

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

РАБОТА ПРОВЕРЕНА
Рецензент

_____ 2018 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой

_____ В.И. Гузеев
_____ 2018 г.

Проектирование участка механической обработки детали «Корпус гидроцилиндра замка» с разработкой конструкторско-технологического обеспечения

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ

Нормоконтролер

_____ 2018 г.

Руководитель,

С.Р. Сайфутдинов
г.

Автор работы,

студент группы П-551

А.И. Гетманов

_____ 2018 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

- 1.1 Назначение и описание узла, работы детали в узле 9
- 1.2 Служебное назначение детали и технические требования, предъявляемые к ней..... 10

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

- 2.1 Анализ технологичности детали 12
- 2.2 Анализ действующего технологического процесса
- 2.2.1 Анализ документации действующего техпроцесса 13
- 2.2.2 Анализ оборудования, режущего инструмента, оснастки 21
- 2.2.3 Размерный анализ действующего техпроцесса 31
- 2.2.4 Выводы из анализа и предложения по разработке проектного техпроцесса 32
- 2.3 Разработка проектного технологического процесса
- 2.3.1 Разработка маршрутного техпроцесса 33
- 2.3.2 Выбор оборудования для реализации техпроцесса 33
- 2.3.3 Выбор и обоснование метода получения исходной заготовки 33
- 2.3.4 План операций и переходов проектного техпроцесса 35
- 2.3.5 Размерный анализ проектного техпроцесса 38
- 2.3.6 Расчет режимов резания и норм времени 40
- 2.3.7 Расчет потребного количества оборудования 46

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

- 3.1 Проектирование станочного приспособления 49
- 3.2 Проектирование режущего инструмента 59
- 3.3 Описание работы контрольного приспособления 63

4 ПЛАНИРОВКА УЧАСТКА

					15.03.05.2018.939.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

4.1 Описание работы участка	66
4.2 Мероприятия по охране труда	66
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	75
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	76
ПРИЛОЖЕНИЯ	
ПРИЛОЖЕНИЕ А ЧЕРТЕЖ ДЕТАЛИ	77
ПРИЛОЖЕНИЕ Б 3Д МОДЕЛЬ ДЕТАЛИ	78
ПРИЛОЖЕНИЕ В СРАВНЕНИЕ ТЕХПРОЦЕССОВ	79
ПРИЛОЖЕНИЕ Г РАСЧЕТНО–ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА.....	80
ПРИЛОЖЕНИЕ Д РАСЧЕТ СТАНОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ	81
ПРИЛОЖЕНИЕ В ЧЕРТЕЖ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА	82
ПРИЛОЖЕНИЕ Г ЧЕРТЕЖ КОНТРОЛЬНОГО	83
ПРИЛОЖЕНИЕ Д ПЛАНИРОВКА УЧАСТКА	84
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж СПЕЦИФИКАЦИИ	85

ВВЕДЕНИЕ

Экспортоориентированная сырьевая экономика России ныне настроена на превращение топливно-сырьевых ресурсов в финансовые. Ее конкурентоспособность определяется сырьевым сектором, а не переработкой, обработкой и высокотехнологичной обработкой ресурсов. Это приводит к потере значительной части добавленной стоимости, в том числе прибыли, которую можно было бы получить на стадиях обработки. Функции, которые должны были бы выполнять обрабатывающие и высокотехнологичные отрасли, перешли к импорту и, соответственно, к зарубежным корпорациям.

Отечественное машиностроение обеспечивает спрос экономики в машинотехнической продукции только на 40-50%. При этом почти половина машиностроения обеспечивает техникой процесс перемещения грузов и людей. Спрос же на продукцию структурообразующих отраслей машиностроения обеспечивается металлообрабатывающим оборудованием лишь на 14-15%, продукцией приборостроения – на 25-45%, продукцией электротехнической промышленности – на 43-45%. Предприятия ориентированы на приобретение производственного оборудования и комплектующих для собственного производства за рубежом.

Мировая практика показывает, что наукоемкое и инновационное машиностроение сосредоточено в развитых странах, в то время как другие обрабатывающие производства функционируют в развивающихся странах. Поскольку инновационное машиностроение опирается на первые стадии полного инновационного цикла (фундаментальные, поисковые исследования, основная часть НИОКР), то оно является необходимым условием развития интеллектуального потенциала страны и обеспечения конкурентоспособности экономики.

За рубежом инновационное машиностроение сосредоточено в крупных корпорациях, которые аккумулируют научную продукцию. Там обычно не

									Лист
									6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2018.939.00.00.ПЗ				

принято обосновывать функционирование инновационного машиностроения, поскольку существуют налаженные связи, между инноваторскими машиностроительными корпорациями и научными подразделениями университетов и государственных лабораторий. Так, система воспроизводства инновационного машиностроения успешно функционирует в связке производителей инвестиционного оборудования (тяжелое машиностроение) и инновационных структурообразующих отраслей (станкостроение). К их числу можно отнести: франко – германская группа «AREVA» и станкостроительный консорциум «SECIMO»; японские компании «Mitsubishi», «Hitachi», «Ishikawajima – Harima Heavy Industries» и производители станков «JMTBA» и «JFMA».

Освоение зарубежных технологий позволяет в довольно короткие сроки наладить серийный выпуск инновационной для российского рынка продукции, обладающей технической и рыночной конкурентоспособностью. При этом технические характеристики выпускаемой продукции соответствуют технологиям, которые нельзя отнести к категории передовых.

Импорт технологий сопровождается импортом комплектующих и полуфабрикатов, стоимость которых составляет примерно 50% в структуре себестоимости готовой продукции. Это привело к существенному снижению ценовой конкурентоспособности отечественной машинотехнической продукции. На внутреннем рынке ценовая конкурентоспособность в значительной степени обеспечивается мерами господдержки. Для сохранения ценовой конкурентоспособности предприятия реализуют продукцию по ценам, не обеспечивающим рентабельность производства – большая часть предприятий, выпускающих продукцию по зарубежным технологиям с использованием импортных комплектующих, являются убыточными.

Следовательно, лишь инновационная составляющая ныне является главной для обеспечения развития и эффективного функционирования экономики. Пренебрежение развитием инновационной сферы приводит к технологической деградации промышленного потенциала и к необратимым потерям научного и

										Лист
										7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2018.939.00.00.ПЗ					

образовательного потенциала страны.

Целью проекта является уменьшение себестоимости изготовления детали, за счет снижения штучного времени.

В соответствии с поставленной целью необходимо решить следующие задачи:

- разработать маршрут проектного техпроцесса;
- выбрать исходную заготовку, оборудование и инструмент для ее обработки;
- рассчитать размерный анализ проектного техпроцесса;
- спроектировать и сделать расчет станочного приспособления;
- спроектировать и сделать расчет режущего инструмента;
- спроектировать контрольное приспособление;
- спроектировать планировку участка.

					15.03.05.2018.939.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1 Назначение и описание узла, работы детали в узле

Выносные опоры предназначены для увеличения опорного контура крана в рабочем положении. Они могут быть откидными, поворотными, выдвижными. На кране по углам неповоротной рамы шарнирно установлены 4 поворотные гидроопоры.

Каждая опора имеет два фиксированных положения: транспортное и рабочее. В каждом положении она фиксируется штырем, который поджимается пружиной к упору, обеспечивая надежность фиксации. Смазка опоры производится периодически через пресс-масленки консистентной смазкой.

Опора состоит из балки-ригеля и гидроцилиндра. Балка-ригель представляет собой стальную сварную конструкцию коробчатого сечения из высокопрочного проката.

Гидроцилиндр обеспечивает горизонтирование крана. Ход штока опоры составляет 500 мм. Шток гидроцилиндра имеет шаровую головку с кольцевой канавкой для соединения с подпятником при помощи чеки. В верхней части гидроцилиндра установлен гидрозамок для предотвращения втягивания штока при аварийном падении давления в магистрали во время работы крана.

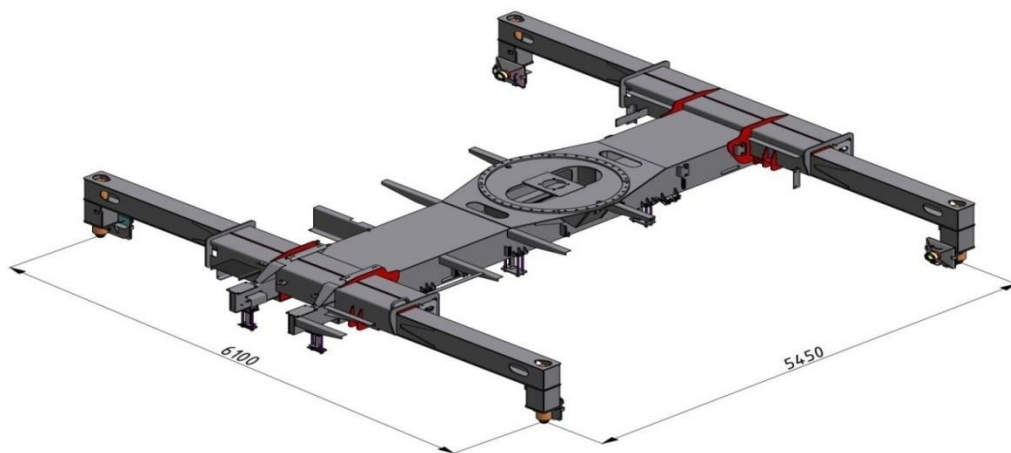


Рисунок 1.1 – Выносные опоры крана

					15.03.05.2018.939.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

1.2 Служебное назначение детали и технические требования, предъявляемые к ней

Рисунок 1.2 – Чертеж детали «Корпус гидроцилиндра замка»

Гидрозамки служат для запираания поршневых полостей гидроопор и предотвращения самопроизвольного втягивания штоков гидроцилиндров вывешивания автомобильного крана и выдвижения штока выносных опор в транспортном положении.

Гидрозамок (гидравлический замок) — устройство, предназначенное для пропускания рабочей жидкости в одном направлении и запираания рабочей жидкости в обратном направлении.

После выдвижения штоков гидроцилиндров, гидрозамки запирают поршневые полости, предотвращая самопроизвольное втягивание штоков под рабочей нагрузкой или в случае обрыва трубопровода. Гидрозамки установлены непосредственно на всех гидроопорах вывешивания крана.

К детали «Корпус гидрозамка» предъявляются следующие требования:

1. Гр. II ГОСТ 8479-70.
2. На рабочих поверхностях детали, в канавках под уплотнения

					15.03.05.2018.939.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

забоины, царапины, риски не допускаются.

3. При хранении и транспортировке отверстия закрыть, резьбу предохранить.

Корпус гидрозамка изготавливается из стали 40Х ГОСТ 4543-71.

					15.03.05.2018.939.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Анализ технологичности детали

Технологичность – это совокупность свойств изделия, определяющее приспособленность его конструкции к получению оптимальных затрат при производстве, эксплуатации и ремонте (для заданных показателей качества, объемов выпуска и условий работы).

ГОСТ 14.201-91 устанавливает ряд показателей технологичности конструкции изделий. К ним относятся:

- деталь должна быть правильной геометрической формы, обеспечивающей возможность ее полной обработки от одной базы;
- необходимо избегать разнообразия размеров отверстий и резьбы;
- конструкция детали должна предусматривать небольшое количество обрабатываемых поверхностей, сопрягаемых с другими деталями;
- допуски на размеры точных деталей не должны усложнять технологию производства.

К детали «Корпус гидроцилиндра замка» предъявляются следующие требования:

1. Гр. II ГОСТ 8479-70.
2. На рабочих поверхностях детали, в канавках под уплотнения забоины, царапины, риски не допускаются.
3. При хранении и транспортировке отверстия закрыть, резьбу предохранить.

Исходя из выше указанных показателей, следует считать конструкцию заданной детали технологичной, так как деталь не создает трудностей при обработке, не требует специальных режущих и измерительных инструментов. Обработку можно производить как на универсальном оборудовании стандартными инструментами, так и на станках с ЧПУ.

									Лист
									12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2018.939.00.00.ПЗ				

Определим уровень технологичности детали по коэффициенту использования материала:

$$K_{\text{ИМ}} = \frac{M_{\text{д}}}{M_{\text{з}}}, \quad (2.1)$$

где $M_{\text{д}}$ – масса детали;

$M_{\text{з}}$ – масса заготовки.

$$K_{\text{ИМ}} = \frac{3}{5.44} = 0,55$$

По этому показателю деталь является не технологичной, т.к. $K_{\text{ИМ}} < 0,7$.

Анализ технологичности показал, что конструкция детали не технологична относительно коэффициента использования материала.

2.2 Анализ действующего технологического процесса

2.2.1 Анализ документации действующего техпроцесса

В действующем варианте технологического процесса обработки детали «Корпус гидроцилиндра» маршрутные карты оформлены по ГОСТ 3.1118–82. Оформление карт показаны на рисунках ниже.

Дубль		Взам		Подл		02141. 142697		4		1	
Разраб		Кузнецова		28.01.2018		"ЧМЗ-ОГТ"		КС-45721Д.88.10.001		10141	
Пров		Серегина									
Нормиров		Максимов									
Утв		Серегина									
Н.контр											
M01		Круг В1-85 ГОСТ 2590-2006 / 40Х-2 ГОСТ 4543-71									
M02		Код: ЕВ МД ЕН Н.расх. КИМ Код загот. Профиль и размеры КД МЗ									
		Код. наименование операции Обозначение документа									
А		Цех Уч. РМ		Опер		Код. наименование операции		СМ Проф. Р УТ		КР КОИД ЕН ОП Кшт. Т.п.з Тшт.	
А 03		4		000		ЗАГотовительная					
04		СМ. ТИПОВОЙ ТЕХПРОЦЕСС									
05											
А 06		1		001		ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ				ИОТ №17	
Б 07						КРАН МОСТОВОЙ Q=10 т ин. №305		18897 2		1 1	
О 08		1				ТРАНСПОРТИРОВАТЬ ЗАГОТОВКИ ПО СХЕМЕ №10 (ТИ-43-07)					
Т 09		СТРОП 4СЦ-1,0/1200 ОСТ 24.090.48-79; ТАРА ПР-99.0124 (И-95-11); ТАРА 4531-760-623 (300x188x80) (И-95-11)									
10											
А 11		1 1_M1		005		ТОКАРНО-РЕВОЛЬВЕРНАЯ				ИОТ №10	
Б 12						ТОКАРНО-РЕВОЛЬВЕРНЫЙ ЦЕНТР С ЧПУ SL-30ТНЕ ин. №601013		16045 5		1 1 1 66,12 / п 6,9	
13											
А 14		1 1_M1		010		ТОКАРНО-РЕВОЛЬВЕРНАЯ				ИОТ №10	
Б 15						ТОКАРНО-РЕВОЛЬВЕРНЫЙ ЦЕНТР С ЧПУ SL-30ТНЕ ин. №601013		16045 5		1 1 1 49,18 / п 5,35	
16											
МК		МАРШРУТНАЯ КАРТА									
		1									

Рисунок 2.1 – Маршрутная карта ТП

операций и их наименования, а также наименования оборудования. На операциях механической обработки указаны нормы подготовительно-заключительного и штучного времени.

В действующем варианте технологического процесса операционные карты оформлены по ГОСТ 3.1118–82.

На всех операционных картах указаны наименования операций, номера цехов и участков. Указаны применяемое оборудование, приспособления, необходимые нормы времени, режущий и мерительный инструмент, их маркировка, материал и размеры заготовки, масса заготовки и масса детали. Нет номеров программ для станков с ЧПУ.

Разраб.	Кузнецова	28.01.2016	"ОАО-ЧМЗ"		КС-45721Д.88.10.001	02141. 142697							
Проверил	Серегина												
Нормировал													
Н. контр.	Серегина				Корпус	1	005						
Наименование операции		Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры	МЗ	КОИД				
ТОКАРНО-РЕВОЛЬВЕРНАЯ		Сталь 40Х		207НВ	кг	3	∅ 85x121±0.5	5,4	1				
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозн. ИОТ	То	Тв	Приспособление (код и наименование)	ПАТРОН ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ 250		СОЖ					
ТОКАРНО-РЕВОЛЬВЕРНЫЙ ЦЕНТР С ЧПУ SL-30TNE		ИОТ №10	1,5	4,77				Концентрат MOL Emolin 120					
№ пер.	Содержание перехода	Инструмент (код и наименование)			Расчетн. разм.		t	i	Режимы обраб.			То	Тв
		вспомогательный	режущий	измерительный	Диам.	Длина			S	P	V		
1	УСТАНОВИТЬ ЗАКРЕПИТЬ ДЕТАЛЬ												0,45
	СНЯТЬ												
2	ПОДРЕЗАТЬ ТОРЕЦ 1	ДЕРЖАТЕЛЬ	ДЕРЖАВКА DCLNR	ШТАНГЕНЦИРКУЛЬ	85	44	1,25	2	0,25	1011	270	0,39	0,36
		РАДИАЛЬНОГО РЕЗЦА	2525М 12	ШЦ-I-125-0.1 ГОСТ									
		409.32.25 В2-40x25x44	ПЛАСТИНА CNMG 12 04	166-89									
		<i>DIN 62220 B2</i>	08-PR 4225										
3	ТОЧИТЬ ПОВЕРХНОСТЬ 13. ПРИТУПИТЬ ОСТРУЮ КРОМКУ 12	ДЕРЖАТЕЛЬ	ДЕРЖАВКА DCLNR	ШТАНГЕНЦИРКУЛЬ	85	56	0,5	1	0,3	1011	270	0,18	0,34
		РАДИАЛЬНОГО РЕЗЦА	2525М 12	ШЦ-I-125-0.1 ГОСТ									
		409.32.25 В2-40x25x44	ПЛАСТИНА CNMG 12 04	166-89									
			08-PR 4225										
ОК ОПЕРАЦИОННАЯ КАРТА								Лист	6				

Рисунок 2.4 – Операционная карта ТП

Разраб.	Кузнецова	28.01.2016	"ОАО-ЧМЗ"		КС-45721Д.88.10.001		02141. 142697						
Проверил	Серегина												
Нормировал													
Н.контр.	Серегина												
Наименование операции			Корпус					1	012				
ВЕРТИКАЛЬНО-ФРЕЗЕРНАЯ			Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры	МЗ	КОИД			
Оборудование, устройство ЧПУ			Сталь 40Х		207НВ	кг	3	∅ 85x121±0.5	5,4	1			
ВЕРТИКАЛЬНО-ФРЕЗЕРНЫЙ КОНСОЛЬНЫЙ СТАНОК ВМ127М			Обозн. ИОТ	То	Тв	Приспособление (код и наименование)		ТИСКИ 7200-0223 ГОСТ 16518-96					
			ИОТ №11	1,78	3,19			СОЖ					
№ пер.	Содержание перехода	Инструмент (код и наименование)			Расчетн. разм.		Режимы обраб.			То	Тв		
		вспомогательный	режущий	измерительный	Диам.	Длина	t	i	S			П	V
1	УСТАНОВИТЬ ДЕТАЛЬ, ВЫВЕРИТЬ, ЗАКРЕПИТЬ СНЯТЬ.										1,04		
2	ФРЕЗЕРОВАТЬ ПОВЕРХНОСТЬ 1, ВЫДЕРЖИВАЯ Р-Р 67-0,5	ОПРАВКА 6222-0040	ПЛАСТИНА	ШТАНГЕНЦИРКУЛЬ	160	140	4,2	4	315	250	126	1,78	1,4
		ГОСТ 13785-68	10114-PNUM-110408	ШЦ-I-125-0.1 ГОСТ									
			T5K10 ГОСТ 19065-80	166-89									
			ФРЕЗА 160 2214-0275										
			ГОСТ 26595-85										
3	ЗАЧИСТИТЬ ЗАУСЕНЦЫ	НАПИЛЬНИК											0,75
		2820-0024 ГОСТ											
		1465-80											
OK										ОПЕРАЦИОННАЯ КАРТА		Лист	17

Рисунок 2.5 – Операционная карта ТП

Разраб.	Кузнецова	28.01.2016	"ОАО-ЧМЗ"		КС-45721Д.88.10.001		02141. 142697						
Проверил	Серегина												
Нормировал													
Н.контр.	Серегина												
Наименование операции			Корпус					1	025				
КОМПЛЕКСНАЯ НА ОБРАБАТЫВАЮЩЕМ ЦЕНТРЕ С ЧПУ			Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры	МЗ	КОИД			
Оборудование, устройство ЧПУ			Сталь 40Х		207НВ	кг	3	∅ 85x121±0.5	5,4	1			
ВЕРТИКАЛЬНО-ФРЕЗЕРНЫЙ ЦЕНТР С ЧПУ VF-2ВНЕ			Обозн. ИОТ	То	Тв	Приспособление (код и наименование)		ТИСКИ GPS.125.200.01					
			ИОТ №22	1,92	4,11			Концентрат MOL Emolin 120					
№ пер.	Содержание перехода	Инструмент (код и наименование)			Расчетн. разм.		Режимы обраб.			То	Тв		
		вспомогательный	режущий	измерительный	Диам.	Длина	t	i	S			П	V
1	УСТАНОВИТЬ И ЗАКРЕПИТЬ ДЕТАЛЬ. СНЯТЬ.										0,82		
2	ФРЕЗЕРОВАТЬ ТОРЕЦ 1	ДЕРЖАТЕЛЬ 402.10.27	ФРЕЗА	ШТАНГЕНЦИРКУЛЬ	80	210	1	1	400	915	230	0,53	0,4
		SK40-27	R245-080Q27-12M	ШЦ-I-125-0.1 ГОСТ									
			ПЛАСТИНА R245-12 T3	166-89									
			M-PM 4030										
3	СВЕРЛИТЬ ОТВЕРСТИЕ 6, ВЫДЕРЖИВАЯ ∅ 12,43 ^{+0,3}	ПАТРОН	СВЕРЛО 12	ШТАНГЕНЦИРКУЛЬ	12,5	22	6,25	2	300	1783	70	0,15	0,4
		СВЕРЛИЛЬНЫЙ	R840-1200-30-A0A 1220	ШЦ-II-200-0.05 ГОСТ									
		402.15.16.1 SK40 2,5-16		166-89									
4	ФРЕЗЕРОВАТЬ ОТВЕРСТИЕ 3	ПАТРОН ЦАНГОВЫЙ	ФРЕЗА	ПРОБКА 14.5Н11	14,5	45,5	1	2	500	3007	137	0,18	0,4
OK										ОПЕРАЦИОННАЯ КАРТА		Лист	31

Рисунок 2.6 – Операционная карта ТП

В действующем варианте технологического процесса карты эскизов оформлены по ГОСТ 3.1105–84.

