

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
_____ 03 июля _____ 2020 г.

Проектирование участка механической обработки детали "Корпус защитного
кожуха"

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ–15.03.05.2020.179.00.000 ПЗ ВКР

Строительный раздел,
ст. преподаватель
_____ А.А. Дериглазов
_____ 2020 г.

Руководитель работы,
доцент, к.т.н.
_____ Б. А. Решетников
_____ 2020 г.

Автор работы
студент группы ДО-505
_____ И. В. Первухин
_____ 2020 г.

Нормоконтролер,
преподаватель
_____ О.С. Микерина
_____ 2020 г.

Челябинск 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ	8
1.1 Описание узла изделия.....	8
1.2 Служебное назначение детали	8
1.3 Анализ соответствия требований чертежа детали требованиям ее назначения.....	9
1.4 Сравнение отечественных и передовых зарубежных технологий.....	10
1.5 Задачи проектирования.....	11
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	12
2.1 Анализ технологичности детали	12
2.2 Выбор метода получения заготовки	13
2.3 Разработка последовательности обработки поверхностей детали	13
2.4 Выбор способов обработки и количества переходов.....	14
2.5 Формирование операций и технологического маршрута обработки детали.....	18
2.6 Размерный анализ разработанного технологического процесса	19
2.7 Расчёт режимов резания.....	27
2.8 Нормирование технологических операций.....	32
3. КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ	35
3.1 Проектирование зажимного приспособления на фрезерную операцию	35
3.1.1 Разработка теоретической схемы базирования	35
3.1.2 Проектирование схемы зажимного приспособления.....	36
3.1.3 Расчет зажимного приспособления	37
3.1.4 Компоновка приспособления	40
3.2 Расчет и проектирование резца с СМП	42
3.3 Проектирование контрольного приспособления.....	45
4. СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ	48
4.1. Выбор и определение количества оборудования	48
4.1.1 Определение состава и количества работающих	51
4.2 Выбор типов и определение количества транспортных средств	52
4.2.1 Определение потребного количества электротележек	53
4.2.2 Выбор и определение потребного количества мостовых кранов	53
4.3 Расчёт площадей для складирования заготовок и деталей.....	54
4.4 Выбор способа транспортирования стружки.....	55
4.5 Планировка оборудования и определение производственной площади	55
4.6 Организация рабочих мест	58
4.7 Выбор типов, формы и определение размеров здания	59
5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	64

					15.03.05.2020.116.00.000 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		5

5.1 Идентификация опасных и вредных производственных факторов.....	64
5.2 Меры по снижению опасных и вредных производственных факторов	65
5.3 Расчет необходимого количества первичных средств пожаротушения с выбором типов огнетушителей	66
5.4 Обеспечение безопасности при пожаре	67
6. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	71
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	77
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	78

					15.03.05.2020.116.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы.

Проектирование технологических процессов изготовления деталей машин направлено на установление наиболее рационального и экономичного способа обработки, при этом обработка деталей-металлорежущих станков должна отвечать требованиям точности и чистоты обработки поверхности, точности контуров, форм и др. На данном этапе своего развития в машиностроении технические процессы проектирования, как правило, используются для получения малоотходных методов, так как статус металлосберегающей актуальной темы и высокий рост цен на соединения относятся к цветным металлам. Машиностроение, повышение цен на металл является одним из важнейших факторов, влияющих на результаты операций, поскольку большинство пунктов приходится на машиностроение, на металлы приходится более 90% материальных затрат на производство. Необходимо сделать экономически эффективными технические процессы, позволяющие рационально использовать материальные ресурсы и время, повысить производительность труда, сократить совместный труд и т.д.

Цель работы – разработать участок механической обработки детали «Корпус защитного кожуха».

Задачи работы:

- разработать технологический процесс механической обработки;
- разработать фрезерное приспособление;
- разработать резец с СМП;
- разработать приспособление для контроля допуска расположения;
- выполнить планировку участка механической обработки детали «Корпус защитного кожуха»;
- определить мероприятия и оптимальные параметры по безопасной работе на данном участке;
- произвести ориентировочный расчет себестоимости.

Объект работы – участок механической обработки детали «Корпус защитного кожуха».

Предмет работы – процесс разработки участка механической обработки детали «Корпус защитного кожуха». Результаты работы рекомендуется использовать при изготовлении детали «Корпус защитного кожуха».

					15.03.05.2020.116.00.000 ПЗ	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

1.1 Описание узла изделия

На рисунке 1 представлен фрагмент узла с применением корпуса защитного кожуха.

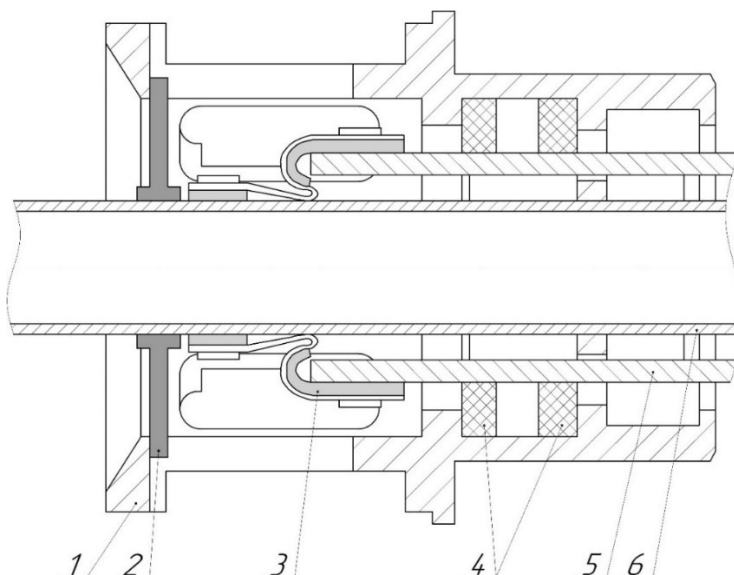


Рисунок 1 – Фрагмент узла: 1 – Корпус защитного кожуха, 2 – торцевая пластина, 3 – герметизирующая манжета, 4 – уплотнительные элементы, 5 – обсадная труба, 6 – трубопровод

1.2 Служебное назначение детали

Эта деталь используется в некоторых обсадных трубах (кожухах), которые окружают по краям защитный кожух детали по диаметру, на который натягивается трубопровод. Для более плотной и надежной установки уплотнительные и / или шиллинговые элементы также могут быть установлены между корпусами. Уплотнительные или шиллинговые элементы могут быть выполнены в виде шнура или ленты, резины, полиуретана или других материалов, преимущественно эластомеров, пригодных для герметизации и / или герметизации соединения обсадной колонны с обсадной трубой. Для удобства размещения уплотнительных и/или уплотнительных элементов корпус устройства может включать в себя уплотнительные и / или уплотнительные элементы для размещения возможности создания некоторых обсадных труб, которые окружают корпус вдоль края паза положения.

А внутренняя поверхность корпуса защитного кожуха может также прижиматься уплотнительной манжетой корпуса для повышения плотности и надежности посадки в корпус. Кроме того, корпус может содержать пазы (не показаны) для размещения частей герметичной манжеты, установленной под устройством. Ртутная сильно выступающая часть уплотнительной манжеты (например, зажимное соединение), корпус может содержать такие детали, которые вмещают отверстия, образованные изгибом.

					15.03.05.2020.116.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

1.4 Сравнение отечественных и передовых зарубежных технологий

Современные отечественные и зарубежные передовые технологии, не уступающие ни в чем, начиная с машиностроения в XXI веке материалов, внедрения научно-технического прогресса во всех передовых странах мира. Есть также страны, где инновационная технология развития настолько важна, что уровень развития-это уровень совместного труда и благосостояния производительности труда, в соответствии с большим диапазоном машин машиностроения и степенью совершенства.

К новым технологиям и решениям, активно применяемым в отечественном и зарубежном производстве, относятся: электроэрозионная обработка, ультразвуковая обработка, электрохимическая обработка, лазерная обработка, высокочастотный нагрев материалов, нанотехнологии (для различных целей наноматериалов, тонких пленок, приповерхностных слоев, гетероструктур; фуллерены, нанотрубки по ним; наноокрашивание для технического применения их характеристик с целью улучшения инструментов при резке металлов), высокоточные станки с использованием поверхностных изделий для технической отделки.

В нашем случае можно применить метод ультразвуковой обработки отверстий, пазов, канавок и прочих элементов конструкции детали. Во время ультразвуковой обработки материал удаляется с помощью колебаний режущего инструмента. При втором методе удаления материала колебания накладываются непосредственно на вращающийся режущий инструмент. Наибольших успехов в этом направлении метода ультразвуковой обработки добилась фирма DMG MORI (Германия), представившая линейку обрабатывающих центров ULTRASONIC, которые позволяют изготавливать детали сложной формы из труднообрабатываемых материалов, таких как: керамики, стекла и других материалов. Принцип работы обрабатывающих центров с технологией ULTRASONIC изображен на рисунке 3. Путем наложения ультразвуковых колебаний на осевое вращение режущего инструмента достигается сокращение силы резания до 40% в отличие от методов лезвийной механической обработки. Технология резания ULTRASONIC также позволяет повысить скорость и величину подачи, продлить срок службы режущего инструмента и обеспечить шероховатость Ra до 0,1 мкм.

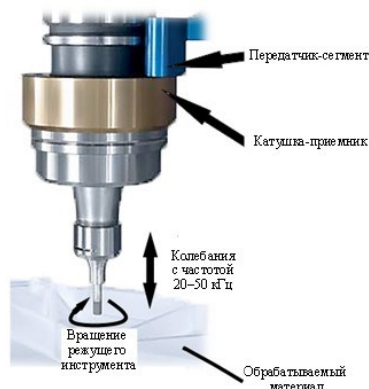


Рисунок 3 – Принцип технологии ультразвуковой обработки ULTRASONIC

					15.03.05.2020.116.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

Точность обработки поверхности и качество отверстий, а также процесс получения готового изделия имеют приоритетные факторы и особенности. Наличие заусенцев, которые могут негативно повлиять на процесс сборки изделия, поэтому практически единственный способ уменьшить или предотвратить образование заусенцев при механической обработке материалов, применение ультразвуковой вибрации во время операции сверления.

1.5 Задачи проектирования

Задачи работы:

- разработать технологический процесс механической обработки;
- разработать фрезерное приспособление;
- разработать резец с СМП;
- разработать приспособление для контроля допуска расположения;
- выполнить планировку участка механической обработки детали «Корпус защитного кожуха»;
- определить мероприятия и оптимальные параметры по безопасной работе на данном участке;
- произвести ориентировочный расчет себестоимости.

					15.03.05.2020.116.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Анализ технологичности детали

Деталь «Корпус защитного кожуха» предназначена, для фиксации расположенных на нем деталей и принятия действующих на них сил в корпусном механизме. По классификационной принадлежности деталь «Корпус» - относится к корпусным имеет вид вала ступенчатой формы.

Поверхности имеют шероховатость от Rz 20 до Rz 40, что позволяет изготовить деталь точением, растачиванием, фрезерованием, сверлением.

Деталь сравнительно не большая по своим габаритным размерам:

- максимальный диаметр – 25.2мм;
- длина детали составляет 56 мм.

Деталь имеет довольно точные и средние допуски на размеры (6-12 квалитет), а также поверхности с небольшими допусками на расположение элементов.

Деталь «Корпус» изготавливается из алюминиевого деформируемого сплава АМг6.

ГОСТ 4784-97. АМг6 – сплав, относящийся к хорошо деформируемым материалам. С помощью нагрева показатели прочности улучшаются, и улучшается свариваемость сплава. Пластичность алюминиевого сплава проявляется при комнатных температурах. Но материал сам по себе обладает не очень хорошими прочностными свойствами. Ввиду этого наибольшее применение этот сплав имеет в изготовлении листов из двух материалов, одним из которых является сплав АМг6. Такой алюминий используется для получения пространств холодной горячей деформацией. Закалка и искусственное старение способствуют повышению прочности материала. Механические свойства данного материала указаны в таблице 1.

Таблица 1 – Механические свойства сплава АМг6 при T=20°C

Наименование	Величина
Предел прочности при растяжении, σ_B	285-315 МПа
Плотность, ρ	2640 кг/м ³
Относительное удлинение, δ	15%;
Твердость материала, НВ	$10^{-1} = 65$ МПа

Составляющие компоненты сплава обеспечивающие требуемые свойства приведены в таблице 2

Таблица 2 – Химический состав сплава АМг6 ГОСТ 4784-97

Наименование элемента	Массовая доля элементов, %
Магний, Mg	5.8-6.8
Кремний, Si	до 0,4
Марганец, Mn	0.5 – 0.8
Цинк, Zn	До 0,2

					15.03.05.2020.116.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

Продолжение таблицы 2

Наименование элемента	Массовая доля элементов, %
Бериллий, Be	0,0002-0,005
Титан, Ti	0,02-0,1
Медь, Cu	до 0,1
Железо, Fe	до 0,4
Алюминий, Al	91.1-93.68

2.2 Выбор метода получения заготовки

Технико-экономическое обоснование выбора используемой заготовки для обрабатываемой детали производится по нескольким направлениям: металлоемкости, трудоемкости и себестоимости, учитывая при этом конкретные производственные условия.

Заготовка, полученная методом горячей штамповки более экономична в использовании материала и дешевле по стоимости.

Припуски на обработку заготовок, изготавливаемых методом горячей объемной штамповки, зависят от массы, класса точности, группы материала, степени сложности и шероховатости. Заготовка имеет: IT14, Rz 200, величина дефектного слоя 150 мкм. Форма заготовки изображена на рисунке 4.

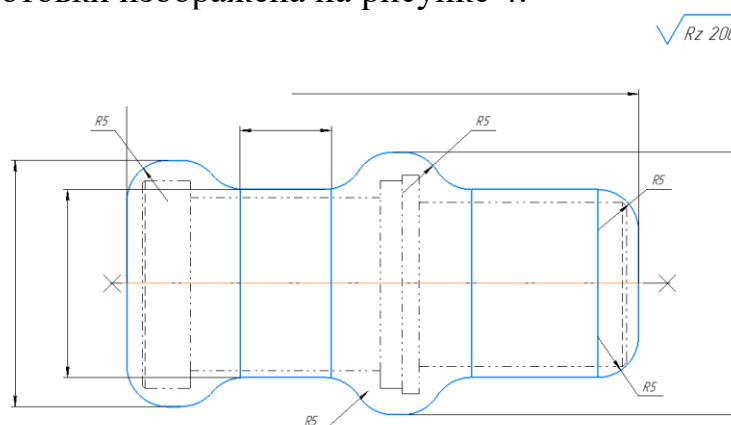


Рисунок 4 – Эскиз заготовки

2.3 Разработка последовательности обработки поверхностей детали

Основными базовыми поверхностями детали являются: $\varnothing 24d11$, $\varnothing 19h11$, левый и правый торцы размера $56h10$; резьба M2 является функциональной, остальные поверхности вспомогательные [1].

Рекомендуется следующая последовательность обработки поверхностей.

- Базируемся за $\varnothing 24d11$ с упором в левый торец
- обработка правого торца $56h10$ (предварительная)
- обработка правого торца $56h10$ (окончательная)

										Лист
										13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2020.116.00.000 ПЗ					

обработка отверстия $\varnothing 14$ (окончательная);
обработка отверстия $\varnothing 15,5$ (окончательная);
обработка $\varnothing 19h11$ (предварительная);
обработка $\varnothing 19h11$ (промежуточная);
обработка $\varnothing 19h11$ (окончательная);
обработка фасок $0,5 \times 45^\circ$ (окончательная).

Базируемся за $\varnothing 19h11$ с упором в правый торец
обработка левого торца $56h10$: (предварительная);
обработка левого торца $56h10$: (окончательная);
обработка отверстия $\varnothing 14h10$ (предварительная);
обработка отверстия $\varnothing 14h10$ (окончательная);
обработка отверстия $\varnothing 16,6h10$ (предварительная);
обработка отверстия $\varnothing 16,6h10$ (промежуточная);
обработка отверстия $\varnothing 16,6h10$ (окончательная);
обработка $\varnothing 25,2h12$ (предварительная);
обработка $\varnothing 24d11$ (предварительная);
обработка $\varnothing 25,2h12$ (окончательная);
обработка $\varnothing 24d11$ (промежуточная);
обработка $\varnothing 24d11$ (окончательная);
обработка фасок $0,3 \times 45^\circ$ (окончательная).

Базируемся за $\varnothing 19h11$ с упором в правый торец
обработка 2 пазов размером 4 (окончательная);
обработка отверстия M2 (предварительная);
обработка отверстия M2 (окончательная);
обработка 6 пазов размером 6 (предварительная);
обработка 6 пазов размером 6 (окончательная);
обработка радиуса R1,5 (окончательная).

Базируемся за $\varnothing 24d11$ с упором в левый торец
обработка размера 6,9 (окончательная);
обработка размера 8,5 (окончательная);
обработка размера 16 (окончательная);
обработка 2 выступов размером $0,4h12$ (окончательная);
обработка 2 пазов размером $0,5h12$ (окончательная);
обработка 4 пазов размером 2,3 (окончательная);
обработка 2 пазов размером 3,5 (окончательная);
обработка 2 отверстий $\varnothing 2,5$ (окончательная).

2.4 Выбор способов обработки и количества переходов
Расчетный метод.

Расчётный метод используется для определения количества переходов при обработке отверстия $\varnothing 16,6H10$, Ra3,2.

					15.03.05.2020.116.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

Определяем величину уточнения по диаметральной точности и шероховатости поверхности [2]:

$$E_d^{\varnothing} = \frac{T_3}{T_d}; \quad E_d^{Ra} = \frac{Ra_3}{Ra_d};$$

где T_3 – допуск заготовки для данной поверхности;

T_d – допуск детали;

Ra_3 – шероховатость заготовки;

Ra_d – шероховатость детали;

$$E_d^{\varnothing} = \frac{0,7}{0,43} = 1,63;$$

$$E_d^{Ra} = \frac{25}{3,2} = 7,8.$$

Выбираем методы обработки, которые позволяют обеспечить заданную точность данной поверхности – H10, Ra 3,2: растачивание черновое 12 кв., Ra 6,3; растачивание получистовое 10 кв., Ra 3,2; растачивание чистовое 8 кв., Ra 1,6.

Принимаем в качестве метода окончательной обработки растачивание получистовое, которое позволяет обеспечить 10 кв. Ra 3,2.

Определяем допуск предшествующего перехода

$$T_{i-1} = \frac{z_n}{2 \dots 4},$$

где $z_n = 0,5$ – номинальный припуск для растачивания получистового [3];

$$T_{i-1} = \frac{0,5}{2 \dots 4} = 0,25 \dots 0,125.$$

Принимаем $T_{i-1} = 0,20$ (IT10).

Определяем величину уточнения, которую обеспечивает растачивание чистовое:

$$E_i = \frac{T_{i-1}}{T_d};$$

$$E_i = \frac{0,25}{0,25} = 1.$$

В качестве первого метода обработки отверстия принимаем растачивание черновое, которое обеспечивает IT14 Ra12,5.

Допуск растачивания черного $T_1 = 0,62$.

Определяем величину уточнения

$$E_1 = \frac{T_3}{T_1},$$

где T_3 – допуск заготовки для данной поверхности;

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

$$E_1 = \frac{0,20}{0,43} = 0,47.$$

					15.03.05.2020.116.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

Проверка:

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

$$0,47 \cdot 1,0 = 0,47 > 1,63.$$

Условие не выполняется. Определим величину уточнения, которую должны обеспечить промежуточные методы обработки:

$$E_{\text{пр}} = \frac{E_d^{\circ}}{(E_i \cdot E_1)};$$
$$E_{\text{пр}} = \frac{1,63}{0,47} = 3,47.$$

По принятому значению $T_{i-1} = 0,20$ назначаем растачивание получистовое и определяем величину уточнения, которую обеспечит данный метод

$$E_2 = \frac{0,43}{0,1} = 4,3.$$

Проверка:

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

$$0,47 \cdot 1,0 \cdot 4,3 = 2,021 > 1,63.$$

Условие выполняется.

Проверка на шероховатость:

$$E_{\text{полу}}^{Ra} = \frac{Ra^{P\text{черн}}}{Ra^{P\text{полу}}} - \text{растачивание получистовое};$$

$$E_{\text{чист}}^{Ra} = \frac{12,5}{3,2} = 3,91;$$

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

$$E_{\text{черн}}^{Ra} = \frac{25}{12,5} = 2;$$

Проверка:

$$(E_{\text{полу}}^{Ra} \cdot E_{\text{черн}}^{Ra}) \geq E_d^{Ra};$$

$$3,91 \cdot 2 = 7,81 \geq 7,8.$$

Таким образом, для обработки отверстия $\varnothing 16,6H10$, $Ra_{3,2}$ необходимы следующие виды обработки:

- растачивание черновое: $T_1 = 0,15$ (H12), $Ra_{12,5}$;
- растачивание получистовое: $T_2 = 0,07$ (H10), $Ra_{3,2}$.

Табличный метод.

Для всех остальных поверхностей детали методы обработки и количество переходов выбираем по рекомендации [3].

Обработка $\varnothing 19h11$:

- точение черновое IT14, $Ra_{12,5}$ (операция 005);
- точение получистовое IT12, $Ra_{6,3}$ (операция 010);
- точение чистовое IT11, $Ra_{3,2}$ (операция 010).

					15.03.05.2020.116.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

Обработка 56h10:

- точение черновое IT14, Ra 12,5 (операция 005);
- точение получистовое IT12, Ra 6,3 (операция 010);
- точение чистовое IT10, Ra 3,2 (операция 010).

Обработка Ø2,5H14:

- сверление черновое IT14, Ra 12,5 (операция 005).

Обработка фасок 0,5x45°:

- снятие фасок IT14, Ra 12,5 (операция 010).

Обработка 25,2h12:

- точение черновое IT14, Ra 12,5 (операция 015);
- точение получистовое IT12, Ra 6,3 (операция 020).

Обработка Ø24d11:

- растачивание черновое IT14, Ra 12,5 (операция 015);
- растачивание получистовое IT12, Ra 6,3 (операция 020);
- растачивание чистовое IT10, Ra 3,2 (операция 020).

Обработка Ø14h10:

- растачивание черновое IT14, Ra 12,5 (операция 015);
- растачивание получистовое IT12, Ra 6,3 (операция 020);
- растачивание чистовое IT10, Ra 3,2 (операция 020).

Обработка Ø15,5H14:

- растачивание черновое IT14, Ra 12,5 (операция 015).

Обработка фасок 0,3x45°:

- нарезание фаски 0,5x45° (операция 020).

Обработка Ø16,6H10:

- растачивание черновое IT14, Ra 12,5 (операция 015);
- растачивание получистовое IT12, Ra 6,3 (операция 020);
- растачивание чистовое IT10, Ra 3,2 (операция 020).

Обработка 2 пазов размером 4:

- фрезерование черновое IT14, Ra 12,5 (операция 025)

Обработка отверстия Ø2:

- сверление черновое IT14, Ra 12,5 (операция 025).

