

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.т.н.,
доцент

_____ К.М. Виноградов

_____ 02 июля _____ 2021 г.

Проектирование участка механической обработки детали «Подставка»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ–15.03.05.2021.404.00.000 ПЗ ВКР

Руководитель работы,
доцент

_____ В.Г. Некрутов

_____ 25 июня _____ 2021 г.

Автор работы
студент группы ДО – 516

_____ К.А. Кривчик

_____ 25 июня _____ 2021 г.

Нормоконтролер,
преподаватель

_____ О.С. Микерина

_____ 29 июня _____ 2021 г.

Челябинск 2021

АННОТАЦИЯ

Кривчик К.А. Проектирование участка механической обработки детали «Подставка» - Челябинск: ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)», ИОДО; 2021, 86 с., 29 ил., библиографический список – 13 наименований, 7 листов чертежей ф. А1, 3 листа чертежей ф. А2.

После анализа существующего технологического процесса предложены прогрессивный способ получения заготовки и новый вариант технологического процесса механической обработки детали «Подставка». Вместо устаревшего программного технологического оборудования предложено использовать современные обрабатывающие центры, что позволяет существенно сократить количество операций и штучное время изготовления одной детали.

Для оснащения технологического процесса спроектированы:

- зажимное приспособление для фрезерной операции, обеспечивающий быстроту и надежность закрепления, высокую точность обработки;
- приспособление для контроля отверстий, комплексный калибр;
- концевая фреза.

В конструкторской части выпускной квалификационной работы выполнена рациональная планировка участка механического цеха, рассмотрены и описаны безопасные условия работы на участке изготовления изделия.

					15.03.05.2021.404.00.000 ПЗ			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		Кривчик К.А.			Проектирование участка механической обработки детали «Подставка»	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		Некрутов В.Г.				Д	2	86
<i>Реценз.</i>						ЮУрГУ Кафедра «ТТС» ДО-516		
<i>Н. Контр.</i>		Микерина О.С.						
<i>Утверд.</i>		Виноградов К.М.						

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ.....	8
1.1 Назначение и описание работы узла.....	8
1.2 Исходные данные для проектирования	9
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	11
2.1. Анализ технологичности детали	11
2.2 Анализ действующего технологического процесса.....	13
2.2.1 Анализ документации действующего технологического процесса.....	13
2.2.2 Анализ оборудования, режущего инструмента, оснастки.....	15
2.2.3 Выводы из анализа и предложения по разработке	18
2.3 Разработка проектного технологического процесса.....	19
2.3.1 Выбор и обоснование метода получения исходной заготовки	21
2.3.2 Выбор оборудования для реализации технологического процесса	23
2.3.3 Разработка последовательности обработки поверхностей детали.....	26
2.3.4 Выбор способов обработки и количества переходов	28
2.3.5 Формирование операций и технологического маршрута обработки детали.....	32
2.3.6 Размерный анализ разработанного технологического процесса.....	34
2.3.7 Расчет режимов резания.....	40
2.3.8 Нормирование технологических операций	42
3. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ.....	46
3.1 Проектирование зажимного приспособления на фрезерную операцию....	46
3.1.1 Разработка теоретической схемы базирования.....	46
3.1.2 Проектирование схемы зажимного приспособления	47
3.1.3 Расчет зажимного приспособления	48
3.1.4 Компоновка приспособления.....	51
3.2 Проектирование режущего инструмента	52
3.3 Проектирование контрольного приспособления	56
3.3.1 Расчет измерительного инструмента.....	57
4. ПЛАНИРОВКА УЧАСТКА	59

					15.03.05.2021.404.000.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

4.1	Разработка планировки и описание работы участка механической обработки	59
4.1.1	Выбор типов и определение количества транспортных средств	63
4.1.2	Определение потребного количества электротележек	63
4.1.3	Выбор и определение потребного количества мостовых кранов	64
4.1.4	Расчёт площадей для складирования заготовок и деталей.....	65
4.1.5	Выбор способа транспортирования стружки	66
4.1.6	Планировка оборудования, определение производственной площади	66
4.1.7	Организация рабочих мест.....	69
4.1.8	Выбор типов, формы и определение размеров здания	70
4.2	Описание мероприятий по охране труда	75
4.2.1	Законодательные нормативно правовые акты по охране труда.....	75
4.2.2	Допуск к самостоятельной работе	76
4.2.3	Опасные и вредные производственные факторы.....	79
4.2.4	Микроклимат и освещение производственных помещений	80
4.2.5	Электробезопасность.....	81
4.2.6	Требования к оборудованию и его размещению	82
4.2.7	Требования безопасности к эксплуатируемому оборудованию и рабочему месту	83
4.2.8	Экологическая безопасность.....	84
4.2.9	Пожарная безопасность.....	84
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....		86
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК		87

					15.03.05.2021.404.000.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

ВВЕДЕНИЕ

Описание и анализ современных действующих производств, как отечественных, так и зарубежных

Устойчивость развития всех отраслей промышленности и экономики в целом в большой степени зависит от уровня развития машиностроения.