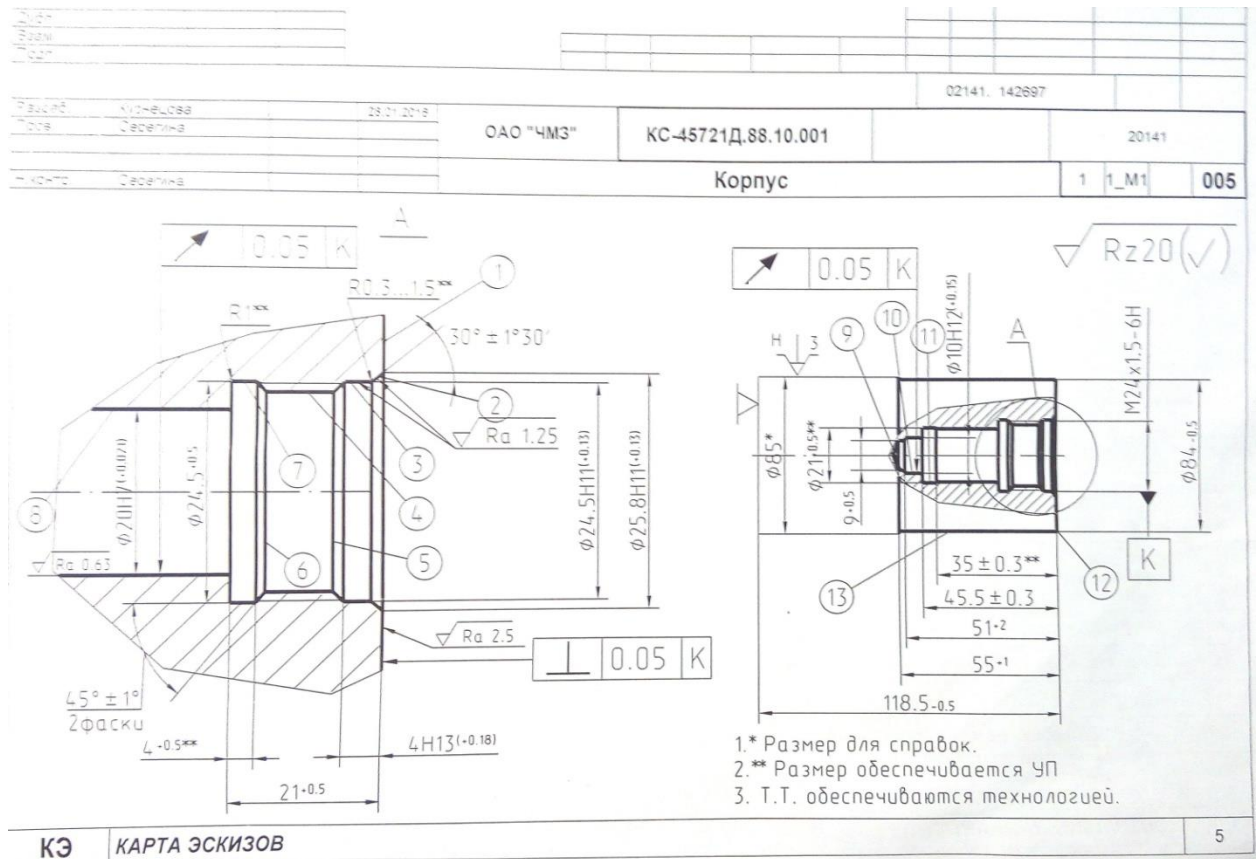


Рисунок 2.7 – Карта эскизов ТП

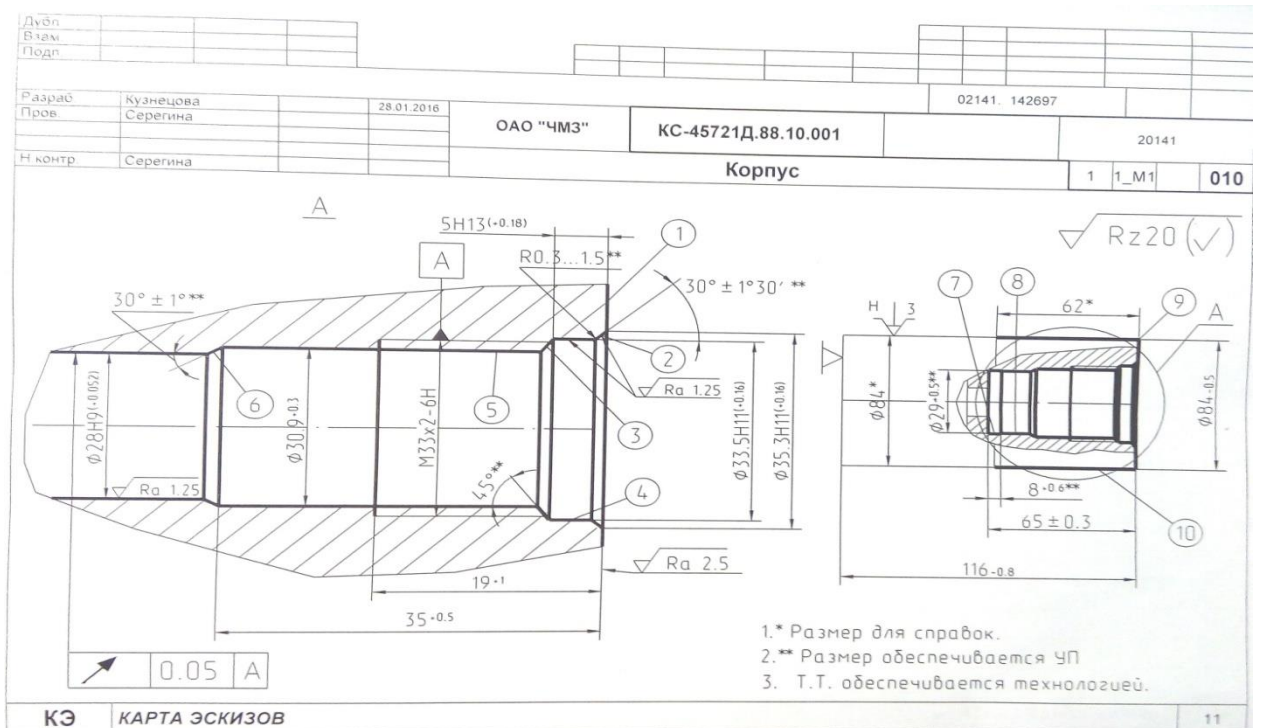


Рисунок 2.8 – Карта эскизов ТП

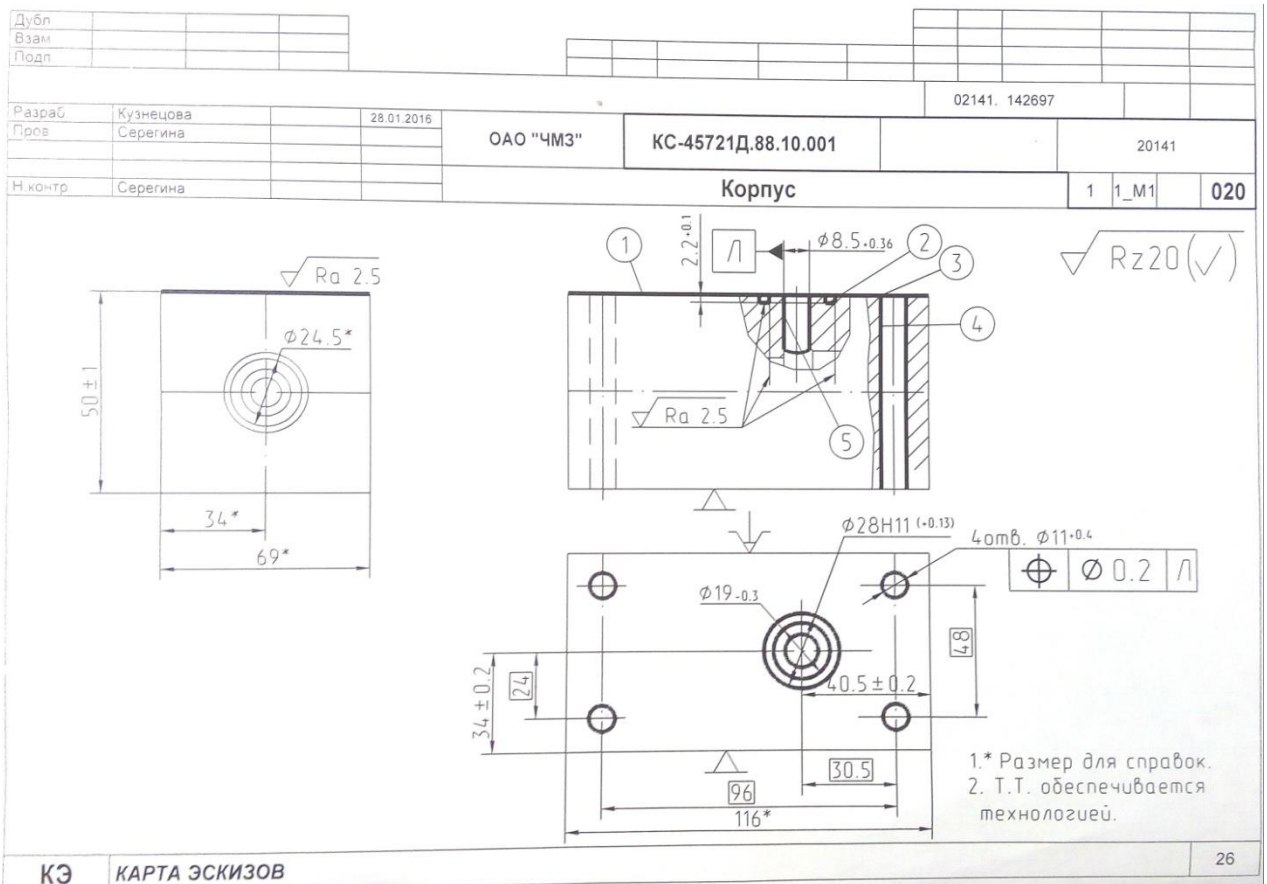


Рисунок 2.11 – Карта эскизов ТП

На эскизах обрабатываемые поверхности показаны толстой линией, тонкой не обрабатываемые. Проставлены все размеры с допусками и шероховатость обработанной поверхности и всей детали в целом. Показаны опоры (подвижные, неподвижные и т.п.) и поверхности по которым будет базироваться обрабатываемая деталь, и с помощью какого приспособления.

В действующем варианте технологического процесса контролируемые параметры и средства их измерения приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Средства измерения детали

Контролируемый параметр	Средство измерения
$\text{Ø}85\text{мм}$; $55^{+1,0}\text{мм}$; $\text{Ø}84_{-0,5}\text{мм}$; $\text{Ø}19\pm 0,1\text{мм}$; $\text{Ø}15\text{ мм}$; $\text{Ø}9^{+0,5}\text{мм}$; $\text{Ø}22,5\pm 0,1\text{мм}$; $\text{Ø}21^{+0,5}\text{мм}$; $\text{Ø}27\pm 0,1\text{мм}$ $67,5_{-0,5}\text{мм}$; $76_{-0,5}\text{мм}$; $\text{Ø}11^{+0,4}\text{мм}$;	Штангенциркуль ЩЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89

Продолжение таблицы 2.1

Контролируемый параметр	Средство измерения
Ø24,5 ^{+0,13} мм;	Пробка 24,5 Н11 РП-01.0001-08 Шаблон РШ-8409 Штангенциркуль ШЦЦ-I-150-0,01 ГОСТ 166-89
Ø24 ^{+0,5} мм;	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89 Штангенциркуль ШЦЦС 115-20-170-0,01 ГОСТ 166-89
Ø20 ^{+0,021} мм;	Калибр-Пробка 8133-0934 20Н7 ГОСТ 14810-69 Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89
Ø10 ^{+0,15} мм;	Пробка 10Н12 РП-934 Штангенглубиномер ШГ-160-0.1 ГОСТ 162-90
М24*1,5	Пробка 8221-3094 24*1,5-6Н ГОСТ 17758-72
Ø30,9 ^{+0,4} мм и 35 ^{+0,5} мм; Ø12,43 ^{+0,3} мм	Штангенциркуль ШЦ- II-200-0,05 ГОСТ 166-89
Ø28 ^{+0,052} мм;	Калибр-Пробка 8133-0942 28Н9 ГОСТ 14810-69
Ø33,5 ^{+0,16} мм;	Пробка 33,5 Н11 РП-1203 Шаблон РШ-8409
Ø29 ^{+0,5} мм; Ø19 _{-0,3} мм; Ø28 ^{+0,13} мм; М33*2	ШЦЦС 115-60-360-0,01 Пробка 8221-3119 33*2-6Н

Таблица 2.4 – Основные характеристики станка VM127M

Наименование параметра	Ед.измерения	Величина
X,Y,Z перемещения	мм	1010x300x420
Максимальная нагрузка на стол (по центру)	кг	800
Максимальная скорость шпинделя	об/мин	2000
Максимальная крутящий момент	кгс.м	137
Конус шпинделя		50AT5
Быстрый ход стола продольное и поперечное	мм/мин	3000
Быстрый ход стола вертикальный	мм/мин	1000
Габаритные размеры станка (ДxШxВ)	мм	2560x2260x2500
Масса станка	кг	4250

Данные металлорежущие станки обеспечивают выполнение заданных требований к изготовлению детали.

На токарном станке с ЧПУ для обработки детали «Корпус гидрозамка» в большинстве случаев применяются импортные инструменты, а именно дежавки и сверла со сменными пластинами.

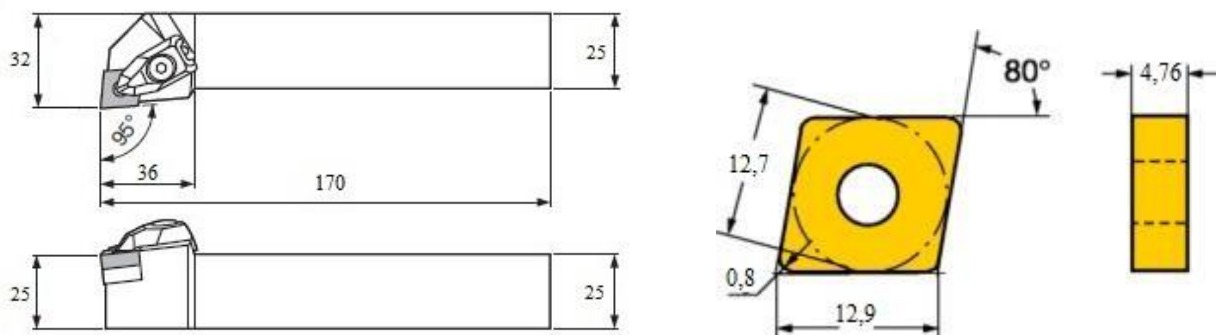


Рисунок 2.15 – Проходная державка DCLNR 2525M 12 – пластина CNMG 12

0408-PR 4225

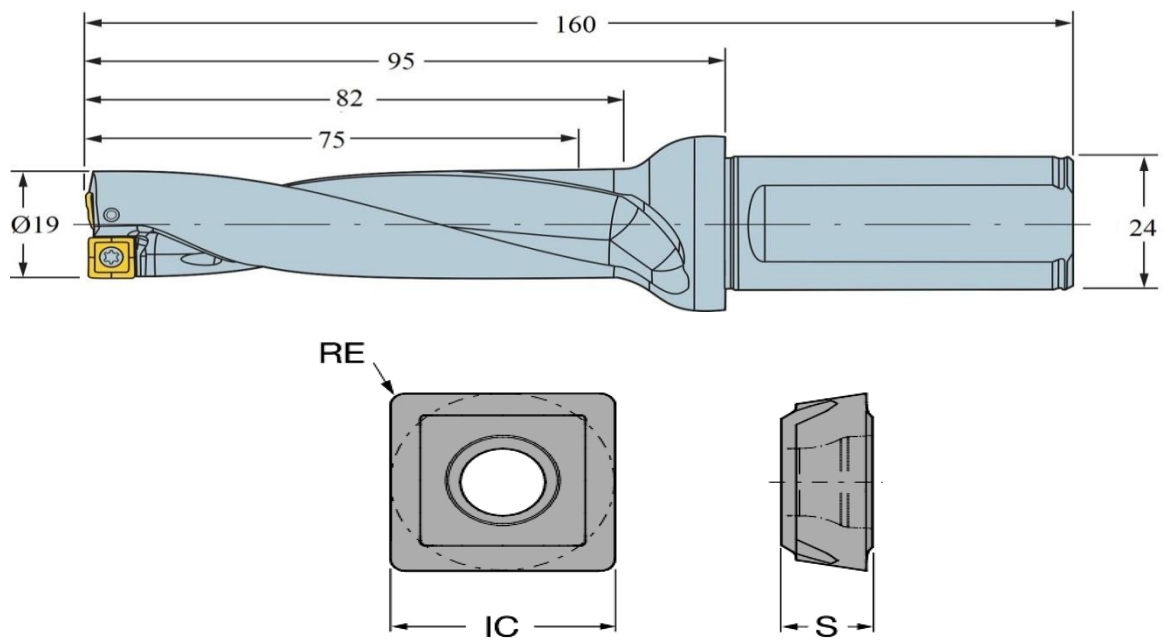


Рисунок 2.16 – Сверло 880–D1900L25–03 с пластинами: периферийная 880–03 03 W05H–P–GM 4044; центральная 880–03 03 05H–C–GM 1044

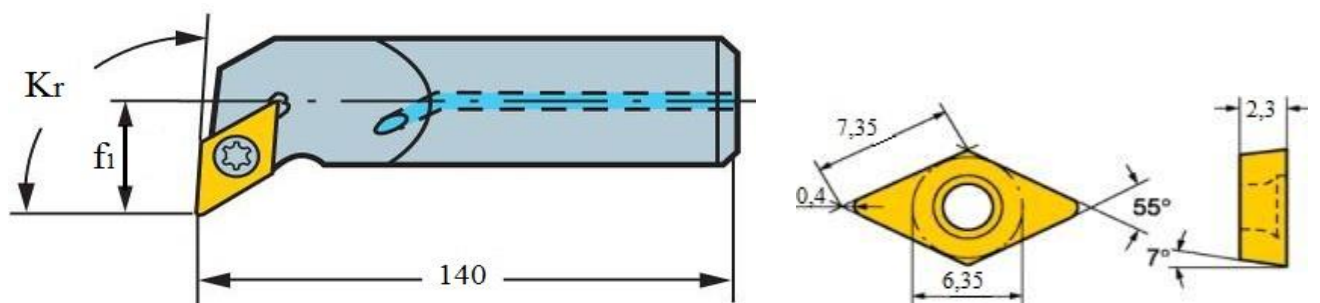
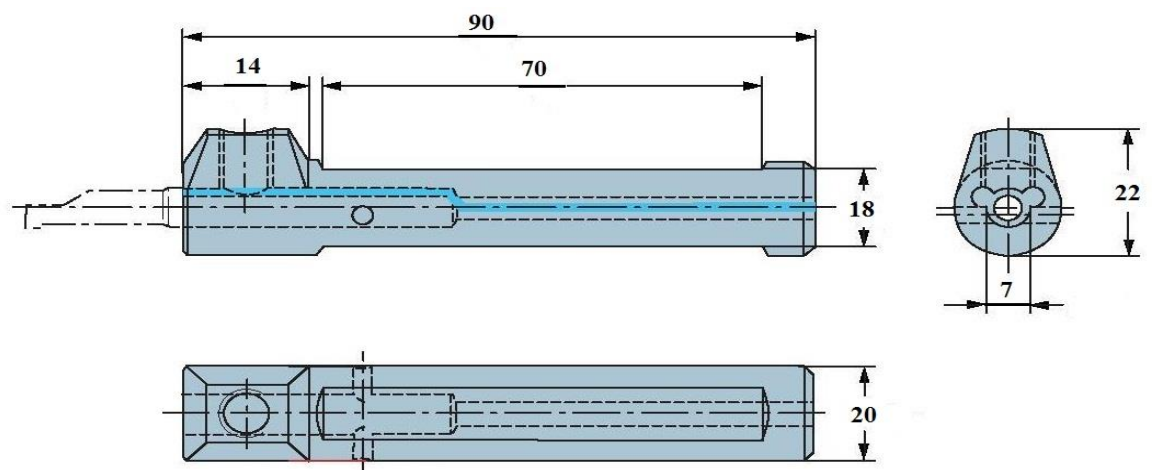


Рисунок 2.17 – Расточная державка A12M–SDUCR 07–ER с пластиной DCMT 07 02 04–PM 4225



