

1.1 Аналитический обзор

1.1.1 Анализ существующего производства

На базовом предприятии ООО «Юргинский машзавод» разработан единичный технологический процесс изготовления корпуса 4М138.41.35.051. Деталь изготавливают в цехе №58. При изготовлении применяют различные универсальные станки, инструменты, приспособления и схемы базирования, что значительно увеличивает сроки технологической подготовки производства, увеличивает трудоёмкость, снижает производительность труда. Все эти недостатки можно ликвидировать разработкой нового технологического процесса с применением станков с ЧПУ, специального режущего инструмента и специальных приспособлений.

Механосборочное производство входит в структуру ООО «Юргинский машзавод» и состоит из нескольких цехов, объединенных с целью обеспечения выпуска оборудования для добычи угля.

В состав механосборочного производства входят цеха: №14, №22, №23, №35, №41, №44, №58.

1.1.2 Назначение цеха

Механообрабатывающий цех №58 производит механическую обработку, сварку, сборку и окраску деталей, узлов, оборудования различного назначения.

Цех расположен в отдельно стоящем здании, который введён в эксплуатацию в 1983 году. Здание из керамзитобетонных стен на несущих металлических и железобетонных конструкциях. Перекрытия – железобетонные плиты, кровля из наливного материала, плита. Цех №58 имеет три пролёта. Общая площадь – 40200м².

Цех проектировался для мелкосерийного и единичного типов производства. Установленное в цехе универсальное и специальное оборудование позволяет изготавливать высококачественные изделия широкой номенклатуры.

1.1.3 Характеристика производства, режим работы и фонд времени

Цех оснащен четырьмя мостовыми кранами грузоподъемностью от 5 до 20 тонн.

Оборудование цеха: токарные станки – 35 шт, фрезерные станки – 41 шт, расточные станки – 12 шт, сверлильные станки – 20 шт, зуборезный станок, шлифовальные станки – 12 шт, обрабатывающие центры – 12 шт, заточные станки – 9 шт, хонинговальный станок.

Детали изготавливают на станках с ЧПУ и универсальных станках. Применяются универсально сборочные приспособления, стандартные и специальные режущие инструменты, применяется как стандартный, так и специальный мерительный инструмент. На одних и тех же станках производится

обработка различных деталей. Всё это свидетельствует о мелкосерийном типе производства.

В цехе организован двухсменный режим работы. Продолжительность рабочего времени каждой смены 8 часов.

Фонд рабочего времени на 2016 год при пятидневной рабочей неделе составляет 1974 часа (247 рабочих дней). Среднемесячный фонд рабочего времени – 161 час.

Трудоемкость детали 4М138.41.35.051 – 3,77 норма/часов.

1.1.4 Схема управления цехом и краткая характеристика служб

Организационная структура управления цехом строится исходя из соображений, обеспечивающих наибольшую четкость и оперативность руководства в выполнении стоящих перед цехом производственных задач.

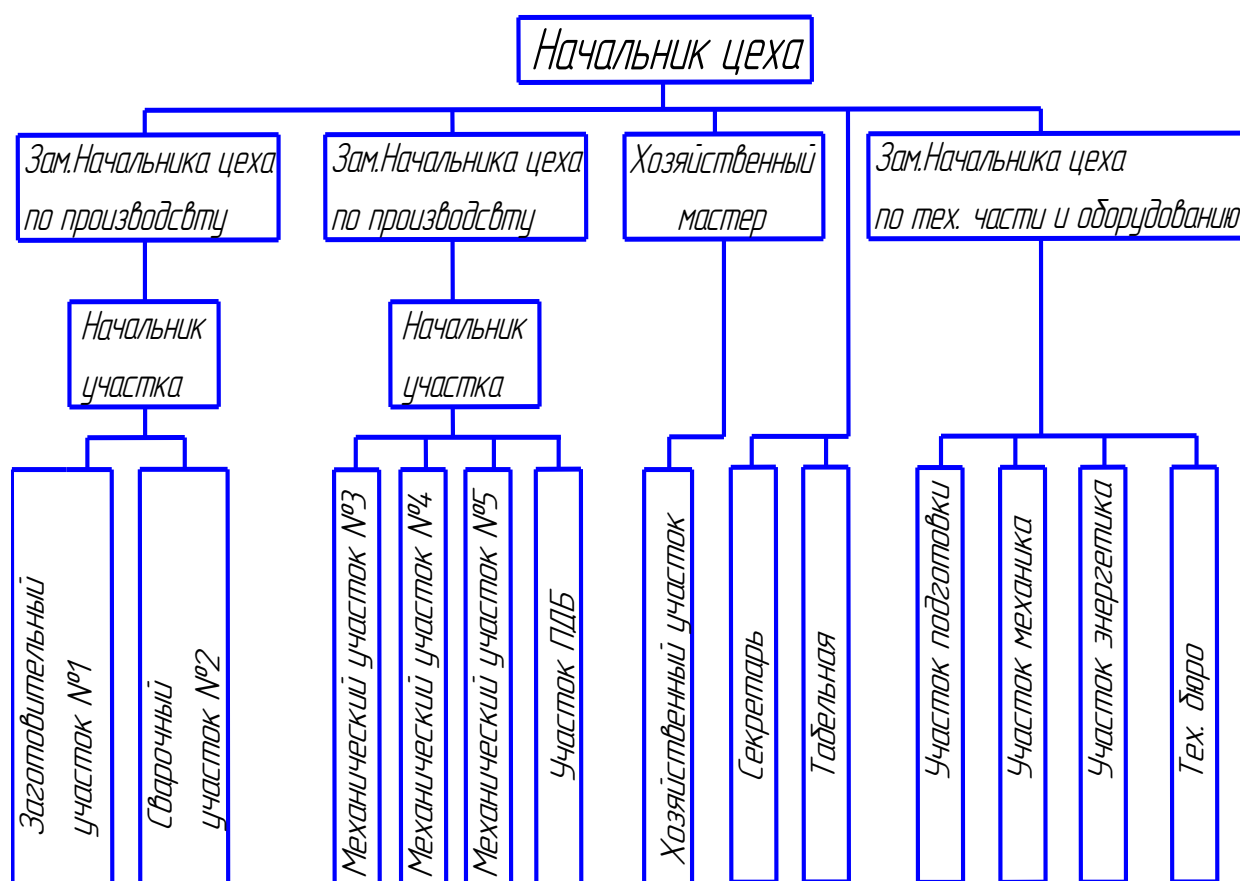


Рисунок 1.1 Организационная схема управления цехом

Начальник цеха осуществляет непосредственное руководство производственной деятельностью участков по выполнению плана цеха и контролирует работу всех служб.

Заместитель начальника по производству организует своевременный выпуск качественной продукции службами, находящимися в его подчинении.

Заместитель начальника по подготовке производства отвечает за подготовку производства новых изделий, совершенствование существующих технологий, поддержание рабочего состояния оборудования.

Заместитель начальника по экономическим вопросам – начальник БТиЗ. В его подчинении находится бюро труда и заработной платы, которое занимается вопросами нормирования и аттестацией, учетом кадров. Бухгалтерия обеспечивает организацию бухгалтерского учета в цехе и контроль за рациональным, экономичным использованием материалов, трудовых и финансовых ресурсов.

Экономист руководит организацией и совершенствованием экономической деятельности цеха, направленной на достижение наибольших результатов при наименьших затратах ресурсов.

Табельная занимается учетом рабочего времени.

Участок подготовки производства предоставляет заявку о потребности в режущем и мерительном инструментах в отдел инструментального производства предприятия. Обеспечивает своевременную доставку оснастки и инструмента в цех, контролирует их состояние, выполняет мелкий ремонт оснастки, заточку инструмента, изготовление цеховой оснастки. Ведет учет, имеющихся в цехе инструментов и оснастки.

Участок механика поддерживает действующий парк оборудования цеха в исправном состоянии путем своевременного качественного ремонта и технического обслуживания.

Участок энергетика обеспечивает сохранность, надлежащее техническое состояние, рациональность эксплуатации энергетического оборудования и установок. Обеспечивает бесперебойное снабжение цеха всеми видами энергии.

Технологическое бюро обеспечивает внедрение новых прогрессивных технологий, совершенствование технологической подготовки производства.

Планово-диспетчерское бюро организует ритмичность работы цеха, мобилизацию резервов роста цеха, улучшение использования основных и оборотных средств, повышение производительности труда.

Мастер является полноправным руководителем на своем участке цеха, организует ритмичное выполнение производственного плана.

Начальник смены непосредственно отвечает за выполнение сменного задания.

1.2 Анализ исходных данных

1.2.1 Служебное назначение изделия

Корпус 4M138.41.35.051 представляет собой стальную поковку и входит в состав блока гидродомкратов M138.41.050, который предназначен для установки на домкрат передвижки. Корпус служит для размещения в нём гидрозамка, предохранительного клапана и клапана «ИЛИ». Домкрат передвижки предназначен для перемещения секций крепи и конвейера в составе очистного комплекса.

Крепь предназначена для механизированного крепления призабойного пространства, поддержания и управления кровлей способом полного обрушения, передвижки забойного конвейера при ведении очистных работ.

Для регулировки высоты секции крепи предусмотрена стойка, представляющая собой телескопический гидроцилиндр двойной телескопической раздвижности.

Стойка предназначена для передачи нагрузки со стороны кровли на почву пласта и обеспечения податливости крепи при превышении нагрузки со стороны кровли выше заданной величины.

В поршневые и штоковые полости подвод давления выполнен через стоечный блок.

В корпусах блоков размещены: гидроклапан предохранительный типа ГВТН10.000–01, который обеспечивает постоянное сопротивление стойки, поддерживая постоянное рабочее давление в поршневой полости первой ступени, гидрозамок односторонний типа КГУЗ. 020 ПР–01, который закрывает поршневую полость первой ступени после прекращения подачи в неё рабочей жидкости и открывает эту полость при подаче давления в штоковые полости гидростойки, индикатор давления, который позволяет контролировать давление в поршневой полости первой ступени.

После узловой сборки проводят испытания:

- на герметичность – 40МПа;
- рабочее давление в полости гидропатронов от 32 до 40МПа.

Годовая программа изготовления корпуса 4М138.41.35.051 составляет 4000 деталей в год (без учета запасных частей), что соответствует мелкосерийному типу производства.

Серийное производство характеризуется выпуском партиями однородной продукции в течение установленного периода времени. Серийное производство характеризуется изготовлением ограниченного ассортимента продукции. Партии (серии) изделий повторяются через определенные промежутки времени.

В мелкосерийном производстве изделия выпускаются малыми сериями широкой номенклатуры, их повторяемость в программе предприятия либо отсутствует, либо нерегулярна, а размеры серий колеблются; предприятие постоянно осваивает новые изделия и прекращает выпуск ранее освоенных. За рабочими местами закреплена широкая номенклатура операций.

Корпус 4М138.41.35.051 изготавливают из углеродистой качественной конструкционной стали марки 35 ГОСТ 1050-88. Химический состав и механические свойства стали 35 приведены в таблице 1.1 и 1.2.

Таблица 1.1 – Химический состав стали 35

Химический состав, %								
C	Si	Mn	Cr	S	P	Cu	Ni	As
0,32-0,40	0,17-0,31	0,50-0,80	0,25	0,04	0,035	0,25	0,25	0,08

Таблица 1.2 – Механические свойства поковки из стали 35

Механические свойства поковок ГОСТ 8479-70								
Термо- обработка	Сечение, мм	КП	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСИ	НВ, не более
			МПа		%		Дж/см ²	
			не менее					
Закалка, отпуск	100-300	275	275	530	17	38	34	167-207

Технологические свойства:

- температураковки заготовки сечением до 800 мм охлаждаются на воздухе;
- свариваемость – ограниченно свариваемая;
- коэффициент обрабатываемости резанием инструментом из быстрорежущей стали и коэффициент обрабатываемости твердосплавным инструментом $K_v=1$.

Программа выпуска изделия “Корпус” 4М138.41.35.051 составляет 1 штука на одну секцию крепи, представлена в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Годовая программа выпуска

Наименование изделия	Характеристика, модель	Число из- делий на программу	Масса, т	
			изделия	На годовую программу
Корпус	4М.138.41.35.051	4000	0,0048	4,8

Тип производства на данном этапе проектирования технологического процесса определяется ориентировочно. Согласно таблице при массе обрабатываемой заготовки и годовой программе выпуска деталей 4000 шт., ближе будет мелкосерийный тип производства. После разработки технологического процесса механической обработки и числа основного оборудования тип производства подлежит уточнению по коэффициенту закрепления операций (ГОСТ 14.004-83).

$$K_{30} = \frac{P_o}{C} = \frac{F_d \times 60}{N \times t_{um} \times K_{CP}}; \quad (1.1)$$

где P_o – количество операции в технологическом маршруте;

C – расчетное количество рабочих мест, необходимых для выполнения годовой программы;

F_d – действительный годовой фонд времени работы оборудования, час;

N – годовая программа, шт;

$T_{шт.к.}$ – среднее штучно-калькуляционное время выполнения операции.

Годовая производственная программа выпуска корпуса 4М138.41.35.051 приведена в таблице 1.4.

Таблица 1.4 – Годовая производственная программа выпуска корпуса 4М138.41.35.051

Наименование изделия	Наименование детали	Марка материала	Число деталей на изделие	Процент на запасные части	Число деталей			Масса, т	
					на основную программу	на запасные части	всего	детали	На программу с запасными частями
Блок гидродомкратов 4М138.41.35.050	Корпус 4М138.41.35.051	Сталь 35 ГОСТ 1050-88	1	5	4000	200	4200	0,0048	20,16

Для мелкосерийного типа производства деталей рассчитывают размер партии запуска:

$$n = \frac{N \times a}{F}; \quad (1.2)$$

где F – число рабочих дней в году (247 дней);

a – периодичность запуска в днях.

$$F_d = F \times K_p = 1974 \times 0,97 = 1914,78 \text{ ч}, \quad (1.3)$$

где K_p – коэффициент, учитывающий потери времени на ремонт.

$$n = \frac{4000 \times 6}{247} = 97 \text{ шт.}$$

1.2.2 Анализ технологичности изделия

Технологичность по ГОСТ 18831-73 рассматривается как совокупность свойств конструкции изделия, проявляемых в возможности оптимальных затрат труда, средств, материалов времени при технологической подготовке производства, изготовлении, эксплуатации и ремонте по сравнению с соответствующими показателями однотипных конструкций изделий того же назначения при обеспечении установленных значений показателей качества в принятых условиях изготовления, эксплуатации и ремонта.

Технологичность конструкции детали обуславливается рациональным выбором исходной заготовки, технологичностью формы детали, рациональной постановкой размеров, назначением оптимальной точности размеров, форм и взаимного расположения поверхностей, параметров шероховатости и технических требований. Технологичность детали зависит от типа производства, выбранного технологического процесса, оборудования и оснастки, организации производства, а также условий работы детали, сборочной единицы в изделии и условий ремонта.

Технологичность детали оценивается с точки зрения применения простых инструментов, методов обработки, доступности поверхности для обработки и измерения, удобства и надежности базирования детали при обработке.

Технологичность конструкции оценивается качественно и количественно по ГОСТам 14.201 – 83 и 14.202-83.

1.2.3 Структура базового технологического процесса

Чертеж содержит необходимое количество видов детали, а также сечения и выносные элементы. Размеры на чертеже полностью определяют геометрическую форму и пространственное положение обрабатываемых поверхностей. Шероховатость, точность и допуски пространственных отклонений поверхностей назначены в соответствии с их эксплуатационным назначением. Технические требования на чертеже полностью обоснованы.

В качестве заготовки принята штамповка, полученная на штамповочном молоте 3,0т. Этот вид заготовки является оптимальным для данной конструкции деталей и серийности производства – мелкосерийного.

Материал детали позволяет применять высокопроизводительные методы обработки.

Конструкция детали позволяет вести обработку плоскостей на проход.

Имеется возможность обработки наружных поверхностей и отверстий в конструкции детали на станках с ЧПУ, с одной установки.

Возможна одновременная обработка комбинированным инструментом ступенчатых отверстий.

В корпусе имеются глухие резьбовые отверстия, которые являются нетехнологичными.

Форма внутренних отверстий не позволяет произвести их обработку как с двух сторон, так и на проход.

Целесообразная простановка размеров между осями отверстий расположенных на поверхности, от оси детали до оси отверстий с торца, что облегчает наладку станка и сокращает трудоемкость обработки.

К обрабатываемым поверхностям имеется свободный доступ инструмента.

Детали не имеют плоскостей, расположенных под тупыми углами, все плоскости либо параллельны друг другу, либо перпендикулярны.

Детали не имеют отверстий, расположенных не под прямым углом к плоскости входа инструмента.

Жесткость детали позволяет применить высокопроизводительные режимы резания.

Наличие отверстий, которые можно использовать под технологические базы. Введение постоянных технологических баз позволяет повысить точность и сократить трудоемкость обработки ступенчатых соосных поверхностей. Детали имеют достаточные по размерам базовые поверхности для установки в приспособлениях.

По качественным показателям деталь технологична.

К основным количественным показателям на технологичность конструкции детали относятся:

Трудоемкость изготовления:

$$T_{\text{д}} = \sum_i^n t_{\text{шт.}} = 226,2 \text{ мин.} \quad (1.4)$$

Трудоемкость изделия – это время, затраченное на его изготовление в нормо-часах. Трудоемкость определяют нормативом, отражающим применение в производстве современных методов и средств. Она включает в себя все нормируемое по технологическому процессу время обработки на станках, включая все вспомогательное время на операцию, время на техническое и организационное обслуживание, время отдыха.

Технологическая себестоимость:

$$C_{\text{т.д.}} = M_{\text{о}} + Z_{\text{о}} + Ц, \quad (1.5)$$

где $M_{\text{о}}$ – основные материалы;

$Z_{\text{о}}$ – основная заработная плата;

$Ц$ – цеховые расходы.

$$M_{\text{о}} = m_3 \times C_{\text{заг.}} \times T_{\text{с}}, \quad (1.6)$$

где m_3 – масса заготовки (8,34 кг);

$C_{\text{заг}}$ – стоимость 1 кг. Материала заготовки (22 руб);

$T_{\text{с}}$ – транспортно-заготовительные расходы (1,505 руб).

$$M_{\text{о}} = 8,34 \times 22 \times 1,505 = 276,14 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{о}} = T_{\text{д}} \times C_{\text{т}} \times П \times K_{\text{р}}, \quad (1.7)$$

где $C_{\text{т}}$ – стоимость нормо/часа (70 руб);

$П$ – премия (1,1);

$K_{\text{р}}$ – районный коэффициент (1,3).

$$Z_{\text{о}} = 3,77 \times 70 \times 1,1 \times 1,3 = 377,38 \text{ руб.}$$

$$Ц = Z_{\text{о}} \times 239,67\% = 377,38 \times 239,67\% = 904,46 \text{ руб.} \quad (1.8)$$

$$C_{\text{т.д.}} = 276,14 + 377,38 + 904,46 = 1558 \text{ руб.}$$

Коэффициент удельной трудоемкости:

$$K_{\text{уд.тр.}} = \frac{T_{\text{д}}}{m_{\text{д}}} = \frac{3,77}{4,8} = 0,7854. \quad (1.9)$$

Коэффициент удельной себестоимости:

$$K_{\text{уд.с.}} = \frac{C_{\text{т.д.}}}{m_{\text{д}}} = \frac{1558}{4,8} = 324,58. \quad (1.10)$$

Коэффициент использования материала:

$$K_{\text{и.м.}} = \frac{m_{\text{д}}}{m_3} = \frac{4,8}{8,34} = 0,58. \quad (1.11)$$

$K_{\text{и.м.}}$ меньше 0,7, что свидетельствует о неудовлетворительном использовании материала.

