_y и P_z определяют по картам 67-69 литературы в зависимости от обрабатываемого материала, диаметра и числа зубьев фрезы, ширины и глубины фрезерования, а так же выбранного значения подачи. Выбранные значения составляющих сил резания умножают на поправочные коэффициенты в зависимости от: материала режущей части фрезы K_{PI} ; главного угла в плане $K_{PФ}$; отношения фактической ширины фрезерования к нормативной K_{PB} ; отношения фактического числа зубьев к нормативной K_{PZ} .

Определяем глубину резания для каждого прохода. При фрезеровании фасонной поверхности и поверхности основания глубина резания на черновой стадии $t=4$ мм, на чистовой стадии $t=2$ мм. При фрезеровании боковых поверхностей и торца глубина резания на черновой стадии $t=4,5$ мм; на получистовой стадии $t=2$ мм.

Определяем подачу на каждой стадии обработки для каждой поверхности. Так же определяем значение поправочных коэффициентов. Значения переменных сводим в таблицу 2.7

$$S_z = S_{zT} K_{SM} K_{SN} K_{SB} K_{SФ} K_{SP} K_{SC} K_{Sh} K_{So} .$$

Таблица 2.7 – Определение подачи на зуб

Поверхность	Стадия обраб.	S_{zT} , мм/зуб	Поправочный коэффициент								S_z , мм/зуб
			K_{SM}	K_{SN}	$K_{SФ}$	K_{SP}	K_{SC}	K_{SB}	K_{ST}	K_{Sh}	
Торцевая поверхность	Черн.	0,16	1,2	1,0	1,0	1,0	1,1	1,0	1,0	1,0	0,21
	П/чист.	0,16	1,2	1,0	1,0	1,0	1,1	1,0	1,0	1,0	0,21
Боковые поверхности	Черн.	0,16	1,2	1,0	1,0	1,0	1,1	1,0	1,0	1,0	0,21
	П/чист.	0,16	1,2	1,0	1,0	1,0	1,1	1,0	1,0	1,0	0,21
Поверхность основания	Черн.	0,16	1,2	1,0	1,0	1,0	1,1	1,0	1,0	1,0	0,21
	П/чист.	0,16	1,2	1,0	1,0	1,0	1,1	1,0	1,0	1,0	0,21
Фасонная поверхность	Черн.	0,16	1,2	1,0	1,0	1,0	1,1	1,0	1,0	1,0	0,21
	П/чист.	0,16	1,2	1,0	1,0	1,0	1,1	1,0	1,0	1,0	0,21

По картам определяем значения скорости резания и поправочных коэффициентов для каждой поверхности и каждой стадии обработки. Полученные данные сводим в таблицу.

$$v_{II} = v_{II_T} K_{v_m} K_{v_n} K_{v_p} K_{v_\phi} K_{v_B} K_{v_T} K_{v_p} K_{v_ж} K_{v_o}$$

Исходя из уточнённого значения скорости резания, находим число оборотов фрезы.

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

По паспорту станка регулирование числа оборотов инструмента – бесступенчатое, максимальное число оборотов приводного инструмента – 4000 об/мин.

Таблица 2.8 – Определение скорости резания и число оборотов при фрезеровании

Поверхность	Стадия обраб.	V _T , м/мин	Поправочные коэффициенты									V, м/мин	n, об/мин
			K _{vм}	K _{vн}	K _{vп}	K _{vφ}	K _{vВ}	K _{vТ}	K _{vр}	K _{vж}	K _{vо}		
Торцевая пов-ть	Черн.	209	1,2	1,0	1,0	1,1	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	248	790
	П/чист	229	1,2	1,0	1,0	1,1	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	272	866
Боковые пов-ти	Черн.	209	1,2	1,0	1,0	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	276	878
	П/чист.	229	1,2	1,0	1,0	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	302	961
Пов-ть ос-нования	Черн.	209	1,2	1,0	1,0	1,1	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	248	790
	П/чист.	229	1,2	1,0	1,0	1,1	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	272	866
Фасонная пов-сть	Черн.	209	1,2	1,0	1,0	1,1	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	248	790
	П/чист.	229	1,2	1,0	1,0	1,1	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	272	866

По картам определяем значения мощности резания и поправочных коэффициентов для каждой поверхности и каждой стадии обработки. Полученные данные сводим в таблицу 2.9.

Таблица 2.9 – Определение мощности при фрезеровании

Поверхность	Стадия обработки	N _T , кВт	Поправочные коэффициенты			N, кВт
			K _{Nм}	K _{Nп}	K _{Nφ}	
Торцевая поверхность	Черн.	12,5	1,2	1,0	1,1	1,65
	П/чист	6,4	1,2	1,0	1,1	0,84
Боковые поверхности	Черн.	12,5	1,2	1,0	1,1	1,65
	П/чист.	6,4	1,2	1,0	1,1	0,84

$L_{рх} = 375+100=475$ мм. Обработка ведётся за 4 чистовых и 4 черновых проходов. Фактическая ширина фрезерования 95 мм.

Фрезерование поверхности основания. Длина обработки $L=361$ мм. Величина врезания и перебега равна диаметру фрезы $l_{вр пер} = 100$ мм. Длина рабочего хода $L_{рх} = 361+100=461$ мм. Обработка ведётся за 2 чистовых и 2 черновых проходов. Фактическая ширина фрезерования 100 мм.

Фрезерование фасонной поверхности. Длина обработки $L=210$ мм. Величина врезания и перебега равна диаметру фрезы $l_{вр пер} = 100$ мм. Длина рабочего хода $L_{рх} = 210+100=310$ мм. Обработка ведётся за 6 чистовых и 6 черновых проходов. Фактическая ширина фрезерования 90 мм.

Подставляем значения в формулы и находим основное и вспомогательное время. Полученные данные сводим в таблицу 2.11.

Таблица 2.11 – Расчёт машинного времени при фрезеровании

Пов-ть	Стадия обработ.	$L_{р.х.}$	i	z	n	S_z	$V_{б.х.}$	T_o	$T_{вс}$
Торцевая по- верхность	Черн.	474	5	7	790	0,21	15000	2,04	0,16
	П/чист	474	5	7	866	0,21	15000	1,87	0,16
Боковые по- верхности	Черн.	475	4	7	878	0,21	15000	1,47	0,13
	П/чист.	475	4	7	961	0,21	15000	1,34	0,13
Поверхность основания	Черн.	461	2	7	790	0,21	15000	0,8	0,06
	П/чист.	461	2	7	866	0,21	15000	0,72	0,06
Фасонная поверхность	Черн.	310	6	7	790	0,21	24000	1,6	0,08
	П/чист.	310	6	7	866	0,21	24000	1,46	0,08
ИТОГО:								11,3	0,86

Обработка концевыми фрезами. Концевыми фрезами обрабатывают фаски, уступ, фрезеруют уступ для заглушки в литейных отверстиях. Обработку производят двумя фрезами. Фрезы диаметром 20 мм, число зубьев – 2.

При фрезеровании концевыми фрезами обработку выполняют за одну (черновую) или за две (черновую и чистовую) стадии.

Необходимое число стадий выбирают исходя из отношения минимального и максимального припуска к диаметру фрезы и показателя числа стадий обработки. $K_{с.о.}$ Показатель числа стадий обработки равен допуску выполняемого размера, умноженному на составляющие показатели числа стадий обработки в зависимости от: твёрдости обрабатываемого материала $K_{\delta m}$; числа зубьев фрезы $K_{\delta z}$; отношения вылета фрезы к диаметру $K_{\delta l}$; отношения ширины фрезерования к диаметру фрезы $K_{\delta b}$.

$$K_{с.о.} = K_{\delta m} K_{\delta z} K_{\delta b}$$

Таблица 2.15 –Расчёт сил резания для концевых фрез

Обрабатываемая поверхность	Стадия обработки	P_{yt}	P_{zt}	Поправочные коэффициенты				P_y	P_z
				K_{Po}	K_{Pm}	K_{Pz}	K_{Pb}		
Фаски	Черновая	815	2315	1,0	0,75	0,75	0,5	229,2	651
Уступы	Черновая	815	2315	1,0	0,75	0,75	0,5	229,2	651
Окна под заглушки	черновая	950	2810	1,0	0,75	0,75	0,5	267	790

Рассчитаем основное и вспомогательное машинное время на переходы, выполняемые концевыми фрезами. Полученные данные сведём в таблицу 2.16.

Фрезерование фасок. Длина обработки $L=190\text{мм}$ $L=375\text{ мм}$. Величина врезания и перебега $L_{вр\ пер} = 0,2D = 0,2 \times 20 = 4\text{ мм}$. Длина рабочего хода $L_{рх} = 190+4=194\text{ мм}$, $L_{рх} = 375+4=379\text{ мм}$. Число проходов при значении $L_{рх} = 190+4=194\text{ мм}$ – 4 прохода; при $L_{рх} = 375+4=379\text{ мм}$ – 2 прохода.

Фрезерование уступов. Длина обработки $L=50-20=30\text{ мм}$. Величина врезания и перебега равна нулю. Тогда $L_{рх} = 30\text{мм}$. Число проходов 8.

Фрезерование окон под заглушку. Длина рабочего хода 130 мм, число проходов – 6.

Таблица 2.16 –Расчёт машинного времени

Поверхность	Стадия обработки	$L_{р.х.}$	i	z	n	S_z	$V_{б.х.}$	T_o	T_{bc}
Фаски	Черновая	194	4	2	644	0,075	24000	8,03	0,03
		379	2	2	644	0,075	15000	7,85	0,05
Уступы	Черновая	30	8	2	644	0,075	24000	2,48	0,01
Окна под заглушки	Черновая	130	6	2	773	0,15	15000	3,36	0,05
ИТОГО:								21,72	0,14

Рассчитаем режимы резания при расточке отверстий. Выбираем одну стадию обработки – черновую.