В структуре промышленного производства нашей страны удельный вес машиностроения составляет около 20%. Между тем, в экономически развитых странах на долю машиностроительных производств приходится от 30 до 50% и более общего объема выпуска промышленной продукции (в Германии – 53,6%, Японии – 51,5%, Англии – 39,6%, Италии – 36,4%, Китае – 35,2%). Пороговым с точки зрения экономической безопасности считается уровень машиностроения в ВВП – 30%. Прибыль, получаемая от машиностроительной отрасли, обеспечивает полное техническое перевооружение всей промышленности развитых стран мира каждые 8-10 лет.

К сожалению, следует отметить, что на сегодняшний день отечественное машиностроение сильно уступает по уровню развития большинству развитых и даже развивающихся стран. Ситуацию в отрасли не спасают успешные внедрения новых технологий и заимствование опыта зарубежных стран. Темпы инновационного развития недостаточны для конкурентной борьбы с европейскими, азиатскими и американскими машиностроительными компаниями. Современная макроэкономическая и политическая ситуация России также отрицательно влияет на машиностроительный сектор.

Общероссийский классификатор видов экономической деятельности (ОКВЭД) делит отрасль на три сегмента:

1. Производство машин и оборудования.
2. Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования.
3. Производство транспортных средств и оборудования.

Подобная классификация используется Госкомстатом для ведения статистики отрасли.

Основным фактором, сдерживающим активность предприятий машиностроения, является недостаток собственных финансовых средств, а для большинства предприятий именно они выступают основными источниками финансирования инвестиций в основной капитал. В условиях дефицитного бюджета трудно надеяться на государственную помощь в этом вопросе. Однако хотелось бы отметить, что есть и другие пути повышения эффективности деятельности отечественных предприятий. Что особенно важно, их реализация не требует существенных финансовых вложений. Практически на любом производстве существуют значительные внутренние резервы повышения эффективности деятельности на основе снижения потерь материалов и сырья, потерь, возникающих из-за несовершенства процесса организации производства и пр. Это означает, что и в машиностроении в целом существуют такие резервы.

					15.03.05.2021.404.000.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

Нужно признать, что уже существуют широко известные зарубежные и отечественные системы и методики, направленные на снижение потерь на предприятии. Анализ лучших из них – Lean Production, JustInTime, 6 Sigma, 5 S – показал, что, несомненно, у них есть свои достоинства, позволяющие действительно значительно снизить многие потери на предприятиях. Тем не менее, остановимся на проблемах, которые часто затрудняют реальное внедрение этих методик на российских предприятиях. В обобщенном виде их можно представить следующим образом:

- требуется наличие безотказного механизма, обеспечивающего согласованность всех поставок во времени и в пространстве;
- поставляемые компоненты производства должны быть бездефектными, иначе вся система моментально разрушается;
- большая зависимость результата применения методик от квалификации руководства и персонала;
- слабо проработаны вопросы обучения и вовлечения персонала;
- упускаются такие возможности для улучшения производственного процесса, как сокращение непроизводительной деятельности;
- затрагиваются проблемы конкретных бизнес-процессов на предприятии.

На данный момент можно сказать, что на рынках машиностроительной продукции усиливается конкуренция, соперники из развитых и развивающихся стран теснят позиции России на мировых рынках. Новым полем конкуренции продукции российских предприятий и иностранных фирм стал внутренний рынок страны. Угрожающего уровня достиг проникновение на российский внутренний рынок готовой продукции машиностроения из ФРГ, Японии, Италии. Эти факты указывают на серьезные стратегические просчеты экономической политики российского правительства. Положение усугубляется тем, что для России характерна специализация на капиталоемких производствах, использующих низкоквалифицированную рабочую силу (например, производство грузовых автомобилей, самолетов, тракторов, двигателей), которые имеют невысокую конкурентоспособность на мировом рынке.

Жесткая конкуренция со стороны транснациональных компаний пагубно влияет на отечественный машиностроительный сектор, снижая привлекательность отрасли и прибыльность российского бизнеса в этой сфере.

Несмотря на конкуренцию со стороны зарубежных производителей, идет тенденция к инвестированию и модернизации, как производственных мощностей, так и всей системы управления отечественных компаний. В большей степени ситуация в данных отраслях машиностроения зависит прежде всего от стабильности экономики страны и мировой экономики в целом. И если, например, в отраслях автомобилестроения и бытовых приборов технологический разрыв между отечественными и иностранными товарами очень велик, зачастую данные направления используют зарубежные технологии, оборудование, детали, узлы, то продукция отраслей производящие технологическое оборудование по отраслям: строительное, сельскохозяйственное, станкостроение, оборудование легкой, пищевой промышленности, приборостроение и т.д. вполне конкурентоспособна на международных

					15.03.05.2021.404.000.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

рынках за счет своих собственных разработок. Например, гарантированное качество OEM-компонентов концерна "Тракторные заводы" позволило войти в число поставщиков на конвейеры мировых лидеров машиностроения - Fiat и Caterpillar.

Из современных механообрабатывающих производств, например, госкорпорация Росатом стремится освоить на своих площадках разработанную в послевоенной Японии производственную систему 5С, в которой выделяется 5 шагов:

- сортировка;
- соблюдение порядка;
- содержание в чистоте;
- стандартизация;
- совершенствование.