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2018.939.00.00.ПЗ

Лист

25

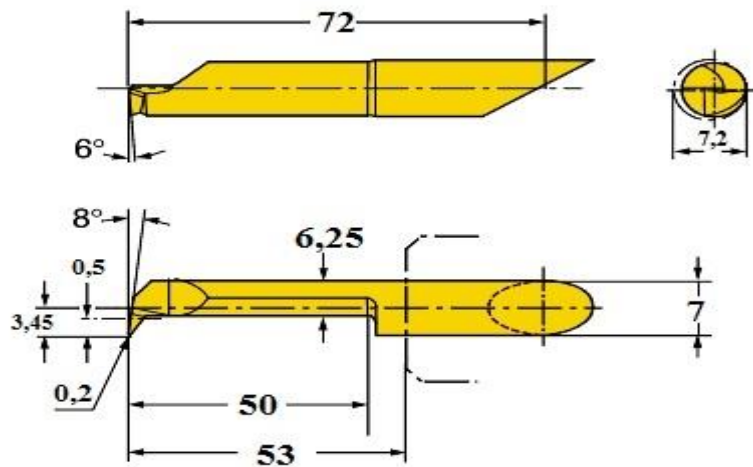


Рисунок 2.18 – Расточная державка CXS–A20–07 с пластиной CXS–07T098–20–7250R 1025

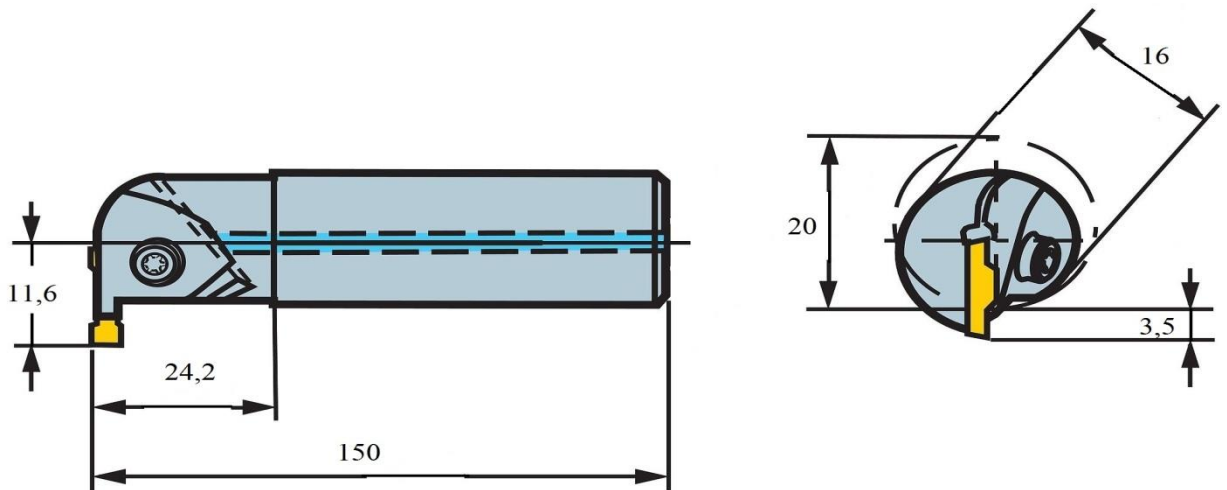
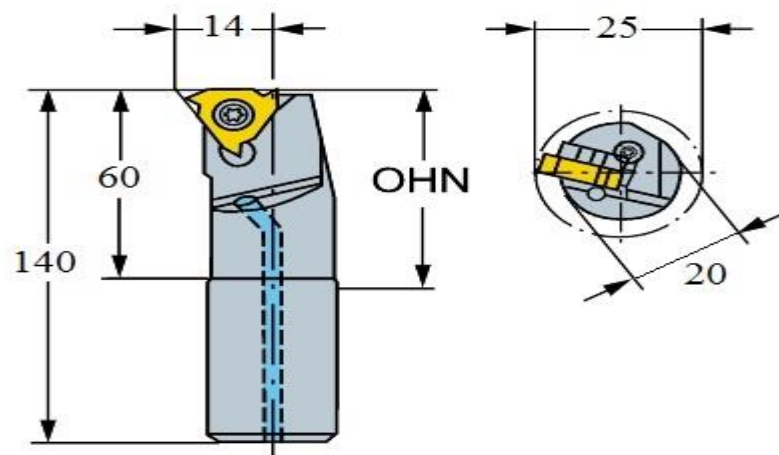


Рисунок 2.19 – Расточная канавочная державка RAG151.32–16M-25 с пластиной N151.3–400–40–4G 4125



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2018.939.00.00.ПЗ

Лист

26

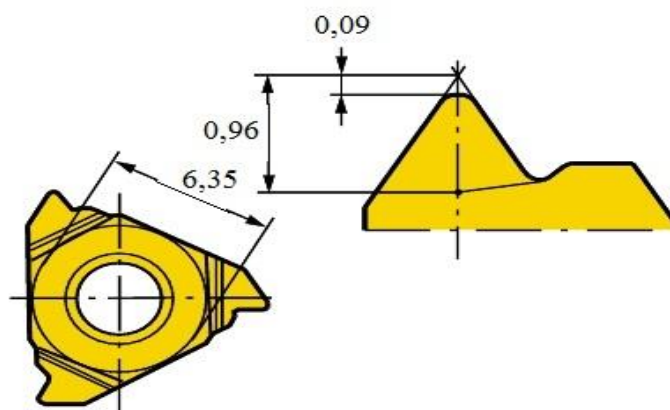


Рисунок 2.20 – Резьбовая державка R166.4KF–16–16 с пластиной R166.0L–16MM01–150 1020

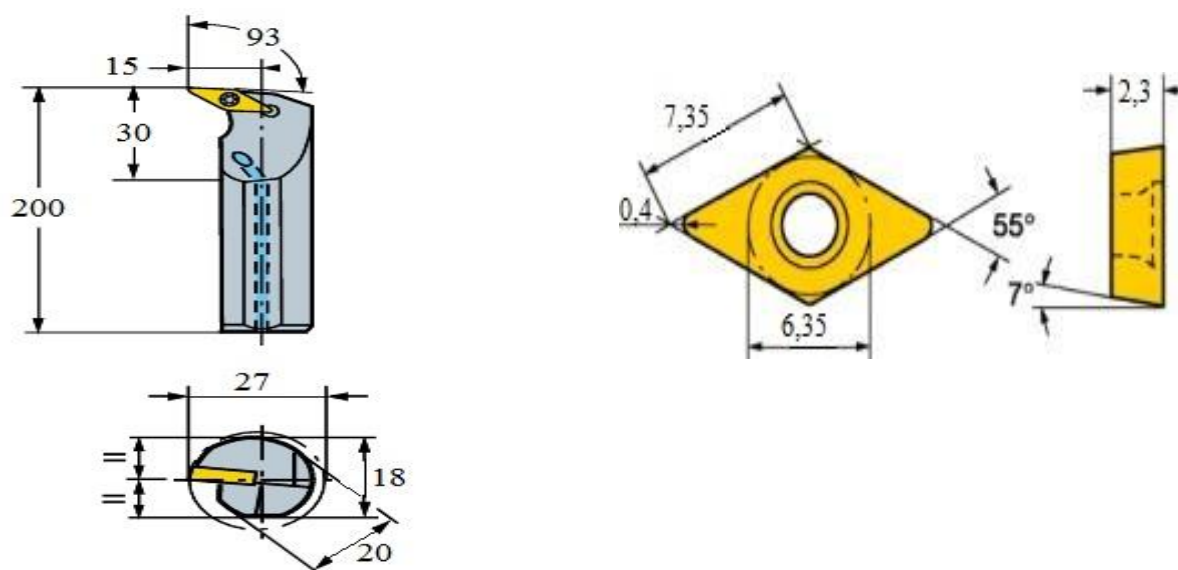


Рисунок 2.21 – Расточная канавочная державка RAG151.32–16M–25 с пластиной N151.3–400–40–4G 4125

Преимущества в сравнении с цельным инструментом: невысокая стоимость и быстрая замена режущих пластин, высокая производительность. Недостатком такого инструмента является высокая стоимость державок в случае их замены.

На фрезерном станке с ЧПУ для обработки детали «Корпус гидрозамка» в большинстве случаев применяются импортные инструменты, а именно фрезы, сверла.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

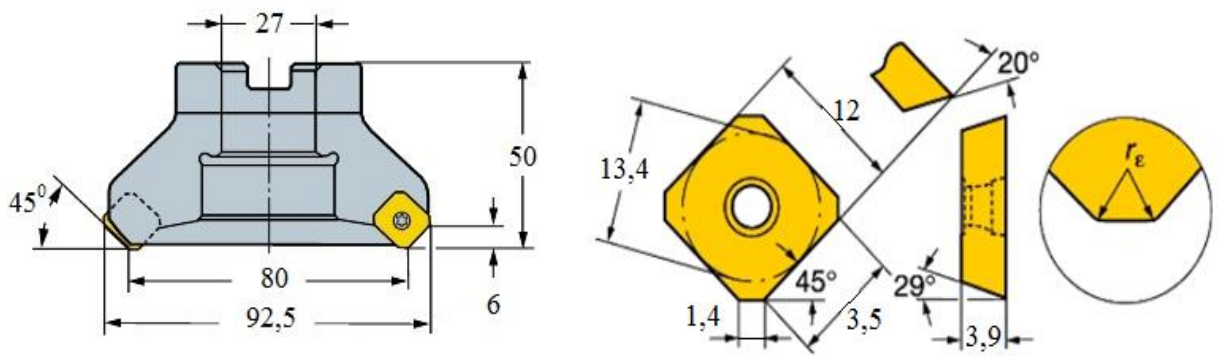


Рисунок 2.22 – Фреза торцевая Ø80 CoroMill R245–080Q27–12M с пластинами 245R–1305

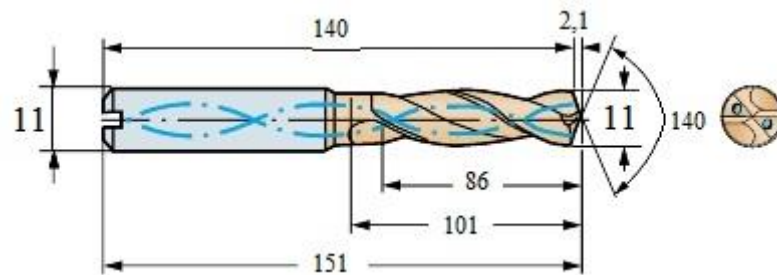


Рисунок 2.23 – Сверло Ø11 CoroDrill Delta-C R840–1100–70–A1A 1220

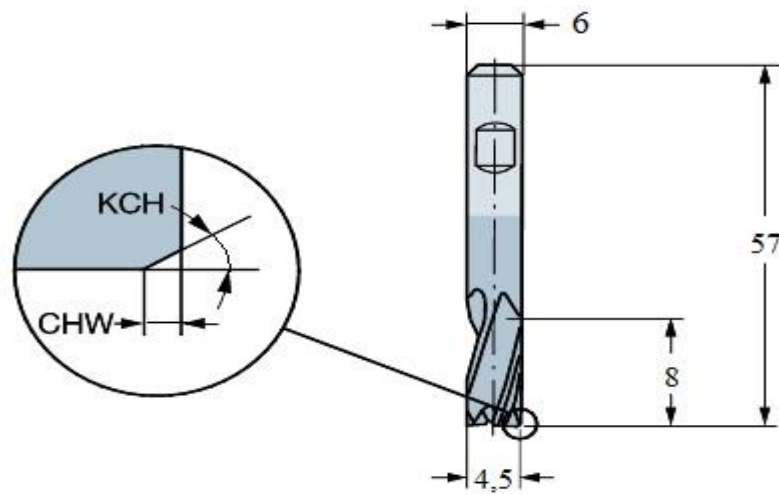


Рисунок 2.24 – Концевая фреза Ø4,5 CoroMill Plura R216.33–04530–AC08P 1630

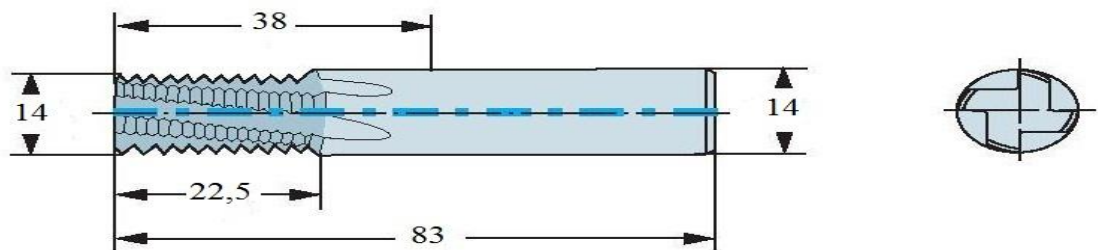


Рисунок 2.25 – Резьбовая фреза M14x1,5 CoroMill R217–14C120150AC22N

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2018.939.00.00.ПЗ

Лист

28

Преимущества импортного инструмента фрезерного станка перед аналогами: стойкость, качество обработки, высокая производительность. Недостаток – высокая стоимость.

Для изготовления детали «Корпус гидрозамка» применяется стандартная оснастка для режущего инструмента. Для токарного станка с ЧПУ используются резцодержатели, держатели для сверл с конусом Морзе (рис. 2.27). Для фрезерного станка с ЧПУ используются оправки, цанговые патроны различных типоразмеров в зависимости от диаметра цилиндрических хвостовиков (рис.2.27).

Данная оснастка обеспечивает высокую точность позиционирования инструмента в станке, быструю смену инструмента.

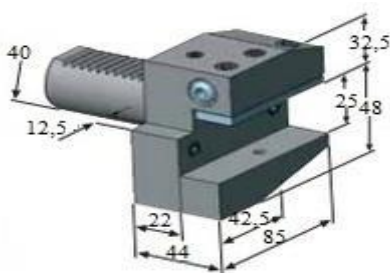


Рисунок 2.26 – Резцедержатель DIN69880 форма B2

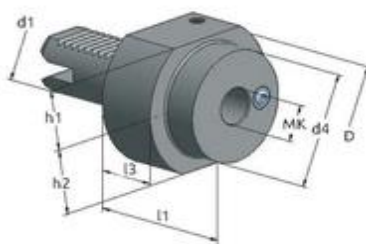


Рисунок 2.27 – Держатель с конусом Морзе DIN69880 форма F1

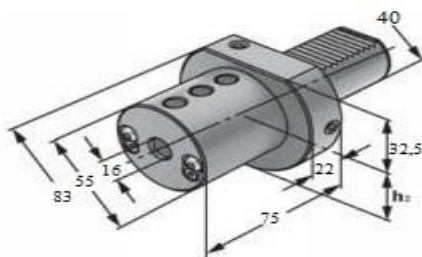


Рисунок 2.28 – Держатель для расточных оправок DIN69880 форма E2

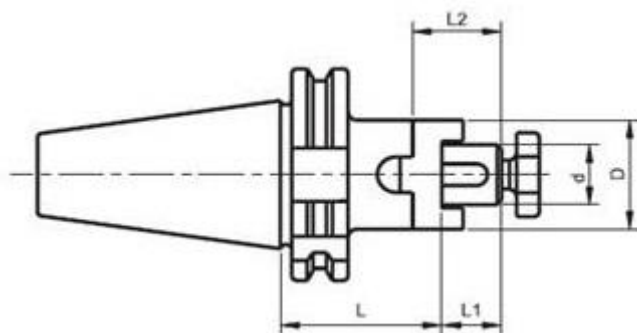


Рисунок 2.29 – Оправка для торцевой фрезы DIN69871 форма SK



Рисунок 2.30 – Цанговый патрон для крепления сверл, концевых фрез, резьбофрез

Для установки детали в токарном станке применяют гидравлический трехлапчатый патрон. Для установки детали на фрезерном станке применяют стандартные тиски.

Данные приспособления обеспечивают точное базирование детали.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

2.2.3 Размерный анализ действующего техпроцесса

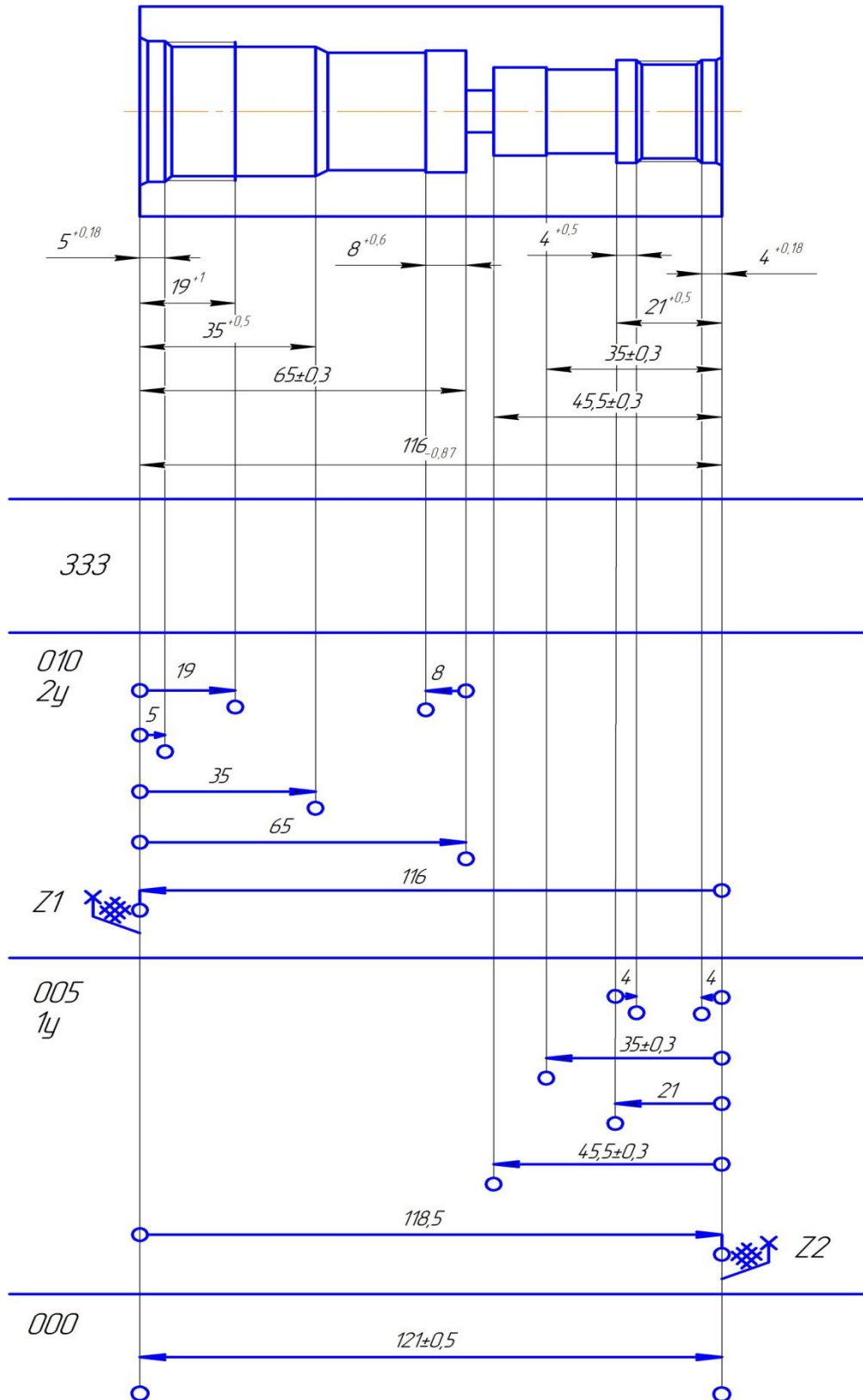


Рисунок 2.31 – Размерная цепь

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2018.939.00.00.ПЗ

Лист

31

$$Z_1^\phi = 118,5_{-0,5} - 116_{-0,87} = 2,5_{-0,5-0}^{0-(-0,87)} = 2,5_{-0,5}^{+0,87} \quad (2.2)$$

$$Z_{1min}^\phi = 2$$

$$Z_{1min}^T = R_{zi-1} + D_{fi-1} = 160 + 150 = 0,31\text{мм} \quad (2.3)$$

$$Z_{1min}^\phi = 2 > Z_{1min}^T = 0,31$$

Перерасход материала

$$Z_2^\phi = 121 \pm 0,5 - 118,5_{-0,5} = 2,5_{-0,5-0}^{+0,5-(-0,5)} = 2,5_{-0,5}^{+1} \quad (2.4)$$

$$Z_{2min}^\phi = 2$$

$$Z_{2min}^\phi = 2 > Z_{2min}^T = 0,31$$

Перерасход материала.

Выполнение работы по действующему техпроцессу к браку не приведет, но будет перерасход материала.

2.2.4 Выводы из анализа и предложения по разработке проектного техпроцесса

После анализа действующего техпроцесса, оборудования, режущего инструмента, приспособлений и оснастки, а также построения и расчета размерной цепи, было установлено, что существует резерв повышения производительности обработки детали, за счет применения только станков с ЧПУ, современного режущего инструмента и механизированного станочного приспособления, следовательно, уменьшится себестоимость изготовления детали за счет снижения штучного времени.

В проектном варианте технологического процесса предлагаю:

1. Убрать из ТП вертикально – фрезерный консольный станок ВМ127М и перенести операции с этого станка на вертикально–фрезерный центр с ЧПУ VF-2ВНЕ.
2. Пересчитать припуски на заготовку.
3. Разработать механизированное приспособление для фрезерных операций.

										Лист
										32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2018.939.00.00.ПЗ					

4. Объединить операции 013 с 020 и 015 с 025.

Данные мероприятия позволят сократить время на обработку, переустановки, также уменьшится расход материала.

