

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(Национальный исследовательский университет)»
Институт открытого и дистанционного образования
Кафедра «Техника, технологии и строительство»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой,
_____ К.М. Виноградов
_____ 2021 г.

Проектирование участка механической обработки детали
«Корпус»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ–15.03.05.2021.00416 ПЗ ВКР

Руководитель работы,
кт.н., доцент
_____ Р.Г. Закиров
_____ 2021г.

Автор работы
студент группы ДО-516
_____ Е.Л. Шондин
_____ 2021 г.

Нормоконтролер,
преподаватель О.С. Микерина

_____ 2021г.

Челябинск 2021

АННОТАЦИЯ

Шондин, Е.Л. Проектирование участка механической обработки детали «Корпус»: Челябинск: ЮУрГУ ИОДО каф. ТТС гр. ДО-516, 2021г. 92 с., 39ил., библиогр. список – 56 наим., 9 листов чертежей ф.А.1, 12 листов карт технологического процесса.

Работа включает следующие разделы: введение, общий, технологический, конструкторский, планировка участка.

Во введение рассмотрена актуальность темы, проведен обзор и анализ современного оборудования, которое возможно применить при обработке детали «Корпус».

В общем разделе рассмотрено назначение детали, проведен анализ технических требований, предъявляемых к детали.

В технологическом разделе приведен анализ технологичности детали и существующего технологического процесса, на основе которого разработан усовершенствованный технологический процесс обработки. Выполнен размерный анализ технологического процесса, рассчитаны режимы резания и нормы вспомогательного, штучного и подготовительно - заключительного времени.

В конструкторском разделе разработаны: специальное приспособление для комплексной обработки детали на ОЦ с ЧПУ станке и режущий инструмент для обработки отверстий под резьбу (фасочное сверло), спроектировано контрольное приспособление для контроля отклонения перпендикулярности торцов.

В разделе планировки участка разработана планировка механической обработки детали, с учетом СНиП. Рассмотрены вопросы по технике безопасности и производственной санитарии на участке механической обработки.

ЮУрГУ–15.03.05.2021.00416 ПЗ ВКР				
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>
<i>Разработал</i>	Шондин			
<i>Руковод.</i>	Закиров			
<i>Н. Контр.</i>	Микерина			
<i>Утверд.</i>	Виноградов			
Проектирование участка механической обработки детали «Корпус»				
		<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
		6	92	
ЮУрГУ ИОДО каф. ТТС группа ДО-516				

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	9
1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ.....	14
1.1 Назначение и описание работы узла, агрегата, машины	14
1.2 Служебное назначение детали и технические требования, предъявляемые к ней	14
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	17
2.1 Анализ технологичности детали	17
2.2 Анализ действующего технологического процесса.....	20
2.2.1 Анализ документации действующего технологического процесса	20
2.2.2 Анализ оборудования, режущего инструмента и оснастки.....	22
2.2.3 Выводы из анализа и предложения по разработке проектного технологического процесса.....	22
2.3 Разработка проектного технологического процесса.....	23
2.3.1 Выбор и обоснование метода получения исходной заготовки.....	23
2.3.2 Разработка маршрута и плана операций и переходов проектного технологического процесса.....	25
2.3.3 Выбор оборудования для реализации технологического процесса	32
2.3.4 Выбор и описание режущего инструмента.....	33
2.3.5 Выбор средств технического контроля.....	38
2.3.6 Размерный анализ технологического процесса.....	38
2.3.6.1 Преобразование и кодирование чертежа детали.....	38
2.3.6.2 Оформление размерных схем и составление уравнений технологических размерных цепей.....	40
2.3.7 Расчет режимов резания и норм времени.....	43
2.3.7.1 Расчет режимов резания.....	43
2.3.7.2 Расчет норм времени.....	47
3 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ.....	51
3.1 Проектирование зажимного приспособления комплексную операцию с ЧПУ 005.....	53
3.1.1 Разработка теоретической схемы базирования	53
3.1.2 Проектирование схемы приспособления.....	54
3.1.3 Расчет усилия зажима и выбор параметров зажимного устройства...	55
3.2 Расчет и проектирование фасочного сверла.....	58
3.3 Описание работы контрольного приспособления	63
4 ПЛАНИРОВКА УЧАСТКА.....	65
4.1 Разработка планировки и описание работы участка механической обработки.....	65

4.1.1	Определение количества оборудования.....	65
4.1.2	Определение численности основных производственных рабочих	68
4.1.3	Расчет численности вспомогательных рабочих.....	70
4.1.4	Определение площади производственного участка.....	71
4.1.5	Определение площадей вспомогательных, административно- служебных помещений, цехового склада, инструментально-раздаточной кладовой.....	72
4.1.6	Планировка оборудования.....	74
4.1.7	Выбор типа, формы и определение размеров здания.....	78
4.2	Описание мероприятий по охране труда.....	80
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	88
	БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	89

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы

В настоящее время в России остро стоит вопрос развития машиностроительного производства. Это связано с вопросами импортозамещения, как узлов машин и приспособлений, так и их отдельных комплектующих.

В связи с этим предприятия ищут возможности и средства для успешной работы и производства деталей на своей территории с наименьшими затратами. Поэтому сейчас широко используются токарно-револьверные автоматы и полуавтоматы, а также обрабатывающие центры с ЧПУ. Повышение качества продукции является непрерывным условием решения проблем качества.

Станки поставляются из различных стран: Германия, Швеция, Чехия, Япония, Корея и т.д.

В нашем случае деталь «Корпус» обрабатывается при помощи токарных и фрезерных станков.

Сравним станки: токарно – фрезерный станок российского производства 1728С (Рязанский станкостроительный завод), станок производства Тайваня UT -200S (фирмы ACCUWAY), станок DMU 80P (фирмы DMG MORI) и горизонтальный фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ - Victor Vcenter H400 (фирмы VICTOR Taichung).

Токарно-фрезерный обрабатывающий центр предназначен (рисунок 1) для комплексной обработки деталей типа тел вращения с выполнением операций:

- наружного точения цилиндрических и фасонных поверхностей;
- растачивания, сверления, развертывания отверстий;
- нарезания резьб в отверстиях;
- фрезерования;
- шлицевой и зубофрезерной обработки.



Рисунок 1 – Токарно-фрезерный ОЦ с ЧПУ 1728С

					ЮУрГУ–15.03.05.2021.00416 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		9

Точность обработки обеспечивается конструкцией станка (высокоточные подшипники, линейные направляющие, активные измерительные системы контроля инструмента, жесткость и виброустойчивость базовых корпусных деталей, термосимметричные конструкции, исключая влияние температурных деформаций и др.).

Полная обработка детали за один установ исключает погрешности базирования, имеющие место при традиционной технологии.

Концентрация операций на одном станке позволяет достичь ощутимой экономии за счет отказа от изготовления специальной оснастки для базирования заготовок на смежных операциях.

Устройство станка представлено на рисунке 2.

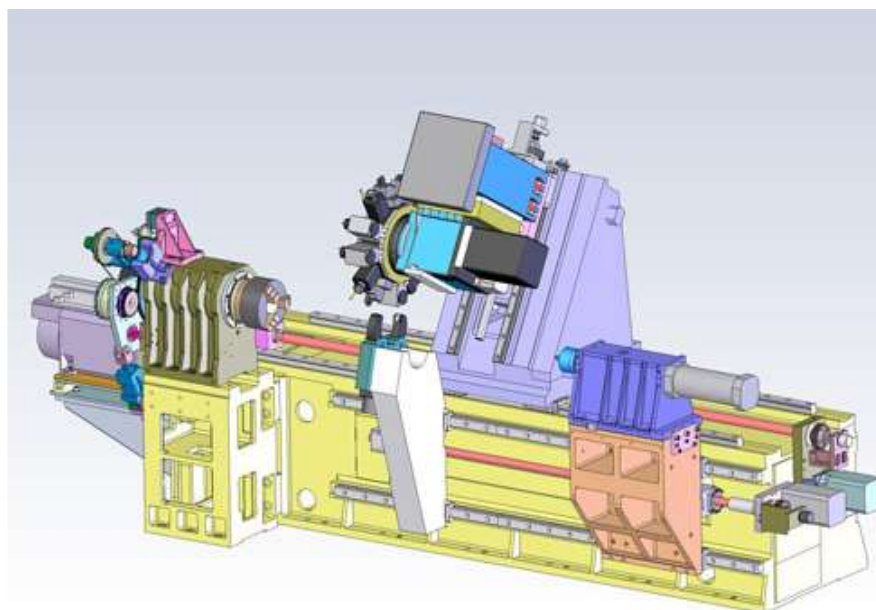


Рисунок 2 – Обрабатывающий центр с револьверной головкой с осью «Y», задней бабкой и люнетом

Станки Jesco JAGUAR (рисунок 3) мощные и удобные в обращении токарные станки с цикловой системой программирования. Большой конструкторский опыт вложен в проектирование и производство станка. ЧПУ Fagor 8055i A-TC с легко осваиваемым интуитивным программированием циклов и удобным редактором профиля для серийного и единичного производства сложных деталей.

Легкий уровень программирования для оператора достигается благодаря отличной функции графического моделирования.

Станок может оснащаться электрическим резцедержателем или инструментальной головой для автоматической смены инструмента, управляемой от ЧПУ и в ручном режиме управление.

Быстрая и простая установка детали и инструмента.



Рисунок 3 - Станок токарный Jesco JAGUAR

Станок DMU 80P (рисунок 4) – самый маленький станок в успешной линейке P впечатляет своими размерами.



Рисунок 4 – Общий вид универсального обрабатывающего центра с ЧПУ DMU 80P.

Станок DMU 80 P duoBLOCK® с ходом 800 мм по всем осям предлагает большую рабочую зону для эффективной обработки металлов резанием. Основание, обеспечивающее симметричное распределение тепла, разработано на базе инновационной концепции duoBLOCK®, которая заключается в двух жестких литых блоках с тремя направляющими по оси X и хорошо зарекомендовавшей себя 3-точечной опоре.

Достигнутая благодаря этому крайне высокая устойчивость, в свою очередь, обеспечивает оптимизированную в весовом отношении конструкцию суппорта X и фрезерной головки.

Великолепная комплексная обработка: токарная и фрезерная технологии реализованы в одном. Обработка фрезерованием и точением при одной наладке гарантирует высокую точность и экономит время. В основе лежит инновационная конструкция duoBLOCK® 3rd поколения с большим ходом и более высокими нагрузками на стол. Быстрое и компактное устройство смены поддонов у станков DMC позволяет выполнять наладку во время производственного цикла с достижением максимальной производительности.

На основе анализа, останавливаем выбор на станке DMU 80 P, так как он позволяет выполнять и токарную и фрезерную обработку.

Горизонтальный фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ - Victor Vcenter H400 (рисунок 5).

Это высокоскоростной горизонтальный фрезерный обрабатывающий центр с подвижной по двум осям стойкой предназначен для черновой, получистовой и чистовой обработки сложных корпусных деталей с прогрессивными режимами резания.

Это обеспечивается применением мотор-шпинделя со скоростью до 14 000 об/мин. Подвижная по двум осям стойка обеспечивает необходимую жесткость и высочайшую скорость быстрых перемещений до 48 м/мин и ускорение до 0,7g



Рисунок 5– Горизонтальный фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ - Victor Vcenter-H400

Наиболее распространенные обрабатываемые детали: блоки цилиндров, корпуса коробок передач, редукторов.

Для сокращения вспомогательного времени станок VCenter-H400 оснащен высокоскоростной системой автоматической смены паллет.

Устройство станка представлено на рисунке 6.



Рисунок 6– Устройство станка Victor Vcenter-H400

Проанализировав станки, выбираем для нашего проекта станок 1728С (Россия) и Victor Vcenter-H400 (Тайвань).

Цель выпускной квалификационной работы - спроектировать участок механической обработки детали «Корпус».

Задачи работы:

- произвести анализ существующего технологического процесса,
- спроектировать технологический процесс детали «Корпус», с применением ОЦ с ЧПУ,
- спроектировать зажимное приспособление для комплексной фрезерно-сверлильной операции на ОЦ с ЧПУ,
- спроектировать фасочное сверло,
- спроектировать контрольное приспособление для контроля отклонений от перпендикулярности оси отверстия к плоскости,
- спроектировать участок механической обработки детали.

Объект работы – участок механической обработки детали «корпус».

Предмет работы - процесс разработки участка механической обработки детали «Корпус».

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

1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1 Назначение и описание работы узла, агрегата, машины

Двухступенчатый червячный редуктор (рисунок 1.1) используется тогда, когда требуется создать большое передаточное число, которое невозможно достичь при одноступенчатой конструкции. Применяют их также в тех случаях, когда требуется получить значительный момент на выходном валу. В червячной передаче потери мощности значительно выше, чем в других зубчатых передачах, и, следовательно, к.п.д двухступенчатого червячного редуктора намного меньше, чем у, например, цилиндрического редуктора с таким же передаточным числом, зато габариты двухступенчатого червячного редуктора значительно меньше. Этим и обусловлено частое применение червячных редукторов в машиностроении.



Рисунок 1.1 – Червячный двухступенчатый редуктор

Устройство редуктора имеет простую конструкцию и включает такие рабочие элементы:

- корпус с крышкой;
- комплект подшипников;
- входной/выходной и промежуточный валы;
- элементы, обеспечивающие передачу (червячные, зубчатые).

1.2 Служебное назначение детали и технические требования, предъявляемые к ней

Деталь «Корпус» (рисунок 1.2) входит в конструкцию редуктора привода подачи ленточного конвейера.

Деталь «Корпус» является базовой частью редуктора привода устройства и служит для базирования и ориентации остальных узлов и деталей приспособления.

					ЮУрГУ–15.03.05.2021.00416 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		14

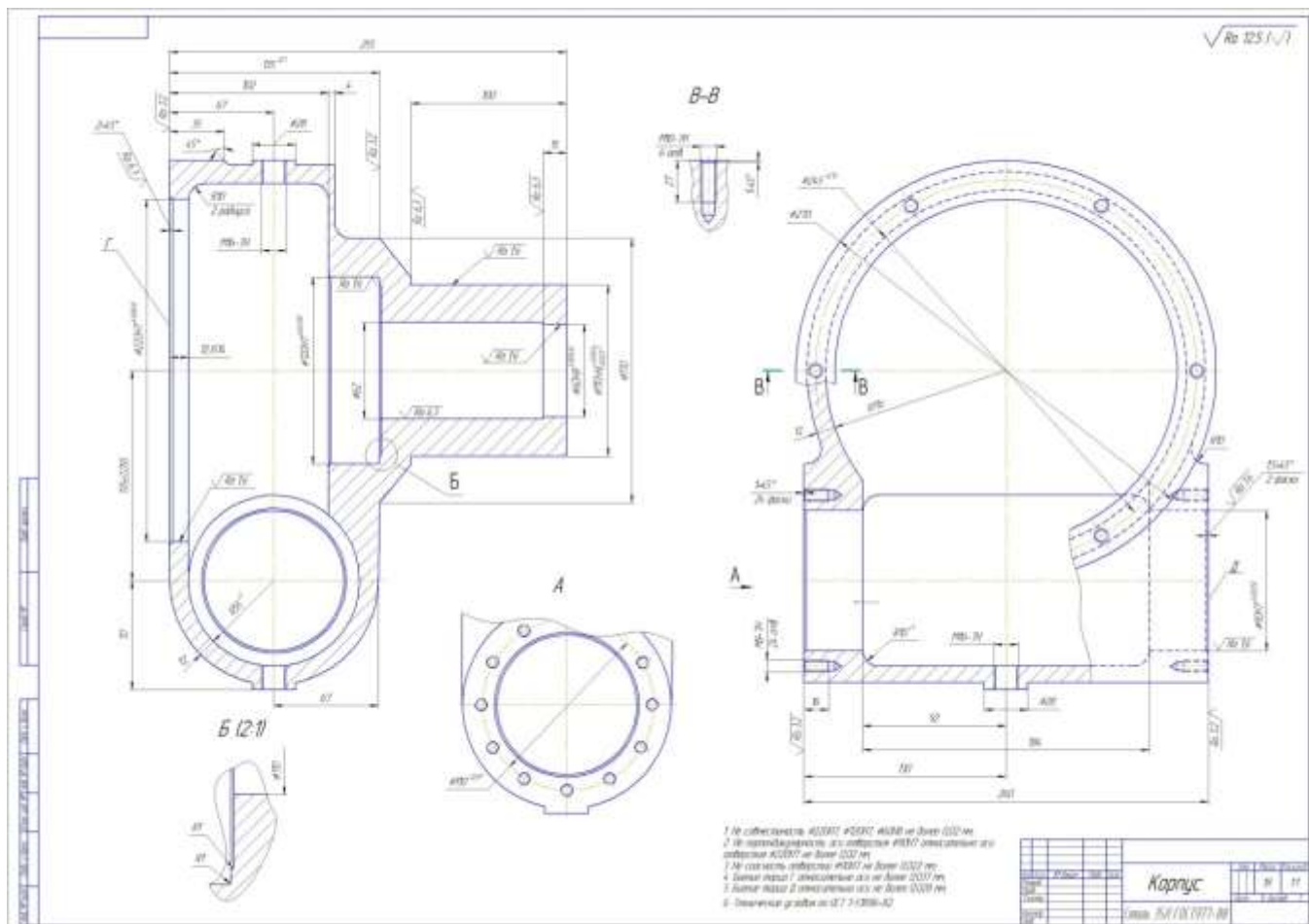


Рисунок 1.1 – Деталь «Корпус»

По определению, корпусные детали машин – это базовые детали, служащие для размещения в них сборочных единиц и отдельных деталей, точность относительного положения которых должна обеспечиваться как в статике, так и в процессе работы машины под нагрузкой. В соответствии с этим корпусные детали должны иметь требуемую точность, обладать необходимой виброустойчивостью, что обеспечивает требуемое относительное положение соединяемых узлов и деталей, правильность работы механизмов и отсутствие вибрации. Характерная особенность корпусов – наличие опорных плоскостей и отверстий.

Корпусные детали машин в общем случае делят на пять групп:

- 1) Корпусные детали коробчатой формы в виде параллелепипеда;
 - 2) Корпусные детали с гладкими внутренними цилиндрическими поверхностями;
 - 3) Корпусные детали сложной пространственной геометрической формы;
 - 4) Корпусные детали с направляющими поверхностями;
 - 5) Корпусные детали типа кронштейнов, угольников, стоек плит и крышек.
- Данная деталь относится к третьему типу.

Анализ технических требований детали.

При изготовлении детали должны быть обеспечены следующие требования:

1. Не совместимость $\varnothing 220H7$, $\varnothing 120H7$, $\varnothing 60H8$ не более 0,02 мм;
2. Не перпендикулярность оси отверстия $\varnothing 90H7$ относительно оси отверстия $\varnothing 220H7$ не более 0,02 мм;
3. Не соосность отверстий $\varnothing 90H7$ не более 0,022 мм;
4. Биение торца Г относительно оси не более 0,037 мм;
5. Биение торца Д относительно оси не более 0,028 мм;
6. Технические условия по ОСТ 1-51896-82.

Конфигурация наружного контура и внутренних поверхностей не вызывает значительных трудностей при получении заготовки.

Редуктор имеет габаритные размеры 255x340x270 и массу 18кг, что исключает применение специальных грузоподъемных механизмов.

Самыми точными поверхностями детали являются

- цилиндрические отверстия: $\varnothing 60H8$ с шероховатостью $Ra=1,6\text{мкм}$, $\varnothing 220H7$ с шероховатостью $Ra=1,6\text{мкм}$, $\varnothing 90H7$ с шероховатостью $Ra=1,6\text{мкм}$ и $\varnothing 120H7$ с шероховатостью $Ra=1,6\text{мкм}$.

- наружная цилиндрическая поверхность $\varnothing 110h6$ с шероховатостью $Ra=1,6\text{мкм}$.

В детали имеются резьбовые отверстия:

- 24 отверстия М8 -7Н
- 6 отверстий М8-7Н
- 4 отверстия М16-7Н.

Корпус изготавливается из стали 35Л ГОСТ 977-88.

Из стали данной стали изготавливают станины прокатных станков, зубчатые колеса, тяги, бегунки, задвижки, балансиры, диафрагмы, катки, валки, кронштейны и другие детали, работающие под действием средних статических и динамических нагрузок. Химический состав стали и ее свойства представлены в таблицах 1.1 и 1.2.

Таблица 1.1 - Химический состав стали 35Л (ГОСТ 977-88), в %

С	Mn	Si	Cr	Cu	Ni	S	P
0,32...0,4	0,40-0,90	0,20-0,52	не более				
			0,3	0,30	0,30	0,045	0,04

Таблица 1.2 - Механические свойства 35 Л (ГОСТ 977-88)

σ_B , МПа	σ_T , МПа	σ_3 , %	ψ , %	КСУ, Дж/м ²
550	350	10	20	30

Сталь ограничено свариваемая.

Окончание таблицы 2.1

1	2	3	4	5
Отверстие цилиндрическое	1	1	1,6	8
Отверстие цилиндрическое	1	1	12,5	14
Фаска	24	24	12,5	14
Фаска	2	2	6,3	14
Фаска	2	2	1,6	7
Отверстие резьбовое	34	34	6,3	7Н
Канавка	1	-	12,5	14
Наружная цилиндрическая поверхность	1	1	1,6	6
Итого	81	69		

Рассчитаем коэффициент унификации конструктивных элементов детали. Согласно данным таблицы 3 число унифицированных типоразмеров конструктивных элементов составляет $Q_{у.э.} = 68$, а число типоразмеров конструктивных элементов в изделии $Q_3 = 80$. Расчет произведем по формуле [26]:

$$K_{у.э.} = \frac{Q_{у.э.}}{Q_3}, \quad (2.1)$$

где $Q_{у.э.}$ - число унифицированных типоразмеров конструктивных элементов,
 Q_3 - число типоразмеров конструктивных элементов в изделии.

$$K_{у.э.} = \frac{69}{81} = 0,85.$$

По этому показателю деталь технологична. Так как согласно ГОСТ 14025-83 деталь считается технологичной, если $K_{у.э.}$ больше 0,6.

По формуле [26] определим коэффициент использования материала:

$$K_{и.м.} = \frac{M_d}{M_3}, \quad (2.2)$$

где M_d – масса детали, кг
 M_3 – масса заготовки, кг

$$K_{и.м.} = \frac{18}{22,5} = 0,8.$$

Для отливки это хороший коэффициент использования материала, следовательно, по данному показателю деталь технологична.

Найдем коэффициент точности обработки. Для этого используем формулу [26]:

$$K_{mч} = 1 - \frac{1}{A_{cp}}, \quad (2.3)$$

где A_{cp} – средний квалитет точности обработки.

Средний квалитет точности обработки находится по формуле [26]:

$$A_{cp} = \frac{\sum A_i \cdot n_i}{\sum n_i}, \quad (2.4)$$

где A_i – квалитет точности обработки,

n_i – число размеров соответствующего квалитета точности детали.

$$A_{cp} = \frac{14 \cdot 39 + 8 \cdot 1 + 7 \cdot 40 + 6 \cdot 1}{81} = 10,37.$$

$$K_{mч} = 1 - \frac{1}{10,37} = 0,9.$$

Так как $K_{mч} = 0,9 > 0,8$, то деталь по этому показателю является технологичной.

Определим коэффициент шероховатости поверхности по формуле [26]:

$$K_{ш} = \frac{1}{B_{cp}} \quad (2.5)$$

где B_{cp} – средняя величина шероховатостей поверхностей детали.

Средний квалитет точности обработки находится по формуле [26]:

$$Ra_{cp} = \frac{\sum B_i \cdot n_{Bi}}{\sum n_{Bi}}, \quad (2.6)$$

где B_i – числовое значение шероховатости i -ой поверхности,

n_{Bi} – число поверхностей соответствующего величины шероховатости детали.

$$B_{cp} = \frac{12,5 \cdot 31 + 6,3 \cdot 36 + 3,2 \cdot 3 + 1,6 \cdot 11}{81} = 7,92.$$

					ЮУрГУ–15.03.05.2021.00416 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата		19

$$K_{ш} = \frac{1}{7,92} = 0,13.$$

Поскольку $K_{ш} < 0,3$, то поэтому показателю деталь технологична.

ВЫВОД: исследовав качественные и количественные показатели технологичности, можно сделать вывод, что деталь в целом технологична.

2.2 Анализ действующего технологического процесса

Рассмотрим заводской (базовый) технологический процесс изготовления детали «Корпус».

В заводском технологическом процессе заготовка получается отливкой в кокиль.

2.2.1 Анализ документации действующего технологического процесса

Эскиз детали с номерами обрабатываемых поверхностей рисунок 2.1.