По количественным показателям деталь технологична.

Базовый технологический процесс изготовления корпуса 4М138.41.35.051 разработан для мелкосерийного производства и имеет структуру, представленную в таблице 1.5.

Таблица 1.5 – Технологический процесс механической обработки корпуса

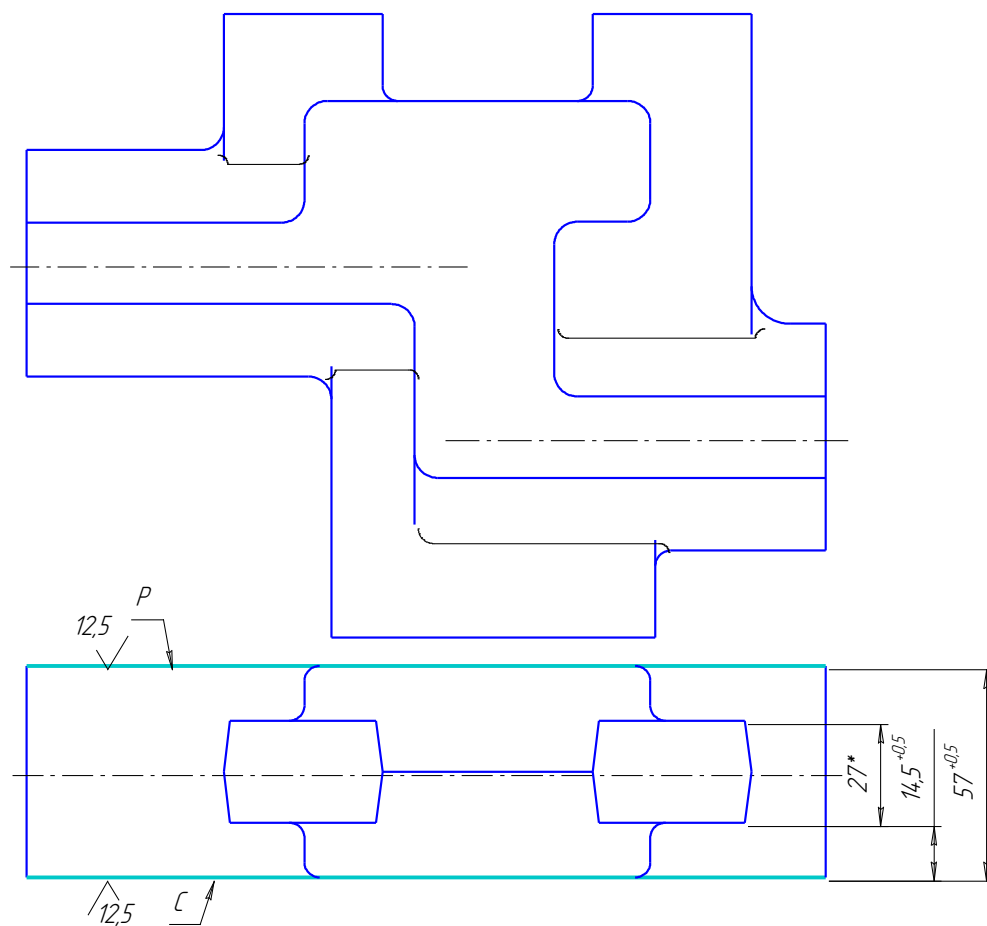
Операция	Наименование операции	Оборудование, приспособления, режущий и измерительный инструмент
1	2	3
005	Фрезерная ИОТ № 90 – Б, 6 – Б Обработать в размеры согласно эскизу.	Станок 6Р13. Очки О ГОСТ 12.4.013 – 85; Тара 505 – 177; Вставка 386 – 1523.
010	Слесарная ИОТ № 410 – 05, 90 – 05 Снять заусенцы, притупить острые кромки.	Верстак. Очки О ГОСТ 12.4.013 – 85; Тара 505 – 177; Вставка 386 – 1523.
015	Шлифовальная ИОТ № 200 Обработать поверхности в размер $56 \pm 0,2$ с переустановкой детали.	Станок 3П722. Очки О ГОСТ 12.4.013 – 85; Тара 505 – 177; Вставка 386 – 1523.
020	Сверлильно-фрезерная ИОТ № 151 – 05 Оператору рассчитать УП, ввести в станок. Сверлить 2 отв. Ø13; фрезеровать поверхности в размер $134,5 \pm 0,2$; $165 \pm 0,5$; сверлить отв. Ø5, Ø 14, Ø 20, Ø8, 2 отв. Ø 6 согласно эскизу.	Станок С500/04. Очки О ГОСТ 12.4.013 – 85; Тара 505 – 177; Вставка 386 – 1523; Приспособление 319 – 1146; Сверло центр. 011 – 715; Сверло 13 ГОСТ 10903; Зенкер Ø13 027 – 748; Фреза 50x70 ГОСТ 17026; Фреза 40 ГОСТ 17026; Сверло 5 ГОСТ 10902; Сверло Ø13xØ19 017 – 98; Зенкер Ø13,8xØ19,8 027 – 688; Развертка чист. 14x20 037 – 498; Зенкер 30x90° ГОСТ 14953; Сверло 8 ГОСТ 10903; Сверло 6 ГОСТ 10902; Пробка 14 п./ник. 100 – 2676; Пробка 20 п./ник. 100 – 2678.

Продолжение таблицы 1.5

1	2	3
025	Слесарная ИОТ № 410 – 05, 90 – 05 Снять заусенцы, притупить острые кромки.	Верстак. Очки О ГОСТ 12.4.013 – 85; Тара 505 – 177; Вставка 386 – 1523.
030	Сверлильная ИОТ № 151 – 05 Оператору рассчитать УП, ввести в станок.	Станок С500/04. Очки О ГОСТ 12.4.013 – 85; Тара 505 – 177; Вставка 386 – 523; Приспособление УСП; Сверло 8 ГОСТ 10903; Сверло центр. 011 – 715; Сверло 25 ГОСТ 10903; Сверло 36 ГОСТ 10903; Зенкер 37,7 020 – 1076; Фреза 055 – 883; Развертка черн. 38 030 – 2013; Развертка чист. 38 030 – 2015; Зенкер 027 – 748; Развертка черн. 037 – 516; Развертка чист 037 – 518; Фреза резьбовая 041 – 26; Фреза ГОСТ 17026; Полировальник 257 – 598; Фреза Ø26 ^{+0,5} 053 – 349; Сверло 23 ГОСТ 10903; Зенкер комбинир. 24,7 027 – 851; Развертка комбинир. черн. 25 037 – 681; Развертка комбинир. чист. 25 037 – 682; Фреза резьбовая М30х1,5 041 – 48; Калибр соотности М30хØ3 150 – 2596; Пробка 38 п./ник. 100 – 2827; Пробка 45 п./ник. 100 – 2825; Пробка п/р М42 п./ник. 100 – 2824; Пробка ПР М42 п./ник. 110 – 1109; Пробка НЕ М42 п./ник. 110 – 1111; Пробка 25 п./ник. 100 – 2745; Пробка 31 п./ник. 100 – 2675; Пробка п/р М30 100 – 3056; Пробка ПР М30 п./ник. 110 – 1113; Пробка НЕ М30 п./ник. 110 – 1115; Калибр соотности М42хØ45 150 – 2481; Калибр соотности М42хØ38 150 – 2516.

Продолжение таблицы 1.5

1	2	3
035	Слесарная ИОТ № 410 – 05, 90 – 05 Снять заусенцы, притупить острые кромки. Маркировать обозначение детали по чертежу шрифтом 5 – Пр3 ГОСТ 26008 – 85; Маркировать надписи шрифтом 10 – Пр3 ГОСТ 26008 – 85 на глубину не менее 0,8мм. При необходимости калибровать отверстия М42х1,5 – 6Н; М30х1,5 – 6 Н.	Верстак. Очки О ГОСТ 12.4.013 – 85; Тара 505 – 177; Вставка 386 – 1523; Метчик 043 – 412; Метчик 043 – 446.
036	Промывка Очистить от стружки методом промывки согласно технологической инструкции ТИ 406 – 25208 – 00011 п.2.3.2; Продуть деталь сжатым воздухом, используя улавливатель стружки; Контролировать 100% отсутствие стружки, заусенцев и загрязнений.	Участок промывки. Ерш Ø9 359 – 926; Улавливатель стружки 381 – 407; Очки О ГОСТ 12.4.013 – 85; Салфетки; Спицы цех.; Переноска электрическая цех..
040	Контроль ИОТ № 356, 238А Контроль всех размеров по тех. процессу (п/никель) и чертежу.	Плита контрольная.
045	Покрытие по чертежу.	ЦЗЛ.



1. На поверхностях P и C допускается чернота (следы от штамповки).
2. *Размер для справок.

Рисунок 1.2 Операция 005 Фрезерная

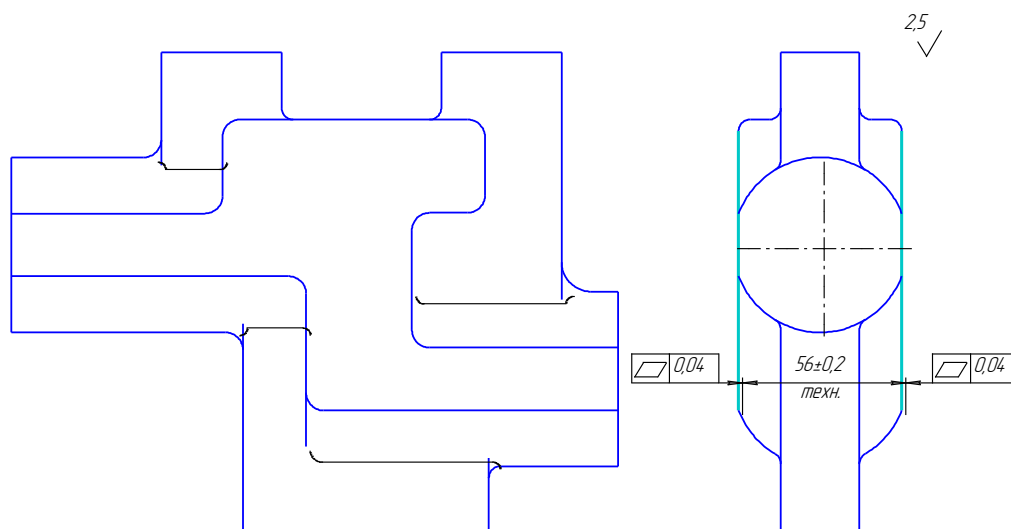


Рисунок 1.3 Операция 015 Шлифовальная

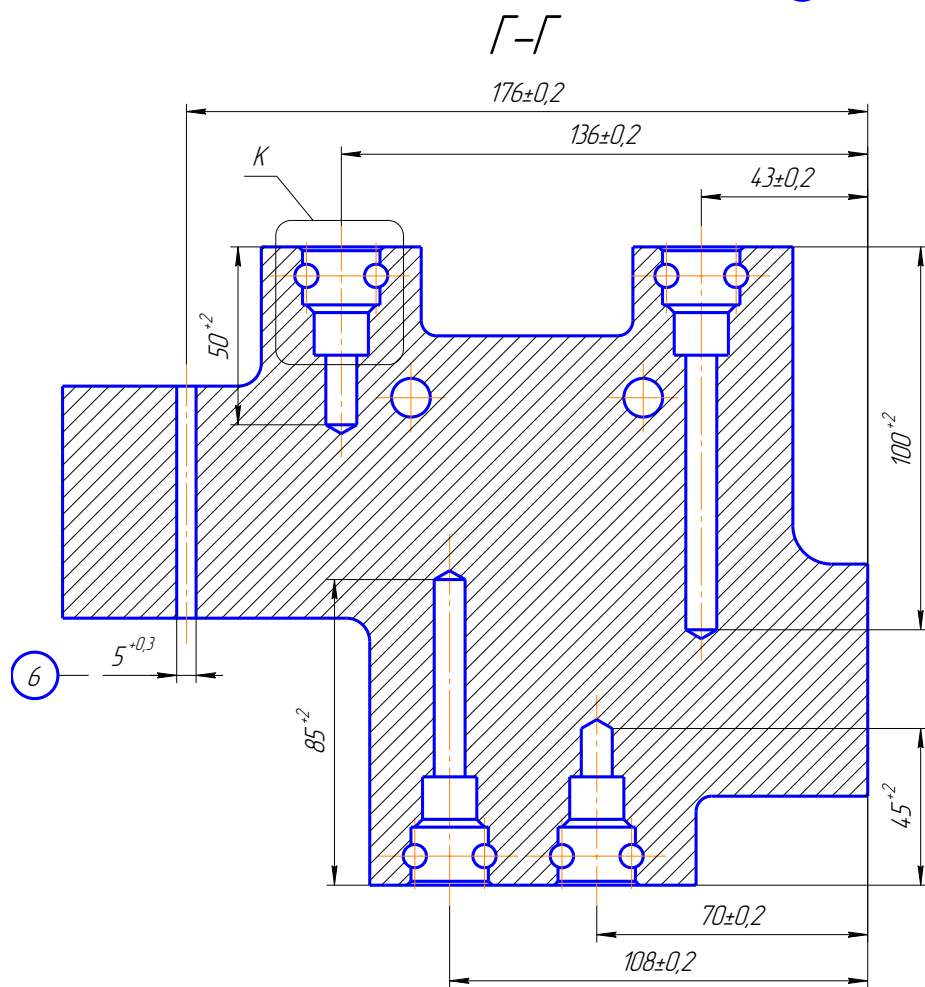
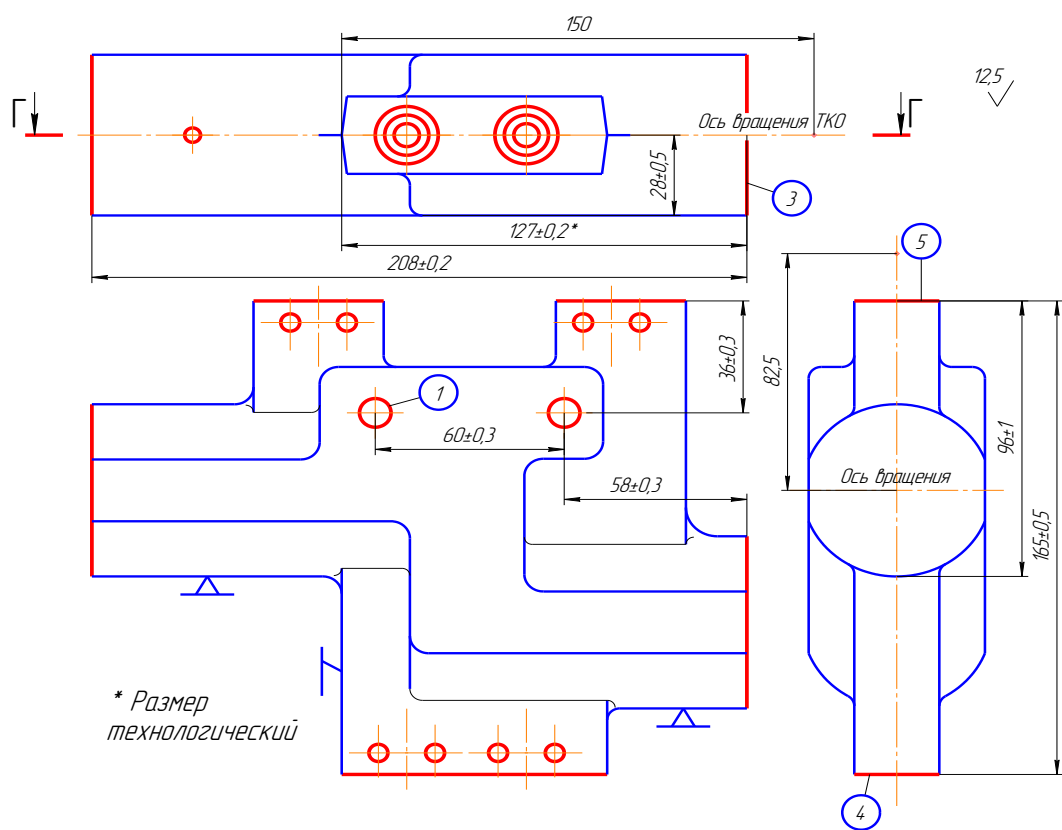