Внедрение данной системы требует серьезных финансовых вложений, но и обладает значительными достоинствами. 5С это снижение числа несчастных случаев, повышение уровня качества продукции, снижение количества дефектов, создание комфортного психологического климата и стимулирование желания работать, унификация и стандартизация рабочих мест, повышение производительности труда за счет сокращения времени поиска предметов в рамках рабочего пространства.

На данный момент вектор отечественного машиностроительного производства направлен на изучение и освоение уже разработанных и внедренных технологиях зарубежного производства.

Цель работы – разработать участок механической обработки детали «Подставка».

Задачи работы:

- разработать технологический процесс механической обработки;
- разработать приспособление для фрезерной операции с ЧПУ;
- разработать фрезу концевую;
- разработать приспособление для контроля отверстий;
- выполнить планировку участка механической обработки детали «Подставка»;
- определить мероприятия и оптимальные параметры по безопасной работе на данном участке.

Объект работы – участок механической обработки детали «Подставка».

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

									Лист
									7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

15.03.05.2021.404.000.00 ПЗ

1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1 Назначение и описание работы узла

Корпусные детали предназначены для размещения в них сборочных единиц и деталей. Пример компактных корпусных деталей показан на рисунке 1. Корпуса должны обеспечивать постоянство точности относительного положения деталей и механизмов, как в статическом состоянии, так и при эксплуатации машины, поэтому обладают достаточной жесткостью. Корпусные детали имеют основные базирующие поверхности, как правило, в виде плоскостей, которыми они присоединяются к станинам и другим корпусам.

Основной базой для изготовления детали является дно подставки, от нее конструктором задается расположение поверхностей, определяющих положение самой детали в изделии, она же и является измерительной базой.

Вспомогательной базой задается положение данной детали относительно присоединяемой, это будут 4 отверстия $\varnothing 7$, и группа 4 отверстий $\varnothing 4$, 2 отверстия $\varnothing 4,6$ от отверстия $\varnothing 31,3$.

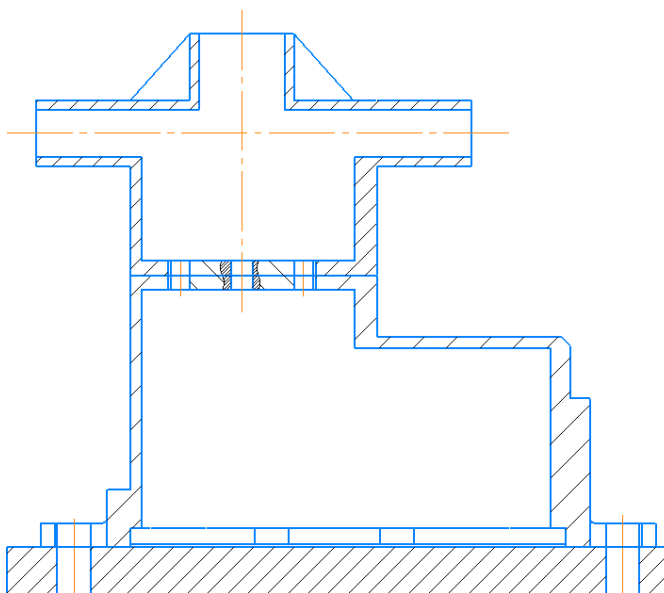


Рисунок 1 – Эскиз узла, в котором работает деталь «Подставка»

					15.03.05.2021.404.000.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

1.2 Исходные данные для проектирования

Исходными данными для проектирования является эскиз детали «Подставка», показанный на рисунке 2. Подставка – это приспособление, позволяющее крепить обрабатываемые детали непосредственно к корпусу подставки. Подставки делаются разными, по размерам рабочим площадок и высоте, их основание точно параллельно верхней плоскости.