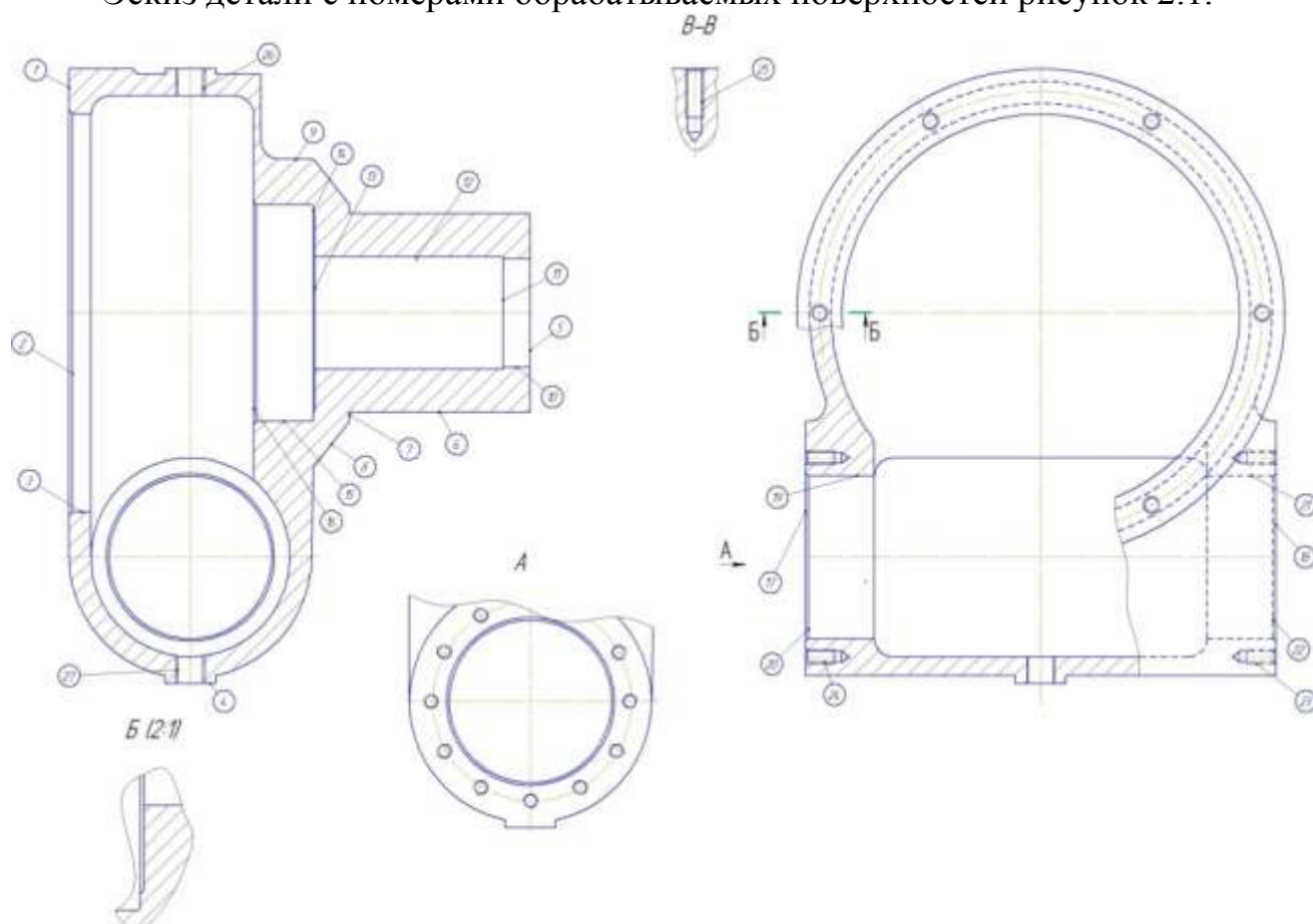


Рисунок 2.1 – Эскиз детали с номерами обрабатываемых поверхностей

Заводской технологический процесс представлен в таблице 2.2.

					ЮУрГУ–15.03.05.2021.00416 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата		20

Окончание таблицы 2.2

1	2	3
055	Сверлильная Центровать 12 отверстий поверхность 24 Сверлить 12 отверстий поверхность 24 со снятием фаски Нарезать резьбу в 12 отв.поверхность 24 последовательно	Радиально-сверлильный станок 2М55
060	Технический контроль	Стол ОТК

2.2.2 Анализ оборудования, режущего инструмента и оснастки

Применяемое оборудование, режущий инструмент и оснастка представлены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 - Оборудование, режущий инструмент и оснастка базового процесса

№ оп.	Оборудование	Применяемая оснастка, режущий инструмент
1	2	3
010	Токарно - карусельный станок 1512	Специальное зажимное приспособление, токарные резцы
015	Фрезерный станок 6Г82	Специальное зажимное, торцовая фреза
020	Горизонтально-расточной станок 2620	Специальное зажимное приспособление, расточной резец
025	Радиально-сверлильный станок 2М55	Специальное зажимное приспособление, центровочное сверло, спиральное сверло, метчик
030	Фрезерный станок 6Г82	Специальное зажимное, торцовая фреза
035	Фрезерный станок 6Г82	Специальное зажимное, торцовая фреза
040	Горизонтально-расточной станок 2620	Специальное зажимное приспособление, расточной резец
045	Радиально-сверлильный станок 2М55	Специальное зажимное приспособление, центровочное сверло, спиральное сверло, метчик
050	Радиально-сверлильный станок 2М55	Специальное зажимное приспособление, центровочное сверло, спиральное сверло, метчик
055	Радиально-сверлильный станок 2М55	Специальное зажимное приспособление, центровочное сверло, спиральное сверло, метчик

2.2.3 Выводы из анализа и предложения по разработке проектного технологического процесса

Проанализировав существующий технологический процесс, можно сделать вывод о том, что применение универсальных станков на операциях замедляет технологический процесс. Поэтому следует все операции перевести на ОЦ с ЧПУ, это позволит сократить количество оборудования и время обработки.

2.3 Разработка проектного технологического процесса

2.3.1 Выбор и обоснование метода получения исходной заготовки

При выборе метода получения заготовки учитываются следующие факторы:

- 1) материал заготовки;
- 2) конфигурация детали;
- 3) тип производства.

При серийном производстве желательно получение формы заготовки, максимально приближенной к форме детали. Кроме этого, необходимо учитывать не только эксплуатационные условия работы детали, ее размеры и форму, но и экономичность производства.

Деталь имеет сложную форму тело вращения. Следовательно, заготовкой для этой детали может быть *отливка*

Правильно выбрать заготовку - это определить рациональный метод ее получения, установить припуски на механическую обработку каждой из обрабатываемых поверхностей, целесообразность того или иного метода производства.

Особенно важно выбрать вид заготовки и назначить наиболее оптимальные условия для ее изготовления в серийном производстве, когда размеры детали получают автоматически, на настроенных станках.

Всегда нужно стремиться к тому, чтобы форма и размеры заготовки приближались к форме и размерам детали. При правильно выбранном методе получения заготовки уменьшается механическая обработка, сокращается расход металла, режущего инструмента. Немаловажную роль при выборе заготовки играет размер и форма детали, относительно которых выбирают тот или иной метод получения заготовки.

Учитывая эти факторы, выбран метод получения заготовки в виде отливки в кокиль.

Литье в кокиль рентабельно в условиях серийного производства. Применяют весом от 1 кг до нескольких тонн. Отливки получаются достаточно точные отливки, с небольшими припусками на механическую обработку.

Расчет заготовки ведем по ГОСТ 26645-85.

Степень точности поверхностей отливок -11

Точность отливки 11-11-0-2.

Согласно приведённым справочным таблицам и установленным ранее классу точности и ряду припусков назначаем припуски на обрабатываемые поверхности (таблица 2.4)

					ЮУрГУ–15.03.05.2021.00416 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		23

Таблица 2.4– Назначение общих припусков на обрабатываемые поверхности

Размер детали	Припуск на сторону	Допуск	Размер заготовки
Ø110h6	4	2,8(±1,4)	Ø118(±1,4)
Ø60H8	4	2,8(±1,4)	Ø52(±1,4)
Ø90H7	4	2,8(±1,4)	Ø82(±1,4)
Ø120H7	4	2,8(±1,4)	Ø112(±1,4)
Ø170h14	5	3,2(±1,6)	Ø180(±1,6)
Ø220H7	5	3,2(±1,6)	Ø210(±1,6)
255	5	3,2(±1,6)	Ø271(±1,6)
260	5	3,2(±1,6)	Ø265(±1,6)
70	4	2,8(±1,4)	74(±1,4)
135	5	2,8(±1,4)	135(±1,4)

Эскиз общего вида заготовки представлен на рисунке 2.2 окончательный чертеж заготовки с размерами будет оформлен после проведения размерного анализа и уточнения припусков и размеров заготовки.

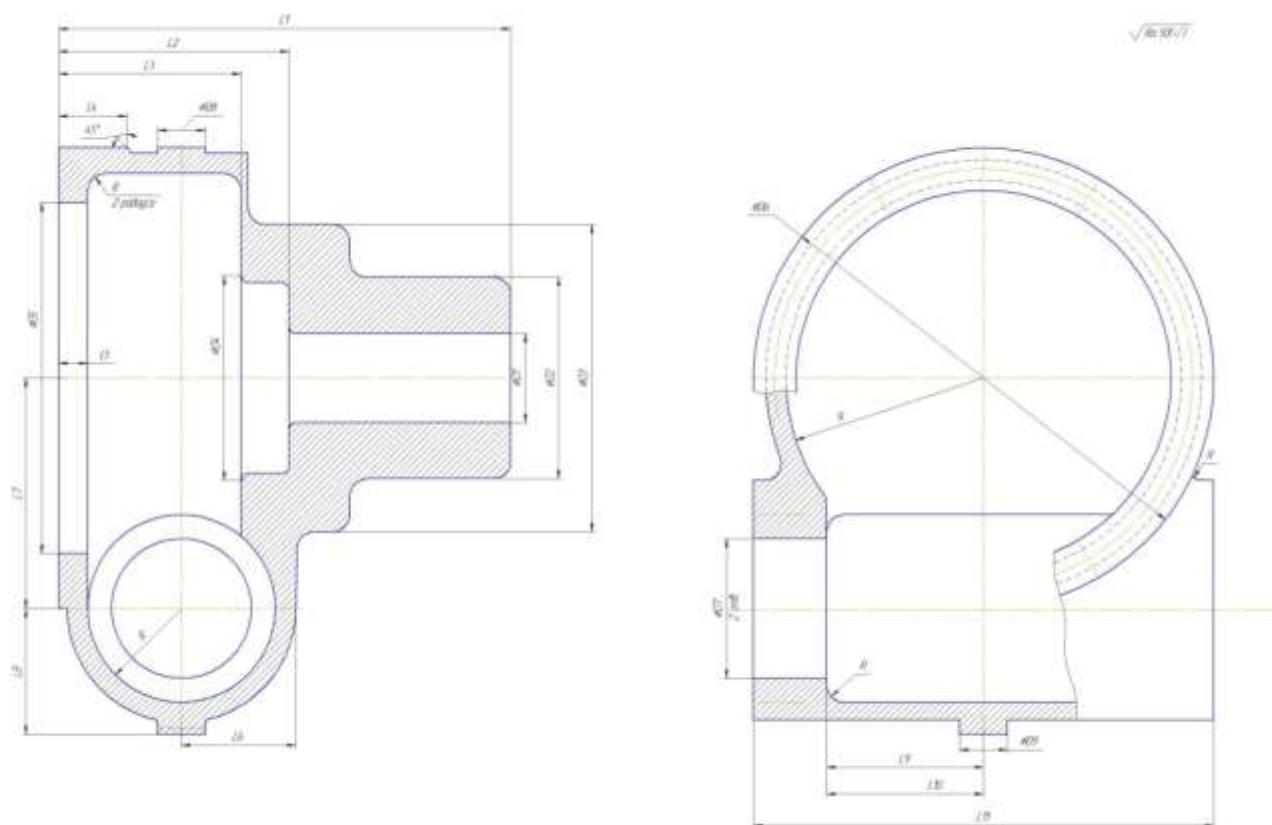


Рисунок 2.1 – Эскиз формы заготовки

2.3.2 Разработка маршрута и плана операций и переходов проектного технологического процесса

Рекомендуется следующая последовательность обработки поверхностей.

Первоначально базируемся за $\varnothing 270h14$ и торец $225h14$:

- обработка торца $260h14$ (однократная)
- обработка поверхности $\varnothing 110h6$ (предварительная)
- обработка поверхности $\varnothing 110h6$ (промежуточная)
- обработка поверхности $\varnothing 110h6$ (окончательная)
- обработка торца в размер $100 h14$ (однократная)
- обработка поверхности $\varnothing 115h14$ (однократная)
- обработка поверхности $\varnothing 170h14$ (однократная)
- обработка отверстия $\varnothing 60H8$ (предварительная)
- обработка отверстия $\varnothing 60H8$ (промежуточная)
- обработка отверстия $\varnothing 60H8$ (окончательная)

Базируемся за $\varnothing 110h6$ и торец $225h14$:

- обработка плоскости $250h14$ (предварительная)
- обработка плоскости $250h14$ (окончательная)
- обработка отверстия $\varnothing 220H7$ (предварительная)
- обработка отверстия $\varnothing 220H7$ (промежуточная)
- обработка отверстия $\varnothing 220H7$ (окончательная)
- обработка отверстия $\varnothing 62H14$ (однократная)
- обработка отверстия $\varnothing 120H7$ (предварительная)
- обработка отверстия $\varnothing 120H7$ (промежуточная)
- обработка отверстия $\varnothing 120H7$ (окончательная)
- обработка 6-ти отверстий $M10-7H$ (предварительная)
- обработка 6-ти отверстий $M10-7H$ (промежуточная)
- обработка 6-ти отверстий $M10-7H$ (окончательная)

Базируемся на отверстие $\varnothing 60H8$ и торец $225h14$:

- обработка торцов $260h14$ (предварительная)
- обработка торцов $260h14$ (окончательная)
- обработка бабышек $70h14$ (однократная)
- обработка отверстий $\varnothing 90H7$ (предварительная)
- обработка отверстий $\varnothing 90H7$ (промежуточная)
- обработка отверстий $\varnothing 90H7$ (окончательная)
- обработка отверстий $M16-7H$ (предварительная)
- обработка отверстий $M16-7H$ (окончательная)
- обработка 12-ти отверстий $M8-7H$ (предварительная)
- обработка 12-ти отверстий $M8-7H$ (промежуточная)
- обработка 12-ти отверстий $M8-7H$ (окончательная)

					ЮУрГУ–15.03.05.2021.00416 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		25

Выбор способов обработки и количества переходов.

Расчетный метод.

Расчетный метод используется для определения количества переходов при обработке отверстия $\varnothing 90H7, Ra1,6$.

Определяем величину уточнения по диаметральной точности и шероховатости поверхности [5]:

$$E_{\text{д}}^{\varnothing} = \frac{T_3}{T_{\text{д}}}; \quad E_{\text{д}}^{Ra} = \frac{Ra_3}{Ra_{\text{д}}}; \quad (2.7)$$

где T_3 – допуск заготовки для данной поверхности;

$T_{\text{д}}$ – допуск детали;

Ra_3 – шероховатость заготовки;

$Ra_{\text{д}}$ – шероховатость детали.

$$E_{\text{д}}^{\varnothing} = \frac{2,8}{0,035} = 80;$$

$$E_{\text{д}}^{Ra} = \frac{25}{1,6} = 15,625.$$

Принимаем в качестве метода окончательной обработки растачивание чистовое которое позволяет обеспечить 7 кв. $Ra1,6$.

Определяем допуск предшествующего перехода

$$T_{i-1} = \frac{z_n}{2 \dots 4}, \quad (2.8)$$

где $z_n = 0,2$ – номинальный припуск для чистового растачивания [6];

$$T_{i-1} = \frac{0,2}{2 \dots 4} = 0,1 \dots 0,05.$$

Принимаем $T_{i-1} = 0,087$ (IT9).

Определяем величину уточнения, которую обеспечивает растачивание чистовое:

$$E_i = \frac{T_{i-1}}{T_{\text{д}}}; \quad (2.9)$$

$$E_i = \frac{0,087}{0,035} = 2,49.$$

					ЮУрГУ–15.03.05.2021.00416 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		26

В качестве первого метода обработки поверхности принимаем растачивание черновое, которое обеспечивает IT12 Ra12,5.

Допуск растачивания чернового $T_1 = 0,35$.

Определяем величину уточнения

$$E_1 = \frac{T_3}{T_1}, \quad (2.10)$$

где T_3 – допуск заготовки для данной поверхности;

T_1 - допуск, обеспечиваемый способом обработки на первом переходе (операции).

$$E_1 = \frac{2,8}{0,35} = 8.$$

Проверка:

$$(E_i \cdot E_1) \geq E_d^{\circ};$$

$$2,49 \cdot 8 = 19,92 < 80.$$

Условие не выполняется.

Определим величину уточнения, которую должны обеспечить промежуточные методы обработки:

$$E_{\text{пр}} = \frac{E_d^{\circ}}{(E_i \cdot E_1)}; \quad (2.11)$$

$$E_{\text{пр}} = \frac{80}{19,92} = 4,02.$$

По принятому значению $T_{i-1} = 0,087$ назначаем точение полустовое и определяем величину уточнения, которую обеспечит данный метод

$$E_2 = \frac{2,8}{0,087} = 32,18$$

Проверка:

$$(E_i \cdot E_1 \cdot E_2) \geq E_d^{\circ};$$

$$2,49 \cdot 8 \cdot 32,18 = 640,03 > 80.$$

Проверка на шероховатость:

$$E_{\text{чист}}^{Ra} = \frac{Ra^{P_{\text{полу}}}}{Ra^{P_{\text{чист}}}} - \text{растачивание чистовое}; \quad (2.12)$$

					ЮУрГУ–15.03.05.2021.00416 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		27

$$E_{\text{чист}}^{Ra} = \frac{3,2}{1,6} = 2;$$

$$E_{\text{полу}}^{Ra} = \frac{Ra^{\text{черн}}}{Ra^{\text{полу}}} - \text{растачиваниее получистовое}; \quad (2.13)$$

$$E_{\text{полу}}^{Ra} = \frac{6,3}{3,2} = 1,968;$$

$$E_{\text{черн}}^{Ra} = \frac{Ra^{\text{заг}}}{Ra^{\text{черн}}} - \text{растачивание черновое}; \quad (2.14)$$

$$E_{\text{черн}}^{Ra} = \frac{25}{6,3} = 3,968;$$

Проверка:

$$(E_{\text{чист}}^{Ra} \cdot E_{\text{полу}}^{Ra} \cdot E_{\text{черн}}^{Ra}) \geq E_{\text{д}}^{Ra}; \quad (2.15)$$

$$2 \cdot 1,968 \cdot 3,968 = 15,619 \approx 15,625.$$

Таким образом, для обработки отверстия $\varnothing 90\text{H}7$, $Ra_{1,6}$ необходимы следующие виды обработки:

- растачивание черновое: $T_1 = 0,35$ (H12), $Ra_{6,3}$;
- растачивание получистовое: $T_2 = 0,087$ (H9), $Ra_{3,2}$;
- растачивание чистовое: $T_3 = 0,035$ (H7), $Ra_{1,6}$.

Табличный метод.

Для всех остальных поверхностей детали методы обработки и количество переходов выбираем по рекомендации [6].

Поверхности 14 квалитета точности и шероховатости $Ra=6,3$ мкм обрабатываются за один переход.

Поверхности 14-11 квалитета точности и шероховатости $Ra=3,2$ мкм обрабатываются за два перехода.

Поверхности точнее 10 квалитета точности и шероховатости точнее $Ra=2,5$ мкм и точнее обрабатываются за три перехода.

Табличный метод.

Для всех остальных поверхностей детали методы обработки и количество переходов выбираем по рекомендации [6].

Поверхности 14 квалитета точности и шероховатости $Ra=6,3$ мкм обрабатываются за один переход.

Поверхности 14-11 квалитета точности и шероховатости $Ra=3,2$ мкм обрабатываются за два перехода.

Поверхности точнее 10 квалитета точности и шероховатости точнее $Ra=2,5$ мкм и точнее обрабатываются за три перехода.

					ЮУрГУ–15.03.05.2021.00416 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		28

- 1) Обработка торца в размер 260 IT14, Ra6,3(010операция):
 - точение однократное IT14, Ra6,3
- 2) Обработка поверхности $\varnothing 110$ IT6, Ra1,6 (010 операция) :
 - черновое точение IT12, Ra6,3
 - получистовое точение IT10, Ra 3,2
 - чистовое точение IT6, Ra1,6
- 3) Обработка торца в размер 100 IT14, Ra6,3(010операция):
 - точение однократное IT14, Ra6,3
- 4) Обработка поверхности $\varnothing 115$ IT14, Ra6,3(010операция):
 - точение однократное IT14, Ra6,3
- 5) Обработка поверхности $\varnothing 170$ IT14, Ra6,3(010операция):
 - точение однократное IT14, Ra6,3
- 6) Обработка отверстия $\varnothing 60H8$, Ra1,6 (010 операция) :
 - черновое растачивание IT14, Ra6,3
 - получистовое растачивание IT11, 3,2
 - чистовое растачивание IT8, Ra1,6
- 6) Фрезерование плоскости в размер 250 IT14, Ra3,2 (015 операция):
 - фрезерование черновое IT14, Ra6,3
 - фрезерование чистовое IT12, Ra 3,2.
- 7) Обработка отверстия $\varnothing 220H7$, Ra1,6 (015 операция):
 - черновое растачивание IT12, Ra6,3
 - получистовое растачивание IT10, 3,2
 - чистовое растачивание IT7, Ra1,6
- 8) Обработка отверстия $\varnothing 62H14$, Ra6,3(015Операция):
 - растачивание однократное IT14, Ra6,3
- 9) Обработка отверстия $\varnothing 120H7$, Ra1,6 (015 операция):
 - черновое растачивание IT12, Ra6,3
 - получистовое растачивание IT10, 3,2
 - чистовое растачивание IT7, Ra1,6
- 10) Обработка шести резьбовых отверстий M10-7H, Ra6,3(015 операция):
 - зацентровка отверстий
 - сверление IT14, Ra6,3
 - нарезание резьбы Ra6,3
- 11) Фрезерование торцов в размер 260 IT14, Ra3,2(020операция):
 - фрезерование черновое IT14, Ra6,3 (Позиция 1)
 - фрезерование чистовое IT12, Ra 3,2 (Позиция 1)
 - фрезерование черновое IT14, Ra6,3 (Позиция 3)
 - фрезерование чистовое IT12, Ra 3,2 (Позиция 3)
- 12) Фрезерование бабышки в размер 70 IT14, Ra6,3(020операция):
 - фрезерование однокатное IT14, Ra6,3 (Позиция 2,4)
- 13) Обработка резьбового отверстия M16-7H, Ra6,3(020 операция):
 - сверление IT14, Ra6,3 (Позиция 2,4)
 - нарезание резьбы, Ra6,3 (Позиция 2,4)

					ЮУрГУ–15.03.05.2021.00416 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		29

14) Обработка двух отверстий $\varnothing 90H7$, Ra1,6 (020 операция):

- черновое растачивание IT12, Ra6,3 (Позиция 1,3)
- полустачивание IT10, 3,2 (Позиция 1,3)
- чистовое растачивание IT7, Ra1,6 (Позиция 1,3)

15) Обработка 12 резьбовых отверстий M8-7H, Ra6,3 (020 операция):

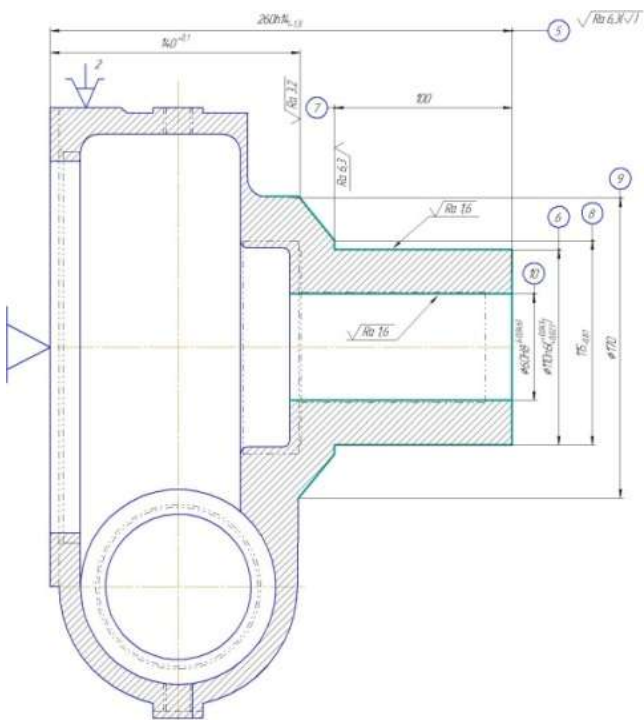
- зацентровка отверстий (Позиция 1,3)
- сверление IT14, Ra6,3 (Позиция 1,3)
- нарезание резьбы Ra6,3 (Позиция 1,3)

Формирование операций и технологического маршрута обработки детали.