Рисунок 1.4 Операция 020 Сверильно-фрезерная

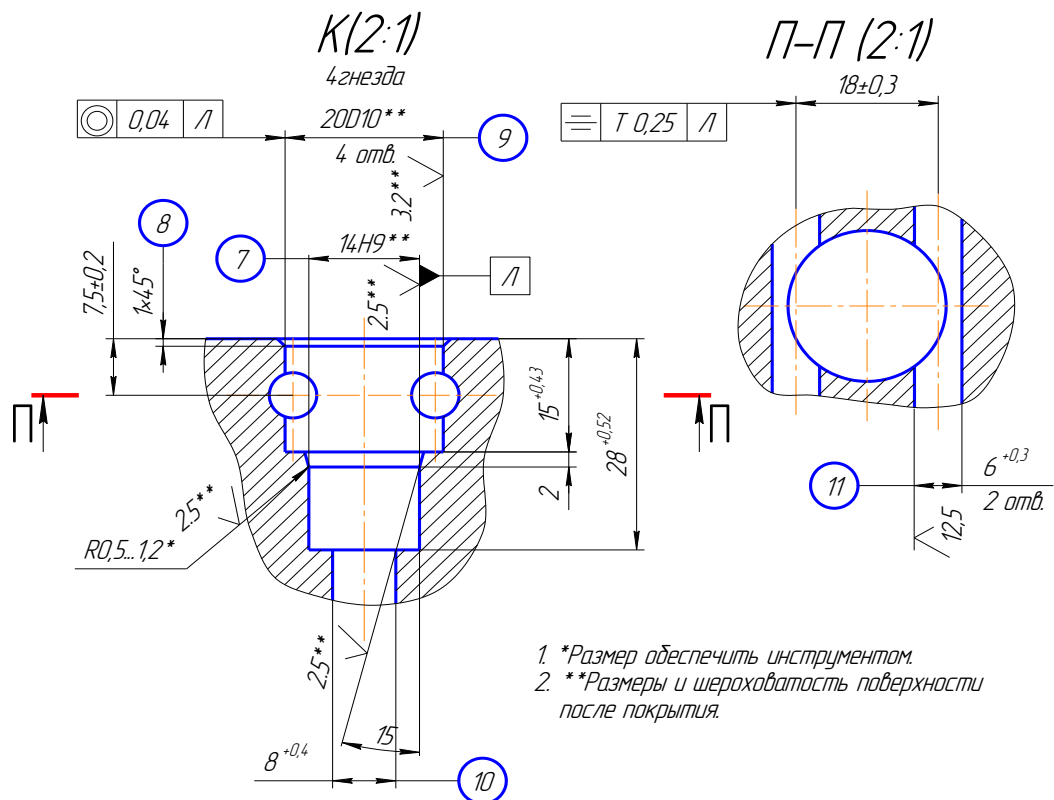


Рисунок 1.5 Операция 020 Сверлильно-фрезерная

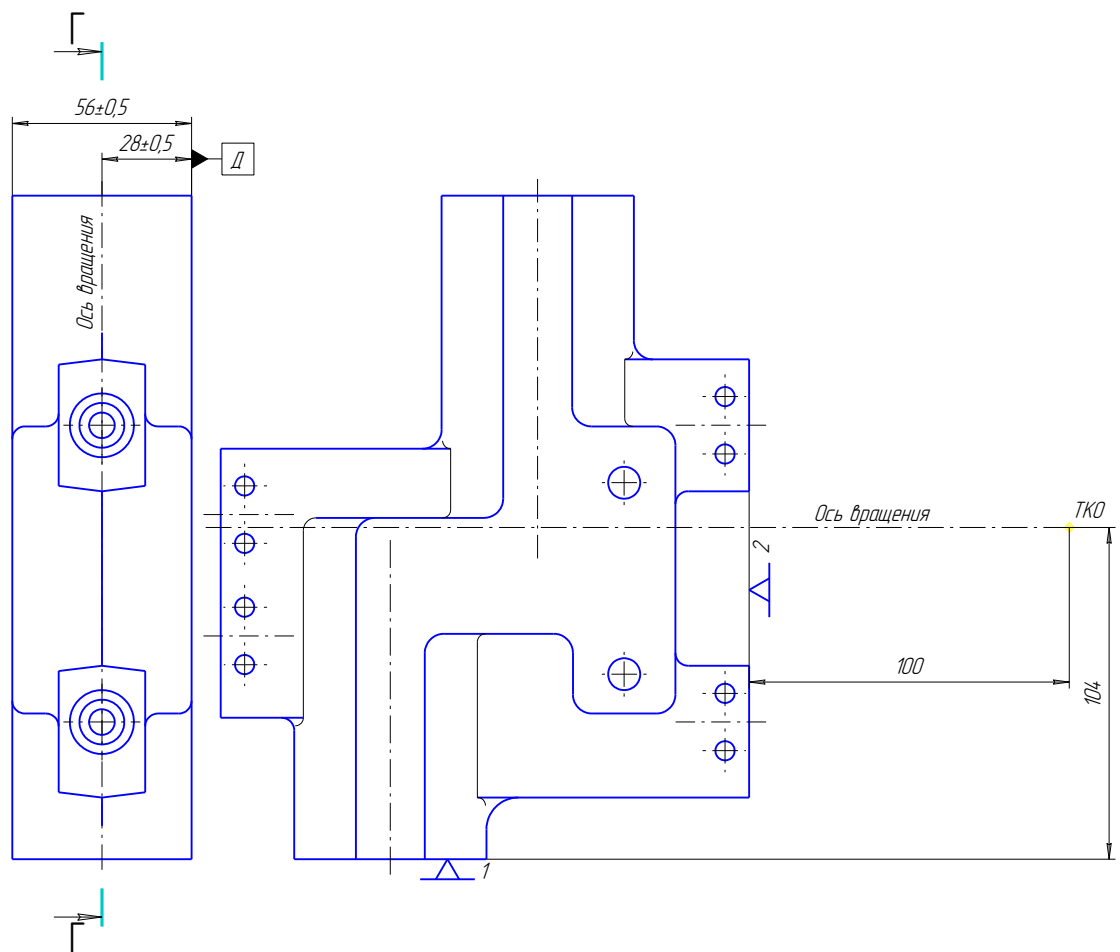


Рисунок 1.6 Операция 030 Сверлильная

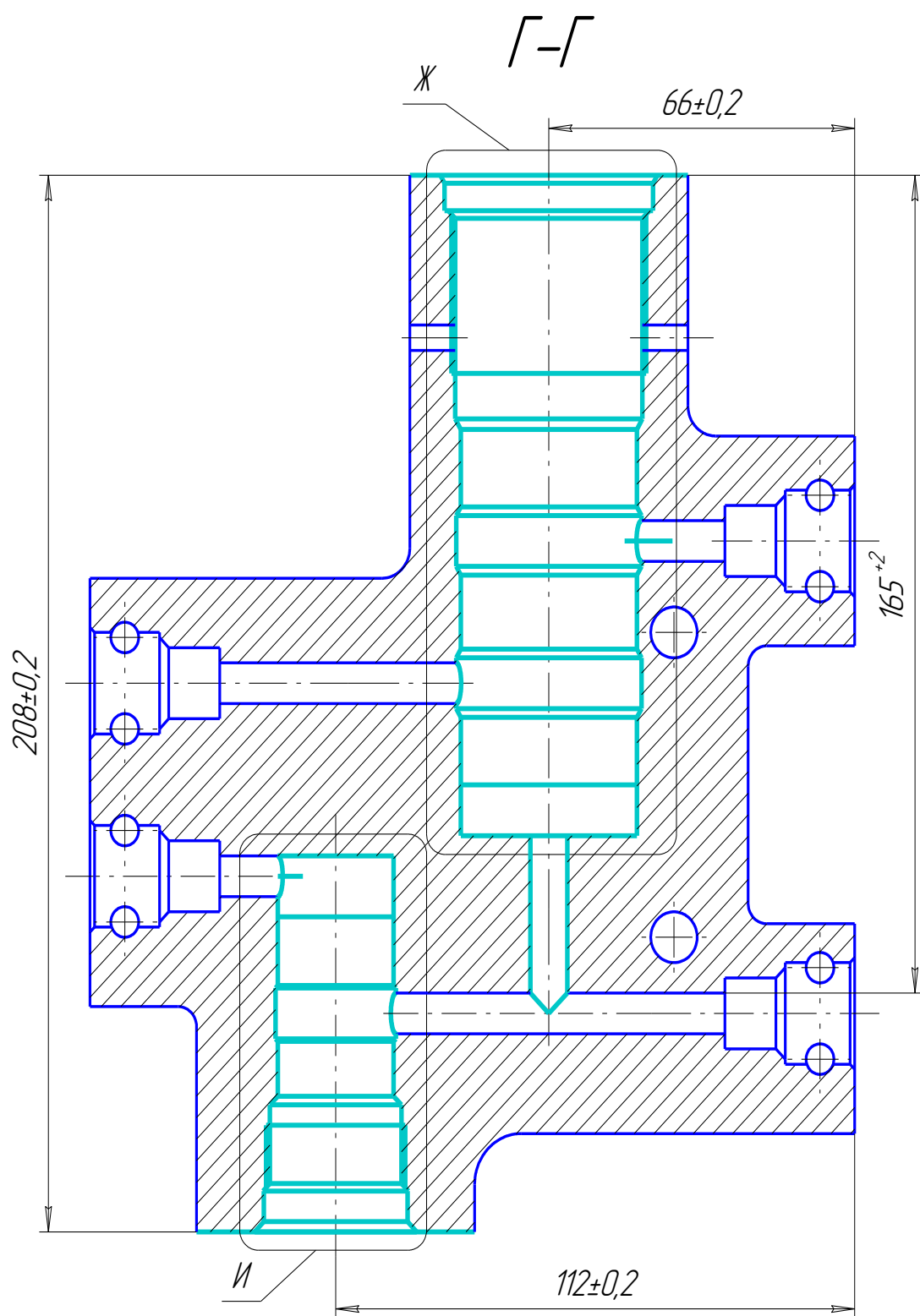


Рисунок 1.7 Операция 030 Сверлильная

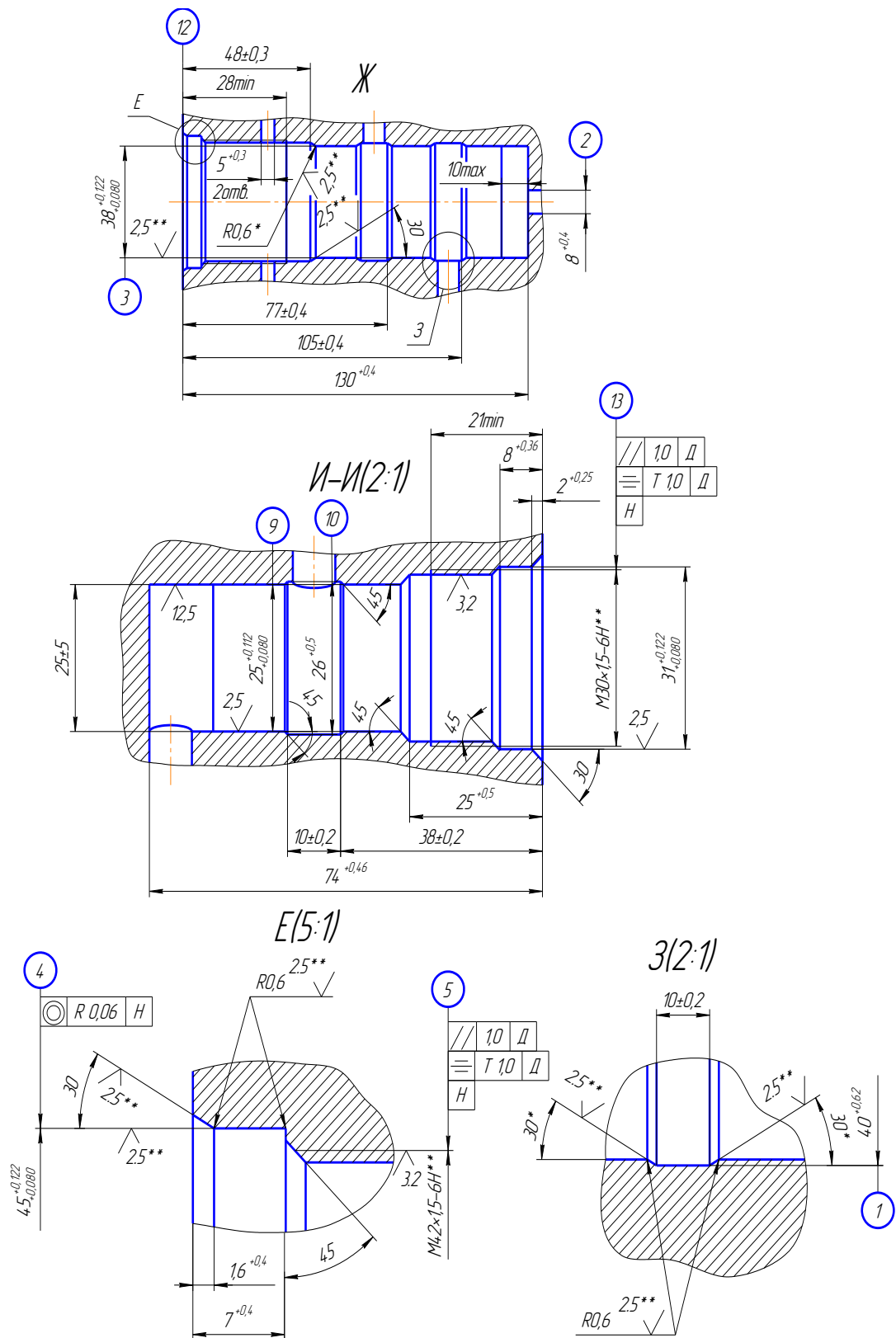


Рисунок 1.8 Операция 030 Сверлильная

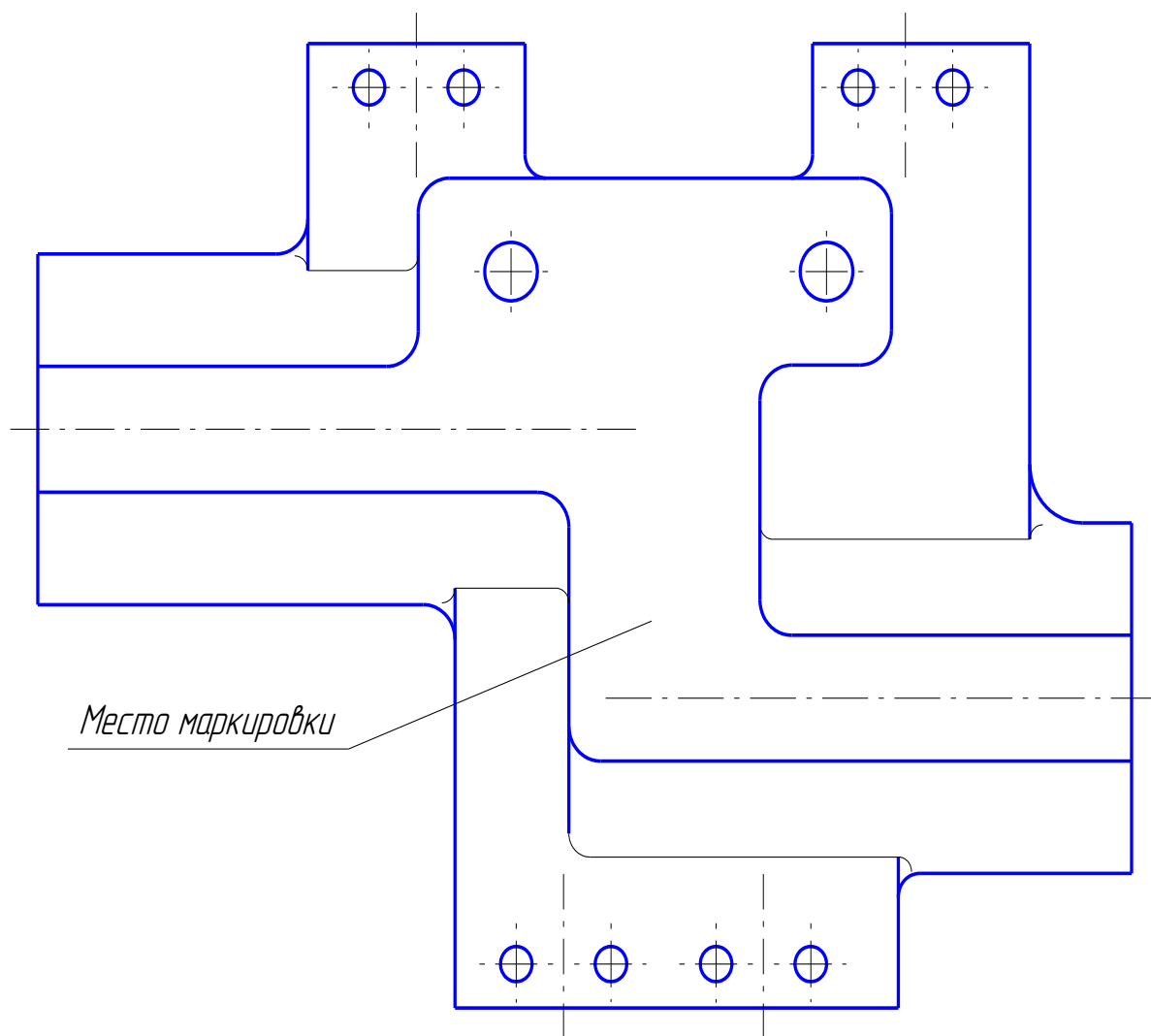


Рисунок 1.9 Операция 035 Слесарная

Технологический процесс изготовления корпуса 4M138.41.35.051 имеет недостатки:

- затруднительно выполнение требований симметричности осей при обработке отверстий диаметром 14H9 и $6^{+0,3}$, т. к. деталь базируется по наружным поверхностям. Не учтена возможность обработки отверстий диаметром 14H9 и 20D10 как отверстий массового применения на высокопроизводительном оборудовании;
- затруднительно выполнение требований симметричности и параллельности резьбы M42×1,5–6H при базировании по необработанной поверхности размером 56мм;
- технологический процесс дифференцирован, т. е. рассчитан на отдельные операции;
- станки применяются разнообразные: универсальные, с ЧПУ;

- применяются специальные приспособления;
- применяется как стандартный, так и специальный режущий инструмент;
- измерительный инструмент: штангенциркули, нутромеры, штанген-глубиномеры – универсальные средства; применяются также и специальные инструменты – пробки и калибры.

Маршрут обработки детали пооперационный, разработан для мелко-серийного производства. В ходе проектирования его необходимо частично изменить. Существующие оборудование и технологическая оснастка соответствуют единичному типу производства. Для среднесерийного типа производства необходимо оборудование, имеющее высокую производительность, обеспечивающее необходимую точность и качество поверхностей и соответствующая данному типу производства технологическая оснастка, позволяющая механизировать процессы установки и закрепления заготовок, уменьшить вспомогательное время. По ходу выполнения выпускной квалификационной работы необходимо разработать свой технологический процесс механической обработки детали на основе базового.

1.3 Технологическое проектирование

1.3.1 Выбор заготовки

Одно из основных направлений современной технологии машиностроения – совершенствование заготовительных процессов с целью снижения припусков на механическую обработку, снижение количества операций окончательной обработки, а в ряде случаев полного исключения некоторых из них, т. е. обеспечение малоотходной и безотходной технологии.

Метод получения заготовок в значительной мере определяется размерами программного задания и техническими возможностями заготовительных цехов предприятия, материалом детали, назначением и техническими требованиями на изготовление. Формой поверхности и размерами.

Выбор метода заготовки существенно зависит от времени подготовки технологической оснастки, наличия соответствующего технологического оборудования и желаемой степени автоматизации процесса.

Следует иметь в виду, что себестоимость изготовления детали определяется суммой затрат на исходную заготовку и её механическую обработку, поэтому в конечном счёте важно обеспечить снижение всей суммы, а не одной из её составляющих. Метод получения заготовок для деталей машин определяется назначением и конструкцией детали, материалом, серийностью производства, а также экономичностью изготовления.

Исходя из необходимости максимального приближения формы и размеров заготовки к параметрам готовой детали, следует (приближать) применять прогрессивные методы и способы получения заготовок.

Для данной детали – корпус 4М138.41.35.051 нежелателен вариант получения заготовок – отливка, т.к. в заготовках возможно получение дефектов литья (раковины). Т.к. корпус предъявляет высокие требования к сплошности металла, в связи с тем, что он является корпусом гидравлических узлов ГШО, то вариант получения заготовки – отливка не может быть применён в данном технологическом процессе.

Оптимальным вариантом является метод получения заготовки – штампованная поковка. Различают штамповку в открытых и закрытых штампах (облойная и безоблойная). При штамповке в открытых штампах образуется заусенец по линии разъёма штампов, поэтому после операции штамповки необходимо вводить операцию обрезки заусенца. При штамповке в закрытых штампах заусенец не образуется, поэтому не требуется вводить операцию обрезки заусенца. Поэтому принимаем вариант получения заготовок – штамповка в закрытых штампах.

В штампованной заготовке структура материала однородна, благодаря чему деталь более прочная. Конфигурация заготовки близка к конфигурации готовой детали. Отдельные поверхности детали не обрабатываются.

Проводим технико-экономический расчёт вариантов изготовления заготовок, полученных на кривошипном горячештамповочном прессе (закрытая, безоблойная штамповка) разных классов точности: Т4 и Т5.

Заготовку проектируем по ГОСТ 7505-89.

1.3.1.1 Расчёт заготовки, получаемой штамповкой класса точности Т4.

Штамповочное оборудование – КГШП.

Нагрев заготовки – индукционный.

Масса поковки (расчётная):

$$m_{пок.} = m_{дет.} \cdot K_p = 4,8 \cdot 1,5 = 7,2 \text{ кг} \quad (1.12)$$

где $K_p=1,5$ – расчётный коэффициент.