Обработка 6 пазов размером 6:

- фрезерование черновое IT14, Ra 12,5 (операция 025).

Обработка 6 пазов размером 6:

- фрезерование получистовое IT12, Ra 6,3 (операция 025)

Обработка радиуса R1,5:

- фрезерование черновое IT14, Ra 12,5 (операция 025)

Обработка размера 6,9:

- фрезерование черновое IT14, Ra 12,5 (операция 030).

Обработка размера 8,5:

- фрезерование черновое IT14, Ra 12,5 (операция 030).

Обработка размера 16:

					15.03.05.2020.116.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

- фрезерование черновое IT14, Ra 12,5 (операция 030).
- Обработка 2 выступов размером 0,4h12:
- фрезерование черновое IT14, Ra 12,5 (операция 030).
- Обработка 2 пазов размером 0,5h12:
- фрезерование черновое IT14, Ra 12,5 (операция 030).
- Обработка 4 пазов размером 2,3:
- фрезерование черновое IT14, Ra 12,5 (операция 030).
- Обработка 2 пазов размером 3,5:
- фрезерование черновое IT14, Ra 12,5 (операция 030).

2.5 Формирование операций и технологического маршрута обработки детали

Примерно определив последовательность, по которой будет производиться обработка поверхностей, количество переходов и способы их выполнения, приступаем к формированию операций и технологического маршрута изготовления детали [4].

000 Заготовительная. Штамповка

005 Токарная с ЧПУ:

MORI SEIKI CL1500T

- точение черновое 56h10 IT14, Ra 12,5;
- точение черновое $\varnothing 19h11$ IT14, Ra 12,5;
- сверление черновое $\varnothing 2,5H14$ IT14, Ra 12,5;
- растачивание черновое $\varnothing 15,5H14$ IT14, Ra 12,5.

010 Токарная с ЧПУ:

MORI SEIKI CL1500T

- точение черновое 56h10 IT14, Ra 12,5;
- точение черновое 25,2h12 IT14, Ra 12,5;
- растачивание черновое $\varnothing 24d11$ IT14, Ra 12,5;
- растачивание черновое $\varnothing 14h10$ IT14, Ra 12,5;
- нарезание фаски 0,3x45° (операция 015);
- растачивание черновое $\varnothing 16,6H10$ IT14, Ra 12,5.

015 Токарная с ЧПУ

MORI SEIKI CL1500T

- точение получистовое 56h10 IT12, Ra 6,3;
- точение чистовое 56h10 IT10, Ra 3,2;
- точение получистовое $\varnothing 19h11$ IT12, Ra 6,3;
- точение чистовое $\varnothing 19h11$ IT11, Ra 3,2;
- снятие фасок 0,5x45° IT14, Ra 12,5.

020 Токарная с ЧПУ

MORI SEIKI CL1500T

- точение получистовое 56h10 IT12, Ra 6,3;
- точение чистовое 56h10 IT10, Ra 3,2;
- точение получистовое 25,2h12 IT12, Ra 6,3;

					15.03.05.2020.116.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

- растачивание получистовое $\varnothing 24d11$ IT12, Ra 6,3;
- растачивание чистовое $\varnothing 24d11$ IT10, Ra 3,2;
- растачивание получистовое $\varnothing 14h10$ IT12, Ra 6,3;
- растачивание чистовое $\varnothing 14h10$ IT10, Ra 3,2;
- растачивание получистовое $\varnothing 16,6H10$ IT12, Ra 6,3;
- растачивание чистовое $\varnothing 16,6H10$ IT10, Ra 3,2.

025 Фрезерная с ЧПУ

MORI SEIKI NMV3000 DCG 350

- фрезерование черновое 2 пазов размером 4 IT14, Ra 12,5;
- сверление черновое отверстия $\varnothing 2$ IT14, Ra 12,5;
- фрезерование черновое 6 пазов размером 6 IT14, Ra 12,5;
- фрезерование черновое радиуса R1,5 IT14, Ra 12,5.
- фрезерование получистовое 6 пазов размером 6 IT12, Ra 6,3;

030 Фрезерная ч ЧПУ

MORI SEIKI NMV3000 DCG 350

- фрезерование черновое размера 6,9 IT14, Ra 12,5;
- фрезерование черновое размера 8,5 IT14, Ra 12,5;
- фрезерование черновое размера 16 IT14, Ra 12,5;
- фрезерование черновое 2 выступов размером 0,4h12 IT14, Ra 12,5;
- фрезерование черновое 2 пазов размером 0,5h12 IT14, Ra 12,5;
- фрезерование черновое 4 пазов размером 2,3 IT14, Ra 12,5;
- фрезерование черновое 2 пазов размером 3,5 IT14, Ra 12,5.

035 Слесарная

040 Моечная

045 Контрольная

050 Упаковочная

2.6 Размерный анализ разработанного технологического процесса

Обеспечение минимальных припусков и максимально возможных допусков на обработку при заданном уровне качества изделия является одной из узловых задач машиностроения. Для эффективного решения этой задачи, особенно в автоматизированном производстве, необходимо использовать размерный анализ технологических процессов.

Аналитический метод определения припусков основан на анализе производственных погрешностей, возникающих при определенных условиях обработки заготовок. Величина припусков влияет на итоговую стоимость изготовления требуемой детали. Для получения детали хорошего качества, требуется предусматривать погрешности, возникающие на производстве. В частности те погрешности, оставшиеся после обработки на предыдущем переходе.

Рассчитаем припуск вала на размер

					15.03.05.2020.116.00.000 ПЗ	Лист
						19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Определяем припуски, допуска и операционные размеры по технологическим переходам для размера 28h14. Устанавливаем, согласно точности и качества поверхности, предварительный технологический маршрут обработки детали:

Операция 005. Токарная.

Операция 000. Заготовительная.

Определяем минимальный припуск под обработку на 020 операцию.

$$Z_{\min} = 2 \cdot [(R_{z-i} + h_{i-1}) + \Delta S + \Delta y]$$

где R_{z-i} – высота микронеровностей, получаемая на предшествующем переходе, мкм;

h_{i-1} – глубина дефектного слоя, оставшаяся от предыдущего перехода, мкм;

ΔS – суммарные погрешности отклонения расположения поверхностей от номинального, мкм;

Δy – погрешность базирования и установки заготовки на текущем переходе, мкм.

$$Z_{\min} = [(250 + 60) + 20 + 30] = 360 \text{ мкм} \sim 0,36 \text{ мм.}$$

Определяем номинальный припуск под чистовое точение по формуле

$$Z_{\text{НОМ}} = Z_{\min} + T_{i-1}$$

где T_{i-1} – допуск на предыдущей операции, мм.

$$Z_{\text{НОМ}} = 0,36 + 0,64 = 1$$

Расчётные размеры для заготовки определяют по следующей формуле:

$$L_p = L_{\text{НОМ}} + z_0$$

где L_p – расчётный размер заготовки, мм;

$L_{\text{НОМ}}$ – номинальный размер поверхности детали, мм;

z_0 – общий припуск на обработку на одну сторону, мм.

Определяем расчётный размер на операцию 010:

$$L_{\text{расч.}}^{020} = 28 + 1 = 29 \text{ мм}$$

Результаты расчётов припусков аналитическим методом заносим в таблицу 3.

Определяем аналитическим методом припуски, допуски и операционные размеры на размер $\varnothing 25,2h12 (-0,21)$.

Устанавливаем предварительный маршрутный тех. процесс обработки поверхности детали размером $\varnothing 25,2 (-0,21)$.

1) Операция 000 (заготовительная) - 14 квалитет;

2) Операция 010 (токарная черновая) - 13 квалитет;

3) Операция 020 (токарная получистовая) - 12 квалитет.

					15.03.05.2020.116.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

Таблица 3 – Расчет припусков, допусков и промежуточных размеров на размер $\varnothing 25,2_{-0,21}$

Опер.	Точность	Допуск на размер, мм	Элементы припуска, мкм				Промежуточные размеры, мм		Промежуточные припуска, мм		Операционный размер, мм
			Rz	h	ε	Δy	d_{\max}	d_{\min}	Z_{\max}	Z_{\min}	
000	14	0,52	80	100	260	120	26.64	26,12			26.64 _{-0,52}
010	13	0.33	25	80	160	60	25,75	25,42		0,37	25,75 _{-0,33}
020	12	0.21	20	60	100	50	25.2	24.99	0,76	0,22	25,2 _{-0,21}

Определяем операционные припуски на операцию 020 токарная (точение полу-чистовое).

Минимальный припуск на обработку:

$$2z_{\min}^{030} = 2((25 + 80) + \sqrt{160^2 + 50^2}) = 0,22\text{мм}$$

Максимальный припуск на обработку:

$$2z_{\max}^{030} = 0,22 + 0,33 + 0,21 = 0,76\text{мм}$$

Определяем операционные размеры по формулам п

$$d_{i-1}^{\min} = d_i^{\text{НОМ}} + 2z_i^{\min},$$

$$d_{i-1}^{\max} = d_{i-1}^{\min} + T_{i-1}.$$

Определяем операционные размеры на операцию 020 токарная (точение полу-чистовое).

$$d_{020}^{\min} = 25,2 + 0,22 = 25,42 \text{ мм},$$

$$d_{020}^{\max} = 25,42 + 0,33 = 25,75\text{мм}.$$

Операционный размер на 020 операции $\varnothing 26_{-0,33}$

Определяем операционные припуски на операцию 020 токарная (точение полу-чистовое).

Минимальный припуск на обработку:

$$2z_{\min}^{020} = 2((80 + 100) + \sqrt{260^2 + 60^2}) = 0,37 \text{ мм}.$$

Максимальный припуск на обработку:

$$2z_{\max}^{020} = 0,37 + 0,2 + 0,33 = 1,46\text{мм}$$

Определяем операционные размеры на операцию 020 токарная (точение чистовое).

$$d_{010}^{\min} = 25,75 + 0,37 = 26,12\text{мм},$$

$$d_{010}^{\max} = 26,12 + 0,52 = 26.64\text{мм}.$$

Операционный размер на операции 010, то есть размер заготовки равен $d^{\text{заг}} = 27,74_{-0,2}\text{мм}$.

Определяем аналитическим методом припуска, допуска и операционные размеры по технологическим переходам на размер $\varnothing 14\text{H}10^{(+0,27)}$. Размеры заносим в таблицу 4.

											Лист
											21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2020.116.00.000 ПЗ						

Устанавливаем предварительный маршрутный техпроцесс обработки поверхности детали размером $\varnothing 14^{+0,07}$.

- 1) Операция 000 (заготовительная) -14 квалитет;
- 2) Операция 010 (расточивание черновое) -13 квалитет;
- 3) Операция 020 (расточивание получистовое) -12 квалитет;
- 4) Операция 020 (расточивание чистовое) -10 квалитет;

Таблица 4 – Расчет припусков, допусков и промежуточных размеров на размеры $\varnothing 14^{+0,27}$; $\varnothing 16.6H10^{+0,07}$

Опер.	Точность	Допуск на размер, мм	Элементы припуска, мкм				Промежуточные размеры, мм		Промежуточные припуска, мм		Операционный размер, мм
			Rz	h	ε	Δy	d_{max}	d_{min}	Z_{max}	Z_{min}	
000	14	0.70	80	100	250	-	13.70	13	-	-	13^{+070}
010	13	0.27	60	70	150	40	14,27	14	1.27	0.3	$14^{+0,27}$
020	12	0.18	40	50	50	25	15.68	15.5	1.68	1.23	$15.5^{+0,18}$
020	10	0.07	20	25	-	10	16,67	16.6	0.57	0.39	$16.6^{+0,07}$

Определяем операционные припуски на операцию 020 токарная (расточивание чистовое).

Минимальный припуск на обработку:

$$2z_{min}^{0,50} = 2((30 + 40) + \sqrt{25^2 + 10^2}) = 0,39 \text{ мм.}$$

Максимальный припуск на обработку:

$$2z_{max}^{0,50} = 0,39 + 0,07 + 0,11 = 0,57 \text{ мм.}$$

Определяем операционные размеры по формулам:

$$D_{i-1}^{max} = D_i^{min} - 2z_i^{min},$$

$$D_{i-1}^{min} = D_{i-1}^{max} - T_{i-1}.$$

Определяем операционные размеры на операцию 020 токарная (расточивание получистовое).

$$D_{040}^{max} = 16.6 - 0,39 = 16.21 \text{ мм,}$$

Операционный размер на операции 040 равен $D^{oper} = 16.1^{+0,11}$ мм.

Определяем операционные размеры на операцию 010 токарная (расточивание чистовое).

$$D_{030}^{max} = 16,1 - 0,42 = 15,68 \text{ мм.}$$

$$D_{030}^{min} = 15,68 - 0,18 = 15,5 \text{ мм.}$$

Операционный размер на операции 020 равен $D^{oper} = 15,5^{+0,18}$ мм.

Определяем операционные припуски на операцию 010 токарная (расточивание чистовое).

Минимальный припуск на обработку:

					15.03.05.2020.116.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

$$2z_{\min}^{030} = 2((60 + 70) + \sqrt{150^2 + 25^2}) = 1,23 \text{ мм.}$$

Максимальный припуск на обработку:

$$2z_{\max}^{030} = 1,23 + 0,18 + 0,27 = 1,68 \text{ мм.}$$

Определяем операционные размеры на операцию 020 токарная (расточивание чистовое).

$$D_{020}^{\max} = 14 - 0,3 = 13,7 \text{ мм.}$$

$$D_{010}^{\min} = 13,7 - 0,27 = 13,43 \text{ мм.}$$

Определяем операционные припуски на операцию 020 токарная (расточивание чистовое).

Минимальный припуск на обработку:

$$2z_{\min}^{020} = 2(80 + 100) + \sqrt{250^2 + 40^2} = 0,3 \text{ мм.}$$

Максимальный припуск на обработку:

$$2z_{\max}^{020} = 0,3 + 0,27 + 0,7 = 1,27 \text{ мм}$$

Табличный метод определения припусков представлен в таблице 5.

Таблица 5 – Расчет припусков табличным методом

Вид обработки	Точность	Допуск, мм	Промежуточные (фактические) размеры, мм		Промежуточные (фактические) припуска, мм		Операционный размер, мм
			D _{max}	D _{min}	2Z _{max}	2Z _{min}	
1	2	3	4	5	6	7	8
Наружная поверхность Ø 24d11 ^(-0,0065) _(-0,195)							
Исходный размер	14	0,52	30	29,48	-	-	30 _{-0,52}
Точение черновое	12	0,21	26,5	26,29	3,1	2,98	26,5 _{-0,21}
Точение Чистовое	11	0,2	23,9	23,8	2,7	2,39	24d11 ^(-0,065) _(-0,195)
Наружная поверхность Ø 20h10 _{-0,084}							
Размер заготовки	14	0,52	30	29,48	-	-	30 _{-0,52}
Точение черновое	12	0,21	20,5	20,29	9,71	8,98	20,5 _{-0,21}
Точение чистовое	10	0,084	20	19,91 6	0,584	0,29	20 _{-0,084}

Продолжение таблицы 5

Наружная поверхность $\varnothing 19h11_{-0,13}$							
Размер Заготовки	14	0,52	30	29,48	-	-	$30_{-0,52}$
Точение черновое	12	0,21	19,5	19,29	10,71	9,98	$19,5_{-0,21}$
Точение чистовое	11	0,13	19	18,87	0,63	0,29	$19_{-0,13}$
Внутренняя поверхность $\varnothing 15,5^{+0,27}$							
Сверление	14	0,43	13,43	13	-	-	$13^{+0,43}$
Растачивание черновое	14	0,43	14,43	14	1,43	0,57	$14^{+0,43}$
Растачивание чистовое	12	0,27	15,5	15,77	1,34	1,5	$15,5^{+0,27}$

Остальные расчеты более подробно представлены в размерном анализе, который оформлен в таблице 6. На рисунке 5 изображен преобразованный чертеж детали в линейной проекции.

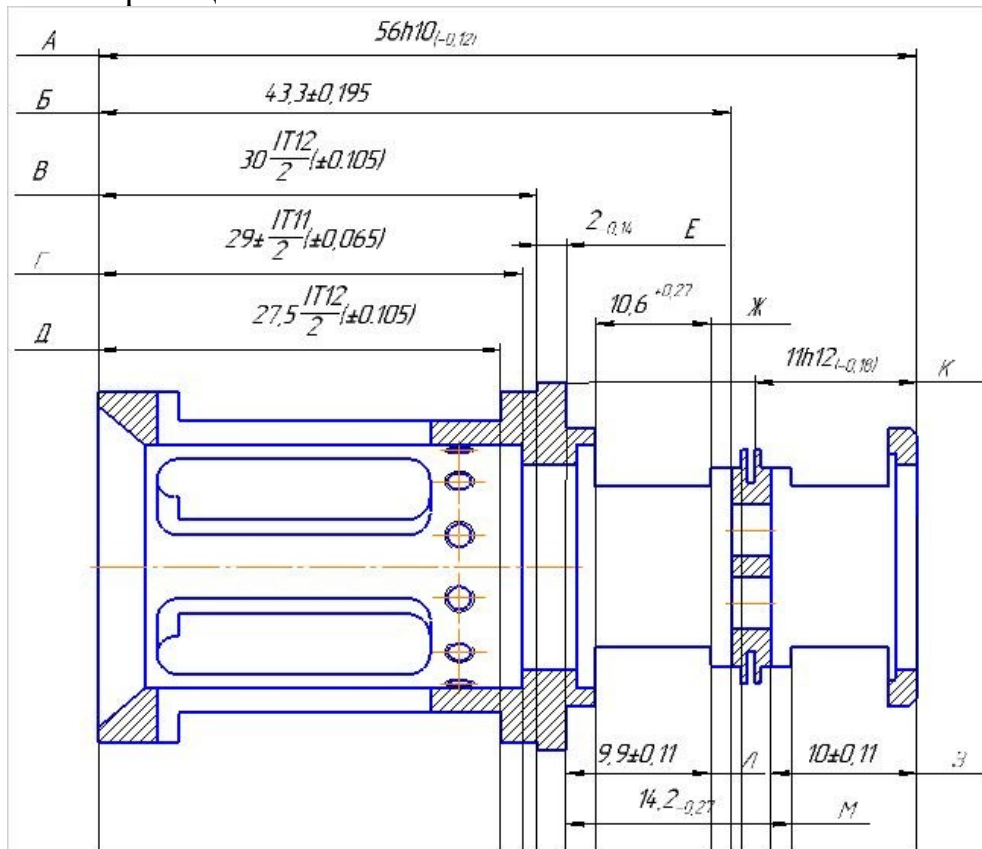


Рисунок 5 – Линейная проекция детали

Таблица 6 – Определение припусков и межоперационных размеров в линейной проекции

Номер операции	Уравнения цепей и их решение	Принятые размеры, припуски
010	$z = A_{2z} - A_z$ $z^{\min} = A_{2z}^{\min} - A_z^{\max}$ $z^{\min} = R_{z030} + y_{30z} + h_{30z} + q_{040}$ $z^{\min} = 0,2 + 0,30 + 0,30 + 0,2 = 1,0$ $A_{z7}^{\min} = 57 + 1,0 = 58,0$ $A_{2z}^{\max} = A_{2z}^{\min} + T = 58 + 0,5 = 58,5$ $z^{\max} = A_{2z}^{\max} - A_z^{\min} = 58,5 - 56,9 = 1,6$	$A_{2z \text{ опер}} = 58,5_{-0,5}$ $z = 1,0_{-1,6} \text{ мм}$ $A_z = 57_{0,1}$
030	$\delta_3 \geq \delta_{3H} + \delta_{Az}$ $\delta_{3H} = 0,22 - 0,1 = 0,12$ $3_H = A_z - 3 = 57 - 10 = 47$ $3_H^{\min} = A_z^{\max} - 3^{\max} = 57 - 10,11 = 46,89$ $3_H^{\max} = A_z^{\min} - 3^{\min} = 56,9 - 9,89 = 47,01$	$3_H^{\min} = 46,89 \text{ мм}$ $3_H^{\max} = 47,01 \text{ мм}$ $3_H \text{ опер} = 47_{-0,11}^{+0,01} \text{ мм}$ $3 = 10_{-0,11}^{+0,11} \text{ мм}$
	$z = A - A_z$ $z^{\min} = A^{\min} - A_z^{\max}$ $z^{\min} = R_{z030} + y_{30z} + h_{30z} + q_{040}$ $z^{\min} = 0,3 + 0,2 + 0,2 + 0,2 = 0,9$ $A_z^{\min} = 56 + 0,9 = 56,9$ $A_z^{\max} = A_z^{\min} + T = 56,9 + 0,1 = 57$ $z^{\max} = A_z^{\max} - A^{\min} = 57 - 55,88 = 1,12$	$A_z = 57_{-0,1}$ $z = 0,9_{-1,12}$ $A = 56_{-0,12}$
040	$\delta_D \geq \delta_{DH} + \delta_A$ $\delta_{DH} = 0,21 - 0,12 = 0,09$ $D_H = A - D = 56 - 27,5 = 28,5$ $D_H^{\min} = A^{\max} - D^{\max} = 56 - 27,605 = 28,395$ $D_H^{\max} = A^{\min} - D^{\min} = 55,88 - 27,395 = 28,485$	$D_H^{\min} = 28,395 \text{ мм}$ $D_H^{\max} = 28,485 \text{ мм}$ $D_H \text{ опер} = 28,5_{-0,105}^{-0,015} \text{ мм}$ $D = 27,5_{-0,105}^{+0,105} \text{ мм}$
	$\delta_B \geq \delta_{BH} + \delta_A$ $\delta_{BH} = 0,21 - 0,12 = 0,09$ $B_H = A - B = 56 - 30 = 26$ $B_H^{\min} = A^{\max} - B^{\max} = 56 - 30,105 = 25,895$ $B_H^{\max} = A^{\min} - B^{\min} = 55,88 - 29,895 = 25,985$	$B_H^{\min} = 25,895 \text{ мм}$ $B_H^{\max} = 25,985 \text{ мм}$ $B_H \text{ опер} = 26_{-0,105}^{-0,015} \text{ мм}$ $B = 30_{-0,105}^{+0,105} \text{ мм}$

Продолжение таблицы 6

Номер операции	Уравнения цепей и их решение	Принятые размеры, припуски
	$z = H - H_z$ $z^{\min} = E_z^{\min} - E_z^{\max}$ $z^{\min} = R_{z030} + y_{302} + h_{302} + q_{040}$ $z^{\min} = 0,15 + 0,16 + 0,14 + 0,15 = 0,6$ $E_z^{\min} = 2 + 0,6 = 2,6$ $E_z^{\max} = E_z^{\min} + T = 2,6 + 1,4 = 4,0$ $z^{\max} = E_z^{\max} - E_z^{\min} = 4,0 - 1,86 = 2,14$	$E_z = 4_{-1,4}$ $z = 0,6 \dots 2,14$ $E = 2_{-0,14}$
040	$\delta_B \geq \delta_{BH} + \delta_A$ $\delta_{BH} = 0,39 - 0,12 = 0,27$ $B_H = A - B = 56 - 43,3 = 12,7$ $B_H^{\min} = A^{\max} - B^{\max} = 56 - 43,495 = 12,505$ $B_H^{\max} = A^{\min} - B^{\min} = 55,88 - 43,105 = 12,775$	$B_H^{\min} = 12,505$ $B_H^{\max} = 12,775$ $B_H^{\text{опер}} = 12,7_{-0,195}^{+0,075}$ $B = 43,3_{-0,195}^{+0,195}$
	$\delta_\Gamma \geq \delta_{\Gamma H} + \delta_A$ $\delta_{\Gamma H} = 0,12 - 0,12 = 0,01$ $\Gamma_H = A - \Gamma = 56 - 29 = 27$ $\Gamma_H^{\min} = A^{\max} - \Gamma^{\max} = 56 - 29,065 = 26,935$ $\Gamma_H^{\max} = A^{\min} - \Gamma^{\min} = 55,88 - 28,935 = 26,945$	$\Gamma_H^{\min} = 26,935$ $\Gamma_H^{\max} = 26,945$ $\Gamma_H^{\text{опер}} = 27_{-0,065}^{-0,055}$ $\Gamma = 29_{-0,065}^{+0,065}$
	$z = Ж - Ж_z$ $z^{\min} = Ж^{\min} - Ж_z^{\max}$ $z^{\min} = R_{z030} + y_{302} + h_{302} + q_{040}$ $z^{\min} = 0,14 + 0,08 + 0,08 + 0,2 = 0,5$ $Ж_z^{\max} = 10,6 - 0,5 = 10,1$ $Ж_z^{\min} = Ж_z^{\max} - T = 10,1 - 0,8 = 9,3$ $z^{\max} = Ж^{\max} - Ж_z^{\min} = 10,87 - 9,3 = 1,57$	$Ж_z^{\text{опер}} = 9,3_{-0,27}^{+0,8}$ $z = 0,5 \dots 1,57$ $Ж = 10,6_{-0,27}^{+0,27}$
070	$z = M - M_z$ $z^{\min} = M^{\min} - M_z^{\max}$ $z^{\min} = R_{z030} + y_{302} + h_{302} + q_{040}$ $z^{\min} = 0,2 + 0,08 + 0,1 + 0,02 = 0,4$ $M_z^{\max} = 13,93 - 0,4 = 13,53$ $M_z^{\min} = M_z^{\max} - T = 13,53 - 0,6 = 12,93$ $z^{\max} = M^{\max} - M_z^{\min} = 14,2 - 12,93 = 1,27$	$M_z^{\text{опер}} = 12,93_{-0,27}^{+0,6}$ $z = 0,4 \dots 1,27$ $M = 14,2_{-0,27}$

Продолжение таблицы 6

Номер операции	Уравнения цепей и их решение	Принятые размеры, припуски
	$z = l - l_z$ $z^{min} = l^{min} - l_z^{max}$ $z^{min} = R_{z030} + y_{302} + h_{302} + q_{040}$ $z^{min} = 0,2 + 0,08 + 0,1 + 0,02 = 0,4$ $l_z^{max} = 9,79 - 0,4 = 9,39$ $l_z^{min} = l_z^{max} - T = 9,39 - 0,6 = 8,79$ $z^{max} = l^{max} - l_z^{min} = 10,01 - 8,79 = 1,22$	$l_{z \text{ опер}} = 8,79^{+0,6}$ $z = 0,4 \dots 1,22$ $l = 9,9_{-0,11}^{+0,11}$

На рисунке 6 приведен эскиз заготовки с полученными размерами в процессе выполнения анализа.