Значение подачи выбирается в зависимости от обрабатываемого материала, глубины резания. Эти значения подач корректируются с учётом поправочных коэффициентов. Для черновой стадии обработки в зависимости от: инструментального материала $K_{си}$; состояния поверхности заготовки $K_{сп}$; диаметра детали K_{SD} ; геометрических параметров резца $K_{сф}$; механических свойств обрабатываемого материала K_{SM} ; вылета резца K_{SL} .

Установ Б.

На установе Б используется такой же инструмент, как и на установе А. Режимы резания такие же.

Операция 010

Рассчитаем основное и вспомогательное время для всех инструментов.

Таблица 2.17 – Расчёт машинного времени

Пов-ть	Стадия обраб.	L _{р.х.}	i	z	n	S _z	V _{б.х.}	T _о	T _{вс}
Торцевая пов-ть	Черн.	474	5	7	790	0,21	15000	2,04	0,16
	П/чист	474	5	7	866	0,21	15000	1,87	0,16
Пов-ть основания	Черн.	461	2	7	790	0,21	15000	0,8	0,06
	П/чист.	461	2	7	866	0,21	15000	0,72	0,06
Фасонная пов-сть	Черн.	230	6	7	790	0,21	24000	1,19	0,06
	П/чист.	230	6	7	866	0,21	24000	1,08	0,06
Окна под заглушки	Черновая	115	12	2	773	0,15	15000	5,95	0,09
		60	12	2	773	0,15	15000	3,1	0,05
Фаски	Черновая	379	2	2	644	0,075	24000	7,85	0,03
ИТОГО:								24,6	0,73

Рассчитаем основное и вспомогательное машинное время для расточного резца. Длина обработки 157 мм, длина рабочего хода 160 мм. Глубина резания 3,125 мм, число проходов – 4.

$$T_o = (160 \cdot 4) / (0,5 \cdot 198) = 6,46 \text{ мин};$$

$$T_{вс} = (160 \cdot 4) / 15000 = 0,04 \text{ мин}.$$

025 Шлифовальная

На данной операции выполняется шлифовка поверхности зеркал. Операция выполняется на плоскошлифовальном станке модели 3Б722. используемое станочное приспособление – магнитный стол. По нормативной литературе подберём режимы резания для данной операции.

Скорость вращения круга – 30 м/с; скорость заготовки предварительная 20 м/мин, окончательная 15 м/мин; глубина резания на предварительных переходах 0,015 мм, на окончательных – 0,005 мм; продольная подача на предварительных переходах 0,4 мм, на окончательных 0,2мм.

Таблица 2.20 – Расчёт режимов резания

Переход	Стадия обраб.	V _T , м/мин	Поправочные коэффициенты							V, м/мин	n, об/мин
			K _{vc}	K _{vo}	K _{vf}	K _{vm}	K _{vφ}	K _{vT}	K _{vЖ}		
Торцовка	Чистовая	210	1	1	1,1	1,3	1	1	1	300	152
Расточить Ø240	П/чист.	185	1	1	1,1	1,3	1	1	1	264	350
	Чистовая	327	1	1	1,1	1,3	1	1	1	467	620
	Отдел.	430	1	1	1,1	1,3	1	1	1	615	816
Расточить Ø265	П/чист.	185	1	1	1,1	1,3	1	1	1	264	317
	Чистовая	300	1	1	1,1	1,3	1	1	1	429	515
Расточить Ø271,2	П/чист.	185	1	1	1,1	1,3	1	1	1	264	310
Расточить Ø266,752	П/чист.	185	1	1	1,1	1,3	1	1	1	264	316
Расточить Ø275	П/чист	185	1	1	1,1	1,3	1	1	1	264	306
	Чистовая	303	1	1	1,1	1,3	1	1	1	433	500
Зачистка обратным резцом	Получистовая	185	1	1	1,1	1,3	1	1	1	265	310
Прорезка канавок	Получистовая	131	1,3	1	1	1	1	-	-	170	197
Нарезка резьбы	Чистовая	145	1	1	0,75	0,6	-	-	-	65	77

По нормативам определяем, составляющие силы резания – осевую R_x и радиальную R_y. Полученные данные сводим в таблицу 2.21.

Таблица 2.21 – Определение сил резания

Переход	Стадия обработки	R _x	R _y
Торцовка	Чистовая	750	270
Расточить Ø240	Черновая	750	270
	П/Чистовая	530	160
	Чистовая	530	160

Окончание таблицы 2.21

Переход	Стадия обработки	R _x	R _y
Расточить Ø265	Черновая	750	270
	П/Чистовая	530	160
Расточить Ø271,2	Черновая	750	270
Расточить Ø266,752	Черновая	750	270
Расточить Ø275	Черновая	750	270
	П/Чистовая	530	160
Зачистка обратным резцом	Получистовая	750	270
Нарезание канавок	Получистовая	530	160
Нарезание резьбы	Чистовая	1560	780

Определяем основное и вспомогательное машинное время для токарной обработки. Полученные данные сводим в таблицу 2.22.

Таблица 2.22 – Расчёт машинного времени

Переход	Стадия обработки	Длина рабочего хода, L _{рх} , мм	Число проходов, i	S, мм/об	n, об/мин	V х.х.	T _о , мин	T _{вс} , мин
Торцовка	Чистовая	397	1	0,47	152	24000	5,55	0,02
Расточить D240	П/чист.	156	1	0,5	350	15000	0,89	0,01
	Чистовая	156	1	0,12	620	15000	2,1	0,01
	Отдел.	156	1	0,1	816	15000	1,91	0,01
Расточить Ø265	П/чист.	158	1	0,44	317	15000	1,13	0,01
	Чистовая	158	1	0,19	515	15000	1,62	0,01
Расточить Ø271,2	П/чист.	97,5	2	0,44	310	15000	1,43	0,01
Расточить Ø266,752	П/чист.	38,5	1	0,5	316	15000	0,24	0,01
Расточить Ø275	П/чист	16,5	1	0,44	306	15000	0,12	0,01
	Чистовая	16,5	2	0,14	500	15000	0,47	0,01
Зачистка обратным резцом	Получистовая	8	2	0,44	310	15000	0,11	0,01

Таблица 2.26 – Мощность резания при сверлении

Инструмент	N _T , кВт	P _T , Н	коэффициенты		коэффициенты		N, кВт	P, Н	
			K _{NM}	K _{Ni}	K _{PM}	K _{Pi}			
Сверло Ø2	0,13	460	1,1	-	1,1	-	0,12	418	
Сверло Ø8,2	0,35	1154	1,1	-	1,1	-	0,32	1049	
Сверло Ø11,8	1,1	3755	1,1	-	1,1	-	1	3413	
Сверло Ø14	1,64	6124	1,1	-	1,1	-	1,49	5567	
Сверло Ø18,25	S=0,1	0,9	2766	1,1	-	1,1	-	0,8	2515
	S=0,2	1,15	4635	1,1	-	1,1	-	1,05	4213
Сверло Ø21	2,5	10665	1,1	-	1,1	-	2,27	9695	
Сверло Ø43	3,26	9600	1,1	-	1,1	-	2,96	8727	
Развёртка Ø12	0,5	34	1,1	3,1	1,1	4,5	1,4	139	
Метчик Rc 1/2»	0,94	54	1,1	-	1,1	-	0,85	49	
Метчик Rc 1/8”	0,07	0,6	1,1	-	1,1	-	0,06	0,54	
Метчик Rc 1 ½	0,76	140	1,1	-	1,1	-	0,69	127,3	

Значение мощности и осевой силы резания не превышают паспортные данные станка. Выбранные режимы резания оставляем без изменения. Все режимы резания сводим в таблицу 2.27 и рассчитываем основное и вспомогательное машинное время.

Таблица 2.27 – Расчёт машинного времени при сверлении

Инструмент	Длина рабочего хода	Число проходов	S мм/об	n, об/мин	V х.х. мм/мин	T _о , мин	T _{вс} , мин
Сверло Ø2	8	1	0,077	4000	15000	0,03	0,01
Сверло Ø8,2	204	1	0,088	1840	15000	1,26	0,01
Сверло Ø11,8	23	1	0,32	987	15000	0,07	0,01
Сверло Ø14	49	1	0,43	1066	15000	0,1	0,01
Сверло Ø18,25	279	2	0,11	686	15000	7,4	0,02
	214	2	0,22	665	15000	2,9	0,02
Сверло Ø21	70	4	0,46	646	15000	0,94	0,01
Сверло Ø43	312	2	1,13	257	15000	2,15	0,01
Развёртка Ø12	20	1	0,77	562	15000	0,05	0,01
Метчик Rc 1/2»	17	8	1,814	275	15000	0,27	0,01

15.03.05.2018.128. ПЗ

Лист

68

Изм. Лист № докум. Подпись Дата

Окончание таблицы 2.27

Инструмент	Длина рабочего хода	Число проходов	S мм/об	n, об/мин	V х.х. мм/мин	To, мин	Tвс, мин
Метчик Rc 1/8"	10	2	0,907	540	15000	0,04	0.01
Метчик Rc 1 1/2	28	4	2,309	157	15000	0,3	0,01
ИТОГО:						15,51	0,14

Рассчитаем режимы резания для концевых и резьбовых фрез. Диаметр фрез 12 мм, на каждой фрезе установлена 1 режущая пластина, следовательно, 1 зуб. Глубина резания при фрезеровании паза при L=158 – 3 мм; при L=33,5 – 5 мм.

По нормативам назначим подачу для каждого инструмента, пересчитаем с учётом коэффициентов. Полученные данные сведём в таблицу 2.28.

Таблица 2.28 – Расчёт подачи на зуб для концевых фрез

Обрабатываемая поверхность		Стадия обработки	S _{зт} , мм/зуб	Поправочные коэффициенты				S _z , мм/зуб
				K _{Sm}	K _{Sn}	K _{Sz}	K _{S1}	
Фрезер. Паз	L=158	Чистовая	0,03	1,2	0,8	1,5	1	0,043
	L=33,5	Чистовая	0,03	1,2	0,8	1,5	1	0,043
Резьба M16		Чистовая	0,03	1,2	0,8	1,5	1	0,043
Резьба M24		Чистовая	0,03	1,2	0,8	1,5	1	0,043

По нормативам определяем табличную скорость резания, поправочные коэффициенты. Рассчитываем уточнённое значение скорости резания, рассчитываем число оборотов фрез. Полученные данные сводим в таблицу 2.29.