Класс точности назначаем в соответствии с техническими требованиями – Т4.

Исходя из химического состава стали 35 ГОСТ 1050-88, устанавливаем группу стали М2 (С:0,35-0,65%).

Степень сложности поковки назначаем по соотношению, полученному из формулы:

$$\frac{m_{пок.}}{m_{фиг..}} = 4,8/15 = 0,32, \quad (1.13)$$

где $m_{фиг..}$ – масса описывающей фигуры.

$$m_{фиг..} = \rho \cdot V_{фиг.}, \quad (1.14)$$

где $V_{фиг.} = 1921,92 \text{ см}^3$.

$$m_{фиг..} = 7,85 \cdot 1921,92 = 15 \text{ кг.}$$

Данное значение соответствует степени сложности С3.

Конфигурация поверхности разъёма штампа – П (плоская).

На основе полученных данных определяем исходный индекс – 14.

По исходному индексу и по требуемой шероховатости обрабатываемой поверхности определяем припуски на обработку заготовки и допуски на размеры штампованной заготовки.

Определяем припуски и кузнечные напуски:

1) основные припуски на размер:

- длина 208 мм и чистота поверхности 12,5 – припуск 2,0 мм;
- ширина 165 мм и чистота поверхности 12,5 – припуск 2,0 мм;
- толщина 56 мм и чистота поверхности 12,5 – припуск 2,0 мм.

2) дополнительные припуски на размер:

- смещение поверхности разъёма штампа – 0,3 мм;
- изогнутость и отклонение от прямолинейности – 0,5 мм.

Определяем размеры поковки (разрешается округлять линейные размеры) поковки с точностью до 0,5 мм), мм:

- длина $208 + 2 \cdot (2,0 + 0,3 + 0,5) = 213,6$; принимаем $214_{-1,0}^{+1,8}$;
- ширина $165 + 2 \cdot (2,0 + 0,3 + 0,5) = 170,6$; принимаем $171_{-0,8}^{+1,4}$;
- толщина $56 + 2 \cdot (1,9 + 0,3 + 0,5) = 61,4$; принимаем $61_{-0,8}^{+1,4}$.

Допускаемые отклонения размеров:

- радиус закругления наружных углов принимаем – 2 мм.

Неуказанные допуски радиусов закругления:

- наружных – 2 мм;
- допустимая величина остаточного облоя – 1,2 мм.

По приведённым выше размерам конструируем заготовку, и рассчитываем её массу, применив графическую программу «Компас 13».

Масса заготовки: $m_{заг.} = 8,114$ кг.

1.3.1.2 Расчёт заготовки, получаемой штамповкой класса точности Т5.

Штамповочное оборудование – КГШП.

Нагрев заготовки – индукционный.

Масса поковки (расчётная):

$$m_{пок.} = m_{дет.} \cdot K_p = 4,8 \cdot 1,5 = 7,2 \text{ кг.} \quad (1.15)$$

Класс точности назначаем в соответствии с техническими требованиями – Т5.

Исходя из химического состава стали 35 ГОСТ 1050-88, устанавливаем группу стали М2 (С:0,35-0,65%).

Степень сложности поковки назначаем по соотношению, полученному из формулы:

$$\frac{m_{пок.}}{m_{физ.}} = 4,8 / 15 = 0,32.$$

$$V_{физ.} = 1921,92 \text{ см}^3.$$

$$m_{физ.} = 7,85 \cdot 1921,92 = 15 \text{ кг.}$$

Данное значение соответствует степени сложности СЗ.

Конфигурация поверхности разъёма штампа – П (плоская).

На основе полученных данных определяем исходный индекс – 16.

По исходному индексу и по требуемой шероховатости обрабатываемой поверхности определяем припуски на обработку заготовки и допуски на размеры штампованной заготовки.

Определяем припуски и кузнечные напуски:

1) основные припуски на размер:

- длина 208 мм и чистота поверхности 12,5 – припуск 2,4 мм;
- ширина 165 мм и чистота поверхности 12,5 – припуск 2,4 мм;
- толщина 56 мм и чистота поверхности 12,5 – припуск 2,2 мм.

Дополнительные припуски:

- смещение поверхности разъёма штампа – 0,3 мм;
- изогнутость и отклонение от прямолинейности – 0,6 мм.

Определяем размеры поковки (разрешается округлять линейные размеры поковки с точностью до 0,5 мм), мм:

- длина $208 + 2 \cdot (2,0 + 0,3 + 0,6) = 214,6$; принимаем $215^{+1,8}_{-1,0}$;
- ширина $165 + 2 \cdot (2,4 + 0,3 + 0,5) = 171,6$; принимаем $172^{+1,4}_{-0,8}$;
- толщина $56 + 2 \cdot (2,2 + 0,3 + 0,6) = 62,2$; принимаем $62^{+1,4}_{-0,8}$.

Допускаемые отклонения размеров:

- радиус закругления наружных углов принимаем – 2 мм.

Неуказанные допуски радиусов закругления:

- наружных – 2 мм;
- допустимая величина остаточного облоя – 1,2 мм.

По приведённым выше размерам конструируем заготовку, и рассчитываем её массу, применив Графическую программу «Компас 13».

Масса заготовки: $m_{заг.} = 8,215$ кг.

Определение коэффициента использования материала и себестоимости для двух вариантов получения заготовки:

$$S_T = \frac{m_{дем.}}{K_{ум.}} \cdot [C_{заг.} + C_c \cdot (1 - K_{ум.})], \quad (1.16)$$

где $C_{заг.} = 25,09$ руб – стоимость 1 кг стали 35 ГОСТ 1050-88;

$C_c = 0,585$ руб – стоимость срезания 1 кг стружки при механической обработке в среднем по машиностроению.

$$S_{T1} = \frac{4,8}{0,59} \cdot [25,09 + 0,585 \cdot (1 - 0,59)] = 206,07 \text{ руб.}$$

$$S_{T2} = \frac{4,8}{0,58} \cdot [25,09 + 0,585 \cdot (1 - 0,58)] = 209,675 \text{ руб.}$$

Полученные данные сводим в таблицу 1.6

Таблица 1.6 – Сравнение методов получения заготовок

Методы получения заготовок	Штамповка Т4	Штамповка Т5
Масса детали, $m_{\text{дет.}}$ кг	4,8	4,8
Фактическая масса заготовки, $m_{\text{Пфакт.}}$ кг	8,114	8,215
Стоимость 1 кг материала заготовки $C_{\text{заг.}}$ руб.	25,09	25,09
Коэффициент использования материала, $K_{\text{им.}}$	0,59	0,58
Стоимость заготовки, $S_{\text{т.}}$ руб.	206,07	209,675

Таким образом, заготовка, получаемая на КГШП класса точности Т4 экономически более выгодна, чем заготовка, получаемая на КГШП класса точности Т5. Примерную экономическую прибыль от получения заготовки на КГШП класса точности Т4 определяем по формуле:

$$\mathcal{E} = (S_{T1} - S_{T2}) \cdot N; \quad (1.17)$$

$$\mathcal{E} = (209,675 - 206,07) \cdot 4000 = 14420 \text{ руб.}$$

Окончательно принимаем заготовку, получаемую на КГШП класса точности Т4.

1.3.2 Выбор баз

Для получения высокого качества и точности обработки большое значение имеет правильное базирование детали. При базировании детали следует придерживаться трёх принципов базирования, а именно:

- при выборе баз следует иметь в виду, что наибольшая точность обработки достигается при условии использования на всех операциях механической обработки одних и тех же базовых поверхностей, т.е. при соблюдении принципа постоянства баз;
- при чистовой обработке рекомендуется также соблюдать принцип совмещения баз, согласно которому в качестве технологических базовых поверхностей используются конструкторские и измерительные базы. При совмещении технологической и измерительной баз погрешность базирования равна нулю;
- базы для окончательной обработки должны иметь наибольшую точность размеров и геометрической формы, а также наименьшую шероховатость поверхности. Они не должны деформироваться под действием сил резания, зажима и собственной массы.

Кроме того, выбранные базы должны обеспечить надёжное закрепление детали и наиболее простую конструкцию приспособления.

Операция 005 фрезерная

Базирование на этой операции осуществляется в самоцентрирующих тисках. Деталь базируется по необработанным поверхностям. Погрешность базирования $\varepsilon_6=0$.

Схема базирования операции 005 представлена на рисунке 1.10

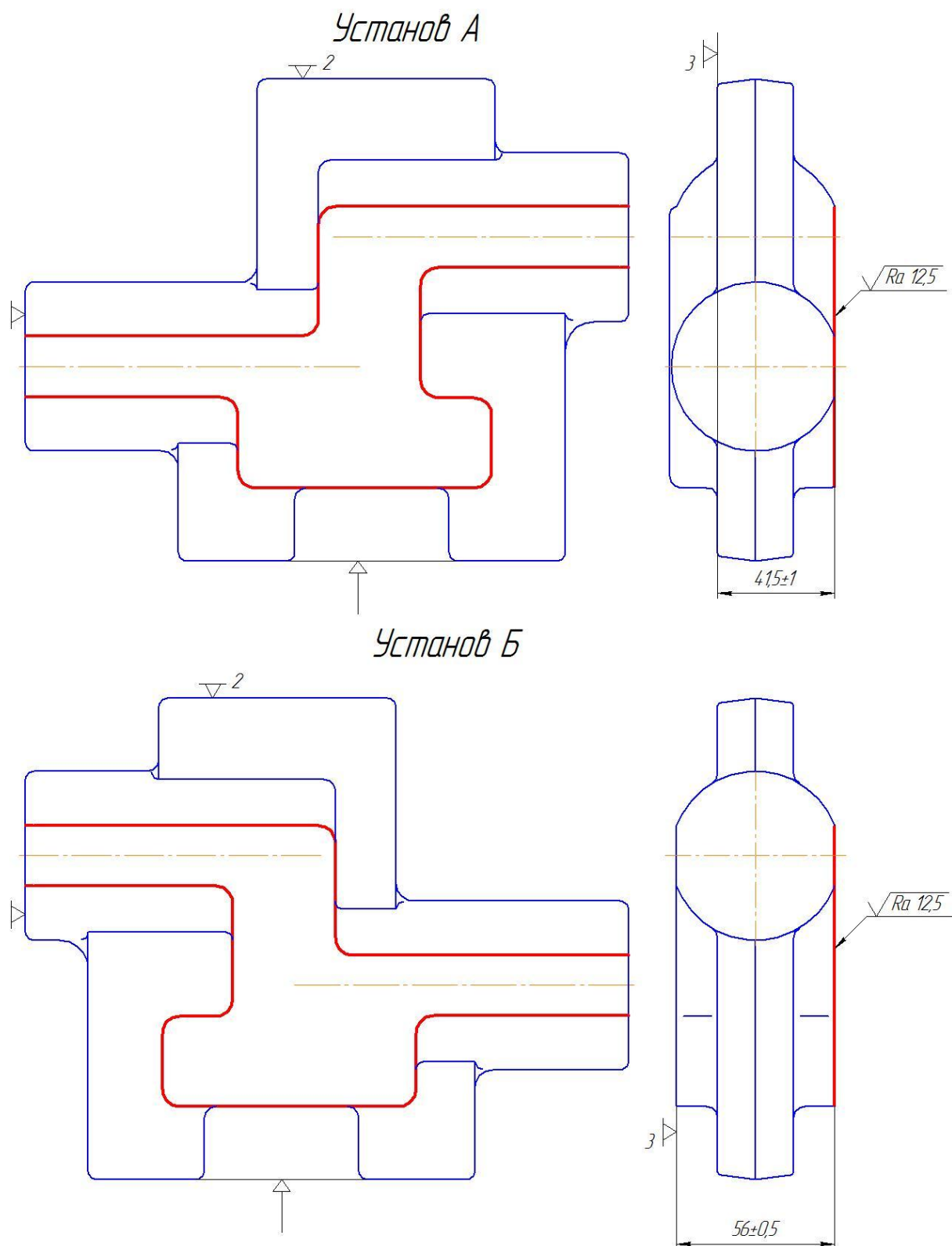


Рисунок 1.10 Схема базирования операции 005

Операция 015 сверлильная

Базирование на этой операции осуществляется в специальном приспособлении. Заготовка базируется по обработанным и необработанным поверхности.

Погрешность базирования равна:

$$\varepsilon_6 = 0,1 + 0,1 + 0,2 + 0,1 = 0,6 \text{ мм.}$$

Схема базирования операции 015 представлена на рисунке 1.11

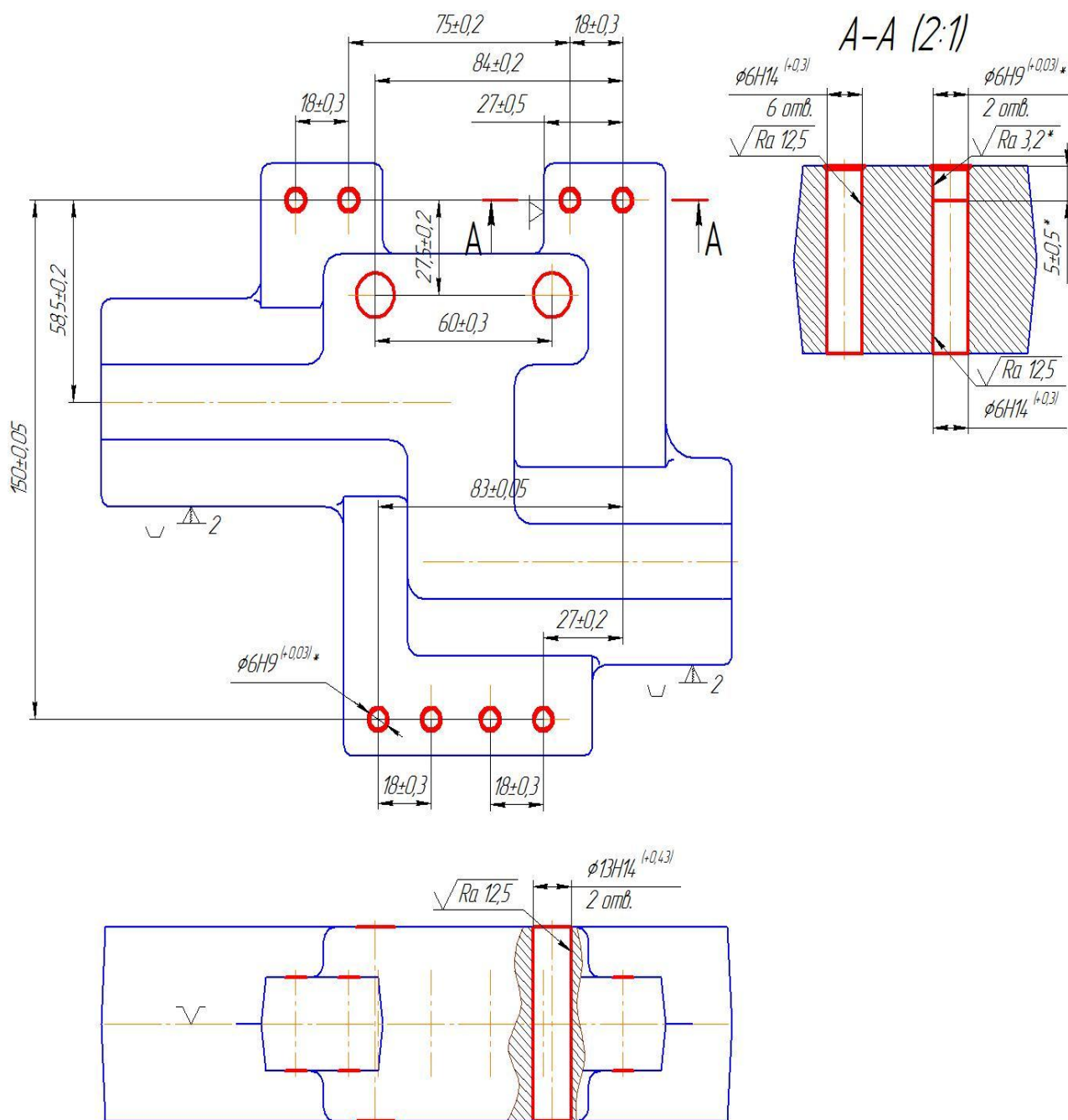


Рисунок 1.11 Схема базирования 015 операции

Операция 025 сверлильно-фрезерно-расточная

Базирование на этой операции осуществляется в специальном приспособлении. Заготовка базируется по плоскости и двум пальцам: цилиндрическим и срезанным.

Максимальная погрешность базирования:

$$\varepsilon_{\delta} = z_{y\max} + \frac{z_{p\max}}{L} |y|, \quad (9)$$

где $z_{y\max}, z_{p\max}$ - максимальные зазоры в сопряжениях отверстий детали с цилиндрическим и срезанным пальцами;

L - расстояние между осями пальцев;

$|y|$ - ордината обрабатываемой поверхности.

$$\varepsilon_{\delta} = 0,06 + \frac{0,06}{171} \cdot 131 = 0,106 \text{ мм}.$$

Схема базирования на операции 025. Позиция 1 представлена на рисунке 1.12.

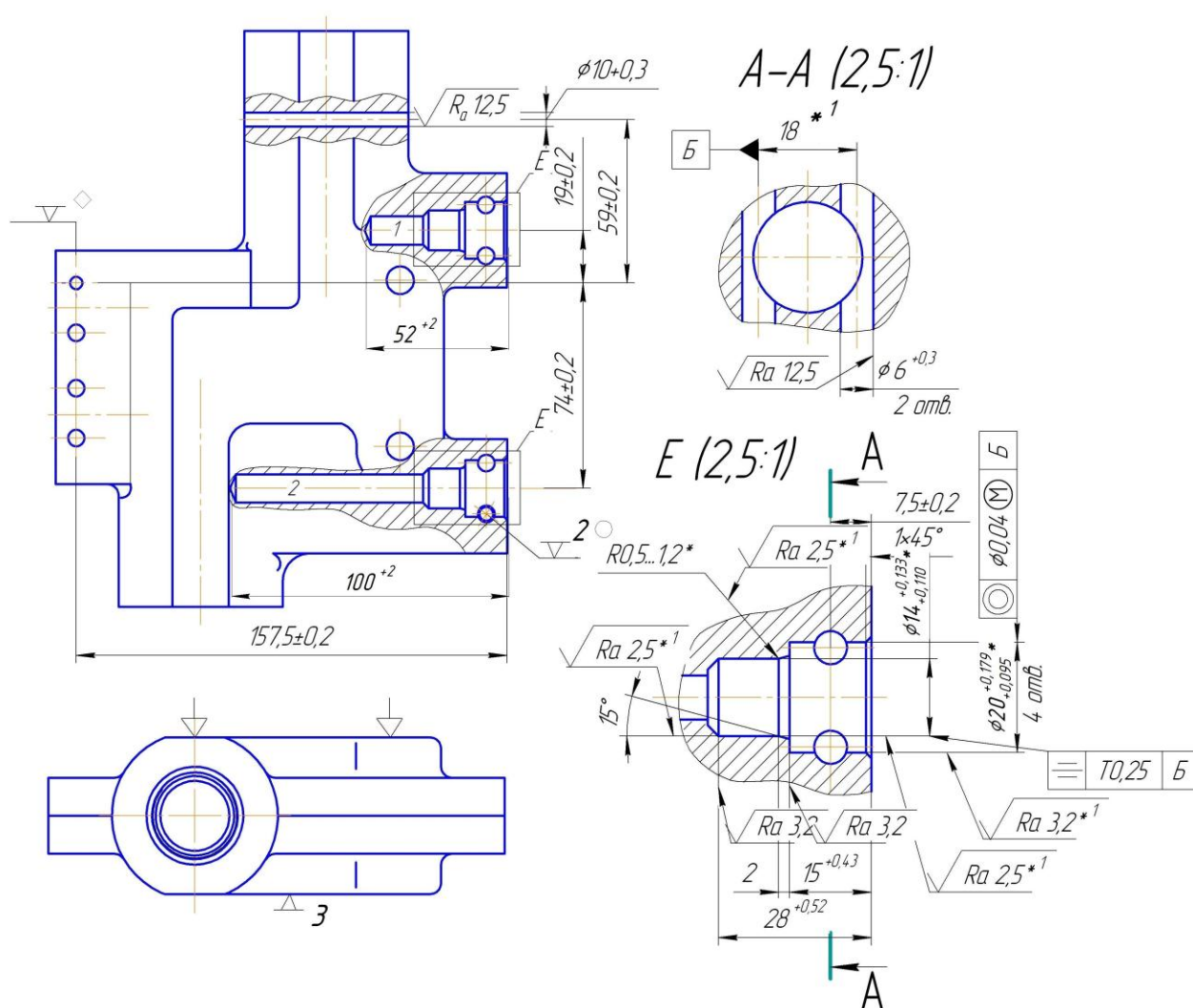
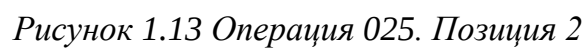


Рисунок 1.12 Схема базирования на операции 025. Позиция 1
Операция 025. Позиция 2 представлена на рисунке 1.13.