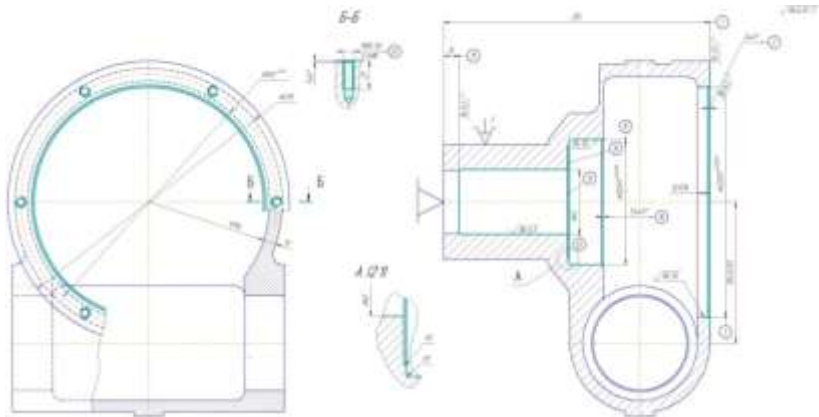
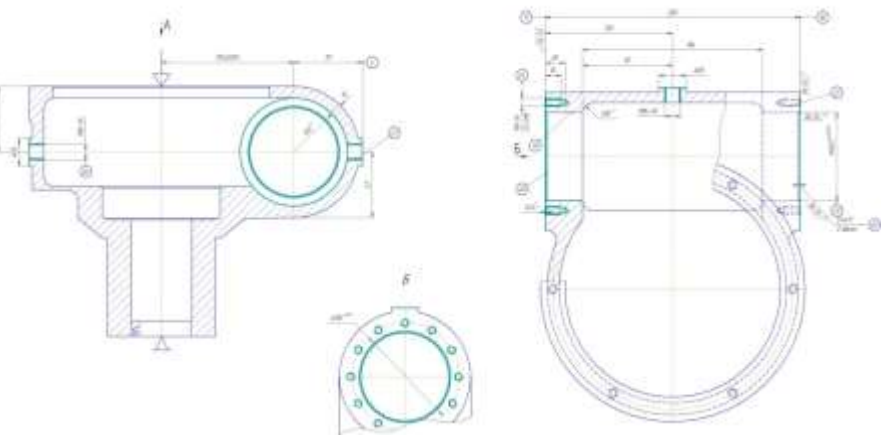
Наметив последовательность обработки поверхностей, количество переходов, способы их выполнения, приступаем к формированию операций и технологического маршрута изготовления детали [1,3,5].

Проектируемый технологический процесс представлен в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Технологический процесс обработки детали

Операция	Содержание операции, базирование	Оборудование
1	2	3
005	Контрольная. Проверка исходных заготовок	Контрольный стенд
010	 <p>Подрезать торец 5 однократно Точить поверхность 6 предварительно, окончательно, тонко Подрезать торец 7 Точить поверхность 8 Точить поверхность 9 однократно Расточить отв. 10 предварительно, окончательно, тонко.</p>	Токарно-фрезерный ОЦ с ЧПУ 1728С

Продолжение таблицы 2.5

1	2	3
015	 <p>Фрезеровать поверхность 1 предварительно, окончательно Расточить отверстие 3 предварительно, окончательно, тонко Расточить фаску 2 Расточить отверстие 12 и торец 11 однократно Расточить отверстие 15 предварительно, окончательно, тонко с подрезкой торца 14 Расточить фаску 16 Расточить канавку 13 Центровать 6 отверстий поверхность 25 Сверлить 6 отверстий поверхность 25 под резьбу последовательно со снятием фасок Нарезать резьбу в 6 отв. поверхность 25 последовательно</p>	<p>Горизонтальный фрезерный ОЦ с ЧПУ Victor Vcenter-H400</p>
020	 <p>Фрезеровать поверхности 17,18 (с поворотом стола на 180°) Фрезеровать бабышки 4 (с поворотом стола на 180°) Сверлить отверстие 27 Нарезать резьбу в отверстии 27 Повернуть стол на 180° Сверлить отверстие 26 Нарезать резьбу в отверстии 26 Повернуть стол на 90° Расточить отверстие 19 предварительно, окончательно, тонко Расточить фаску 20</p>	<p>Горизонтальный фрезерный ОЦ с ЧПУ Victor Vcenter-H400</p>

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

Окончание таблицы 2.5

1	2	3
	Повернуть стол на 180 ⁰ Расточить отверстие 21 предварительно, окончательно, тонко Расточить фаску 22 Центровать 12 отверстий поверхность 23 Сверлить 12 отверстий поверхность 23 со снятием фаски Нарезать резьбу в 12 отв. поверхность 23 последовательно Повернуть стол на 180 ⁰ Центровать 12 отверстий поверхность 24 Сверлить 12 отверстий поверхность 24 со снятием фаски Нарезать резьбу в 12 отв. поверхность 24 последовательно	
025	Технический контроль	Стол ОТК

2.3.3 Выбор оборудования для реализации технологического процесса

На операции 010 применяется токарно-фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ 1728С.

Техническая характеристика станка представлена в таблице 2.6.

Таблица 2.6 - Технические характеристики обрабатывающего центра 1728С

Параметр	Значение
Наибольший диаметр изделия, устанавливаемого над станиной, мм	500
Максимальный диаметр изделия обрабатываемого: точением, мм	400
фрезерованием, мм	400
Максимальная длина деталей, устанавливаемых и обрабатываемых в центрах, мм	1000
Мощность привода главного движения (S1/S6 - 40%), кВт	18/32
Диапазон частот вращения токарного шпинделя, об/мин	10...4000
Габаритные размеры станка, мм:	
○ Высота	1900
○ Ширина (без пульта управления)	2500
○ Длина	5500
Вес станка, кг	8000

Операции 015,020 выполняется на горизонтальном фрезерном обрабатывающем центре с ЧПУ - Victor Vcenter-H400.

Техническая характеристика станка приведена в таблице 2.7.

Таблица 2.7 - Техническая характеристика горизонтального фрезерного обрабатывающего центра с ЧПУ - Victor Vcenter-H400

Параметры станка	Характеристика
Размеры рабочего стола, мм	400*400
Перемещения X/Y/Z	500/600/500 мм
Макимальная нагрузка на стол, кг	400
Мощность двигателя шпинделя, кВт	18,5
Максимальная частота вращения, об/мин	14000
Система ЧПУ	FANUC 0i-MD (Heidenhain iTNC 530)
Емкость магазина, шт	40
Габариты фрезерного обрабатывающего центра в плане, ДхШ, мм	2580x5320
Вес станка, кг	9000

2.3.4 Выбор и описание режущего инструмента

Обработка металлов резанием является составляющей частью процесса производства большинства деталей.

Правильно выбранный инструмент позволяет быстрее окупить затраты на новое оборудование, значительно повысить производительность старого оборудования и сделать работу операторов более продуктивной.

В данном проекте используются станки с ЧПУ.

Для уменьшения времени изготовления и улучшения качества детали обработка на операциях с ЧПУ будет вестись современным, высокопроизводительным инструментом фирмы «SECO» [32].

С этой системой без труда можно собрать самые разнообразные наладки. Она полностью отвечает широкому диапазону требований при работе на старом оборудовании и на современных станках.

Режущий инструмент выбирают с учетом:

- требования максимального использования нормализованного и стандартного инструмента;
- типа производства, метода обработки;
- размеров и качества обрабатываемых поверхностей;
- обрабатываемости материала;
- стойкости инструмента, его режущих свойств и прочности;
- стадии обработки – черновая, чистовая, отделочная.

В данном технологическом процессе используется следующий режущий инструмент:

- 1) Державка наружная правая СЗ – SCLCR – 2204 – 09 (рисунок 2.2) (Пластина ССМТ 09Т304 –FF1 (сплав TP2501) (рисунок 2.3).

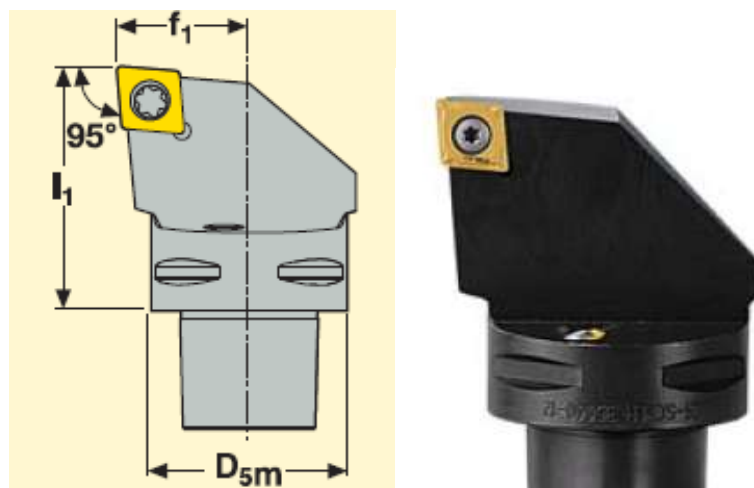


Рисунок 2.2 – Державка наружная правая

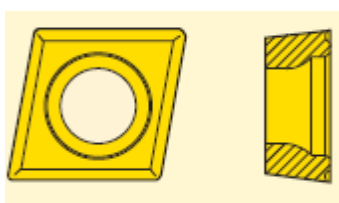


Рисунок 2.3 – Пластина CCMT 09T304 –FF1

2) Державка внутренняя правая C5 - SDUCR-11070-07 (рисунок 2.4) (пластина DCMT 11T032-FF1 сплав TP2501) (рисунок 2.5).

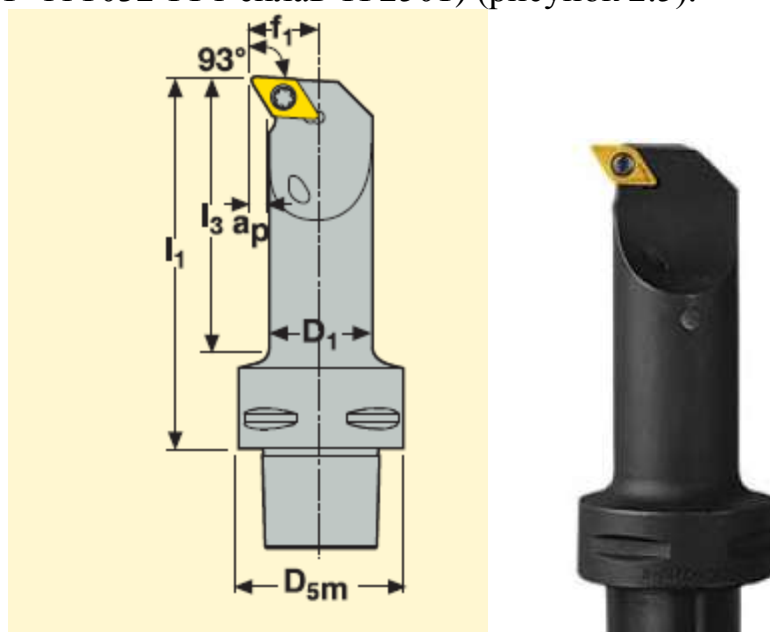


Рисунок 2.4 – Державка внутренняя правая

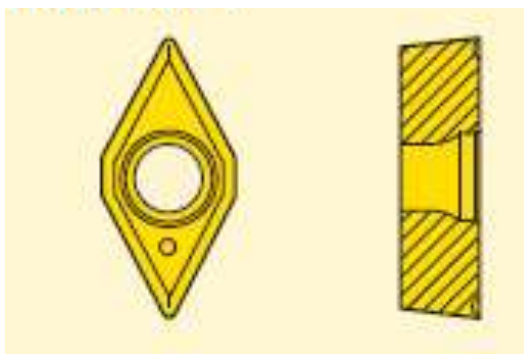


Рисунок 2.5 – Пластина DCMT 11T032-FF1

3) Фреза торцовая $\varnothing 300$ R220.53 – 0300-12-3А (рисунок 2.6) . Пластина 1204AFTN-M15. Сплав МК3000 (рисунок 2.7).

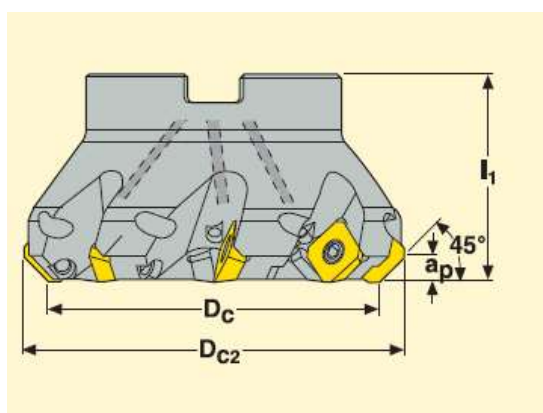


Рисунок 2.6 – Фреза торцовая $\varnothing 300$ R217.53 – 0300-12-3А

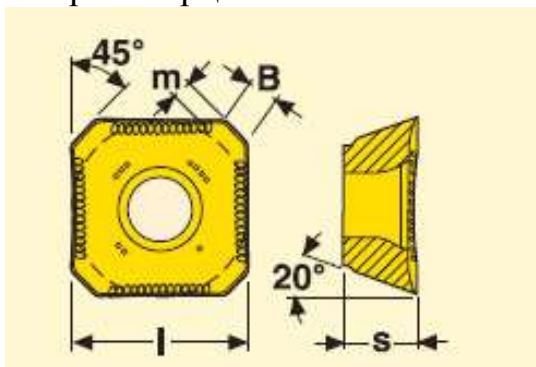


Рисунок 2.7 – Пластина 1204AFTN-M15

4) Фреза торцовая $\varnothing 200$ R220.53 – 0320-12-3А. Пластина 1204AFTN-M15. Сплав МК3000.

5) Фреза концевая $\varnothing 30$ R217.69 – 10308.0.0-06-2АН. (рисунок 2.8). Пластина ХОМХ 060202R – М05 (рисунок 2.9). Сплав МР3000.

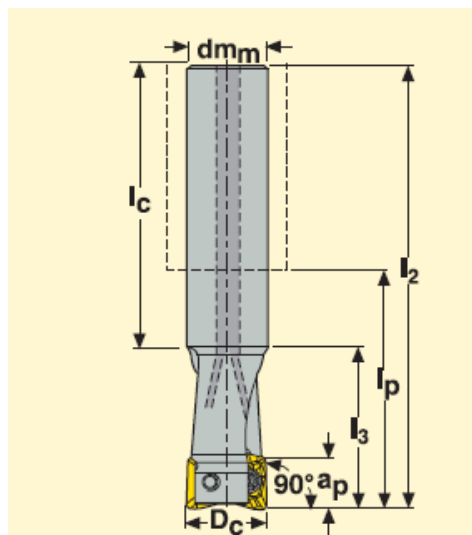


Рисунок 2.8 – Фреза концевая Ø30 R217.69 – 1030.0.0-06-2AN

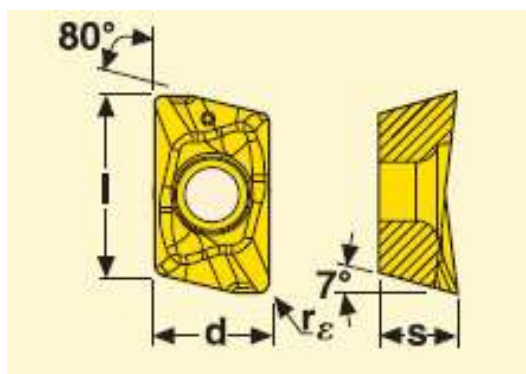


Рисунок 2.9 – Пластина ХОМХ 060202R – M05

б) Фреза резьбовая ТМ-М10Х1.5ISO-10R5. Сплав СР500 (рисунок 2.10).



Рисунок 2.10 – Фреза резьбовая ТМ-М10Х1.5ISO-10R5

- 7) Фреза резьбовая ТМ-М8Х1.25ISO-10R5. Сплав СР500.
 8) Фасочное сверло Ø6,75 SD203А-С45-6.75-30.5-8R1. Покрытие TiAlN+TiN (Рисунок 2.11).

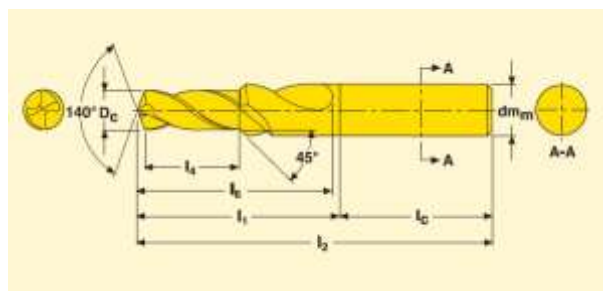


Рисунок 2.11 – Фасочное сверло SD203А-С45-6.75-16.5-8R1

- 9) Фасочное сверло Ø8,5 SD203А-С45-8,5-30.5-8R1. Покрытие TiAlN+TiN.
 10) Сверло Ø14 SD203-14,0-50-8R1. Покрытие TiAlN+TiN (Рисунок 2.12).

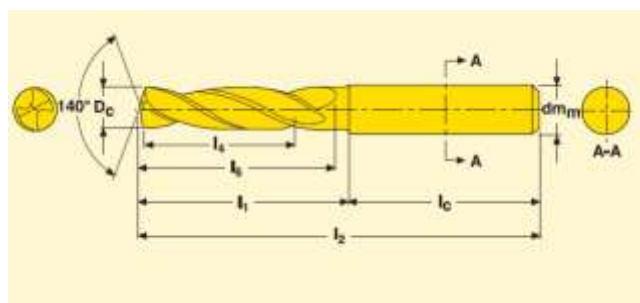


Рисунок 2.12 – Сверло SD203-15.0-50-8R1

- 11) Сверло центровочное Ø3,15 Р6М5 ГОСТ 14952-75 (Рисунок 2.13).



Рисунок 2.13 – Сверло центровочное Ø3,15 Р6М5

2.3.5 Выбор средств технического контроля

Выбор средств технического контроля [6] представлен в таблице 2.8.

Таблица 2.8 – Средства технического контроля

Операция	Название операции	Тип инструмента
010	Комплексная с ЧПУ	1.Штангенциркуль ШЦ I 0-300 ГОСТ 166-89 2.Калибр-пробка гладкий Ø60H8 ГОСТ 21401-75 3.Калибр-скоба Ø110h6 ГОСТ 18360-93 4.Шаблон фасочный 5.Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93
015	Комплексная с ЧПУ	1.Штангенцир-куль ШЦ I 0-300 ГОСТ 166-89 2.Калибр-пробка гладкий Ø62H14, Ø12H7, Ø220H7 ГОСТ 21401-75 3.Калибр – пробка резьбовой M10-7H ГОСТ 24997-81 4.Шаблон фасочный 5.Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93
020	Комплексная с ЧПУ	1.Штангенцир-куль ШЦ I 0-300 ГОСТ 166-89 2.Калибр-пробка гладкий Ø90H7, 3.Калибр – пробка резьбовой M16-7H, M8-7H ГОСТ 24997-81 4.Шаблон фасочный 5.Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93

2.3.6 Размерный анализ технологического процесса

На данном этапе выполняем размерный анализ разработанного технологического процесса по методике проф. Матвеева В.В. [6].

2.3.6.1 Преобразование и кодирование чертежа детали

Преобразованный чертеж детали в первой проекции приведен на рисунке 2.14.

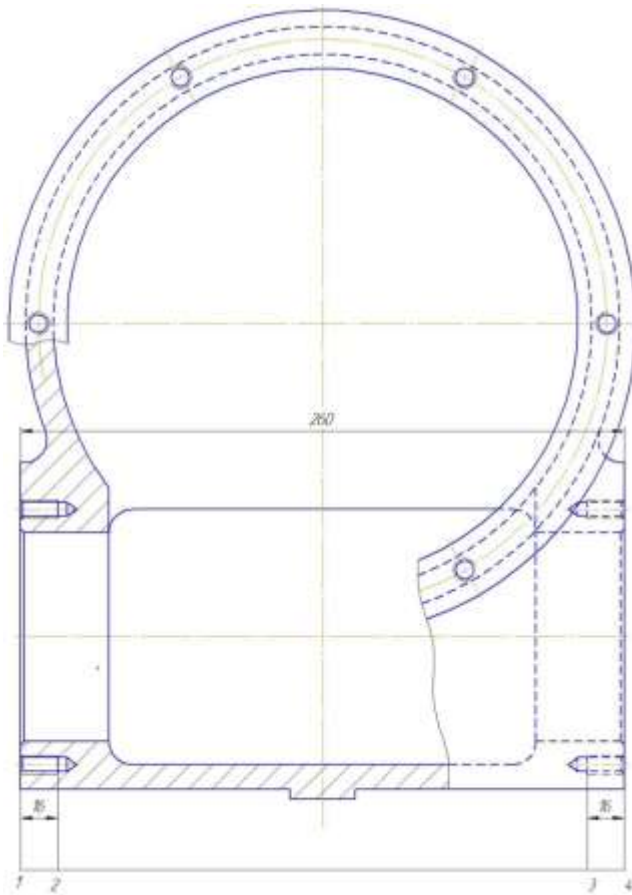


Рисунок 2.14 – Преобразованный чертёж детали в первой проекции

Преобразованный чертёж детали во второй проекции приведен на рисунке 2.15.

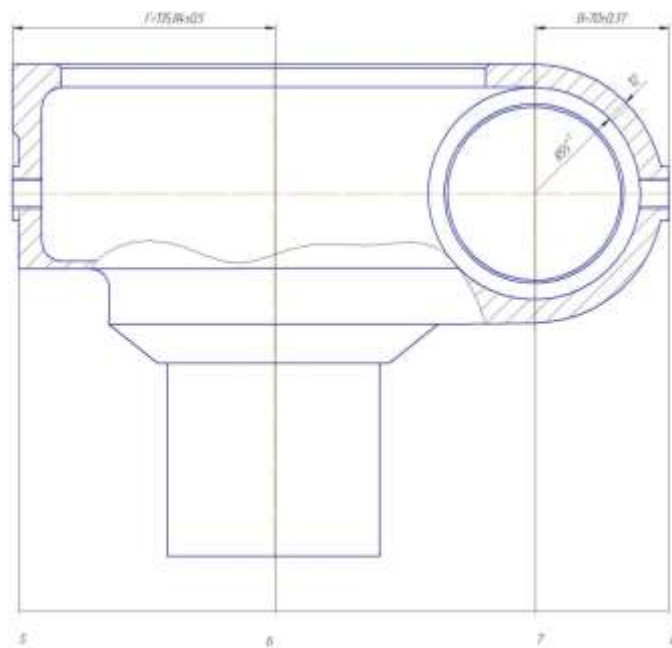


Рисунок 2.15 – Преобразованный чертёж детали во второй проекции

					ЮУрГУ–15.03.05.2021.00416 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата		39

2.3.6.2 Оформление размерных схем и составление уравнений технологических размерных цепей

Размерная схема первой проекции представлена на рисунке 2.16.