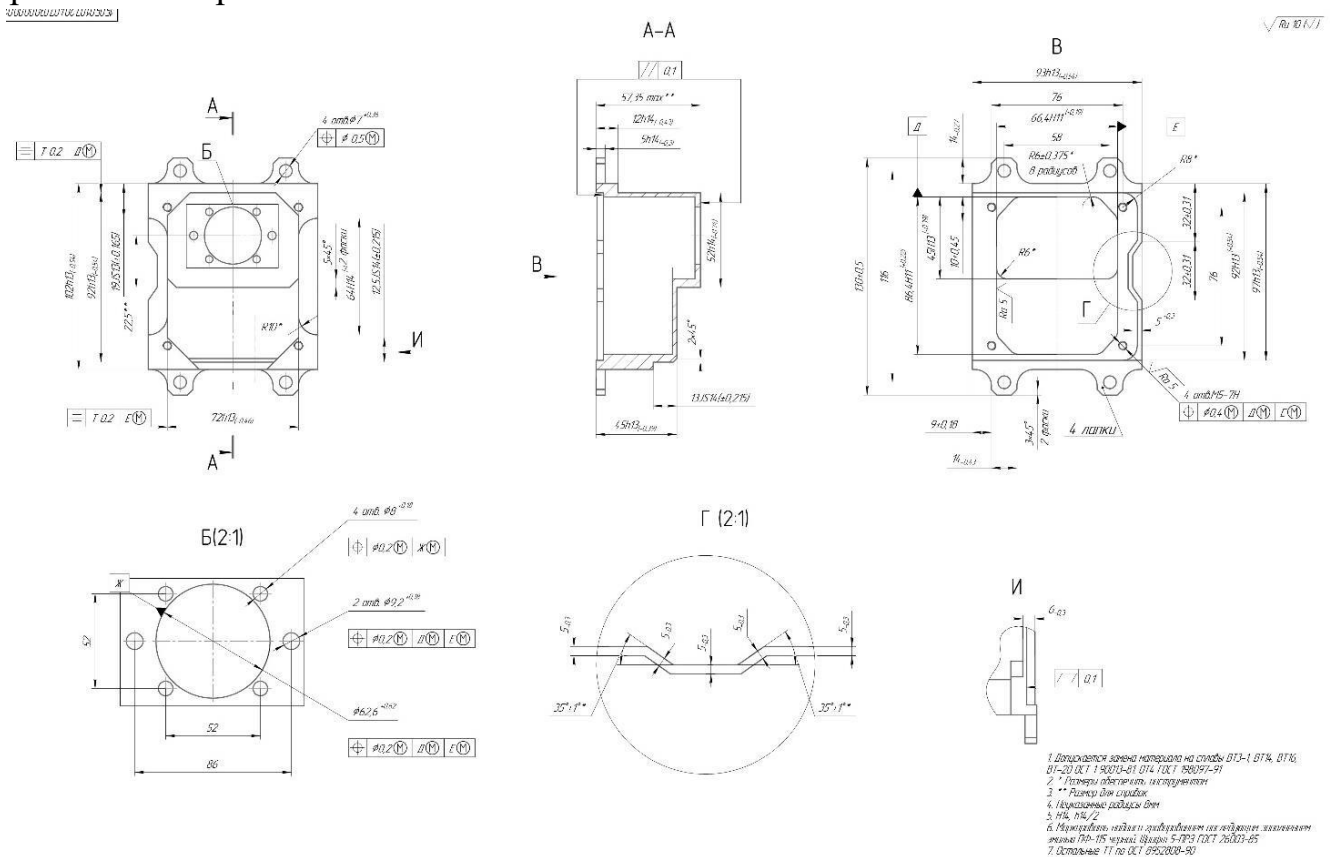


Рисунок 2 – Чертеж детали «Подставка»

Произведем анализ технологичности конструкции детали.

Основной целью анализа технологичности конструкции детали является повышение производительности труда и качества изделия при максимальном снижении затрат времени и средств на изготовление, эксплуатацию и ремонт.

Под технологичностью конструкции изделия понимается совокупность свойств, обуславливающих оптимизацию затрат труда в процессе проектирования, изготовления, эксплуатации и ремонта в сравнении с однотипным экземпляром при условии обеспечения эксплуатационных показателей качества и при заданном типе производства.

В соответствии с ГОСТ 14.205-83 технологичность – совокупность свойств конструкции изделия, определяющих ее приспособленность к достижению оптимальных затрат при производстве, эксплуатации и ремонте при заданных показателях качества, объёме выпуска и условиях выполнения работ.

					Лист
15.03.05.2021.404.000.00 ПЗ					9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

Анализ технологичности включает обработку конструкции детали с целью максимальной унификации элементов (размеров, резьб, фасок и др.), правильный выбор и простановку размеров, оптимальных допусков и шероховатости поверхности, соблюдение всех требований, предъявляемых к заготовкам и т.д.

Анализ детали производим по всем ее обрабатываемым поверхностям. Анализу подвергаем так же степень точности и шероховатость обрабатываемых поверхностей, что даст возможность выбирать оптимальные методы обработки каждой из поверхностей изготавливаемой детали. Общая шероховатость изделия Ra10 (для некоторых элементов Ra5), что является достаточной шероховатостью, возможной получить на фрезерном станке с ЧПУ при обработке концевыми фрезами и фрезами, обладающими пластинами. Можно сделать вывод, что деталь «Подставка» является достаточно технологичной.

Выводы по части один

В части один приведено описание детали, описано служебное назначение детали и произведен анализ соответствия требований чертежа детали требованиям ее назначения, так же были определены задачи проектирования.

					15.03.05.2021.404.000.00 ПЗ	Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1. Анализ технологичности детали

При отработке на технологичность конструкции изделия были проанализированы общие требования к технологичности конструкции [1].

1) Конструкция детали состоит из стандартных и унифицированных конструктивных элементов.

2) Деталь изготавливается из стандартных и унифицированных заготовок – круглый прокат

3) Размеры детали имеют оптимальные параметры, но деталь не технологична по шероховатости поверхностей.

4) Физико-химические и механические свойства материала соответствуют требованиям технологии изготовления, хранения и транспортировки. Деталь средней жесткости т.к. имеет малую толщину стенок по диаметру.

5) Показатели базовой поверхности детали обеспечивают точность установки, обработки и контроля.

6) Конструкция детали обеспечивает возможность применения типовых и стандартных технологических процессов для ее изготовления.

Цель обеспечения технологичности конструкции детали – повышение производительности труда и качества изделия при максимальном снижении затрат времени и средств на разработку, технологическую подготовку производства, изготовление, эксплуатацию и ремонт.