38

Операция 025. Позиция 4 представлена на рисунке 1.15.

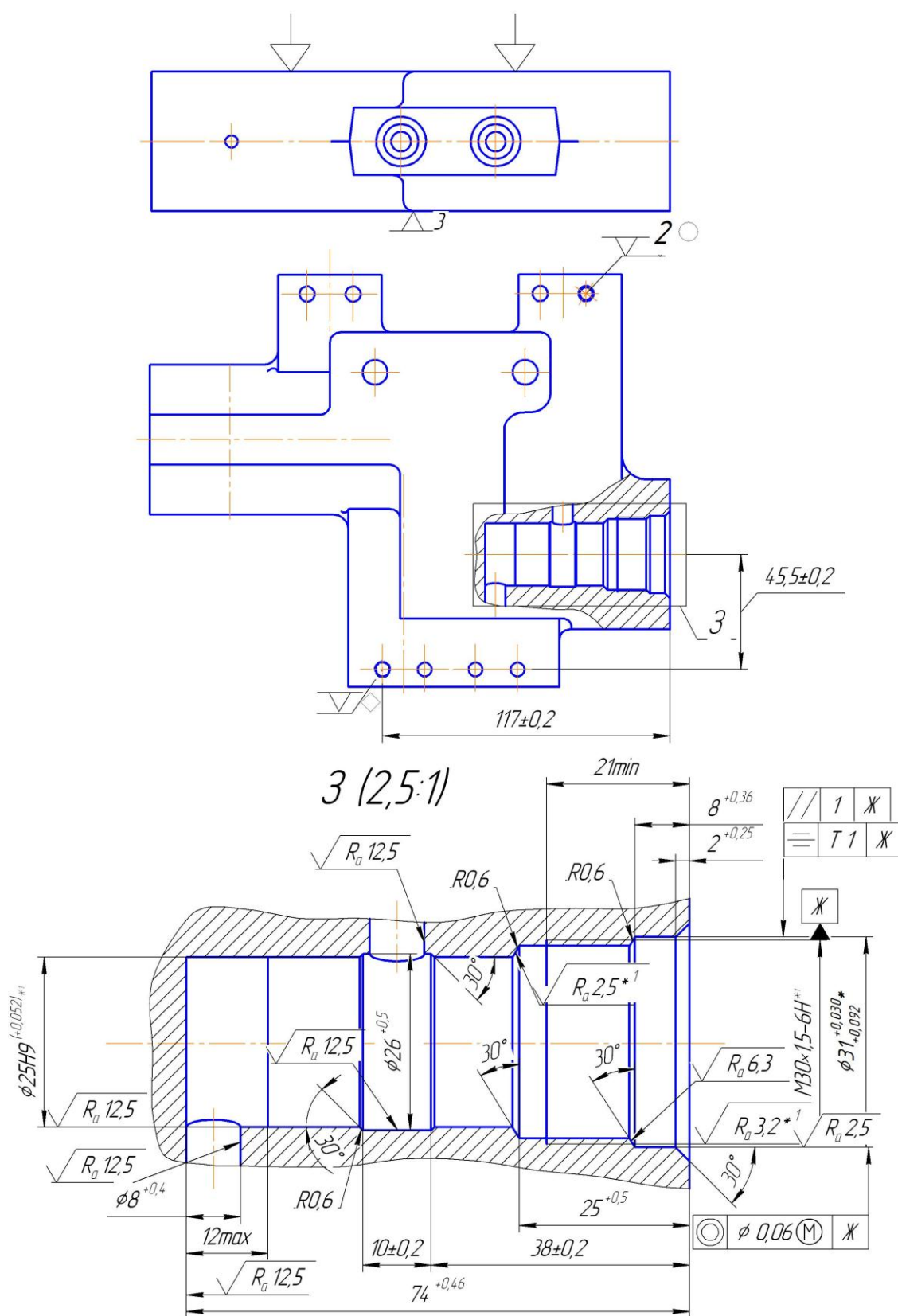


Рисунок 1.15 Операция 025. Позиция 4

1.3.3 Составление технологического маршрута механической обработки

Технологический маршрут обработки детали представлен в таблице 1.6.

Таблица 1.6 – Технологический маршрут обработки детали

№ операции	Наименование и содержание операции	Оборудование
1	2	3
005	Фрезерная Установить и снять деталь; Установ А: Фрезеровать поверхность в размер $41,5 \pm 1$; Установ Б: Фрезеровать поверхность в размер $56 \pm 0,5$	Станок 6Р13
010	Слесарная	Верстак
015	Сверлильно-фрезерная Установить и снять деталь; Центровать 10 отверстий, выдерживая размер на плоскости $\varnothing 7$; Сверлить 2 отверстия $\varnothing 13H14^{(+0,043)}$ на проход; Сверлить 2 отверстия $\varnothing 5H12$ на проход; Зенкеровать 2 отверстия $\varnothing 5,8H11^{(+0,075)}$ на проход; Развернуть 2 отверстия $\varnothing 6H9$ на проход; Сверлить 6 отверстий $\varnothing 6H12$ на проход.	Станок ГФ2171С6
020	Слесарная	Верстак

Продолжение таблицы 1.6

1	2	3
025	Сверлильно – фрезерно - расточная Позиция 1 Установить и снять деталь; Фрезеровать торцы, выдерживая размер $157,5 \pm 0,2$; Центровать 3 отверстия $\varnothing 10H14$, выдерживая размер $2 \pm 0,5$; Сверлить 2 отверстия $\varnothing 19H12$ и $\varnothing 13H12$, выдерживая размер $26^{+0,3}$; Зенкеровать 2 отверстия $\varnothing 19,8H11$ и $\varnothing 13,8H11$, выдерживая размер $28^{+0,52}$; Зенковать две фаски $1 \times 45^\circ$; Развернуть 2 отверстия $\varnothing 20D10 \left(\frac{+0,179}{+0,095} \right)$ $\varnothing 14H9^{+0,043}$, выдерживая размер $28^{+0,52}$ с образованием фаски $2^{+0,2} \times 15^\circ$; Развернуть 2 отверстия $\varnothing 20 \left(\frac{+0,209}{+0,145} \right)$ и $\varnothing 14 \left(\frac{+0,133}{+0,110} \right)$, выдерживая размер $28^{+0,52}$ с образованием фасок $1 \times 45^\circ$ и $2^{+0,2} \times 15^\circ$; Сверлить отверстие $\varnothing 8^{+0,4}$, выдерживая размер 50^{+2}; Сверлить отверстие $\varnothing 8^{+0,4}$, выдерживая размер 100^{+2}; Сверлить отверстие $\varnothing 5^{+0,3}$ на проход. Позиция 2 Повернуть стол на 90° по часовой стрелке; Фрезеровать торец, выдерживая размер $91 \pm 0,2$; Сверлить отверстие $\varnothing 36^{+0,62}$, выдерживая размер 123^{+2}; Зенкеровать отверстия $\varnothing 44,6H11$, $\varnothing 40H11$, $\varnothing 37,8H11$, выдерживая размер $130H12^{+0,4}$ с образованием фасок; Зенкеровать фаску $1,6^{+0,4} \times 30^\circ$; Развернуть отверстия $\varnothing 45H9^{+0,062}$, $\varnothing 40,3H9$, выдерживая размер $48 \pm 0,2$; Развернуть отверстие $\varnothing 45 \left(\frac{+0,122}{+0,080} \right)$;	Станок ИР320ПФ4

Продолжение таблицы 1.6

1	2	3
	Нарезать резьбу М42×1,5-6Н, выдерживая размер 28^{+2}; Расточить две канавки шириной $10\pm0,2$; Сверлить отверстие $\varnothing 8^{+0,4}$, выдерживая размер 165^{+2}; Расточить канавку $\varnothing 38,05^{+0,1}$. Позиция 3 Повернуть деталь на 90° по часовой стрелке; Фрезеровать торец, выдерживая размер $7,5\pm0,2$; Центровать 2 отверстия $\varnothing 10H14$, выдерживая размер $2\pm0,5$; Сверлить 2 отверстия $\varnothing 19H12$ и $\varnothing 13H12$, выдерживая размер $26^{+0,3}$; Зенкеровать 2 отверстия $\varnothing 19,8H11$ и $\varnothing 13,8H11$, выдерживая размер $28^{+0,52}$ Зенковать две фаски $1\times 45^\circ$; Развернуть 2 отверстия $\varnothing 20D10(\frac{+0,179}{+0,095})$ и $\varnothing 14H9^{+0,073}$, выдерживая размер $28^{+0,52}$ с образованием фаски $2^{+0,2}\times 15^\circ$; Развернуть 2 отверстия $\varnothing 20(\frac{+0,209}{+0,145})$ и $\varnothing 14(\frac{+0,133}{+0,110})$, выдерживая размер $28^{+0,52}$ с образованием фасок $1\times 45^\circ$ и $2^{+0,2}\times 15^\circ$; Сверлить отверстие $\varnothing 8^{+0,3}$, выдерживая размер 45^{+2}; Сверлить отверстие $\varnothing 8^{+0,3}$, выдерживая размер 85; Позиция 4 Повернуть стол на 90° по часовой стрелке; Фрезеровать торец, выдерживая размер $117\pm0,2$; Сверлить отверстие $\varnothing 24^{+0,62}$ выдерживая размер 70^{+2}; Зенкеровать отверстия $\varnothing 30,6H11$, $\varnothing 28H11$, $\varnothing 24,8H11$, выдерживая размер $77^{+0,46}$ с образованием фасок; Зенкеровать фаску $2^{+0,25}\times 30^\circ$; Развернуть отверстия $\varnothing 31H9^{+0,092}$, $\varnothing 28,3H9$, выдерживая размер $25^{+0,5}$.	

Продолжение таблицы 1.6

1	2	3
	Развернуть отверстие $\varnothing 31 \left(\begin{smallmatrix} +0,152 \\ +0,110 \end{smallmatrix} \right)$; Нарезать резьбу М42×1,5-6Н, выдерживая размер 21^{+2} Расточить канавку шириной $10 \pm 0,2$; Расточить канавку $\varnothing 25,05^{+0,1}$.	
030	Слесарная	Верстак
035	Контрольная Проверить размеры по чертежу	Контрольная плита
040	Покрытие: Хим. НЗО	

1.3.4. Выбор оборудования

Операция 005 фрезерная

Оборудование: Вертикально фрезерный станок модели 6Р13.

Технические характеристики станка приведены в таблице 1.7.

Таблица 1.7 – технические характеристики станка 6Р13

Размеры рабочей поверхности стола, мм	
ширина	400
длина	1600
Количество Т-образных пазов	3
Ширина пазов по ГОСТ 1574 – 75, мм	
центральный	18
крайние	18
Расстояние между пазами, мм	100
Наибольшее перемещение стола, мм	
продольное	1000
поперечное	400
вертикальное	430
Число скоростей шпинделя	18
Частота вращения шпинделя, об/мин	31,5–1600
Число подач стола	22
Подача стола, мм/мин	12,5–1600
Диаметр фрез при черновой обработке, мм	200
Расстояние, мм от торца вертикального (оси горизонтального) шпинделя до рабочей поверхности стола, мм	30–500
Скорость быстрого перемещения стола, мм/мин	
продольного и поперечного	4000
вертикального	1330
Угол поворота шпиндельной головки, град	45

Продолжение таблицы 1.7

Масса обрабатываемой детали, кг	630
Мощность электродвигателя, кВт	11
Габаритные размеры, мм	
длина	2570
ширина	2252
высота	2430
Масса (без выносного оборудования), кг	4300

Операция 015 сверлильно–фрезерная

Оборудование: вертикально–фрезерный станок с ЧПУ модели ГФ2171С6.

Технические характеристики станка приведены в таблице 1.8.

Таблица 1.8 – технические характеристики станка ГФ2171С6

Размеры рабочей поверхности стола, мм	
ширина	400
длина	1600
Количество Т-образных пазов	3
Ширина пазов по ГОСТ 1574 – 75, мм	
центральный	18
крайние	18
Расстояние между пазами, мм	100
Конус отверстия в шпинделе	7:24
Наибольший крутящий момент на шпинделе, кН·м	0,615
Емкость инструментального магазина, шт	12
Порядок выбора инструмента	произв.
Время смены инструмента, с	20
Наибольшее перемещение стола, мм	
продольное	1000
поперечное	300
вертикальное	420
Внутренний конус шпинделя (конусность 7:24)	50
Число скоростей шпинделя	18
Частота вращения шпинделя, об/мин	50–2500
Число подач стола	18
Подача стола, мм/мин	3 – 3000
Мощность электродвигателя, кВт	11
Габаритные размеры, мм	
длина	3660
ширина	4200
высота	2850
Масса (без выносного оборудования), кг	6500

Операция 025 сверлильно–фрезерно–расточная
 Оборудование: Сверлильно–фрезерно–расточной станок модели ИР320ПМФ4.

Технические характеристики станка приведены в таблице 1.9.

Таблица 1.9 – технические характеристики станка ИР320ПМФ4

Размеры рабочей поверхности стола	320×320
Наибольшая масса обрабатываемой заготовки, кг	150
Наибольшие перемещения стола:	
продольное	–
поперечное	400
вертикальное	360
Расстояние от оси шпинделя до раб. поверхности стола	0–400
Расстояние от торца шпинделя до центра стола	35–435
Конус отверстия шпинделя (по ГОСТ 15945–82)	40
Вместимость инструментального магазина, шт	36
Наибольший диаметр инструмента, загружаемого в магазин:	
без пропуска гнёзд	125
с пропуском гнёзд	200
Число ступеней вращения шпинделя	Б/с
Частота вращения шпинделя, об/мин	13–5000
Число рабочих подач	Б/с
Рабочие подачи, мм/мин	1–3200
Наибольшая сила подачи стола, МН	4
Скорость быстрого перемещения, мм/мин	10000
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	7,5
Габаритные размеры, мм	
длина	3990
ширина	2300
высота	2507
Масса, кг	8000

1.3.5 Выбор средств технологического оснащения

Приспособления и инструменты.

Операция 005 Фрезерная.

- оборудование: Вертикально фрезерный станок модели 6Р13, самоцентрирующиеся тиски;

- режущий инструмент: фреза 125 2214-0192 Т5К10 ГОСТ 5493-70 (торцовая насадная с механическим креплением пятигранных твердосплавных пластин);

- мерительный инструмент: ШЦ-2-125-0,1 ГОСТ 166-80;

- прочее: оправка для фрезы, очки О ГОСТ 12.4.013-85, тара 505-190.

Операция 015 Сверлильно-фрезерная.

- оборудование: Вертикально-фрезерный станок с ЧПУ модели ГФ2171С6, приспособление специальное ФЮРА.300220.004;

- режущий инструмент: сверло центровочное специальное, сверло диаметром 7 ГОСТ 10902-77, сверло диаметром 13 ГОСТ 10902-77, сверло диаметром 5 ГОСТ 10902-77, сверло диаметром 6 ГОСТ 10902-77, зенкер диаметром 2320-2867 ГОСТ124899-71, развёртка диаметром 6Н9;

- мерительный инструмент: ШЦ-2-125-0,1 ГОСТ 166-80, пробка диаметром 6Н9, пробка диаметром 13Н14, пробка диаметром 5Н12;

- прочее: втулка 6101-0122 ГОСТ 18258-72, втулка 6101-0122 ГОСТ 18258-72, очки О ГОСТ 12.4.013-85, тара 505-190.

Операция 025 Сверлильно - фрезерно-расточная.

- оборудование: Сверлильно-фрезерно-расточной станок модели ИР320ПМФ4, приспособление специальное ФЮРА.300220.005;

- режущий инструмент: фреза 2214-0192 Т5К10 ГОСТ 5493-70, сверло центровочное специальное, сверло диаметром 8 ГОСТ 10902-77, сверло диаметром 5 ГОСТ 10902-77, сверло диаметром 20 ГОСТ 10902-77, сверло с СМП диаметром 36 ГОСТ 27724-80, зенкер комбинированный специальный, развёртка комбинированная специальная, развёртка 2363-3462 Н7 ГОСТ 1672-80, зенкер диаметром 30,6, зенкер диаметром 24,9, фреза пазовая специальная, развёртка диаметром 31, развёртка диаметром 31,08, развёртка диаметром 25, развёртка диаметром 25,08, сверло специальное, зенкер диаметром 44,6, зенкер диаметром 37,8, фреза специальная, развёртка диаметром 45, развёртка диаметром 45,08, развёртка диаметром 38, развёртка диаметром 38,08, зенковка 2353-0021 ГОСТ 14953-80, резьбовая фреза 3200-4336 ГОСТ 1336-77; пробка диаметром 14, пробка диаметром 20, пробка диаметром 45, пробка диаметром 38, пробка диаметром 6Н14, пробка диаметром 8Н14, пробка диаметром 9Н14, калибр соосности резьбовой специальный ФЮРА.300220.008;

- мерительный инструмент: ШЦ-2-125-0,1 ГОСТ 166-80,

- прочее: оправка для фрезы, втулка 6101-0122 ГОСТ 18258-72 для стандартных инструментов, втулка специальная для всех нестандартных инструментов, очки О ГОСТ 12.4.013-85, тара 505-190.

1.4 Инженерные расчеты

1.4.1 Расчёт припусков

Расчёт припусков на обработку обуславливает оптимальные промежуточные размеры от заготовки до готовой детали, минимальное число технологических переходов, рациональный выбор установочных баз и методов обработки.

Для наиболее точной и важной поверхности расчёт припусков проведём аналитическим способом. Расчётной величиной является минимальный припуск на обработку, достаточный для устранения на выполняемом перехо-

де погрешностей обработки и дефектов поверхностного слоя, полученных на предшествующем переходе.