2.3 Разработка проектного технологического процесса

2.3.1 Разработка маршрутного техпроцесса

Проектный технологический процесс механической обработки изделия приведен в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Проектный технологический процесс

Наименование операции	Оборудование
000 Заготовительная	Ленточно-отрезной станок PEGAS 350x400 HERKULES A-CNC
003 Транспортная	
005 Токарная 2 установка	Токарно–револьверный центр с ЧПУ HAAS ST-30THE
010 Фрезерная 4 установка	Вертикально–фрезерный центр с ЧПУ HAAS VF-2BHE
015 Моечная	Моечная машина - AM1200 BS
020 Контрольная	Контрольный стол

2.3.2 Выбор оборудования для реализации техпроцесса

Для обработки оставляем прежние станки с ЧПУ, так как станки отвечают всем техническим требованиям для изготовления детали. Уберем из проектного техпроцесса вертикально – фрезерный консольный станок VM127M.

2.3.3 Выбор и обоснование метода получения исходной заготовки

Метод выполнения заготовок для деталей машин определяется назначением и конструкцией детали, материалом, техническими требованиями, масштабом и серийностью выпуска, а также экономичностью изготовления.

В качестве возможных методов получения заготовки рассмотрим следующие: литье в песчаные формы, штамповка на кривошипном горячекатаном прессе и круглый прокат.

При литье в песчаные форму, возможны образования небольших раковин, что недопустимо для нашей заготовки, так как поверхности изготавливаемой детали имеют точные размеры и относительно высокий класс шероховатости.

Производство заготовок на кривошипном горячекатаном прессе подразумевает увеличение себестоимости заготовки, связанное с проектированием и изготовлением дорогостоящей оснастки. При изготовлении рассматриваемой детали вся себестоимость изготовления оснастки ложится на стоимость изготовления только нескольких деталей.

При производстве рассматриваемой детали из круглого проката низкий коэффициент использования материала, но не требуется изготовление дополнительной оснастки для производства заготовки.

Из трех рассмотренных методов получения заготовок в условиях серийного производства и с учетом требований высокого качества изготавливаемой детали выбираем заготовку из круглого проката.

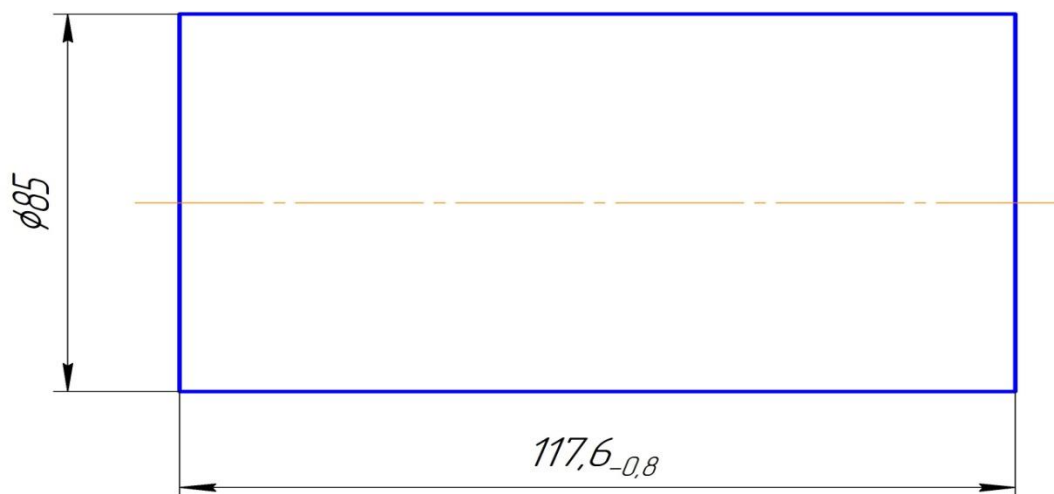


Рисунок 2.32 – Исходная заготовка

2.3.4 План операций и переходов проектного техпроцесса

Установ А

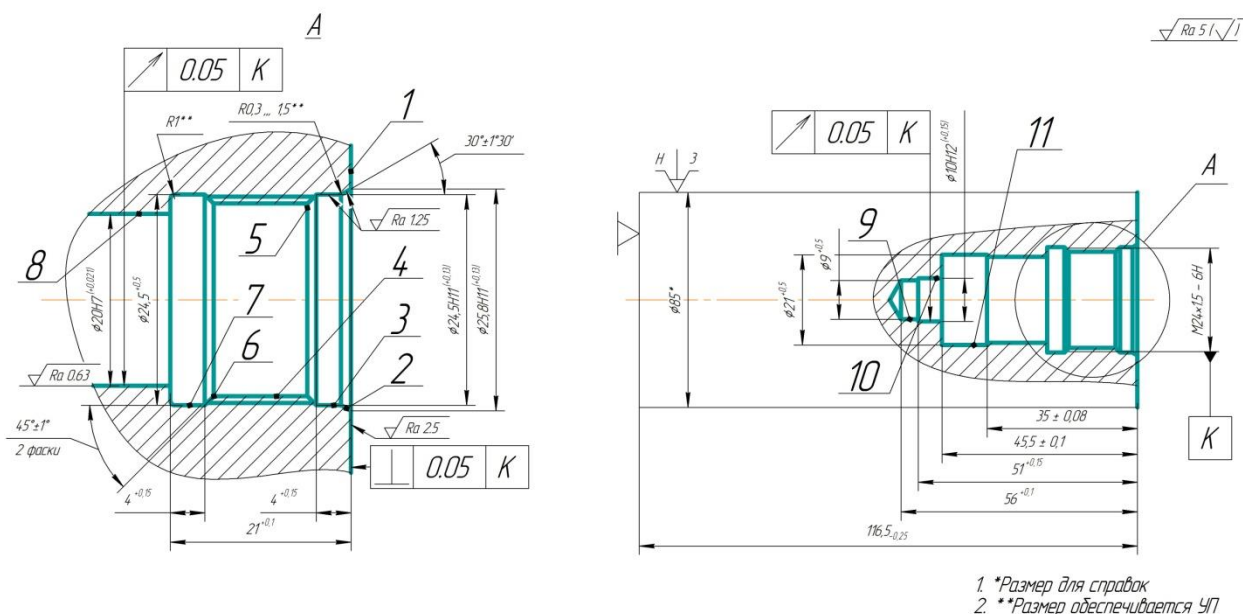


Рисунок 2.33 – Токарная операция установ А

Подрезать торец 1; сверлить отверстие 8; сверлить отверстие 9; расточить отверстие 4, выдерживая размер $\varnothing 22,43^{+0,22}$; расточить отверстие 3, фаски 2,5; расточить отверстие 7, фаску 6; расточить отверстие 8; расточить отверстие 10; расточить канавку 11; нарезать резьбу 4.

Установ Б

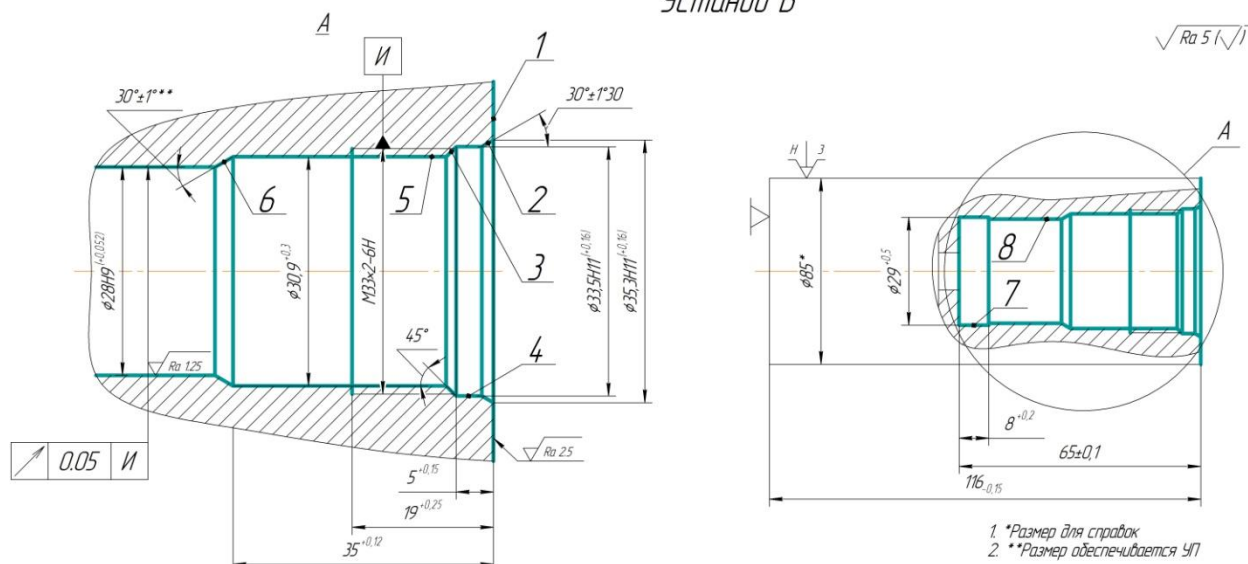


Рисунок 2.34 – Токарная операция установ Б

Подрезать торец 1; сверлить отверстие 8; расточить отверстие 5,

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

выдерживая размер $\varnothing 30,9^{+0,4}$ и фаску 6; расточить отверстие 8; расточить отверстие 4, фаски 2,3; расточить канавку 7; нарезать резьбу 5.

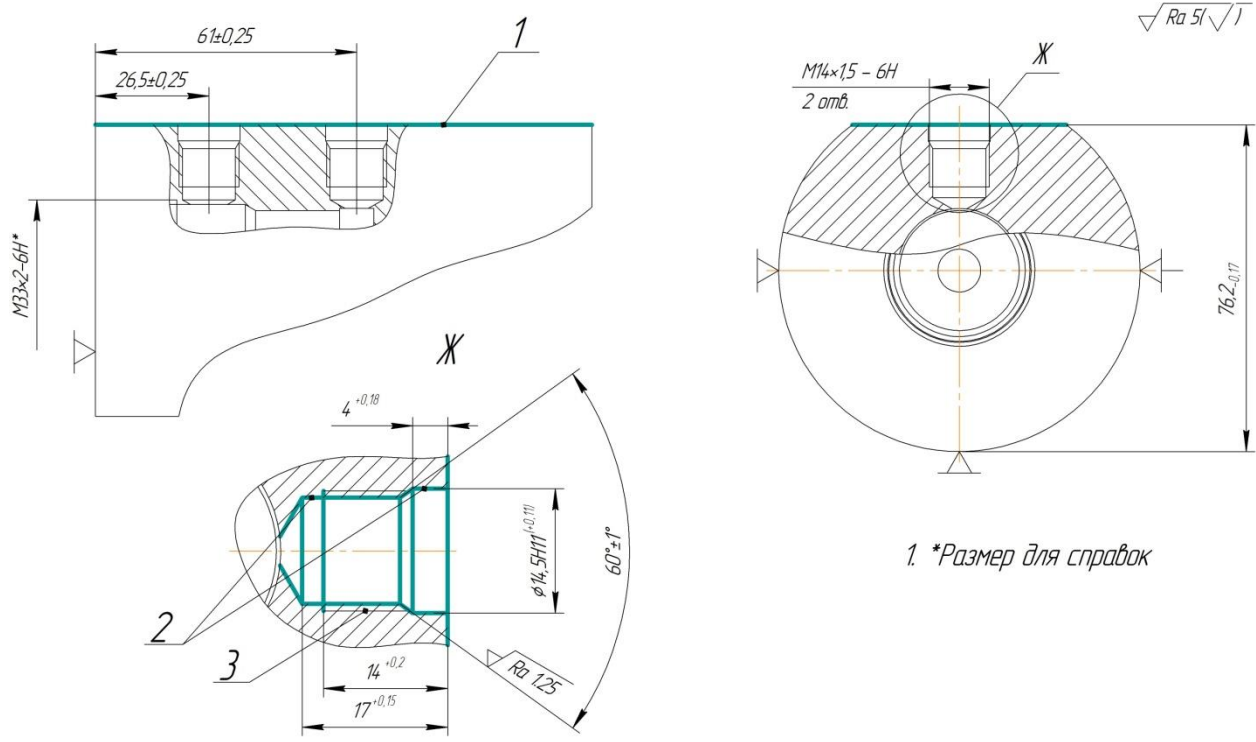


Рисунок 2.35 – Фрезерная операция установ А

Фрезеровать поверхность 1; сверлить отверстие 2; нарезать резьбу 3.

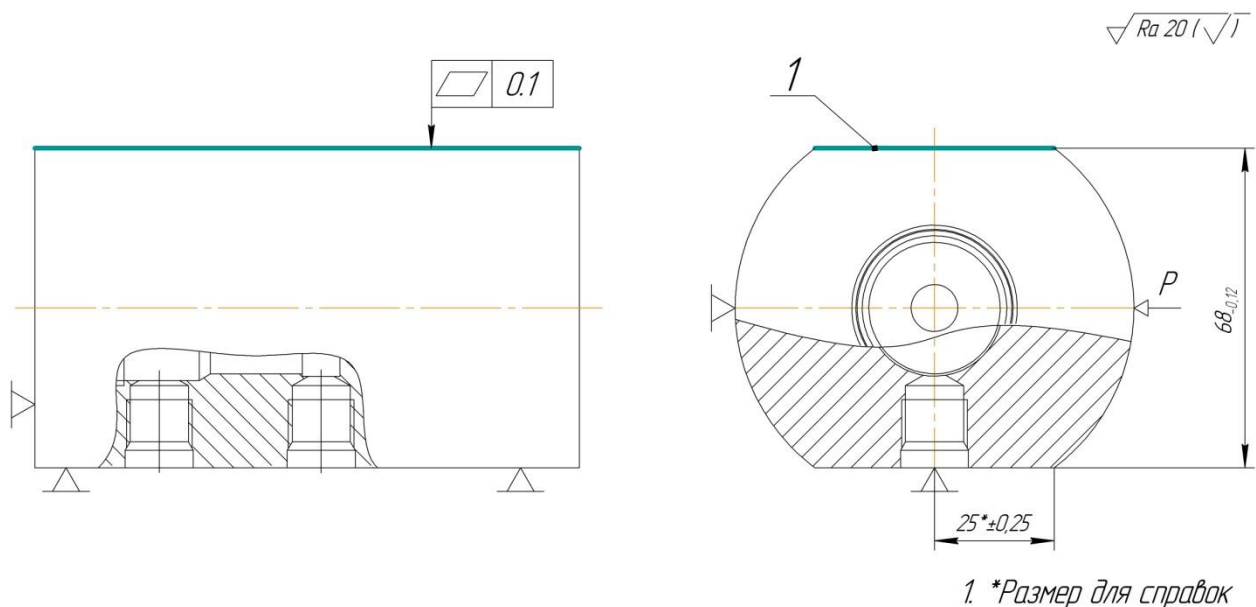
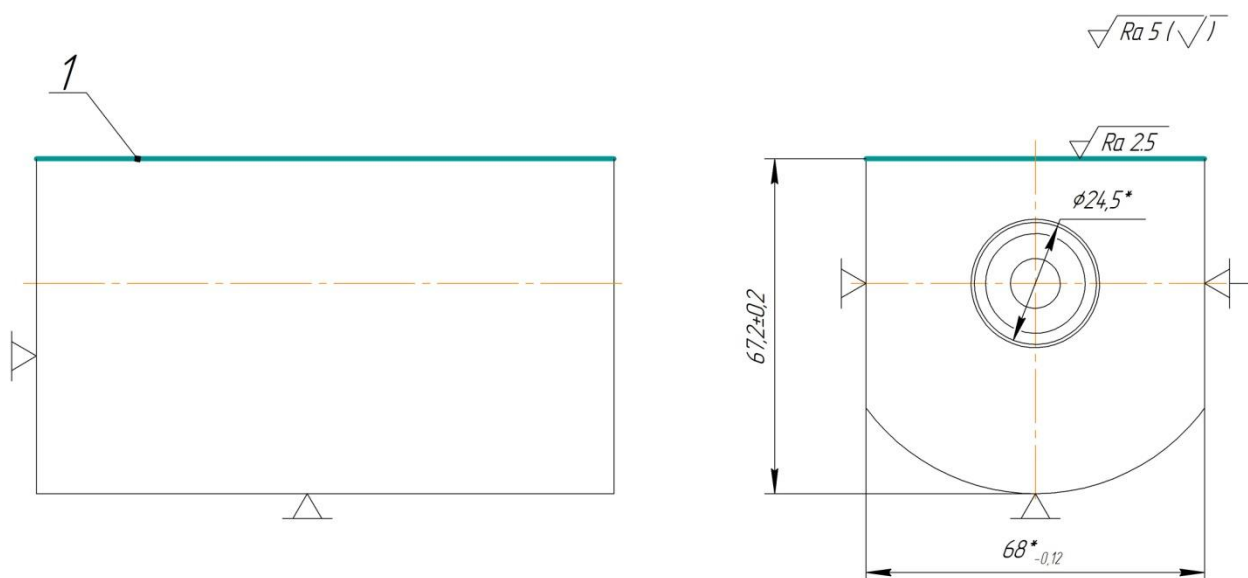


Рисунок 2.36 – Фрезерная операция установ Б

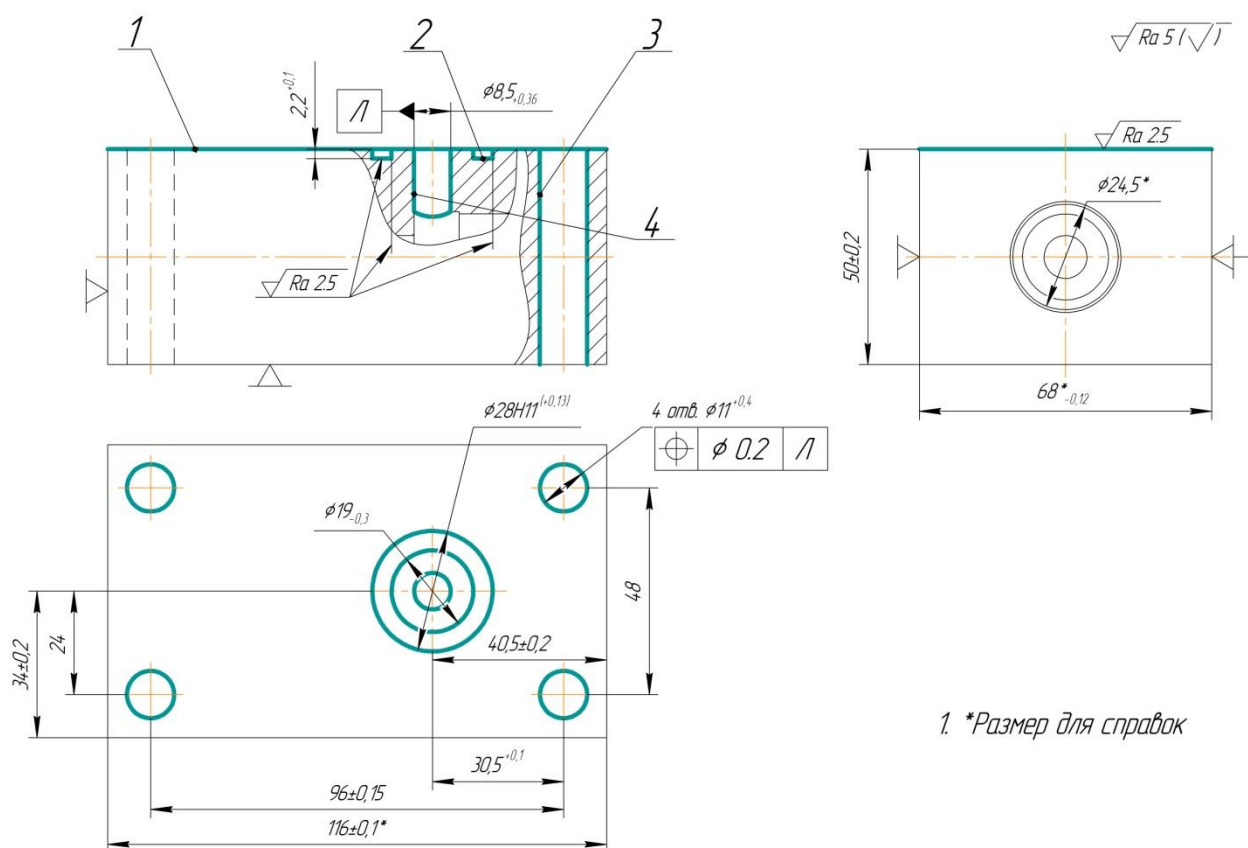
Фрезеровать поверхность 1.



1. *Размер для справок

Рисунок 2.37 – Фрезерная операция установ В

Фрезеровать поверхность 1.