Количественные показатели технологичности конструкции детали.

Определим коэффициент шероховатости $K_{ш}$, мкм по формуле 2.1:

$$K_{ш} = \frac{1}{Ra_{cp}} \quad (2.1)$$

где Ra_{cp} – среднее численное значение параметра шероховатости, мкм, определяем по формуле 2.2:

$$Ra_{cp} = \frac{\sum(m_j \cdot Ra_j)}{\sum m_j} \quad (2.2)$$

где j – величина параметра Ra , мкм;

m_j – число поверхностей, имеющих j -тую шероховатость.

$$Ra_{cp} = \frac{2 \cdot 5 + 52 \cdot 10}{54} = 9,8;$$

$$K_{ш} = \frac{1}{9,8} = 0,1.$$

					15.03.05.2021.404.000.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

Вывод: по данному показателю деталь технологична, т.к коэффициент шероховатости получился меньше, чем предельное его значение $K_{ш} > 0,32$.

Определим коэффициент точности K_T поверхностей по формуле 2.3:

$$K_T = 1 - \frac{1}{IT_{cp}}. \quad (2.3)$$

где IT_{cp} – средняя точность изготовления детали, определяем по формуле 2.4:

$$IT_{cp} = \frac{\sum(n_i \cdot IT)_i}{\sum n_i} \quad (2.4)$$

где i – номер качества;

n_i – число размеров, выполняемых по i -тому качеству.

$$IT_{cp} = \frac{52 \cdot 14 + 1 \cdot 7 + 1 \cdot 9}{54} = 13,77$$

$$K_T = \frac{1}{13,77} = 0,07$$

Вывод: по данному показателю деталь технологична, т.к коэффициент точности получился меньше, чем предельное его значение $K_T < 0,8$.

Неуказанные предельные отклонения размеров $H14, h14; \pm \frac{IT14}{2}$

Вывод: деталь является технологичной, ответственные поверхности, это обнужение размером $38+0,39$, с шероховатостью $Ra5$, резьбовые посадочные отверстия $M5-7H$, шероховатостью $Ra5$, и технологический размер $53,2f9$. На рисунке 3 показан чертеж детали «Подставка».

									Лист
									12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2021.404.000.00 ПЗ				

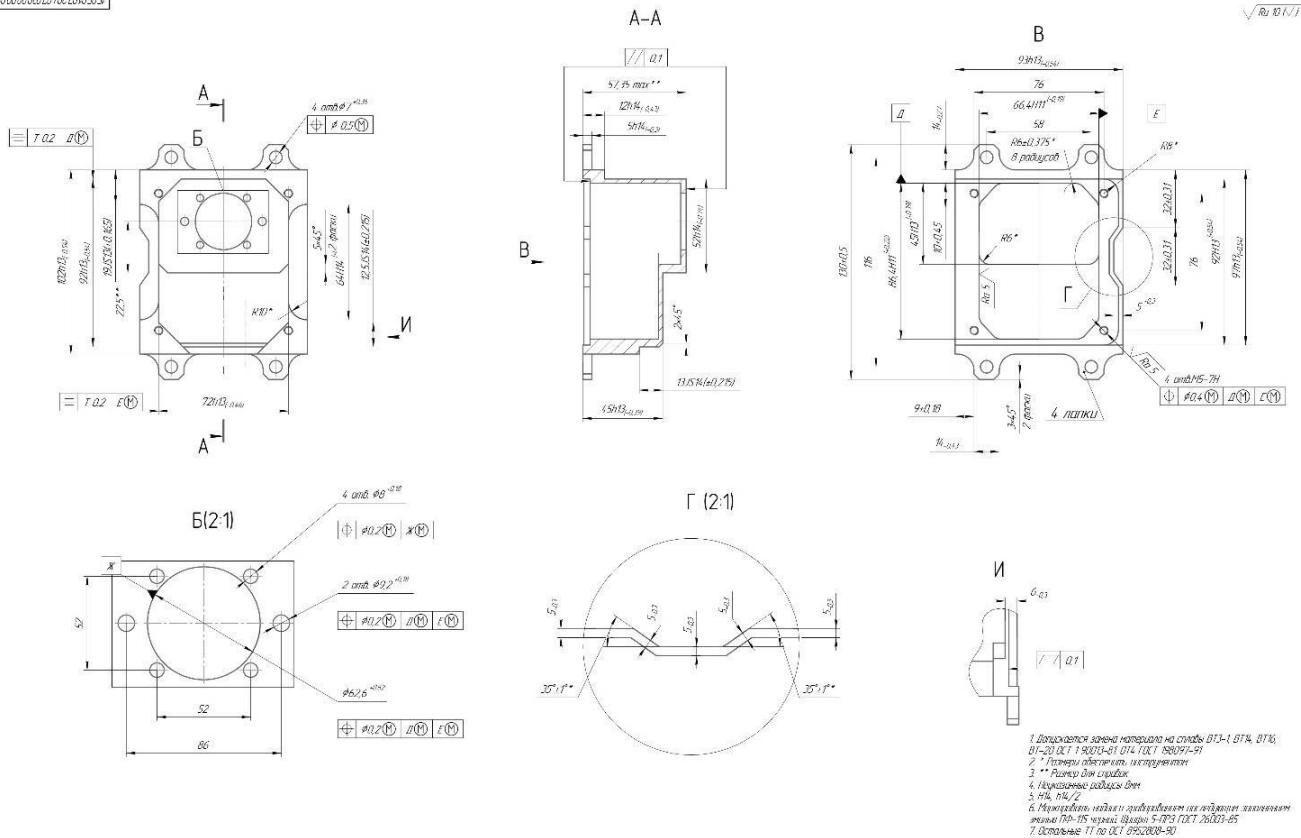


Рисунок 3—Чертеж детали

На чертеже достаточно видов, размеров, сечений, дающих полное представление о конструкции детали, а простановка размеров рациональна.