Таблица 2.29 – Расчёт режимов резания для концевых фрез

Обрабатываемая поверхность		Стадия обработки	V _T , мм/об	Поправочные коэффициенты							V, мм/об	n, об/мин
				K _{VO}	K _{VM}	K _{VH}	K _{VT}	K _{VВ}	K _{Vп}	K _{Vж}		
Фрезер. паза	L=158	Чист.	29	1,0	1,35	1,0	1,0	1,2	1,0	1,0	47	1247
	L=33,5	Чист.	29	1,0	1,35	1,0	1,0	1,2	1,0	1,0	47	1247
Резьба M16		Чист.	29	1,0	1,35	1,0	1,0	1,2	1,0	1,0	47	1247
Резьба M24		Чист.	29	1,0	1,35	1,0	1,0	1,2	1,0	1,0	47	1247

По нормативам определяем табличные значения мощности резания, поправочные коэффициенты. Рассчитываем уточнённое значение мощности резания. Полученные данные сводим в таблицу 2.30.

Таблица 2.30 – Определение мощности резания

Обрабатываемая поверхность	по-	Стадия обработки	N_r , кВт	Поправочные коэффициенты							N , кВт
				K_{NO}	K_{NM}	K_{Ni}	K_{NT}	K_{NB}	K_{Ni}	$K_{Nж}$	
Фрезер паз	L=158	Чист.	0,52	1,0	0,75	1,0	1,0	1,2	1,0	1,0	0,47
	L=33,5	Чист.	0,52	1,0	0,75	1,0	1,0	1,2	1,0	1,0	0,47
Резьба М16		Чист.	0,52	1,0	0,75	1,0	1,0	1,2	1,0	1,0	0,47
Резьба М24		Чист.	0,52	1,0	0,75	1,0	1,0	1,2	1,0	1,0	0,47

По нормативам определяем табличные значения составляющих силы резания, поправочные коэффициенты. Рассчитываем уточнённое значение составляющих силы резания. Полученные данные сводим в таблицу 2.31.

Таблица 2.31 – Определение сил резания

Обрабатываемая поверхность	Стадия обработки	P_{yt}	P_{zt}	Поправочные коэффициенты				P_y	P_z
				K_{Po}	K_{PM}	K_{Pz}	K_{PB}		
Фрезерование пазов	Чист.	815	2315	1,0	0,75	0,75	0,5	230	651
Резьба М16	Чист.	815	2315	1,0	0,75	0,75	0,5	230	651
Резьба М 24	Чист.	815	2315	1,0	0,75	0,75	0,5	230	651

Рассчитаем основное и вспомогательное машинное время обработки. Полученные данные сведём в таблицу 2.32

Таблица 2.32 – Расчёт машинного времени

Поверхность	Стадия обработки	$L_{р.х.}$	i	z	n	S_z	$V_{б.х.}$	T_o	T_{bc}
Резьба М 16	Чистовая	213	1	1	1247	0,043	15000	4,12	0,01
Резьба М 24	Чистовая	678	4	1	1247	0,043	15000	50,5	0,03
Фрезерование пазов	Чистовая	164	1	1	1247	0,043	24000	3,1	0,01
		55,5	1	1	1247	0,043	15000	1,04	0,01
ИТОГО:								58,76	0,06

Таблица 2.40 – Определение режимов резания при сверлении

Инструмент	V _T , м/мин	Поправочные коэффициенты								V, м/мин	n, об/мин
		K _{VM}	K _{V3}	K _{VЖ}	K _{VT}	K _{VП}	K _{VИ}	K _{V1}	K _{VW}		
Сверло Ø7,8	26	1,1	1	1	1	1	1	1	1	28,6	1167
Сверло Ø14	19,4	1,1	1	1	1	1	1	1	1	21,3	485
Развёртка Ø12	15	1,1	0,98	1	1	1	1	0,7	1	11,3	300

По нормативам режимов резания определяем крутящий момент и мощность резания. Уточняем значения по поправочным коэффициентам. Полученные данные сводим в таблицу 2.41.

Таблица 2.41 – Расчёт мощности резания

Инструмент	N _T , кВт	P _T , Н	коэффициенты		коэффициенты		N, кВт	P, Н
			K _{NM}	K _{Ni}	K _{PM}	K _{Pi}		
Сверло Ø7,8	0,44	1498	1,1	-	1,1	-	0,4	1361
Сверло Ø14	1,64	6124	1,1	-	1,1	-	1,49	5567
Развёртка Ø8	0,49	30	1,1	3,1	1,1	4,5	1,38	122,7

Значение мощности и крутящего момента не превышают паспортные данные станка. Выбранные режимы резания оставляем без изменения. Все режимы резания сводим в таблицу 2.42 и рассчитываем основное и вспомогательное машинное время.

Таблица 2.42 – Расчёт машинного времени

Инструмент	Длина рабочего хода	Число про- ходов	S мм/об	n, об/мин	V х.х. мм/мин	T _о , мин	T _{вс} , мин
Сверло Ø7,8	30	2	0,15	1167	15000	0,34	0,01
Сверло Ø14	45	4	0,43	485	15000	0,86	0,01
	32	8	0,43	485	15000	1,23	0,01
Развёртка Ø8	28	2	0,64	300	15000	0,29	0,01
ИТОГО:						2,72	0,04

Рассчитаем режимы резания для концевой, резьбовой и дисковой фрез. Диаметр резьбовой фрезы 12 мм, число зубьев – 1. при фрезеровании резьбы M16 L=35 L_{рх} = 213мм, число проходов 4; при L=23 мм L_{рх}=150 мм, число проходов 8. Диаметр концевой фрезы – 20 мм, число зубьев – 2. Глубина резание при фрезеровании паза концевой фрезой – 10 мм, длина обработки 65 мм, число проходов 6.

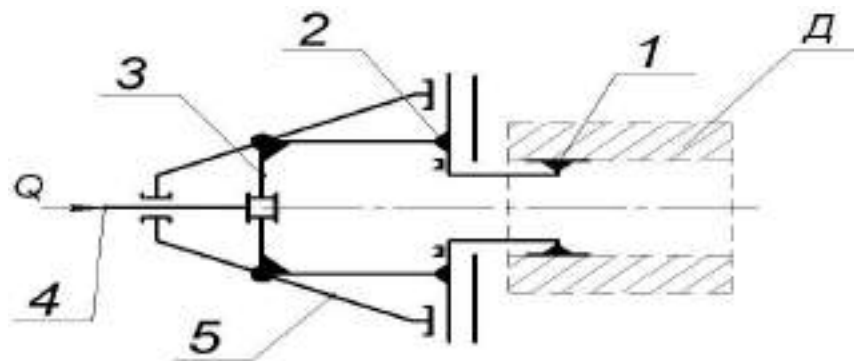


Рисунок 3.2 – Схема рычажного механизма

3.1.3 Расчет основных элементов приспособления

Силу закрепления можно рассчитать по следующей формуле:

$$P_3 = KP_z/3 \cdot f,$$

Где K – коэффициент запаса; D_3 – диаметр обрабатываемой заготовки; f – коэффициент трения. На рисунке 2.3 показана расчетная схема.

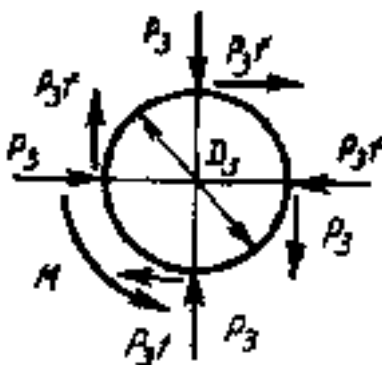


Рисунок 3.3 – Расчётная схема

Коэффициент запаса K вводят в формулы вычисления силы P_3 для обеспечения надёжного закрепления заготовки

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

В формуле используются следующие коэффициенты.

Коэффициент гарантированного запаса $K_0 = 1,5$. Коэффициент K_1 учитывает увеличение сил резания из-за случайных неровностей на обрабатываемой поверхности, при черновой обработке $K_1 = 1,2$.

Коэффициент K_2 характеризует увеличение сил резания при затуплении режущего инструмента. На 010 операции выполняется черновое точение и черновое фрезерование. При точении $K_2 = 1,2$, при фрезеровании торцевой фрезой $K_2 = 1,6$. Примем $K_2 = 1,6$.

Коэффициент K_3 учитывает увеличению сил резания при прерывистой обработке. При прерывистом точении и торцевом фрезеровании $K_3 = 1,2$.

Силу на приводе рассчитаем по следующей формуле

$$Q = P_3 \cdot l_2 / (l_1 \cdot \eta)$$

$$\eta = 0,9$$

$$Q = 18768 \cdot 110 / 30 \cdot 0,9 = 76462 \text{ Н.}$$

Так же сила на приводе в зависимости от диаметра пневмоцилиндра рассчитывается по формуле

$$Q = ((\pi \cdot D^2) / 4) \cdot \eta.$$

Тогда диаметр пневмоцилиндра рассчитаем по следующей формуле

$$D = \sqrt{(4Q / \pi \eta)} = \sqrt{(4 \cdot 76462 / 3,14 \cdot 0,95)} = 220 \text{ мм.}$$

По полученным размерам вычертим станочное приспособление – трехкулачковый патрон с пневмозажимом.