1. *Размер для справок

Рисунок 2.38 – Фрезерная операция установ Г

Фрезеровать поверхность 1; сверлить 4 отверстия Ø11; сверлить отверстие 4; фрезеровать кольцевую канавку 2.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2018.939.00.00.ПЗ

Лист

37

2.3.5 Размерный анализ проектного техпроцесса

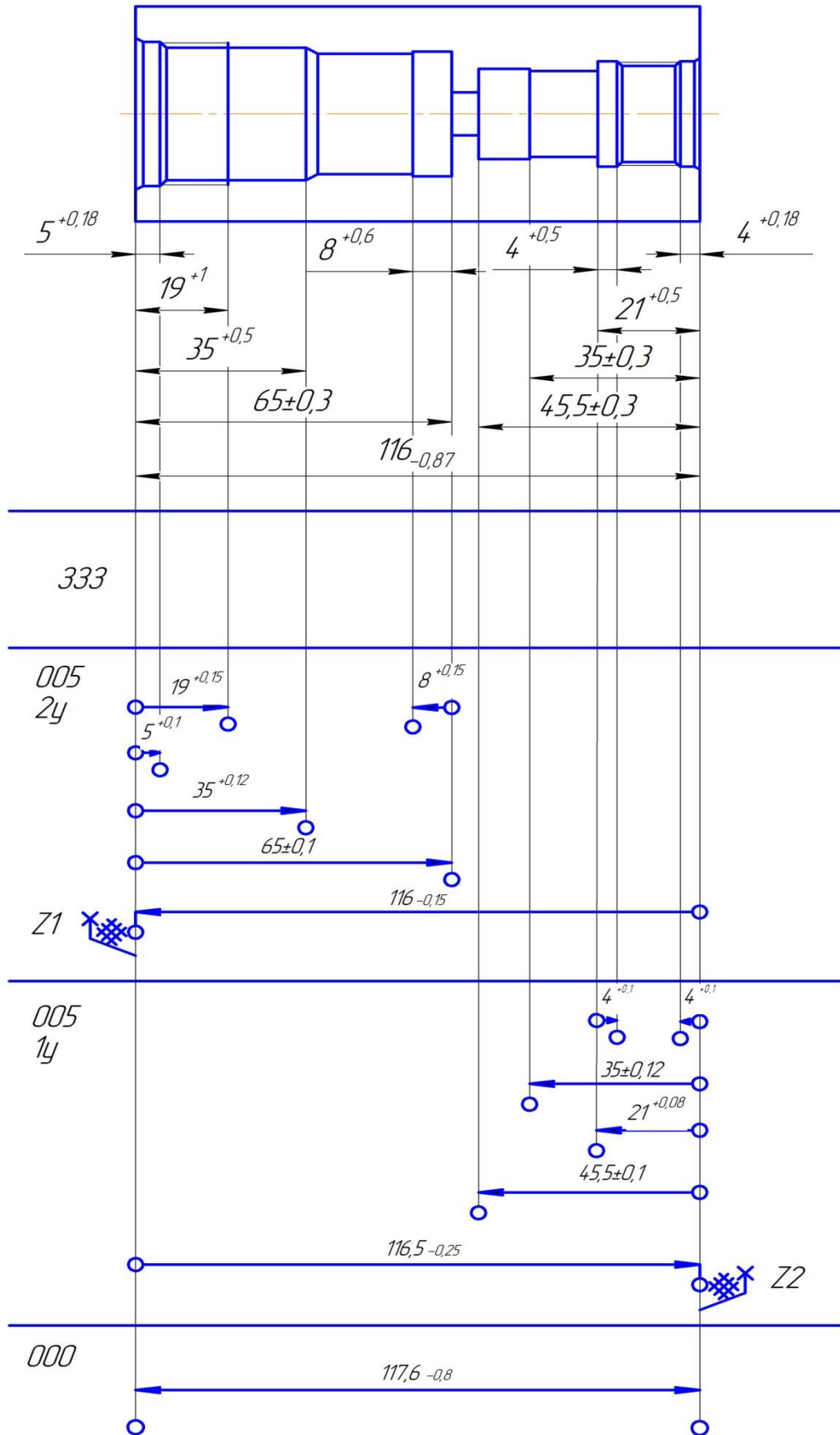


Рисунок 2.39 – Размерная цепь

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2018.939.00.00.ПЗ

Лист

38

$$Z_H = Z_{min} + \frac{W}{2} - \Delta_0,$$

$$W = \sum T_i,$$

где W – сумма допусков входящих в контур

$$\Delta_0 = \frac{(B+H)-(b+h)}{2} \quad (2.4)$$

$$Z_{1H} = 0,31 + \frac{0,25 + 0,17}{2} - \frac{(0 - 0,25) - (0 - 0,17)}{2} = 0,48 \text{ мм}$$

$$X = 0,48 + 116 = 116,48 \approx 116,5 \text{ мм}$$

$$Z_{2H} = 0,31 + \frac{0,8 + 0,25}{2} - \frac{(0 - 0,8) - (0 - 0,25)}{2} = 1,085 \text{ мм}$$

$$Z = 1,085 + 116,5 = 117,586 \approx 117,6 \text{ мм}$$

Так как при расчете заготовки ее длина уменьшилась, соответственно уменьшился вес и увеличился коэффициент использования материала.

Объем цилиндра вычисляется по формуле:

$$V = \pi R^2 h, \quad (2.5)$$

где h – высота цилиндра

R – радиус цилиндра, тогда

$$V = 3,14 * 42,5^2 * 121 = 689102,4 \text{ мм}^3$$

$$V = 3,14 * 42,5^2 * 117,6 = 666983,1 \text{ мм}^3$$

Масса цилиндра вычисляется по формуле:

$$m = \rho V, \quad (2.6)$$

где $\rho = 7900 \text{ кг/м}^3$ – плотность железа, отсюда

$$m = 7900 * 0,0006891024 = 5,44 \text{ кг}$$

$$m = 7900 * 0,0006669831 = 5,27 \text{ кг}$$

Пересчитаем коэффициент использования материала:

$$K_{им} = \frac{M_d}{M_z}, \quad (2.7)$$

где M_d – масса детали;

M_z – масса заготовки.

$$K_{им} = \frac{5,44}{5,27} = 0,57$$

									Лист
									39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2018.939.00.00.ПЗ				

2.3.6 Расчёт режимов резания и норм времени

Технологические переходы

1. Подрезать торец Ø85мм на длину 44мм

ТОЧЕНИЕ НА [Перейти на главную страницу toolguide.sandvik.coromant.com](#) ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ

ОБРАБОТКА ТОРЦА / СМЕННАЯ

VC [m/min] СКОРОСТЬ РЕЗАНИЯ	FN [mm] ПОДАЧА НА ОБОРОТ	NOPAP ЧИСЛО ПРОХОДОВ В НАПРАВЛЕНИИ АР	AP [mm] ГЛУБИНА РЕЗАНИЯ
253	0.626	1	1.1
RPMX [1/min] МАХ ЧАСТОТА ВРАЩЕНИЯ	PPCX [kW] МАКСИМАЛЬНАЯ МОЩНОСТЬ РЕЗАНИЯ	MMCX [Nm] МАХ КРУТЯЩИЙ МОМЕНТ	
4000	5.41	54.5	

ПОЯСНЕНИЕ
1 Чистовая обработка

Т-Мах Р

	DCLNR 2525M 12 Инструмент
	CNMM 12 04 12-WR 4325 Пластина

Рисунок 2.40 – Режимы резания

Определяем число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 253}{3,14 \cdot 85} = 948 \frac{\text{об}}{\text{мин}} \quad (2.8)$$

Определяем основное время

$$T_o = \frac{L}{S \cdot n} = \frac{44}{0,626 \cdot 948} = 0,07 \text{ мин} \quad (2.9)$$

2. Сверлить отверстие Ø19мм на длину 45,5мм

СВЕРЛЕНИЕ СВЕРЛОМ СО СМЕННЫМИ ПЛАСТИНАМИ / СМЕННАЯ

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ ИЗМЕНИТЕ РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ ПРЕДЕЛЫ

VC [m/min] СКОРОСТЬ РЕЗАНИЯ	FN [mm] ПОДАЧА НА ОБОРОТ	N [1/min] ЧАСТОТА ВРАЩЕНИЯ ШПИНДЕЛЯ	VF [mm/min] МИНУТНАЯ ПОДАЧА
180	0.15	3020	452
PPC [kW] МОЩНОСТЬ РЕЗАНИЯ	MMC [Nm] КРУТЯЩИЙ МОМЕНТ	FFF [N] УСИЛИЕ ПОДАЧИ	
7.69	24.3	2130	

ПОЯСНЕНИЕ
1 Сверление сверлами с асимметричной вершиной

CoroDrill 880

	880-D1900L25-03 Инструмент
	880-03 03 W06H-P-GT 4024 периферийная пластина
	880-03 03 05H-C-GR 1044 Центральная пластина

Рисунок 2.41 – Режимы резания

Определяем число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 19} = 3017 \text{ об/мин}$$

Определяем основное время

$$T_o = \frac{L}{S * n} = \frac{45,5}{0,15 * 3017} = 0,10 \text{ мин}$$

3. Сверлить отверстие Ø9мм на длину 11мм

Рисунок 2.42 – Режимы резания

Определяем число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 * 94}{3,14 * 9} = 3326 \text{ об/мин}$$

Определяем основное время

$$T_o = \frac{L}{S * n} = \frac{11}{0,22 * 3326} = 0,015 \text{ мин}$$

4. Раточить отверстие, выдерживая размер Ø22,43 на длину 21мм

Рисунок 2.43 – Режимы резания

Определяем число оборотов шпинделя для предварительной обработки

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 * 230}{3,14 * 22,43} = 3265 \text{ об/мин}$$

Определяем основное время

$$T_{o \text{ предварит}} = \frac{L}{S * n} = \frac{21}{0,15 * 3265} = 0,04 \text{ мин}$$

Определяем число оборотов шпинделя для чистовой обработки

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 * 235}{3,14 * 22,43} = 3336 \text{ об/мин}$$

Определяем основное время

$$T_{o \text{ чист}} = \frac{L}{S * n} = \frac{21}{0,15 * 3336} = 0,04 \text{ мин}$$

$$T_o = 0,04 + 0,04 = 0,08 \text{ мин}$$

5. Раточить отверстие и фаски, выдерживая размер Ø24,5 на длину 4мм

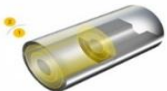
ТОЧЕНИЕ ВНУТРЕННЕЕ ТОЛЬКО ПРОДОЛЬНОЕ / СМЕННАЯ		ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ			
 <p>ПОЯСНЕНИЕ</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 Предварительная обработка 2 Чистовая обработка 	VC [m/min] СКОРОСТЬ РЕЗАНИЯ	FN [mm] ПОДАЧА НА ОБОРОТ	NOPAP ЧИСЛО ПРОХОДОВ В НАПРАВЛЕНИИ AP	DMS [mm] ОБРАБАТЫВАЕМЫЙ ДИАМЕТР	
	1 163 2 234	0.267 0.183	1 1	22.43 23.465	
	DME [mm] ОБРАБОТАННЫЙ ДИАМЕТР	AP [mm] ГЛУБИНА РЕЗАНИЯ	RPMX [1/min] МАХ ЧАСТОТА ВРАЩЕНИЯ	PPCX [kW] МАКСИМАЛЬНАЯ МОЩНОСТЬ РЕЗАНИЯ	
	1 23.465 2 24.5	0.518 0.518	2210 3050	0.914 1.02	
	MMCX [Nm] МАХ КРУТЯЩИЙ МОМЕНТ				
	1 3.94 2 3.2				
<p>CoroTurn 107</p> <p>A12M-SDUCR 07-ER Инструмент</p> <p>DCMT 07 02 08-UM 1125 Пластина</p>					

Рисунок 2.44 – Режимы резания

Определяем число оборотов шпинделя для предварительной обработки

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 * 163}{3,14 * 23,465} = 2212 \text{ об/мин}$$

Определяем основное время

$$T_{o \text{ предварит}} = \frac{L}{S * n} = \frac{4}{0,267 * 2212} = 0,006 \text{ мин}$$

Определяем число оборотов шпинделя для чистовой обработки

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 * 234}{3,14 * 24,5} = 3041 \text{ об/мин}$$

Определяем основное время

$$T_{o \text{ чист}} = \frac{L}{S * n} = \frac{4}{0,183 * 3041} = 0,007 \text{ мин}$$

$$T_o = 0,006 + 0,007 = 0,013 \text{ мин}$$

6. Раточить отверстие и фаски, выдерживая размер Ø24,5 на длину 4мм


ТОЧЕНИЕ ВНУТРЕННЕЕ ТОЛЬКО ПРОДОЛЬНОЕ / СМЕННАЯ		ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ		РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ	
 <p>ПОЯСНЕНИЕ</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 Предварительная обработка 2 Чистовая обработка <p>SoroTurn 107</p> <p>A12M-SDUCR 07-ER Инструмент</p> <p>DCMT 07 02 08-UM 1125 Пластина</p>	VC [m/min] СКОРОСТЬ РЕЗАНИЯ	FN [mm] ПОДАЧА НА ОБОРОТ	NOPAP ЧИСЛО ПРОХОДОВ В НАПРАВЛЕНИИ AP	DMS [mm] ОБРАБАТЫВАЕМЫЙ ДИАМЕТР	
	1 163	0.267	1	22.43	
	2 234	0.183	1	23.465	
	DME [mm] ОБРАБОТАННЫЙ ДИАМЕТР	AP [mm] ГЛУБИНА РЕЗАНИЯ	RPMX [1/min] МАХ ЧАСТОТА ВРАЩЕНИЯ	PPCX [kW] МАКСИМАЛЬНАЯ МОЩНОСТЬ РЕЗАНИЯ	
1 23.465	0.518	2210	0.914		
2 24.5	0.518	3050	1.02		
	MMSX [Nm] МАХ КРУТЯЩИЙ МОМЕНТ				
	1 3.94				
	2 3.2				

Рисунок 2.45 – Режимы резания

Определяем число оборотов шпинделя для предварительной обработки

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 * 163}{3,14 * 23,465} = 2212 \text{ об/мин}$$

Определяем основное время

$$T_{\text{о предварит}} = \frac{L}{S * n} = \frac{4}{0,267 * 2212} = 0,006 \text{ мин}$$

Определяем число оборотов шпинделя для чистовой обработки

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 * 234}{3,14 * 24,5} = 3041 \text{ об/мин}$$

Определяем основное время

$$T_{\text{о чист}} = \frac{L}{S * n} = \frac{4}{0,183 * 3041} = 0,007 \text{ мин}$$

$$T_{\text{о}} = 0,006 + 0,007 = 0,013 \text{ мин}$$

7. Раточить отверстие, выдерживая размер Ø20 на длину 24,5мм


ТОЧЕНИЕ ВНУТРЕННЕЕ ТОЛЬКО ПРОДОЛЬНОЕ / СМЕННАЯ		ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ		РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ		
 <p>ПОЯСНЕНИЕ</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 Чистовая обработка <p>SoroTurn 107</p> <p>A12M-SDUCR 07-ER Инструмент</p> <p>DCMX 07 02 08-WF 1125 Пластина</p>	VC [m/min] СКОРОСТЬ РЕЗАНИЯ	FN [mm] ПОДАЧА НА ОБОРОТ	NOPAP ЧИСЛО ПРОХОДОВ В НАПРАВЛЕНИИ AP	DMS [mm] ОБРАБАТЫВАЕМЫЙ ДИАМЕТР		
	1 251	0.161	1	19		
	DME [mm] ОБРАБОТАННЫЙ ДИАМЕТР	AP [mm] ГЛУБИНА РЕЗАНИЯ	RPMX [1/min] МАХ ЧАСТОТА ВРАЩЕНИЯ	PPCX [kW] МАКСИМАЛЬНАЯ МОЩНОСТЬ РЕЗАНИЯ		
	1 20	0.5	4000	0.976		
	MMSX [Nm] МАХ КРУТЯЩИЙ МОМЕНТ					
	1 2.33					
	ПОЯСНЕНИЕ					
	1 Чистовая обработка					

Рисунок 2.46 – Режимы резания

Определяем число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 * 210}{3,14 * 20} = 3343 \text{ об/мин}$$

Определяем основное время

$$T_o = \frac{L}{S * n} = \frac{24,5}{0,15 * 3343} = 0,05 \text{ мин}$$

8. Раточить отверстие, выдерживая размер Ø10 на длину 5,5мм

ТОЧЕНИЕ ВНУТРЕННЕЕ ТОЛЬКО ПРОДОЛЬНОЕ / СМЕННАЯ

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ

VC [m/min] СКОРОСТЬ РЕЗАНИЯ	FN [mm] ПОДАЧА НА ОБОРОТ	NOPAP ЧИСЛО ПРОХОДОВ В НАПРАВЛЕНИИ AP	DMS [mm] ОБРАБАТЫВАЕМЫЙ ДИАМЕТР
163	0.269	1	18

DME [mm] ОБРАБОТАННЫЙ ДИАМЕТР	AP [mm] ГЛУБИНА РЕЗАНИЯ	RPMX [1/min] МАХ ЧАСТОТА ВРАЩЕНИЯ	RPCX [kW] МАКСИМАЛЬНАЯ МОЩНОСТЬ РЕЗАНИЯ
19	0.5	2730	0.893

ММСХ [Nm] МАХ КРУТЯЩИЙ МОМЕНТ
3.12

ПОЯСНЕНИЕ

1 Чистовая обработка

CoroTurn 107

A12M-SDUCR 07-ER
Инструмент

DCMT 07 02 08-UM 1125
Пластина

Рисунок 2.47 – Режимы резания

Определяем число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 * 105}{3,14 * 10} = 3344 \text{ об/мин}$$

Определяем основное время

$$T_o = \frac{L}{S * n} = \frac{5,5}{0,1 * 3344} = 0,016 \text{ мин}$$

9. Раточить канавку, выдерживая размер Ø21 на длину 10,5мм

ОБРАБОТКА ВНУТРЕННИХ КАНАВОК / СМЕННАЯ

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ СТРАТЕГИЯ ОБРАБОТКИ

DMS [mm] ОБРАБАТЫВАЕМЫЙ ДИАМЕТР	NOPAP ЧИСЛО ПРОХОДОВ В НАПРАВЛЕНИИ AP	AP [mm] ГЛУБИНА РЕЗАНИЯ	VC [m/min] СКОРОСТЬ РЕЗАНИЯ
1 20.01	3	2.65	217
2 20.01	2	1.28	217

FN [mm] ПОДАЧА НА ОБОРОТ	RPMN [1/min] МИН ЧАСТОТА ВРАЩЕНИЯ	RPMX [1/min] МАХ ЧАСТОТА ВРАЩЕНИЯ	VCAVG [m/min] СРЕДНЯЯ СКОРОСТЬ РЕЗАНИЯ
1 0.07	3290	3450	217
2 0.105	3290	3450	217

ММСХ [Nm] МАХ КРУТЯЩИЙ МОМЕНТ
1 6
2 3.79

ПОЯСНЕНИЕ

1 Обработка нескольких канавок, первый проход

2 Обработка нескольких канавок, второй проход

T-Max Q-Cut

RAG151.32-16M-25
Инструмент

N151.3-265-25-4G 1125
Пластина

Рисунок 2.48 – Режимы резания

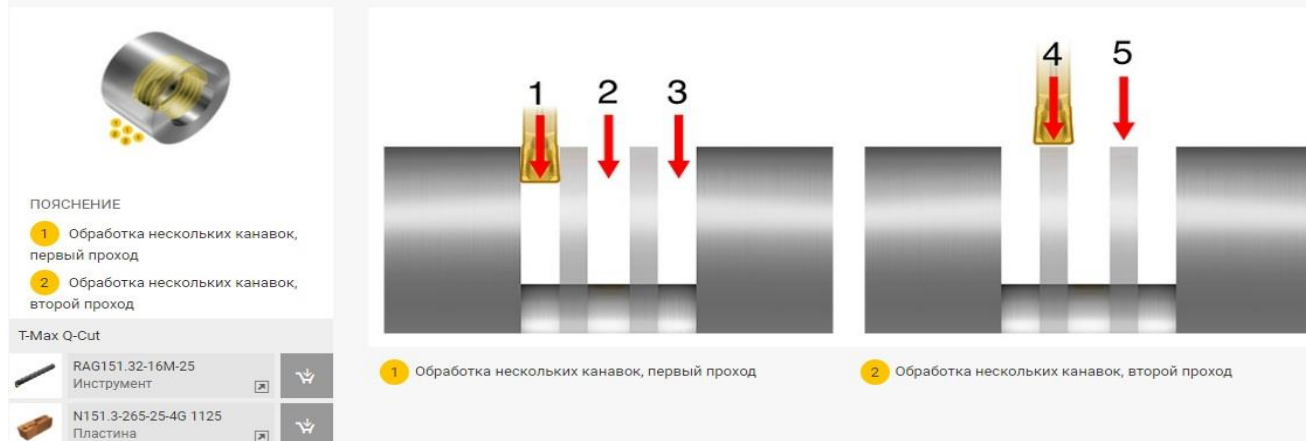


Рисунок 2.49 – Режимы резания

Определяем число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 * 217}{3,14 * 21} = 3290 \text{ об/мин}$$

Определяем основное время

$$T_{\text{о первый проход}} = \frac{L}{S * n} = \frac{10,5}{0,07 * 3290} = 0,045 \text{ мин}$$

$$T_{\text{о п.п.}} = 0,045 * 3 = 0,135 \text{ мин}$$

Определяем число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 * 217}{3,14 * 21} = 3290 \text{ об/мин}$$

Определяем основное время

$$T_{\text{о второй проход}} = \frac{L}{S * n} = \frac{10,5}{0,105 * 3290} = 0,03 \text{ мин}$$

$$T_{\text{о в.п.}} = 0,03 * 2 = 0,06 \text{ мин}$$

$$T_{\text{о}} = 0,135 + 0,06 = 0,195 \text{ мин}$$

10. Нарезать резьбу М24х1,5–6Н на длину 17мм

Определяем число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 * 130}{3,14 * 24} = 1725 \text{ об/мин}$$