2.2 Анализ действующего технологического процесса

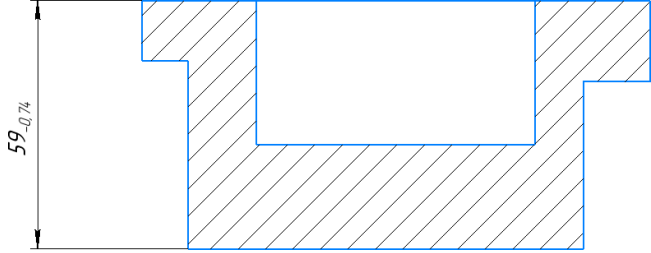
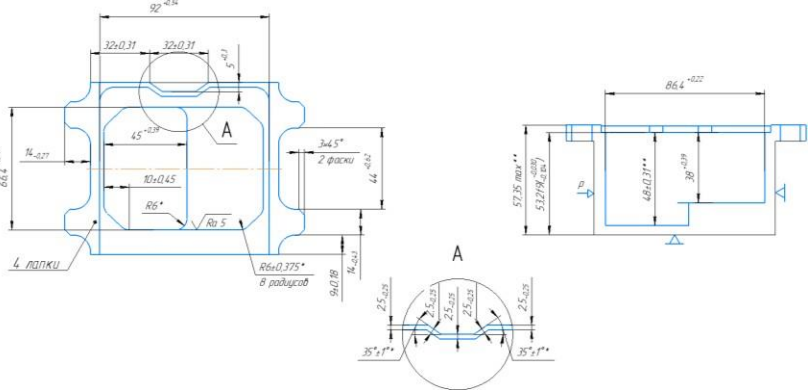
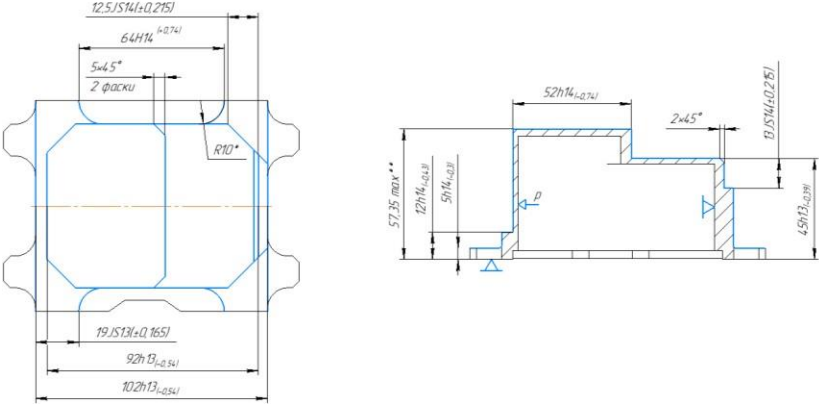
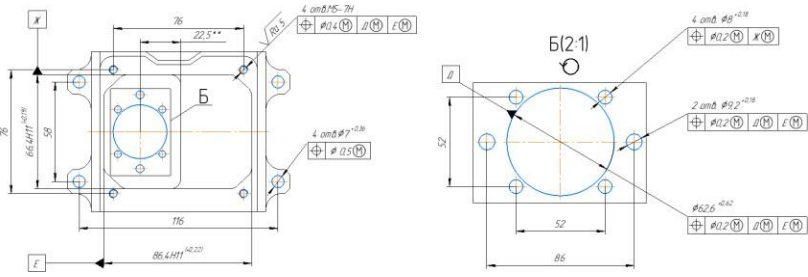
2.2.1 Анализ документации действующего технологического процесса

Базовый технологический процесс представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Базовый технологический процесс.

№ операции	Наименование и содержание операции	Оборудование
005 Заготовительная		KE2130

Продолжение таблицы 1

№ операции	Наименование и содержание операции	Оборудование
010 Фрезерная		6Т12
015 Фрезерная		6Т12
020 Фрезерная		6Т12
025 Сверлильная		2Н125Л
030	Гравировально-фрезерная	6Г463
035	Моечная	Ванна моечная

Продолжение таблицы 1

№ операции	Наименование и содержание операции	Оборудование
040	Слесарная	Верстак слесарный
045	Окрашивание	
050	Контрольная	Стол контрольный
055	Упаковочная	

Проанализировав технологию, мы видим, что есть возможность совместить операцию 015 и 025, при использовании фрезерного станка с ЧПУ. Использование современного оборудования позволит значительно сократить время на механическую обработку изделия.