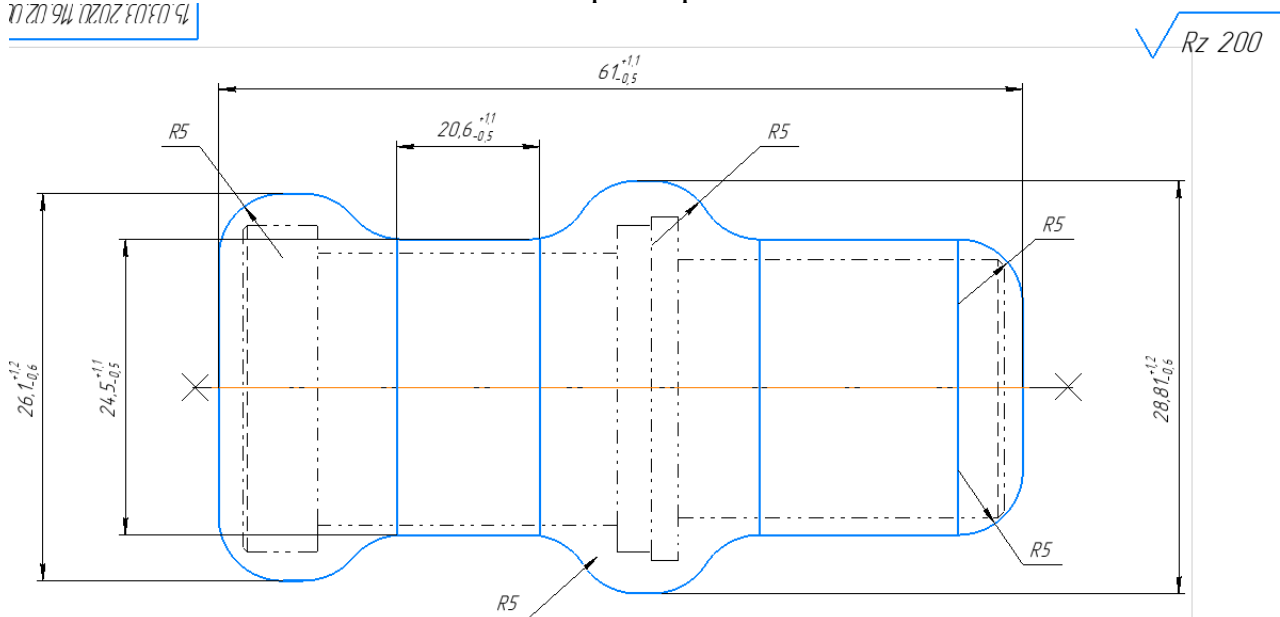


Рисунок 6 – Эскиз заготовки

2.7 Расчет режимов резания

Расчет режимов резания осуществляется по данным, приведенным в каталогах инструмента фирмы Seco [5] и программного обеспечения «Secolor» для токарных работ. Рассмотрим на примере расчет режимов резания для основных переходов для 005 операции.

Растачивание отверстия Ø15,5

Исходные данные для расчета:

1) инструмент:

- расточной резец C4-MVUNR-27120-16;
- режущая пластина VNMG160408-MR4;

2) обрабатываемая поверхность:

					15.03.05.2020.116.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

- длина отверстия 8,5 мм и получаемый диаметр отверстия 15,5;
- материал по каталогу F32M;

3) припуск на сторону, мм: 1,3;

Расчет производится при помощи программного обеспечения «Secolor» для токарных работ (разработчик фирма Seco), подача назначена по каталогу «Токарные работы. 2015»:

1) материал режущей части: F32M;

2) подачу, мм/об: $S = 0,57$;

3) скорость резания рассчитывает по программному приложению «Secolor»

Скорость резания равна 185 м/мин. Найдем число оборотов детали:

$$n = \frac{V * 1000}{D * \pi}$$

где D – диаметр, $D = 15,5$ мм; V – скорость резания, $V = 185$ мм/мин.

$$n = \frac{185 * 1000}{15,5 * 3,14} = 3800 \text{ мм/мин.}$$

4) Расчет основного времени осуществляется по формулам [2], мин:

$$T_0 = \frac{L_{p.x}}{n * S}$$

где $L_{p.x}$ – длина рабочего хода, мм; s – подача, мм/об; n – число оборотов, об/мин.

Определяем длину рабочего хода сверла:

$$L_{p.x} = l + l_1,$$

где $l_1 = 2$ мм, величина врезания и перебега; $l = 8,5$ мм, длина отверстия;

$$L_{p.x} = 8,5 + 2 = 10,5 \text{ мм}$$

$$T_0 = \frac{10,5}{3800 * 0,57} = 0,05 \text{ мин.}$$

Сверление отверстия $\varnothing 2,5$

Исходные данные для расчета:

1) инструмент: сверло SD206A-1.60-9.6-3R1;

2) обрабатываемая поверхность:

– длина отверстия 2,7 мм и получаемый диаметр отверстия 2,5

– материал по каталогу SMG03;

Расчетные данные

По каталогу фирмы Seco «Обработка отверстий» [5] выбираем:

1) материал режущей части: SMG03;

2) подачу, мм/об: $S = 0,13$;

3) число оборотов инструмента, об/мин: $n = 1400$;

Пересчитаем скорость резания, мм/мин: D – диаметр сверла, $D = 2,5$ мм; n – число оборотов инструмента, $n = 1400$ об/мин.

$$V = \frac{3,14 * 1400 * 2,5}{1000} = 11 \text{ мм/мин.}$$

4) Расчет основного времени, мин:

$$L_{p.x} = 2 + 2,7 = 4,7 \text{ мм}$$

					15.03.05.2020.116.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

$$T_0 = \frac{4,7}{1400 * 0,13} = 0,026 \text{ мин.}$$

Точение поверхности Ø19

Исходные данные для расчета:

1) инструмент:

- проходной резец A08K-SCLCR06
- режущая пластина CCGT060202F-AL KX;

2) обрабатываемая поверхность:

- длина поверхности 24 мм и получаемый диаметр 19;
- материал по каталогу F32M;

3) припуск на сторону, мм: 1,5;

Расчет производится при помощи программного обеспечения «Secolor» для токарных работ (разработчик фирма Seco), подача назначена по каталогу «Токарные работы. 2015»:

1) материал режущей части: F32M;

2) подачу, мм/об: $S = 0,83$;

3) скорость резания рассчитывает по программному приложению «Secolor»

Скорость резания равна 197 м/мин. Найдем число оборотов детали:

$$n = \frac{V * 1000}{D * \pi}$$

где D – диаметр, D = 19 мм; V – скорость резания, V = 140 мм/мин.

$$n = \frac{140 * 1000}{19 * 3,14} = 2400 \text{ мм/мин.}$$

4) Расчет основного времени осуществляется по формулам [6], мин:

$$T_0 = \frac{L_{p.x}}{n * S}$$

где $L_{p.x}$ – длина рабочего хода, мм; s – подача, мм/об; η – число оборотов, об/мин.

Определяем длину рабочего хода сверла:

$$L_{p.x} = l + l_1,$$

где $l_1 = 2$ мм, величина врезания и перебег; $l = 24$ мм, длина отверстия;

$$L_{p.x} = 24 + 2 = 26 \text{ мм}$$

$$T_0 = \frac{26}{2400 * 0,83} = 0,013 \text{ мин.}$$

Точение поверхности размера 56h10

Исходные данные для расчета:

1) инструмент:

- проходной резец A08K-SCLCR06
- режущая пластина CCGT060202F-AL KX;

2) обрабатываемая поверхность:

- длина поверхности 56 мм, диаметр 25,2;
- материал по каталогу F32M;

3) припуск на сторону, мм: 1;

					15.03.05.2020.116.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

Расчет производится при помощи программного обеспечения «Secolor» для токарных работ (разработчик фирма Seco), подача назначена по каталогу «Токарные работы. 2015»:

- 1) материал режущей части: F32M;
- 2) подачу, мм/об: $S = 0,1$;
- 3) скорость резания рассчитывает по программному приложению «Secolor»
Скорость резания равна 185 м/мин. Найдем число оборотов детали:

$$n = \frac{V * 1000}{D * \pi}$$

где D – диаметр, $D = 25,2$ мм; V – скорость резания, $V = 185$ мм/мин.

$$n = \frac{185 * 1000}{25,2 * 3,14} = 2338 \text{ об/мин.}$$

Принимаем $n = 2400$ об/мин.

- 4) Расчет основного времени осуществляется по формулам [6], мин:

$$T_0 = \frac{L_{p.x}}{n * S}$$

где $L_{p.x}$ – длина рабочего хода, мм; s – подача, мм/об; n – число оборотов, об/мин.

Определяем длину рабочего хода сверла:

$$L_{p.x} = l + l_1,$$

где $l_1 = 1$ мм, величина врезания и перебег; $l = 13$ мм;

$$L_{p.x} = 13 + 1 = 14 \text{ мм}$$

$$T_0 = \frac{14}{2400 * 0,1} = 0,06 \text{ мин.}$$

Полученные результаты режимов резания сведем в таблицу 7.

Таблица 7 – Режимы резания

Элементы режима резания	t, мм	S, мм/об	V, м/мин	n, об/мин	T, мин	N, кВт
Черновое точение правого/левого торца 56	1	0,1	185	2400	0,06	3,2
Получистовое точение правого/левого торца 56	0,6	0,33	210	1250	0,19	2,8
Черновое растачивание отверстия Ø 14	1,3	0,57	172	1250	0,63	7,5
Черновое растачивание отверстия Ø15,5	1,3	0,57	185	1250	0,78	7,5
Черновое точение Ø19	1,5	0,83	140	2400	0,013	8,0
Получистовое точение Ø19	0,7	0,33	203	1250	0,06	4,2
Чистовое точение Ø19	0,3	0,18	395	1600	0,1	2,2
Получистовое точение Ø14	0,7	0,33	153	2000	0,1	4,6

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4	5	6	7
Черновое растачивание отверстия Ø16,6	1,3	0,57	195	1250	0,76	7,5
Получистовое растачивание отверстия Ø16,6	0,7	0,43	185	1600	0,65	6,7
Чистовое растачивание отверстия Ø16,6	0,3	0,28	348	1600	0,54	5,8
Черновое точение Ø25,2	1,3	0,57	207	1400	0,76	7,5
Получистовое точение Ø25,2	0,7	0,43	195	1700	0,65	6,7
Черновое точение Ø24	0,4	0,43	307	3800	0,74	4,3
Получистовое точение Ø24	0,4	0,43	259	3200	0,86	3,9
Чистовое точение Ø24	0,2	0,23	307	4000	0,92	3,9
Черновое фрезерование паза 4	0,3	0,05	30	1300	0,07	2,8
Черновое фрезерование паза 6	1	0,05	37	2000	0,03	3,5
Сверление отверстия 1,6	0,8	0,13	47,5	6000	0,15	2,6
Нарезание резьбы М2	0,4	0,4	4	630	0,07	4,2
Черновое фрезерование паза 6,9	0,5	0,05	40	2100	0,025	1,6
Черновое фрезерование паза 8,5	0,5	0,04	33	3500	0,16	2,3
Черновое фрезерование паза 16	1	0,03	33	1700	0,18	3,5
Черновое фрезерование выступов 0,4	0,25	0,02	46	510	0,08	2,6
Черновое фрезерование паза 0,5	0,25	0,02	46	600	0,1	1,6
Черновое фрезерование паза 2,3	0,5	0,02	70	1400	0,3	1,4
Черновое фрезерование паза 3,5	0,5	0,02	70	1600	0,32	1,8
Сверление отверстий Ø2,5	1,25	0,13	11	1400	0,026	2,2

2.8 Нормирование технологических операций

Нормирование операции ведется на операцию 005 токарную.

В серийном производстве норма штучно-калькуляционного времени $T_{шк}$ определяется по формуле [7]

$$T_{шк} = \frac{T_{пз}}{n} + T_{шт}, \quad (1)$$

Критерием оценки трудоемкости в массовом производстве является норма штучного времени $T_{шт}$, определяющаяся по формуле 2

$$T_{шт} = T_o + T_v + T_{обс} + T_{п}, \quad (2)$$

где T_o – основное (технологическое) время;

T_v – вспомогательное время;

$T_{обс}$ – время обслуживания рабочего места;

$T_{п}$ – время перерывов в работе.

Вспомогательное время T_v операций, выполняемых на универсальном оборудовании (типовых по структуре и оснащенности), определяют из выражения 3

$$T_v = T_{ус} + T_{пер} + T_{изм}, \quad (3)$$

где $T_{ус}$ – время установки и снятия заготовки;

$T_{пер}$ – время, связанное с выполнением перехода (или операции);

$T_{изм}$ – время на измерения.

Основное время обработки T_o определяется расчетом после установления режимов резания, и было рассчитано ранее. Остальные составляющие назначаются в соответствии со справочными данными.

Произведем нормирование времени для перехода черновое точение торца $56h10$.

Основное время обработки $T_o = 0,06$ мин; время установки и снятия заготовки $T_{ус} = 0,13$ мин; время, связанное с выполнением операции (черновой проход) $T_{пер} = 0,2$ мин; время на измерения $T_{изм} = 0,11$ мин.

Следовательно, вспомогательное время определим по формуле 3

$$T_v = 0,13 + 0,2 + 0,11 = 0,44 \text{ мин.}$$

Оперативное время определим по формуле 4.

$$T_{оп} = T_o + T_v, \quad (4)$$

$$T_{оп} = 0,06 + 0,44 = 0,50 \text{ мин.}$$

Время обслуживания рабочего места $T_{обс} = 0,02$ мин; время перерывов на отдых и личные надобности $T_{п} = 0,03$ мин.

Следовательно, штучное время по формуле 2

$$T_{шт} = 0,06 + 0,44 + 0,02 + 0,02 = 0,54 \text{ мин.}$$

Подготовительно-заключительное время $T_{пз} = 20$ мин выбираем согласно рекомендациям.

					15.03.05.2020.116.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

Аналогично найдем составляющие штучно-калькуляционного времени для других операций.

Определим нормы времени при черновом точении $\varnothing 19$.

Основное время обработки $T_o = 0,013$ мин; время установки и снятия заготовки $T_{yc} = 0,09$ мин; время, связанное с выполнением операции точение $T_{пер} = 0,10$ мин; время на измерения $T_{изм} = 0,05$ мин.

Следовательно, вспомогательное время по формуле 3.

$$T_B = 0,09 + 0,10 + 0,05 = 0,24 \text{ мин.}$$

Оперативное время определим по формуле 4.

$$T_{оп} = 0,013 + 0,24 = 0,253 \text{ мин.}$$

Время обслуживания рабочего места $T_{обс} = 0,02$ мин; время перерывов на отдых и личные надобности $T_{п} = 0,04$ мин.

Следовательно, штучное время по формуле 2.

$$T_{шт} = 0,013 + 0,24 + 0,02 + 0,04 = 0,313 \text{ мин.}$$

Произведем нормирование времени для чернового растачивания отверстия $\varnothing 15,5$.

Основное время обработки $T_o = 0,05$ мин; время установки и снятия заготовки $T_{yc} = 0,13$ мин; время, связанное с выполнением операции $T_{пер} = 0,02$ мин; время на измерения $T_{изм} = 0,22$ мин.

Следовательно, вспомогательное время по формуле 3.

$$T_B = 0,13 + 0,02 + 0,22 = 0,37 \text{ мин.}$$

Оперативное время по формуле 8.4.

$$T_{оп} = T_o + T_B = 0,05 + 0,37 = 0,42 \text{ мин.}$$

Время обслуживания рабочего места $T_{обс} = 0,01$ мин; время перерывов на отдых и личные надобности $T_{п} = 0,02$ мин.

Следовательно, штучное время по формуле 2.

$$T_{шт} = 0,05 + 0,37 + 0,01 + 0,02 = 0,45 \text{ мин.}$$

Произведем нормирование времени для сверления отверстия $\varnothing 2,5$.

Основное время обработки $T_o = 0,026$ мин; время установки и снятия заготовки $T_{yc} = 0,19$ мин; время, связанное с выполнением операции $T_{пер} = 0,11$ мин; время на измерения $T_{изм} = 0,07$ мин.

Следовательно, вспомогательное время по формуле 3.

$$T_B = 0,19 + 0,11 + 0,07 = 0,37 \text{ мин.}$$

Оперативное время по формуле 4.

$$T_{оп} = T_o + T_B = 0,026 + 0,37 = 0,4 \text{ мин.}$$

Время обслуживания рабочего места $T_{обс} = 0,01$ мин; время перерывов на отдых и личные надобности $T_{п} = 0,016$ мин.

Следовательно, штучное время по формуле 2.

$$T_{шт} = 0,026 + 0,37 + 0,01 + 0,016 = 0,42 \text{ мин.}$$

Рассчитаем составляющие времени для всей операции 005:

$$T_o = \sum T_{oi} = 0,06 + 0,013 + 0,05 + 0,026 = 0,149$$

$$T_B = \sum T_{vi} = 0,44 + 0,24 + 0,37 + 0,37 = 1,42$$

					15.03.05.2020.116.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

$$T_{оп} = \sum T_{опi} = 0,50 + 0,253 + 0,42 + 0,4 = 1,573$$

$$T_{обс} = \sum T_{обси} = 0,02 + 0,02 + 0,01 + 0,01 = 0,06$$

$$T_{п} = \sum T_{пи} = 0,03 + 0,04 + 0,02 + 0,016 = 0,106$$

$$T_{шт} = \sum T_{шти} = 0,54 + 0,313 + 0,45 + 0,42 = 1,723$$

Рассчитаем штучно-калькуляционное время для операции 005 по формуле 1

$$T_{шк} = T_{шт} + T_{пз/п} = 1,723 + 20/50 = 2,12$$

Аналогично производим расчет норм времени для остальных операций, учитывая количество переходов, согласно разработанного маршрутного технологического процесса. Полученные данные сводим в таблицу 8.

Таблица 8 – Нормы времени для операций (мин)

№ операции	Название операции	T_o	T_v	$T_{оп}$	$T_{обс}$	$T_{п}$	$T_{шт}$	$T_{пз}$	$T_{шк}$
005	Токарная с ЧПУ	0,15	1,42	1,57	0,06	0,11	1,72	20	2,12
010	Токарная с ЧПУ	0,23	2,13	2,36	0,09	0,17	2,62	20	3,02
015	Токарная с ЧПУ	0,26	1,70	1,96	0,07	0,2	2,23	20	2,63
020	Токарная с ЧПУ	0,63	3,08	3,71	0,14	0,2	4,05	20	4,45
025	Фрезерная с ЧПУ	0,36	1,76	2,12	0,08	0,12	2,32	20	2,72
030	Фрезерная с ЧПУ	0,43	2,11	2,54	0,1	0,15	2,79	20	3,19
035	Слесарная		0,3						
040	Моечная		0,3						

Выводы по разделу два:

В данном разделе произведен анализ технологичности детали, произведен размерный анализ разработанного технологического процесса, который позволил определить межоперационные размеры и размеры заготовки с минимальными припусками на обработку. Выполнен расчет режимов резания. Произведено нормирование технологических операций, разработан технологический процесс обработки детали.

3. КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

3.1 Проектирование зажимного приспособления на фрезерную операцию

3.1.1 Разработка теоретической схемы базирования

Необходимо разработать приспособление для выполнения фрезерной операции (операция выполняется на фрезерном станке марки MORI SEIKI NMV 3000 DCG).

Для фрезерования паза в качестве технологических баз используются: поверхность цилиндра $\varnothing 19$, которая является двойной опорной базой (центрирующей базой) и лишает заготовку двух степеней свободы; поверхность левого торца – установочная база, лишающая заготовку 3 степеней свободы. Теоретическая схема базирования заготовки показана на рисунке 7.