Определяем основное время

$$T_{\text{о один проход}} = \frac{L}{P * n} = \frac{17}{1,5 * 1725} = 0,006 \text{ мин}$$

$$T_0 = 0,006 * 6 = 0,036 \text{ мин}$$

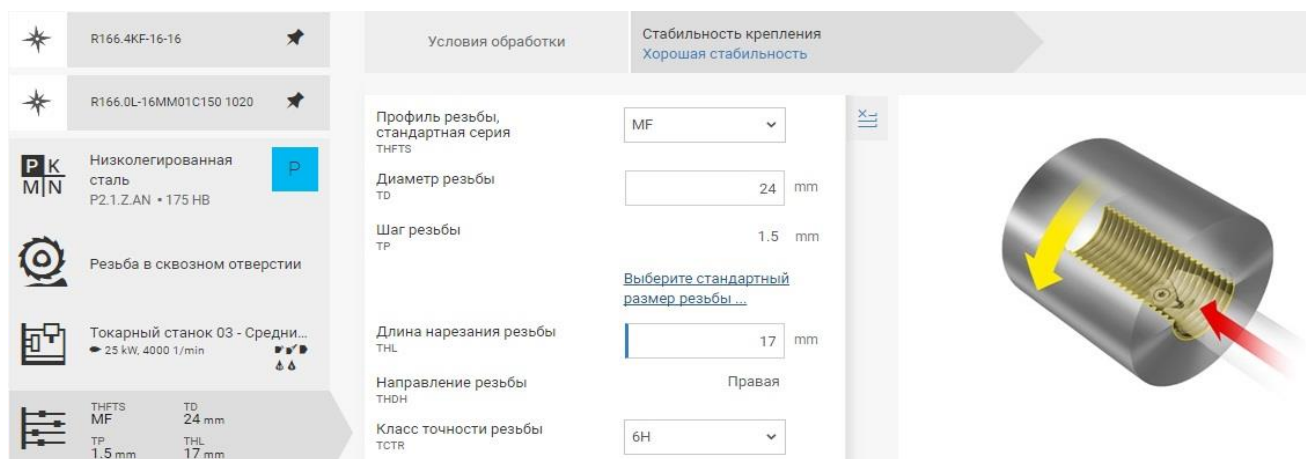


Рисунок 2.59 – Режимы резания

2.3.7 Расчет потребного количества оборудования

Определим трудоемкость производственной программы по формуле 2.10.

$$T_{\text{тр.}} = N \cdot \sum \frac{T_{\text{ш.к.}}}{60} \quad (2.10)$$

Трудоемкость проектируемого технологического процесса:

$$T_{\text{тр.}}^{\text{пр.}} = 2400 \cdot \frac{20,36}{60} = 814,4 \text{ н/час}$$

Трудоемкость базового технологического процесса:

$$T_{\text{тр.}}^{\text{баз.}} = 1920 \cdot \frac{38,23}{60} = 1223,4 \text{ н/час}$$

Определим годовой фонд времени для оборудования, исходя из условий его работы:

- продолжительность рабочего дня – 8 часов;
- пятидневная рабочая неделя;
- количество рабочих дней в году – 251 день;
- сменность работы – 2 смену.

$$\Phi_{\text{см}} = \Phi \cdot H \cdot m \cdot k, \quad (2.11)$$

где Φ – количество рабочих дней в году, $\Phi=251$ день;

H – количество рабочих часов в смену, $H=8$ часов;

m – число смен работы оборудования в сутки, $m=2$;

k – коэффициент, учитывающий время на ремонт и обслуживание оборудования, $k = 0,97$.

$$\Phi_{cm} = 251 \cdot 8 \cdot 2 \cdot 0,97 = 3895 \text{ часов.}$$

Действительный годовой фонд времени для рабочего определим по формуле 2.12.

$$\Phi_d = \Phi \cdot H \cdot K_n, \quad (2.12)$$

где K_n – коэффициент, учитывающий время отпуска и невыход рабочих по уважительным причинам

$$K_n = 0,98$$

$$\Phi_d = 251 \cdot 8 \cdot 0,98 = 1968 \text{ часов.}$$

Расчетное количество станков необходимых для выполнения годовой программы определяется по формуле 2.13.

$$C_p = \frac{T_{\Sigma \text{тр}}}{\Phi_{ct}}, \quad (2.13)$$

где $T_{\Sigma \text{тр}}$ – трудоемкость обработки на станках данного типа годового количества деталей, ч;

Φ_{ct} – действительное число часов работы одного станка при работе в две смены.

Расчетное число единиц оборудования редко получается целым числом, поэтому необходимо округлить C_p до большего целого числа.

$$C_p \rightarrow C_n.$$

Определим коэффициент загрузки оборудования по формуле 2.14.

$$K_{30} = \frac{C_p}{C_n} \quad (2.14)$$

Рассчитаем количество оборудования на проектируемые операции:

$$C_p^{005} = \frac{6,86 \cdot 2400}{3895 \cdot 60} = 0,1 \text{ принимаем } C_n^{005} = 1 \text{ станок; } K_{30} = 0,1$$

$$C_p^{010} = \frac{11,79 \cdot 2400}{3895 \cdot 60} = 0,12 \text{ принимаем } C_n^{010} = 1 \text{ станок; } K_{30} = 0,12$$

Средний коэффициент загрузки $K_{30}^{cp} = 0,22$

					15.03.05.2018.939.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

Коэффициент загрузки для серийного производства $K_{zo} = 0,75 \dots 0,95$. При большем значении оборудование будет перегружено и потребуются увеличение числа оборудования. При меньшем значении необходимо догружать станок другими операциями.

Из приведенных расчетов видно, что оборудование на участке имеет малый коэффициент загрузки оборудования. Поэтому станки необходимо догрузить другими операциями.

					15.03.05.2018.939.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Проектирование станочного приспособления

3.1.1 Выбор операции

Из технологического процесса видно, что операции 010 выполняется с переустановками изделия. И целесообразно разработать приспособление именно для этой операции. Операционные эскизы обработки показаны на рисунках 3.1, 3.2, 3.3 и 3.4 соответственно.

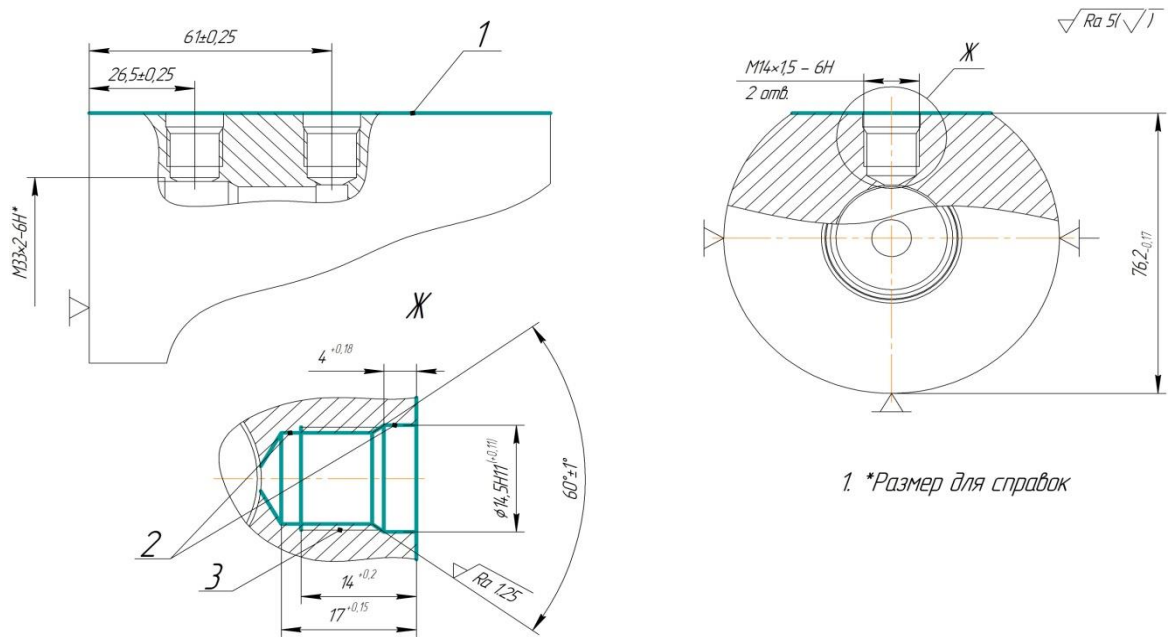


Рисунок 3.1 – Операционный эскиз фрезерной обработки

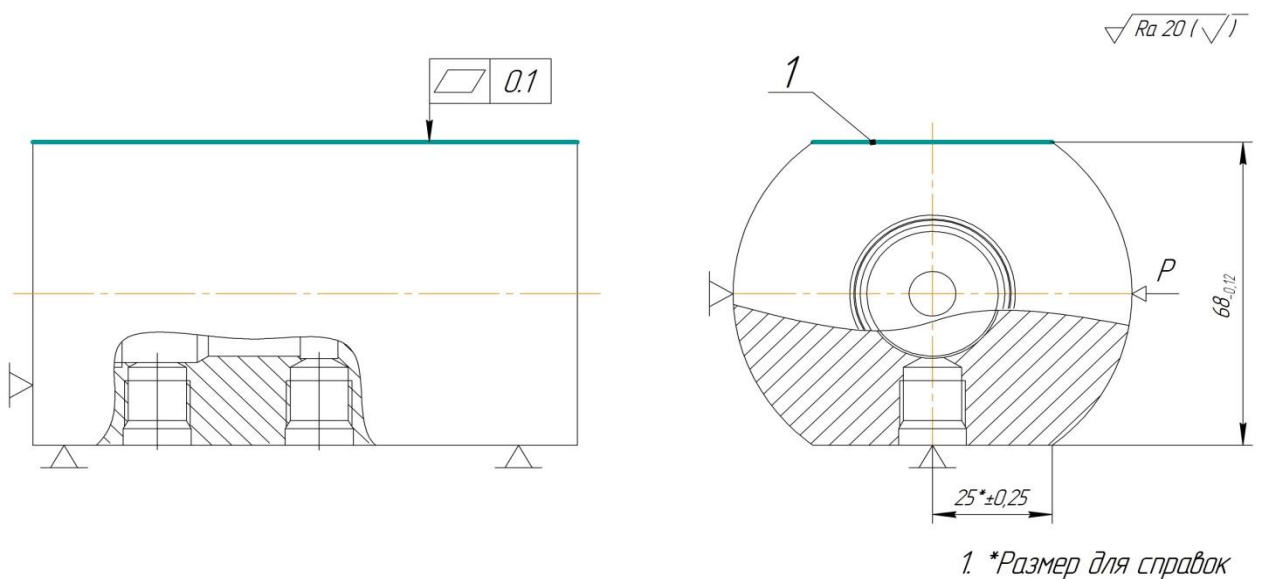


Рисунок 2.2 – Операционный эскиз фрезерной обработки

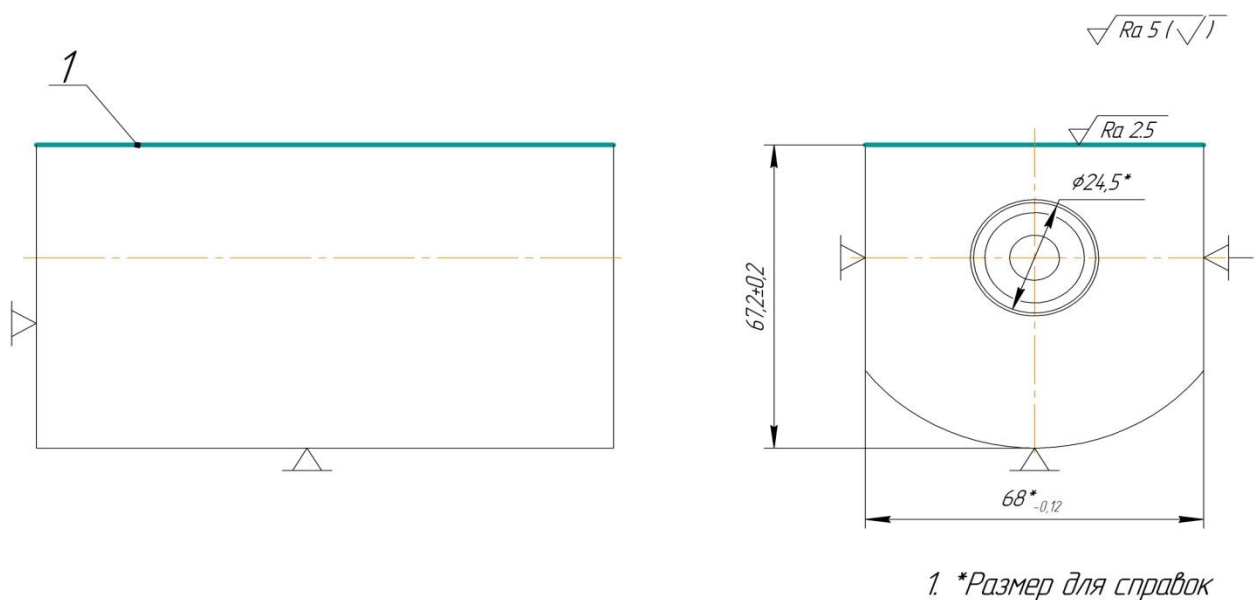


Рисунок 3.3 – Операционный эскиз фрезерной обработки

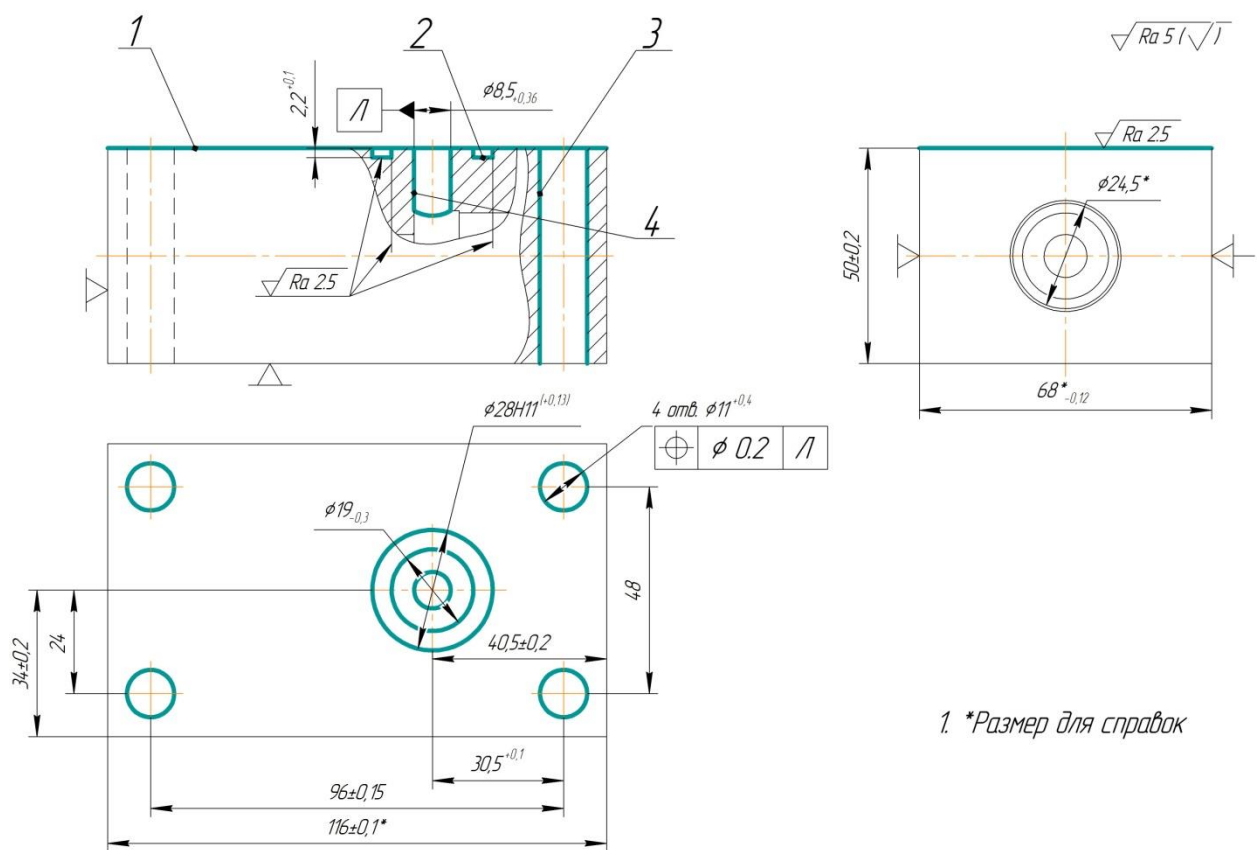


Рисунок 3.4 – Операционный эскиз фрезерной обработки

Самым наиболее нагруженным переходом будет являться фрезеровка лысок, следовательно, для этого перехода выполним расчет приспособления.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2018.939.00.00.ПЗ

Лист

50

3.1.2 Проектирование установочных элементов

В качестве проектируемого приспособления выбираем пневматические тиски со специальными губками с уступами (рисунок 3.3), уступы и будут являться установочными элементами. Также предусмотрен упор.

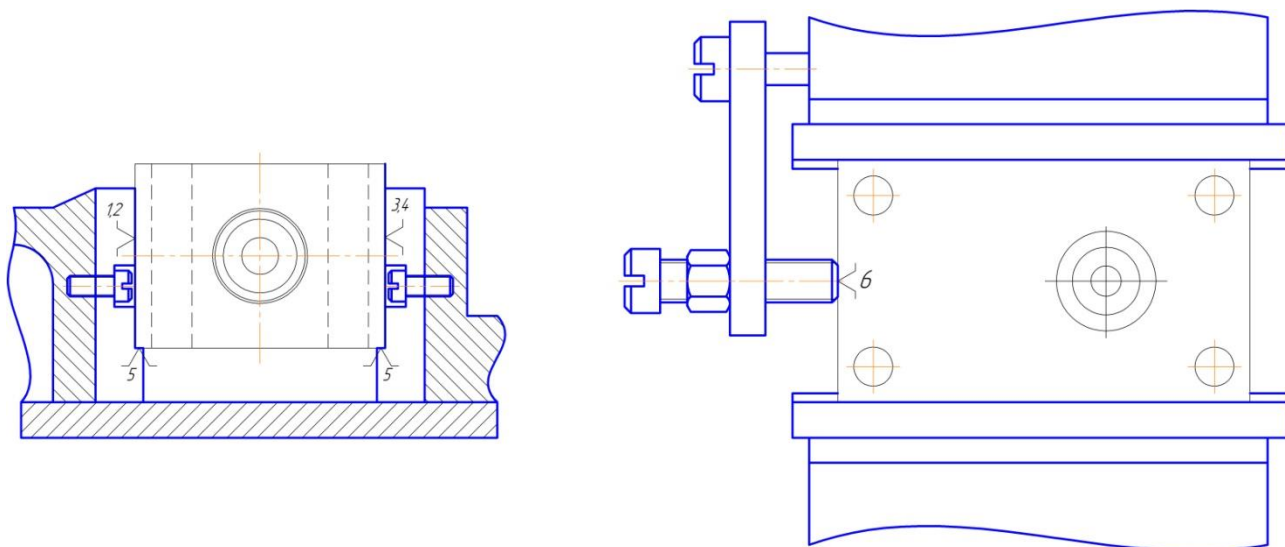


Рисунок 3.5 – Схема установки заготовки

3.1.3 Расчет режимов резания

При обработке резанием создаются значительные усилия, возникает риск само раскрепления заготовок. Поэтому расчет усилия зажима производится на фрезерную обработку лысок, где при обработке на заготовку действуют максимальные силы резания.

Рассчитаем режимы резания для этой операции.

Материал режущей части торцевой фрезы GC4240 (НС), соответствует отечественному Т15К6.

1. Припуск $t=4$ мм.
2. Подача: $S=0,17$ мм/зуб.
3. Скорость резания, м/мин

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B_\phi^u z^p} K_v K_\phi, \quad (3.1)$$

где $C_v, K_v, K_\phi, q, m, x, y, u, p$ – коэффициенты и показатели степеней, табличные

$$C_v = 332; q = 0,2; m = 0,2; x = 0,1; y = 0,4; u = 0,2; p = 0; T = 180; K_\varphi = 1,1$$

Коэффициент K_v – произведение ряда коэффициентов:

$$K_v = K_{Mv} K_{nv} K_{uv}, \quad (3.2)$$

$$K_{Mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} \quad (3.3)$$

где $\sigma_B = 980$ МПа; $K_r = 0,95$; $n_v = 1$

$$K_{Mv} = 0,73$$

$$K_{nv} = 0,9$$

$$K_{uv} = 1$$

$$K_v = 0,73 * 0,9 * 1 = 0,65$$

$$V = \frac{332 * 100^{0,2}}{180^{0,2} * 4^{0,1} * 0,17^{0,4} * 66^{0,2} * 6^0} * 0,65 * 1,1 = 170,5 \frac{M}{мин}$$

Принимаем $V = 125 \frac{M}{мин}$

4. Сила резания, Н

$$P_z = \frac{10 C_p t^x S_z^y B^u z}{D^q n^v} K_{Mp}, \quad (3.4)$$

где z – число зубьев фрезы; n – частота вращения фрезы, об/мин

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 * 125}{3,14 * 100} = 398,1 \text{ об/мин}$$

Принимаем $n = 400$ об/мин

$C_p, x, y, u, q, w, K_{Mp}$ – коэффициенты и показатели степеней, табличные

$$C_p = 825; x = 1; y = 0,75; u = 1,1; q = 1,3; w = 0,2; K_{Mp} = 1$$

$$P_z = \frac{10 * 825 * 4^1 * 0,17^{0,75} * 66^{1,1} * 6}{100^{1,3} * 400^{0,2}} * 1 = 3613H$$

5. Крутящий момент, Н*м

$$M_{кр} = \frac{P_z * D}{2 * 100} = \frac{3613 * 100}{2 * 100} = 1806,5 H * м \quad (3.5)$$

6. Мощность резания, кВт

$$N_e = \frac{P_z * v}{1020 * 60} = \frac{3613 * 125}{61200} = 7,4 \text{ кВт} \quad (3.6)$$

					15.03.05.2018.939.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

3.1.4 Расчет на точность

На точность обработки влияет ряд технологических факторов, вызывающих общую погрешность обработки $\Delta_{обр}$, которая не должна превышать допуск T выполняемого размера при обработке заготовки в приспособлении, т.е. $\Delta_{обр} \leq T$. Размер на который влияет точность обработки в данном приспособлении является размер $68h14_{(-0,74)}$, следовательно, сумма всех погрешностей не должна превышать 0,74 мм.