Минимальный припуск: при последовательной обработке противоположащих поверхностей (односторонний припуск) [2]:

$$Z_{\min} = (Rz + h)_{i-1} + \Delta_{\Sigma i-1} + \varepsilon_i \quad (1.18)$$

где Rz_{i-1} – высота неровностей профиля на предшествующем переходе;

h_{i-1} – глубина дефектного поверхностного слоя;

$\Delta_{\Sigma i-1}$ – суммарные отклонения от расположения поверхностей на предшествующем переходе;

ε_i – погрешность установки заготовки.

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2}, \quad (1.19)$$

где $\Delta_1 = 500$ мкм – отклонение от перпендикулярности торца;

$\Delta_2 = 0$ – дефекты поковки вследствие отрубки.

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{500^2 + 0^2} = 500 \text{ мкм.}$$

Расчет припуска приведен в таблице 1.10.

Таблица 1.10 – Расчёт припуска

Технологический переход обработки поверхности	Элементы припуска, мкм.				Мин. припуск $Z_{\min}$, мкм.	Расчётный минимальный размер, мм.	Допуск T_d , мкм.	Предельные размеры, мм.		Предельные значения припусков, мкм.	
	Rz	h	Δ_{Σ}	ε				min	max	$Z_{\min}$	$Z_{\max}$
заготовка штампованная поковка	650		500	300	—	56,950	3500	57	60,5	—	—
Фрезерование первой стороны	50	50	100	100	1250	55,7	2000	56	58	1000	2500
Фрезерование второй стороны	50	50	—	—	200	55,5	1000	55,5	56,5	500	1500

Общие припуски: $Z_{\text{Omin}} = 1500$ мкм, $Z_{\text{Omax}} = 4000$ мкм.

Проверка расчёта припусков:

$$Z_{\text{Omax}} - Z_{\text{Omin}} = Td_{\text{заг}} - Td_{\text{дет}} ; \quad (1.20)$$

$$Z_{\text{Omax}} - Z_{\text{Omin}} = 4000 - 1500 = 2500 \text{ мкм};$$

$$Td_{\text{заг}} - Td_{\text{дет}} = 3500 - 1000 = 2500 \text{ мкм}.$$

Обработка отверстия диаметром 14Н9.

Выбираем следующие технологические переходы:

- сверление;
- зенкерование;
- развёртывание.

Заготовка:

– качество поверхности штампованной поковки – $Rz+h = 650$ мкм;

– суммарные отклонения формы и расположения поверхностей –

$$\Delta_{\Sigma} = 500 \text{ мкм}.$$

Погрешность установки:

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_3^2} , \quad (1.21)$$

где $\varepsilon_{\delta} = 0$ – погрешность базирования, мкм;

ε_3 – погрешность закрепления, мкм.

Для установки на плоскости – $\varepsilon_3 = 120$, мкм.

$$\varepsilon = \sqrt{0 + 120^2} = 120 \text{ мкм}.$$

Сверление выполняем в соответствии с таблицами точности] по 13-му качеству:

- шероховатость поверхности – $Rz = 50$ мкм;
- глубина дефектного слоя – $h = 50$ мкм.

Зенкерование выполняем в соответствии с таблицами точности по 11-му качеству:

- шероховатость поверхности – $Rz = 20$ мкм;
- глубина дефектного слоя – $h = 20$ мкм.

Развёртывание выполняем в соответствии с таблицами точности по 9-му качеству:

- шероховатость поверхности – $Rz = 5$ мкм;
- глубина дефектного слоя – $h = 10$ мкм.

Расчет припуска приведен в таблице 1.11.

Таблица 1.11 – Расчёт припусков на обработку диаметра 14Н9

Технологический переход обработки поверхности	Элементы припуска, мкм				Мин. припуск $2 \cdot Z_{\min}$, мкм	Расчётный максимальный размер, мм	Допуск T_d , мкм	Предельные размеры, мм		Предельные значения припусков, мм	
	Rz	h	Δ_Σ	ε				min	max	$2 \cdot Z_{\min}$	$2 \cdot Z_{\max}$
заготовка штампованная поковка	650		500	120	—	—	—	—	—	—	—
Сверление	50	50	—	—	2300	13,763	0,27	13,49	13,76	13,49	13,76
Зенкерование	20	20	—	—	200	13,963	0,11	13,85	13,96	0,20	0,36
Развёртывание	5	10	—	—	80	14,043	0,043	14	14,043	0,083	0,150
Развёртывание чистовое	3	5	—	—	15	14,119	0,039	14,08	14,119	0,039	0,119

Общие припуски:

$$2 \cdot Z_{\text{Omin}} = 0,283 \text{ мм};$$

$$2 \cdot Z_{\text{Omax}} = 0,510 \text{ мм}.$$

Проверка расчёта припусков по формуле (1.22):

$$Z_{\text{Omax}} - Z_{\text{Omin}} = 0,510 - 0,283 = 0,227 \text{ мм};$$

$$T_{d_{\text{заг}}} - T_{d_{\text{дет}}} = 0,27 - 0,043 = 0,227 \text{ мм}.$$

1.4.2 Расчёт режимов резания

При расчёте режимов резания используем источник [2].

Операция 005 Фрезерная

Переход 1: Фрезеровать поверхность в размер 47 ± 1 .

Инструмент: фреза 125 2214-0192 Т5К10 ГОСТ 5493-70; $D=125, z=10$.

Материал режущей части Т5К10.

Глубина фрезерования $t = 2,5$ мм.

Ширина фрезерования $B = 100$ мм.

Диаметр фрезы $D = 125$ мм.

Подача на один зуб фрезы $S_z = 0,15-0,24=0,15$ мм.

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u z^p} K_v, \quad (1.22)$$

где $C_v = 445$; $q = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,35$; $u = 0,2$; $p = 0$; $m = 0,32$;

$T = 180$ мин – период стойкости инструмента;

K_v – общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания.

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv}, \quad (1.23)$$

где K_{mv} – коэффициент на обрабатываемый материал;

K_{pv} – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки;

K_{iv} – коэффициент на инструментальный материал.

$$K_{mv} = K_{\Gamma} \left(\frac{190}{HB} \right)^{n_v}; \quad (1.24)$$

$K_{\Gamma} = 1,0$;

$n_v = 1,25$; $170HB$.

$$K_{mv} = \left(\frac{190}{170} \right)^{1,25} = 1,15$$

$K_{pv} = 0,82$;

$K_{iv} = 0,83$.

$$K_v = 1,15 \cdot 0,82 \cdot 0,83 = 0,78.$$

$$V = \frac{445 \cdot 125^{0,2}}{180^{0,32} \cdot 2,5^{0,15} \cdot 0,3^{0,35} \cdot 100^{0,2}} \cdot 0,78 = 80,61 \text{ м/мин.}$$

$$n_{fp} = \frac{1000}{\pi D} V = \frac{1000 \cdot 80,61}{3,14 \cdot 125} = 205,37 \text{ об/мин.}$$

Принимаем $n_{ст} = 200$ об/мин.

$$V_{фактич.} = \frac{n_{ст} \cdot \pi \cdot D}{1000} = \frac{200 \cdot 3,14 \cdot 125}{1000} = 80 \text{ м/мин.} \quad (1.25)$$

Сила резания:

$$P_z = \frac{10 C_p t^x S_z^y B^u z}{D^q n^w} K_{mp}; \quad (1.26)$$

где $C_p = 54,5$; $x = 0,9$; $y = 0,74$; $u = 1,0$; $q = 1,0$; $w = 0$;

$z = 10$ – число зубьев фрезы.

$$K_{mp} = \left(\frac{HB}{190} \right)^n, \quad (1.27)$$

где $n = 0,1$.

$$K_{mp} = \left(\frac{170}{190}\right)^{0,75} = 0,89.$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 825 \cdot 2,0^{1,0} \cdot 0,15^{0,75} \cdot 80^{1,1} \cdot 6}{100^{1,3} \cdot 355^{0,2}} \cdot 0,9 = 2066,8 \text{ Н}.$$

Крутящий момент:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 1000} \cdot \quad (1.28)$$

$$M_{кр} = \frac{7579,48 \cdot 125}{2 \cdot 1000} = 473,72 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}; \quad (1.29)$$

$$N_e = \frac{7579,48 \cdot 47,1}{1020 \cdot 60} = 5,83 \text{ кВт}.$$

Проверка на достаточность привода станка:

$$N_{рез} \leq N_{шп}, \quad (1.30)$$

где $N_{шп}$ – мощность привода станка.

$$N_{шп} = N_{ст} \cdot \eta.$$

$$N_{ст} = 11 \text{ кВт}.$$

$\eta = 0,85$ – КПД привода.

$$N_{шп} = 9,35 \text{ кВт}.$$

$$5,83 < 9,35$$

Минутная подача:

$$S_m = S_z \cdot z \cdot n_{ст} = 0,2 \cdot 10 \cdot 200 = 406 \text{ мм/мин}. \quad (1.31)$$

Основное время:

$$T_o = \frac{L_{p.x}}{S_m} \cdot i, \quad (1.32)$$

$$\text{где } L_{p.x} = L_{рез} + y + L_{доп.} = 1190 + 12 = 1202 \text{ мм}. \quad (1.33)$$

$$L_{рез.} = 2 \cdot \pi \cdot 1/2 + \pi \cdot r_2 + 175 \cdot 2 + 230 = 2250 \text{ мм}. \quad (1.34)$$

$$r_1 = 255 \text{ мм}; r_2 = 265 \text{ мм}.$$

$$T_o = \frac{1202}{406} = 2,96 \text{ мин}.$$

Переход 2: Фрезеровать поверхность в размер $56 \pm 0,5$.

Инструмент: фреза 125 2214-0192 Т5К10 ГОСТ 5493-70; $D=125, z=10$.

Материал режущей части Т5К10

Глубина фрезерования: $t = 2,5 \text{ мм}$.

Ширина фрезерования: $B = 100 \text{ мм}$.

Диаметр фрезы: $D=125 \text{ мм}$.

Расчёт режимов резания проведём аналогично операции 005.

Подача на зуб фрезы: $S_z = 0,15 \text{ мм/зуб}$.

Скорость резания: $V = 80 \text{ м/мин}$.

Число оборотов: $n_{ст.} = 200 \text{ об/мин}$.

Минутная подача $S_m = 406 \text{ мм/мин}$.

Минутная подача: $S_M=406$ мм/мин.

Сила резания: $P_z=7579,48$ Н.

Мощность резания: $N = 2,3$ кВт.

Основное время: $T_o = 2,96$ мин.

Крутящий момент: $M_{кр.}=473,72$ Н·м.

Операция 015 Сверлильно-фрезерная

Переход 1 Центровать 10 отверстий.

Инструмент: сверло центровочное специальное.

Глубина резания: $t = 3,5$ мм.

Подача на зуб: $S_z = 0,2$ мм/об.

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (1.35)$$

где $C_v=14,7$; $q=0,25$; $y= 0,55$; $m=0,125$;

$T=25$ мин – период стойкости инструмента.

$K_{пV} = K_{пп} = K_{пSM} = 0,9$.

В зависимости от отношения ширины фрезерования к диаметру:

$K_{BV} = K_{Bп} = K_{BSM} = 1,0$.

В зависимости от характеристики стали:

$K_{MV} = K_{Mп} = K_{MSM} = 1,16$.

Режимы резания с учетом поправочных коэффициентов:

$$n_{ст.} = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 19,1}{3,14 \cdot 7} = 638,2 \text{ об/мин.}$$

Принимаем: $n_{ст}= 630$ об./мин.

Действительная скорость резания:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 630 \cdot 7}{1000} = 13,84 \text{ м/мин.} \quad (1.36)$$

Крутящий момент:

$$M_{KP} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_P. \quad (1.37)$$

$$M_{KP} = 10 \cdot 0,012 \cdot 7^{2,2} \cdot 0,2^{0,8} \cdot \left(\frac{170}{190}\right)^{0,6} = 3,1 \text{ Н·м.}$$

Осевая сила:

$$P_O = 10 \cdot C_P \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_P, \quad (1.38)$$

$$P_O = 10 \cdot 42 \cdot 7^{1,2} \cdot 0,2^{0,75} \cdot \left(\frac{170}{190}\right)^{0,6} = 1672,1 \text{ Н.}$$

Мощность резания:

$$N_{рез} = \frac{M_{KP} \cdot n_{cm}}{9750}, \quad (1.39)$$

$$N_{рез} = \frac{3,1 \cdot 1600}{9750} = 0,51 \text{ кВт.}$$

Проверка на достаточность привода станка:

$$N_{шп} > N_e,$$

$$9,35 \text{ кВт} > 0,51 \text{ кВт.}$$

Основное время:

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S_o} \cdot i, \quad (1.40)$$

где $L=l+l_1$ – длина обработки.

$$L=2,8 \text{ мм};$$

$$T_o = \frac{2,8}{630 \cdot 0,2} \cdot 10 = 0,40 \text{ мин.}$$

Переход 4 Зенкеровать 2 отверстия диаметром 5,8Н11 на проход.

Инструмент: Зенкер диаметром 5,8 2320-2867 ГОСТ 12489-71.

Глубина резания:

$$t=0,5 \cdot (D-d)=0,4 \text{ мм.} \quad (1.41)$$

Подача: $S = 0,27 \text{ мм/об.}$

Скорость резания: $V_{\text{табл.}} = 16,8 \text{ м/мин.}$

$$V = V_{\text{табл.}} \cdot K_{uv} = 16,8 \cdot 1,0 = 16,8 \text{ м/мин,}$$

где K_{uv} – коэффициент учитывающий марку инструмента.

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 16,8}{\pi \cdot 5,8} = 547,3 \text{ об/мин.} \quad (1.42)$$

Принимаем частоту вращения станка $n_{\text{ст}} = 500 \text{ об/мин.}$

Действительная скорость резания:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\phi}}{1000} = \frac{\pi \cdot 5,8 \cdot 500}{1000} = 16,8 \text{ м/мин.} \quad (1.43)$$

Мощность резания: $N_e = 1,1 \text{ кВт.}$

Проверка на достаточность привода станка:

$$N_{\text{шп}} > N_e,$$

$$N_{\text{шп}} = 6,4 \text{ кВт} > 1,1 \text{ кВт.}$$

Основное время по формуле (1.40):

$$l_1 = 3 \text{ мм – величина врезания.}$$

$$L = 32 \text{ мм.}$$

$$T_o = \frac{32}{500 \cdot 0,27} \cdot 2 = 0,47 \text{ мин.}$$

Переход 5 Развернуть 2 отверстия диаметром 6Н9 на проход.

Инструмент: развертка диаметром 6Н9; Р6М5.

$$\text{Глубина резания: } t=0,5 \cdot (D-d)=0,1 \text{ мм.} \quad (1.44)$$

Подача:

$$S = S_{\text{табл.}} \cdot K_{os}, \quad (1.45)$$

где $S_{\text{табл.}} = 0,65 \text{ мм/об.}$

$K_{os}=0,7$ – поправочный коэффициент на достижение более высокого качества.

$$K_{os}=0,65 \cdot 0,7=0,45 \text{ мм/об.} \quad (1.46)$$

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y \cdot t^y} \cdot K_v \quad (1.47)$$

где $T=30$ мин – период стойкости развёртки;
 $C_v=10,5$; $q=0,3$; $y=0,65$; $m=0,4$; $x=0,2$;
 $K_v=0,9$.

$$V = \frac{10,5 \cdot 6^{0,3}}{30^{0,4} \cdot 0,1^{0,2} \cdot 0,63^{0,65}} \cdot 0,9 = 9,6 \text{ м/мин.}$$

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 9,6}{\pi \cdot 6} = 303,8 \text{ об/мин.} \quad (1.48)$$

Принимаем частоту вращения станка $n_{\text{ст}} = 315$ об/мин.

Действительная скорость резания:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\phi}}{1000} = \frac{\pi \cdot 6 \cdot 315}{1000} = 10,8 \text{ м/мин.} \quad (1.49)$$

Основное время по формуле (1.40):

$l_1 = 5$ мм – величина врезания;

$L = 25 + 8 = 33$ мм.

$$T_o = \frac{33}{315 \cdot 0,45} \cdot 2 = 0,47 \text{ мин.}$$

Расчет режимов резания приведен в таблице 1.12.

Таблица 1.12 – Расчёт режимов резания на 015 операцию

№ пе р	Описание перехода	t, мм	S, мм/ об	V, м/мин	n, об	T _о , мин
1	Центровать 10 отверстий, выдерживая размер на плоскости Ø7	3,5	0,2	18,84	630	0,40
2	Сверлить два отверстия Ø13H14 ^(+0,043) на проход	6,5	0,3	26,3	825	0,77
3	Сверлить два отверстия Ø5H12 на проход	2,5	0,12	21,36	630	0,39
4	Зенкеровать два отверстия Ø5,8H11 на проход	0,4	0,27	16,8	500	0,47
5	Развернуть 2 отверстия Ø6H9 на проход	0,1	0,45	10,8	315	0,47
6	Сверлить 6 отверстий Ø6H12 на проход	3,0	0,12	21,3	630	0,41

Операция 025 сверлильно – фрезерно – расточная

При выполнении операции применяется СОЖ РЖ8 ТУ 38.101883-83 в концентрации 5 процентов.

Расчеты режимов резания на позицию 1 операции 025 представлены в таблице 1.13.

Таблица 1.13 – режимы резания на позицию 1 операции 025

№ пер	Описание перехода	t, мм	S, мм/об	S, мм/об	V, м/мин	n, об/мин	T _о , мин
1	Фрезеровать торцы, выдерживая размер 157,5±0,2	3,0	-	0,15	31,4	250	8,52
2	Центровать 3 отверстия Ø10H14, выдерживая размер 2±0,5	5,0	0,2	-	25	800	0,12
3	Сверлить 2 отверстия Ø19H12 и Ø13H12, выдерживая размер 26 ^{+0,3}	9,5	0,36	-	13,7	230	0,62
4	Зенкеровать 2 отверстия Ø19,8H11 и Ø13,8H11, выдерживая размер 28 ^{+0,52}	0,4	0,6	-	11,2	180	0,16
5	Зенковать две фаски 1×45°	1,0	1,08	-	15,7	250	0,06
6	Развернуть 2 отверстия Ø20D10 и Ø14H9, выдерживая размер 28 ^{+0,52} с образованием фаски 2 ^{+0,2} ×15°	0,1	1,5	-	2,8	45	0,11
7	Развернуть 2 отверстия Ø20 и Ø14, выдерживая размер 28 ^{+0,52} с образованием фасок 1×45° и 2 ^{+0,2} ×15°	0,07	0,2	-	2,5	40	0,57
8	Сверлить отверстие Ø8 ^{+0,4} , выдерживая размер 50 ⁺²	4,0	0,2	-	12	480	0,14
9	Сверлить отверстие Ø8 ^{+0,4} , выдерживая размер 100 ⁺²	4,0	0,2	-	12	480	0,61
10	Сверлить отверстие Ø5 ^{+0,3} на проход	2,5	0,1	-	8,6	550	0,66

Позиция 2

Переход 6 Фрезеровать резьбу M42x1,5-6H, выдерживая размер 28⁺².

Инструмент: Фреза МТЕС 1616F33 1,5 ISO.