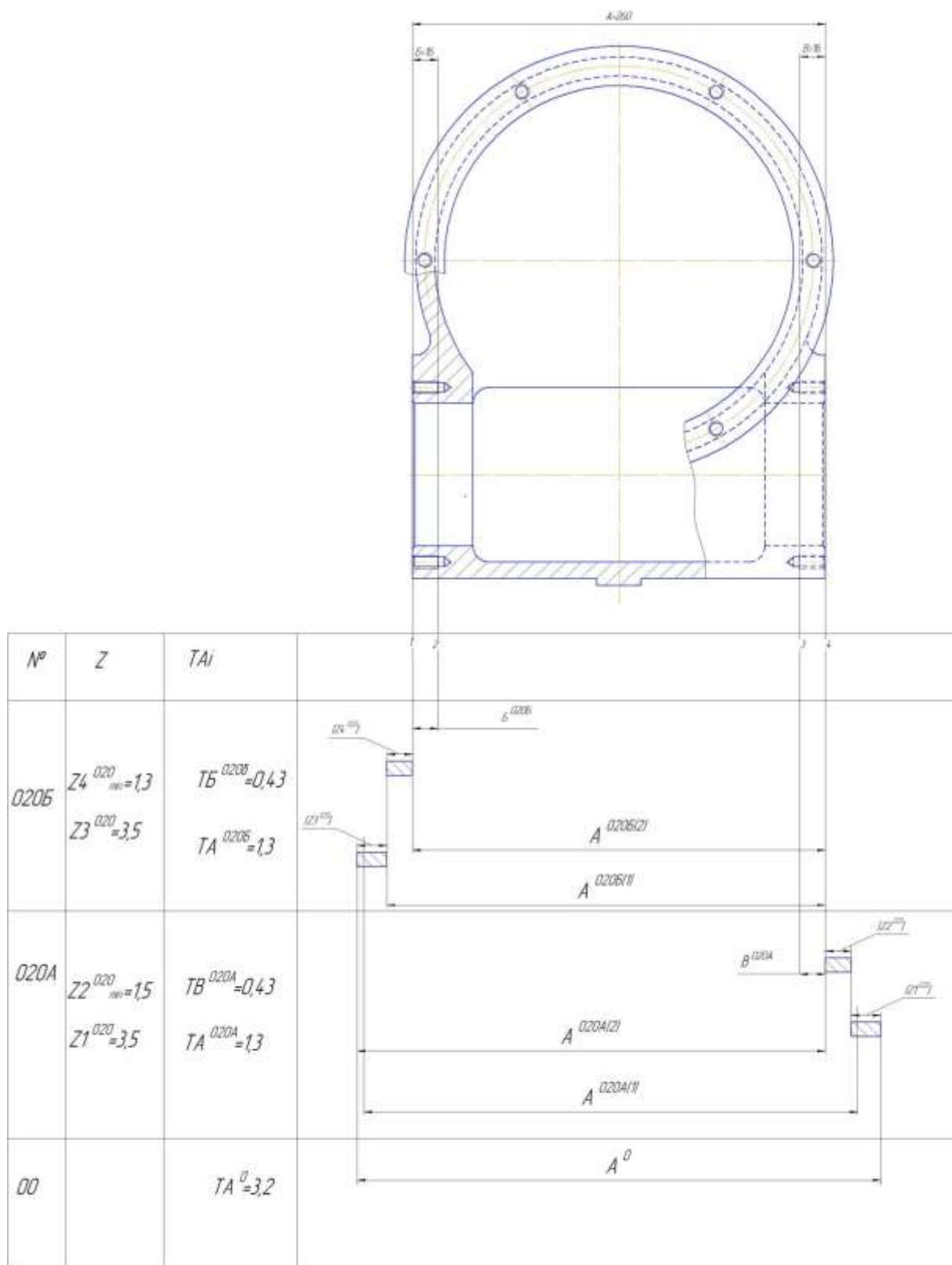


Рисунок 2.16 – Размерная схема первой проекции

Уравнение размерных цепей по размерной схеме первой проекции:

- 1) $[z_1^{020}] = A^0 - A^{020A(1)}$
- 2) $[z_2^{020}] = A^{020A(1)} - A^{020A(2)}$
- 3) $[z_3^{020}] = A^{020A(2)} - A^{020B(1)}$
- 4) $[z_4^{020}] = A^{020B(1)} - A^{020B(2)}$

Проверку выполняем по допуску замыкающего звена [6].

$$T_A \geq T_A^{020A} + T_A^{020B}$$

$$3,2 \geq 1,3 + 1,3 = 2,6 - \text{обеспечивается}$$

Результаты расчёта уравнений по размерной схеме первой проекции представлены в таблице 2.9.

Таблица 2.9 – Результаты расчёта уравнений по размерной схеме первой проекции

Уравнение размерной цепи	Исходные данные	Результат расчёта (A_i, z_{\max})
$[z_1^{020}] = A^0 - A^{020A(1)}$	$A^{020A(1)} = A^0 - [z_1^{020}]$	$A^{020A(1)} = 270 - 3,5 = 266,5$
$[z_2^{020}] = A^{020A(1)} - A^{020A(2)}$	$A^{020A(2)} = A^{020A(1)} - [z_2^{020}]$	$A^{020A(2)} = 266,5 - 1,5 = 265$
$[z_3^{020}] = A^{020A(2)} - A^{020B(1)}$	$A^{020B(1)} = A^{020A(2)} - [z_3^{020}]$	$A^{020B(1)} = 265 - 3,5 = 261,5$
$[z_4^{020}] = A^{020B(1)} - A^{020B(2)}$	$A^{020B(2)} = A^{020B(1)} - [z_4^{020}]$	$A^{020B(2)} = 261,5 - 1,5 = 260$

Размерная схема второй проекции представлена на рисунке 2.17.

Уравнение размерных цепей по размерной схеме второй проекции:

- 5) $[z_5^{020}] = \Gamma^0 - \Gamma^{020B}$
- 6) $[z_6^{020}] = D^0 - D^{020\Gamma}$

Проверку выполняем по допуску замыкающего звена [6].

$$T_\Gamma \geq T_\Gamma^{020}$$

$$2,8 \geq 0,74 - \text{обеспечивается}$$

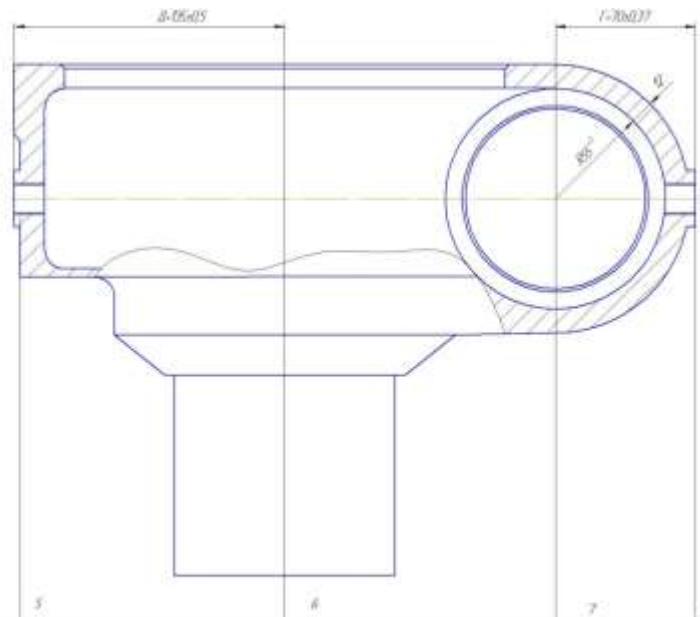
$$T_D \geq T_D^{020}$$

$$2,8 \geq 1,0 - \text{обеспечивается}$$

Результаты расчёта уравнений по размерной схеме второй проекции представлены в таблице 2.10.

Таблица 2.10 – Результаты расчёта уравнений по размерной схеме второй проекции

Уравнение размерной цепи	Исходные данные	Результат расчёта (A_i, z_{\max})
$[z_5^{020}] = \Gamma^0 - \Gamma^{020B}$	$\Gamma^{020B} = \Gamma^0 - [z_5^{020}]$	$\Gamma^{020B} = 74 - 4 = 70$
$[z_6^{020}] = D^0 - D^{020\Gamma}$	$D^{020\Gamma} = D^0 - [z_6^{020}]$	$D^{020\Gamma} = 139 - 4 = 135$



№	Z	TAI				
020Г	Z6 ⁰²⁰ _{но=4}	ТД ^{020Г} =1,0	δ_{020}^{020}	$\delta^{020Г}$		$\delta_{020}^{020Г}$
020В	Z5 ⁰²⁰ ₌₄	ТГ ^{020В} =0,74				$r^{020В}$
00		ТГ ⁰ =2,8 ТД ⁰ =2,8		δ^0		r^0

Рисунок 2.17 – Размерная схема второй проекции

Эскиз заготовки с рассчитанными размерами представлен на рисунке 2.18.

Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата

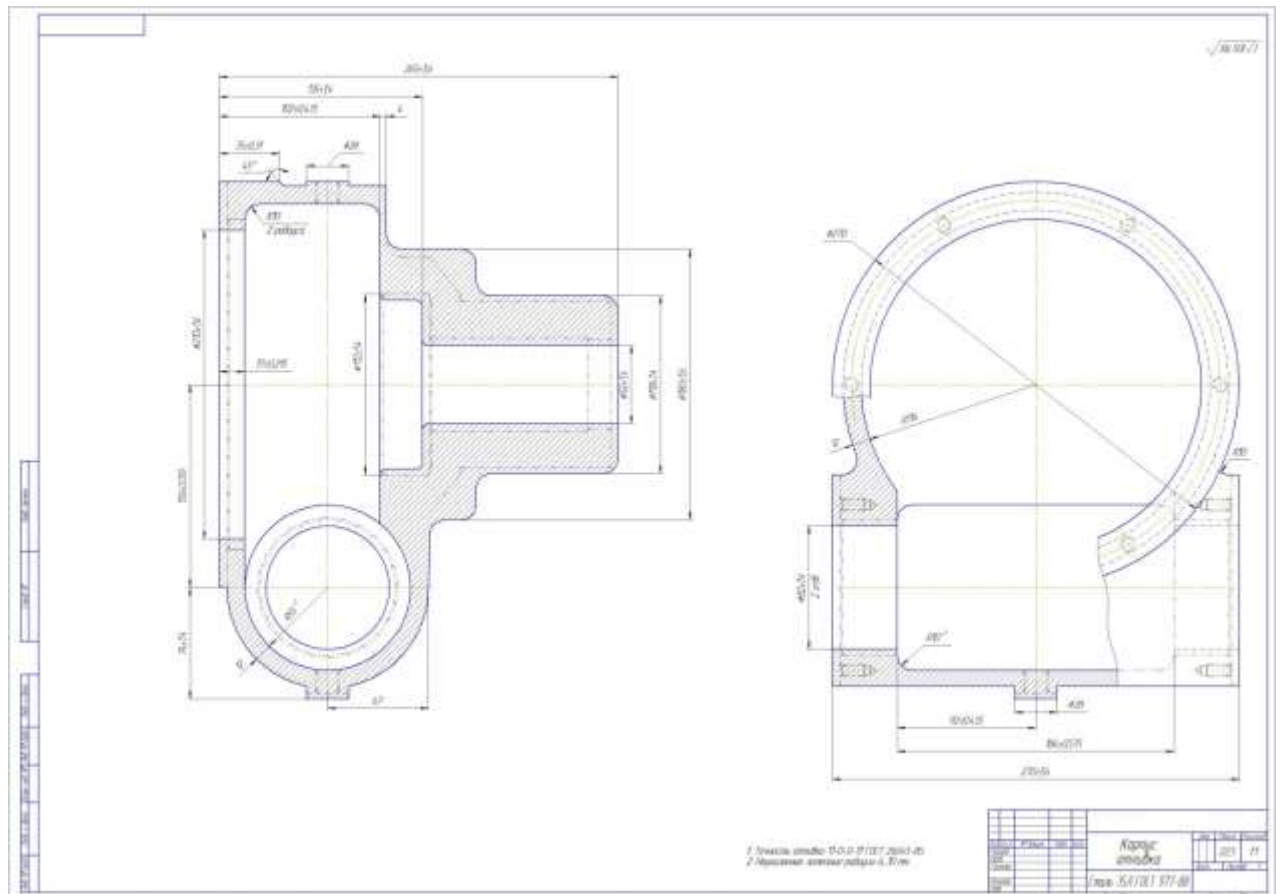


Рисунок 2.18 – Эскиз заготовки

2.3.7 Расчет режимов резания и норм времени

2.3.7.1 Расчет режимов резания

Существует два метода для определения режимов резания:

- Расчётно-аналитический метод;
- Опытно-статистический метод.

Расчетно-аналитический метод основан на расчёте режимов резания по эмпирическим формулам, которые учитывают большое количество факторов, влияющих на процесс резания.

Аналитический расчёт режимов резания выполняется только для нескольких операций с целью показать сущность методики расчёта.

Данные для других операций берутся из справочников.

Для центрования отверстий режимы резания рассчитаем аналитическим способом, а для остальных переходов – табличным, так как они будут выполняться инструментом фирмы SECO, а следовательно, режимы резания назначим по каталогу.

Длина поверхности (глубина сверления) составляет 5 мм
 Диаметр отверстия – 3,15 мм, следовательно $D_{св} = 3,15$ мм
 Глубина резания

$$t = \frac{D_{св}}{2} = \frac{3,15}{2} = 1,575 \text{ мм}.$$

Выбираем подачу: по [8, стр. 277, табл. 25]
 $S = 0,1 - 0,15$ мм/об

Принимаем: $S = 0,15$ мм/об

Формула для расчета скорости резания [8, стр. 276]:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} K_v, \quad (2.16)$$

где C_v – коэффициент, учитывающий материал сверла
 D – диаметр сверла,
 T – стойкость сверла,
 S – подача, мм/об
 K_v – поправочный коэффициент, равный:

$$K_v = K_{Mv} K_{Lv} K_{Ив}. \quad (2.17)$$

$$K_{Mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}. \quad (2.18)$$

[8, стр. 261, табл. 1]

$$K_{Mv} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{700} \right)^{0,9} = 1,06.$$

$K_{Lv} = 1,0$ [8, стр. 280, табл. 31] – коэффициент, учитывающий длину отверстия.
 $K_{Ив} = 1,0$ [8, стр. 263, табл. 6] – коэффициент, учитывающий влияние материала инструмента.

$$K_v = 1,06 \cdot 1 \cdot 1 = 1,06$$

$$C_v = 9,8; q = 0,4; y = 0,5; m = 0,2 \text{ - [8, стр. 278, табл. 28]}$$

$$T = 45 \text{ мин [8, стр. 279, табл. 30]}$$

$$V_{расч} = \frac{9,8 \cdot 3,15^{0,4}}{45^{0,2} \cdot 0,15^{0,5}} \cdot 1,06 = 19,82 \text{ м/мин.}$$

					ЮУрГУ–15.03.05.2021.00416 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		44

$$n = \frac{1000V}{\pi \cdot D} \quad (2.19)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 18,92}{3,14 \cdot 3,15} = 1804 \text{ об/мин.}$$

Эффективная мощность резания при сверлении рассчитывается по формуле:

$$N_e = \frac{10C_M S^y D^q K_p \cdot n}{9750} \quad (2.20)$$

Показатели степени и постоянная величина находятся по [8, стр.281, табл.32].

$C_M=0,0345$; $q=2$; $y=0,8$;

$K_p = K_{mp}=1$ - коэффициент, учитывающий фактические условия обработки

$$N_e = \frac{10 \cdot 0,0345 \cdot 0,15^{0,8} \cdot 3,15^2 \cdot 1}{9750} \cdot 1804 = 0,14 \text{ кВт}$$

Все остальные результаты вычислений занесем в таблицу 2.11.

Таблица 2.11 – Режимы резания

Номер перехода	Содержание технологического перехода	t, мм	S, мм/об	V, м/мин	n, об/мин
1	2	3	4	5	6
Операция 010 – Токарная на ОЦ с ЧПУ					
1	Установить и закрепить				
2	Подрезать торец 5 однократно	2,5 (i=2)	0,3	320	850
3	Точить поверхность 6 предварительно	2,5	0,3	320	850
4	Точить поверхность 6 окончательно	1,0	0,2	450	1257
5	Точить поверхность 6 тонко	0,5	0,1	540	1549
6	Подрезать торец 7	1,0	0,3	320	559
7	Точить поверхность 8	2,5	0,3	320	559
8	Точить поверхность 9 однократно	2,5 (i=2)	0,3	320	559
9	Расточить отверстие 10 предварительно	2,5	0,3	320	1960
10	Расточить отверстие 10 окончательно	1,0	0,2	450	2514
11	Расточить отверстие 10 тонко	0,5	0,1	540	2819
Операция 015 – Комплексная на ОЦ с ЧПУ					
1	Установить и закрепить				
2	Фрезеровать поверхность 1 предварит.	3,5	0,32	600	637
3	Фрезеровать поверхность 1 окончат.	1,5	0,32	600	637
4	Расточить отверстие 3 предварительно	3,0	0,3	320	485
5	Расточить отверстие 3 окончательно	1,5	0,2	450	663
6	Расточить отверстие 3 тонко	0,5	0,1	540	785
7	Расточить фаску 2	2,0	0,1	540	785
8	Расточить отв. 12 и торец 11 однократ.	1,0	0,3	320	1698

Продолжение таблицы 2.11

1	2	3	4	5	6
9	Расточить отверстие 15 предварительно	2,5	0,3	320	926
10	Расточить отверстие 15 окончательно	1,0	0,2	450	1246
11	Расточить отв. 15 и торец 14 тонко	0,5	0,1	540	1445
12	Расточить фаску 16	1,5	0,1	540	1445
13	Расточить канавку 13	2	0,10	80	236
14	Центровать 6 отверстий поверхность 25	1,575	0,15	19,82	1804
15	Сверлить 6 отв. поверхность 25 под резьбу последоват. со снятием фасок	4,25	0,15	30	3529
16	Нарезать резьбу в 6 отверстиях поверхность 25 последовательно	-	1,5	15	478
Операция 020 –Комплексная на ОЦ с ЧПУ					
1	Установить заготовку				
	Позиция 1				
2	Фрезеровать поверхн. 17 предварит.	2,5	0,42	300	478
3	Фрезеровать поверхн. 17 окончательно	1,5	0,28	300	478
4	Расточить отверстие 19 предварительно	2,5	0,3	320	1132
5	Расточить отверстие 19 окончательно	1,3	0,2	450	1592
6	Расточить отверстие 19 тонко	0,2	0,1	540	1911
7	Расточить фаску 20	1,5	0,1	540	1911
8	Центровать 12 отверстий поверхность 24 последовательно	1,575	0,15	19,82	1804
9	Сверлить 12 отверстий поверхность 24 последовательно	3,375	0,15	30	1415
10	Нарезать резьбу в 12 отверстиях поверхность 24 последовательно	-	1,25	10	398
	Позиция 2				
11	Повернуть заготовку на 90 ⁰				
12	Фрезеровать поверхн. 4 предварительно	3	0,42	150	1592
13	Фрезеровать поверхность 4 окончательно	1	0,28	150	1592
14	Центровать отверстие 27	1,575	0,15	19,82	1804
15	Сверлить отверстие 27	7	0,15	50	1137
16	Нарезать резьбу в отверстии 27	-	2	15	341
	Позиция 3				
17	Повернуть заготовку на 90 ⁰				
18	Фрезеровать поверхн. 18 предварит.	3,5	0,42	300	478
19	Фрезеровать поверхн. 18 окончательно	1,5	0,28	300	478
20	Расточить отверстие 21 предварительно	3,5	0,3	320	1132
21	Расточить отверстие 21 окончательно	1,3	0,2	450	1592
22	Расточить отверстие 21 тонко	0,2	0,1	540	1911
23	Расточить фаску 22	1,5	0,1	540	1911
24	Центровать 12 отверстий поверхность 23 последовательно	1,575	0,15	19,82	1804
25	Сверлить 12 отверстий поверхность 23 последовательно	1,575	0,15	19,82	1804

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

ЮУрГУ–15.03.05.2021.00416 ПЗ ВКР

Лист

46

Окончание таблицы 2.11

1	2	3	4	5	6
26	Нарезать резьбу в 12 отвэповерхность 23 последовательно	3,375	0,15	30	1415
	Позиция4				
27	Повернуть заготовку на 90 ⁰	-	1,25	10	398
28	Фрезеровать поверхэ 4* предварительно	3	0,42	150	1592
29	Фрезеровать поверх. 4 *окончательно	1	0,28	150	1592
30	Центровать отверстие 26	1,575	0,15	19,82	1804
31	Сверлить отверстие 26	7	0,15	50	1137
32	Нарезать резьбу в отверстии 26	-	2	15	341

2.3.7.2 Расчет норм времени

Определение норм времени на операции производится на основании данных отраслевых нормативов и по рекомендациям. При этом в состав норм входят следующие слагаемые [22,23]:

Штучно-калькуляционное время:

$$t_{шк} = t_{ш} + \frac{T_{нз}}{n} \quad (2.12)$$

где $t_{ш}$ – штучное время, мин.;

$T_{нз}$ – подготовительно-заключительное время, мин.;

n – размер партии деталей, шт.

Подготовительно-заключительное время включает в себя затраты времени на:

- получение материалов, инструментов, приспособлений, технологической документации, наряда на работу;
- ознакомление с работой, чертежом; получение инструктажа;
- установку инструментов, приспособлений, наладку оборудования на соответствующий режим;
- снятие приспособлений и инструмента;
- сдачу готовой продукции, остатков материалов, приспособлений, инструмента, технологической документации и наряда.

Штучное время:

$$t_{ш} = t_{осн} + t_{всп} + t_{обс} + t_{отд} \quad (2.13)$$

где $t_{осн}$ – основное время, мин.;

$t_{всп}$ – вспомогательное время, мин.;

$t_{отд}$ – время на отдых и личные потребности, мин.;

$t_{обс}$ – время на обслуживание рабочего места, мин.

Основное время – основное технологическое время, в продолжение которого осуществляется изменение размеров, формы, состояния поверхностного слоя, структуры материала обрабатываемой заготовки. Оно определяется по следующей формуле:

$$t_{осн} = \frac{L_{расч}}{S \cdot n} i \quad (2.14)$$

где l – расчетная длина;

i – число проходов;

S_M – величина минутной подачи.

Расчетная длина:

$$L = l_о + l_{вр} + l_{пер}, \quad (2.15)$$

где $l_{вр}$ – величина врезания инструмента, мм;

$l_{пер}$ – величина перебега.

Вспомогательное время определяется как сумма затрат времени на вспомогательные приёмы, сопутствующие основной работе. В состав вспомогательного времени входит время на установку-снятие заготовки, управление станком, смену инструмента, измерение детали.

Оперативное время:

$$t_{он} = t_{осн} + t_{всп} \quad (2.16)$$

Время на обслуживание рабочего места, затрачиваемое на смазывание станка, смену инструмента, удаление стружки, подготовка станка к работе в начале смены и приведение его в порядок после окончания работы (определяется в процентах от оперативного времени):

$$t_{обс} = 0,06 \cdot (t_{осн} + t_{всп}) = 0,06 \cdot t_{он} \quad (2.17)$$

Время на отдых и личные потребности (определяется в процентах от оперативного времени):

$$t_{отд} = 0,04 \cdot (t_{осн} + t_{всп}) = 0,04 \cdot t_{он} \quad (2.18)$$

					ЮУрГУ–15.03.05.2021.00416 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		48

Расчет норм времени представлен в таблицах 2.12 и 2.13.