Несмотря на то, что приспособления позволяют получить статически определённую и достаточно точную установку обрабатываемой поверхности детали относительно режущего инструмента и тем значительно повысить точность изготовления, обеспечить выполнение размеров, геометрической формы и взаимного расположения поверхностей без погрешности нельзя.

Для этого проведем расчет на точность. Приведем формулу расчета погрешности обработки:

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

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

$$k_T = 1,1$$

$\omega_{ув} = 0$ – погрешность на увод инструмента (погрешность упругих деформаций).

$$\omega_{уст} = \sqrt{\omega_{б}^2 + \omega_{зак}^2 + \omega_{пр}^2} \quad \text{– погрешность установки заготовки в}$$

приспособлении. Повлияет на соблюдение отклонения от перпендикулярности и пересечения осей;

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

$\omega_{зак} = 0,07$ мм – погрешность закрепления заготовки в приспособлении;

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

самого приспособления;

					15.03.05.2018.939.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

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

$\omega_{\text{изн.пр}} = \beta \cdot N = 0,03$ мм – погрешность износа приспособления;

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

$N = 120$ шт. – количество деталей в партии;

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

$$\omega_{\text{пр}} = \sqrt{0,01^2 + 0,03^2 + 0} = 0,031 \text{ мм}$$

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

$\omega_{\text{м}} = 0,015$ мм – мгновенное рассеяние размера, связанное с видом обработки;

$\Delta_{\text{сист}} = \Delta_{\text{с}} + \Delta_{\text{ин}} + \Delta_{\text{т}} + \Delta_{\text{т.д}}$ – систематическая погрешность;

$$\Delta_{\text{с}} = \frac{116 \cdot 0,02}{150} = 0,015 \text{ мм} \text{ – погрешности станка;}$$

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

$\Delta_{\text{т}} = 0,016$ мм – температурные погрешности;

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

Определим погрешность установки заготовки в приспособлении:

$$\omega_{\text{уст}} = \sqrt{0,05^2 + 0,07^2 + 0,001^2} = 0,086 \text{ мм;}$$

определим систематическую погрешность:

$$\Delta_{\text{сист}} = 0,015 + 0,0015 + 0,016 + 0 = 0,032 \text{ мм;}$$

определим погрешность обработки:

$$\Delta_{\text{обр}} = 1,1 \cdot \sqrt{0 + 0,086^2 + 0,005^2 + 0,015^2} + 0,032 = 0,097.$$

$$0,74 > 0,128$$

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

					15.03.05.2018.939.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

3.1.5 Расчет усилия зажима заготовки

Расчетная схема приведена на рисунке 3.6. Заготовка базируется в губках (направляющая база) и основанию (опорная база). Длина заготовки меньше длины губок. Фреза расположена в точке где она создает наибольший крутящий момент, а наибольшая составляющая силы резания P_z действует в направлении неподвижной губки. Из схемы видно, что сила P_z стремится повернуть заготовку вокруг неподвижной губки. На уравнивание этой силы будет затрачиваться часть силы закрепления Q . Сила P_x вызывает сдвиг заготовки вдоль губок тисков, ей противодействуют две силы трения расположенные в плоскости контакта заготовки с губками.

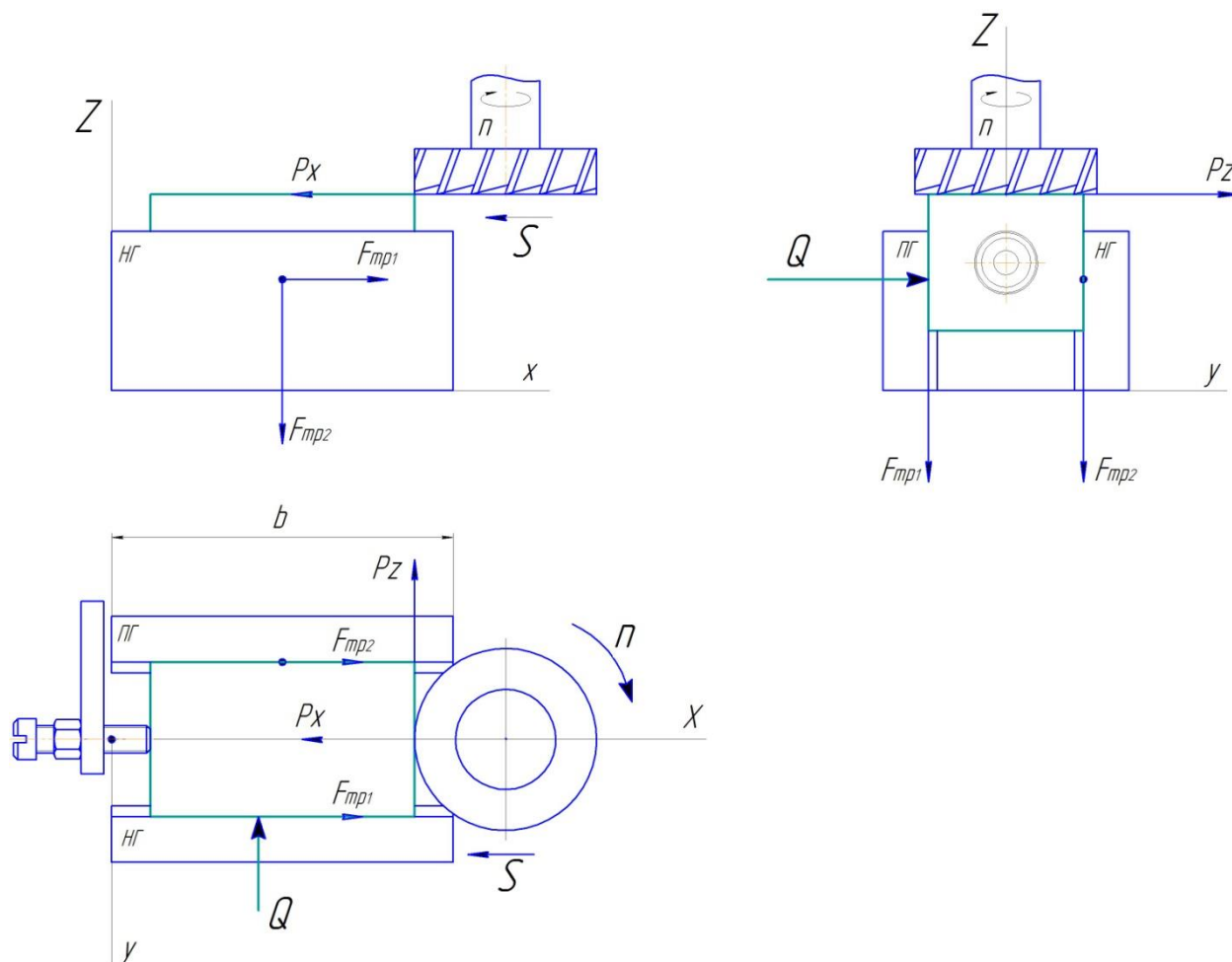


Рисунок 3.6 – Расчетная схема приспособления

Таким образом, необходимо уравновесить две внешние возмущающие силы. Поэтому расчетное уравнение будет иметь следующий вид:

$$Q = k\sqrt{Q_1 + Q_2} \quad (3.8)$$

Для определения величины этой силы составим два уравнения:

Сила P_z создает наибольшую силу резания в момент начала обработки, тогда

$$P_z * r = Q_1 * b, \text{ отсюда}$$
$$Q_1 = \frac{P_z * r}{b}, \quad (3.9)$$

где, $r = 50\text{мм}$ – радиус фрезы

$b = 140\text{мм}$ – ширина губок

$$Q_1 = \frac{3613 * 50}{140} = 1290\text{Н}$$

Сила P_x вызывает сдвиг заготовки вдоль губок тисков, тогда

$$P_x = 2F_{\text{тр}}, \text{ где}$$
$$F_{\text{тр}} = Qf, \text{ отсюда}$$
$$Q_2 = \frac{2F_{\text{тр}}}{f}, \quad (3.10)$$

где f – коэффициент трения между заготовкой и зажимом

Так как трение осуществляется сталь по стали, коэффициент трения $f=0,15$

$$F_{\text{тр}} = 1290 * 0,15 = 193,5$$
$$Q_2 = \frac{2F_{\text{тр}}}{f} = \frac{2 * 193,5}{0,15} = 2580 \text{ Н}$$

Коэффициент запаса сил зажима k может быть представлен как произведение следующих коэффициентов:

$k_0 = 1,5$ – гарантированный коэффициент запаса;

$k_1 = 1,05$ – коэффициент, учитывающий наличие случайных неровностей на поверхности заготовки;

$k_2 = 1,2$ – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при затуплении инструмента;

$k_3 = 1$ – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при прерывистом резании. Для обработки без ударов;

$k_4 = 1$ – коэффициент, учитывает стабильность силового привода (для механизированных – пневматических, гидравлических и т.п.);

					15.03.05.2018.939.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

$k_5 = 1$ – коэффициент, учитывающий удобство расположения рукояток в ручных зажимных устройствах;

$k_6 = 1$ – учитывает определенность расположения опорных точек при смещении заготовки моментом сил.

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 = 1,89.$$

Получим:

$$Q = 1,89 * \sqrt{1290^2 + 2580^2} = 7314 \text{ Н}$$

3.1.6 Проектирование и расчет привода

В рассматриваемом случае установки заготовки в приспособление сила на штоке $Wl_1 = Ql_2$.

$$W = \frac{Ql_2}{l_1} = \frac{7314 \cdot 36}{65} = 4050 \text{ Н} \quad (3.11)$$

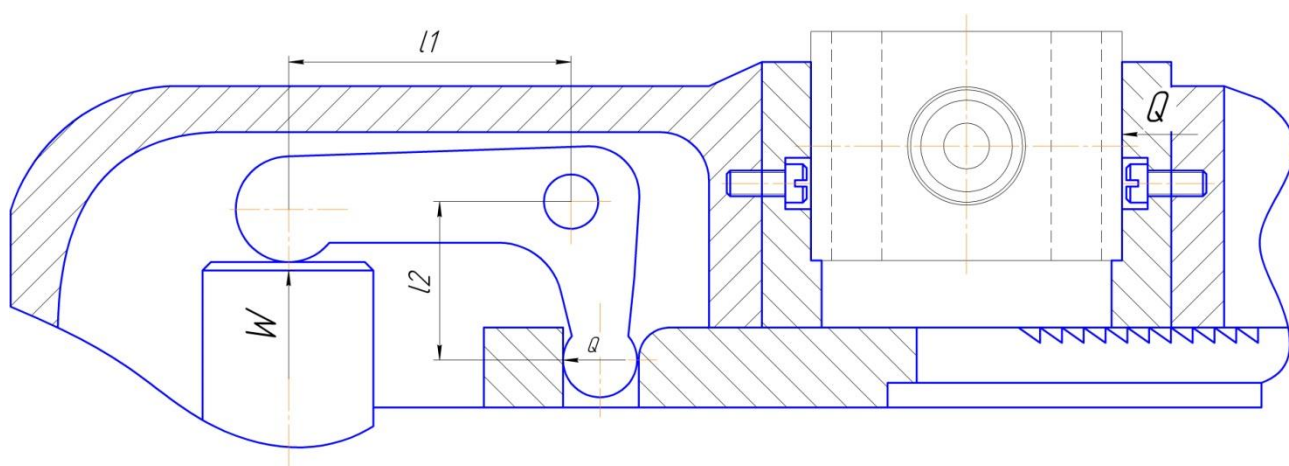


Рисунок 3.7 – Схема приспособления

Выразим из формулы диаметр пневмокамеры:

$$W_{пр} = S * \rho * \eta + F_{п} = \frac{\pi D^2}{4} * \rho * \eta + F_{п} \quad (3.12)$$

где D - диаметр пневмокамеры, мм;

ρ – давление сжатого воздуха (принимается $5 \text{ атм} \approx 0,5 \text{ Мпа}$);

η – КПД пневмоцилиндра (обычно $0,85 \dots 0,95$);

$F_{п} = 250 \text{ Н}$ – сила сопротивления сжатой пружины в крайнем рабочем положении.

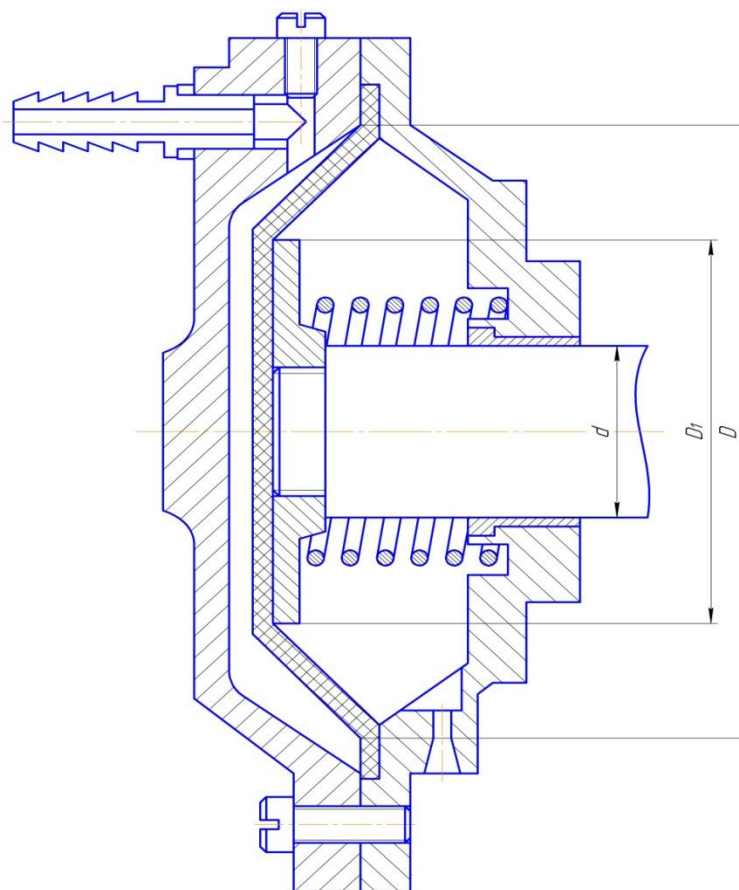


Рисунок 3.8 – Размеры пневмоцилиндра

Найдем диаметр пневмокамеры D :

$$D = \sqrt{\frac{\pi * W + F_{\pi}}{4 * \rho * \eta}} = 144 \text{ мм} \quad (3.13)$$

Рекомендуемый диаметр принимаем 160 мм. Диаметр опорной шайбы $D_1 \approx 0,7D = 112\text{мм}$. Диаметр штока $d = 0,325D$. Принимаем $d = 52\text{мм}$. Толщина диафрагмы $t = 3 - 4\text{мм}$. Длина хода штока $L = 0,25D = 40\text{мм}$.

3.2 Проектирование режущего инструмента

В качестве специального инструмента было выбрано специальное комбинированное сверло, которым получаем отверстия $\varnothing 12,5H14$ на $L_1=17$ мм, $\varnothing 14,5H11$ на $L_2=4$ мм, а также получаем фаску 60° (рисунок 3.9). Материал сверла – сталь Р6М5 ГОСТ 19265-79. Материал заготовки сталь 40Х ГОСТ 4543–71.

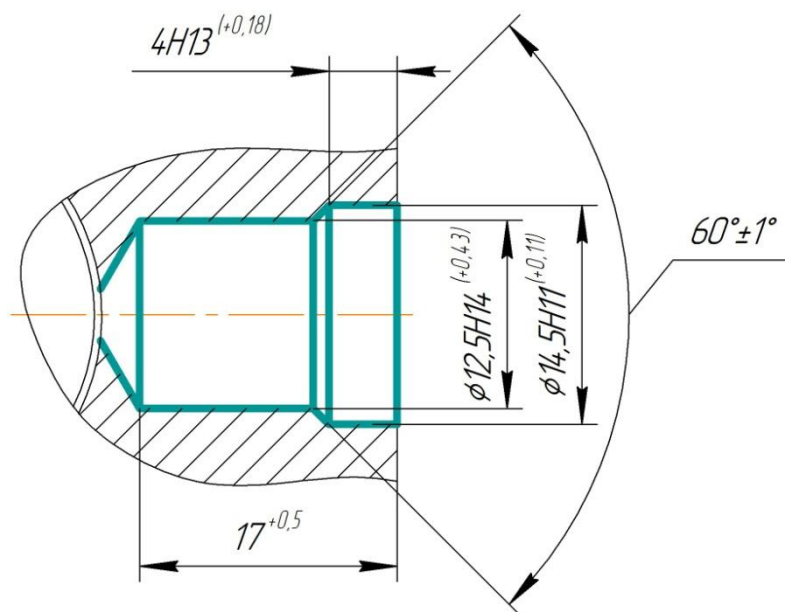


Рисунок 3.9 – Обрабатываемое отверстие

3.2.1 Определение предельных размеров диаметров отверстий, обрабатываемых сверлом, и их допусков

$\varnothing 12,5H14 (+0,43)$:

$$D_{\max} = D + ES = 12,5 + 0,43 = 12,93 \text{ мм}; \quad (3.14)$$

$$D_{\min} = D + EI = 12,5 + 0 = 12,5 \text{ мм}; \quad (3.15)$$

$\varnothing 14,5H11 (+0,43)$:

$$D_{\max} = D + ES = 14,5 + 0,43 = 14,93 \text{ мм};$$

$$D_{\min} = D + EI = 14,5 + 0 = 14,5 \text{ мм}.$$

Допуск на диаметр отверстия:

$$T = ES - EI = 0,43 \text{ мм} \quad (3.16)$$

3.2.2 Определение геометрических параметров режущей части

Принимаем форму заточки сверла, исходя из марки обрабатываемого материала, диаметров сверла – одинарная, с подточкой перемычки (рисунок 3.10).



Рисунок 3.10 – Форма заточки сверла

Принимаем главный угол в плане $2\varphi=120^0\pm 2^0$ – у первой ступени сверла, а у второй $2\varphi=120^0\pm 1^0$ (исходя из необходимости получения фаски под углом 60^0). Задний угол $\alpha=10^0\pm 1^0$. Угол наклона стружечной канавки $\omega=45^0\pm 1^0$. Угол наклона поперечной режущей кромки $\psi=55^0$.

3.2.3 Определение геометрических параметров поперечного сечения сверла, его ленточки

Толщину сердцевины сверла d_c выбираем в зависимости от диаметра сверла, в нашем случае :

$$d_c=0.14D \quad (3.17)$$

$$d_{c1}=0,14 \cdot 12,5= 1,75 \text{ мм}$$

$$d_{c2}=0,14 \cdot 14,5= 2,03 \text{ мм}$$

В соответствии с диаметром сверла принимаем ширину ленточки (вспомогательной задней поверхности лезвия сверла) $f_0=1,2$ мм, высоту затылка по спинке $K=0,6$ мм (рисунок 3.11).

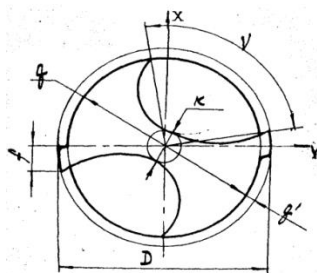


Рисунок 3.11 – Ленточка сверла

Примем центральный угол канавки стандартный $\nu=90^\circ$.

Диаметр спинки сверла принимается равным:

$$q = 0,99 \cdot D \text{ мм,}$$

$$q_1 = 0,99 \cdot 12,5 = 12,37 \text{ мм,}$$

$$q_2 = 0,99 \cdot 14,5 = 14,35 \text{ мм.}$$

Определим высоту ленточки по формуле $q'=0,025 \cdot D$:

$$q'_1 = 0,025 \cdot 12,5 = 0,312 \text{ мм}$$

$$q'_2 = 0,025 \cdot 14,5 = 0,362 \text{ мм}$$

По технологическим соображениям высота ленточки должна соответствовать условию:

$$0,1 < 2q < 2,5 \text{ мм,}$$

$$0,1 < 0,62 < 2,5 \text{ мм,}$$

$$0,1 < 0,72 < 2,5 \text{ мм.}$$

Условие выполняется.

3.2.4 Расчет профиля стружечной канавки

Форма канавки должна обеспечить прочность сверла, достаточное место для размещения стружки и ее легкий отвод. Направление винтовой линии стружечных канавок должно совпадать с направлением вращения шпинделя станка.

Угол наклона стружечной канавки зависит от свойств обрабатываемого материала и определяется зависимостью:

$$\omega = \omega_T \left(1,1 - \frac{1,624}{d+3,5} \right), \quad (3.18)$$

где $\omega_T=30^\circ$ получим

$$\omega_1 = 30 \left(1,1 - \frac{1,624}{12,5 + 3,5} \right) = 29^\circ$$

$$\omega_1 = 30 \left(1,1 - \frac{1,624}{14,5 + 3,5} \right) = 30,29^\circ$$

Примем $\omega_1 = 30^\circ$

					15.03.05.2018.939.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

Шаг стружечной канавки:

$$H = \frac{\pi d}{\operatorname{tg} \omega} \quad (3.19)$$

$$H = \frac{3,14 \times 12,5}{0,577} = 68,02 \text{ мм}$$

$$H = \frac{3,14 \times 14,5}{0,577} = 78,91 \text{ мм}$$

Рассчитаем ширину пера сверла:

$$B = 0,58 \cdot D$$

$$B_1 = 0,58 \cdot 12,5 = 7,25 \text{ мм}$$

$$B_2 = 0,58 \cdot 14,5 = 8,41 \text{ мм}$$

3.2.5 Определение длины сверла и диаметра его хвостовика

Длина сверла рассчитывается по следующей формуле:

$$L = L_1 + L_2 + l_{\text{хв}}, \quad (3.20)$$

где L_1 – длина первой ступени, мм,

L_2 – длина второй ступени, мм,

$l_{\text{хв}}$ – длина хвостовика, мм.

$$L = 30 + 60 + 60 = 150 \text{ мм} \quad (3.21)$$

Диаметр хвостовика сверла примем $\phi 16$.