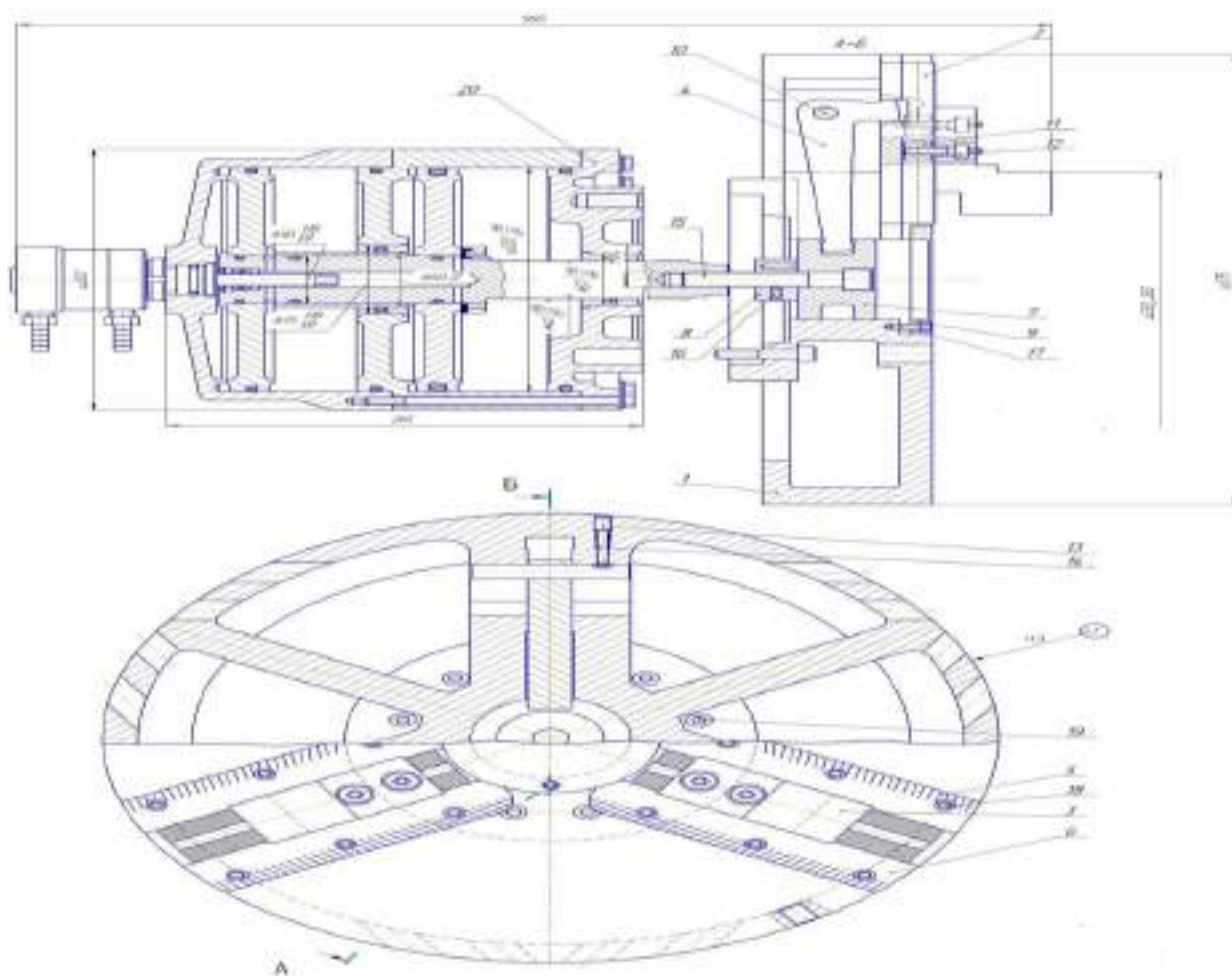


Рисунок 3.5 – Трехкулачковый патрон с пневмозажимом

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2018.128. ПЗ

Лист

83

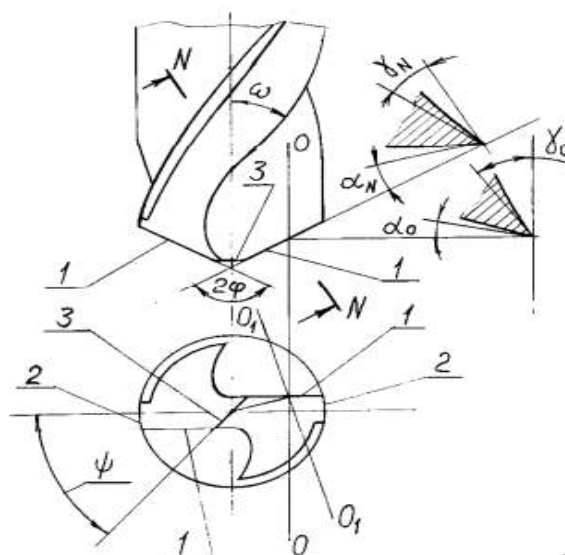


Рисунок 3.7 – Режущая часть сверла

Режущая часть сверла. Участки сверла, производящие резание, образуют режущую часть сверла, изображенную на рисунке 3.7. Режущая часть имеет две главные 1, две вспомогательные 2 и одну поперечную режущие кромки. Главные режущие кромки наклонены к оси сверла под углом φ – главным углом в плане. Обычно рассматривают не угол φ , а его удвоенное значение 2φ – угол при вершине. Для данного сверла $2\varphi=136^\circ$. Поперечная кромка 3 с проекциями режущих кромок образует угол ψ – угол наклона поперечного лезвия, для выбранного сверла $\psi=127^\circ$. Передний угол главных режущих кромок γ_N определяется в нормальном сечении и является величиной переменной. Наибольшее её значения на периферии сверла, а наименьшее в центре. Передний угол может быть определён и в цилиндрическом сечении – в каждой точке режущей кромки он равен углу наклона винтовой канавки. Задний угол главных режущих кромок сверла, как и передний, может измеряться в двух сечениях: в цилиндрическом α и нормальном α_N . Угол наклона винтовой канавки сверла ω оказывает влияние на прочность и жёсткость сверла, а так же на стружкоотвод, для выбранного сверла $\omega=36^\circ$.

Иногда кроме угла наклона винтовой канавки задаётся и шаг винтовых канавок

$$p=\pi D/\text{tg}\omega.$$

В процессе обработки в сверле возникают напряжения, что может привести к поломке сверла. Поэтому рассчитаем сверло на прочность[14]. При расчёте напряжений от изгиба сверло рассматривается как консольная балка, нагруженная неравномерной радиальной силой P .

Расчёт напряжений изгиба в произвольной точке любого сечения можно производить по формуле

$$\sigma=(y \cdot M \cdot \sin \alpha / J_z) + (z \cdot M \cdot \cos \alpha / J_y),$$

где M – изгибающий момент в произвольном сечении В-В [$M=P_0 \cdot (l-x)$], где P – осевая сила резания,

l – длина вылета сверла, x – расстояние от заделки до рассматриваемого сечения, y и z – координаты рассматриваемой точки, α – угол разворота рассматриваемого сечения относительно сечения А-А заделки, J_y и J_x – главные моменты инерции сечения, расчет представлен на рисунке 3.8

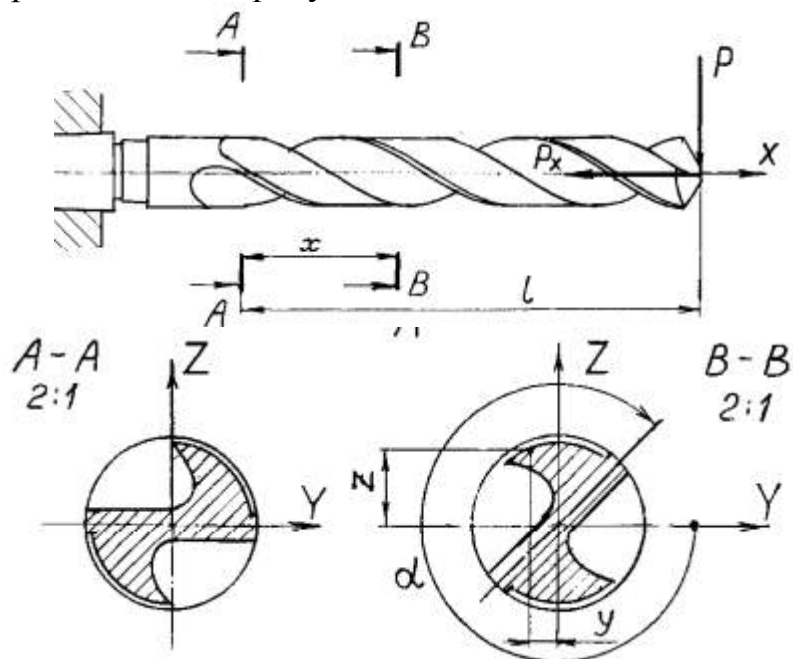


Рисунок 3.8 – Расчёт сверла на прочность

При расчёте режимов резания $P_0=4213$ Н, по геометрическим характеристикам $l=302$ мм, x примем равным 100 мм, значение координат $y=4$ мм, $z=4$ мм, $\alpha=30^\circ$. Значение момента инерции рассчитывается по формуле

$$J_z = J_y = 0,05d^4.$$

$$J_z = J_y = 0,05 \cdot 18,25^4 = 5546 \text{ мм}^4.$$

$$M=4213 (302-100)=851026 \text{ Н/мм}.$$

$$\sigma = (4 \cdot 851026 \cdot \sin 30^\circ / 5546) + (4 \cdot 851026 \cdot \cos 30^\circ / 5546) = 307 + 532 = 839 \text{ Н}$$

Продольный изгиб наблюдается при нагружении сверла осевой силой P_0 , при этом критические напряжения равны

$$\sigma_{кр} = P_0/F, \text{ где } F \text{ – площадь сечения сверла.}$$

$$F = \pi r^2 = 3,14 \cdot 9,125^2 = 261,45 \text{ мм}^2$$

$$\sigma_{кр} = 4213/261,45 = 1611 \text{ Н}$$

Критический изгибающий момент больше, чем изгибающий момент на сверле в процессе сверления, следовательно, сверло не сломается во время работы.

3.3 Проектирование измерительного инструмента

Разработка контрольных приспособлений, обеспечивающих контроль параметров всех деталей является одной из первостепенных задач данного раздела [4].