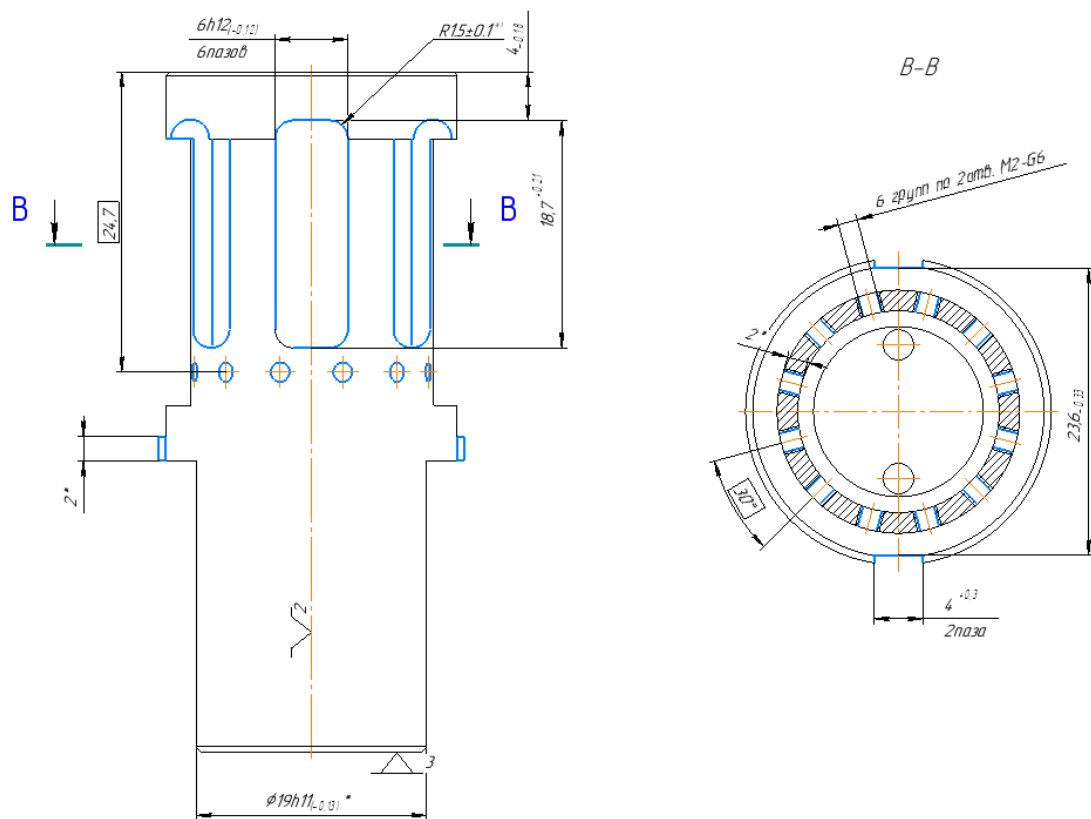


Рисунок 7 – Схема базирования детали

					15.03.05.2020.116.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

3.1.2 Проектирование схемы зажимного приспособления

На основании теоретической схемы базирования разрабатываем схему приспособления (рисунок 8).

Приспособление предназначено для установки и закрепления деталей (типа – корпус и др.) по обработанным внешним цилиндрическим поверхностям. В качестве базировочного и зажимного элемента используется трехкулачковый патрон.

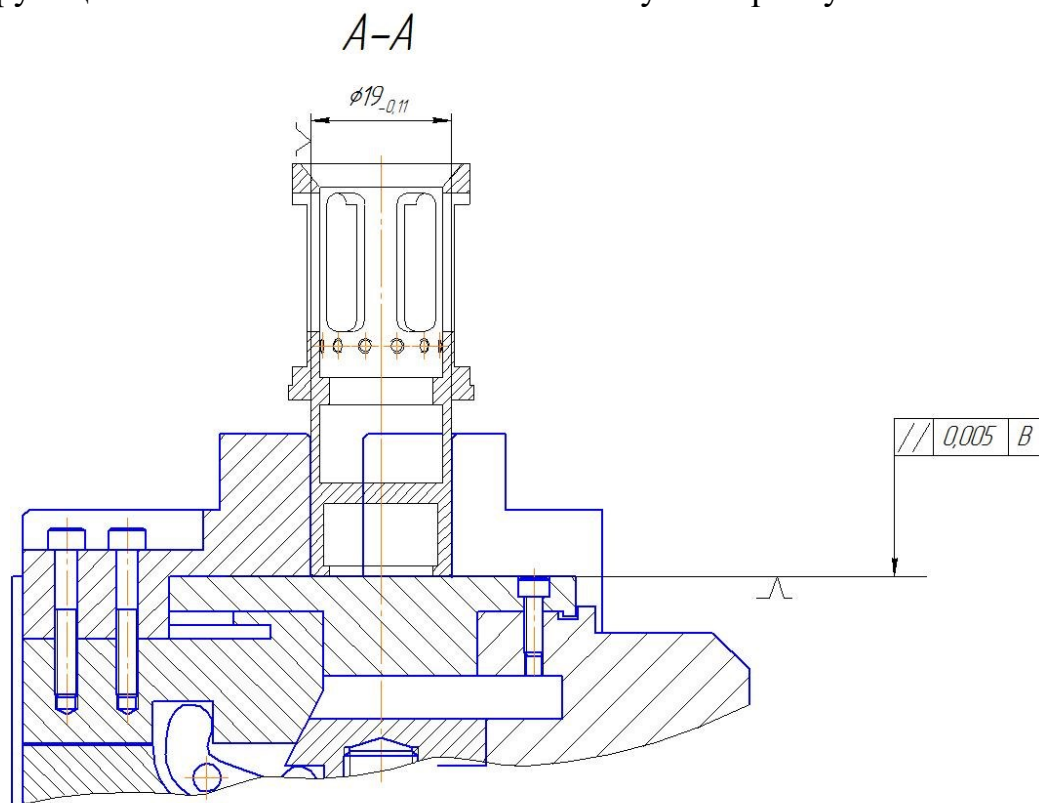


Рисунок 8 – Схема приспособления для фрезерования

Установка детали осуществляется на плоскую поверхность и зажимается по наружной поверхности $\phi 19_{-0,11}$ мм. Рассчитанная сила зажима предотвращает поворот детали вокруг своей оси и предотвращает отрыв ее от поверхности приспособления. При этом деталь лишается всех шести степеней свободы.

Приспособление на данной операции используется самостоятельно, то есть оно неподвижно и устанавливается на станок на время обработки данной партии деталей. На столе станка приспособление расположено горизонтально, фиксируется болтами. Приспособление должно обеспечивать такое закрепление заготовки, которое предотвращало бы возможность поворота заготовки при обработке под действием сил резания. Проектируемое приспособление для данной детали фиксируется на столе станка двумя винтами, положение определяется с помощью установочного отверстия, устанавливается и закрепляется непосредственно на столе станка.

					15.03.05.2020.116.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

3.1.3 Расчет зажимного приспособления

На обрабатываемую деталь действуют силы резания. Согласно исходным данным, режимы резания при фрезеровании больше, чем при обработке сверлами, поэтому определяем силу зажима заготовки в приспособлении в зависимости от этих сил резания, возникающих при фрезеровании [8].

Выбираем концевую фрезу $D = 4$ мм.

Принимаем фрезу концевую с нормальным зубом из твердого сплава. Глубина резания в нашем случае 4,0 мм. Ширина фрезерования $B=1.6$

D - диаметр фрезы, мм; $D = 4$ мм;

t – глубина резания, $t=4,0$ мм.

По таблицам нормативов назначаем:

S_z - подача на зуб, $S_z = 0,04$ мм/зуб;

v - скорость резания, допускаемую режущими свойствами фрезы,

$v = 110$ м/мин.

Определяем число оборотов шпинделя, соответствующее скорости резания:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{3,14 \cdot D},$$
$$n = \frac{1000 \cdot 110}{3,14 \cdot 4} = 8757 \text{ об/мин.}$$

Определяем величину минутной подачи:

$$S_M = S_z \cdot z \cdot n,$$
$$S_M = 0,04 \cdot 3 \cdot 8757 = 1050 \text{ мм/мин.}$$

Для заданных условий обработки:

K_{mp} – поправочный коэффициент для стали, $K_{mp}=0,65$;

C_p, x, y, u, g, w – коэффициенты и показатели степеней, $C_p = 12,5$; $x = 0,86$; $y = 0,72$;

$u = 1,0$; $g = 0,86$; $w = -0,13$.

Определяем силу резания при фрезеровании (окружная сила) по формуле:

$$P_Z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^g \cdot n^w} \cdot K_{mp},$$

где P_Z – окружная сила, Н;

$$P_Z = \frac{10 \cdot 12,5 \cdot 4,0^{0,86} \cdot 0,04^{0,72} \cdot 1,6^{1,3}}{4^{0,86} \cdot 8757^{-0,13}} \cdot 0,65 = 127 \text{ Н.}$$

Величину сил зажима детали в приспособлении можно определить, решив задачу статики на равновесие твердого тела, которое находится под действием всех приложенных к нему сил и моментов, которые возникают - резания и других, стремящихся сдвинуть установленную деталь, зажима и реакции опор, определив схему расположения сил зажима и сил резания, составив условие равновесия находим силу, необходимую для надежного прижима заготовки.

Выражаем силу Q и увеличиваем ее на коэффициент запаса:

$$Q = \frac{P_Z \cdot l}{f \cdot r_{тр}} \cdot K,$$

					15.03.05.2020.116.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

где Q – сила прижима, Н;
 K – коэффициент запаса;
 f – коэффициент трения, принимаем $f = 0,2$.

Коэффициент запаса нужен для того, чтобы обеспечить надежность зажимных устройств, так как отрыв или смещение заготовки при обработке недопустимо. Коэффициент K учитывает неточность расчетов, непостоянство условий обработки и установки заготовок.

Определяем коэффициент запаса по формуле:

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

где K_0 – гарантированный коэффициент запаса при всех видах обработки, $K_0 = 1,5$;

K_1 – коэффициент, учитывающий состояние технологической базы, при чистовых базах $K_1 = 1$;

K_2 – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания от затупления режущего инструмента, $K_2 = 1,2$;

K_3 – коэффициент учитывающий ударную нагрузку при обработке, $K_3 = 1$;

K_4 – коэффициент, учитывающий стабильность силового привода, так как у нас привод механизированный, то $K_4 = 1$;

K_5 – коэффициент, учитывающий удобство расположения рукояток в ручных приводах, для нашего случая $K_5 = 1$.

K_6 – коэффициент, учитывающий возможность поворота заготовок на опорах при установке и при действии моментов, $K_6 = 1,2$, при установке на неограниченную в пределах базы плоскость.

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

Коэффициент K принимаем больше расчетного в виду того что материал обрабатываемой детали позволяет принять его равным 2,5.

$$Q = \frac{127 \cdot 4,5}{0,2 \cdot 2} \cdot 2,5 = 3571 \text{ Н.}$$

Для закрепления детали в приспособлении принимаем силу равную $Q = 3571 \text{ Н}$.

Итак, сила Q – это сила прижима, зажимающая заготовку.

$P_z < Q$, $127 \text{ Н} < 3571 \text{ Н}$), таким образом в нашем приспособлении деталь надежно закреплена и обработка детали возможна.

Для проектируемой пневмокамеры, мы выбираем тарельчатую резинотканевую диафрагму, так как требуется ход 5 мм и эта диафрагма наиболее прочная, чем резиновая.

Диаметр мембраны рассчитаем по формуле:

$$Q = \frac{\pi}{16} (D + d)^2 p - P,$$

где D – диаметр диафрагмы, мм,
 d – диаметр опорной шайбы, ($d = 0,7D$) мм,
 p – давление сжатого воздуха, Па,
 P – сила возвратной пружины, ($P = 0$).

					15.03.05.2020.116.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

Решаем уравнение:

$$3571 = \frac{\pi}{16} (1,7D)^2 \cdot 0,6 \cdot 10^6$$

Получаем $D = 56$ мм. Внутренний диаметр диафрагмы D_d (диаметр в “свету”) принимаем равным 80 мм, диаметр опорной шайбы для резинотканевых диафрагм $d = 50$ мм. Наружный диаметр диафрагмы D_{1d} принимаем равным 140 мм.

Толщину диафрагмы принимаем равной $h = 5$ мм.

Проверяем усилие на штоке после перемещения на $0,3D$ (47 мм):

$$Q = \frac{0,75\pi}{16} (D + d)^2 pH,$$

$$Q = \frac{0,75\pi}{16} (0,80 + 0,5)^2 \cdot 0,6 \cdot 10^6 = 12137H$$

Полученные характеристики пневмокамеры позволяют осуществить полноценный зажим детали, то есть полученная пневмокамера полностью удовлетворяет нашим требованиям.

Погрешность установки $\varepsilon_{уст}$ возникает при установке деталей в приспособлении и складывается из:

- погрешности базирования;
- погрешности закрепления.

Погрешность установки находится при суммировании погрешностей по формуле:

$$\varepsilon_{уст} = \sqrt{\varepsilon_б^2 + \varepsilon_з^2 + \varepsilon_{пр}^2},$$

- где $\varepsilon_б$ – погрешность базирования, мм;
 $\varepsilon_з$ – погрешность закрепления, мм;
 $\varepsilon_{пр}$ – погрешность приспособления, мм.

Приспособление устанавливается и закрепляется к столу станка при помощи двух цилиндрических пальцев. В столе станка выполнено центральное отверстие $\varnothing 32H7^{(+0,025)}$ и выполнены пазы размером $\varnothing 14H7^{(+0,018)}$. Размер центрального установочного пальца принимаем $\varnothing 32h6_{(-0,016)}$, размер второго установочного пальца принимаем $\varnothing 14h6_{(-0,011)}$. Таким образом установка приспособления на столе станка будет производиться по посадке с зазором $\varnothing 14 \frac{H7}{h6}$ мм и $\varnothing 32 \frac{H7}{h6}$ мм.

Определяем максимальный зазор между установочным пальцем и центральным отверстием стола станка по формуле:

$$S'_{max} = ei + ES,$$

- где S'_{max} – максимальный зазор, мм;
 ei – нижнее отклонение установочного пальца, $ei = 0,016$ мм;
 ES – верхнее отклонение отверстия, $ES = 0,025$ мм.

$$S'_{max} = 0,016 + 0,025 = 0,041 \text{ мм.}$$

					15.03.05.2020.116.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

Для нашего случая погрешность базирования равна наибольшему из максимальных зазоров между установочным пальцем и отверстием стола станка: $S_{\max} = 0,041$ мм.

$$\varepsilon_{\delta} = S_{\max} = 0,041 \text{ мм.}$$

Так как обработка заготовки производится в жестком приспособлении, то погрешность закрепления оказывает небольшое влияние на точность обработки, которым можно пренебречь и ее можно в расчетах не учитывать: что $\varepsilon_3 = 0$.

Погрешность приспособления складывается из:

- отклонения оси отверстия под центрирующую втулку от оси В – 0,1 мм;
- половины допуска на диаметр базовой поверхности заготовки – 0,021 мм;
- неточности изготовления кулачков – 0,1 мм.

$$E_{\text{пр}} = 0,1 + 0,021 + 0,1 = 0,221 \text{ мм.}$$

Итак, погрешность установки:

$$E_{\text{уст}} = \sqrt{0,041^2 + 0,221^2} = 0,224 \text{ мм.}$$

Расчет на точность выполняется для того, чтобы приспособления позволяло получать заданные чертежом размеры обрабатываемой детали.

Для нашего случая допуск на получаемый размер обрабатываемой детали по чертежу составляет 0,52мм, а приспособление дает погрешность 0,224 мм.

Можно утверждать, что приспособление годное.

3.1.4 Компоновка приспособления

На рисунке 9 показано трехкулачковое самоцентрирующее клиновое приспособление с пневмоприводом для перемещения кулачков при зажиме и разжиме детали. Клиновое приспособление крепится на поворотном столе станка непосредственно.

В пазах корпуса установлены три кулачка, к которым винтами крепятся сменные кулачки. В корпусе приспособления установлена муфта, которая винтом и тягой соединена со штоком поршня вращающейся пневмокамеры. В муфте имеются три паза с углом наклона 15° , в которые входят наклонные выступы кулачков поз.5, образуя клиновые сопряженные пары. Во время подачи сжатого воздуха в полость. В приспособления шток перемещается в вниз, и муфта поз.6 передвигает выступы кулачков поз.5 вниз по наклонным пазам муфты поз.6. При этом сменные кулачки поз.4, перемещаясь ко оси приспособления, зажимают обрабатываемую деталь.

После обработки детали сжатый воздух подается в полость Г приспособления и шток перемещается в пневмокамере вверх. Шток через промежуточные звенья передвигает муфту поз.6 вверх, выступы кулачков поз.5 перемещаются по наклонным пазам муфты поз.6 вверх, и сменные кулачки поз.4 расходятся от оси приспособления, деталь разжимается. Втулка поз.1 предохраняет приспособление от засорения.

					15.03.05.2020.116.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

Зажим и отжим заготовки производится с помощью разработанного в этом проекте пневмопривода. Пневмокамера состоит из корпуса и крышки, между которыми зажата диафрагма плоской формы. Зажим заготовки осуществляется при рабочем движении штока пневмокамеры, на конце которого располагается опорная шайба.

Сжатый воздух из пневмодвигателя поступает во влагоотделительное устройство теряет часть влаги и в осушенном состоянии проходит через редукционный клапан, регулирующий его давление (в пределах, не превышающих давление в сети). Управление работой привода осуществляют с помощью распределительного крана. Обратный клапан препятствует быстрому падению давления воздуха в приводе в случае нарушения работы сети. Шток в свою очередь с помощью прижима осуществляет прижим заготовки к опорной поверхности приспособления. Для возвращения штока в исходное положение применяют второй запорный клапан. Камера является встроенной в приспособление и к столу станка крепится винтами.

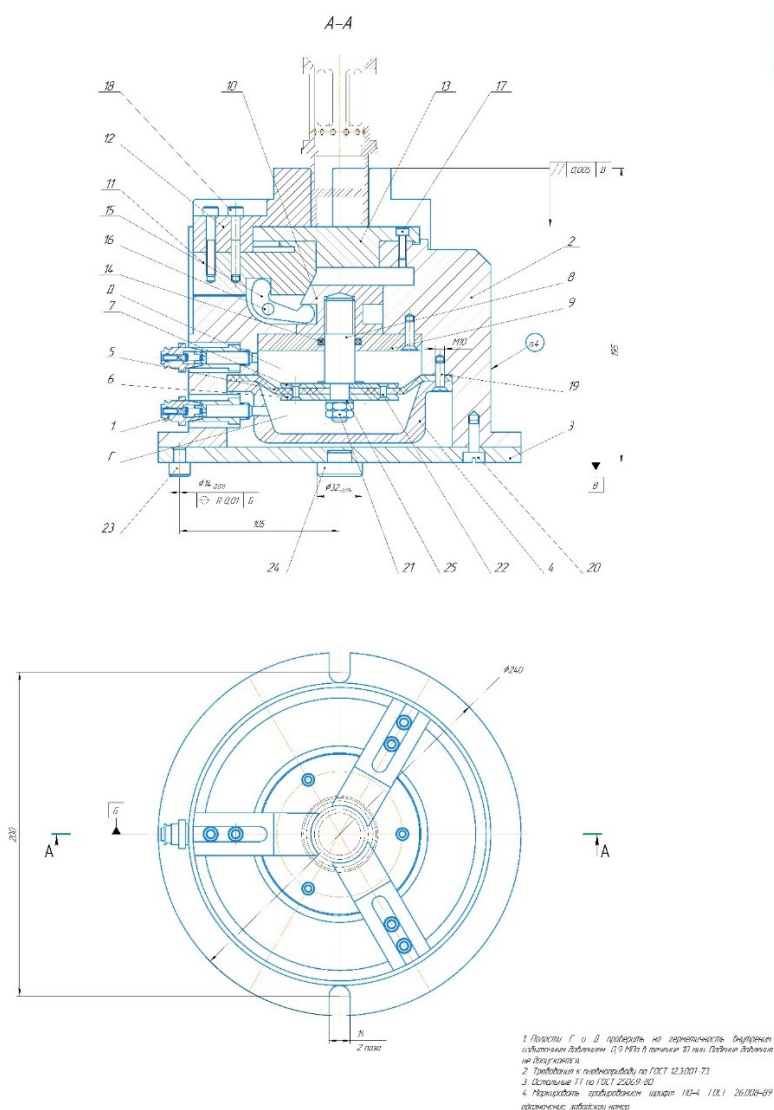


Рисунок 9 – Приспособление для фрезерования

					15.03.05.2020.116.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

3.2 Расчет и проектирование резца с СМП

Для чистовой обработки алюминиевого сплава, следует выбирать пластины, изготовленные из сплавов титановольфрамовой группы, а именно марки Т15К6, Т14К8 и Т30К4. Выбираем марку твердого сплава Т30К4. Для державки резца выбираем сталь 40Х ГОСТ 4543-71 [9]. На рисунке 10 представлен эскиз проектируемого инструмента.

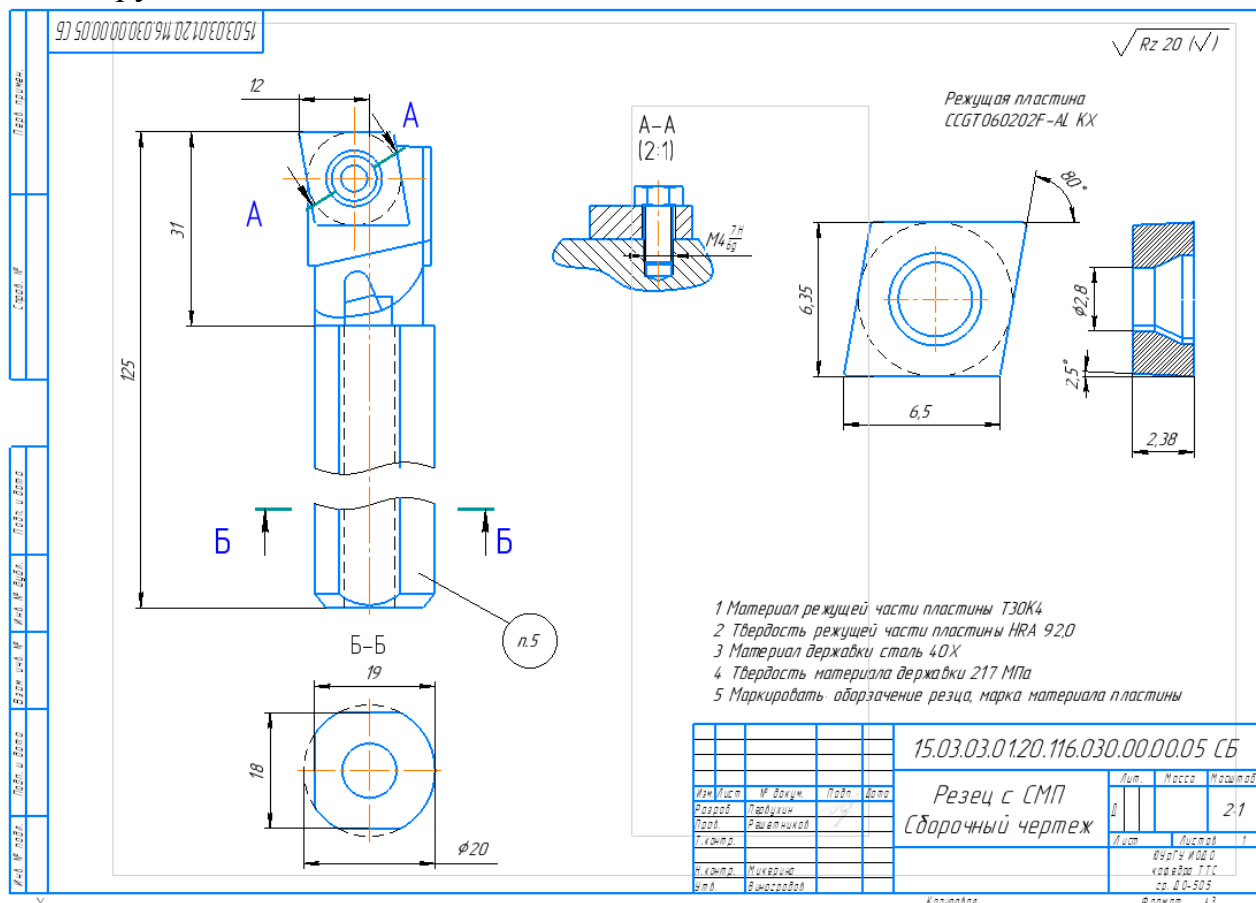


Рисунок 10 – Эскиз резца с СМП.