3.2.6 Определение режимов резания и ее мощности

Примем по нормативам подачу $S = 0,7$ мм/об.

Рассчитаем скорость резания по формуле:

$$v = \frac{C_v \cdot D^{q_v}}{T^m \cdot t^x \cdot S^{y_v}} \cdot K_v \quad (3.22)$$

$$v = \frac{40,7 \cdot 12,5^{0,25}}{60^{0,125} \cdot (0,5 \cdot 15)^0 \cdot 0,7^{0,4}} \cdot 1 = 52,8 \text{ м/мин}$$

Определим частоту вращения инструмента:

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

$$n = \frac{1000 \cdot 52,8}{\pi \cdot 12,5} = 1345 \text{ об/мин}$$

Найдем момент сил сопротивления резания при сверлении:

$$M_{с.р.} = 9,81 \cdot C_m \cdot D^{q_m} \cdot S_o^{y_m} \cdot K_{m_m} \quad (3.23)$$

$$M_{с.р.1} = 9,81 \cdot 0,012 \cdot 12,5^2 \cdot 0,7^{0,8} \cdot \left(\frac{20}{75}\right)^{0,75} = 5,12 \text{ Н * м}$$

$$M_{с.р.2} = 9,81 \cdot 0,012 \cdot 14,5^2 \cdot 0,7^{0,8} \cdot \left(\frac{20}{75}\right)^{0,75} = 6,91 \text{ Н * м}$$

Определим мощность резания:

$$N_e = \frac{\sum M_{с.р.} \cdot n}{9750} \quad (3.24)$$

$$N_e = \frac{(5,12 + 6,91) \cdot 1345}{9750} = 1,66 \text{ кВт}$$

3.3 Описание работы контрольного приспособления

Для контроля отклонения радиального биения $\varnothing 28$ и перпендикулярности торца относительно базовой поверхности И (рисунок 3.12) была разработана схема измерения, показанная на рисунке 3.13.

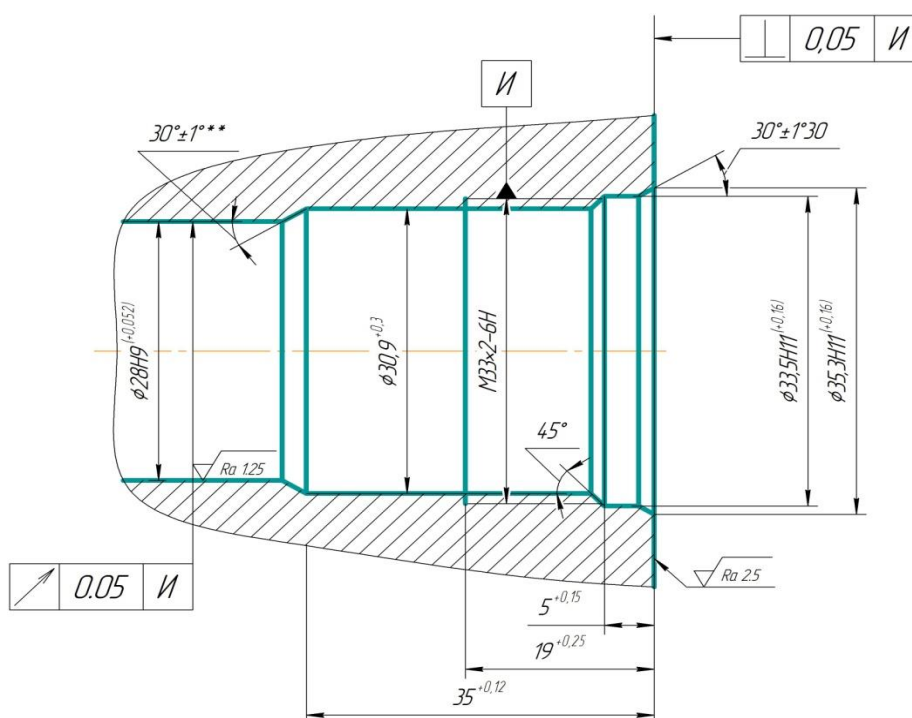


Рисунок 3.12 – Отклонения радиального биения и перпендикулярности торца

						Лист
					15.03.05.2018.939.00.00.ПЗ	63
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

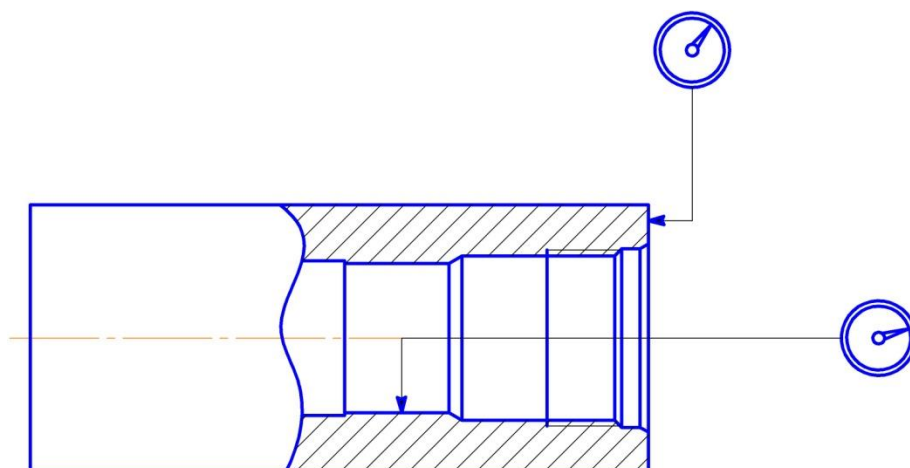


Рисунок 3.13– Схема измерения

В соответствии со схемой измерения было разработано контрольное приспособление (рисунок 3.14).

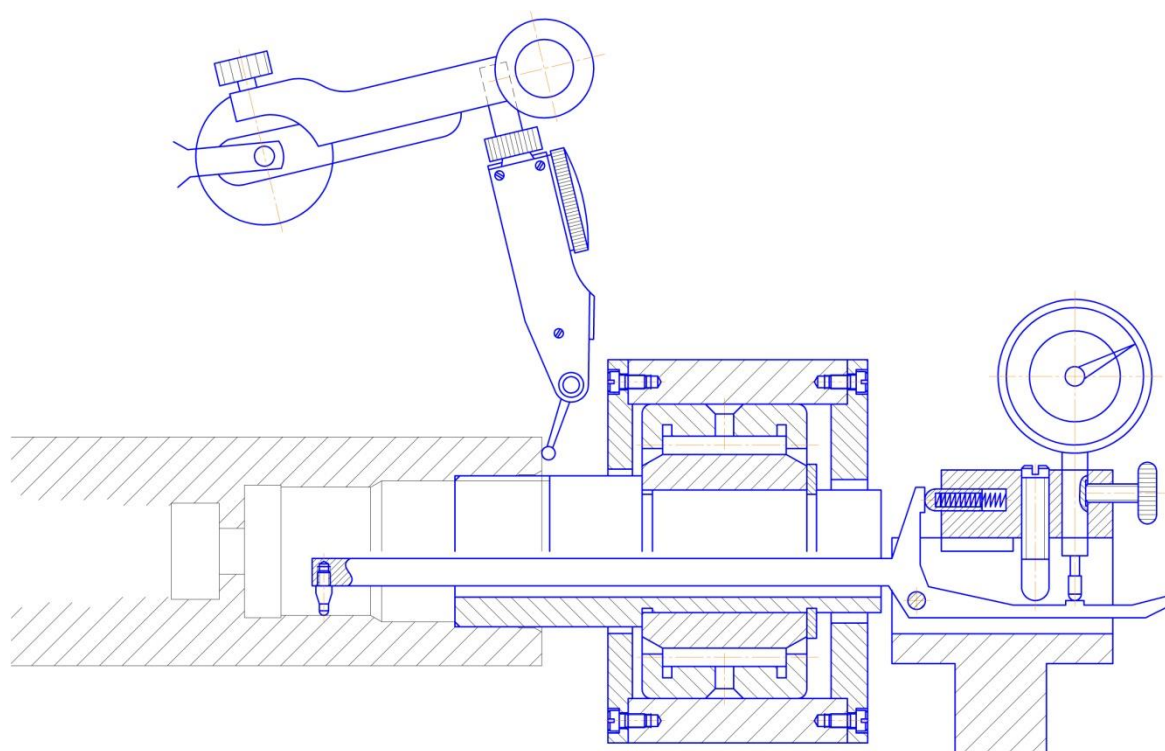


Рисунок 3.14 – Контрольное приспособление

Приспособление состоит из плиты 21, на которую устанавливается и крепится корпус 14 под игольчатый подшипник 18, в подшипник устанавливается оправка 8. На оправку устанавливается контролируемый корпус 20. Также предусмотрен центр 25, закрепленный с другой стороны корпуса, для осевой фиксации. Для контроля перпендикулярности торца устанавливаются штанги 2 с вращающимся зажимом 1 и кронштейнами 4 с помощью которых

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

крепится в нужном положении индикатор 5 рычажно–зубчатый. При контроле радиального биения используется индикатор часового типа 9, щуп 12 при помощи нажатия вводится через отверстие в оправке 8 до нужной поверхности. После этого все индикаторы выставляются на ноль, делается несколько оборотов корпуса вокруг своей оси, и фиксируют положения стрелок в максимальном и минимальном отклонениях. Данные записываются и анализируются. Делается вывод об отклонении перпендикулярности торца и радиального биения поверхности.

					15.03.05.2018.939.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

$$N_i = \frac{Dmk}{nS}, \quad (4.1)$$

где D – годовая программа выпуска деталей, D= 2400 шт;

m – масса заготовки, m=5,27 кг;

k – количество перемещений одной заготовки, k=1;

n – число рабочих дней в году, n=253 дня;

S – число рабочих смен, S=2.

$$N_i = \frac{2400 \cdot 5,27 \cdot 1}{253 \cdot 2} = 24,9 \text{ кг.}$$

Часовая норма перемещений заготовки рассчитывается по формуле (4.2):

$$N_U = \frac{N_i}{l}, \quad (4.2)$$

где l – продолжительность рабочей смены, l=8ч.

$$N_U = \frac{24,9}{8} = 3,1 \text{ кг.}$$

Часовая норма перемещения груза удовлетворяет нормируемым величинам, приведенным в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Часовая норма перемещения груза

Характеристика перемещений	Суммарная масса перемещаемого груза в течение часа
С рабочей поверхности:	
- для мужчин	до 870 кг
- для женщин	до 350 кг

Для обработки корпуса предусмотрены следующие виды станков: Токарно–револьверный центр с ЧПУ HAAS ST-30TNE, Вертикально–фрезерный центр с ЧПУ HAAS VF-2BNE. Вспомогательное оборудование включает в себя контрольный стол, стенд пожарной безопасности и т.д. В качестве транспортного оборудования применяется мостовой кран, кран-балки и электрокары.

Все применяемое оборудование соответствует ГОСТ 12.2.003-82 ССБТ «Оборудование производственное. Общие требования безопасности» и ГОСТ

12.2.009-80 ССБТ «Станки металлорежущие. Общие требования к безопасности».

В качестве металлорежущего инструмента в данном технологическом процессе применяются следующие инструменты: различные резцы со сменными многогранными пластинами, сверла, фрезы. Наиболее травмоопасными являются инструменты со сменными многогранными пластинами.

Все применяемые в технологическом процессе станочные приспособления соответствуют ГОСТ 12.2.029-88 «Приспособления станочные. Требования по безопасности».

Работающее оборудование является источником шума. Шум – сочетание звуков разной интенсивности, оказывающих неблагоприятное воздействие на организм человека. В первую очередь, шум оказывает влияние на нервную систему. Нормативные значения уровней шума для постоянных рабочих мест согласно ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ «Шум. Общие требования безопасности» приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Требования безопасности по шуму

Уровни звукового давления, дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								Уровни Звука, дБа
63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	85
99	92	86	83	80	78	76	74	

Так как станки, применяемые в технологическом оборудовании, выпускаются серийно, то они удовлетворяют требованиям ГОСТ 12.2.009-85 ССБТ «Станки металлообрабатывающие. ОБТ», и генерируемый ими шум удовлетворяет условиям, нормируемым ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ.

В процессе работы промышленного оборудования возникают вибрации. Вибрации – колебания механической системы в результате действия совокупных случайных и неуравновешенных сил. Вибрации оказывают вредное воздействие на организм человека. Нормируемые значения вибрации согласно ГОСТ

12.1.012-78 ССБТ «Вибрация. Общие требования безопасности» приведены в таблице 4.3.

Так как технологическое оборудование, применяемое в технологическом процессе, соответствует ГОСТ 12.2.003-80 ССБТ, уровень вибраций не будет превышать установленных норм.

Таблица 4.3 – Общие требования безопасности по вибрации

	Среднеквадратичное значение вибрации в октавных полосах со среднегеометрической частотой, Гц								
	1	2	4	8	16	31,5	63	125	250
На постоянных рабочих местах									
Общая технологическая вибрация	-	1,3	0,46	0,22	0,2	0,2	0,2	0,2	-

В процессе механической обработки вала на металлорежущих станках применяют смазывающе-охлаждающие жидкости (СОТС). Применение СОТС обуславливается необходимостью повышения режимов резания, снижению запыленности воздуха рабочей зоны и рядом других показателей.

В качестве СОТС используется эмульсионный раствор на водной основе.

Подача его в зону резания осуществляется методом полива. Ориентировочное количество паров воды и тумана эмульсии, выделяемых за 1 час рабочим станком в расчете на 1 кВт мощности приведено в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Общие требования безопасности по выделению паров и эмульсий

Оборудование	Масса, г/час	
	Пары воды	Туман эмульсии
Металлорежущие станки	150	0,0063

4.2.1 Мероприятия и средства по созданию безопасных и безвредных условий труда

К нормируемым параметрам микроклимата относятся: температура, влажность, скорость воздуха. Нормируемые параметры микроклимата не должны превышать величин, приведенных в таблице 4.5. Холодным и

переходным периодами признается период времени, когда температура воздуха $\leq 10^{\circ}\text{C}$. Теплый период, когда температура воздуха больше 10°C .

Таблица 5.5 – Нормируемые параметры микроклимата

Период года	Класс условия труда	t воздуха	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, Дм/с
Холодный и переходный	1	21-24 (25-28)	60-40 (до75)	0,1 (0,1-0,3)
	2	18-20 (16-17)		0,2 (0,2-0,5)
	3	16-18 (15-26)		0,3 (0,3-0,6)
Теплый	1	22-25	60-40 (75-55)	0,2-0,5
	2	20-23		0,2-0,5
	3	18-21		0,3-0,7

Выполнение этих норм достигается при осуществлении следующих мероприятий:

- в теплое время за счет вентиляции, кондиционирования воздуха, защиты от источников излучений;
- в холодное время за счет отопления.

Для контроля концентрации пыли необходимо выполнять следующие мероприятия:

- 1) герметизировать станки и приспособления для меньшего износа;
- 2) периодически следить за состоянием воздушной среды в цехе;
- 3) предусмотреть устройства общей вентиляции.

При использовании СОТС необходимо предусматривать следующие мероприятия:

- 1) на состав применяемой СОТС необходимо разрешение санитарного надзора;
- 2) состав СОТС на водном растворе и антимикробная защита, и пастеризация должны удовлетворять требованиям ГОСТ 12.3.025-80 ССБТ «Обработка металлов резанием. Общие требования безопасности»;

3) периодичность замены СОТС и промывки системы для ее подачи должна быть не реже 1 раза в 6 месяцев;

4) конструкция станков для предотвращения разбрызгивания и растекания СОЖ должны быть оборудованы специальными сборниками и ограждениями, экранами для защиты оператора;

5) помещения цеха, где используется СОТС оборудуется общеобменной вентиляцией с подачей приточного воздуха в рабочую зону со скоростью не более 0,5 м/с. Общая производительность вентиляции должна составлять 850-900 м³/г на один станок. При наличии технической возможности станки могут оборудоваться местной вытяжной вентиляцией;

6) рабочие должны пользоваться дерматологическими кремами и пастами;

7) необходимо проводить санитарный инструктаж.

4.2.2 Мероприятия по электробезопасности

Электробезопасность – система организационных мероприятий и технических средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного действия электрического тока. Электрический ток оказывает электролитическое, термическое, биологическое действие на организм, вызывая местные и общие травмы. Характер действия электрического тока в зависимости от его величины приведен в таблице 4.6.

Таблица 4.6 – Характер действия электрического тока

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

Согласно ПУЭ помещение участка металлообработки относится к особо опасному, с точки зрения, электробезопасности.

Основными причинами несчастных случаев на участке являются:

- 1) случайные прикосновения или приближение на опасное расстояние к токоведущим частям, находящимся под напряжением;
- 2) появление напряжения на металлических частях оборудования, на корпусах, кожухах в результате повреждения изоляции;
- 3) возникновение напряжения на поверхности земли в результате замыкания токоведущего провода на землю.

На участке предусмотрены следующие мероприятия по электробезопасности:

1) так как для питания электрооборудования на участке применяются трехфазные четырехпроводные цепи с глухозаземленной нейтралью напряжением 380/220 В, то необходимо:

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

б) сделать токоведущие части недоступными для случайного прикосновения;

в) применять двойную изоляцию, состоящую из рабочей и дополнительной, повышающей надежность защиты человека от поражения при повреждении изоляции;

г) применять зануление, обеспечивающее быстрое отклонение повреждений установки или участка цепи, максимальной токовой защиты вследствие однофазного короткого замыкания;

д) заземление нейтрали, обеспечивающее невозможность появления напряжения относительно земли;

е) использование изолирующего трапа;

2) периодический инструктаж на рабочем месте с изложением требований безопасности;

					15.03.05.2018.939.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		72

- 3) обязательный контроль проводника защитного заземления или зануления;
- 4) привлечение к ремонту электрооборудования лиц только электротехнического персонала своевременно прошедших инструктаж;
- 5) применение предупредительных надписей и указательных знаков;
- 6) запрещение оператором ремонтировать электрооборудование.

Зануление - преднамеренное соединение металлических нетоковедущих частей с неоднократно заземленным нулевым защитным проводником.

Область применения зануления - электрические сети - напряжением до 1 кВ с глухозаземленной нейтралью.

Принцип действия зануления - превращение замыкания на корпус в однофазное короткое замыкание с целью создания тока, достаточного для срабатывания аппарата защиты.

4.2.3 Проектирование искусственного освещения на участке

При освещении производственных помещений и территорий используют искусственные источники света, это устройства, предназначенные для превращения какого-либо вида энергии в оптическое излучение. Источник искусственного света используется совместно с осветительной арматурой, данная совокупность источника и осветительной арматуры называется светильником. Осветительная арматура служит для перераспределения светового потока в пространстве, подвода электрического питания, крепления и предохранения источника света от загрязнения и повреждения.

4.2.4 Мероприятия по пожарной безопасности

Участок механической обработки относится к помещениям категории Д, так как в обращении находятся негорючие вещества и материалы.

Выбираем углекислотный огнетушитель марки ОУ-8 (емкость 8 л.). Огнетушитель наполняют сжиженным газом (не более 0,75 кг/л) до рабочего давления 60 кгс/см² и порошковый огнетушитель ОП7.

					15.03.05.2018.939.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

Расстояние от возможного очага пожара до места размещения огнетушителя

не должно превышать 30 м [7].

Каждый огнетушитель, установленный на объекте, имеет порядковый номер, нанесенный на корпус белой краской. На него заведен паспорт по установленной форме.

Для участка выбираем щит ЩП-Е с предельной защищаемой площадью 200 м².

Пожарные щиты комплектуются первичными средствами пожаротушения, немеханизированным пожарным инструментом.

- Комплект для резки электропроводов: ножницы, диэлектрические боты и коврик – 1 шт.
- Асбестовое полотно, грубошерстная ткань или войлок (кошма, покрывало из негорючего материала) – 1 шт.
- Лопата совковая – 1 шт.
- Лом – 1 шт.
- Багор – 1 шт.
- Ведро – 2 шт.
- Емкость для хранения воды объемом 0,2 куб. м – 1 шт.

Ящики с песком устанавливаются со щитами с запасом песка не менее 0,5 м³ на каждые 200 кв. м защищаемой площади.

Использование первичных средств пожаротушения, немеханизированного пожарного инструмента и инвентаря для хозяйственных и прочих нужд, не связанных с тушением пожара, запрещается.

					15.03.05.2018.939.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		74

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведения анализа действующего технологического процесса изготовления детали типа «Корпус гидроцилиндра замка», были выявлены его недостатки, которые были учтены при разработке проектного варианта технологического процесса. Последующий размерный анализ показал, что внедренная технология изготовления детали увеличивает коэффициент использования материала при расчете припусков.

Замена старого оборудования на станки с ЧПУ способствовала повышению производительности труда, снижению затрат на подготовку производства, улучшению условий труда и, соответственно, к увеличению прибыли предприятия.

Спроектировано станочное приспособление, режущий инструмент и контрольное приспособление.

Разработаны мероприятия по охране труда на участке.

					15.03.05.2018.939.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		75

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Морозов И.М. Техническое нормирование операций механической обработки деталей: учебное пособие / И.М. Морозов, И.И. Гузеев, С.А. Фадюшин. — 2-е изд., перер. — Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2005. — 98с.

2. Проектирование машиностроительного производства (Электронный ресурс): электронное учебное пособие для выполнения курсового проекта / Г.И. Буторин. — Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2013. — 45с.

3. Каширин Н.А. Оформление технологических карт в курсовых и дипломных проектах: учебное пособие / Н.А. Каширин, В.А. Батуев, И.М. Морозов. — 2-е изд. — Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2006. — 77с.

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

					15.03.05.2018.939.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76