2.2.2 Анализ оборудования, режущего инструмента, оснастки

В процессе механической обработки деталей почти всегда требуется их неподвижная фиксация в определенном положении.

Для этих целей используют тиски, которые, к тому же, позволяют освободить обе руки, избавиться от необходимости прикладывать физическое усилие для удержания заготовок.

Различные виды этого инструмента применяются на производственных участках, в домашних мастерских, для обработки материалов вручную или с использованием станочного оборудования различной сложности.

В базовом технологическом процессе в качестве зажимного приспособления используются станочные неповоротные тиски, показанные на рисунке 4.



Рисунок 4 – Станочные тиски

									Лист
									15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

15.03.05.2021.404.000.00 ПЗ

В качестве режущего инструмента в исходном технологическом процессе были использованы фрезы, сверла, развертки и метчики согласно ГОСТ 17024-82, ГОСТ 10902-77, ГОСТ 3266-81. Стойкость инструмента не превышала 60 минут, что очень мало для обработки титанового сплава. Концевые фрезы имеют очень широкое техническое применение. Применяются для обработки глубоких пазов, уступов, взаимно перпендикулярных плоскостей, для осуществления контурной обработки наружных и внутренних поверхностей сложного профиля. На рисунке 5 концевая фреза.



Рисунок 5 – Концевая фреза

Сверла являются режущим инструментом, состоящим из рабочей части и хвостовика. Их изготавливают диаметром от 0,1 до 80 мм и используют для образования пластинами из твердого сплава. На рисунке 6 показано сверло.



Рисунок 6 - Сверло

Метчики являются режущим инструментом, предназначенным для образования и обработки внутренних цилиндрических и конических резьб. Они имеют коническую заборную часть 1 и калибрующую часть 2, стружечные канавки и хвостовик с квадратом. Передняя поверхность зуба метчика представляет собой плоскость, плавно сопрягающуюся с дном стружечной канавки. Задняя поверхность зуба бывает затылованной и незатылованной, когда задняя поверхность цилиндрическая. На рисунке 7 показаны метчики.



Рисунок 7 – Метчики

Развертки с цилиндрическим и коническим хвостовиками предназначены для чистовой обработки сквозных и глухих отверстий. По конструкции развертки разделяют на цельные и составные с цилиндрическим и коническим хвостовиками,

									Лист
									16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

15.03.05.2021.404.000.00 ПЗ

насадные. По назначению развертки бывают ручные и машинные. На рисунке 8 представлена развертка.



Рисунок 8 – Развертка

Для проверки плоскостности и прямолинейности применяются плиты и линейки. Поверочные плиты служат для проверки плоскостности шаброванных поверхностей по методу пятен на краску. Они применяются также в качестве вспомогательных приспособлений при различного рода контрольных работах. При контроле отклонения от плоскостности и параллельности деталь кладут на лекальную плиту и часовым индикатором контролируют отклонение, перемещая деталь по плоскости плиты. На рисунке 9 показан часовой индикатор и пример контроля отклонения.

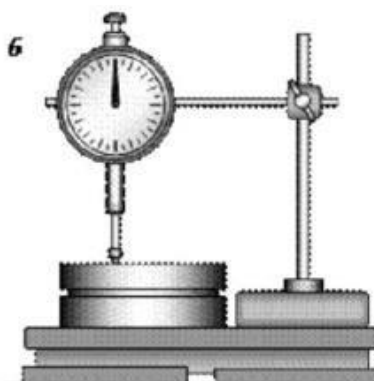


Рисунок 9 – Пример контроля отклонения от плоскостности и параллельности

Для контроля позиционных допусков используются специальные шаблоны с базирование по поверхностям, от которых задан размер.

Для контроля отверстий используются гладкие пробки на проход и НЕпроход, резьбовые отверстия контролируются соответственно резьбовыми калибрами аналогично, на проход и НЕпроход. На рисунке 10 показан пример контроля пробками. Аналогичное измерение происходит и с резьбовыми пробками.

									Лист
									17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2021.404.000.00 ПЗ				

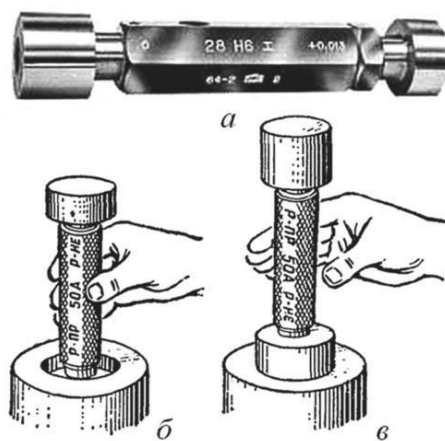


Рисунок 10 – Пример контроля пробками: а) калибр пробка, б) контроль на проход пробки в отверстие, в) контроль НЕпроход пробки в отверстие.

2.2.3 Выводы из анализа и предложения по разработке

При разработке технологического процесса механической обработки заготовки выбор режущего инструмента, его вида, конструкции и размеров в значительной мере предопределяется методами обработки, свойствами обрабатываемого материала, требуемой точностью обработки и качества обрабатываемой поверхности заготовки.