Выбранную КИМ необходимо оснастить измерительной головкой. На современных КИМ для увеличения производительности применяют сканирующие измерительные головки. При сканирующем режиме головка вводится в натяг с деталью и движется по определённой траектории, с постоянным или переменным шагом фиксируются координаты точек вдоль траектории.

Измерительные головки позволяют измерять перемещение наконечника относительно корпуса головки благодаря встроенным датчикам малых перемещений. Из двух разновидностей сканирующих головок (активные и пассивные), выбираю пассивную, поскольку такие головки применяются для контроля обычной механической обработки 7-8 качества, хотя активные являются более точными. Для обеспечения доступа к сложным измерительным поверхностям детали (канавки, карманы, шпоночный паз, глубокое сверление и растачивание) и упрощения расчётных операций, базовая часть КИМ снабжается поворотными устройствами, а именно поворотная измерительная головка.

Выбираем сканирующую систему SP25. SP25 – это два датчика в одном, что позволяет выполнить сканирование и обычные контактные измерения средствами одной и той же измерительной системы. Датчик P25 позволяет выполнять контактные измерения с возможностью выбора оптимальной конфигурации измерительной системы для каждой конкретной задачи. Компактность и наличие автоматического стыкового соединения делают SP25 совместимым с моторизированными и фиксируемыми головками. Таким образом, выбираем моторизированную головку фирмы Renishaw модели RH10MQ, изображённую на рисунке 3.10.

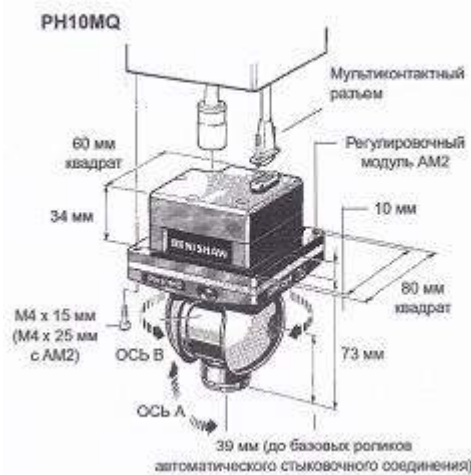


Рисунок 3.10 – Мультиконтактная моторизированная головка RH10MQ

Она представляет собой универсальную моторизированную шаговую головку с мультиконтактным автоматическим соединением. Головка имеет 720 дискретных повторяемых положений, позволяющих менять положение датчика с шагом $7,5^\circ$. Схема присоединения дополнительных устройств для измерительной головки RH10MQ представлена на рисунке 3.11

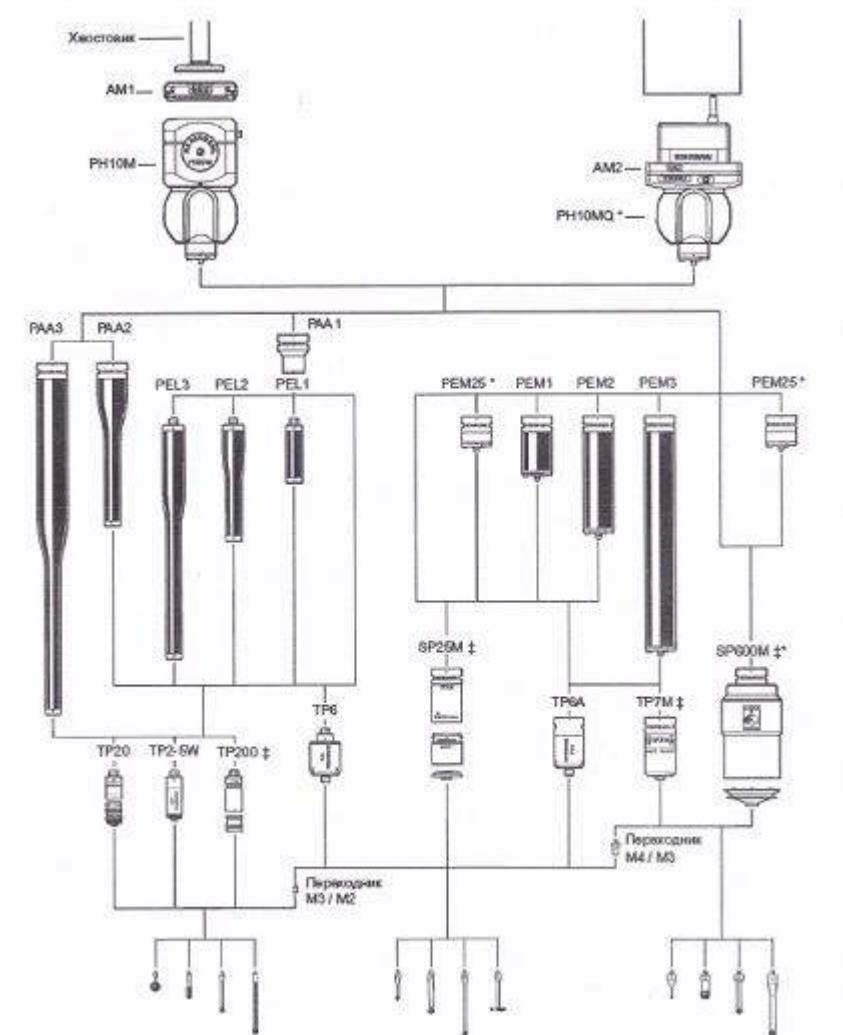


Рисунок 3.11 – Схема присоединения дополнительных устройств для измерительной головки PH10MQ

Для измерений выбираем щупы с измерительными шариками из рубина, материал стержня – карбид вольфрама. Присоединительный размер щупа – резьба М3.

Перед процессом работы необходимо произвести первичную калибровку. В процессе измерения детали пользоваться системой координат машины (СКМ) неудобно, поэтому выполняют привязку к дополнительным СК. К ним относится система координат машины относительная СКО. Так вот, при первичной калибровке выполняется привязка СКО к центру калибрующей сферы.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2018.128. ПЗ

2. Анализ элементов, определение контролируемых параметров. При определении контролируемых параметров помним, что измеренный размер – это размер заменяющего элемента. Каждый размер состоит из размера заменяющего элемента плюс погрешность формы. Максимальное количество точек задаёт лимитирующий параметр.

Параметры для цилиндров: размер (с чертежа), погрешность формы, координатный размер, погрешность расположения.

Параметры для плоскости: размер (с чертежа), погрешность формы, погрешность расположения.

3. Выбор стратегии измерения для каждого элемента. Измерение по минимальному количеству точек производят для свободных поверхностей, в остальных случаях – многоточечное измерение.

4. Выбор критерия аппроксимизации для многоточечных элементов. Координатная метрология использует три основных критерия аппроксимизации, каждый критерий даёт своё значение заменяющего элемента и его положения в пространстве. В данном случае для всех элементов был выбран принцип Тейлора (заменяющий элемент должен находиться вне материала детали таким образом, чтобы суммарное расстояние от него до измеряемых точек было минимально).

На рисунке 3.14 показана схема измерения детали Корпус. При измерении датчик начинает свою траекторию движения с первой точки (зелёный цвет) и заканчивает в последней точке (красный цвет). Для контроля плоскостей применяется стратегия «сетка на плоскости», для отверстий – «сетка спираль».

При измерении деталь устанавливается в упор, обеспечивая тем самым технологический ноль детали.

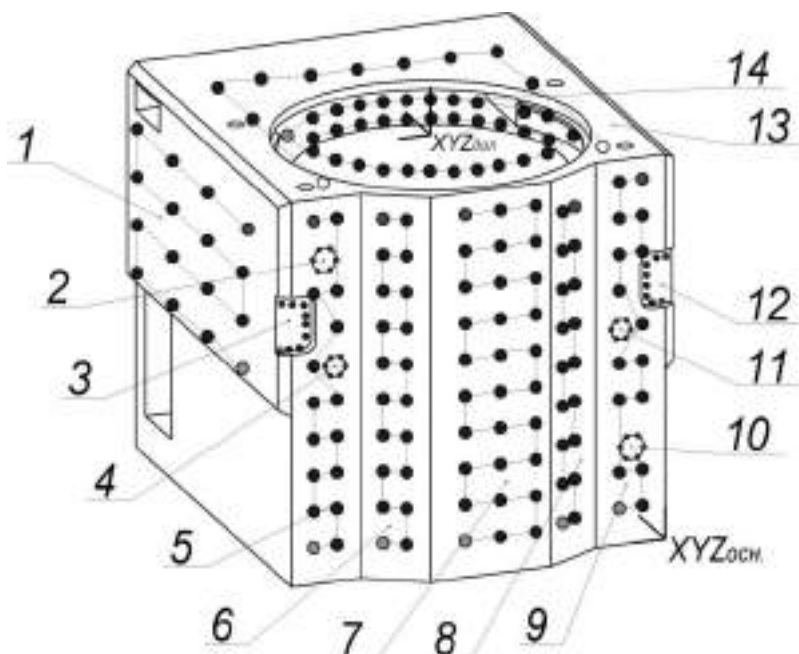


Рисунок 3.14 – Схема измерения детали «Корпус»

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2018.128. ПЗ

Лист

92

Таблица 3.2 Заменяющие элементы при контроле детали «Корпус»

Поверхность	Заменяющий элемент	Минимальное число точек для измерения	Принятое число точек для измерения
Поверхность 1	Плоскость	3	16
Поверхность 2	Цилиндр	5	30
Поверхность 3	Плоскость	3	10
	Цилиндр	5	10
Поверхность 4	Цилиндр	5	30
Поверхность 5	Плоскость	3	16
Поверхность 6	Плоскость	3	20
Поверхность 7	Плоскость	3	30
Поверхность 8	Плоскость	3	20
Поверхность 9	Плоскость	3	16
Поверхность 10	Цилиндр	5	30
Поверхность 11	Цилиндр	5	30
Поверхность 12	Плоскость	3	10
	Цилиндр	5	10
Поверхность 13	Плоскость	3	11
Поверхность 14	Цилиндр	5	50

Вывод

В конструкторском разделе была спроектирована и рассчитана технологическая оснастка:

- трехкулачковый самоцентрирующийся патрон с пневмозажимом;
- спиральное сверло;
- выбрана контрольно-измерительная машина для контроля детали.