Таблица 2.12 – Основное и вспомогательное время

Элементы операции	Расчетные размеры, мм				Режим обработки			Основное время, сек
	Длина обрабатываемой поверхности	Врезание и перебег	Число раб. ходов	Расчетная длина	Подача, мм/об	Частота вращения, об/мин	Минутная подача, мм/мин	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Операция 010 – Токарная на ОЦ с ЧПУ								
1. Установить и закрепить								
2. Подрезать торец 5 однократно	60	5	2	130	0,3	850	255	0,51
3. Точить поверхность 6 предварительно	100	5	1	105	0,3	850	255	0,41
4. Точить поверхность 6 окончательно	100	5	1	105	0,2	1257	251,4	0,42
5. Точить поверхность 6 тонко	100	5	1	105	0,1	1549	154,9	0,68
6. Подрезать торец 7	35	5	1	40	0,3	559	167,7	0,24
7. Точить поверхность 8	20	5	1	25	0,3	559	167,7	0,15
8. Точить поверхность 9 однократно	30	5	2	70	0,3	559	167,7	0,42
9. Расточить отверстие 10 предварительно	120	5	1	125	0,3	1960	588	0,21
10. Расточить отверстие 10 окончательно	120	5	1	125	0,2	2514	502,8	0,25
11. Расточить отверстие 10 тонко	120	5	1	125	0,1	2819	281,9	0,44
ИТОГО								3,73
Операция 015 – Комплексная на ОЦ с ЧПУ								
1. Установить и закрепить								
2. Фрезеровать поверхность 1 предварит.	270	60	1	330	0,32	637	203,84	1,62
3. Фрезеровать поверхность 1 окончат.	270	60	1	330	0,32	637	203,84	1,62
4. Расточить отверстие 3 предварительно	12	5	1	17	0,3	485	145,5	0,12
5. Расточить отверстие 3 окончательно	12	5	1	17	0,2	663	132,6	0,13
6. Расточить отверстие 3 тонко	12	5	1	17	0,1	785	78,5	0,22
7. Расточить фаску 2	2	5	1	7	0,1	785	78,5	0,09
8. Расточить отверстие 12 и торец 11 однократно	104	5	1	109	0,3	1698	509,4	0,21
9. Расточить отверстие 15 предварительно	33	5	1	38	0,3	926	277,8	0,14

Окончание таблицы 2.12

1	2	3	4	5	6	7	8	9
10.Расточить отверстие 15 окончательно	33	5	1	38	0,2	1246	249,2	0,15
11.Расточить отверстие 15 тонко с подрезкой торца 14	33	5	1	38	0,1	1445	144,5	0,26
1	2	3	4	5	6	7	8	9
12.Расточить фаску 16	1,5	5	1	6,5	0,1	1445	144,5	0,05
13.Расточить канавку 13	23	5	1	28	0,1	236	23,6	1,19
14.Центровать 6 отверстий поверхность 25	5	3	6	48	0,15	1804	270,6	0,18
15.Сверлить 6 отверстий поверхность 25 под резьбу последовательно со снятием фасок	40	5	6	270	0,15	3529	529,35	0,51
16.Нарезать резьбу в 6 отверстиях поверхность 25 последовательно	27	3	6	180	1,5	478	717	0,25
ИТОГО								6,74
Операция 020 – Комплексная на ОЦ с ЧПУ								
1. Установить и закрепить								
2.Фрезеровать поверхность 17 предварительно	140	20	1	160	0,42	478	199,2	0,56
3.Фрезеровать поверхность 17 окончательно	140	20	1	160	0,28	478	132,8	1,20
4.Расточить отверстие 19 предварительно	38	5	1	43	0,3	1132	339,6	0,13
5.Расточить отверстие 19 окончательно	38	5	1	43	0,2	1592	318,4	0,14
6.Расточить отверстие 19 тонко	38	5	1	43	0,1	1911	191,1	0,23
7.Расточить фаску 20	1,5	5	1	6,5	0,1	1911	191,1	0,03
8.Центровать 12 отв. пов.24 последовательно	5	3	12	96	0,15	1804	270,6	0,35
9.Сверлить 12 отверстий поверхность 24 последовательно	20	5	12	300	0,15	1415	212,25	1,41
10.Нарезать резьбу в 12 отверстиях поверхность 24 последовательно	16	4	12	240	1,25	398	497,5	0,48
11.Повернуть заготовку на 900								
12.Фрезеровать поверхн. 4 предварительно	28	10	1	38	0,3	1592	447,6	0,08
13.Фрезеровать поверхн.4 окончательно	28	10	1	38	0,2	1592	318,4	0,12
14.Центровать отв.27	5	3	1	8	0,15	1804	270,6	0,03
15.Сверлить отверстие 27	15	5	1	20	0,15	1137	170,55	0,12
16.Нарезать резьбу в отверстии 27	15	50	1	20	2	341	682	0,03

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата
------	------	-------------	---------	------

ЮУрГУ–15.03.05.2021.00416 ПЗ ВКР

Лист

50

Окончание таблицы 2.11

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Операция 020 – Комплексная на ОЦ с ЧПУ								
17.Повернуть заготовку на 900								
18.Фрезеровать поверхность 18 предвар.	140	20	1	160	0,42	478	199,2	0,56
19.Фрезеровать поверхность 18 окончат.	140	20	1	160	0,28	478	132,8	1,20
20.Расточить отверстие 21 предварительно	38	5	1	43	0,3	1132	339,6	0,13
21.Расточить отверстие 21 окончательно	38	5	1	43	0,2	1592	318,4	0,14
22.Расточить отверстие 21 тонко	38	5	1	43	0,1	1911	191,1	0,23
23.Расточить фаску 22	1,5	5	1	6,5	0,1	1911	191,1	0,03
24.Центровать 12 отверстий поверхность 23 последовательно	5	3	12	96	0,15	1804	270,6	0,35
25.Сверлить 12 отв. пов. 23 последовательно	20	5	12	300	0,15	1415	212,25	1,41
26.Нарезать резьбу в 12 отверстиях поверхность 23 последовательно	16	4	12	240	1,25	398	497,5	0,48
27.Повернуть заготовку на 900								
28.Фрезеровать поверхность 4* предварит.	28	10	1	38	0,3	1592	447,6	0,08
29.Фрезеровать поверхн.4 * окончательно	28	10	1	38	0,2	1592	318,4	0,12
30.Центровать отв.26	5	3	1	8	0,15	1804	270,6	0,03
31.Сверлить отверстие 26	15	5	1	20	0,15	1137	170,55	0,12
32.Нарезать резьбу в отверстиях 26	15	50	1	20	2	341	682	0,03
ИТОГО								9,08

Таблица 2.13 – Нормы времени в целом на операцию

№ операции	Основное время на операцию, t_o , мин.	Вспомогательное время на операцию, t_v , мин.	Оперативное время, $t_{оп}$, мин.	Время на обслуживание, $t_{обс}$		Время на отдых $t_{отд.л.}$		Штучное время, $t_{шт}$, мин.	Подготовительно-заключительное время на партию, $T_{пз}$, мин	Величина партии, шт.	Штучно-калькуляционное время, $t_{шк}$, мин
				%	мин.	%	мин.				
010	3,73	1,29	5,02	6	0,30	4	0,2	5,52	25	44	6,09
015	6,74	3,25	9,99	6	0,60	4	0,4	10,99	30	44	11,67
020	9,08	6,23	15,31	6	0,92	4	0,61	16,84	45	44	17,86

Выводы по разделу два.

В данном разделе разработан технологический процесс обработки детали «Корпус» с использованием обрабатывающих центров с ЧПУ. Произведен расчет режимов резания. Произведено нормирование технологических операций. Применение современного оборудования и режущего инструмента для станков с ЧПУ позволило значительно сократить время обработки, уменьшение числа перестановок заготовки повысило точность обработки полученной детали.

					ЮУрГУ–15.03.05.2021.00416 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата		52

3 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

3.1 Проектирование зажимного приспособления на комплексную операцию с ЧПУ 20

3.1.1 Разработка теоретической схемы базирования

Проектируемое приспособление (рисунок 3.1.) предназначено для установки заготовки при выполнении операции 020, на которой выполняется комплексная обработка детали. Операция выполняется на горизонтальном фрезерном обрабатывающем центре с ЧПУ - Victor Vcenter-H400.

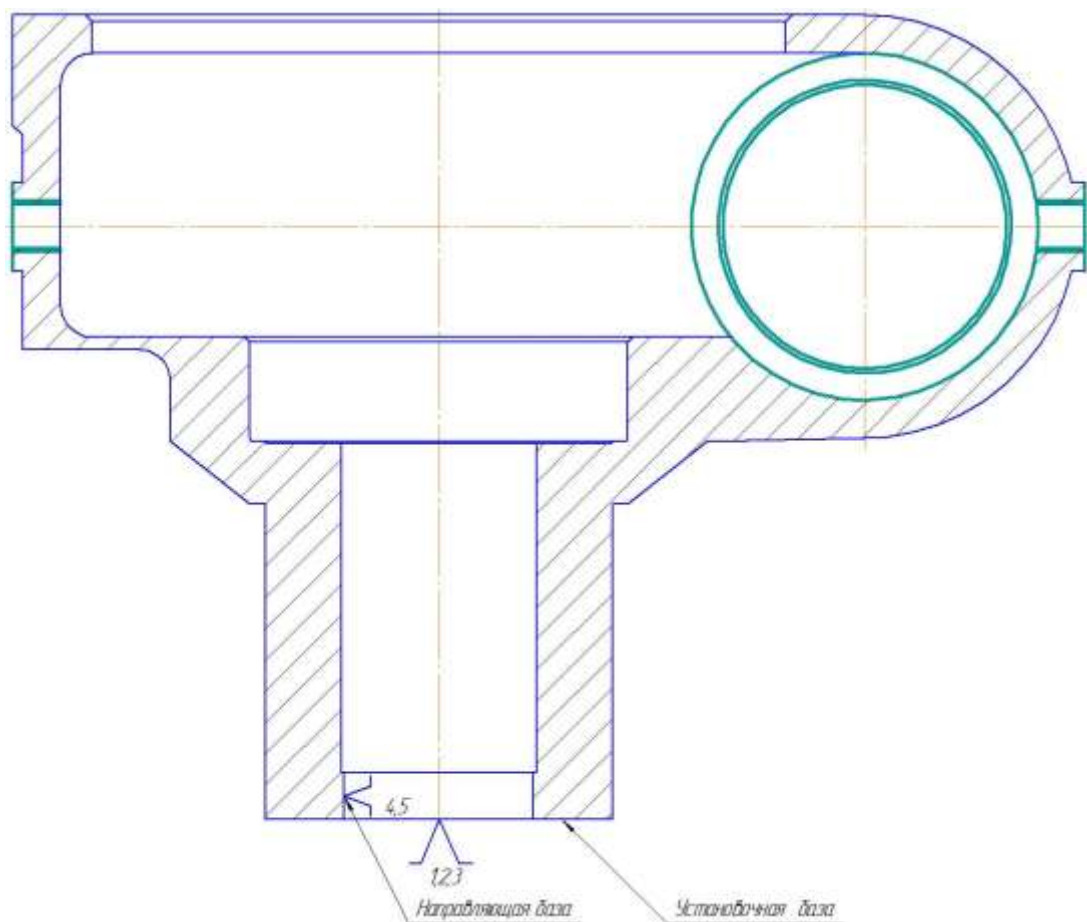


Рисунок 3.1 – Схема базирования

Установочная база – плоскость, лишает заготовку 3-х степеней свободы.
направляющая база – отверстие, лишает заготовку 2-х степеней свободы.
Заготовка лишена 5-ти степеней свободы. Это схема полного базирования.

3.1.2 Проектирование схемы приспособления

Эскиз проектируемого приспособления представлен на рисунке 3.2.

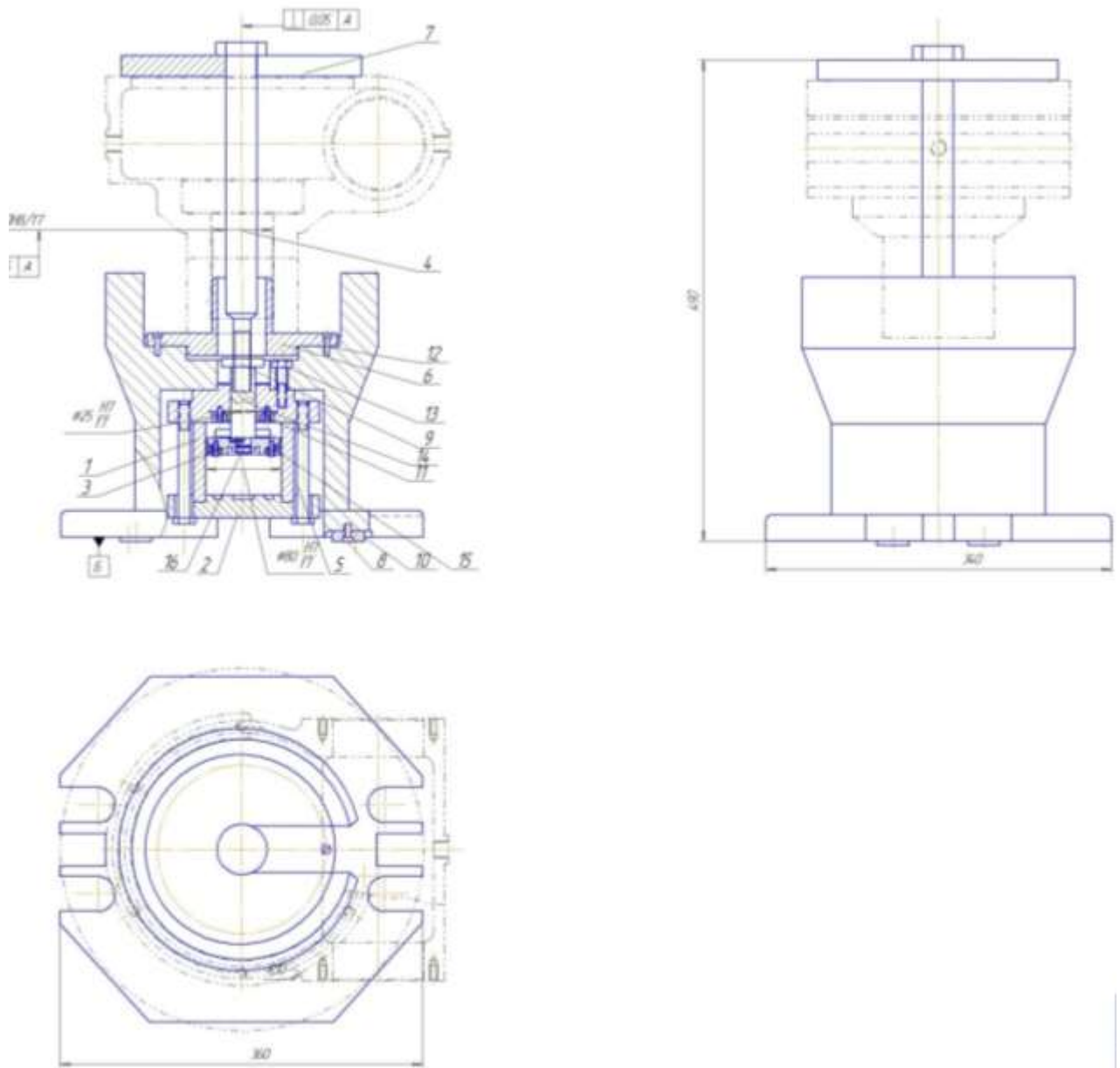


Рисунок 3.2 – Эскиз проектируемого приспособления.

Спроектированное приспособление предназначено для установки заготовки при комплексной обработке детали на операции 020.

Базирование заготовки осуществляется на плоскость (заготовка лишена 3-х степеней свободы), цилиндрическое отверстие (заготовка лишена 2-х степеней свободы), Заготовка лишена 5-ти степеней свободы.

Зажим заготовки осуществляется быстросменной шайбой.

Зажим механизированный осуществляется при помощи гидроцилиндра.

					ЮУрГУ–15.03.05.2021.00416 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		54

Для зажима заготовки масло подается в штоковую полость, поршень движется вниз и происходит зажим заготовки.

Для того чтобы раскрепить заготовку, масло подается в бесштоковую полость, поршень движется вверх и происходит разжим заготовки.

3.1.3 Расчет усилия зажима и выбор параметров зажимного устройства

При фрезеровании торцев фреза будет создавать крутящий момент, который будет стремиться повернуть заготовку в приспособлении.

Для определения крутящего момента нужно определить силу резания.

Т.к. у нас используется режущий инструмент фирмы SECO, то силу резания рассчитываем по формуле из каталога:

$$K_c = \frac{1-0,01 \cdot \gamma_0}{h_m^{m_c}} \cdot K_{c.1.1}; \quad (3.1)$$

где K_c – Сила резания, Н/мм²

$\gamma_0 = 45$ – Эффективный передний угол (передний угол фрезы + передний угол пластины)

h_m – Средняя толщина стружки, мм

$m_c = 0,21$ – Показатель степени

$K_{c.1.1} = 1350$ – Сила резания при толщине стружки 1 мм(Н/мм²)

$$h_m = \frac{360 \cdot f_z \cdot a_e}{\pi \cdot D_c \cdot \omega_e} \sin K; \quad (3.2)$$

где f_z – подача на зуб, мм/зуб; $f_z=0,06$ мм/зуб

a_e – ширина фрезерования; $a_e = 140$ мм

K – угол режущей кромки; $K = 20^\circ$

D_c – диаметр фрезы, мм ; $D_c = 200$ мм

ω_e – угол контакта: $\omega_e = 97^\circ$

$$h_m = \frac{360 \cdot 0,06 \cdot 140}{\pi \cdot 200 \cdot 97} \sin 20 = 0,016 \text{ мм.}$$

$$K_c = \frac{1-0,01 \cdot 45}{0,016^{0,21}} \cdot 1350 = 1820 \text{ Н.}$$

Составляющая силы резания P_z разворачивает заготовку относительно оси детали и, значит, создает момент относительно оси пальца (установки) на расстоянии $l=130$ мм от оси.

					ЮУрГУ–15.03.05.2021.00416 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		55

Удерживают заготовку от поворота моменты сил трения, которые действуют: между заготовкой и быстросъёмной шайбой $F_{мп1}$, между заготовкой и буртиком пальца $F_{мп2}$.

Уравнение моментов сил для определения силы зажима W , удерживающей заготовку от разворота, имеет следующий вид:

$$K \cdot P_z \cdot a = M_{мп1} + M_{мп2} . \quad (3.3)$$

где K - коэффициент запаса закрепления

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

$K_0 = 1,5$ – гарантированный коэффициент запаса

$K_1 = 1,2$ – т.к. черновая обработка

$K_2 = 1,0$ – т.к. материал заготовки – сталь

$K_3 = 1,0$ – т.к. резание не прерывистое

$K_4 = 1,0$ – т.к. цилиндр двойного действия

$K_5 = 1,0$ – т.к. удобное расположение

$K_6 = 1,0$

[1, стр.85]

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,8$$

Принимаем $K = 2,5$

Момент силы трения на кольцевой поверхности заготовки и быстросъёмной шайбы:

$$M_{тр1} = \frac{1}{3} W_1 \frac{d_n^3 - d_b^3}{d_n^2 - d_b^2} f , \quad (3.4)$$

где W_1 - сила зажима заготовки для предотвращения её разворота относительно оси пальца.

d_n и d_b - это границы кольцевой поверхности заготовки, соприкасающейся с быстросъёмной шайбой.

Эти данные берутся непосредственно с окончательного варианта чертежа проектируемого приспособления.

f - коэффициент трения

$f = 0,16$ т.к. поверхность обработана

Момент силы трения на кольцевой поверхности заготовки и поверхности буртика пальца:

$$M_{тр2} = \frac{1}{3} W_1 \frac{D_n^3 - D_b^3}{D_n^2 - D_b^2} f , \quad (3.5)$$

					ЮУрГУ–15.03.05.2021.00416 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		56

где D_H и D_B - это границы кольцевой поверхности обрабатываемой заготовки, которая соприкасается с буртиком установочного пальца. Эти значения берём непосредственно с окончательного варианта чертежа проектируемого приспособления;

Подставляем полученные значения в уравнение для расчёта силы зажима W_1 .

$$K \cdot P_z \cdot l = \frac{1}{3} \cdot W_1 \cdot f \left(\frac{d_H^3 - d_B^3}{d_H^2 - d_B^2} + \frac{D_H^3 - D_B^3}{D_H^2 - D_B^2} \right).$$

Отсюда:

$$W_1 = \frac{3 \cdot K \cdot P_z \cdot l}{\left(\frac{d_H^3 - d_B^3}{d_H^2 - d_B^2} + \frac{D_H^3 - D_B^3}{D_H^2 - D_B^2} \right) \cdot f}.$$

Подставляем известные числовые значения:

$$W_1 = \frac{3 \cdot 2,5 \cdot 1820 \cdot 130}{\left(\frac{240^3 - 220^3}{240^2 - 220^2} + \frac{110^3 - 60^3}{110^2 - 60^2} \right) \cdot 0,16} = 30950 \text{ H}$$

Принципиальная схема приспособления представлена на рисунке 3.3.

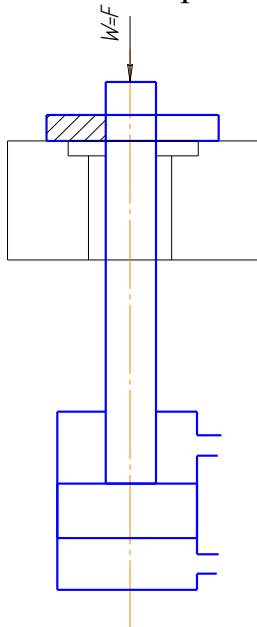


Рисунок 3.3 – Принципиальная схема приспособления

F – тянущая сила

F = W = 30950H

$$F = \frac{\pi}{4} (D_u^2 - d_{um}^2) \cdot P \cdot \eta \quad (\text{Н}) \quad (3.6)$$

Принимаем $d_{шт} = 0,4D_u$

$$F = \frac{3,14}{4} (D_u^2 - 0,16D_u^2) \cdot P \cdot \eta \quad (3.7)$$

$$F = 0,785 \cdot 0,84D_u^2 \cdot P \cdot \eta \quad (3.8)$$

$$D_u = \sqrt{\frac{F}{0,785 \cdot 0,84 \cdot P \cdot \eta}} \quad (3.9)$$

$P = 8 \text{ МПа}$

$\eta = 0,85$

$$D_u = \sqrt{\frac{30950}{0,785 \cdot 0,84 \cdot 8 \cdot 0,85}} = 79 \text{ мм}$$

Принимаем стандартный гидроцилиндр $D_u = 80 \text{ мм}$ [1, стр.228, табл. 7]

3.2 Расчет и проектирование фасочного сверла

Для сверления отверстия $\text{Ø}6,75 \text{ мм}$ по резьбу спроектируем фасочное сверло (рисунок 3.4).

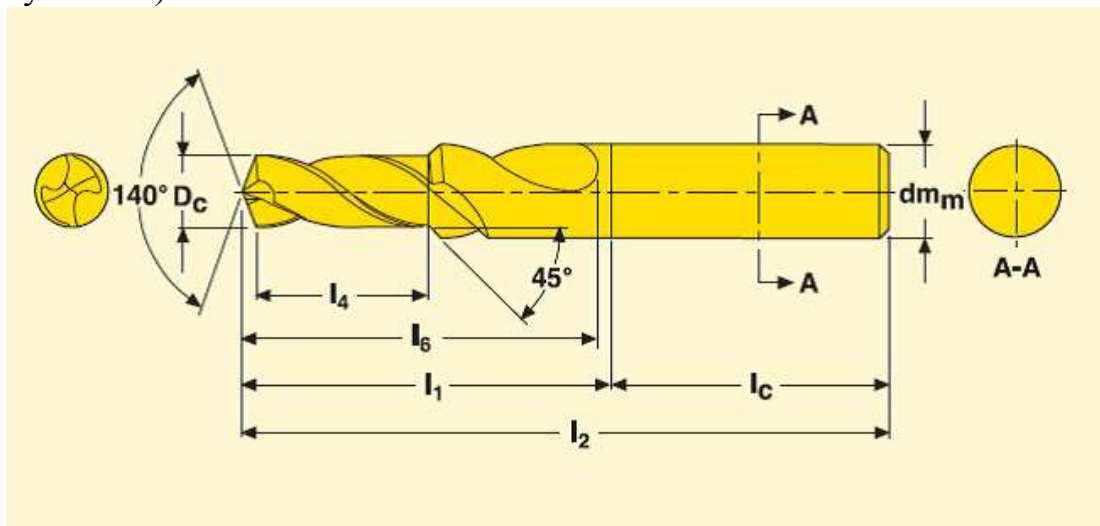


Рисунок 4.1 – Сверло фасочное

Форма режущей части - двухплоскостная с плоской подточкой поперечной кромки.

Длина неподточенной поперечной кромки K практически равна диаметру сердцевины сверла у его вершины и определяется из соотношения:

$$K = 0,18D_0. \quad (3.10)$$

$$K = 0,18 \cdot 6,75 = 1,21 \text{ мм.}$$

Принимаем $K = 1,2$ мм.

Угол наклона поперечной кромки $\psi = 35 \dots 65^\circ$. Уменьшение угла ψ способствует облегчению направления в стружечную канавку сверла стружки, срезаемой поперечной режущей кромки, что вызывает увеличение осевой силы. Принимаем $\psi = 50^\circ$.

Ширина участка подточки:

$$b = (0,6 \dots 1,0)K. \quad (3.11)$$

$$b = (0,6 \dots 1,0) \cdot 1,2 = (0,72 \dots 1,2) \text{ мм.}$$

Принимаем $b = 1$ мм.

Длина подточенной поперечной кромки:

$$K_{\text{п}} = (0,1 \dots 0,2)K. \quad (3.12)$$

$$K_{\text{п}} = (0,1 \dots 0,2) \cdot 1,2 = (0,12 \dots 0,24) \text{ мм.}$$

Принимаем $K_{\text{п}} = 0,2$ мм.

При двухплоскостной заточке задней поверхности задний угол α_{1N} выполняют на фаске шириной:

$$f\alpha = 0,15D_0. \quad (3.13)$$

$$f\alpha = 0,15 \cdot 6,75 = 1,01 \text{ мм.}$$

Принимаем $f\alpha = 1$ мм.

Задний угол $\alpha_{1N} = 12^\circ \dots 20^\circ$ [3, с. 21]. Принимаем $\alpha_{1N} = 12^\circ$.

$\text{tg}\alpha_{1N} = \text{tg}\alpha \cdot \sin\varphi$ [3, с. 16].

$$\text{tg}\alpha = \frac{\text{tg}\alpha_{1N}}{\sin\varphi}. \quad (3.14)$$

					ЮУрГУ–15.03.05.2021.00416 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		59

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{0,2126}{0,8572} = 0,248.$$

$$\alpha = 13,9^{\circ}$$

Принимаем $\alpha = 14^{\circ}$.

Задний угол за фаской α_{2N} принимают равным 30° [4, с. 7].