Расчёт режимов проведём аналогично операции 015, переход 5.
 глубина резания: $t=0,85\text{мм}$;
 подача: $S = 67\text{мм/об}$;
 скорость резания: $V_{\text{факт.}} = 10 \text{ м/мин}$;
 частота вращения: $n_{\text{ст}} = 80 \text{ об./мин}$;
 основное время: $T_o=1,32 \text{ мин}$.

Расчеты режимов резания на позицию 2 операции 025 приведены в таблице 1.14.

Таблица 1.14 – режимы резания на позицию 2 операции 025

№ пер	Описание перехода	t, мм	S, мм/об	S, мм/об	V, м/мин	n, об	T _о , мин
1	Фрезеровать торец, выдерживая размер $91\pm 0,2$	3,0	-	0,12	31,4	125	1,74
3	Сверлить отверстие $\varnothing 36^{+0,62}$, выдерживая размер 123^{+2}	18,0	0,5	-	9,42	150	1,33
4	Зенкеровать 2 отверстия $\varnothing 44,6\text{Н}11$ и $\varnothing 40\text{Н}11$, $\varnothing 37,8\text{Н}11$, выдерживая размер $130\text{Н}12^{+0,4}$	4,3	0,3	-	20,3	180	1,03
5	Зенковать фаску $1,6^{+0,4}\times 30^\circ$	1,6	0,27	-	21,0	150	0,28
6	Развернуть 2 отверстия $\varnothing 45\text{Н}9$, $\varnothing 40,3\text{Н}9$, выдерживая размер $48\pm 0,2$	0,2	0,25	-	15,7	200	0,53
7	Развернуть отверстие $\varnothing 45$	0,07	0,2	-	28,26	180	0,37
8	Нарезать резьбу $\text{М}42\times 1,5\text{-}6\text{Н}$, выдерживая размер 28^{+2}	0,85	67	-	25,4	80	1,32
9	Фрезеровать две канавки шириной $10\pm 0,2$	1,1	81	-	10	80	3,05
10	Сверлить отверстие $\varnothing 8$, выдерживая размер 165^{+2}	4,0	0,2	-	3,76	120	0,21
11	Фрезеровать канавку $\varnothing 38,3^{+0,5}$	0,25	-	1,8	3,01	50	0,05

Аналогично производим назначение режимов резания для остальных операций, данные заносим в таблицы режимов резания графической части.

1.4.3 Нормирование технологического процесса

Норма времени:

$$T_{\text{шт-к}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{п-з}}}{n}, \quad (1.50)$$

где $T_{\text{шт-к}}$ – штучно-калькуляционное время выполнения работ на станках, мин;

$T_{\text{шт}}$ – норма штучного времени, мин;

$T_{\text{п-з}}$ – норма подготовительно-заключительного времени, мин.

$$T_{\text{шт}} = (T_{\text{ца}} + T_{\text{в}} \cdot K_{\text{тв}}) \cdot \left(1 + \frac{A_{\text{обс}} + A_{\text{отд}}}{100} \right). \quad (1.51)$$

где $T_{\text{в}}$ – вспомогательное время, мин;

$K_{\text{тв}}$ – поправочный коэффициент вспомогательного времени;

$A_{\text{обс}}$ – время на обслуживание рабочего места, %;

$A_{\text{отд}}$ – время на отдых и личные надобности, %.

Время цикла автоматической работы станка по программе, мин.

$$T_{\text{ца}} = T_{\text{о}} + T_{\text{мв}}, \quad (1.52)$$

где $T_{\text{о}}$ – основное время на обработку одной детали, мин;

$T_{\text{мв}}$ – машинно-вспомогательное время по программе (на подвод детали или инструмента от исходных точек в зоны обработки и отвод; установку инструмента на размер, смену инструмента, изменение величины и направления подачи, время технологических пауз.), мин;

$$T_{\text{в}} = T_{\text{уст}} + T_{\text{опер}} + T_{\text{изм}}, \quad (1.53)$$

где $T_{\text{уст}}$ – время на установку и снятие детали, мин;

$T_{\text{опер}}$ – время, связанное с операцией, мин;

$T_{\text{изм}}$ – время на измерение, мин.

$$T_{\text{п-з}} = T_{\text{п-31}} + T_{\text{п-32}} + T_{\text{п-3.обр}}, \quad (1.54)$$

где $T_{\text{п-31}}$ – время на организационную подготовку, мин;

$T_{\text{п-32}}$ – время на наладку станка, мин;

$T_{\text{п-3.обр}}$ – нормы времени на пробную обработку, мин.

Результаты нормирования рассчитаны на основе литературы и приведены в таблице 1.15.

Таблица 1.15 – Результаты нормирования

Наименование операции	Время, мин							
	$T_{\text{о}}$	$T_{\text{в}}$	$T_{\text{оп.}}$	$T_{\text{п.-з.}}$	$t_{\text{отд.}}$	$t_{\text{обсл.}}$	$T_{\text{шт}}$	$T_{\text{шт.-к}}$
005 Фрезерная	2,96	2,64	5,62	21,5	0,21	0,44	6,34	7,98
015 Свелильно-фрезерная	2,91	2,48	5,54	20,86	0,18	0,39	11,92	13,74
025 Сверлильно-фрезерно-расточная	40,37	28,04	53,6	36	2,43	3,67	56,7	63,21

Уточняем тип производства по коэффициенту серийности:

$$K_c = \frac{t_b}{t_{шт.-ксп}}, \quad (1.55)$$

где t_b – такт выпуска изделия.

$$t_b = \frac{F_d \cdot 60}{N} \cdot K_3. \quad (1.56)$$

$K_3=0,75..0,85$ – нормативный коэффициент загрузки оборудования.

$$t_b = \frac{1974 \cdot 60}{4000} \cdot 0,8 = 29,61 \text{ мин.}$$

$$T_{шт.-ксп.} = (7,98+7,98+13,74+63,21+3,81+2,1)/6=16,47 \text{ мин.}$$

$$K_c = \frac{29,61}{16,47} = 1,8.$$

K_c менее 20 – тип производства – мелкосерийное.

1.5 Конструкторская часть

1.5.1 Обоснование и описание конструкции

В разработанном технологическом процессе изготовления корпуса имеются сверлильно-фрезерная и сверлильно – фрезерно - расточная операции. Необходимо сконструировать приспособления для этих операций, а так же специальные мерительный и режущий инструменты.

Технологические базы детали – обработанные отверстия и торцы.

Приспособление ФЮРА.300220.004 СБ предназначено для закрепления заготовки на столе металлорежущего станка модели ГФ2171С6 на 015 сверлильно-фрезерной операции.

Приспособление четырехместное, состоит из основания позиции 4, на котором размещаются 8 подпружиненных призм позиции 7, 6 опорных пластин позиции 23 на стойках позиции 10, установок позиции 11, с запрессованной в него опорой позиции 22. Ориентирование приспособления на столе станка осуществляется при помощи двух шпонок позиции 12, расположенных на нижней поверхности приспособления. Перенос приспособления осуществляется при помощи четырёх рым-болтов позиции 24. Для закрепления приспособления на столе станка предусмотрены пазы в основании.

Заготовка устанавливается цилиндрической частью на две подпружиненные призмы, доводится до касания с опорой. Зафиксировать заготовку в таком положении помогают два прижима, которые регулируются за счёт затяжки гайки позиции 21.

Приспособление ФЮРА.300220.005 СБ предназначено для закрепления заготовки при обработке на сверлильно- фрезерно-расточном станке ИР320ПМФ4 на 025 сверлильно- фрезерно-расточной операции.

Приспособление состоит из основания поз.3, на котором размещаются три опорные пластины позиции 20, установочные пальцы: цилиндрический

позиции 18 и срезанный позиции 19, две запрессованные в основание втулки позиции 2. Прижим заготовки осуществляется при помощи двух Г-образных прижимов позиции 5 и регулируется механически за счёт затяжки гайки позиции 15. Ориентирование и закрепление приспособления на столе станка осуществляется при помощи четырёх отверстий, расположенных в основании приспособления. Перенос приспособления осуществляется при помощи двух грузовых винтов позиции 11. Обработываемый инструмент обкатывается обкатной палец позиции 4.

Базирование детали производится по плоскости и двум пальцам. Три точки несёт главная базирующая плоскость, выполненная в виде трёх опорных пластин, две точки образованы цилиндрическим пальцем, одна точка – срезанный палец.

В качестве мерительного инструмента спроектирован специальный резьбовой калибр соосности ФЮРА.300220.007, который предназначен для контроля соосности резьбы М30×1,5-6Н и отверстия диаметром 31мм.

1.5.2 Силовой расчёт сверлильно-фрезерного приспособления ФЮРА. 300220.004

Силу закрепления P_z определяют из условия равновесия силовых факторов, действующих на заготовку. Расчётная схема и формула для вычисления силы закрепления принимаются по [2].

Составляющая R_1 силы резания направлена к опорам, а составляющая R_2 стремится сдвинуть заготовку в боковом направлении.

На рисунке 1.16 представлена схема закрепления детали, где $R_1 = R_x$ – осевая составляющая, Н; $R_2 = R_h$ – сила подачи, Н.

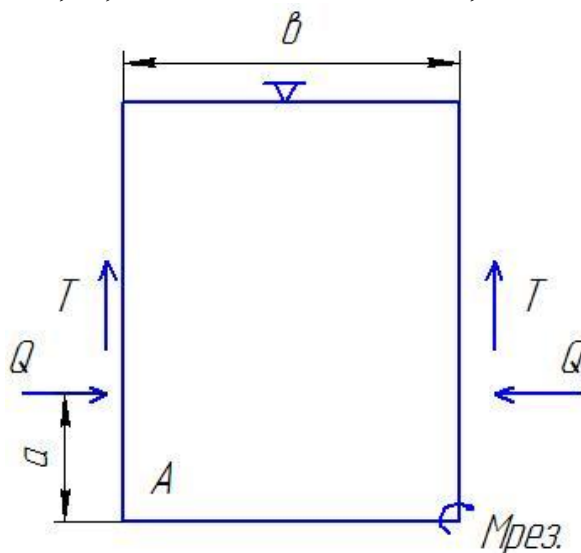


Рисунок 1.16 Расчетная схема

Принимаем:

$$\frac{R_h}{R_z} = 0,8, \quad (1.57)$$

где R_z – окружная сила, Н.

Значение R_z принимаем по данным расчёта, приведённом в технологической части проекта:

$$R_z = 2134 \text{ Н},$$

тогда $R_h = 1707 \text{ Н}$.

Согласно [8] сила закрепления будет определяться по формуле:

$$P_3 = \frac{[K \cdot R_z + 0,5 \cdot R_1 \cdot (f_1 - f_2)]}{f_1 + f_2}, \quad (1.58)$$

где P_3 – сила закрепления;

K – коэффициент запаса;

f – коэффициент трения.

Коэффициент запаса определяется по формуле:

$$K = K_0 K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 K_6, \quad (1.59)$$

где K_0 – коэффициент гарантированного запаса, $K_0 = 1,5$;

$K_1 = 1,2$ – коэффициент неровностей;

$K_2 = 1,6$ – коэффициент характеризующий P_z ;

$K_3 = 1,2$ – характеризует постоянство P_3 ;

$K_4 = 1$ – использование гидроцилиндра;

$K_5 = 1$ – т. к. приспособление не ручное;

$K_6 = 1,5$ поправочный коэффициент.

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,6 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 = 2,184.$$

Коэффициент трения $f = 0,7$.

$$P_3 = \frac{2134 \cdot 2,184 + 0,5 \cdot 1707 \cdot (0,7 - 0,7)}{0,7 + 0,7} = 1900 \text{ Н}.$$

Метод зажима удовлетворяет силовому расчёту.

1.5.3 Силовой расчёт сверлильно – фрезерно – расточного приспособления ФЮРА. 300220.005

Сила резания R_2 направлена в сторону опор. Осовая сила подачи инструмента R_1 стремится сдвинуть заготовку в осевом направлении. Этой силе препятствует сила трения, возникающая в местах закрепления.

Из расчёта режимов резания максимальной является осевая сила, возникающая при сверлении отверстия диаметром 36Н14 $R_1 = 13771,6 \text{ Н}$.

Сила зажима винтового прижима:

$$P_3 = \frac{K \cdot R_1}{2 \cdot f}, \quad (1.60)$$

где $K = 6,22$.

Коэффициент трения $f = 0,7$.

$$P_3 = \frac{13771 \cdot 6,22}{2 \cdot 0,7} = 61182,6 \text{ Н}.$$

Определим требуемую силу зажима на рукоятке:

$$P = \frac{P_3 \cdot d_{cp} \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{пр})}{2 \cdot L}, \quad (1.61)$$

где d_{cp} – средний диаметр резьбы;

α – угол подъёма резьбы;

t – шаг резьбы;

$\varphi_{пр}$ – приведённый коэффициент трения для заданного профиля резьбы.

$$\varphi_{пр} = \operatorname{arctg}\left(\frac{f}{\cos \beta}\right), \quad (1.62)$$

где β – половина угла при вершине профиля витка резьбы.

Для треугольной резьбы (ГОСТ 9150–59) $\beta=30$

$$\alpha = \operatorname{arctg}\left(\frac{t}{\pi \cdot d_{cp}}\right).$$

$$\alpha = \operatorname{arctg}\left(\frac{1,5}{3,14 \cdot 19,294}\right) = 2,22 \text{ град.} \quad (1.63)$$

$$\varphi_{пр} = \operatorname{arctg}\left(\frac{0,1}{\cos 30}\right) = 6,59,$$

$$P = \frac{61182,6 \cdot 19,294 \cdot \operatorname{tg}(2,22 + 6,59)}{2 \cdot 250} = 233 \text{ Н.}$$

Длина гаечного ключа $L=250$ мм.

Максимально допустимая сила зажима гайки для приспособлений с ручным зажимом 250 Н, следовательно, ручной зажим для данного приспособления может быть применён.

1.5.4 Расчёт приспособления ФЮРА. 300220.004 на точность

Для определения точности спроектированного приспособления необходимо суммировать все составляющие погрешности, влияющие на точность приспособления.

$$\varepsilon_{пр} = K \cdot \sqrt{(K_1 \cdot \varepsilon_6)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{уст}^2 + \varepsilon_{п}^2 + \varepsilon_{изн}^2 + \Delta_y^2 + \Delta_{и}^2 + \Delta_{н}^2 + \Sigma \Delta_{ф}^2 + \Delta T^2}, \quad (1.64)$$

где K – коэффициент, учитывающий возможность отступления от нормального распределения отдельных составляющих, $K = 1,2$;

K_1 – принимается если присутствует погрешность базирования, $K_1 = 1$;

ε_3 – погрешность закрепления, принимаем по $\varepsilon_3 = 0,02$;

$\varepsilon_{уст}$ – погрешность установки приспособления на станке, $\varepsilon_{уст} = 0,02$;

$\varepsilon_{п}$ – погрешность смещения режущего инструмента, $\varepsilon_{п} = 0$, т. к. отсутствуют направляющие элементы приспособления;

$\varepsilon_{изн}$ – погрешность, возникающая в результате износа составных частей, $\varepsilon_{изн} = 0,04$;

Δ_y – погрешность, возникающая в результате упругих деформаций;

$\Delta_{и}$ – погрешность, вызываемая размерным износом инструмента;

$\Delta_{н}$ – погрешность, возникающая в результате настройки станка;

$\Sigma\Delta_{\phi}$ – погрешность, возникающая в результате геометрической не- точности станка;

Δ_T – погрешность, возникающая в результате температурных дефор- маций.

Составляющие Δ_y , Δ_n , Δ_n , $\Sigma\Delta_{\phi}$, Δ_T рассчитываются затруднительно, но известно, что их влияние на точность приспособления невелико, поэтому в расчёте их учитывать не будем.

$$\varepsilon_{\text{пр}} = 1,2 \cdot \sqrt{0,102^2 + 0,02^2 + 0,02^2 + 0,04^2} = 0,113 \text{ мм.}$$

1.5.5 Проектирование комбинированной развертки

Деталь имеет комбинированное отверстие $\varnothing 20,095^{+0,084}/\varnothing 14,11^{+0,043}$, поэтому применение стандартного инструмента приводит к значительным затратам времени на обработку. Для обработки этого отверстия целесообразно применить комбинированный режущий инструмент.

Для обработки отверстия и получения заданных параметров точности и качества ($R_a = 2,5$) была спроектирована развёртка, чертёж которой пред- ставлен на листе ФЮРА.300220.006. Диаметры развёртки приняты с учётом толщины покрытия, которое будет нанесено на обработанные поверхности детали. Хвостовик соединён с режущей частью развёртки с помощью стыко- вой контактной сварки. Материал режущей части – быстрорежущая сталь Р6М5.

Для развёртки принимаем:

- передний угол $\gamma = 0^\circ$;
- задний угол $\alpha = 8^\circ$.

Хвостовик выполнен в форме конуса Морзе №2, его размер выбирает- ся по АТ7 ГОСТ 2848-75.

Для проведения последующих переточек развертка снабжена центро- выми отверстиями: со стороны хвостовика - формы Р по ГОСТ 14.034-74, со стороны режущей части – формы А по ГОСТ 14.034-74.

Допуск на изготовление конических базовых поверхностей развертки выбирается по ГОСТ 2848-75.

Исполнительный размер диаметра развертки D устанавливается по ГОСТ 12509-75 в зависимости от точности и диаметра обрабатываемого от- верстия. Схема к расчету размеров развертки представлена на рисунке 1.17.

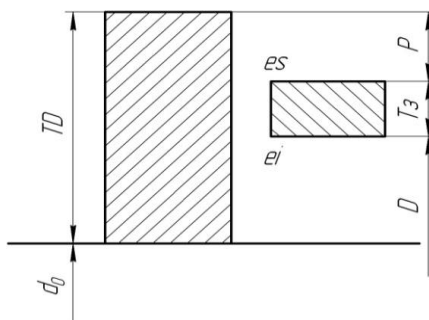


Рисунок 1.17 Расчет размеров развертки

Максимальный размер развертки считаем по формуле:

$$D = d_0 + T_0 - P, \quad (1.64)$$

где d_0 – номинальный диаметр отверстия, мм;

T_0 – допуск на изготовление отверстия, мм;

P – разбивка отверстия, мм ($P = 0,3 \dots 0,4 T_D$);

$T_3 = 0,04$ – допуск на изготовление развертки, мм.

Расчет для диаметра 14,11^{+0,043}:

$$D = 14,11 + 0,043 - 0,015 = 14,138 \text{ мм.}$$

Диаметр развертки 14,138_{-0,04}.

Расчет для диаметра 20,095^{+0,084}:

$$D = 20,095 + 0,084 - 0,029 = 20,15 \text{ мм.}$$

Диаметр развертки 20,15_{-0,04}.

1.5.6 Проектирование мерительного инструмента

Специальный мерительный инструмент – калибр соосности предназначен для контроля соосности гладкого отверстия диаметром 31^{+0,062} и резьбового отверстия М30х1,5–6Н на операции 025 обработки корпуса 4М138.41.35.051.

Расчёт калибра.

Исполнительные размеры калибров для резьбы М30×1,5-6Н взяты по ГОСТ 18465-73.

Исполнительный размер среднего диаметра резьбовой ступени нового калибра принимаем равным размеру проходного приёмного нового калибра:

$$d_{п-пр} = 30,044_{-0,011} \text{ мм.}$$

Занижаем этот размер на 0,01 мм: $d_{п-пр} = 30,034_{-0,011}$ мм.