4 СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

4.1 Выбор и определение количества оборудования и работающих

Предлагается выполнить рациональную планировку участка механической обработки деталей типа «Корпус».

4.1.1 Исходные данные

Деталь Корпус, годовая программа 5000 шт, масса изделия – 195 кг. Трудоёмкость изготовления единицы изделия: механическая обработка: токарные работы $T_{шт}=188,3$ мин = 3,14 час; плоскошлифовальные работы $T_{шт}=168,1$ мин = 2,8 час; итого $T_c=357$ мин, слесарная обработка $T_c=30$ мин = 0,5 час.

В процессе расчёта планировки участка механической обработки необходимо:

а) Произвести расчет по технико-экономическим показателям потребного количества основного металлорежущего оборудования, сборочных станков, транспортного оборудования, вспомогательного оборудования, рабочего состава и площадей механосборочного цеха, в том числе отдельно по каждому из его производственных и вспомогательных отделений (участков), для обеспечения заданной программы выпуска изделий.

б) Составить схему компоновки цеха (план размещения отделений цеха и его служб) со степенью подробности, указанной ниже.

в) Определить основные технико-экономические показатели цеха[15].

4.1.2 Определение затрат времени

1. Определение трудоёмкости механической обработки.

Определение трудоёмкости механической обработки выполняют по следующей формуле:

$$T_i = T_{шт} \cdot П$$

Токарные работы: $T_i = 3,14 \times 5000 = 15700$ час

Плоскошлифовальные работы: $T_i = 2,8 \times 5000 = 14000$ час

Слесарные работы: $T_i = 0,5 \times 5000 = 2500$ час

На основе полученных технологических данных создаём и производим расчет предметно замкнутого участка по изготовлению деталей Подушка 1-209916. Основным параметром потока является такт линии, который определяется по формуле:

$$r = F_q \cdot 60 / N$$

где N – годовая программа, F_q – действительный годовой фонд времени работы линии, ч. Находим

$$F_q = \Phi \cdot N \cdot m \cdot k$$

									Лист
									94
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

15.03.05.2018.128. ПЗ

После окончания технологического процесса изготовления детали предусмотрен окончательный (приемочный) контроль готовой продукции.

Готовые изделия упаковываются и их отправляют на склад готовой продукции.

4.7 Организация рабочего места

Рабочее место – это первичное звено производства, от качества работы которого, зависят результаты деятельности всего завода.

Задачей организации рабочего места является создание такой конструкции оснастки и такого расположения оборудования, заготовок, готовых деталей, при которых отсутствуют лишние и нерациональные движения и приемы (повороты, нагибания, приседания и т.д.), максимально сокращаются расстояния перемещения рабочего.

Схема организации рабочего места должна соответствовать характеру производства. В условиях единичного производства выполнение на рабочем месте большого числа разнообразных операций требует наличия всевозможных инструментов, приспособлений, а отсюда и соответствующего инвентаря для его хранения и расположения.

Наиболее значительные изменения в организации рабочего места происходят под влиянием механизации и автоматизации производства. Так на рабочих местах автоматических и непрерывно-поточных линий никаких видов специального стационарного инвентаря, как правило, не предусматривается.

При многостаночной работе планировка рабочего места должна обеспечивать наиболее удобное для рабочего расположение органов управления всех обслуживаемых станков и минимальную затрату времени на переходы от одного станка к другому.

										Лист
										100
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

15.03.05.2018.128. ПЗ

4.8 Выбор типов, формы и определение размеров здания

Высота здания определяется по формуле

$$H = H_1 + h,$$

$$H_1 = k + z + e + f + c,$$

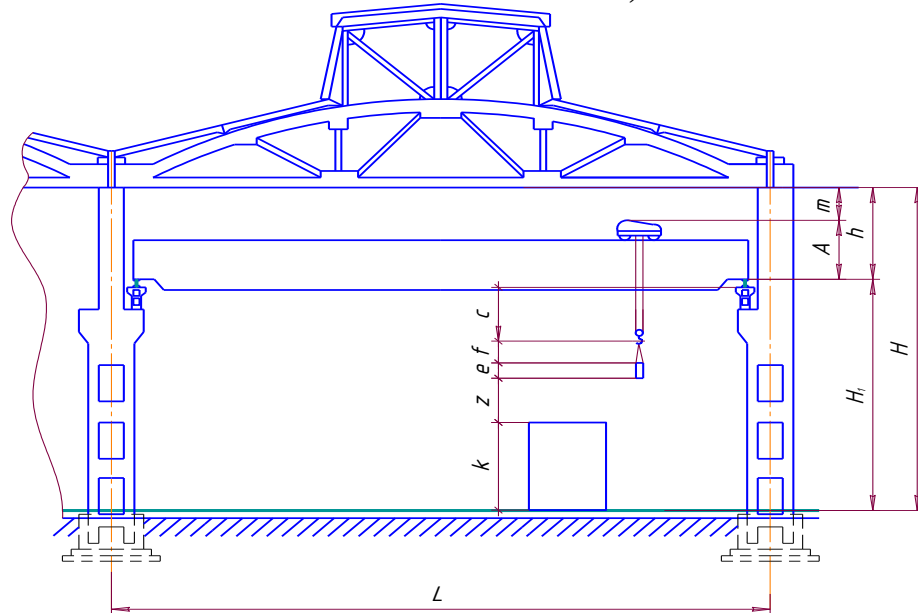


Рисунок 4.1 – Схема для определения ширины и высоты пролета цеха где k – высота наиболее высокого станка; если станки невысокие, то этот размер принимается 2,29 м,;

z – промежуток между транспортируемым изделием, поднятым в крайнее верхнее положение, и верхней точкой наиболее высокого станка (оборудования); этот промежуток принимается равным 0,5–1,0 м;

e – высота наибольшего по размеру изделия в положении транспортирования, м;

f – расстояние от верхней кромки наибольшего транспортируемого изделия до центра крюка крана в верхнем его положении, необходимое для захвата изделия цепью или канатом и зависящее от размеров изделия; принимается не менее 1 м;

c – расстояние от предельного верхнего положения крюка до горизонтальной линии, проходящей через вершину головки рельса; принимается по стандартам электрических мостовых кранов; величина этого расстояния колеблется в пределах от 0,5 до 1,6 м в зависимости от конструкции и грузоподъемности крана.

$$H_1 = 2290 + 700 + 240 + 1000 + 800 = 5030 \text{ (мм)}.$$

$$h = A + m,$$

A – высота электрического электротельфера, $A = 1000$ мм

m – расстояние, между верхней точкой крана и нижней точкой перекрытия, $m = 870$ мм.

$$H = 5030 + 400 + 870 = 6300 \text{ мм}.$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2018.128. ПЗ

Лист

101

Масса детали Корпус 1-209916 $m=195$ кг, для установки и переустановки детали возле каждого станка установлен кран укосина.

5.2 Обеспечение санитарно-гигиенических условий труда

5.2.1 Организация микроклимата

Для эффективной трудовой деятельности необходимо обеспечение требуемой чистоты воздуха и нормальных климатических условий. Микроклимат производственных помещений определяется действующим на организм человека сочетанием температуры, влажности и скорости движения воздуха, а также температурой окружающих поверхностей.

В соответствии с ГОСТ 12.1.005-88, значения температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха устанавливаются для рабочей зоны производственных помещений в зависимости от категории тяжести выполняемой работы и периода года.

По виду выполняемых работ участок относится к лёгкой категории по тяжести выполняемой работы (энергозатраты не превышают 172 Дж/с). В холодный и переходный период (температура наружного воздуха $<10^{\circ}\text{C}$) температура 20...23 $^{\circ}\text{C}$, относительная влажность 40...60%, скорость воздуха не более 0,2 м/с, в теплый период (температура наружного воздуха $>10^{\circ}\text{C}$) температура 22...25 $^{\circ}\text{C}$, относительная влажность 40...60%, скорость воздуха не более 0,2 м/с.

Ввиду того, что на участке нет мест концентрации выделения вредных веществ, влаги, избыточного тепла и пыли, для их удаления организована общеобменная механическая приточно-вытяжная вентиляция. Для очистки поступающего воздуха предусмотрен фильтр, в зимнее время воздух обогревается при помощи калорифера.

С целью поддержания в зимнее время нормируемой температуры на участке организована местная система водяного отопления.

5.2.2 Организация производственного освещения

При недостаточной освещенности и плохом качестве освещения состояние зрительных функций человека находится на низком исходном уровне, повышается утомление зрения в процессе выполнения работы, возрастает риск производственного травматизма. В тоже время существует опасность отрицательного влияния на органы зрения слишком большой яркости источников света, а также больших перепадов яркости соседних объектов. Чтобы не утомлялось зрение, станки, слесарные столы и тумбочки окрашены в светло-зеленый цвет. Рукоятки и кнопки на станках выделены. Для освещения в светлое время суток предусмотрены световые фонари и боковые окна. Для освещения в темное время суток предусмотрено искусственное освещение.