Угол наклона образующей участка подточки [4, с. 7]:

$$\alpha_{3N} = \alpha_{1N} + 10^{\circ}. \quad (3.15)$$

$$\alpha_{3N} = 12^{\circ} + 10^{\circ} = 22^{\circ}.$$

Угол в плане образующей участка подточки [4, с. 7]:

$$\psi_2 = \psi + 10^{\circ} \quad (3.16)$$

$$\psi_2 = 50^{\circ} + 10^{\circ} = 60^{\circ}$$

Передний угол у спиральных сверл имеет переменное значение по длине главных режущих кромок и зависит от угла ω и d .

Угол наклона винтовой стружечной канавки сверла ω для обработки стали – $25-35^{\circ}$ [1, с. 362]. Принимаем $\omega = 25^{\circ}$.

Для стали, в целях облегчения отвода стружки угол при вершине $2\varphi = 90-140^{\circ}$ [3, с. 21]. Принимаем $2\varphi = 140^{\circ}$.

Вспомогательный угол в плане $\varphi_1 = 0,5...2^{\circ}$ [4, с. 9], который реализуется за счет обратной конусности, необходимой для того, чтобы избежать заклинивания в обрабатываемом отверстии сверла. Принимаем $\varphi_1 = 2^{\circ}$.

Угол наклона режущей кромки $\lambda = 6^{\circ}$.

Эскиз режущей части сверла представлена на рисунке 3.5.

Способы улучшения геометрических параметров данного сверла:

- двухплоскостная заточка
- плоская подточка поперечной кромки.

Зуб и стружечная канавка

Параметры стружечной канавки [1, с. 361]:

Диаметр спинки:

$$D_{сп} = d - 2\Delta. \quad (3.17)$$

где Δ - высота ленточки

$$D_{сп} = 6,75 - 2 \cdot 0,15 = 6,45 \text{ мм.}$$

Принимаем $D_{сп} = 6,7 \text{ мм.}$

					ЮУрГУ–15.03.05.2021.00416 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		60

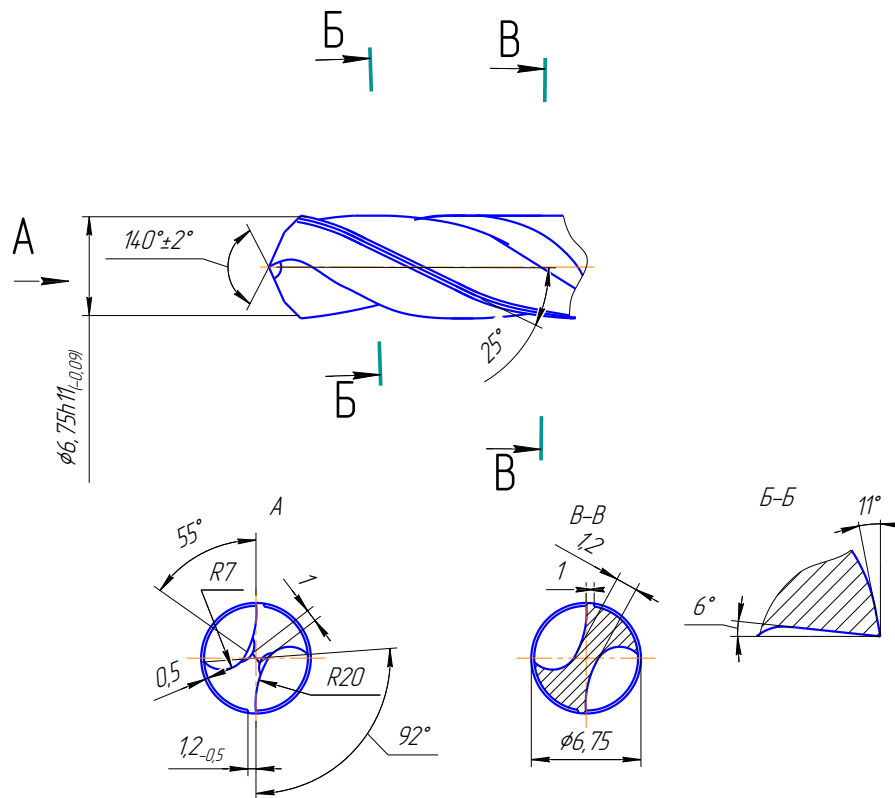


Рисунок 3.5 – Эскиз режущей части

$$R_k = (0,75 \dots 0,9)d. \quad (3.18)$$

$$R_k = (0,75 \dots 0,9) \cdot 6,75 = (5,06 \dots 6,08) \text{ мм.}$$

Принимаем $R_k=6$ мм.

$$r_k = (0,22 \dots 0,28)d \quad (3.19)$$

$$r_k = (0,22 \dots 0,28) \cdot 14 = (3,08 \dots 3,92) \text{ мм.}$$

Принимаем $r_k=3,9$ мм.

Ширина пера [3, с. 21]:

$$B = (0,5 \dots 0,55)d. \quad (3.20)$$

$$B = (0,5 \dots 0,55) \cdot 6,75 = (3,375 \dots 3,713) \text{ мм.}$$

Принимаем $B = 3,5$ мм.

Длина стружечной канавки [4, с.8]:

$$L_k = L + L_z + L_p + L_n, \quad (3.21)$$

где L – длина обрабатываемого отверстия: $L=16$ мм;

L_z – дополнительная длина рабочей части сверла с учетом переточек, для сверл точного исполнения [4, с.8]:

$$L_z = 1,5D_o. \quad (3.22)$$

$$L_z = 1,5 \cdot 6,75 = 10 \text{ мм.}$$

L_p - величина перебега сверла при обработке сквозного отверстия [4, с.8]:

$$L_p = 0,5D_o \operatorname{ctg} \varphi + 0,2D_o. \quad (3.23)$$

$$L_p = 0,5 \cdot 6,75 \cdot \operatorname{ctg} 59^\circ + 0,2 \cdot 6,75 = 3,3 \text{ мм.}$$

Принимаем $L_p = 3$ мм.

L_n – величина недобега максимально сточенного сверла для обеспечения выхода стружки из стружечной канавки [4, с.8]:

$$L_n = 0,5D_o. \quad (3.24)$$

$$L_n = 0,5 \cdot 6,75 = 3 \text{ мм.}$$

$$L_k = 16 + 10 + 3 + 3 = 33 \text{ мм.}$$

Для обеспечения максимальной жесткости сверла, выбираем ближайшее большее стандартное значение длины стружечной канавки [4, с.9, табл.3].

$L_k=35$ мм – сверло короткой серии

Центрирующая направляющая часть.

С целью снижения трения сверла о поверхность обрабатываемого отверстия диаметр рабочей части выполняют с обратной конусностью, равной 0,03...0,08 мм на 100 мм длины рабочей части [1, с. 361]. Принимаем 0,05 мм.

Ширина ленточки:

$$f_{0\max} = (0,32 \dots 0,45) \sqrt{d}. \quad (3.25)$$

					ЮУрГУ–15.03.05.2021.00416 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		62

$$f_{0\max} = (0,32 \dots 0,45) \cdot \sqrt{6,75} = (0,83 \dots 1,17) \text{ мм.}$$

Принимаем $f_{0\max} = 1,0$ мм.

Высота ленточки:

$\Delta = 0,1 \dots 0,15$ мм [1, с. 361] - для сверл с вышлифованным профилем.

Принимаем $\Delta = 0,15$ мм.

Эскиз зуба и стружечной канавки представлены на рисунке 3.6.

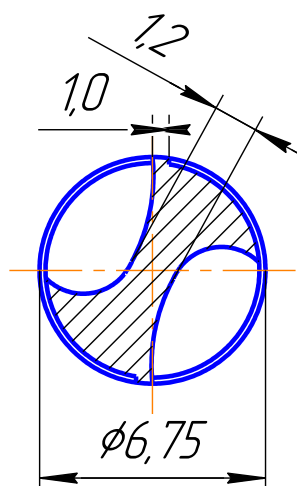


Рисунок 3.6 – Эскиз зуба и стружечной канавки

3.3 Описание работы контрольного приспособления

В проектном технологическом процессе спроектируем приспособление для отклонений от перпендикулярности торцов относительно центрального отверстия (рисунок 3.7).

Оправка устанавливается в отверстие при помощи втулок. Приспособление центрируют в отверстии детали, индикатор устанавливают на нуль. Затем поворачивают оправку вокруг оси на 360° .

Приспособление предназначено для контроля отклонений от перпендикулярности оси отверстия к плоскости.

Состоит из корпуса, центров, оправки и индикатора.

Работа приспособления осуществляется в несколько этапов:

- 1) Деталь устанавливается на оправку.
- 2) На оправку приспособления устанавливается индикатор и оправка прижимается центром.
- 3) Оправка приспособления вращается вместе с индикатором.
- 4) Отклонение от перпендикулярности оси отверстия к торцевой плоскости на диаметре D - разность показаний индикатора при вращении его относительно оси отверстия (см. рисунок 3.7)

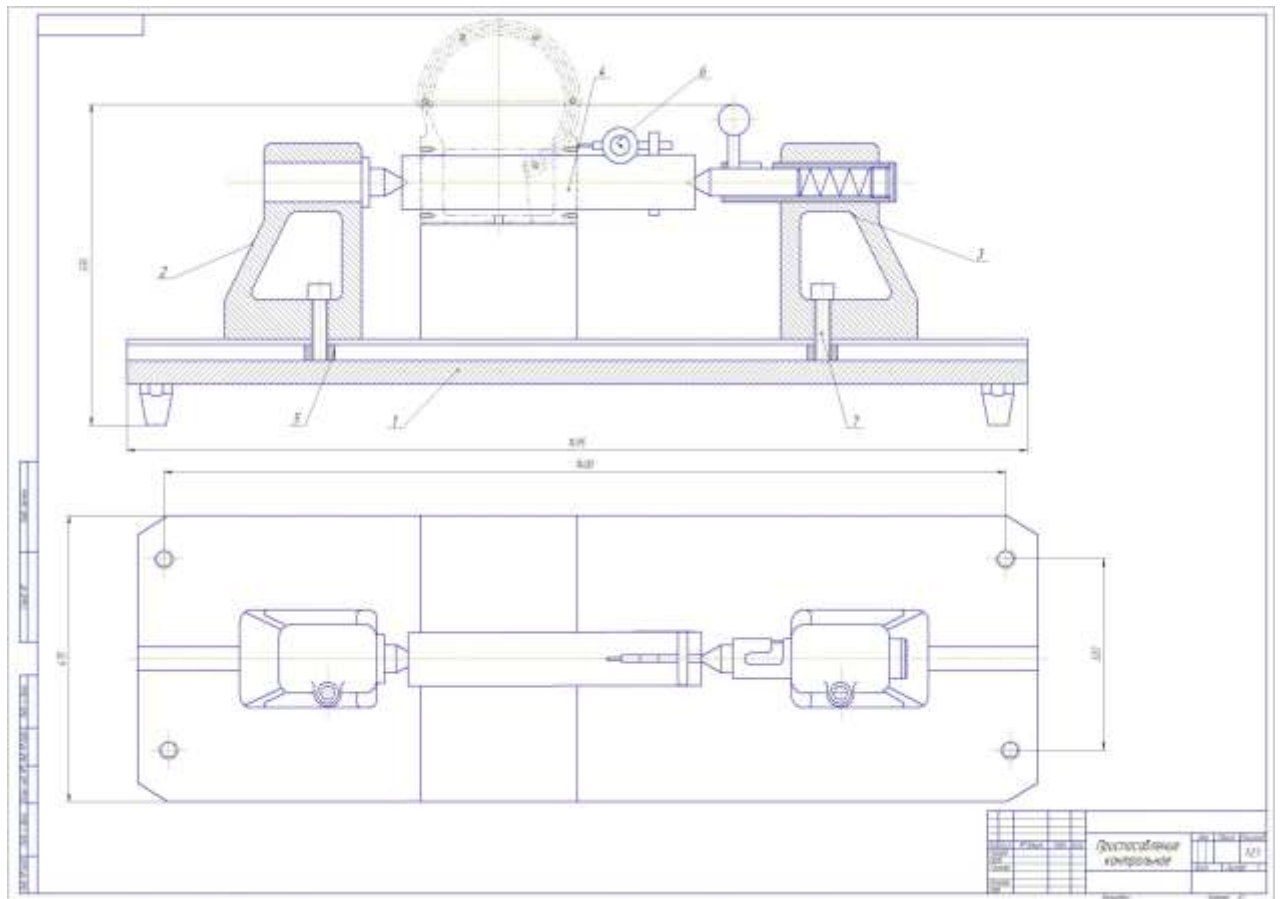


Рисунок 3.7 – Эскиз контрольного приспособления

Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата

ЮУрГУ–15.03.05.2021.00416 ПЗ ВКР

Лист

64

4 ПЛАНИРОВКА УЧАСТКА

4.1 Разработка планировки и описание работы участка механической обработки

4.1.1 Определение количества оборудования

Эффективный годовой фонд времени работы оборудования, который рассчитывается по формуле

$$\Phi_{эф} = D \cdot P \cdot d \cdot \left(1 - \frac{\alpha}{100}\right), \text{ час,} \quad (4.1)$$

где D – число рабочих дней в году (247 дня);

P – продолжительность смены (8 часов);

d – режим работы;

α – потери на ремонт оборудования (5...10%).

$$\Phi_{эф} = 251 \cdot 8 \cdot 2 \cdot \left(1 - \frac{10}{100}\right) = 3614,4 \text{ ч.}$$

Расчет потребного количества оборудования Производится по каждому типу оборудования по формуле

$$K_{ст.р.} = \frac{t_{шт.} \cdot N}{K_v \cdot \Phi_{эф}}, \text{ шт.} \quad (4.2)$$

где $K_{ст.р.}$ – расчетное количество станков, которое округляется до ближайшего целого, шт,

N – программа выпуска изделий, шт

$t_{шт.}$ – штучное время в часах

K_v – коэффициент выполнения норм, принимается в пределах 1,05-1,25.

Операция 010 – Комплексная на ОЦ с ЧПУ (Токарно-фрезерный ОЦ с ЧПУ 1728С).

$$K_{ст.р1} = \frac{0,1 \cdot 5000}{1,05 \cdot 3614,4} = 0,13 \text{ шт.}$$

Принимаем $K_{ст.р1} = 1$ шт.

					ЮУрГУ–15.03.05.2021.00416 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		65

Операция 015 – Комплексная на ОЦ с ЧПУ (Горизонтальный фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ - Victor Vcenter-H400).

$$K_{ст.р2} = \frac{0,19 \cdot 5000}{1,05 \cdot 3614,4} = 0,25 \text{ шт.}$$

Принимаем $K_{ст.пр2} = 1$ шт.

Операция 020 – Комплексная на ОЦ с ЧПУ (Горизонтальный фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ Victor Vcenter-H400).

$$K_{ст.р3} = \frac{0,3 \cdot 5000}{1,05 \cdot 3614,4} = 0,4 \text{ шт.}$$

Принимаем $K_{ст.пр3} = 1$ шт.

Моечная (Очистная машина СА-1000).

$$K_{ст.р4} = \frac{0,01 \cdot 5000}{1,05 \cdot 3614,4} = 0,01 \text{ шт.}$$

Принимаем $K_{ст.пр4} = 1$ шт.

Контрольно-измерительная (контрольно-измерительная машина Moga Primus).

$$K_{ст.р5} = \frac{0,02 \cdot 5000}{1,05 \cdot 3614,4} = 0,03 \text{ шт.}$$

Принимаем $K_{ст.пр5} = 1$ шт.

Расчет коэффициента загрузки:

$$K_{загрузки} = \frac{K_{ст.р}}{K_{ст.пр}} \cdot 100\% . \quad (4.3)$$

Операция 010 – Комплексная на ОЦ с ЧПУ (Токарно-фрезерный ОЦ с ЧПУ 1728С):

$$K_{з.см1} = \frac{0,13}{1} \cdot 100\% = 13\% .$$

					ЮУрГУ–15.03.05.2021.00416 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		66

Операция 015 – Комплексная на ОЦ с ЧПУ (Горизонтальный фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ Victor Vcenter-H400):

$$K_{з.см2} = \frac{0,25}{1} \cdot 100\% = 25\% .$$

Операция 020 – Комплексная на ОЦ с ЧПУ (Горизонтальный фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ Victor Vcenter-H400).

$$K_{з.см3} = \frac{0,4}{1} \cdot 100\% = 40\% .$$

Моечная (Очистная машина СА-1000).

$$K_{з.см4} = \frac{0,01}{1} \cdot 100\% = 1\% .$$

Контрольно-измерительная (Координатно-измерительная машина Moга Primus).

$$K_{з.см5} = \frac{0,3}{1} \cdot 100\% = 3\% .$$

Так как операции 015 и 020 выполняются на одностаночном оборудовании, то их будем производить на 1 станке, тогда коэффициент загрузки станка составит 65%.

Расчет среднего коэффициента загрузки:

$$k_{з.ср.} = \frac{(k_{з.см1} \cdot n) + (k_{з.см2} \cdot n) + (k_{з.см3} \cdot n) + (k_n \cdot n)}{\sum n} \quad (4.4)$$

$$k_{з.ср.} = \frac{13 \cdot 1 + 65 \cdot 1 + 1 \cdot 1 + 3 \cdot 1}{4} = 20,5\% .$$

Расчет объема работы в нормо-часах:

$$V_{нч.} = t_{ум} \cdot N; \quad (4.5)$$

$$V_{нч1} = 0,13 \cdot 5000 = 650 \text{ н/час.}$$

					ЮУрГУ–15.03.05.2021.00416 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		67

$$V_{нч2,3} = 0,65 \cdot 5000 = 3250 \text{ н/час.}$$

$$V_{нч4} = 0,01 \cdot 5000 = 50 \text{ н/час.}$$

$$V_{нч5} = 0,03 \cdot 5000 = 150 \text{ н/час.}$$

Проектный вариант: 2 станка, моечная машина и координатно – измерительная машина.

Базовый вариант предусматривал обработку 14 универсальных станках.

4.1.2 Определение численности основных производственных рабочих

К основным производственным рабочим относятся рабочие, которые участвуют в технологическом процессе по изготовлению основной продукции.

Для определения численности основных рабочих необходимо установить, сколько в среднем часов в году работает один рабочий, то есть определить фонд эффективного времени. Составляется баланс рабочего времени (таблица 4.1).

Таблица 4.1 – Баланс рабочего времени одного рабочего

№ п/п	Состав рабочего времени	Дни	Часы
1	Календарные дни	365	-
2	Выходные дни	104	-
3	Праздничные дни	10	-
4	Предпраздничные часы	-	8
	Количество рабочего времени: (365-104-10)·8-8	254	2000
5	Невыходы на работу: а) очередные и дополнительные отпуска б) отпуска в связи с беременностью и родами в) выполнение гос. обязанностей г) по болезни	17 0,8 0,3 3,3	
Итого		21,4	171
6	Потери внутри работы: а) сокращенный рабочий день б) перерывы на кормление	- -	14 8
Итого			22
7	Эффективный фонд рабочего времени (часов): 2000-(171+22)		1807

Численность рабочих сдельщиков определяются по формуле:

$$Ч_p = \frac{T_{шт} \cdot N}{\Phi_{эф} \cdot K_b}, \text{ чел.} \quad (4.6)$$

где $Ч_p$ – расчетная численность основных рабочих;
 $T_{шт}$ – норма штучного времени на операцию (час);
 N – годовая программа выпуска;
 K_v – коэффициент выполнения норм (1,1÷1,25);
 $\Phi_{эф}$ – эффективный фонд времени работы одного рабочего.

Проектный вариант:

$$Ч_{p1} = \frac{0,13 \cdot 5000}{1807 \cdot 1,1} = 0,33 \text{ чел.}$$

Принимаем:

$$Ч_{np1} = 1 \text{ чел.}$$

$$Ч_{p2,3} = \frac{0,65 \cdot 5000}{1807 \cdot 1,1} = 1,64 \text{ чел.}$$

Принимаем:

$$Ч_{np2,3} = 2 \text{ чел.}$$

$$Ч_{p4} = \frac{0,01 \cdot 5000}{1807 \cdot 1,1} = 0,03 \text{ чел.}$$

$$Ч_{p5} = \frac{0,03 \cdot 5000}{1807 \cdot 1,1} = 0,09 \text{ чел.}$$

Принимаем одного человека для контрольной и моечной операции.

Коэффициент занятости определяется по формуле:

$$K_{зан.раб.} = \frac{Ч_p}{Ч_{np}} \cdot 100\% \quad (4.7)$$

$$K_{зан.np1} = \frac{0,33}{1} \cdot 100\% = 33\% .$$

$$K_{зан.np2,3} = \frac{1,64}{2} \cdot 100\% = 82\% .$$

$$K_{зан.np4,5} = \frac{0,03+0,09}{1} \cdot 100\% = 12\% .$$

Расчет численности основных рабочих сведен в таблицу 4.2.

					ЮУрГУ–15.03.05.2021.00416 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		69

Таблица 4.2 – Расчет численности основных рабочих

№ п/п	Наименование профессии	Объем работы в н/часах	Планир. выработка	Объем работы в чел/час	Эффектив. фонд времени	Численность рабочих		Занятость
						Расчет.	Принят	
1	Оператор	650	1,1	596,31	1807	0,33	1	33
2	Оператор	3250	1,1	2963,48	1807	1,64	2	82
3	Оператор	200	1,1	216,84	1807	0,12	1	12
ИТОГО:		4100	1,1	3776,63	1807	2,09	4	31,75

4.1.3 Расчет численности вспомогательных рабочих

К вспомогательным рабочим относятся рабочие, занятые обслуживанием основного производства и способствующие труду основных рабочих. Их численность определяется по трудоемкости работ, по местам и нормам обслуживания.

По рабочим местам можно определить численность кладовщиков, транспортных рабочих контролеров и др.

По нормам обслуживания – численность дежурных слесарей, электромонтеров. Численность вспомогательных рабочих рассчитывается укрупнено по нормативам. Количество основных рабочих на проектируемом участке составляет до 200 человек следовательно необходимо принять количество вспомогательных рабочих, которое приведено в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Расчет численности вспомогательных рабочих

Профессия	Расчетная единица		Норма обслужив.	Численность рабочих		Тарифный разряд
	Наименов.	Кол-во		Расчет.	Принят.	
Наладчик оборудования	Кол-во обслуж. станков	2	7	0,29	1	4
Уборщик	Производ. Площади	180	250	0,72	1	2
Транспортные рабочие	Основные рабочие	4	25	0,16	1	3
Кладовщики и раздатчики инструментов	Основные рабочие	4	20	0,20	1	3
Контролёр	Основные рабочие	4	25	0,16	1	4

Численность руководителей, специалистов и служащих определяется по штатному расписанию.

Все расчеты по численности работающих сводятся в таблицу 4.4.

Мастер–1 чел.

Экономист–1 чел.

Таблица 4.4 – Численность работающих на участке

Категория работающих	Численность
Основные рабочие	4
Вспомогательные рабочие	5
Служащие	1
Руководители	1
Итого	11

4.1.4 Определение площади производственного участка

Производственная площадь участка определяем в зависимости от габаритов станка по показателям удельной площади, приходящейся на единицу оборудования:

для малых станков: 10 ... 12 м²

для средних станков: 15 ... 25 м²

для больших станков: 25 ... 30 м²

для особо крупных: 70...200 м² на один станок.

Помимо основного оборудования на участке имеются вспомогательное:

- моечная машина, удельная площадь которой составляет $U_c = 8\text{ м}^2$.

- координатно-измерительная машина, удельная площадь которой составляет $U_c = 8\text{ м}^2$.

Расчитанные площади, занимаемые всеми видами оборудования, сводим в таблицу 4.5.

Таблица 4.5 – Производственные площади, занимаемые всеми видами оборудования

Наименование оборудования	Площадь станка, м ²	Кол.	Удельная площадь, м ²	Площадь, занимаемая оборудованием, $S_{об}$ м ²
Токарно-фрезерный ОЦ с ЧПУ 1718С	13,75	1	25...30	30
Горизонтальный фрезерный ОЦ с ЧПУ Victor Vcenter-N400	13,73	1	25...30	30
Координатно-измерительная машина Moga Primus	4,32	3	15...25	20
Моечная машина СА-1000	4,5	1	15...25	20
				100

4.1.5 Определение площадей вспомогательных, административно-служебных помещений, цехового склада, инструментально-раздаточной кладовой

Рассчитываем площадь вспомогательных помещений. Эта площадь принимается в размере 25 – 35% от производственной площади.

$$F_{\text{всп}} = 0,35 \cdot F_{\text{пр}} = 0,35 \cdot 100 = 35 \text{ м}^2.$$

Рассчитываем площадь конторских и бытовых помещений. Эта площадь принимается в размере 25 – 30% от производственной площади.

$$F_{\text{к.и.б}} = 0,3 \cdot F_{\text{пр}} = 0,3 \cdot 100 = 30 \text{ м}^2.$$

При определении объема зданий их высота принимается равной:

- а) для производственных и вспомогательных помещений.....10 м
- б) для бытовых.....3 м

$$V_{\text{пр+всп}} = (100 + 35) \cdot 10 = 1350 \text{ м}^3.$$

$$V_{\text{к.и.б}} = 30 \cdot 3 = 90 \text{ м}^3.$$

Расчёт площади мест под складирование ведём согласно рекомендациям (ОНТП 14-93. Нормы технологического проектирования предприятий машиностроения, приборостроения и металлообработки; ОНТП 01-86.