Наружный диаметр резьбовой ступени калибра:

$$d_{к_0нар}^B = d_{п-пр}^B + (d_{нарР-ПР} - d_{срР-ПР}), \quad (1.65)$$

где $d_{нарР-ПР}$, $d_{срР-ПР}$ – наружный и средний диаметры рабочего проходного резьбового калибра.

$$d_{к_0нар}^B = 30,034 + (30,023 - 29,044) = 31,013_{-0,022} \text{ мм.}$$

Внутренний диаметр резьбовой ступени калибра:

$$d_{к_0ВН}^B = d_{п-пр}^B + (d_{срР-ПР} - d_{ВНР-ПР}), \quad (1.66)$$

где $d_{ВНР-ПР}$ – внутренний диаметр рабочего проходного резьбового калибра.

$$d_{к_0ВН}^B = 29,034 - (29,044 - 29,376) = 29,366 \text{ мм.}$$

Размер среднего диаметра резьбовой ступени предельно изношенного калибра:

$$(d_{к_0ср}^B)_{изн.} = d_{п-пр}^B + (d_{срР-ПР} - d_{Аср.-Д}) - |Y_{п-пр}|,$$

где $d_{Аср.-Д}$ – средний диаметр резьбовой ступени детали;

$|Y_{п-пр}|$ – нижнее отклонение рабочего проходного калибра.

$$(d_{\text{к0CP}}^B)_{\text{изн.}} = 30,034 - (29,044 - 29,026) - 0,011 = 30,005 \text{ мм.}$$

Предельное смещение оси детали от номинального расположения:

- δ_k – допуск на неточность изготовления гладкой ступени калибра, который определяется в зависимости от степени точности калибра, $\delta_k = 0,003$;
- $\delta_{\text{и}}$ – допуск на износ гладкой ступени калибра, который определяется в зависимости от степени точности калибра, $\delta_{\text{и}} = 0,006 \text{ мкм}$;
- Δ_k – допуск на несоосность ступеней калибра, который определяется по таблице 2 в зависимости от степени точности калибра, $\Delta_k = 0,004 \text{ мкм}$;
- Y – предельное отклонение расположения ступеней калибра, $Y = 0,002$;
- F – основное отклонение, $F = 0,013$.

Номинальный диаметр калибра – пробки:

$$d_k = d_{\text{AM}} - 2 \cdot \Delta_A \cdot F, \quad (1.67)$$

где d_{AM} – диаметр гладкого отверстия детали;

Δ_A – допуск соосности.

$$d_k = 31,5 - 2 \cdot 0,02 + 0,013 = 31,447 \text{ мм.}$$

Исполнительные размеры калибра – пробки:

$$\text{Новый: } d_{\text{к.НОВ.}} = d_{\text{к}(\delta\delta)} = 31,447_{-0,003} \text{ мм.}$$

1.6 Организационная часть

1.6.1 Расчет количества основного оборудования на участке

$$C_P = \frac{t_{\text{шт-к}} \cdot N}{60 \cdot F_d}. \quad (1.68)$$

Полученное значение округляем в большую сторону до ближайшего целого числа.

$$F_d = F_d = F_n \cdot K_n; \quad (1.69)$$

$$F_d = 1974 \cdot 0,97 = 1914,74 \text{ часа,}$$

где $K_n = 0,97$ – коэффициент, учитывающий потери времени при ремонте оборудования.

Коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{C_P}{C_{\Pi}} \cdot 100, \quad (1.70)$$

где C_{Π} – принятое количество станков на операции, шт.

Результаты расчёта приведены в таблице 1.16.

Таблица 1.16 – Определение необходимого количества оборудования и коэффициентов его загрузки

Операция	$T_{\text{шт-к}}$, мин	F_d	C_P	C_{Π}	$K_3, \%$
005	7,98	1916,72	0,069	1	6,9
015	11,92		0,1	1	10,0
025	56,7		0,49	1	49,0

1.6.2 Определение коэффициентов загрузки оборудования

Средний коэффициент загрузки оборудования:

$$K_{з.ср} = \frac{\sum_{i=1}^n K_{з_i}}{n}, \quad (1.71)$$

где n – количество операции в технологическом процессе.

$$K_{з.ср.} = 14,1\%$$

Коэффициент загрузки оборудования получился небольшим, поэтому следует произвести дозагрузку оборудования за счёт изготовления изделий другой номенклатуры. На рисунке 1.17 приведён график загрузки оборудования:

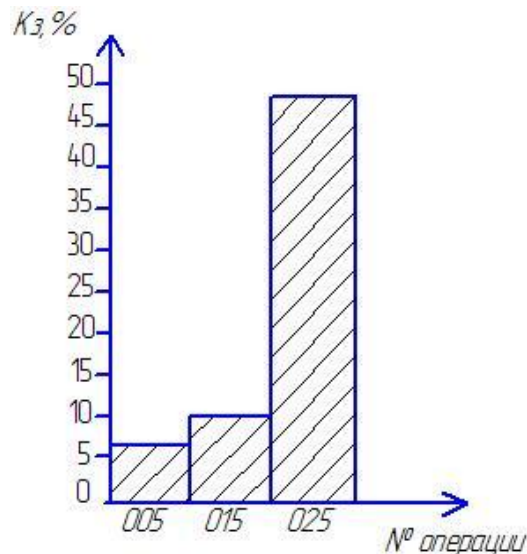


Рисунок 1.17 Коэффициенты загрузки оборудования

На участке технологической обработки корпуса располагаются станки следующих наименований:

- вертикально-фрезерный станок модели 6Р13 (операции 005 - фрезерные) – 1 единица;
- вертикально-фрезерный станок с ЧПУ модели ГФ2171С6 (операция 015, - сверлильно-фрезерная) – 1 единица;
- сверлильно-фрезерно-расточной с ЧПУ модели ИР320ПМФ4 (операция 025 – сверлильно – фрезерно - расточная) – 1 единица.

1.6.3 Определение суточной производительности

Определяем среднесуточный выпуск детали представителя:

$$q = \frac{N \cdot \left(1 + \frac{a}{100}\right)}{\Phi_d}, \quad (1.72)$$

где a – дополнительные потери на брак, принимается от 2 до 5%.

$$q = \frac{4200 \left(1 + \frac{3}{100}\right)}{247} = 17,5 \text{ шт.}$$

Принимаем $q=18$ шт.

Определяем суточную производительность на каждой операции:

$$P_i = \frac{16 \cdot 60}{T_{шткi}}. \quad (1.73)$$

Суточная производительность представлена в таблице 1.17.

Таблица 1.17 – Суточная производительность

№ Операции	$T_{шткi}$, мин	P_i , шт
005	7,98	120,3
015	11,92	80,5
025	56,7	16,9

1.6.4 Расчёт длительности технологических циклов

$$T_{ци} = \frac{n \cdot t_{шткi}}{C_{ni}}. \quad (1.74)$$

Таблица 1.18 – Длительность технологических циклов

№ Операции	$t_{шткi}$, мин	$C_{Pi,шт}$	n	$T_{ци}$, мин
005	7,98	1	24	191,52
015	11,92	1		286,08
025	56,7	1		8164,8

Определяем длительность технологических циклов при последовательном сочетании операций:

$$T_{цпол} = \sum_{i=1}^m T_{ци}, \quad (1.75)$$

$$T_{цпол} = 191,52 + 286,08 + 8164,8 = 8642,4 \text{ мин.}$$

1.6.5 Принципы разработки планировки. Нормы и способы расстановки оборудования

При размещении оборудования необходимо стремиться соблюдать нормативные расстояния и размеры. В некоторых случаях можно увеличивать, те или иные расстояния; например проходы между станками, ширину проездов для внутрицехового транспорта и прохода персонала. Также при расстановке станков и оборудования необходимо стремиться не только к достижению прямооточности производства, но и к наилучшему использованию подкрановых площадей.

При планировке станков необходимо предусматривать кратчайшие

пути движения детали в процессе обработки. Необходимо стремиться не допускать обратных кольцевых движений, создающих встречные потоки и затрудняющих транспортирование обрабатываемых деталей. Данный фактор является одним из важнейших при проектировании участка, также на расположение оборудования на участке влияют: количество и состав оборудования, способ передачи детали между станками, и способ удаления отходов производства.

Контрольный стол на участке, по возможности, необходимо располагать рядом с местом мастера.

При пространственном расположении оборудования необходимо обеспечивать расстояния между станками, между станками и элементами здания, ширина проездов, проходов регламентируется нормами технологического проектирования. Также в отдельных случаях при определении расстояния от колонн и между стенами и оборудованием необходимо учитывать возможность прохода ремонтного оборудования, расположение монтажных пультов, возможность открывания дверей станка. По мере возможности необходимо располагать станки так, что бы рабочие не стояли спиной друг к другу, а также наблюдали друг друга визуально во время работы.

1.6.6 Работа вспомогательных служб

В проектируемой планировке принята следующая система обеспечения рабочих мест инструментом и технологической оснасткой. В цехе спроектированного участка имеется отдел подготовки производства. В его обязанности входит: обеспечение технологической документацией, рабочих мест, и архива цеха, контроль за хранением оснастки, инструмента. На разработанной планировке обеспечение рабочих мест инструментом производится через инструментально-раздаточную кладовую, которая обеспечивает хранение и раздачу оснастки на рабочие места, а также сбор и передачу изношенной оснастки на центральный склад, с которого она в свою очередь и снабжается. Для обеспечения участка инструментом и оснасткой старший мастер в конце каждой рабочей смены должен записать в бланк-заказ необходимый инструмент и его количество за три дня до ввода данного инструмента и оснастки в производство. В заказе указывается комплектация инструмента и оснастки, на день поступления заказа. Бланк-заказ отправляется в ЦИС (центральный инструментальный склад) и на следующий день транспортной системой цеха забирается заказ в конце рабочей смены. В случае отсутствия необходимой оснастки заказ отправляется обратно с имеющейся в наличии оснастки, для соответствующего изменения заказа. Во избежание многократной переписки все вопросы обеспечения сменно-суточного задания необходимо выявлять и решать до начала планового периода. Для автоматизации этого процесса на участке необходимо предусмотреть персональный компьютер, с базой данных всей технологической оснастки, имеющейся в цехе, также данный компьютер соединен по сети с базой данных ЦИС, при этом мастер в цехе

располагает информацией о наличии той или иной оснастки, имеющейся на ЦИС. На центральном складе оснастка подлежит ремонту, режущий инструмент заточке, либо переработке. С центрального склада оснастка передается на ремонтный участок цеха, а инструмент на участок подготовки инструмента.

На данной планировке принята система аттестации оснастки и приспособления, которая проводится высококвалифицированным контролером. Для часто используемых и мелких приспособлений один раз в полгода, для мелких и редко используемых приспособлений один раз в год.

В целях заинтересованности рабочих в сохранности и экономии инструмента и оснастки в конце каждого месяца старший мастер проверяет картотеку выдачи инструмента и при повышенной экономии инструмента премирует рабочего. Важную роль в снижении затрат на инструмент играет грамотно организованный бригадный метод работы станочников на участке.

На данном участке применяется следующая система ремонта оборудования и технического обслуживания: в цехе имеются отделы главного механика и главного энергетика. Данные отделы следят за состоянием станочного парка, и проводят ежегодную аттестацию оборудования. На каждый станок заводится эксплуатационный паспорт, по которому отслеживают состояние станка. Ремонт оборудования производится по мере необходимости. На участке также используется система материальной заинтересованности слесарей-ремонтников в бесперебойной работе оборудования и скорейшего его ремонта. Заработная плата рабочих участка механика и электрика напрямую зависит от работоспособности оборудования.

Ответственность за ремонт и обслуживание оборудования несет механик цеха, в подчинении у которого имеется цеховая ремонтная база. Практически данная система действует следующим образом: в начале рабочей смены рабочий проверяет работоспособность оборудования, если в работе оборудования неполадки рабочий сообщает мастеру о неисправности. Мастер в свою очередь сообщает о неполадках механику цеха, в подчинении у которого имеются цеховая ремонтная база. В случае невозможности ремонта оборудования в цехе, механик цеха сообщает об этом в отдел главного механика (ОГМех), в прямом подчинении которого имеется ремонтно-механический цех, в случае если неполадка связана по механической части. Если же неполадка связана с электрической частью станка, то мастер сообщает электрику цеха. В случае крупной поломки электрик цеха обращается в отдел главного энергетика (ОГЭ). К крупному ремонту может быть привлечен поставщик оборудования.

Какие бы совершенные методы ремонта и диагностики оборудования не были бы применены, невозможно полностью исключить непредвиденные поломки по халатности и невнимательности рабочих. Для снижения последствия негативного воздействия, и снизить простои сборочных и механических цехов по ремонту, используются следующие организационно-технические мероприятия: временные обходные маршруты обработки

детали, и замена оборудования.

Система обеспечения рабочих мест предметами труда включает в себя: склад заготовок, склад готовых деталей, склад вспомогательных материалов расположенный в отдельном помещении цеха. Со склада заготовки поступают по мере необходимости на рабочие места. Каждая партия сопровождается сдаточной накладной, в которой указывается количество заготовок, и стоит подпись контролера, подтверждающая качество. Данная система исключает излишние потери времени при отправке и приемке деталей. Обеспечение рабочих мест заготовками производится мостовым краном. Заготовительное отделение располагается в помещении склада и подчиняется начальнику ПДБ. Этот отдел разрабатывает задание на количество и вид требующихся заготовок для участка. Для бесперебойной работы участка необходима ежедневная проработка задания, и грамотное оперативно-производственное планирование.

Система технического контроля и управления качеством продукции включает в себя меры по постоянному повышению качества. К ним относятся: входной контроль заготовок, материальная заинтересованность станочника от работы без брака, а также поощрение бригады при работе с минимальными потерями по браку.

На участке принята следующая организация технического контроля. Комплексная проверка точности и качества детали производится на специально предусмотренном месте универсальным и специальным мерительным инструментом, после полного цикла обработки детали. На разработанной планировке применяется паспорт качества на партию деталей, который уложен вместе с деталями в тару. Данная схема позволяет сократить время контроля и приемки. Данный метод контроля предусматривает проверку размеров детали и геометрической формы, а также качества поверхности, в некоторых случаях контролируются механические свойства детали. Все полученные данные заносятся в паспорт качества детали, в дальнейшем эти данные анализируются и используются для разработки мер по их устранению. Также осуществляется межоперационный контроль непосредственно на рабочем месте. Технический контроль проводится на рабочих местах на каждой операции непосредственно станочниками. Основной задачей подсистемы контроля качества продукции является проверка качества продукции на различных этапах производства, а также ее соответствие требованиям технической документации, исключение попадания дефектных деталей на сборку.

Кроме того, в цехе должен существовать входной контроль (полный контроль, исполнитель-контролер) и контроль готовой продукции (выборочный контроль, исполнитель-контролер).

Так же следует отметить, что контроль первой детали должен проводиться мастером или контролером. На каждую смену отводится один контролер.

В качестве погрузочно-разгрузочного транспорта и перемещения деталей используются два мостовых крана. Доставка заготовок, а также вывоз готовых изделий и стружки осуществляется автотранспортом.

Задача системы безопасности производства заключается в уменьшении воздействия вредных и опасных факторов производства. Для защиты от опасных факторов предусмотрены технические меры, к которым относятся защитные и предохранительные устройства станков, рациональная планировка оборудования, размещение на площади участка различного рода ограждений и щитков. В целях профилактики несчастных случаев на производстве предусмотрено ряд мероприятий, таких как: обучение рабочих безопасным методам работы, различные инструктажи. Все мероприятия предусмотрены должны выполняться в соответствии с установленными нормативами. В качестве средств защиты применяются специальные средства защиты, такие как: защитные очки, спецодежда, и другие средства.

Безопасность труда на участке обеспечивается путем объединения и координации усилий цехового технического и административного персонала–лиц, ответственных за обеспечение безопасности труда на участке. В основу системы охраны труда на участке положены следующие принципы. Принцип системного контроля, включает в себя самоконтроль работника. Взаимоконтроль между работниками, работающими рядом, и периодический контроль со стороны руководителей участка, администрации и профсоюзной организации цеха. Принцип ответственности работника за нарушения требований и правил безопасности, взаимную ответственность за принятие мер по предупреждению нарушений.

Еженедельно не менее одного раза в неделю начальник участка проводит инструктаж с коллективом участка на стыке смен или посменно. На них совместно с общественным или профсоюзным инспектором проводит разбор допущенных по цеху и на участке нарушений, а также оглашает необходимые приказы по предприятию, цеху.

Предусмотрена административная и дисциплинарная ответственности работника за нарушения требований и правил безопасности, а также ответственность за принятие мер по предупреждению нарушений.

В результате обработки металлов резанием образуется значительное количество стружки. На данном участке для уборки стружки из рабочей зоны станка предусмотрены контейнеры (на чертеже они входят в план станка). За смену стружка заполняет поддон, далее при помощи мостового крана стружка удаляется в контейнеры, которые для удобства расположены около проездов. Дальнейшее транспортирование стружки производится с помощью автотранспорта.

Организационная структура системы управления должна обеспечивать одно важное требование – единство руководства, выражающееся в том, что каждый работник должен подчиняться непосредственно только одному начальнику, от которого он получает задания, перед которым несет ответственность, и который оценивает качество его труда. На данной планировке участка начальником является старший мастер, которому подчиняется сменный мастер и рабочие

Старший мастер ежедневно за 15 минут до начала смены должен проводить планерку с мастерами и бригадами. Старший мастер осуществляет

контроль за состоянием оборудования и рабочих мест. Контролирует подготовку участка к выполнению программы на день.

Мастер участка на ежедневных «пятиминутках» перед началом рабочей смены напоминает работникам о необходимости строго выполнения и соблюдения требования правил безопасности труда.

Контролирует готовность участка к выполнению дневной программы и осуществляет контроль за выполнением в течение всей смены при обходе рабочих мест.

Планово - диспетчерское бюро выдает начальнику участка план-график на месяц, начальник участка ежедневно выдает сменное задание мастеру, а мастер распределяет работу среди рабочих на участке, рабочий выполняет поставленную задачу.

1.6.7 Расчет численности рабочих

Общее число основных рабочих на участке определяется по формуле:

$$P_{\text{ст.}} = \frac{C_{\text{п}} \cdot \Phi_o \cdot K_3}{\Phi_p \cdot K_m}; \quad (1.76)$$

где $\Phi_p = 1980$ – эффективный фонд работы станочника, за вычетом времени отпуска и по болезни, час;

$K_m = 1$ коэффициент многостаночного обслуживания (число станков, обслуживаемых одним рабочим);

$\Phi_o = 2120$ – эффективный годовой фонд времени работы оборудования, час.

$$P_{\text{ст.}} = 3 \text{ чел.}$$

Общее число вспомогательных рабочих на участке определяется по формуле:

$$P_{\text{ст.вспом.}} = P_{\text{осн.}} \cdot \frac{K_{\text{всп.}}}{100} = 3 \cdot \frac{60}{100} = 1,8. \quad (1.77)$$

где $K_{\text{вспом.}} = 60\%$ – коэффициент численности вспомогательных рабочих.

$$\text{Принимаем } P_{\text{ст.вспом.}} = 2.$$