										Лист
										105
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

15.03.05.2018.128. ПЗ

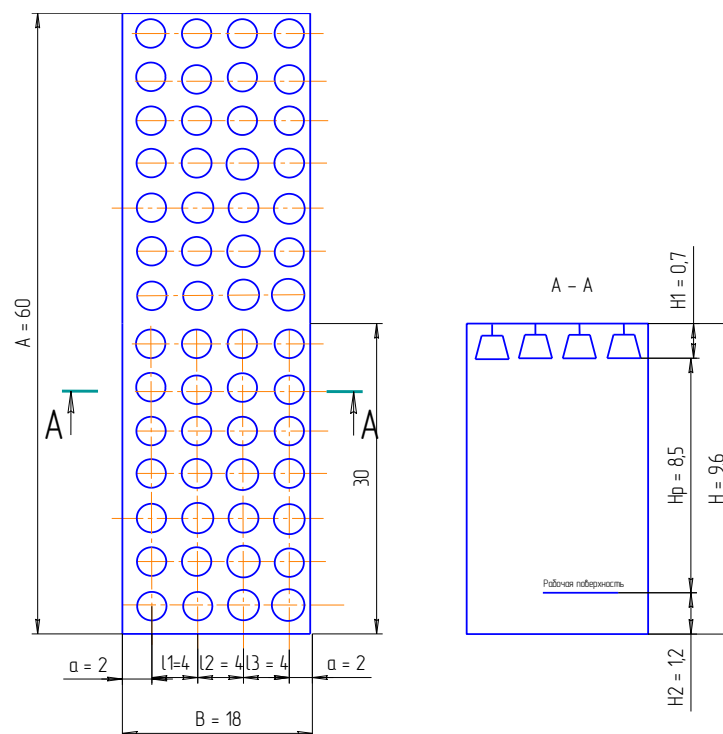


Рисунок 5.1 – Схема системы общего освещения

Т.к. общее освещение является частью комбинированного, на рабочих местах предусмотрено размещение светильников местного освещения, повышающего величину освещенности до необходимой величины в зависимости от условий труда.

Схема размещения светильников показана на рисунке 5.1.

5.2.3 Организация защиты от шума вибрации и пыли

Шум на производстве наносит большой экономический и социальный ущерб. Неблагоприятно воздействуя на организм человека, он вызывает психические и физиологические нарушения, снижающие работоспособность и создающие предпосылки для общих и профессиональных заболеваний и производственного травматизма. Организм, приспособившись к шуму, дополнительно расходует энергию, что ведет к снижению производительности труда, увеличивает число ошибок в работе[18].

Шум, генерируемый работающим оборудованием, не превышает предельных значений, так как приводы станков малозумные, а геометрия режущего инструмента и СОЖ гарантируют исключение возникновения высокочастотных колебаний.

В соответствии с ГОСТ 24346-80 «Вибрация. Термины и определения» под вибрацией понимается движение точки или механической системы, при котором происходит поочерёдное возрастание и убывание во времени значений, по крайней мере, одной координаты.

Также большую опасность при работе на станках представляет стружка и осколки инструмента. Режущий инструмент, применяемый на данном участке, обеспечивает высокую вероятность ломания и завивания стружки. Это способствует осуществлению механического сбора стружки на участке. На операциях 005, 010, 030, 035, 040 стружка попадает с заготовки непосредственно в сборник при станке. Этим обеспечивается отсутствие контакта рабочего со стружкой. На случай сбоя при уборке стружки и осколков инструмента, а также при уборке станков, рабочие снабжены средствами индивидуальной защиты и уборки стружки (очки ГОСТ 12.4.003-80, рукавицы, крючки, щетки).

Применяемый в технологическом процессе инструмент со сменными многогранными пластинами оснащен узлами крепления в соответствии с ГОСТ 24996-81, что обеспечивает недопущение вылета пластин из корпуса инструмента во время механической обработки.

Для защиты рабочих от СОЖ, применяются кремы для рук, снижающие их вредное воздействие и прорезиненные фартуки с нагрудниками. Для уменьшения разбрызгивания СОЖ на станках применяются сопла по ГОСТ 12.3.025-80.

5.3.3 Обеспечение требований безопасности труда к оборудованию, режущему инструменту, приспособлениям.

Характеристика применяемого оборудования

Для обработки применяется следующее оборудование:

- токарный станок с ЧПУ Spinner TC800-77
- плоскошлифовальный 3Б722

вспомогательное оборудование:

- тележки.

Все применяемое оборудование соответствует:

ГОСТ 12.2.003-82 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности;

ГОСТ 12.2.009-80 ССБТ. Станки металлообрабатывающие. Общие требования безопасности.

Характеристика режущего инструмента.

В спроектированном техпроцессе применяются следующие инструменты: сверла, фрезы, резцы с СМП.

Для безопасной эксплуатации режущего инструмента необходимо постоянно следить за его состоянием, проверять крепление резцов и твердосплавных ножей в сборных инструментах.

										Лист
										111
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

15.03.05.2018.128. ПЗ

На участке необходимо проводить следующие мероприятия по электробезопасности. Так как для питания электрооборудования применяются трехфазные четырехпроводные цепи с глухо заземленной нейтралью напряжением 380/220В необходимо:

- изолировать токоведущие части, что защищает электроустановки от чрезмерной утечки токов, предохраняет людей от поражения током и исключает возникновение пожаров;
- сделать токоведущие части недоступными для случайного прикосновения;
- применять двойную изоляцию, состоящую из рабочей изоляции и дополнительной, повышающей надежность работы, т.е. защищающей человека от поражения при повреждении изоляции;
- зануление, обеспечивающее быстрое отключение поврежденной установки или участка цепи максимальной токовой защиты вследствие короткого однофазного замыкания, схема зануления представлена на рисунке 5.2;
- заземление нейтрали, обеспечивающее невозможность появления напряжения относительно земли на корпусе машины;
- использование изолирующего трапа.
- проводятся также следующие организационные мероприятия:
- периодический инструктаж на рабочем месте с изложением требований безопасности;
- обязательный контроль исправности проводника защитного заземления или зануления, наличия трапа у станка;
- запрещение операторам ремонтировать электрооборудование;
- привлечение к ремонту оборудования лиц электротехнического персонала, своевременно прошедших инструктаж;
- применение предупредительных надписей и указательных знаков.

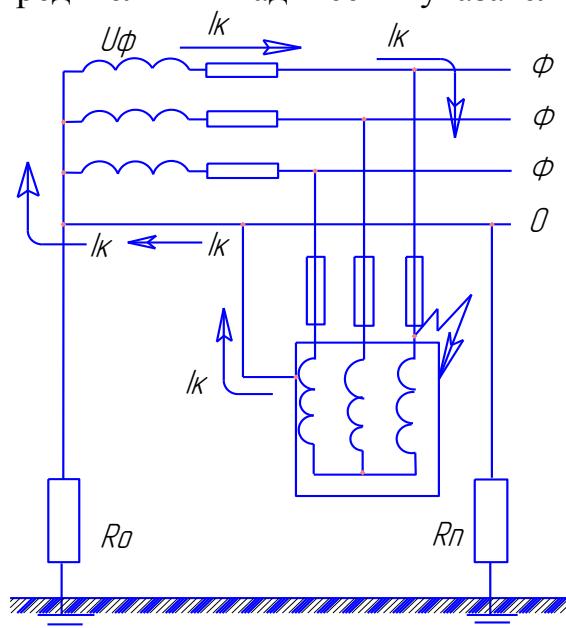


Рисунок 5.2 – Принципиальная схема зануления

6 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

6.1 Себестоимость изготовления детали по базовому технологическому процессу

Из технологической части имеем годовую производственную программу 5000 деталей. Данная программа является программой запуска деталей в производство, т. е. в ней учтены потребности в данных деталях для сборки и комплектации изделий; детали, идущие на запасные части; детали, необходимые для плановых испытаний и контроля. При расчёте режимов резания рассчитали нормы штучного времени на каждую операцию технологического процесса[22].

На основе полученных технологических данных создаём и производим расчет предметно замкнутого участка по изготовлению деталей Корпус 1-209916. Основным параметром потока является такт линии, который определяется по формуле:

$$r = F_q \cdot 60 / N,$$

где N – годовая программа, F_q – действительный годовой фонд времени работы линии, ч. Находим

$$F_q = \Phi \cdot N \cdot m \cdot k,$$

где Φ – число рабочих дней в году, $\Phi=259$ дня; N – продолжительность рабочей смены, $N=8$ часов; m – число смен оборудования в сутки, $m=3$; k – коэффициент использования номинального фонда времени в процентах от годового фонда времени, $k=0,97$. подставляя данные значения в формулу и находим действительный фонд времени работы оборудования

$$F_q = 259 \cdot 8 \cdot 3 \cdot 0,97 = 6029,52 \text{ часа.}$$

Подставим значения полученного фонда времени в формулу и определим такт выпуска деталей

$$r = 6029,52 \cdot 60 / 5000 = 72,4.$$

Определяем расчетное число оборудования по формуле

$$C_{Pi} = T_{шт} / r,$$

где $T_{шт}$ – норма штучного времени на обработку деталей на i -той операции, мин. Так как в базовом технологическом процессе множество операций выполняется на одинаковом оборудовании, то для рационального использования оборудования, объединим не по операциям, а по типу используемого оборудования. Нормы времени на одинаковое оборудование суммируем.