Общесоюзные нормы технологического проектирования складов тарноштучных и длинномерных грузов).

Определим площадь места под складирование заготовок:

$$S_{\text{скз}} = \frac{A \cdot Q}{q \cdot K \cdot M}, \quad (4.8)$$

где A - нормальное время хранения на складе грузов в календарных днях

($A = 6$ дней);

M - количество рабочих дней в году ($M = 251$ день),

K - коэффициент использования площади склада ($K = 0,5$),

Q - масса заготовок обрабатываемых в течении года, т:

$$Q = M_3 \cdot m = 22,5 \cdot 5000 = 112,5 \text{ т},$$

где M_3 - масса одной заготовки (22,5 кг),

					ЮУрГУ–15.03.05.2021.00416 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		72

m - годовая производственная программа ($m = 5000$ шт.);

$$q = q_3 \cdot k_n = 0,45 \cdot 0,9 = 0,405 \text{ т/м}^2 ,$$

где q - допустимая средняя грузонапряжённость площади склада,

k_n - поправочный коэффициент при среднесерийном производстве ($k_n = 0,9$),

q_3 - допустимая средняя грузонапряжённость площади склада при хранении заготовок:

$$q_3 = q_{\text{маб}} \cdot H_{\text{скл}} = 0,45 \cdot 1 = 0,45 \text{ т/м}^2 ,$$

где $q_{\text{маб}}$ - распределённая поверхностная нагрузка при высоте 1 м

($q_{\text{маб}} = 0,45 \text{ т/м}^2$),

$H_{\text{скл}}$ - высота складирования (1 м).

$$S_{\text{СКЗ}} = \frac{A \cdot Q}{q \cdot K \cdot M} = \frac{6 \cdot 112,5}{0,405 \cdot 0,5 \cdot 251} = 13,28 \text{ м}^2 .$$

Определим площадь места под промежуточное складирование:

$$S_{\text{СКП}} = \frac{A \cdot Q}{q \cdot K \cdot M} , \quad (4.9)$$

где A - нормальное время хранения на складе грузов в календарных днях ($A = 6$ дней);

M - количество рабочих дней в году ($M = 251$ день),

K - коэффициент использования площади склада ($K = 0,3$),

Q - масса деталей обрабатываемых в течении года, т:

$$Q = M_d \cdot m = 18 \cdot 5000 = 90 \text{ т} ,$$

где M_d - масса одной детали (18 кг),

m - годовая производственная программа ($m = 5000$ шт.);

$$q = q_3 \cdot k_n = 0,3 \cdot 0,9 = 0,27 \text{ т/м}^2 ,$$

где q - допустимая средняя грузонапряжённость площади склада,

k_n - поправочный коэффициент при среднесерийном производстве ($k_n = 0,9$),

q_d - допустимая средняя грузонапряжённость площади склада при хранении деталей:

					ЮУрГУ–15.03.05.2021.00416 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		73

$$q_d = q_{\text{табл}} \cdot H_{\text{скл}} = 0,3 \cdot 1 = 0,3 \text{ т/м}^2,$$

где $q_{\text{табл}}$ - распределённая поверхностная нагрузка при высоте 1 м ($q_{\text{табл}} = 0,3 \text{ т/м}^2$),
 $H_{\text{скл}}$ - высота складирования 1 м).

$$S_{\text{скл}} = \frac{A \cdot Q}{q \cdot K \cdot M} = \frac{5 \cdot 90}{0,27 \cdot 0,5 \cdot 251} = 13,28 \text{ м}^2.$$

Инструментально-раздаточная кладовая (ИРК) служит для снабжения рабочих мест (станочников, контролеров и слесарей) инструментом и приспособлениями. Площадь ИРК определяем по числу обслуживаемых производственных металлорежущих станков. Исходя из типа производства и габаритов оборудования площадь ИРК на один станок принимается равной $0,8 \text{ м}^2$, а площадь приспособлений на один производственный станок – $0,7 \text{ м}^2$. Следовательно, общая площадь ИРК равна $(0,8+0,7) \cdot 3 = 4,5 \text{ м}^2$. Эта площадь участка входит в площадь ИРК цеха.

Площадь контрольного отделения определяется по числу контролеров. На одного контролера укрупнено принимается $5 - 6 \text{ м}^2$ площади, плюс площадь под крупногабаритной инвентарь (при необходимости). Так как необходимость в крупногабаритном инвентаре нет, то площадь контрольного отделения принимаем:

$$S_k = 1 \cdot 5 = 5 \text{ м}^2.$$

4.1.6 Планировка оборудования

Для перемещения заготовки от станка к станку будет использоваться промышленный робот (ПР).

Промышленные роботы находят все более широкое применение на участках с опасными, вредными для здоровья, тяжелыми или монотонными условиями труда.

Одно из главных преимуществ ПР – возможность быстрой переналадки для выполнения задач, различающихся последовательностью и характером манипуляционных действий.

Основные предпосылки расширения применения ПР следующие :

- повышение качества продукции и объемов ее выпуска;
- интенсификация существующих и стимулирование создания новых высокоскоростных процессов и оборудования;
- изменение условий труда работающих путем освобождения от монотонного, тяжелого труда.

В нашем случае обработка выполняется на фрезерных ОЦ с ЧПУ

Как и при выборе станков, целесообразность применения того или иного ПР в производственных условиях определяется с учетом ряда требований:

					ЮУрГУ–15.03.05.2021.00416 ПЗ ВКР	Лист
						74
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		

1) Соответствие грузоподъемности ПР массе объекта манипулирования. С учетом массы захватного устройства грузоподъемность робота должна превышать массу объекта не менее чем на 10 – 20 %.

2) Соответствие технологических возможностей ПР (во многом определяемых видом системы управления), содержанию необходимых манипуляций с объектом.

3) Соответствие числа степеней подвижности ПР минимально необходимому их числу для выполнения требуемых операций. Обычно число степеней подвижности – 2 – 4, если на робот не накладывают дополнительных функций. Число степеней подвижности определяется содержанием манипуляционных действий, размерами и расположением рабочих зон обслуживаемого оборудования и его количеством, а также рядом других факторов.

4) Соответствие размеров рабочей зоны ПР размерам, форме и расположению рабочих зон обслуживаемого оборудования.

5) Соответствие скоростей перемещения рабочих органов ПР требуемой производительности процесса; соответствие погрешности позиционирования ПР требованиям по точности выполнения основных или вспомогательных операций.

6) Простота цикла переналадки, конструктивной и программной стыковки с другими подсистемами ГПС, надежность, экономичность.

Для обработки данной заготовки с учетом массы захватного устройства, выбираем ПР с позиционной системой управления модели М7-10iC/L20, обладающий суммарной грузоподъемностью 70 кг (рисунок 4.1). Данный комплекс предназначен для комбинированной обработки деталей массой до 70 кг в условиях серийного и среднесерийного производства. ПР в составе комплекса выполняет операции загрузки и выгрузки станков заготовками.

Техническая характеристика робота представлена в таблице 4.6.

Таблица 4.6- Техническая характеристика промышленного робота

	Радиус действия	Полезная нагрузка
М	3123мм	70 кг

Параметры движения осей

Оси	Рабочий диапазон	Максимальная скорость
Ось 1	360°	180°/с
Ось 2	225°	180°/с
Ось 3	434°	180°/с
Ось 4	400°	400°/с
Ось5	380°	430°/с
Ось 6	720°	630°/с

Роботы серии M-710



Максимальная нагрузка на кисть:
70 кг



Максимальная досягаемость:
3123 мм

Модельный ряд роботов:

M-710iC/12L, /20L	Длинная рука
M-710iC/45M	Высокая инерция
M-710iC/50S	Короткая рука
M-710iC/50H	5 осей
M-710iC/50, /70	Стандартная модель
M-710iC/50E	Смещенное запястье
M-710iC/50T, /70T	Портальный робот

Рисунок 4.1 – Промышленный робот

Серия роботов FANUC M-710iC разработана для работы с грузами среднего веса от 20 до 70 кг. Компактное запястье и кисть, жесткая конструкция руки и узкая база робота делают его незаменимым для широкого ряда операций.

Роботы FANUC серии M-710iC могут применяться для выполнения следующих задач:

- Паллетизация и депаллетизация
- Упаковка продукции
- Сортировка и отбраковка продукции
- Переработка и обработка пищевых продуктов
- Дуговая и точечная сварка
- Плазменная резка
- Лазерная резка и сварка
- Гидроабразивная резка
- Полировка, зачистка, снятие заусенцев, шлифовка
- Загрузка станков и перемещение заготовок
- Обслуживание производственных линий
- Фрезерование и сверление
- Обслуживание литейных машин
- Обслуживание прессов
- Сборка
- Нанесение клея и герметиков.

Рабочая зона станка представлена на рисунке 4.2.

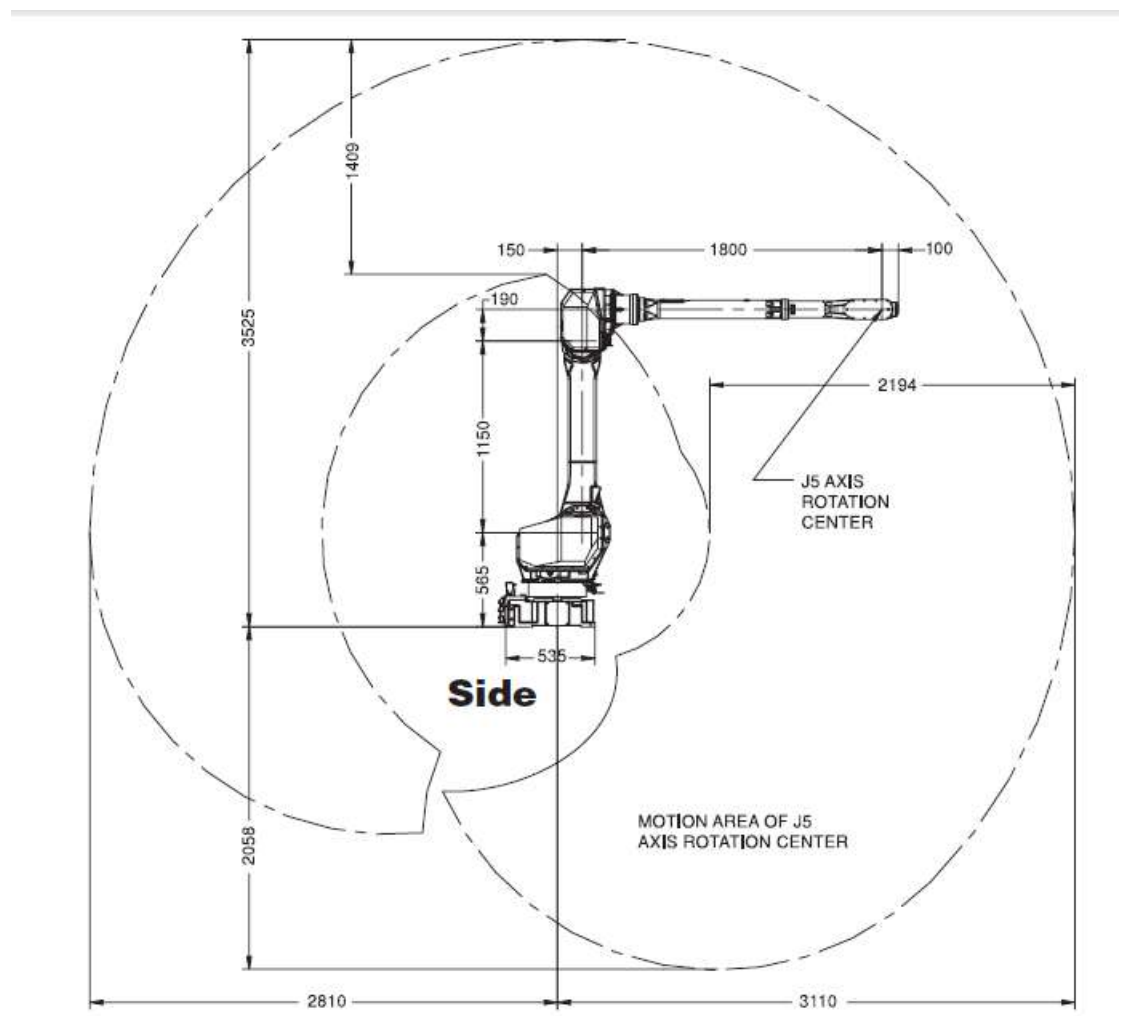


Рисунок 4.2 –Рабочая зона станка

В состав комплекса роботизированного технологического комплекса входят: 2 станка с ЧПУ, промышленный робот FANUC M-710iC, моечная машина и КИМ.

Принятое решение по выбору системы и средств уборки стружки основано на расчете годового количества стружки, образующейся на 1 м^2 производственного участка

$$m_c = m_3 - m_d = 22,5 - 18 = 4,5 \text{ кг}$$

где m_3 – масса заготовки

m_d – масса детали

Масса стружки в зависимости от годового выпуска

$$\sum m_c = m_c \cdot N = 2 \cdot 5000 = 10 \text{ т.}$$

Удельная площадь участка

$$S_{уд} = n_{ст} \cdot 35 \text{ м}^2 \quad (4.10)$$

где $n_{ст}$ – количество станков в линии,

35 м^2 -норма производственной площади на один металлорежущий станок [Мельников Г.Н., Вороненко В.П. Проектирование механосборочных цехов. – М.: Машиностроение, 1990. – 351 с.];

$$S_{уд} = 35 \cdot 2 = 70 \text{ м}^2$$

Количество стружки на 1 м^2 составляет

$$\frac{\sum m_c}{S_{yc}} = \frac{10}{70} = 0,14 \text{ т/м}^2.$$

Создаем систему линейных и магистральных конвейеров, которые транспортируют стружку на накопительную площадку или бункерную эстакаду, расположенную за пределами цеха для погрузки в автосамосвалы [24, с.351].

Линейные конвейеры размещают в каналах глубиной 600 – 700 мм.

При размещении станков участков необходимо группировать линии по видам обрабатываемых материалов, располагая линейные конвейеры с тыльной стороны линий. При этом один конвейер обслуживает две технологические линии. Учитывая сложность транспортирования витой стружки, целесообразно приближать участки с оборудованием, на котором образуется витая стружка, к отделению переработки стружки.

4.1.7 Выбор типа, формы и определение размеров здания

Для размещения проектируемого участка принимаем одноэтажное здание, средний пролет с сеткой колон 24х6.

Высота до головки подкранового рельса (м) рассчитывается по формуле [21]

$$H_k = 3460 + 1800 + 1900 + 2100 = 9260 \text{ мм.}$$

где h_1 – максимальная высота оборудования, $h_1 = 3460$ мм;

h_2 – минимальное расстояние между оборудованием и перемещаемым грузом, $h_2 = 1800$ мм;

h_3 – высота транспортируемых грузов, $h_3 = 1900$ мм;

h_4 – высота крана, $h_4 = 2100$ мм;

Расчетное значение корректируется до ближайшего стандартного. Принимаем $H_k = 9,65$ м. В зависимости от величины H_k принимаем высоту пролета $H = 12,6$ м (рисунок 4.3).

					ЮУрГУ–15.03.05.2021.00416 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		78

Длину станочных участков и линий из соображений пожарной безопасности принимаем в пределах 32 м, а между ними предусматривают магистральные (пожарные) проезды шириной 4,5 м.

Оборудование участка (цеха) в основном устанавливают непосредственно на полу. Поэтому полы в цехах представляют собой многослойную конструкцию, включающую утрамбованный грунт, надёжную бетонную подготовку толщиной 200...300 мм, песчано-цементную стяжку для выравнивания, слой гидроизоляции, а также покрытие пола. Хорошим покрытием полов являются плитки из мраморной крошки (рисунок 4.4).

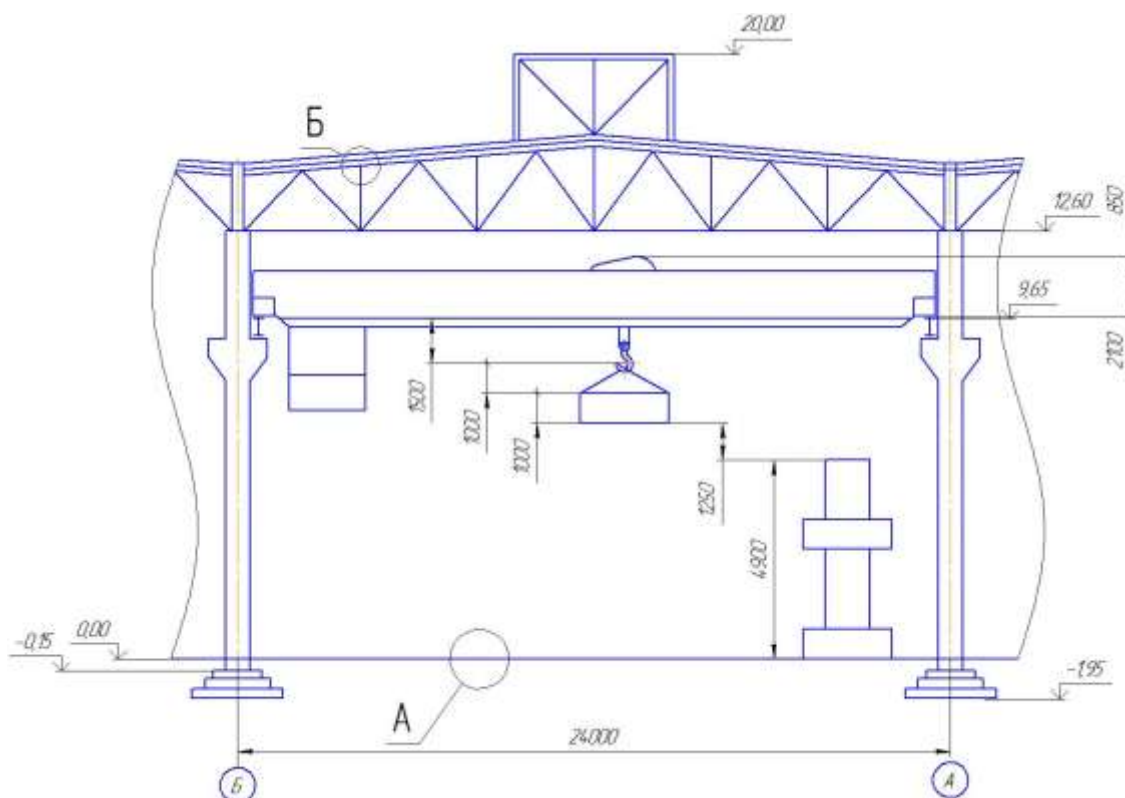


Рисунок 4.3 – Разрез здания

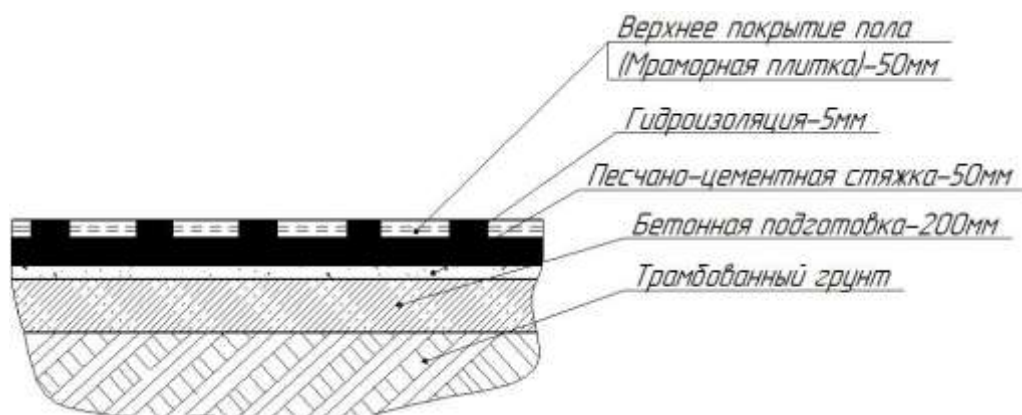


Рисунок 4.4 – Конструкция пола

На главных магистральных проездах применяют чугунные или бетонные плитки, причём чугунные более прочны. Покрытие выбирают в зависимости от конкретных условий эксплуатации, учитывая его химическую стойкость, т.е. влияние на него рабочих жидкостей – воды, минерального масла и эмульсии, щелочных растворов, бензина, керосина и др., а также водонепроницаемость и водостойкость, истираемость, бесшумность.

Кровля является ограждающим покрытием строений и для машиностроительных цехов является утеплённой и многослойной (рисунок 4.5).

Кровля производственных зданий состоит из сборных настилов, укладываемым по балкам или фермам. Наибольшее распространение получили железобетонные плиты, применяемые как в неотапливаемых, так и в отапливаемых помещениях. Несущий настил, при шаге стропильных конструкций в 6 м, выполняется из унифицированных железобетонных плит с размерами 1,5×6 м и 3×6 м и высотой рёбер 0,3 м с напряжённым или ненапряжённым армированием, а также из легкобетонных плит шириной 1,5 м.

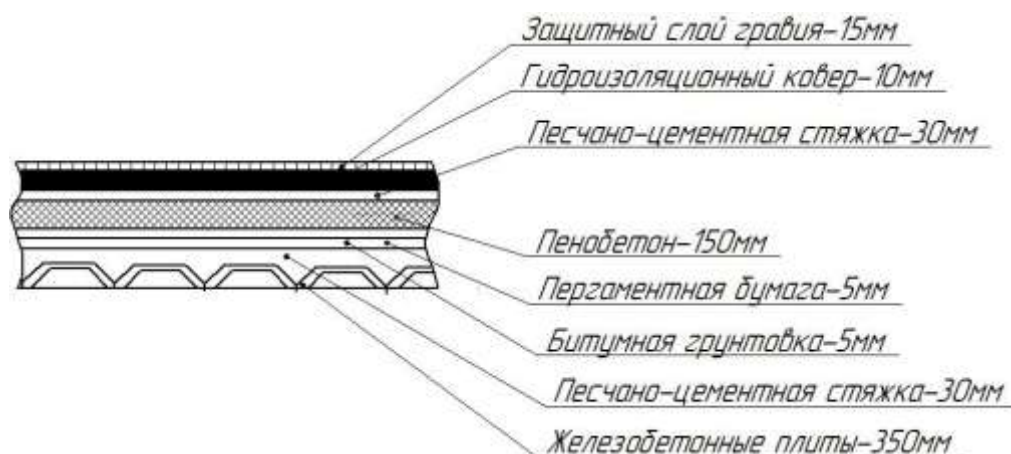


Рисунок 4.5 – Конструкция кровли

4.2 Описание мероприятий по охране труда

В механических цехах и участках мероприятия по технике безопасности сводятся в основном к следующему: созданию достаточной (естественной и искусственной) освещенности рабочих мест; надежному закреплению станочного оборудования на фундаментах и рациональному их размещению на данной производственной площадке с точки зрения удобного и безопасного подхода при работе, обслуживании и ремонте; расположению привода и элементов трансмиссий вне транспортных путей; устройству и сохранности ограждающих и других приспособлений, обеспечивающих безопасность труда на рабочем месте.

В производственных помещениях следует стремиться к максимальному естественному освещению через окна и фонари.

В связи с этим большое значение имеет чистота стекол окон и фонарей, так как загрязненность их значительно снижает освещенность помещения. Окраска стен помещения и станочного оборудования может усиливать или уменьшать отражение света и тем самым улучшать или ухудшать условия труда при металлообработке.

Станки и другое оборудование в механических цехах рекомендуется окрашивать в светлые тона, соблюдая при этом требование о том, чтобы не возникало явления «блесткости», которое утомляет глаза работающего. Для искусственного освещения всего помещения и местного освещения рабочих мест применяют стандартную осветительную арматуру. Расстановка станков в цехе и на участке должна соответствовать нормам технологического проектирования машиностроительных предприятий. При расстановке станков учитывают следующие требования: наилучшее использование производственных площадей, удовлетворение требований охраны труда, получение прямолинейных и достаточно широких проходов между станками для движения транспортных средств. Легкие станки устанавливают, как правило, у окон, тяжелые — по возможности, у транспортных проходов, что позволяет сократить расстояния перемещения, крупных деталей и узлов машин.