Расчет резца с СМП [10]:

При плоской передней поверхности и хрупкого обрабатываемого материала передний угол выбираем положительный: $\gamma = 12^\circ$ - для резцов с пластинами из твердого сплава.

Выбираем задний угол в зависимости от назначения резца и подачи: для проходного резца с подачей 0,3 мм/об – $\alpha = 8^\circ$. Задняя поверхность резца должна быть выполнена так, чтобы затраты на заточку и доводку были минимальными. Задний угол на вспомогательной режущей кромке выбирается такой же, как и задний угол на главной режущей кромке, т.е. $\alpha_1 = \alpha = 8^\circ$.

Главный угол в плане. Принимаем $\phi = 45^\circ$.

Вспомогательный угол в плане. Конструктивно принимаем $\phi_1 = 45^\circ$.

Радиус закругления при вершине резца.

Для проходного токарного резца принимаем $r = 0,8$ мм.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2020.116.00.000 ПЗ

	Лист
	42

Расчет параметров установки пластины в корпусе инструмента.

Число граней пластины:

$$n = \frac{360}{\varphi + \varphi_1} = \frac{360}{45 + 45} = 4$$

Положение плоскости N-N относительно главной режущей кромки определяется углом β :

$$tg\beta = \frac{tg\alpha * \sin\varepsilon}{tg\alpha_1 + tg\alpha * \cos\varepsilon}$$

где ε - угол при вершине пластины,

$$\varepsilon = \frac{180(n - 2)}{n} = \frac{180 * (4 - 2)}{6} = 60^\circ$$

Тогда

$$tg\beta = \frac{tg8 * \sin60}{tg8 + tg8 * \cos60} = 0,58$$

Откуда $\beta = 30^\circ$

Угол μ рассчитываем по формуле:

$$tg\mu = \frac{tg\alpha}{\sin\beta} = \frac{tg8}{\sin30} = 0,281$$

Откуда $\mu = 15,7^\circ$

Значение углов β и μ необходимо для фрезерования паза под пластину в корпусе резца.

Сечение державки резца (Н×В) определяем в зависимости от силы резания, материала корпуса, вылета резца и других факторов. Выбираем сечение резца квадратного профиля: В = Н.

$$B = \sqrt[3]{\frac{6P_Z * l}{\sigma_{н,д}}} = \sqrt[3]{\frac{6 * 435,2 * 40}{20}} = \sqrt[3]{5222,4} = 17,349 \approx 17,35$$

$$P_Z = 9,81 * C_p * t^x * S^y * V^n * K_p = 9,81 * 300 * 1,0^{1,0} * 0,3^{0,75} * 310^{-0,15} * 0,8625 = 435,197H \approx 435,2 H$$

где: $C_p = 300$; $x = 1,0$; $y = 0,75$; $n = -0,15$.

$$K_p = K_{mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{r p} = 0,75 * 1,0 * 1,15 * 1,0 * 1,0 = 0,8625.$$

$l = 40$ мм – вылет резца

Принимаем сечение резца Н×В (h13) = 20×20,

где: Н - высота державки резца;

В - ширина державки резца; высота резца по переднему краю пластины;

$l = 9,1$ мм;

$d_1 = 6,35$ мм;

$r = 0,8$ мм;

$l = 125$ мм.

					15.03.05.2020.116.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

Описание конструкции резца с СМП.

Разработан проходной резец с СМП. Резец имеет главный угол в плане $\varphi = 45^\circ$ и вспомогательный угол $\varphi_1 = 45^\circ$. Данные углы были выбраны в соответствии с обрабатываемым материалом – АМгб. Произведены расчёты углов μ и β - углов, которые определяют положение режущей пластины относительно оси державки резца. Неперетачиваемая пластина крепится к державке резца прижимным винтом.

					15.03.05.2020.116.00.000 ПЗ	Лист
						44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3.3 Проектирование контрольного приспособления

Измерительные средства, применяемые для промежуточного контроля заготовки и окончательного контроля детали, в зависимости от типа производства могут быть как стандартными, так и специальными. Метод контроля должен повышать производительность труда контролеров и станочников, создавать условия для улучшения качества продукции.

Для проектирования выбираем калибр, показанный на рисунке 11, на расположение двенадцати резьбовых отверстий M2-6G относительно паза 6H12^(+0,12) мм. Выбираем калибр в виде корпуса с двумя отверстиями Ø3,155. Назначаем допуски на элементы калибра по ОСТ 951081-72.

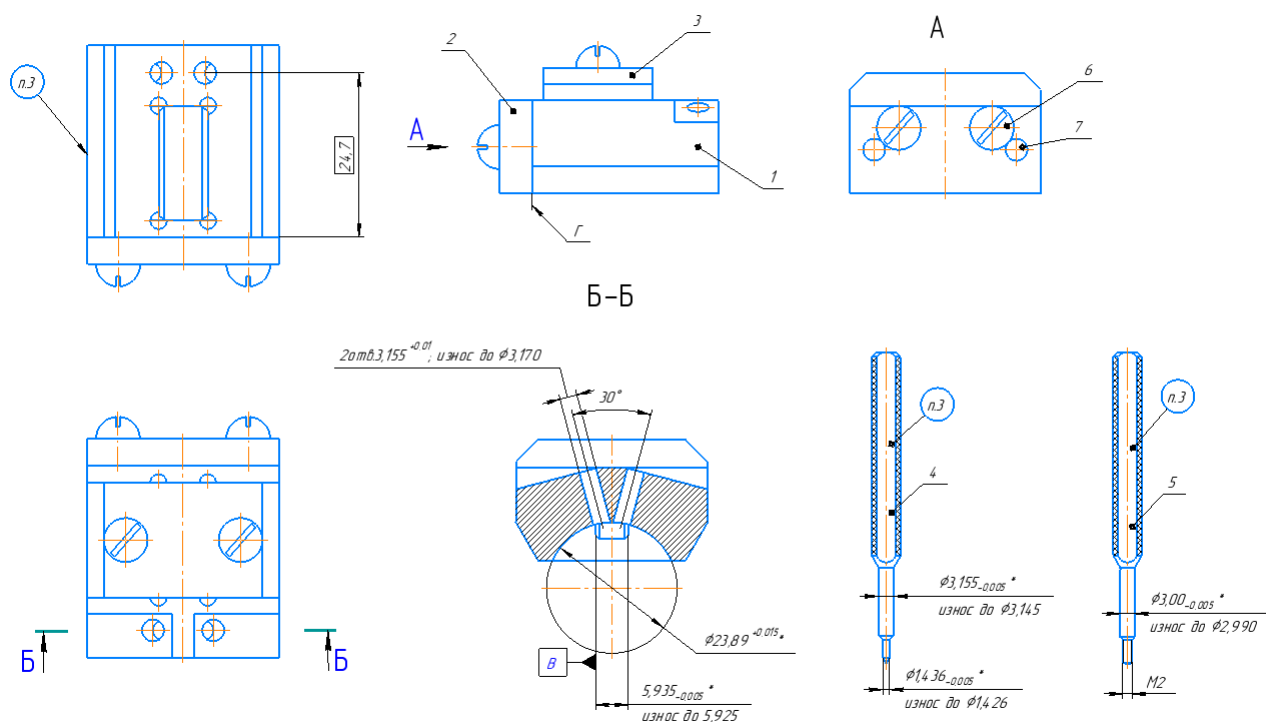


Рисунок 11 – Приспособление для контроля допуска расположения

Сумма погрешностей калибра: $F1 = 0,08$ мм.

Допуски на расположение измерительных элементов калибра:

$2\Delta_K = 0,01$ мм – допуск на расположение отверстий калибра;

$\Delta = 0,1$ мм – предельное смещение осей отверстий детали от номинального расположения;

$\delta_{к.вт.} = 0,01$ мм – допуск на изготовление отверстия;

$\delta_{вт.} = 0,005$ мм – допуск на биение отверстия;

$\delta_{к.пр.} = 0,006$ мм – допуск на изготовление гладкой части пробки;

$\delta_{и.пр.} = 0,004$ мм – допуск на износ пробки;

$1/2 \delta_{пр.} = 0,04$ мм – $1/2$ биения пробки.

Выбираем диаметр гладкой части пробки:

$D_{пр.} = 3$ мм.

					15.03.05.2020.116.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

Считаем исполнительные размеры.

Диаметр гладкой части новой резьбовой пробки:

$$d_{3 \text{ нов}} = 3 - 0,006 \text{ мм.}$$

Диаметр гладкой части изношенной резьбовой пробки рассчитываем по формуле:

$$d_{3 \text{ изн}} = d_{3 \text{ нов}} - (\delta_{\text{к.пр}} + \delta_{\text{и.пр}}).$$

$$d_{3 \text{ изн}} = 3 - (0,006 + 0,004) = 2,99 \text{ мм.}$$

Диаметр нового отверстия рассчитываем по формуле:

$$D_{\text{отв}} = d_{3 \text{ нов}} + 2\Delta - F1.$$

$$D_{\text{отв}} = 3 + 0,2 - 0,08 = 3,12 \text{ мм.}$$

Диаметр условного отверстия рассчитываем по формуле:

$$D_{\text{отв. усл}} = D_{\text{отв}} - (2\Delta_{\text{к}} + \delta_{\text{вт.}}).$$

$$D_{\text{отв. усл}} = 3,12 - (0,01 + 0,005) = 3,105 \text{ мм.}$$

Диаметр изношенного отверстия:

$$D_{\text{изн}} = d_{3 \text{ нов}} + 2\Delta - \Sigma_{\text{погр.пр.}},$$

где $\Sigma_{\text{погр.пр}}$ – сумма погрешностей пробки,

$$\Sigma_{\text{погр.пр.}} = 0,05 \text{ мм.}$$

$$D_{\text{отв. изн}} = 3 + 0,2 - 0,05 = 3,15 \text{ мм.}$$

Определяем допуски на размеры А и В:

$$\delta_A = \delta_B = 4\Delta_{\text{к}} + 2\delta_{\text{вт}} + \delta_{\text{к.вт.}}$$

$$\delta_A = \delta_B = 0,02 + 0,01 + 0,01 = 0,04 \text{ мм.}$$

Определим размеры А и В для позиций 1-2:

$$A_{\text{исп 1}} = L_1 + D_{\text{отв. усл}},$$

где $L_1 = 10,42 \text{ мм}$ – номинальный размер между отверстиями.

$$A_{\text{исп 1}} = 10,42 + 3,105 = 13,525 \text{ мм.}$$

$$A_{\text{изн 1}} = L_1 + D_{\text{отв. изн}},$$

$$A_{\text{изн 1}} = 10,42 + 3,15 = 13,57 \text{ мм.}$$

На рисунке 12 покажем схему замера размеров.

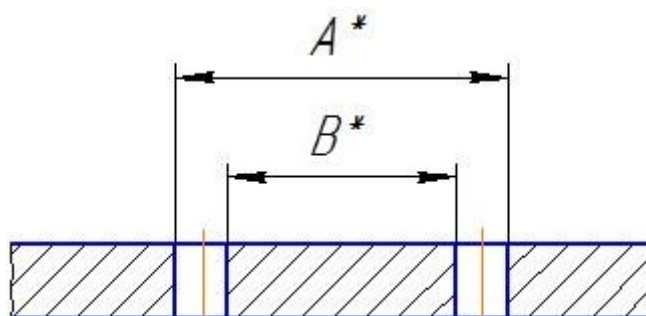


Рисунок 12 – Схема замера исполнительных размеров

$$B_{\text{исп 1}} = L_1 - D_{\text{отв. усл}},$$

$$B_{\text{исп 1}} = 10,42 - 3,105 = 7,315 \text{ мм.}$$

$$B_{\text{изн 1}} = L_1 - D_{\text{отв. изн}},$$

$$B_{\text{изн 1}} = 10,42 - 3,15 = 7,27 \text{ мм.}$$

$$B_{\text{изн 2}} = 20,84 - 3,15 = 17,69 \text{ мм.}$$

					15.03.05.2020.116.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

Размер выступа Г:

$$\Gamma = 2,05e7 \begin{pmatrix} -0,014 \\ -0,024 \end{pmatrix}.$$

Определим диаметры гладкой части гладкой пробки:

$$d_1 = D_{\text{отв}} - 0,006$$

$$d_1 = 3,12_{-0,006} \text{ мм.}$$

$$d_{1\text{изн}} = d_1 - \delta_{\text{к.пр.}} - \delta_{\text{и.пр.}}$$

$$d_{1\text{изн}} = 3,12 - 0,006 - 0,004 = 3,11 \text{ мм.}$$

Определим диаметры гладкой пробки:

$$d_2 = d_p - 2\Delta + F_1,$$

где $d_p = 1,591$ мм – диаметр отверстия под резьбу.

$$d_2 = 1,591 - 0,2 + 0,08 = 1,471 \text{ мм.}$$

$$d_{2\text{изн}} = d_2 - \delta_{\text{к.пр.}} - \delta_{\text{и.пр.}}$$

$$d_{2\text{изн}} = 1,471 - 0,006 - 0,004 = 1,461 \text{ мм.}$$

Определим диаметры резьбовой пробки по ГОСТ 18465-73 “Калибры для метрической резьбы”: [11]

Наружный диаметр новой резьбовой пробки:

$$d_4 = 2,034_{-0,018} \text{ мм.}$$

Наружный диаметр изношенной резьбовой пробки:

$$d_{4\text{изн}} = 2,012 \text{ мм.}$$

Средний диаметр новой резьбовой пробки:

$$d_5 = 1,761_{-0,009} \text{ мм.}$$

Средний диаметр изношенной резьбовой пробки:

$$d_{5\text{изн}} = 1,743 \text{ мм.}$$

Внутренний диаметр резьбовой пробки:

$$d_6 = 1,586 \text{ мм, не более.}$$

Корпус, штифт, пробка гладкая и пробка резьбовая изготавливаются из углеродистой инструментальной стали У8А ГОСТ 1435-74. Чистота рабочих поверхностей Ra0,2.

Выводы по разделу три:

Разработано фрезерное приспособление для фрезерования шпоночного паза. Рассчитан резец с СМП для токарного точения поверхностей, разработано приспособление для контроля допуска расположения.

					15.03.05.2020.116.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

4 СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

Исходные данные для расчета приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Исходные данные

№ операции	To	Tв	Tшт
005	0,15	1,42	1,72
010	0,23	2,13	2,62
015	0,26	1,7	2,23
020	0,63	3,08	4,05
025	0,36	1,76	2,32
030	0,43	2,11	2,79

4.1 Выбор и определение количества оборудования

Расчет числа станков, необходимых для выполнения каждой операции, определяется по формуле

$$C_p = \frac{t_{шт}}{\tau},$$

где $t_{шт}$ – штучное время выполнения операции, мин.

Такт выпуска определяется по формуле

$$\tau = \Phi_{эф} \cdot \frac{60}{N},$$

где $\Phi_{эф}$ – эффективный годовой фонд времени работы оборудования, ч.

N – годовая программа выпуска, шт.

Принимаем режим работы в первую смену для которой рекомендуемый – эффективный годовой фонд времени работы оборудования $\Phi_{эф}=2000$ часов.

По заданию программа выпуска $N = 12000$ шт. Условно увеличим программу выпуска до 24 000 шт.

Такт выпуска составит

$$\tau = 2000 \cdot \frac{60}{24\,000} = 5 \text{ мин.}$$

Количество оборудования для операции 005 токарная

$$C_p = \frac{1,72}{5} = 0,344$$

С учетом коэффициента использования оборудования $K_{и} = 0,85$ количества оборудования составит

$$C_p = \frac{C_p}{K_{и}}$$
$$C_p = \frac{0,172}{0,85} = 0,2.$$

Принимаем количество станков для данной операции $C_{п}=1$.

					15.03.05.2020.116.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

Коэффициент загрузки станков определяем по формуле

$$K_3 = \frac{C_p}{C_n}$$

$$K_3 = \frac{0,2}{1} = 0,2.$$

Количество оборудования для операции 010 токарная.

$$C_p = \frac{2,62}{5} = 0,524$$

С учетом коэффициента использование оборудования $K_n = 0,75$ количества оборудования составит

$$C_p = \frac{0,262}{0,75} = 0,35.$$

Принимаем $C_n = 1$.

$$K_3 = \frac{0,35}{1} = 0,35.$$

Количество оборудования для операции 015 токарная.

$$C_p = \frac{2,23}{5} = 0,446$$

С учетом коэффициента использование оборудования $K_n = 0,75$ количества оборудования составит

$$C_p = \frac{0,223}{0,75} = 0,3,$$

Принимаем $C_n = 1$

$$K_3 = \frac{0,3}{1} = 0,3.$$

Количество оборудования для операции 020 токарная

$$C_p = \frac{4,05}{5} = 0,81$$

С учетом коэффициента использование оборудования $K_n = 0,75$ количества оборудования составит

$$C_p = \frac{0,405}{0,75} = 0,54,$$

Принимаем $C_n = 1$.

$$K_3 = \frac{0,54}{1} = 0,54.$$

Количество оборудования для операции 025 фрезерная

$$C_p = \frac{2,32}{5} = 0,464.$$

С учетом коэффициента использование оборудования $K_n = 0,85$ количества оборудования составит

					15.03.05.2020.116.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

$$C_p = \frac{0,232}{0,85} = 0,27.$$

Принимаем $C_{\pi}=1$.

$$K_3 = \frac{0,27}{1} = 0,27.$$

Количество оборудования для операции 030 фрезерная

$$C_p = \frac{2,79}{5} = 0,558.$$

С учетом коэффициента использования оборудования $K_{\text{и}} = 0,8$ количества оборудования составит

$$C_p = \frac{0,279}{0,8} = 0,35.$$

Принимаем $C_{\pi}=1$.

$$K_3 = \frac{0,35}{1} = 0,35.$$

Определяем средний коэффициент загрузки проектируемого станка

$$K_{\text{зср}} = \frac{\sum C_p}{\sum C_{\pi}},$$

$$K_{\text{зср}} = \frac{0,344 + 0,524 + 0,446 + 0,81 + 0,464 + 0,558}{1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1} = 0,68$$

Для представления степени использования оборудования составляется график загрузки машин, где по оси абсцисс указывается количество машин для каждой операции обработки деталей в их технологической последовательности, а по оси ординат K_3 в процентах (рисунок 13).

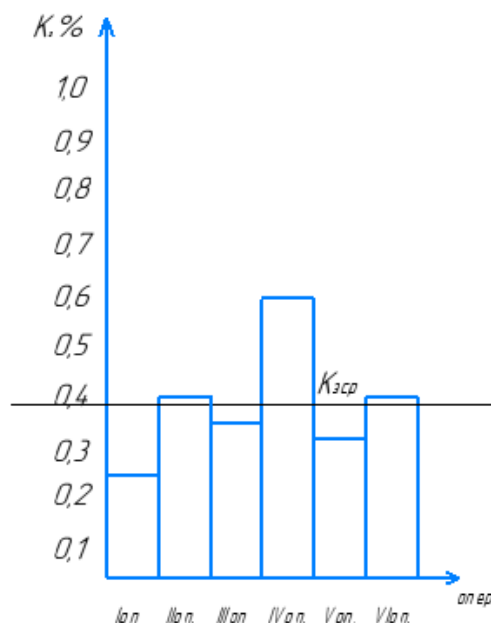


Рисунок 13 – График загрузки станков

4.1.1 Определение состава и количества работающих

Число производственных рабочих-станочников определяют для каждой операции в отдельности по количеству принятых станков по формуле:

$$R_{\text{ст}} = \frac{C_{\text{п}}}{K_{\text{мо}}} \cdot m_c \cdot (1 + K_s),$$

где m_c – число смен, $m_c = 1$;

$K_{\text{мо}}$ – коэффициент многостаночного обслуживания

K_s – коэффициент, учитывающий среднее число рабочих-станочников, находящихся в отпусках, не работающих вследствие временной нетрудоспособности и др., $K_s = (0,12 \dots 0,20)$.

Принимаем $K_s = 0,15$.

Значение коэффициента многостаночного обслуживания определяем по формуле:

$$K_{\text{мо}} = \frac{T_{\text{МА}} + T_{\text{ВН}}}{T_{\text{ВН}} + T_{\text{ВП}} + T_{\text{П}}},$$

где $T_{\text{МА}}$ – машинное автоматическое время;

$T_{\text{ВН}}$ – вспомогательное время, не перекрываемое машинным временем;

$T_{\text{П}}$ – время на переход от одного станка к другому.

Принимаем $T_{\text{П}} = 0,2$ мин.

Количество производственных рабочих-станочников для операции 005

$$K_{\text{мо}} = \frac{0,15 + 1,42}{1,42 + 0,2} = 0,97.$$

Принимаем $K_{\text{мо}} = 1$.

$$R_{\text{ст}} = \frac{1}{1} \cdot 1 \cdot (1 + 0,15) = 1,15;$$

Принимаем $R_{\text{ст}} = 1$.

Количество производственных рабочих-станочников для операции 010

$$K_{\text{мо}} = \frac{0,23 + 2,13}{2,13 + 0,2} = 1,01.$$

Принимаем $K_{\text{мо}} = 1$.

$$R_{\text{ст}} = \frac{1}{1} \cdot 1 \cdot (1 + 0,15) = 1,15.$$

Принимаем $R_{\text{ст}} = 1$.