Подставляем в формулу нормы штучного времени для каждой операции и находим количество оборудования по операциям технологического процесса, результаты расчётов сводим в таблицу. Полученные значения округляем до ближайшего целого большего, таким образом, находим $C_{пр}$ – принятое количество оборудования. Определяем загрузку оборудования в процентах по всем операциям технологического процесса по всем операциям

$$\gamma_i = C_p / C_{пр} \cdot 100\%$$

Результаты расчетов сводим в таблицу 6.1

										Лист
										117
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

15.03.05.2018.128. ПЗ

Таблица 6.3 Приведённая себестоимость детали

№ операции	Заработная плата, руб/шт	Загрты эл. Энергии руб/шт	Амортизация оборудования, руб/шт	Загрты режущего инструмента руб/шт	Общеховые расходы, руб/шт	Загрты на текущий ремонт и обслужива-	Загрты на заготовку, руб/шт	Амортизация, содержание и ремонт здания
Ток	11178	13828	102	0,14	10060			
Пр – фр	6045	16452	117	0,21	5440			
В-фр	17665	3205	405	0,12	15898			
Г-раст	14910	12543	207	0,46	13419			
Пл.шлиф	1917	2371	9,6	0,1	1752			
В-св	276,5	50	2	0,03	249			
Долб	1290	1064	14	0,1	1161			
ИТОГО:	53282	49513	857	1,2	47979	64,6	16231,4	7330,6

Приведённую себестоимость одной детали находим суммированием всех её составляющих и получаем

$$C_{np} = 53282 + 49513 + 857 + 1,2 + 47979 + 64,6 + 16231 + 7330 = 175260 \text{ рублей.}$$

Внепроизводственные расходы рассчитываются по формуле

$$Z_{вн} = C_{np} = C_{np} \frac{H_{вн}}{100\%},$$

где $H_{вн}$ – процент внепроизводственных расходов, принимаем 15%

$$Z_{вн} = 175260 \times 15 / 100 = 26289 \text{ руб.}$$

Полная себестоимость

$$C_{п} = C_{np} + Z_{вн}$$

$$C_{п} = 175260 + 26289 = 201549 \text{ рублей.}$$

Оптовая цена предприятия рассчитывается по формуле

$$Ц = C_{п} \cdot P_{н} / 100\%$$

$P_{н}$ – норматив рентабельности, 200%

$$Ц = 201549 \times 2 = 403089 \text{ рублей.}$$

6.2 Себестоимость детали по проектному технологическому процессу

Из технологической части имеем годовую производственную программу 5000 деталей. Данная программа является программой запуска деталей в производство, т. е. в ней учтены потребности в данных деталях для сборки и комплектации изделий; детали, идущие на запасные части; детали, необходимые для плановых испытаний и контроля. При расчёте режимов резания рассчитали нормы штучного времени на каждую операцию технологического процесса.

Исходя из вышеприведённых расчётов видно, что необходимо 3 токарных обрабатывающих центра и 2 плоскошлифовальных станка.

Определение капитальных вложений.

Рассчитаем капитальные вложения, необходимые для организации производства по изготовлению детали Корпус и технологическую себестоимость изготовления детали.

Капитальные вложения K – учитывают затраты на строительство зданий и приобретение оборудования и определяются по формуле

$$K = K_{зд} + K_{об.}$$

Капитальные вложения в здания определяются по формуле

$$K_{зд} = S_n h_n z_s.$$

где S_n - производственная площадь участка, m^2 ; h_n – высота пролёта, м; z_s – стоимость $1 m^3$ строительного объёма производственных зданий, тыс.руб/ m^3 $z_s = 5000$ руб.

Производственная площадь участка определяется по следующей формуле

$$S_n = \sum C_{ni} S_{оби} k_{sdi},$$

где C_{ni} - количество единиц оборудования i -го вида; $S_{оби}$ – производственная площадь, занимаемая единицей оборудования; k_{sdi} – коэффициент, учитывающий дополнительную площадь, приходящуюся на оборудование ($k_{sdi} = 2$).

Капитальные вложения в оборудование находим по формуле

$$K_{об} = \sum C_{ni} Z_{би},$$

$Z_{би}$ – балансовая стоимость оборудования, определяется по формуле

$$Z_{би} = Z_0(1 + (\alpha_T + \beta_M)/100),$$

где Z_0 – цена оборудования завода изготовителя; α_T – норматив затрат на транспортировку оборудования (5...10%), примем $\alpha_T = 7\%$; β_M – норматив затрат на монтаж оборудования (6...14%), примем $\beta_M = 10\%$.

Производим расчёт капитальных вложений по формулам, результат расчётов сведём в таблицу 6.5

Таблица 6.5 Расчёт капиталовложений

№ операции	Модель станка	Количество единиц оборудования	Производственная площадь, занимаемая оборудованием, m^2	Капитальные вложения в здание, тыс. руб	Цена завода изготовителя, тыс. руб	Балансовая стоимость оборудования, тыс. руб	Капитальные вложения в оборудование, тыс. руб
005	ТТС800-77	1	6,8	408	5000	5850	5850
030	ЗБ722	2	10,18	1221,6	160	187,2	374,4
035	ТТС800-77	2	6,8	816	5000	5850	11700
ИТОГО: 2445,6				ИТОГО: 17924,4			

а). Определяем продолжительность межремонтного цикла по формуле

$$T=24000 \cdot \beta_{\text{п}} \cdot \beta_{\text{м}} \cdot \beta_{\text{у}} \cdot \beta_{\text{т}},$$

где $\beta_{\text{п}}$, $\beta_{\text{м}}$, $\beta_{\text{у}}$, $\beta_{\text{т}}$ – коэффициенты, учитывающие тип производства, условия эксплуатации, род обрабатываемого материала, особенности весовой характеристики.

$$T=24000 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 1 = 26400 \text{ часов.}$$

Определяем продолжительность межремонтного цикла (в годах), относим величину E к действительному годовому фонду времени работы оборудования (часов), получим

$$T_{\text{ц}} = T/F_{\text{г}} = 26400/6029,52=4,4 \text{ лет.}$$

Определяем количество средних ($n_{\text{с}}=1$), малых ($n_{\text{м}} = 4$) ремонтов и осмотров ($n_{\text{о}} = 6$), выполняемых за межремонтный цикл. Разделив значение n на продолжительность межремонтных циклах в годах $T_{\text{ц}}$, получим среднюю долю ремонтов и осмотров, приходящихся на 1 год эксплуатации оборудования.

$$n_{\text{с}} = 0,23; n_{\text{м}} = 0,9; n_{\text{о}} = 1,4.$$

б). Определим количество ремонтных единиц по каждой модели оборудования. Путём суммирования найденных ремонтных единиц найдём общее количество ремонтных единиц для всего оборудования, которое установлено на участке и имеет одинаковую структуру межремонтного цикла. Отдельно определяем суммы ремонтных единиц механической части $\Sigma R' = 405$ и электрической $\Sigma R'' = 230$.

в). Количество ремонтных единиц оборудования, в среднем выводим в текущие ремонты и осмотры:

$$K_{\text{м}} = \Sigma R' \cdot n_{\text{м}} = 405 \cdot 0,9 = 364,5;$$

$$R_{\text{ом}} = \Sigma R' \cdot n_{\text{о}} = 405 \cdot 1,4 = 567;$$

$$K_{\text{э}} = \Sigma R'' \cdot n_{\text{м}} = 230 \cdot 0,9 = 207;$$

$$R_{\text{оэ}} = \Sigma R'' \cdot n_{\text{о}} = 230 \cdot 1,4 = 322.$$

г). По количеству ремонтных единиц, выводимых в различные виды ремонта, и нормативы времени в часах на одну ремонтную единицу рассчитаем трудоёмкость ремонтных работ и осмотров, выполняемых в течении года.

$$T_{\text{км}} = K_{\text{м}} \cdot 23,5 = 364,5 \cdot 23,5 = 8565,8 \text{ ч}$$

$$T_{\text{РоМ}} = R_{\text{ом}} \cdot 0,85 = 567 \cdot 0,85 = 481,95 \text{ ч}$$

$$T_{\text{Кэ}} = K_{\text{э}} \cdot 7 = 207 \cdot 7 = 1449 \text{ ч}$$

$$T_{\text{РоМ}} = 0.$$

Умножая трудоёмкость на среднечасовую тарифную ставку, получим годовой фонд заработной платы рабочих-ремонтников по тарифу. Корректируем её на поясной коэффициент (15%) и средний размер премий (20%), получим годовой фонд основной заработной платы ремонтников:

$$З_{\text{м}} = (8565,8+481,95) \cdot 6,21 \cdot 1,15 \cdot 1,2 = 77537,4 \text{ руб,}$$

$$З_{\text{э}} = 1449 \cdot 6,21 \cdot 1,15 \cdot 1,2 = 12417,6 \text{ руб.}$$

										Лист
										130
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

15.03.05.2018.128. ПЗ

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенной работы был разработан участок механической обработки деталей типа «Корпус 1-209916».

Проведен анализ исходных данных и сравнение отечественных и зарубежных технологий. Для этой детали составлен размерный анализ с целью определения оптимального размера заготовки и межоперационных размеров. В качестве заготовки выбрана отливка в песчано-глинистые формы. Сформированы операции и назначены режимы резания, нормированы технологические операции, разработан технологический процесс механической обработки.

В конструкторском разделе разработаны: зажимное приспособление, спиральное сверло для сверления отверстий, выбрана контрольно-измерительная машина для контроля деталей.

В строительном разделе спроектирован участок с оптимальным расположением оборудования. Спроектировано средство удаления стружки. Определено количество рабочих и оборудования. Рассчитана производственная площадь. Определены тип, форма и размер здания.

В разделе безопасности жизнедеятельности была проведена оценка опасных и вредных факторов на участке механической обработки деталей типа «Корпус», определена категория тяжести труда на участке; рассмотрена организация производственного освещения, рассчитано требуемое число светильников, показана схема размещения светильников на участке; определены требования по обеспечению безопасности труда.

В экономической части определен экономический эффект от разработанного технологического процесса.

Таким образом, цель работы достигнута, задачи – решены.

Результаты работы рекомендуется использовать при изготовлении деталей типа «Корпус».

									Лист
									134
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2018.128. ПЗ				

17 Охрана труда в машиностроении Учебник для машиностроительных вузов/ Е. Я. Юдин, С. В. Белов, С. К. Баланцев /под редакцией Е. Я. Юдина, С. В.Белова – 2-е изд., переаб. и доп. – М.: Машиностроение, 1983. – 432 с.

18 Безопасность жизнедеятельности. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Пожарная безопасность: учебное пособие / под ред. В.Н. Павлова. – СПб: изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2001. – 284с.

19 Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие / под ред. Ю.М. Соломенцева. — М.: Высшая школа, 2002. - 310 с.

20 Денисенко, Г.Ф. Охрана труда: учебное пособие / Г.Ф. Денисенко. – М.: Высшая школа, 1985. – 248 с.

21 Безопасность жизнедеятельности: учебник / под ред. С.В. Белова, – 5-е изд., испр. и доп. – М.: Высшая школа, 2005. – 606 с.

22 Экономика машиностроения: учебное пособие / В.Д.Жариков, Р.В.Жариков – Тамбов; Изд-во гос. техн. стр. ун-та, 2009 – 80 с.

					<i>15.03.05.2018.128. ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		136