Нередко несчастные случаи бывают при неправильном подъеме и перемещении различных деталей, особенно крупногабаритных и большой массы. Для установки и снятия со станков тяжелых деталей применяют различные грузоподъемные машины и механизмы: тали, краны-балки, консольные и мостовые краны, транспортные тележки. Если установка грузоподъемных средств для обслуживания тяжелых станков по каким-либо причинам затруднена, при небольшом количестве этих станков их размещают в других цехах (например, сборочно-разборочном), оборудованных мостовыми кранами.

Все станки, стеллажи и другие механизмы оборудуют съемными или открывающимися ограждениями.

Ограждающие устройства и приспособления привода и трансмиссии должны отвечать технико-эстетическим требованиям: защищать работающего и окружающих; обеспечивать удобный доступ к частям станка при его ежедневном техническом обслуживании; надежно фиксироваться, исключая вибрацию и шум; быть легко съемными или разборными при ремонте станка; не вызывать снижения работоспособности рабочего; по своей форме и цвету отвечать своему назначению.

Наиболее простыми и доступными средствами защиты в основном глаз и частично лица от поражения отлетающей стружкой являются предохранительные очки и защитные щитки. Защитные щитки используют в основном при скоростном резании металла (скорость более 80...120 м/мин), когда горячая стружка (до 600...700 °С) отлетая с большой скоростью от детали, может попасть на лицо работающего и причинить ему травму.

					ЮУрГУ–15.03.05.2021.00416 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		81

Специальными средствами защиты работающего от поражения стружкой, монтируемыми на станке или самом режущем инструменте, являются стружкоотводчики, стружкосборники, стружколоматели.

Стружкоотводчики имеют различное конструктивное исполнение: в виде сборника-короба, закрепляемого на суппорте токарного станка конструкции А. Ф. Власова (Московский институт охраны труда), резца-стружкоотводчика (МИОТ-3), оправки — стружкоотводчика (МИОТ-6).

При скоростной обработке металла стружка обычно свертывается в петли, которые навиваются вокруг резца, суппорта, бабки и других частей. Эта стружка может поранить рабочего.

С целью устранения этой опасности применяют устройства для ломания стружки. Типовые устройства разделяются на три вида: выполняемые в виде уступа на передней грани резца, закрепляемые на резце сваркой и болтом.

Опасность травмирования возникает при работе на шлифовальных и заточных станках. Травмы могут быть нанесены в случаях разрыва круга, неправильной подачи изделия к кругу, а также при отсутствии или неправильном закреплении ограждения. Разрыв круга может произойти из-за неправильного режима работы, неправильного крепления и установки круга на станке, а также из-за дефектов круга. Круги не должны иметь трещин, выбоин, издавать дребезжащий звук при простукивании. Круги необходимо предохранять от действия мороза, влаги и ударов.

Станок с ЧПУ – это сложный агрегат, состоящий из различных механических узлов, электрических и электронных компонентов. Для обеспечения безопасности внимательно ознакомьтесь с общими правилами эксплуатации станков с ЧПУ:

1) К эксплуатации и ремонту станка допускается только персонал, ознакомленный с соответствующей документацией станка и СЧПУ.

2) Всегда необходимо пользоваться защитными очками и специальной обувью. При необходимости используйте перчатки, пылезащитную маску и средства защиты слуха.

3) При работе на станке не рекомендуется носить кольца, часы, различные украшения и галстуки. Длинные волосы должны быть собраны и прикрыты рабочим головным убором.

4) Эксплуатация станка разрешается лишь в том случае, если вы убедились, что регулярно производилось обслуживание станка и что он находится в отличном техническом состоянии.

5) Необходимо убедиться, что станок заземлен надлежащим образом.

6) Не приступать к работе на станке, если от него исходит необычное или слишком сильное тепло, шум, наблюдается выделение дыма или вибрация. При этом необходимо срочно обратиться к производителям станка или в сервисную службу.

7) Доступ к электрическим компонентам станка разрешается только специально обученному персоналу.

					ЮУрГУ–15.03.05.2021.00416 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		82

8) Нельзя применять в качестве очистителей и СОЖ ядовитые и воспламеняющиеся вещества.

9) Не открывать защитные дверцы и кожуха, пока какое-либо из устройств станка находится в движении.

10) Зона вокруг станка должна быть сухой и хорошо освещенной.

11) Перед закреплением инструмента необходимо убедиться, что все поверхности устройства крепления инструмента чистые.

12) Не применять в станке изношенные, хрупкие и дефектные инструменты.

13) Не превышать номинальную мощность станка.

14) Не оставлять инструмент и детали в местах, в которых они могли бы соприкоснуться с подвижными частями станка.

15) Регулярно проверять уровень смазки и охлаждающего средства.

16) Во время обработки не предпринимать наладку инструмента или крепление деталей.

17) Поддерживать достаточно безопасное расстояние до всех точек «заземления» (мест изгиба шлангов и проводов) и избегать опасных ситуаций.

18) Обязательно знать расположение клавиш аварийного останова станка.

19) Не оставлять станок без присмотра во время его работы.

20) При контакте с обработанными деталями обращать внимание на наличие острых кромок.

21) Не удалять стружку голыми руками. Использовать для этого крючок или другое приспособление, убедившись в полной остановке частей станка. Не производить очистку станка с помощью воздушного шланга.

22) Не пытаться остановить или затормозить перемещения исполнительных органов станка голыми руками или с помощью приспособлений.

23) Не применять для крепления инструмента и заготовки дефектные или грязные патроны, держатели и приспособления.

24) Запрещается предпринимать какие-либо конструктивные изменения станка без согласования с производителем станка или сервисной службой.

25) Не допускать, чтобы при работе со станком вас отвлекали другие люди.

26) Ни в коем случае не совершать на станке операций, которых вы не понимаете. В случае сомнений обязательно проконсультироваться со специалистом.

27) Никогда не работать внутри станка, если кто-либо работает со стойкой ЧПУ. Перейти в режим редактирования Edit для предотвращения случайного перемещения исполнительных органов станка.

28) Уделять особое внимание перемещениям на ускоренной подаче. Соблюдать безопасное расстояние над поверхностью заготовки для таких перемещений.

29) Перед началом обработки проверять УП всеми доступными способами.

					ЮУрГУ–15.03.05.2021.00416 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		83

Использование мер противопожарной защиты на объекте зависит от его особенностей (характер и особенности объекта, его местоположение и размеры, материальные ценности и вид оборудования) и от требований действующих норм. Все применяемые меры пожарной защиты сводятся к рациональным архитектурно-планировочным решениям. Еще на стадии проектирования необходимо предусмотреть удобство прохода и проникновения в здание пожарных подразделений, уменьшение степени опасности распространения пожара между этажами. Рациональное использование производственного освещения и т.д.

К активным мерам защиты относятся автоматические системы пожарной сигнализации, установки автоматического пожаротушения, техническое оборудование первой пожарной помощи и другое.

Автоматическая пожарная сигнализация по принципу действия разделяется на максимальные и дифференцированные. Первые срабатывают при достижении определенной температуры, вторые при определенной скорости нарастания температуры, а третьи от любого незначительного изменения температуры.

Дымовые сигнализации бывают точечными и линейными. Точечные используют ионизационный эффект.

Световые сигнализации работают на принципе регистрации инфракрасного или ультрафиолетового излучения пламени.

Обладают высокой чувствительностью и включают сигнализацию почти после появления небольшого источника радиационной теплоты.

Звуковые сигнализации представляют собой приемопередатчик ультразвуковых колебаний, которые настраивают на форму стоячей волны в пределах защищаемого объема. Принцип действия в том, что форма волны нарушается в результате изменения скорости звука в воздушном пространстве из-за влияния образующихся при пожаре конвективных потоков.

Пожарная безопасность на предприятии регламентируется строительными нормами и правилами; межотраслевыми правилами пожарной безопасности, а также инструкциями по обеспечению пожарной безопасности на отдельных объектах.

Пожарная защита и взрывозащита производственных объектов обеспечиваются: правильным выбором степени огнестойкости объекта и пределов огнестойкости отдельных элементов и конструкций; ограничением распространения огня в случае возникновения очага пожара; обвалкой и бункеровкой взрывоопасных участков производства или размещением их в защитных кабинах; применением систем активного подавления взрыва; применением легкобрасываемых конструкций в зданиях и сооружениях; применением систем противодымной защиты; обеспечением безопасной эвакуации людей; применением средств пожарной сигнализации, освещения и пожаротушения; организацией пожарной охраны объекта [53].

					ЮУрГУ–15.03.05.2021.00416 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		84

В нашем случае производство относится к категории В (пожароопасные производства), так как на участке применяются СОЖ с температурой вспышки 158°C (>61°C) и твердые вещества (тара, ветошь и т.д.), способные гореть, но не взрываться при контакте с воздухом, водой и друг с другом.

Средства предупреждение пожара и эвакуации.

При планировке предприятий требуется обеспечить удобный подъезд пожарных автомобилей к зданиям. Применять при строительстве противопожарные преграды, противопожарные перекрытия, зоны, пожарные стены. Местные противопожарные преграды предназначаются для ограничения распространения пламени в начальной стадии развития пожара.

При пожаре большую опасность представляют собой продукты горения (дым), содержащие отравляющие, а иногда и взрывоопасные вещества. Для их удаления создаются дымовые люки, которые обеспечивают направленное удаление дыма, не задымленность смежных помещений, облегчают обнаружение очага пожара.

Для того чтобы предотвратить воздействие на людей опасных факторов пожара, необходимо при проектировании зданий обеспечить людям возможность быстро покинуть здание. Эту возможность дают эвакуационные выходы. Требования к устройству путей эвакуации и эвакуационных выходов из производственных зданий и помещений определены в СНИП 11–2–80 и 11–90–81. Количество эвакуационных выходов принимается по расчету, но обычно должно быть не менее двух.

В соответствии со СНИП II-2-80 [35], здание цеха относится к категории В–пожароопасное. Категория здания пожарной опасности определяет требования к зданию, его конструкции, планировке. Вещества и материалы, находящиеся в помещении: металл, СОЖ, масла. Степень огнестойкости здания - II по СНИП 2.01.02-85 [55].

Возможные причины возникновения пожара:

- 1) Короткое замыкание электрической цепи.
- 2) Самовозгорание обтирочного материала (ветоши).
- 3) Возгорание материалов вследствие небрежного обращения с огнем (курение и т.п.) или курение в не отведенных для этого местах.
- 4) Возгорание материалов вследствие неправильного хранения горючих веществ на рабочем месте.
- 5) Возгорание электропроводок из-за применения нестандартных (не калиброванных) плавких вставок.

Для обеспечения своевременной эвакуации людей при пожаре предусмотрено:

- 1) Наличие пожарной сигнализации и плана эвакуации при пожаре на каждом участке цеха.
- 2) Ширина проходов между станками 2,5 метра.
- 3) Максимальное удаление от выхода 50 метров, 10 эвакуационных выходов.

					ЮУрГУ–15.03.05.2021.00416 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		85

Эти данные соответствуют установленным нормативным по СНиП 2.09.02 - 85.

В качестве средств пожаротушения в цехе предусмотрены:

- 1) Пожарные краны, укомплектованные рукавами и стволом.
- 2) Пожарные щиты, оборудованные средствами пожаротушения:
–огнетушители (ОХП – 10 338 шт. из расчета 1 огнетушитель на 100м²);
–рабочие орудия (ведро, топор, багор, лом, совковая лопата).
- 3) Ящики с песком, укомплектованные совковой лопатой.

Передвижной огнетушитель ОВП –100.

В каждой смене на участке обязателен пост ДПД. Члены ДПД обязаны следить за соблюдением правил противопожарной безопасности на участке и в случае возникновения очага пожара немедленно приступить к его ликвидации, сообщив предварительно пожарной охране завода о случае возгорания.

Номера телефонов пожарной охраны должны быть вывешены на видных местах в пунктах телефонной связи.

Пожарный инвентарь размещен на видных местах, имеет свободный и удобный доступ и не служит препятствием при эвакуации людей при пожаре.

При возникновении пожара, или какой либо другой чрезвычайной ситуации действия администрации объекта, цеха или лаборатории направлены на обеспечение безопасности и организацию эвакуации людей. при тушении пожара, мест для курения и т.д. Должен знать меры по предотвращению пожара, уметь пользоваться инвентарем. Также должен знать свои действия при пожаре.

Обязанность начальника цеха (смены, участка) проконтролировать своевременное проведение инструктажей. Проверять наличие и исправность инвентаря.

Способы и средства борьбы с пожарами.

В соответствии с условиями, необходимыми для возникновения и распространения горения, прекращение горения может быть достигнуто следующими методами: прекращением доступа в зону горения окислителя (кислорода воздуха) или горючего вещества, а также снижением их поступления до величин, при которых горение невозможно; охлаждением зоны горения ниже температуры самовоспламенения или понижением температуры горящего вещества ниже температуры воспламенения; разбавления горючих веществ негорючими; интенсивным торможением скорости химических реакций в пламени (ингибированием горения) механическим срывом (отрывом) пламени сильной струей газа или воды.

На этих принципиальных методах и основаны известные способы и приемы прекращения горения в условиях пожара.

Для ликвидации небольших возгораний на предприятии используют первичные средства пожаротушения: пожарные стволы (водяные и воздушнопенные), действующие от внутреннего противопожарного водопровода (внутренних пожарных кранов), огнетушители, сухой песок, асбестовые одеяла и другой пожарный инвентарь.

					ЮУрГУ–15.03.05.2021.00416 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		86

Для тушения загораний на начальной стадии и пожаров в начальной стадии их развития применяются огнетушители. По виду огнегасительных веществ их подразделяют на воздушно-пенные, химические пенные, жид-костные, углекислотные, аэрозольные и порошковые.

Наиболее распространены химические пенные огнетушители ОХП-10, ОП-М и ОП-9ММ. Также имеются воздушно – пенные огнетушители: ручные – ОПВ-5, ОПВ-10, стационарные – ОПВ-100 и ОВПУ-250.

					ЮУрГУ–15.03.05.2021.00416 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата		87

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенной работы был разработан участок механической обработки деталей «Корпус».

Проведен анализ исходных данных и сравнение отечественных и зарубежных технологий. Для детали составлен размерный анализ с целью определения оптимального размера заготовки и межоперационных размеров. В качестве заготовки выбрана отливка. Сформированы операции и назначены режимы резания, произведено нормирование технологических операций, разработан технологический процесс обработки деталей.

В конструкторском разделе спроектированы: зажимное приспособление для комплексной обработки на ОЦ с ЧПУ; режущий инструмент для обработки отверстия под резьбу (фасочное сверло) и контрольное приспособление для контроля отклонения перпендикулярности торцов..

В разделе планировки участка: разработана планировка участка с оптимальным расположением оборудования; выбрана система удаления стружки; определено требуемое количество рабочих и оборудования; определены тип, форма и размер здания. Рассмотрены вопросы охраны труда и техники безопасности при работе в механообрабатывающих цехах

Таким образом, цель работы достигнута, задачи – решены.

Результаты работы рекомендуется использовать при изготовлении деталей в действующем производстве.

					ЮУрГУ–15.03.05.2021.00416 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата		88

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Анурьев, В.И. Справочник конструктора – машиностроителя / А.В. Анурьев: В 3-х т. Т.1 –Москва.: Машиностроение, 1980. – 728 с.
- 2 Безменов, А.Е. Допуски, посадки и технические измерения: учебник для техникумов/А.Е. Безменов – Москва: Машиностроение, 1969. – 322с.
- 3 Безопасность жизнедеятельности: учебник / под ред. проф. Э. А. Арустамова. – Москва: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2010.- 456с.
- 4 Безопасность жизнедеятельности: учеб. пособие для вузов / под ред. проф. Л.А. Муравья.–2-е изд., перераб. и доп. –Москва: ЮНИТИ-ДАНА, 2013. – 431с.
- 5 Белкин, И.М. Допуски и посадки (Основные нормы взаимозаменяемости): учеб. пособие для студентов машиностроительных специальностей высших технических заведений / И.М. Белкин – Москва: Машиностроение, 1992 – 528с.
- 6 Белкин, И.М. Средства линейно-угловых измерений. Справочник / И.М. Белкин – Москва: Машиностроение, 1987. – 386с. (Серия справочников для рабочих).
- 7 Высокопроизводительная обработка металлов резанием: учебник / под ред. В.Д. Виноградова - Москва: Издательство «Полиграфия»,2013.- 301с.
- 8 Горошкин, А.К. Приспособления для металлорежущих станков. Справочник/ А.К. Горошкин Изд. 6-е. Москва: Машиностроение, 1971.- 425 с.
- 9 Данилевский, В.В. Технология машиностроения / В.В. данилевский учеб – Москва: Машиностроение, 1994. – 220 с.
- 10 Емельянов, А.Г Основы природопользования: учебник для студентов высш. учеб. заведений / А.Г. Емельянов-Москва: Изд. центр «Академия», 2010.- 304с.
- 11 Жуков, Э.Л. Технология машиностроения Кн.1 Основы технологии машиностр. / Э.Л. Жуков, И.И. Козарь, С.Л. Мурашкин и др.–Москва: Высш. шк.,2003.– 278 с.
- 12 Жуков, Э.Л. Технология машиностроения. Кн.2. Производство деталей машин / Э.Л. Жуков, И.И. Козарь, С.Л. Мурашкин и др. –Москва: Высш. школа,2003– 295 с.
- 13 Журавлев, В.Н. Машиностроительные стали: Справочник / В.Н. Журавлев, О.И. Николаева– 4-е изд., перераб. и доп. – Москва: Машиностроение, 1992.– 480 с.
- 14 Зайцев, С.А. Допуски, посадки и технические измерения в машиностроении: учебник для нач. проф. образования / С.А. Зайцев – Москва: Издательский центр «Академия», 2004.–240с.
- 15 Косилова, А.Г. Справочник технолога-машиностроителя. Т1 / А.Г. Косилова, Р.К. Мещеряков – Москва: Машиностроение, 1985. – 656 с.
- 16 Косилова, А.Г. Справочник технолога-машиностроителя. Т 2 / А.Г. Косилова, Р.К. Мещеряков - Москва: Машиностроение, 1985. – 496 с.

					ЮУрГУ–15.03.05.2021.00416 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		89

17 Кривошеин, Д.А. Экология и безопасность жизнедеятельности: Учеб. пособие для вузов / Д.А. Кривошеин, Л.А. Муравей, Н.Н. Роева и др. – Москва, 2000. – 447с.

18 Ловыгин, А.А. Современный станок с ЧПУ и САД/САМ система / А.А. Ловыгин, А.В. Васильев, С.Ю. Кривцов, Издательство: Москва: «Эльф ИПР», 2011, 286 с.

19 Медовой, И.А. Исполнительные размеры калибров / И.А. Медовой, Я.Г. Уманский, Н.М. Журавлев, Справочник. Книга 1. – Москва: Машиностроение, 1980. – 384 с.

20 Нефедов, Н.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту / Н.А. Нефедов, К.А. Осипов – Москва: Машиностроение, 1984. – 400 с.

21 Обработка резанием, металлорежущий инструмент и станки: учебник для средних специальных учебных заведений по машиностроительным специальностям / под ред. В.А. Гапонкин, Л.К. Лукашев – Москва: Машиностроение, 2001 – 400 с.

22 Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного времени на работы, выполняемые на металлорежущих станках. Среднесерийное и крупносерийное производство - Москва: Машиностроение, 1984

23 Общемашиностроительные нормативы режимов резания. Часть 1. – Москва: Машиностроение, 1967. – 465 с.

24 Панов, А.А. Обработка металлов резанием. Справочник технолога/ А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойм. и др – Москва: Машиностроение, 1988. – 736с.

25 Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: справочник:/ под ред. В.И. Баранчикова. – Москва: Машиностроение, 1990. – 376с.

26 Родин, П.Р. Металлорежущие инструменты: учебник для вузов.–2-е изд., перераб.и доп. /П.Р. Родин – Киев: Вища школа. Головное изд-во, 1979. – 432с.

27 Сорокин, В.Г.Марочник сталей и сплавов / В.Г.,Сорокин, А.В. Волосникова, С.А. Вяткин и др.– Москва: Машиностроение, 1989. – 640 с.

28 Техничко–экономические расчеты в выпускных квалификационных работах (дипломных проектах): Учеб. пособие/под ред. Е.И. Чучкалова, Т.А. Козлова и др. - Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед.ун-т», 2006-66с.

29 Технология машиностроения: учебник для студ. высш. учеб. заведений / под ред. Л.В. Лебедев, В.У. Мнацаканян, А.А. Погодин и др. – Москва: Издательский центр «Академия», 2006. – 528 с.

30 Фишер П.А. Экономика: учебник / П.А. Фишер – Москва: Экономика.1997 -376 с.

31 Черпаков Б.И. Технологическая оснастка: Учебник для учреждений сред. проф. образования / Б.И. Черпаков. – Москва.: Издательский центр «Академия», 2003. – 288с.

					ЮУрГУ–15.03.05.2021.00416 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		90

32 Экология: учеб. для вузов/ под ред. Н.И. Николайкин, Н.Е. Николайкина, О.П. Мелехова.- 4-е изд., испр. и. доп. – Москва:Дрофа, 2005. – 622с

33 Яблонский О.П. Основы стандартизации, метрологии, сертификации: Учебник / О.П. Яблонский, В.А. Иванова - Серия «Высшее образование». – Ростов н/Д: Феникс, 2004. – 448с.

34 ГОСТ 12.1.004 – 91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования – Москва: Стандартинформ, 2006. – 68 с.

35 ГОСТ 12.1.005 – 88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны - ГОСТ 12.1.004 – 91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования – Москва: Стандартинформ, 2008. – 68 с.

36 ГОСТ 12.1.019-96 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования - Москва: Стандартинформ, 2008. – 28 с.

37 ГОСТ 12.1.030-96. Электробезопасность. Требования к заземлению и занулению - Москва: Стандартинформ, 2008. – 28 с.

38 ГОСТ 12.2.033-78 Рабочее место при выполнении стоя. Общие эргономические требования- Москва: Издательство стандартов, 1981 – 34 с.

39 ГОСТ 12.2.049-80 Оборудование производственное. Общие эргономические требования - Москва: Стандартинформ, 2008. – 28 с.

40 ГОСТ 12.4.155 – 85 ССБТ. Устройства защитного отключения. Классификация. Общие технические требования - Москва: Стандартинформ, 2006. – 28 с.

41 ГОСТ 26645-85 Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку - Москва: Стандартинформ, 2008. – 48 с.

42 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений, СанПиН 2.2.4.548-96 – Москва: Стандартинформ, 2006. – 58 с.

43 ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны: Гигиенические нормативы. – Москва: Российский регистр потенциально опасных химических и биологических веществ Минздрава России, 1998 – 208 с.

44 Руководство Р 2.2.2006-05 Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда - Москва: Стандартинформ, 2006. – 58 с.

45 Санитарные правила и нормы. Издание третье, с изменениями и дополнениями. – Москва: Издательство ПРИОР, 2002. – 464 с.

46 СанПиН 2.2.4.548 – 96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений - Москва: Издательство ПРИОР, 2002. – 64 с.

47 СН 2.2.4/2.1.8.566-96 Производственная вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. Санитарные нормы. – Москва: Информационно-издательский центр Минздрава России, 1997 – 20 с.

48 СНИП 2.01.02-85 Строительные нормы и правила. Противопожарные нормы» - Москва: Информационно-издательский центр Минздрава России, 2001 – 35 с.

					ЮУрГУ–15.03.05.2021.00416 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		91

49 СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение. – Москва: Информационно-издательский центр Минздрава России, 2001 – 35 с.

50 СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение. – Москва: Информационно-издательский центр Минздрава России, 2001 – 35с.

51 СНиП II-2-80 Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений - Москва: Информационно-издательский центр Минздрава России, 2001 – 35 с.

52 ССБТ. ГОСТ 12.1.004-91 Пожарная безопасность. Общие требования. Издательство стандартов. – Москва: Издательство ПРИОР, 2002.

53 СНиП 2.04.05 – 91 Отопление, вентиляция и кондиционирование - Москва: Информационно-издательский центр Минздрава России, 2001 – 35 с.

54 СП 2.2.4/2.1.8.566-96 «Производственная вибрация в помещениях жилых и общественных зданий» - Москва: Информационно-издательский центр Минздрава России, 2001 – 35 с.

55 СП 5160 – 89 Санитарные правила для механических цехов (обработка металлов резанием) - Москва: Информационно-издательский центр Минздрава России, 2001 – 25 с.

56 Каталог фирмы SECO - <http://www.carbidetool.ru/brand.htm?id=19>

					ЮУрГУ–15.03.05.2021.00416 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата		92