Количество производственных рабочих-станочников для операции 015

$$K_{\text{мо}} = \frac{0,26 + 1,7}{1,7 + 0,2} = 1,03.$$

Принимаем $K_{\text{мо}} = 1$.

$$R_{\text{ст}} = \frac{1}{1} \cdot 1 \cdot (1 + 0,15) = 1,15.$$

Принимаем $R_{\text{ст}} = 1$.

Количество производственных рабочих-станочников для операции 020

					15.03.05.2020.116.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

$$K_{\text{мо}} = \frac{0,63 + 3,08}{3,08 + 0,2} = 1,13.$$

Принимаем $K_{\text{мо}}=1$.

$$R_{\text{ст}} = \frac{1}{1} \cdot 1 \cdot (1 + 0,15) = 1,15.$$

Принимаем $R_{\text{ст}} = 1$.

Количество производственных рабочих-станочников для операции 025

$$K_{\text{мо}} = \frac{0,36 + 1,76}{1,76 + 0,2} = 1,08.$$

Принимаем $K_{\text{мо}}=1$.

$$R_{\text{ст}} = \frac{1}{1} \cdot 1 \cdot (1 + 0,15) = 1,15.$$

Принимаем $R_{\text{ст}} = 1$.

Количество производственных рабочих-станочников для операции 030

$$K_{\text{мо}} = \frac{0,43 + 2,11}{2,11 + 0,2} = 1,1.$$

Принимаем $K_{\text{мо}}=1$.

$$R_{\text{ст}} = \frac{1}{1} \cdot 1 \cdot (1 + 0,15) = 1,15.$$

Принимаем $R_{\text{ст}} = 1$.

На всех $K_{\text{мо}} = 1 = C_{\text{п}} = 1$ предусматривать совмещение профессий и обслуживания рабочим множества операции не имеет смысла.

Итого рабочих составило 6 человек.

Величину коэффициента многостаночного обслуживания на операции определять путем построения циклограммы многостаночной работы не требуется.

4.2 Выбор типов и определение количества транспортных средств

Межоперационная транспортировка мелких и средних деталей, при этом (масса заготовки 0,012 кг и максимальный размер изделия – корпус защитного кожуха 72 мм) может осуществляться в тележках, движущихся по узким дорожкам, проходящим перед рабочим. С помощью электротележек можно обслуживать машины с разной высотой загрузки, для чего встраиваются пневматические подъемники. Для удобства обслуживания машин путь оборудован поворотными и откидными секциями для прохода рабочих.

Детали, изготовленные на механическом участке, предварительно упаковываются во взаимозаменяемую тару, а затем на складе готовой продукции участка в контейнеры массой 200 кг. Контейнеры транспортируются краном на склад сборочного цеха или на склад завода-изготовителя.

Транспортировка заготовок со склада завода или из заготовительных цехов осуществляется электромобилями.

					15.03.05.2020.116.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

4.2.1 Определение потребного количества электротележек

Потребное количество электротележек определяется по формуле

$$T = \frac{Q \cdot i}{g \cdot 60 \cdot \Phi_n \cdot m \cdot K_1} \left(\frac{l_{cp}}{v_{cp}} + t_3 + t_p \right),$$

где Q – годовой грузопоток деталей (заготовок);
 g – заполнение электротележки за один рейс;
 i – количество транспортных операций с грузом на один рейс;
 $\Phi_n = 2070$ часов – номинальный годовой фонд времени работы электротележки в одну смену;
 $K_1 = 0,85$ – коэффициент, учитывающий простой электротележки;
 l_{cp} – средний пробег электротележки за один рейс туда и обратно, м;
 v_{cp} – средняя скорость электротележки, м/мин;
 m – количество рабочих смен в сутки;
 t_3, t_p – время одной загрузки и одной разгрузки электротележки, мин.

$$T = \frac{12000 \cdot 10}{200 \cdot 60 \cdot 2070 \cdot 1 \cdot 0,85} \cdot \left(\frac{35}{18} + 10 + 10 \right) = 0,124$$

Принимаем 1 электротележку ЭТМ.

4.2.2 Выбор и определение потребного количества мостовых кранов

Потребное количество кранов определяют по формуле

$$K = \frac{D \cdot i}{\Phi \cdot m} \cdot \frac{\left(\frac{l_{cp}}{v_{cp}} + t_3 + t_p \right)}{\Phi_n \cdot K_1},$$

где D – количество перевезённых грузов (контейнеров с деталями) на годовую программу выпуска N деталей

$$D = \frac{N \cdot G_1}{G_k};$$

где $G_1 = 0,012$ – вес одной детали, кг;
 $G_k = 200$ – вес контейнера с деталями, кг;
 $m = 1$ – количество рабочих смен в сутки;
 $\Phi = 240$ – количество рабочих дней в году;
 i – количество крановых операций на один перевезенный груз;
 $l_{cp} = 30$ м – средняя длина пути на одну крановую операцию,
 $V_{cp} = 0.6$ км/ч = 10 м/мин – средняя скорость движения крана, км/ч;
 $t_3, t_p = 6$ мин. время на одну загрузку и одну разгрузку, мин;
 $\Phi_n = 480$ мин. номинальный фонд работы крана, мин.;
 $K_1 = 0.85$ – коэффициент, учитывающий простой крана.

$$D = \frac{12000 \cdot 0,012}{200} = 0,72 \text{ шт};$$

					15.03.05.2020.116.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

$$K = \frac{0,72 \cdot 10}{240 \cdot 1} \cdot \frac{\left(\frac{30}{10} + 6 + 6\right)}{480 \cdot 0,85} = 0,0008 \approx 1,$$

Принимаем 1 мостовой кран однобалочный, показан на рисунке 14.

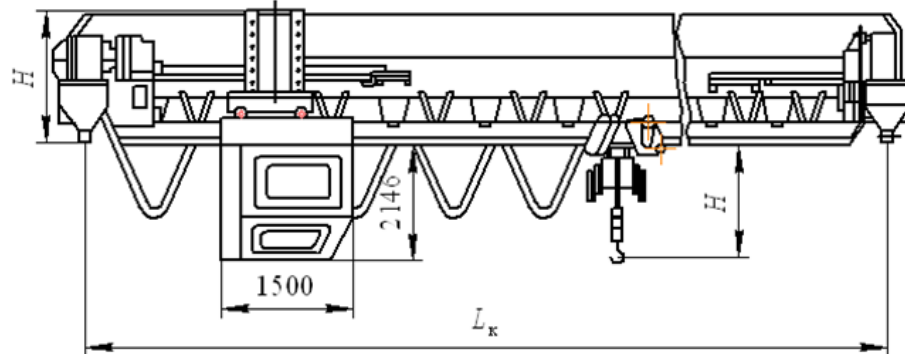


Рисунок 14 – Кран однобалочный трубчатым мостом и кабиной управления

4.3 Расчёт площадей для складирования заготовок и деталей

Площадь цехового склада материалов и заготовок или дооперационного задела определяется по формуле

$$F_{сз} = \frac{Q_{чер} \cdot t}{260 \cdot q \cdot K_{и}},$$

где $Q_{чер}$ – масса материала и заготовок годового объёма выпуска, т;
 t – среднее количество рабочих дней, в течение которых металл и заготовки хранятся на складе до поступления на обработку;
 q – средняя допустимая нагрузка на 1 м^2 полезной площади пола;
 $K_{и}$ – коэффициент использования площади, $K_{и} = 0,3 \dots 0,4$.

При укрупнённом расчёте площадь склада принимается в процентном отношении от площади цеха (участка)

$$F_{сз} = \frac{(10 \dots 15\%) \cdot S}{0,6 \cdot 5} = 0,0025,$$

Принимаем площадь по укрупнённому расчёту $F_{сз} = 0,8 \text{ м}^2$.

Местом накопления и хранения готовых деталей является промежуточный склад.

Потребную площадь для промежуточного склада рассчитывают по формуле

$$F_{с.д} = \frac{Q \cdot t_1}{260 \cdot q_1 \cdot K_{и}},$$

где Q – масса деталей годового объёма выпуска, подлежащих хранению, т;
 t_1 – число рабочих дней запаса, принимаемое согласно таблицы 2.7;
 q_1 – средняя допустимая нагрузка на 1 м^2 , $q_1 = 10 \dots 40 \text{ кН/м}^2$;
 $K_{и}$ – коэффициент использования площади, $K_{и} = 0,25 \dots 0,3$.

									Лист
									54
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

15.03.05.2020.116.00.000 ПЗ

$$F_{с.д} = \frac{0,144 \cdot 0,5}{260 \cdot 10 \cdot 0,25} = 0,0011.$$

Расчет площади для готовой детали определяем укрупнено

$$F_{с.з} = 10\% \cdot S_y,$$

4.4 Выбор способа транспортирования стружки

Систему транспортирования стружки выбираем в зависимости от количества стружки, приходящейся на 1м² по формуле

$$C = \frac{Q_{ст}}{F_{уч}},$$

где Q_с – годовой вес стружки.

Определяем по формуле:

$$Q_c = Q_{чер} - Q,$$

$$Q_c = 0,600 - 0,144 = 0,456 \text{ т.}$$

Площадь участка определяем по формуле

$$F' = n_1 q_1 + n_2 q_2 + n_3 q_3,$$

где n₁, n₂, n₃ – количество станков, соответственно мелких, средних и крупных;

q₁, q₂, q₃ – удельная площадь, приходящаяся соответственно на один мелкий, средний и крупный станок.

Принимаем удельные площади станков: MORI SEIKI CL 1500T– 40 м²; MORI SEIKI NMV 300 DCG 350 – 40 м²;

$$F = 7 \cdot 40 = 280 \text{ м}^2;$$

$$C = \frac{0,456}{280} = 0,0016;$$

$$C < 0,3 \frac{\text{т}}{\text{м}^2}.$$

Принимаем механизированную систему транспортирование стружки с использованием ручного труда, средств малой механизации. На участке предусматривается тара для сбора стружки.

4.5 Планировка оборудования и определение производственной площади

Планировку оборудования выполняют 1:100. При планировке оборудования учитывают основные факторы: хорошее освещение, циркуляция воздуха. На участке расположены мостовой кран, кафедра мастера, питьевая и техническая вода.

Норма расстояний приведены на рисунке 15. Планировка участка, выполненная в масштабе 1:100 и представлена на рисунке 16.

					15.03.05.2020.116.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

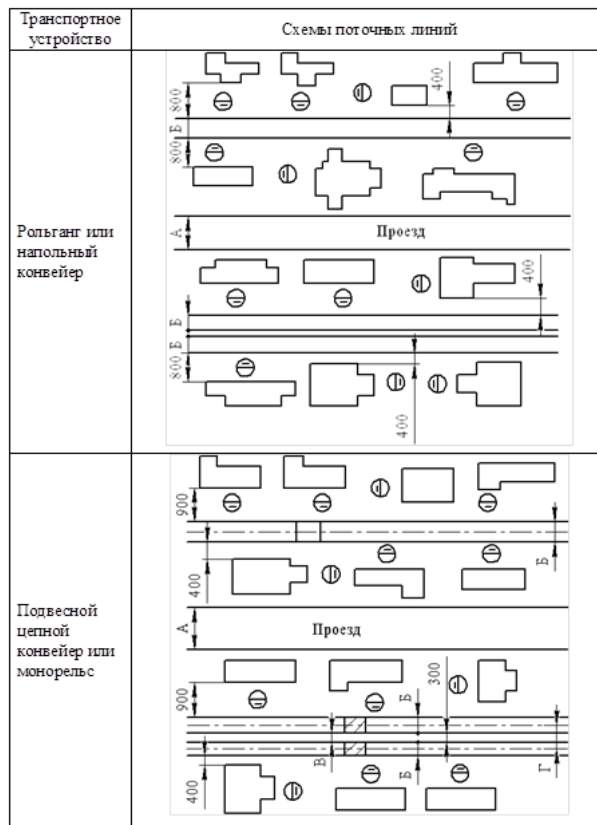


Рисунок 15 – Нормы расстояний

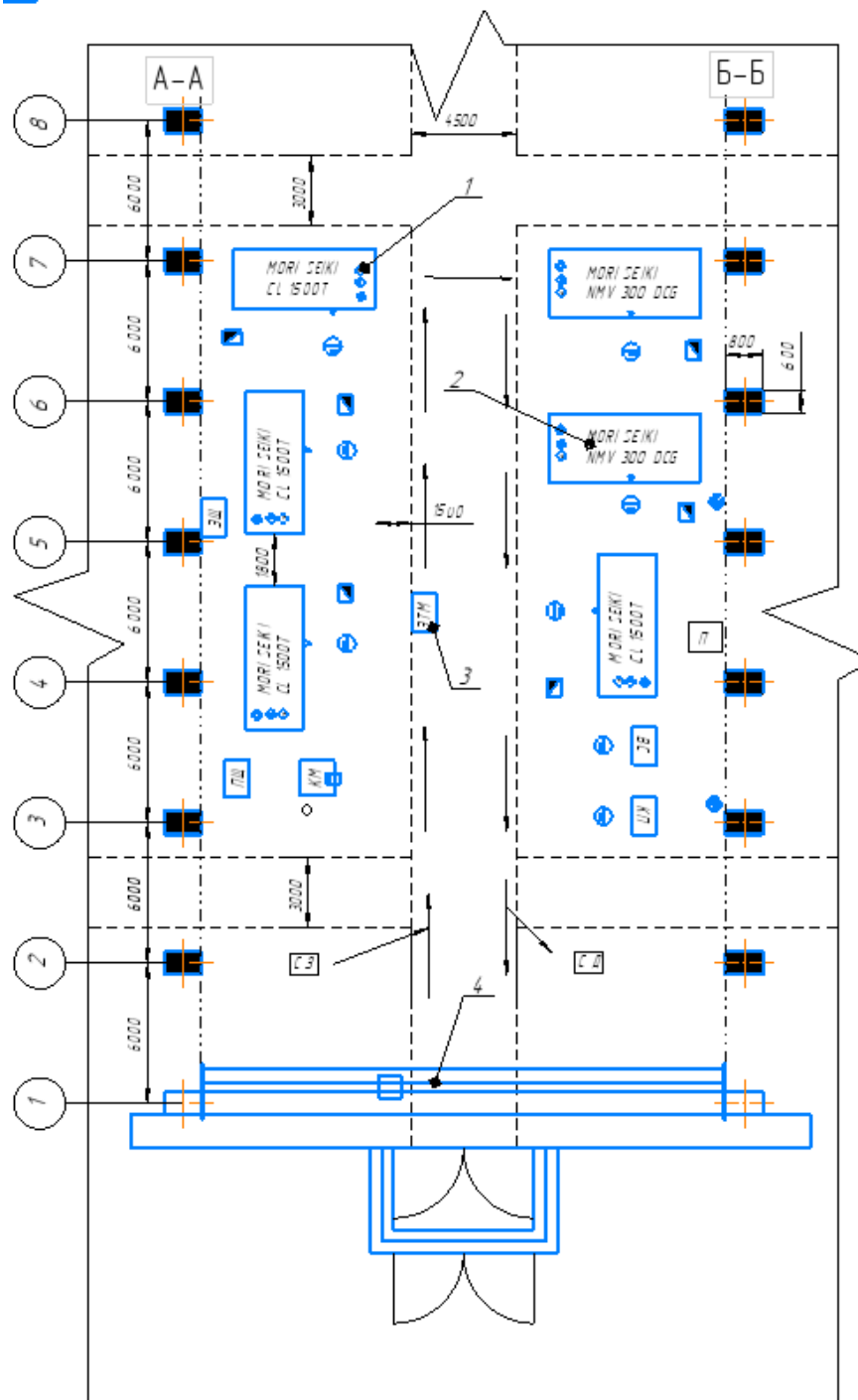


Рисунок 16 – Планировка участка

					15.03.05.2020.116.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

Фактическая площадь определяется по формуле

$$F = L \cdot l,$$

$$F = 42 \cdot 24 = 1008 \text{ м}^2.$$

После расстановки оборудования получили фактическую площадь: длина участка $L = 42$ м, ширина участка $l = 24$ м.

4.6 Организация рабочих мест

Рабочее место станочника - это участок производственной площади цеха, где расположен станок с набором приспособлений, вспомогательных режущих инструментов, технической документации и других предметов документации и материалов, находящихся непосредственно в распоряжении рабочего.

Рабочее место является главным звеном в любой производственной структуре, где используются станки, поэтому очень важно, чтобы оно было организовано максимально эффективно и эргономично. Под организацией рабочего места понимается упорядоченное расположение машин, оборудования оснастки для организации, шкафов, лотков и лотков для инструментов, тележек для станков, табличек и рамок для технической документации, обеспечивающих оператору станка необходимые условия для высокопроизводительной и безопасной и надежной работы. Рациональная организация рабочего места включает его планировку, освещение и техническое обслуживание.

Под планировкой понимается наиболее целесообразное размещение рабочего и станочного оборудования, материалов, грузоподъемных машин и оргтехники на производственной площадке. При планировании рабочего места, прежде всего, необходимо учитывать рабочее положение станочника, а также значение в характере условий труда, объем и темп работы, степень точности выполнения операций.

Оснащение рабочего места включает технические средства, необходимые для производства отдельных видов работ и их контроля (машины, подъемно-транспортные устройства, технологическое и организационное оборудование, измерительные приборы), а также средства обеспечения комфорта на рабочем месте.

Организация рабочего места представлена на рисунке 17.

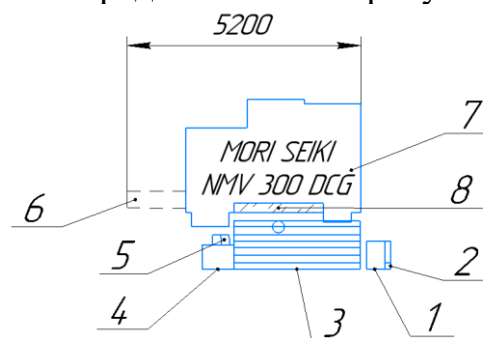


Рисунок 17 – Организация рабочего места

1 – инструментальная тумбочка; 2 – планшет для чертежа; 3 – решетка; 4 – стеллаж для деталей; 5 – урна для мусора; 6 – конвейер для стружки; 7 – станок; 8 – защитный экран

					15.03.05.2020.116.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

4.7 Выбор типов, формы и определение размеров здания

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

Высота до головки подкранового рельса (м) рассчитывается по формуле:

$$H_k = 3250 + 1800 + 2600 + 2100 = 9750$$

где h_1 – максимальная высота оборудования, $h_1 = 3250$ мм;

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

h_3 – высота транспортируемых грузов, $h_3 = 2600$ мм;

h_4 – высота крана, $h_4 = 2100$ мм;

Оборудованием с максимальной высотой являются станки модели MORI SEIKI NMV 300 DCG 350 высотой 3250 мм.

Расчетное значение корректируется до ближайшего стандартного. Принимаем $H_k = 9,75$ м. В зависимости от величины H_k принимаем высоту пролета $H = 12,6$ м. Основные размеры пролета здания приведены на рисунке 18.

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.

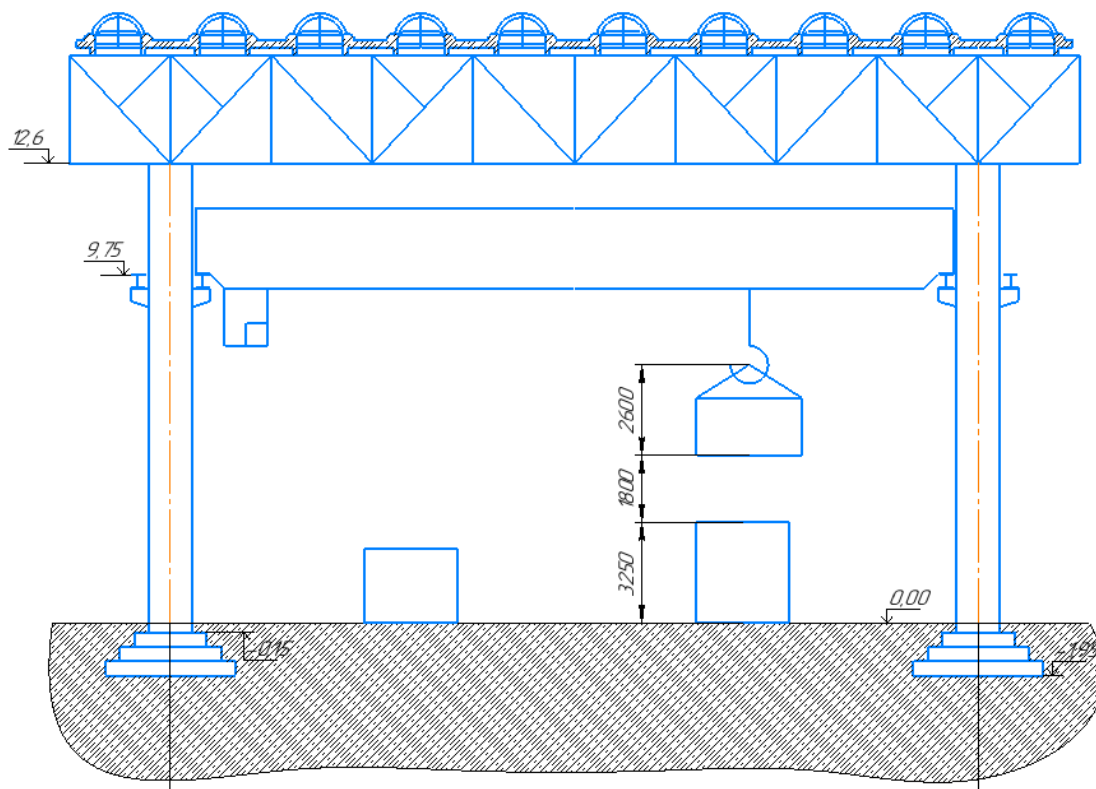


Рисунок 18 – Основные размеры пролета здания

Оборудование участка (цеха) в основном устанавливается непосредственно на полу. Поэтому полы в цехах представляют собой многослойную конструкцию, включающую утрамбованный грунт, надежную бетонную подготовку толщиной 200...300 мм, песчано-цементная стяжка для выравнивания, слой гидроизоляции, а

					15.03.05.2020.116.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

также напольное покрытие. Хорошим напольным покрытием является плитка из мраморной крошки (рис.19).

На главных магистралях используются чугунные или бетонные плитки. Покрытие выбирают 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.

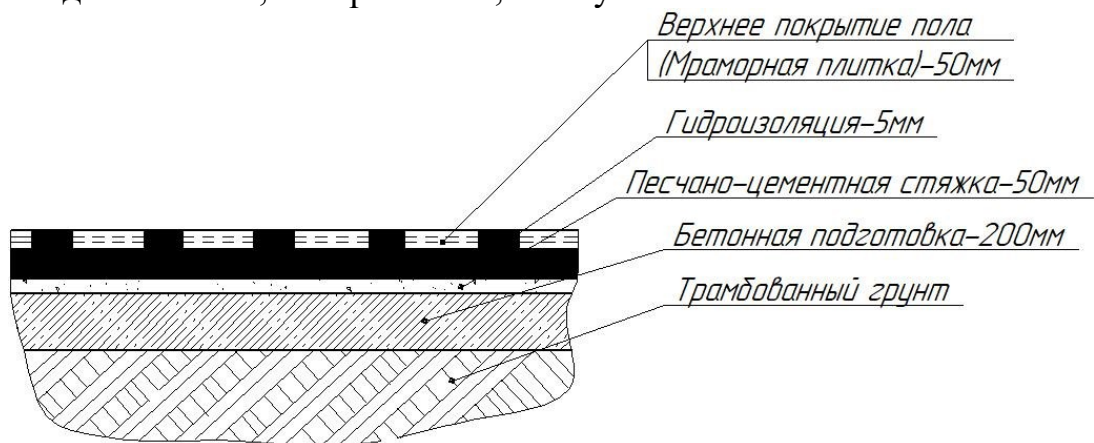


Рисунок 19 – Конструкция пола

Кровля является защитным покрытием зданий и для машиностроительных цехов является утепленной и многослойной (рисунок 20).

Кровля промышленных зданий состоит из сборных настилов, уложенных на балки или фермы. Наиболее широко используются железобетонные плиты перекрытия, применяемые как в неотапливаемых, так и в отапливаемых помещениях. Несущий настил, при шаге ферменных конструкций в 6 м, изготавливается из унифицированных железобетонных плит размерами 1,5×6 м и 3×6 м и высотой ребер 0,3 м с напряженной или ненапряженной арматурой, а также легких бетонных плит шириной 1,5 м.

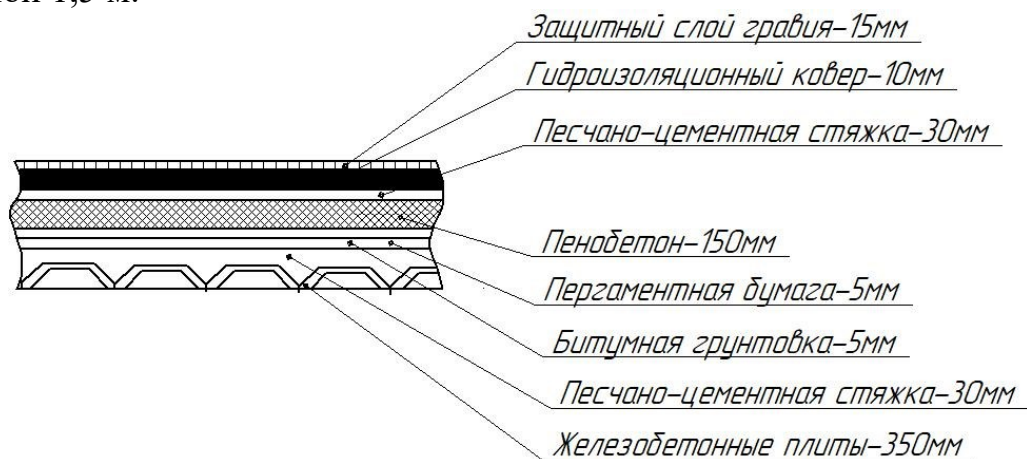


Рисунок 20 – Конструкция кровли

При высоте среднего пролета 9,65...12,6 м, оборудованных мостовыми кранами грузоподъемностью до 10 т, ставят колонны железобетонные серии КЭ-01-49 прямоугольного сечения 800х500 мм. Размеры колонн приведены в соответствии с рисунком 21.

					15.03.05.2020.116.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

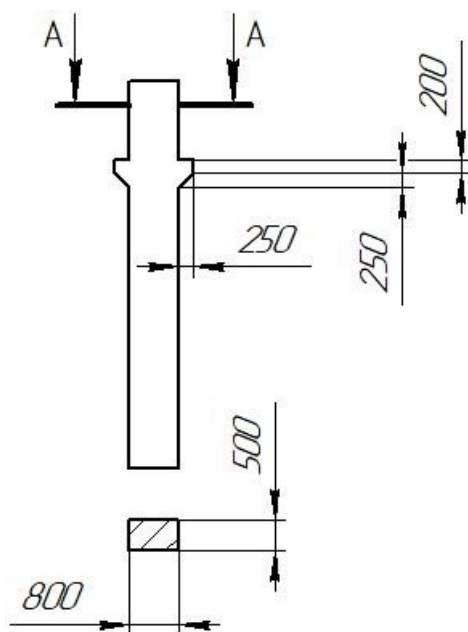


Рисунок 21 – Колонны для здания

Стальные фермы могут применяться: в отапливаемых зданиях с пролетами 30 м и более; в неотапливаемых зданиях с пролетами 18 м и более; в зданиях с подвесными крановыми балками грузоподъемностью 5 т и более или другими подвесными устройствами, создающими нагрузки, превышающие предусмотренные для типовых железобетонных конструкций; в зданиях с развитой сетью подвесного конвейерного транспорта или с коммуникациями, расположенными в пределах межхозяйственного пространства, в случаях, когда они не помещены в сетку типовых железобетонных ферм (рисунок 22).

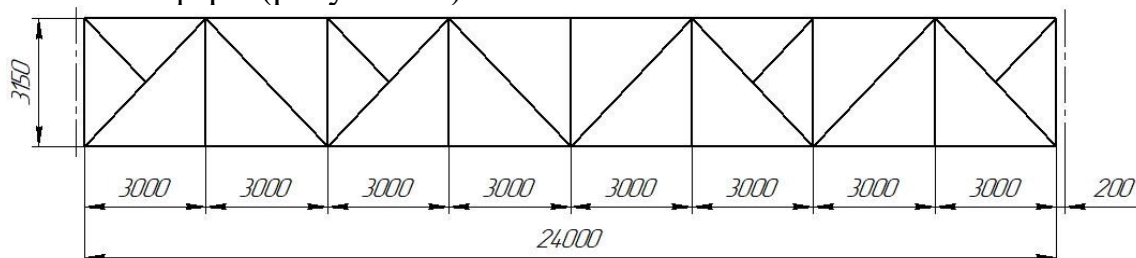


Рисунок 22 – Геометрическая схема стальной фермы

Фонари устраиваются на крышах зданий на средних пролетах с целью дополнительного освещения естественным светом и естественной вентиляцией.

Плафоны из органического стекла и стекловолокна обладают повышенной прочностью и, будучи выпуклыми, не задерживают снег (рисунок 23).

					15.03.05.2020.116.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

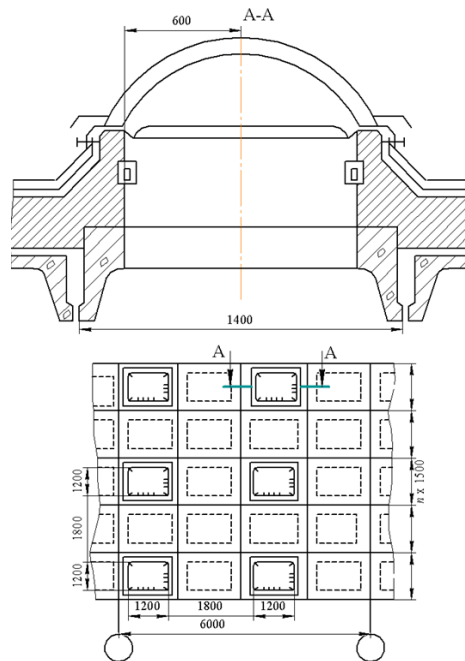


Рисунок 23 – Светопрозрачные фонари-платформы

Фундаменты для колонн зданий представляют собой отдельно стоящие железобетонные ступенчатые конструкции, на которых также устанавливаются железобетонные фундаментные балки под стены. Верхняя плоскость фундамента расположена на 150 мм ниже уровня пола, отметка подошвы фундамента принимается с учетом глубины промерзания-1,95 м.

Принимаем фундамент под колонны серии КЭ – 01 – 49 (рисунок 24).
Разрез здания приведен на рисунке 25.

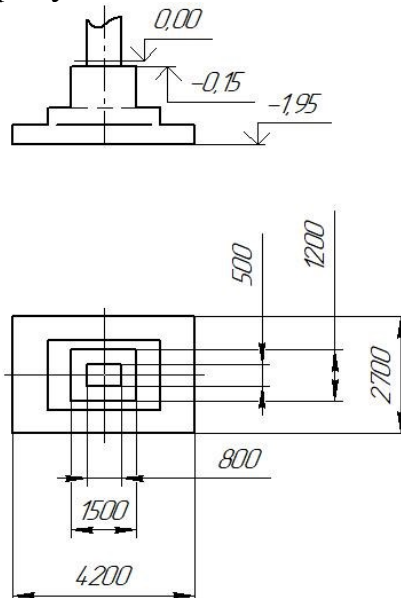


Рисунок 24 - Фундамент под колонны

					15.03.05.2020.116.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

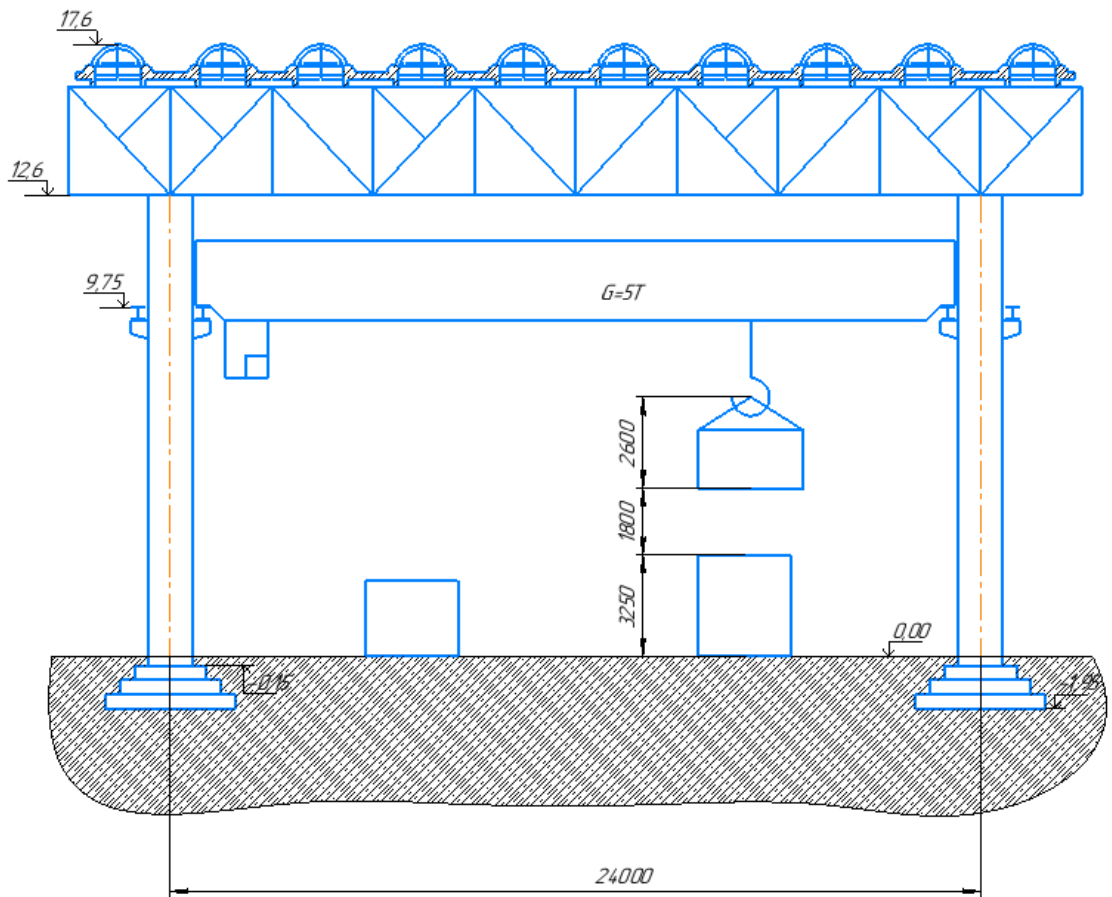


Рисунок 25 – Разрез здания

Выводы по разделу четыре:

В данном разделе определено необходимое количество оборудования и работающих, произведен выбор типов и определено количество транспортных средств. Выполнен расчет площадей для складирования заготовок и деталей. Так же произведен выбор типа, формы и определение размеров здания. Выполнена планировка участка механической обработки детали типа «Корпус защитного кожуха»

					15.03.05.2020.116.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

5.1 Идентификация опасных и вредных производственных факторов

Опасным производственным фактором (ОПФ) называется такой производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к травме или к другому внезапному резкому ухудшению здоровья. Вредным производственным фактором (ВПФ) называется такой производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к заболеванию или снижению трудоспособности. Заболевания, возникающие под действием вредных производственных факторов, называются профессиональными [12].

К вредным и опасным производственным факторам при разработке детали «Корпус защитного кожуха», в соответствии с ГОСТ 12.0.003-2015, относятся:

Физические:

- движущиеся машины и механизмы;
- подвижные части производственного оборудования;
- повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;
- повышенный уровень вибрации;
- повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека;
- недостаточная освещенность рабочей зоны;
- острые кромки заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования.

Химические:

- токсические и раздражающие химические вещества (аэрозоли, масла, свинец, кадмий и т.д.).

Биологические:

- микробы в СОЖ и продукты их жизнедеятельности.
- психофизиологические:
- физиологические перегрузки;
- монотонность труда.

Проанализируем все опасные и вредные производственные факторы, которые могут возникнуть при выполнении технологических операций на участке изготовления корпуса защитного кожуха и внесем их в таблицу 10.

					15.03.05.2020.116.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

Таблица 10 – Опасные и вредные производственные факторы

№ п/п	Наименование опасного и вредного производственного фактора	Виды работ, оборудование, технологические операции при которых встречается данный производственный фактор
1	Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека.	На всем оборудовании, во всех операциях, где производится механическая обработка
2	Повышенный уровень статического электричества	На всем оборудовании, во всех операциях, где производится механическая обработка
3	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы.	На всем оборудовании, во всех операциях, где производится механическая обработка
4	Недостаточное естественное и искусственное освещение	На всех операциях технологического процесса
5	Повышенный уровень вибрации	На всей территории механического участка
6	Повышенный уровень шума	На всей территории механического участка
7	Неблагоприятные параметры микроклимата рабочих мест и производственных помещений	На всей территории механического участка
8	Физические и нервно-психические перегрузки	Все работающие на участке

5.2 Меры по снижению опасных и вредных производственных факторов

Станки с ЧПУ и другие станки, встраиваемые в автоматические линии, должны иметь защитные устройства, ограждающие зону обработки [13].

В станках с ЧПУ и других станках, входящих в состав автоматических линий или работающих отдельно, механизированные и автоматизированные поворотные столы, барабаны, инструментальные магазины, движущиеся части транспортных и загрузочных устройств должны быть ограждены, если существует вероятность травмирования ими обслуживающего персонала.

Станки с ЧПУ, агрегатные станки и автоматические линии должны иметь блокировки:

- позволяющие работать по программе только при закрытых ограждениях;
- исключающие включение цикла обработки при незакрепленных деталях или при неправильном их положении на рабочих позициях;

– не допускающие самопроизвольных перемещений подъемников, транспортных устройств, механизмов поворота деталей, накопителей и других подвижных элементов станка или линии;

– не допускающие выполнения нового автоматического цикла обработки до полного окончания предыдущего.

От всех станков автоматизированных линий и комплексов удаление стружки должно осуществляться автоматически.

Для контроля размеров обрабатываемой детали при работе линии в автоматическом режиме должны быть установлены специальные контрольные приборы. Должна быть исключена возможность снятия деталей вручную с рабочей позиции для контроля размеров во время работы линии.

5.3 Расчет необходимого количества первичных средств пожаротушения с выбором типов огнетушителей

Минимальное количество устройств определяется в соответствии со следующими нормативными документами.

1. П. 4.1.28 СП 9.13130.2009. Вычисление требуется для каждого конкретного помещения и сооружения в целом. При этом учитывается категория взрывопожароопасности, параметры горючести хранимых материалов, пожарная нагрузка, реакция хранимых материалов с огнетушащей смесью, исходя из Приложений к СП.

2. НПБ 166-97. Описывает набор нормативов к размещению, выбору, использованию, техобслуживанию (зарядке, проверке) передвижных аппаратов с массой до 400 кг.

3. ППР в РФ. Согласно Приложениям 1, 2, документ обязывает предприятие размещать огнетушители на всех его объектах.

4. П. 70. Необходимо обязательно устанавливать огнетушащие изделия и соблюдать сроки перезарядки, осмотра, замены устройств.

5. П. 468. Согласно новой редакции документа, для общественных учреждений на каждом этаже размещают не меньше 2-х устройств. А также дистанция от огнетушителя до потенциального места возгорания не может превышать действующих норм, по п. 474 ППР.

6. П. 465. Расчет огнетушителей по площади и подбор типа изделий выполняется зависимо от категории строения, класса пожара, эффективности огнетушащего состава (в новой редакции). В закрытом пространстве кубатурой до 50 м³ можно дополнительно использовать порошковые самосрабатывающие аппараты. Если размер потенциального места возгорания велик (промышленные объекты, складские помещения), потребуются передвижные устройства.

Алгоритм расчета:

1. По ст. 32 ФЗ № 123-ФЗ определить класс функциональной пожароопасности. Наш производственный участок относится к классу Ф5.1 – производственные здания, сооружения, производственные и лабораторные помещения, мастерские.

					15.03.05.2020.116.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

2. Определить категорию взрывопожароопасности для складов и производств по СП 12.13130.2009, либо отнести объект к общественному без категорирования, согласно п. 3.21 Приложения Б к СП 54.13330. В нашем случае категория Г – умеренная пожароопасность.

3. По ст. 8 ФЗ № 123-ФЗ выявить возможные классы пожара в каждом помещении. На данном участке возможны следующие классы пожара: D – пожары металлов; E – пожары горючих веществ и материалов электроустановок, находящихся под напряжением.

4. Рассмотреть особенности объектов защиты – геометрию, режим доступа, расстановку мебели, общий интерьер, направление открытия дверей.

5. Определить вид огнетушителей согласно размеру предполагаемого очага огня, а также вид ОТВ (по п. 465 ППР). Принимаем вид огнетушителей: порошок ВСЕ или АВСЕ, порошок D.

6. Согласно Приложению 1 к ППР установить ранг предполагаемого очага огня. Ранги: D, 2A, 55B, C, E.

7. Определить объем огнетушащего средства зависимо от ранга пожара по таблице 5-7 ГОСТ 51057-2001 (ручные изделия) и по таблице 5-7 ГОСТ 51017-2009 (передвижные устройства). Лучше всего подойдут огнетушители для ранга 2A: порошковый $m = 4$ кг.

8. Утвердить точное количество и зоны размещения огнетушителей по ч. 19 ППР. Расстояние от возможного очага пожара до места размещения переносного огнетушителя (с учетом перегородок, дверных проемов, возможных загромождений, оборудования) не должно превышать 70 метров – для помещений категории Д по пожарной и взрывопожарной опасности.

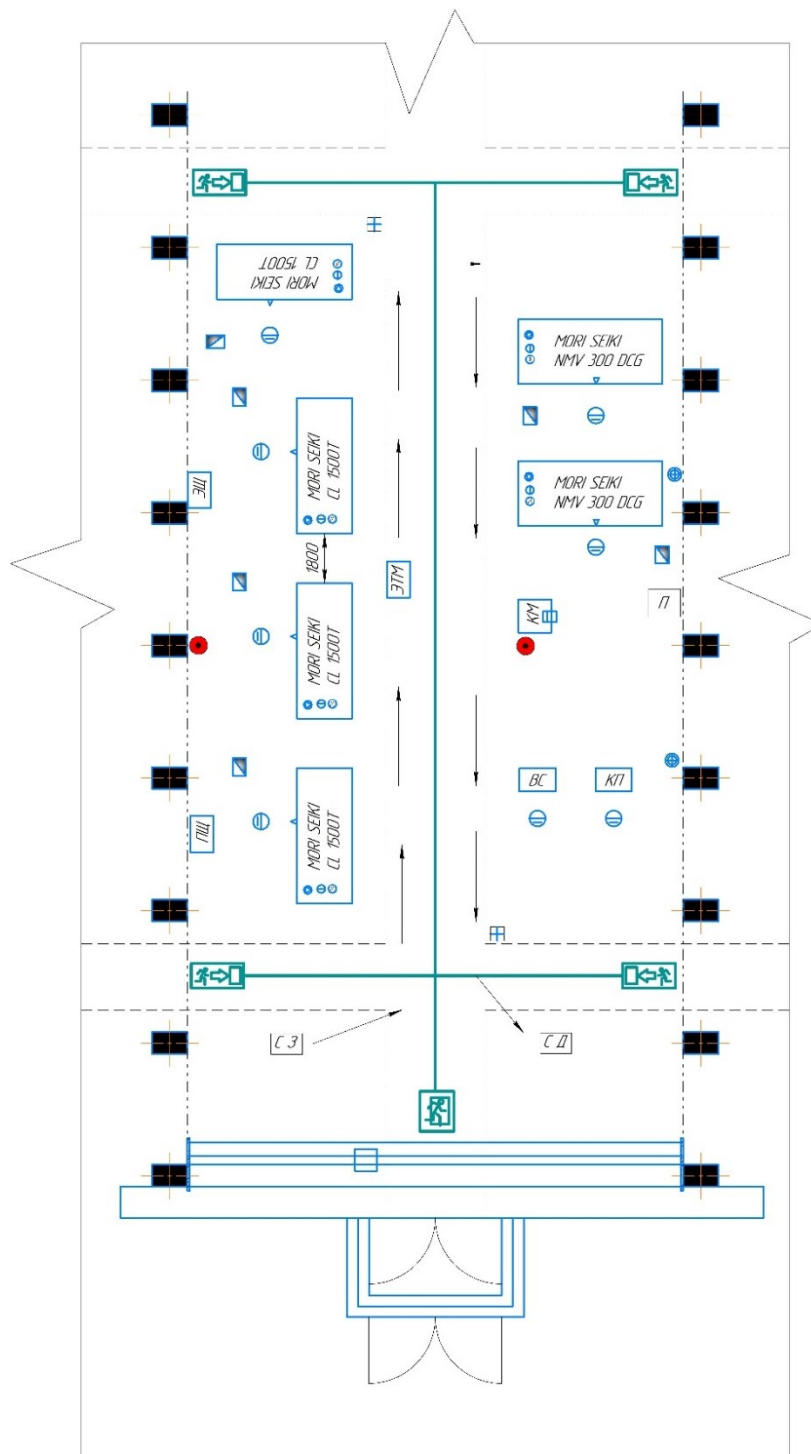
После того как мы узнаем все эти параметры, следует выявить необходимое нам минимальное число огнетушителей руководясь нормативными таблицами из Приложений 1 и 2 к ППР. Таким образом минимальное количество огнетушителей 2 шт. Лучший вариант расположить по длине эвакуационного маршрута.

5.4 Обеспечение безопасности при пожаре

На рисунке 26 представлен план эвакуации рекомендации к действиям при пожаре, так же обозначены условными обозначениями огнетушитель, аптечка, телефон и другие необходимые данные.

					15.03.05.2020.116.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

План эвакуации людей при пожаре



1. Сообщить по телефону 01 с мобильного 112	<ul style="list-style-type: none"> ЭЩ – адрес объекта ПЩ – место пожара П – свою фамилия
2. Эвакуировать людей	<ul style="list-style-type: none"> ИЖ – ориентироваться по знакам направления движения ИЗ – взять с собой пострадавших
3. По возможности принять меры по тушению пожара	<ul style="list-style-type: none"> ИД – использовать средства противопожарной защиты ИЕ – обесточить помещение

ЭЩ	– электрощит
ПЩ	– пожарный щит
П	– песок
●	– огнетушитель
⊕	– подача электроэнергии
+	– аптечка, телефон

Рисунок 26 – План эвакуации при пожаре

Достоинства плана эвакуации в том, что он показывает расположение необходимых элементов при пожаре. Например телефон, огнетушитель, бак с песком и какое оборудование необходимо обесточить в первую очередь.

В организациях должна быть обеспечена пожарная безопасность в соответствии с постановлением Правительства РФ от 25.04.2012 № 390 «Правила противопожарного режима в РФ» На территории организации, в производственных и санитарно – бытовых помещениях, в зависимости от характера выполняемых работ, должны быть необходимые средства пожаротушения.

Взрыво – и пожароопасные участки должны отделяться от других участков стенами из материалов, имеющих предел огнестойкости не менее 0,75 ч. Во взрыво – и пожароопасных помещениях не следует применять асфальтовые полы, настил из резины или линолеумах [14].

Все производственные и подсобные помещения должны быть оборудованы первичными средствами пожаротушения и пожарным инвентарем. На каждые 400–800 м² площади цеха должны быть предусмотрены первичные средства пожаротушения.

Огнетушители должны быть опломбированы, иметь учетные номера и бирки, маркировочные надписи на корпусе, окрашены в красный сигнальный цвет и размещены на высоте не более 1,5 м от уровня пола. Тепловые или световые извещатели устанавливаются в помещениях для хранения растворителей, ЛВЖ, ГЖ, смазочных материалов, а также в местах, где расположены оборудование и трубопроводы по перекачке горючих жидкостей и масел. Световые извещатели размещают в помещениях с производством и хранением щелочных материалов, металлических порошков; тепловые – в помещениях, где возможно выделение пыли.

Для противодымной защиты предусматривается:

– установка радиальных вентиляторов с электродвигателем на одном валу (в том числе радиальных крышных вентиляторов) в исполнении, соответствующем категории обслуживаемого помещения, без мягких вставок;

– воздуховоды и шахты из негорючих материалов с пределом огнестойкости не менее 0,75 ч – при удалении дыма непосредственно из помещения, 0,5 ч – из коридоров или холлов, 0,25 ч – при удалении газов после пожара;

– дымовые клапаны из негорючих материалов, автоматически открывающиеся при пожаре, с пределом огнестойкости 0,5 ч – при удалении дыма из коридоров, холлов и помещений и 0,25 ч – при удалении газов и дыма после пожара. Дымовые клапаны применяются с ненормируемым пределом огнестойкости для систем, обслуживающих одно помещение.

Дымоприемные устройства размещаются возможно более равномерно по площади помещения, дымовой зоны или резервуара дыма. Площадь, обслуживаемую одним дымоприемным устройством, принимается не более 900 м² [15].

Вентиляторы вытяжных систем размещаются на кровле и снаружи здания (кроме районов с расчетной температурой наружного воздуха минус 40°С и ниже

					15.03.05.2020.116.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69

– параметры Б). Устанавливаемые снаружи вентиляторы (кроме “крышных”) должны быть ограждены сеткой.

Удаление газов и дыма после пожара из помещений, защищаемых установками газового пожаротушения, предусматривается с искусственным побуждением из нижней зоны помещений.

В местах пересечения воздуховодами (кроме транзитных) ограждения помещения, обслуживаемого газовым пожаротушением, предусматриваются огнезадерживающие клапаны с пределом огнестойкости не менее 0,25 ч.

Для удаления дыма при пожаре и газов после пожара используются системы аварийной и основной вентиляции.

Аварийная эвакуация людей из зданий и сооружений включает в себя:

– из мест постоянного проживания людей, расположенных на первых этажах; непосредственно наружу или к выходу через проходы;

– из мест постоянного проживания людей на любом этаже, кроме первого, к выходу через проходы, коридоры, лестницы, имеющие выход непосредственно наружу;

– из мест постоянного проживания людей на этом этаже смежные помещения обеспечиваются входами, указанными в предыдущих пунктах, если эти помещения не связаны с производством категорий А и В [16].

Защита людей на путях эвакуации обеспечивается пространственно-планировочными, конструктивными, инженерными и организационными мероприятиями, направленными на сокращение времени от пожара до выхода людей наружу и увеличение времени от пожара до появления пожароопасных предметов на путях эвакуации. Безопасность путей эвакуации должна обеспечиваться исходя из функциональной пожарной опасности помещений, имеющих выходы на эвакуационный путь, количества эвакуируемых и класса конструктивной пожарной опасности здания. Выходы из подвальных помещений и цокольных этажей, являющиеся эвакуационными, как правило, следует предусматривать непосредственно наружу обособленными от общих лестничных клеток здания.

Выводы по разделу пять:

Произведена идентификация опасных и вредных производственных факторов на проектируемом участке. Рассмотрены меры по снижению или устранению опасных и вредных производственных факторов. Произведен расчет необходимого количества первичных средств пожаротушения с выбором типов огнетушителей для производственного помещения.

					15.03.05.2020.116.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		70

6. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Себестоимость рассчитывается из параметров:

I) Прямые затраты:

- 1) основная заработная плата по тарифу;
- 2) дополнительная заработная плата;
- 3) начисление на зарплату;
- 4) материальные затраты.

II) Косвенные затраты:

- 1) общезаводские расходы;
- 2) цеховые расходы;
- 3) складские расходы;
- 4) незапланированные расходы.

Рассчитаем заработную плату основных производственных рабочих проектируемого варианта и сведем в таблицу 11.

Таблица 11 – Расчет основной заработной платы в проектируемом варианте

Специальность	Разряд	Тарифная ставка, руб./час	Норма времени, мин	Расценка, руб.
Оператор ПУ	6	128,9	5	10,74
Оператор ПУ	7	141,8	8,5	20,09
Итого			13,5	30,83

Основная зарплата основных рабочих на изготовление одной детали – 30,83 руб. С учетом премии 40% и районного коэффициента 20%, получаем основную зарплату на изготовление одной детали основных рабочих – 51,79 руб.

Рассчитаем заработную плату основных производственных рабочих базового варианта и сведем в таблицу 12.

Таблица 12 – Расчет основной заработной платы в базовом варианте

Специальность	Разряд	Тарифная ставка, руб./час	Норма времени, мин	Расценка, руб.
Оператор ПУ	6	128,9	12	25,78
Оператор ПУ	7	141,8	18	42,54
Итого			20	68,32

Основная зарплата основных рабочих на изготовление одной детали – 68,32 руб. С учетом премии 40% и районного коэффициента 20%, получаем основную зарплату на изготовление одной детали основных рабочих – 114,78 руб.

Дополнительная зарплата включает выплаты за непроработанное время, предусмотренное Законодательством о труде и коллективным договором.

Она определяется в процентном отношении от основной – 15%.

Проектируемый вариант: $51,79 \cdot 0,15 = 7,77$ руб.

Базовый вариант: $114,78 \cdot 0,15 = 17,22$ руб.

Рассчитаем начисления на заработную плату (единый социальный налог). Они равны 30% от суммы основной и дополнительной заработных плат.

Проектируемый вариант: $(51,79+7,77) \cdot 0,3 = 17,87$ руб.

					15.03.05.2020.116.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

Базовый вариант: $(114,78+17,22) \cdot 0,3 = 39,6$ руб.

Общепроизводственные расходы равны 125,6% от основной зарплаты.

Проектируемый вариант: $51,79 \cdot 1,256 = 65,05$ руб.

Базовый вариант: $114,78 \cdot 1,256 = 144,16$ руб.

Общехозяйственные расходы равны 156,5% от основной зарплаты.

Проектируемый вариант: $51,79 \cdot 1,565 = 81,05$ руб.

Базовый вариант: $114,78 \cdot 1,565 = 179,63$ руб.

Стоимость основного материала.

Как в проектируемом варианте заготовка весит 0,115 кг. В базовом варианте заготовка весит 0,56 кг.

Цена заготовки в проектируемом варианте составит:

$(192 \cdot 0,115) \cdot 1,18 = 26,05$ руб.

Цена 1 шт. = 26,05 руб.

Цена заготовки в базовом варианте составит:

$(192 \cdot 0,56) \cdot 1,18 = 126,87$ руб.

Цена 1 шт. = 126,87 руб.

Считаем необходимые затраты, в том числе прямые затраты (основная и дополнительная заработные платы основных производственных рабочих, начисления на заработную плату, стоимость основного материала).

Проектируемый вариант: $51,79+7,77+17,87+26,05=103,48$ руб.

Базовый вариант: $114,78+17,22+39,6+126,87=298,44$ руб.

Рассчитаем косвенные расходы.

Рассчитаем заработную плату вспомогательных рабочих в проектируемом варианте и сведем в таблицу 13.

Таблица 13 – Расчет основной заработной платы вспомогательных рабочих в проектируемом и базовом варианте

Специальность	Разряд	Часовая тарифная ставка, руб/час	Оклад
Транспортный рабочий	4	70,70	–
Наладчик станков с ЧПУ	6	99,90	–
Контролер	5	87,05	–
Мастер	–	–	28000
Уборщица	3	63,47	–
Мойщик	4	69,47	–

Основная заработная плата определяется по формуле

$$З = Ч \cdot F_{д.р.} \cdot К \cdot K_{з.ср.},$$

где Ч – часовая тарифная ставка, руб./час;

$F_{д.р.}$ – действительный фонд времени рабочего ($F_{д.р.}=1759$ ч.);

К – количество рабочих данной специальности;

					15.03.05.2020.116.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		72

$K_{з.ср.}$ – средний коэффициент занятости по участку (составляет 0,1 для проектируемого варианта; и 0,15 для базового варианта).

Рассчитаем годовую заработную плату вспомогательных рабочих для проектируемого варианта.

Транспортный рабочий: $З = 70,7 \cdot 1759 \cdot 1 \cdot 0,1 = 12436,13$ руб.

Наладчик станков с ЧПУ: $З = 99,9 \cdot 1759 \cdot 1 \cdot 0,1 = 17572,41$ руб.

Контролер: $З = 87,05 \cdot 1759 \cdot 1 \cdot 0,1 = 15312$ руб.

Мастер: $З = 28000$ руб.

Уборщица: $З = 63,47 \cdot 1759 \cdot 1 \cdot 0,1 = 11164,37$ руб.

Мойщик: $З = 69,47 \cdot 1759 \cdot 1 \cdot 0,1 = 12198,93$ руб.

Основная зарплата вспомогательных рабочих – 96683,84 руб. С учетом премии 40% и уральского коэффициента 20%, получаем основную зарплату вспомогательных рабочих – 154694,14 руб.

Дополнительная зарплата включает выплаты за непроработанное время, предусмотренное Законодательством о труде и коллективным договором. Она определяется в процентном отношении от основной – 15%.

$154694,14 \cdot 0,15 = 23204,12$ руб.

Рассчитаем начисления на заработную плату. Они равны 30% от суммы основной и дополнительной заработной платы.

$(154694,14 + 23204,12) \cdot 0,3 = 53369,47$ руб.

Рассчитываем численность промышленно-производственного персонала (ППП): $6+6 = 12$ чел.

Рассчитаем годовую заработную плату вспомогательных рабочих для базового варианта.

Транспортный рабочий: $З = 70,7 \cdot 1759 \cdot 1 \cdot 0,15 = 18654,19$ руб.

Наладчик станков с ЧПУ: $З = 99,9 \cdot 1759 \cdot 1 \cdot 0,15 = 26358,61$ руб.

Контролер: $З = 87,05 \cdot 1759 \cdot 1 \cdot 0,15 = 22968,14$ руб.

Мастер: $З = 28000$ руб.

Уборщица: $З = 63,47 \cdot 1759 \cdot 1 \cdot 0,15 = 16476,55$ руб.

Мойщик: $З = 69,47 \cdot 1759 \cdot 1 \cdot 0,15 = 18329,65$ руб.

Основная зарплата вспомогательных рабочих – 103057,15 руб. С учетом премии 40% и уральского коэффициента 20%, получаем основную зарплату вспомогательных рабочих – 164891,45 руб.

Дополнительная зарплата включает выплаты за непроработанное время, предусмотренное Законодательством о труде и коллективным договором. Она определяется в процентном отношении от основной – 15%.

$164891,45 \cdot 0,15 = 24733,71$ руб.

Рассчитаем начисления на заработную плату. Они равны 30% от суммы основной и дополнительной заработной платы.

$(164891,45 + 24733,71) \cdot 0,3 = 56887,54$ руб.

Рассчитываем численность промышленно-производственного персонала (ППП): $16+6 = 22$ чел.

					15.03.05.2020.116.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

Фонд оплаты труда промышленно-производственного персонала (ППП) – складывается из основной и дополнительной заработной платы основных производственных рабочих и вспомогательных рабочих.

Проектируемый вариант: $621480 + 93240 + 154694,14 + 23204,12 = 892618,26$ руб.

Базовый вариант: $1377360 + 206640 + 164891,45 + 24733,71 = 1773625,16$ руб.

Рассчитаем затраты на материалы для эксплуатации – стоимость инструмента, приспособления принимаем в процентном соотношении к стоимости оборудования. В серийном производстве принимается от 10 до 15%.

Проектируемый вариант: $Z_M = 2000000$ руб.

Базовый вариант: $Z_M = 2300000$ руб.

Затраты на электроэнергию рассчитываем по формуле

$$N_{ЗАП} = \frac{N_{ВВП} \cdot 100\%}{100\% - a},$$

где $T_{маш}$ – машинное время, мин;

N_i – мощность электродвигателя, кВт;

K – коэффициент, $K = 0.8 \dots 0.9$;

S – стоимость 1 кВт · ч, $S = 4,25$ руб;

η – КПД электродвигателей, $\eta = 0.85 \dots 0.9$;

C_i – количество станков данной модели.

Определим основное (машинное) время $T_{маш}$ и мощность двигателя для каждого из станков проектируемого варианта:

– станок MORI SEIKI CL1500T: $T_{маш} = 5$ мин, $N = 22$ кВт;

– станок MORI SEIKI NMV 300 DCG 350: $T_{маш} = 8,5$ мин, $N = 12$ кВт;

Подставив численные данные в формулу (12.10) (вынося за скобку общий множитель), получим: $Z_{эл} = 4,28$ руб.

Определим основное (машинное) время $T_{маш}$ и мощность двигателя для каждого из станков базового варианта:

– станок 16K20: $T_{маш} = 5$ мин, $N = 10$ кВт;

– станок 6Т80Ш: $T_{маш} = 7$ мин, $N = 11,5$ кВт;

– станок 2М112: $T_{маш} = 18$ мин, $N = 12$ кВт;

Подставив численные данные в формулу (12.10), получим: $Z_{эл} = 6,32$ руб.

Подсчитаем амортизационные отчисления с каждой детали по формуле

$$n = \frac{N \cdot t}{\Phi_c},$$

$n = \frac{15000 \cdot 5}{251} = 298,89$ – количество станков данной модели;

Проектируемый вариант: $A = 26,05 + 4,28 = 30,33$ руб. с 1 детали.

Базовый вариант: $A = 133,19$ руб. с 1 детали.

Затраты на текущий ремонт составляют от 10 до 15% от стоимости оборудования.

Проектируемый вариант: $Z_M = 2000000$ руб.

Базовый вариант: $Z_M = 2300000$ руб.

					15.03.05.2020.116.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		74

Считаем необходимые затраты, в том числе косвенные затраты (материалы для эксплуатации, затраты на электроэнергию, амортизационные отчисления, основную и дополнительную заработную плату вспомогательных рабочих, начисления на заработную плату вспомогательных рабочих).

Проектируемый вариант:

$$200000+4,28*12000+30,33*12000+154694,14 + 23204,12+53369,47 = 846587,73$$

Базовый вариант:

$$230000+6,32*12000+133,19*12000+164891,45 + 24733,71+56887,54 = 2150632,7$$

Прочие денежные расходы составляют 40% от косвенных.

Проектируемый вариант: $\Pi = 846587,73 \cdot 0,4 = 338635,09$ руб.

Базовый вариант: $\Pi = 2150632,7 \cdot 0,4 = 860253,08$ руб.

Подсчитаем полную себестоимость – равна сумме прямых и косвенных затрат.

Проектируемый вариант: $C = 846587,73 + 103,48*12000 = 2088347,73$ руб.

Себестоимость единицы изделия: $C_{\Pi} = 174,03$ руб.

Базовый вариант: $C = 2150632,7 + 298,44*12000 = 5731912,7$ руб.

Себестоимость единицы изделия: $C_{\text{Б}} = 477,66$ руб.

Снижение себестоимости: $477,66 - 174,03 = 303,63$ руб.

Результаты экономического сравнения занесем в таблицу 14.

Таблица 14 – Результаты экономического сравнения

Статья	Проектируемый вариант	Базовый вариант	Изменение
Объем производства, шт	12000	12000	0
Трудоемкость производства детали, мин	15,73	23,13	
Цеховая себестоимость детали			
Прямые затраты			
Стоимость основного материала, руб	26,05	126,87	-100,82
Основная заработная плата основных рабочих, руб	51,79	114,78	-62,99
Дополнительная заработная плата основных рабочих, руб	7,77	17,22	-9,45
Начисления на заработную плату, руб	17,87	39,6	-21,73
Косвенные затраты			
Материалы для эксплуатации	16,66	19,16	-2,5
Основная заработная плата вспомогательных рабочих, руб	103057,15	114,78	-62,99
Дополнительная заработная плата вспомогательных рабочих, руб	7,77	17,22	-9,45
Начисления на заработную плату, руб	17,87	39,6	-21,73

Продолжение таблицы 14

Статья	Проектируемый вариант	Базовый вариант	Изменение
Затраты на электроэнергию, руб	4,28	6,32	-2,04
Амортизационные отчисления, руб	30,33	133,19	+102,86
Прочие денежные расходы, руб	171,16	141,51	+29,64
Себестоимость, руб	174,03	477,66	-303,63

Исходя из сводных данных в таблице мы видим, что проектируемые техпроцесс, наиболее экономичен, в связи с тем, что затраты на рабочий персонал и электроэнергию сократились, также, как и рабочие время на одну деталь, в результате чего и повысилась производительность и эффективность проектируемого технологического процесса.

Выводы по разделу шесть:

Произведены ориентировочные расчёты себестоимости изготовления детали. Снижение себестоимости составило – 303,63 руб.

					15.03.05.2020.116.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате работы выполнено проектирование участка механической обработки детали типа «Корпус защитного кожуха».

Проведен размерный анализ разработанного технологического процесса, который позволил определить межоперационные размеры и размеры заготовки с минимальными припусками на обработку. Выполнен расчет режимов резания. Произведено нормирование технологических операций, разработан технологический процесс обработки детали.

В конструкторском разделе разработано фрезерное приспособление для обработки паза. Рассчитана шпоночная фреза для фрезерования шпоночного паза, разработано приспособление для контроля допуска расположения.

В строительном разделе спроектирован участок с оптимальным расположением оборудования, определено требуемое количество рабочих и оборудования, определены тип, форма и размер здания.

В разделе «Безопасность жизнедеятельности» определены мероприятия и оптимальные параметры по безопасной работе на участке. Приведены меры по снижению или устранения опасных и вредных производственных факторов. Произведен расчет необходимого количества первичных средств пожаротушения с выбором типов огнетушителей для производственного помещения. Рассмотрено обеспечение безопасности при чрезвычайных ситуациях.

В экономической части произведен ориентировочный расчет себестоимости изготовления детали.

Таким образом, цель работы достигнута, задачи решены. Результаты работы рекомендуется использовать при изготовлении деталей в действующем производстве.

					15.03.05.2020.116.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		77

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Виноградов, В. М. Технология машиностроения: Введение в специальность [Текст] учеб. пособие для вузов по направлению "Конструктор.-технол. обеспечение машиностроит. пр-в"/ В. М. Виноградов. – 2-е изд., стер. – М.: Академия, 2007. - 174 с.
- 2 Размерно-точностное проектирование технологических процессов обработки на основе расчета технологических размерных цепей. Учеб.пособие / С. Н. Корчак, В. Н. Выбойщик, М. Х. Гольдфельд и др.; Под ред. С. Н. Корчака. - Челябинск: ЧПИ, 1984. - 89 с.
- 3 Маталин, А.А. Технология машиностроения. [Электронный ресурс] : учеб. – Электрон.дан./А.А. Маталин. – СПб. : Лань, 2016. – 512 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/71755> – Загл. с экрана.
- 4 Ковшов, А.Н. Технология машиностроения. [Электронный ресурс] : учеб. – Электрон.дан./А.Н. Ковшов. – СПб. : Лань, 2016. – 320 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/86015> – Загл. с экрана.
- 5 Интерактивные каталоги Seco. – <https://www.secotools.com/article/84565>
- 6 Матвеев, В. В. Проектирование экономичных технологических процессов в машиностроении /В.В. Матвеев. – Челябинск: Южно-Уральское книжное издательство, 1979. - 111 с. ил.
- 7 ГОСТ 3.1105-2011 Формы и правила оформления документов общего назначения [Электронный ресурс]. – Взамен ГОСТ 3.1105-84; введ. 2012–01–01.
- 8 Корсаков, В.С. Основы конструирования приспособлений. Учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1983. – 277 с.: ил.
- 9 Монахов, Г.А. Обработка металлов резанием. Справочник технолога. 3-е изд. – М.: Машиностроение, 1974. – 600 с.: ил.
- 10 Панов, А.А. Обработка металлов резанием. Справочник технолога. – А.А. Панов, В. В. Аникин, Н.Г. Бойм и др. – М.: Машиностроение. 2004. – 784 с.: ил.
- 11 Радкевич, Я. М. Расчета припусков и межпереходных размеров в машиностроении: Учеб.пособие для машиностроит. спец. вузов. - 2-е изд. стер. - М.: Высш. шк., 2007. - 272 с.: ил. – Для студентов машиностроительных специальностей вузов; /Я. М. Радкевич, В. А. Тимирязев, А. Г. Схиртладзе, М. С. Островский. – Под ред. В. А. Тимирязева.
- 12 ГОСТ 12.1.004-91 Пожарная безопасность. Общие требования
- 13 Охрана труда в электроустановках. Учебник для вузов /Под ред. Б.А. Князевского, 3-е издание, перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1986
- 14 Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Справочник в 2-х томах /Под ред. А.Н. Баратова. М.: «Химия», 1990
- 15 ППБ 01-03 Правила пожарной безопасности в Российской Федерации.
- 16 НПБ 105-03 Нормы пожарной безопасности. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.

					15.03.05.2020.116.00.000 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		78