При выборе режущего инструмента необходимо стремиться принимать стандартный инструмент, но, когда целесообразно, следует применять специальный, комбинированный, фасонный инструмент, позволяющий совмещать обработку нескольких поверхностей. При изготовлении детали «Подставка» можно использовать фрезы, оснащенные сменными пластинами. Так же более рационально использовать для контроля изделия контрольно-измерительную машину, а изготавливать деталь на современных станках с ЧПУ.

									Лист
									18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

15.03.05.2021.404.000.00 ПЗ

2.3 Разработка проектного технологического процесса

Разработанный технологический процесс представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Разработанный технологический процесс

№ операции	Содержание операции	Оборудование
000 Заготовительная	1 Получение заготовки, поковка	HFA-250W
005 Фрезерная с ЧПУ	<p>1 Черновое фрезерование пов. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7</p> <p>2 Получистовое фрезерование пов. 3, 5</p> <p>3 Фрезерование фаски пов. 8</p> <p>4 Черновое фрезерование пов. 10, 11</p> <p>5 Черновое фрезерование пов. 3, 14, 15</p> <p>6 Черновое фрезерование пов. 18, 19, 20, 21, 22</p> <p>7 Получистовое фрезерование пов. 17</p> <p>8 Чистовое фрезерование пов. 17</p> <p>9 Отделочное фрезерование пов. 17</p> <p>10 Сверление отверстия 23</p> <p>11 Черновое фрезерование пов. 26, 27, 28, 29</p> <p>12 Получистовое фрезерование пов. 26, 27, 28</p> <p>13 Черновое фрезерование пов. 28, 29, 30, 31</p> <p>14 Черновое сверление пов. 32</p> <p>15 Получистовое развертывание пов. 32</p> <p>16 Чистовое развертывание пов. 32</p> <p>17 Нарезка резьбы пов. 32</p>	<p>JET JMD-10S CNC Siemens 808D 50000514 T</p>

Продолжение таблицы 2

№ операции	Содержание операции	Оборудование
<p>010 Фрезерная с ЧПУ</p>	<p>1 Черновое фрезерование пов. 1, 2, 3 2 Получистовое фрезерование пов. 2, 3 3 Черновое фрезерование пов. 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 4 Нарезание фаски пов. 12 5 Черновое фрезерование паза пов. 13 6 Обработка отверстия пов. 15 7 Сверление отв. 17 8 Сверление отв. 20</p>	<p>JET JMD-10S CNC Siemens 808D 50000514 T</p>
<p>015</p>	<p>Гравировально-фрезерная</p>	<p>JET JMD-10S CNC Siemens 808D 50000514 T</p>
<p>020</p>	<p>Моечная</p>	<p>Ванна моечная</p>
<p>025</p>	<p>Слесарная</p>	<p>Верстак слесарный</p>

Продолжение таблицы 2

№ операции	Содержание операции	Оборудование
030	Окрашивание	Окрасочно-сушильная камера
035	Контрольная	Стол контрольный
040	Упаковочная	

Первой операцией в процессе изготовления детали подставка, как и у любой детали, будет заготовительная, в ходе, которой будет получена поковка.

Определяем последовательность обработки [2]:

Базируем заготовку в тисках за внешние размер 136-0,63. Обрабатываем торец $130 \pm 0,5$, $93_{-0,54}$. Обрабатываем по контуры выполняя размеры $97_{-0,54}$, $14_{-0,43}$, $9 \pm 0,18$, $32 \pm 0,31$, $5^{+0,3}$. Обрабатываем углубление $0,5 \dots 1$ на размеры $92^{+0,54}$ и $93_{-0,54}$. Обрабатываем открытый карман выдерживая размеры $4 \pm 0,15$, $92 + 0,54$, $2,5_{-0,25}$, $35^\circ \pm 1^\circ$, обеспечивая радиус R8 инструментом. Обрабатываем карман, выдерживая размеры $86,4^{+0,22}$ и 58 на глубину $38^{+0,39}$, 8 радиусов R6 обеспечиваем инструментом. Обрабатываем карман, выдерживая размеры $45^{+0,39}$, 58 , $10 \pm 0,45$ на глубину $48 \pm 0,31$. Сверлим 4 отверстия $\varnothing 7^{+0,36}$. Сверлим 4 отверстия в лапках $\varnothing 3$, разворачиваем до $\varnothing 4$, далее разворачиваем до $\varnothing 4,2$ под резьбу. Нарезаем резьбу M5-7H. Нарезаем 2 фаски $3 \times 45^\circ$ на 4 лапках.

Базируем заготовку по внутренним размерам $80^{+0,46}$ и $60^{+0,39}$. Обрабатываем торец и контур, выдерживая размеры $102_{-0,54}$, $57,35$. Обрабатываем контур $92_{-0,54}$, $72_{-0,46}$, $12,5 \pm 0,215$, $52_{-0,74}$, $13 \pm 0,215$, $45_{-0,39}$, $12_{-0,43}$, $5_{-0,3}$. Обрабатываем 2 паза $64^{+0,74}$, размер R10 обеспечиваем инструментом. Нарезаем фаску $2 \times 45^\circ$. Обрабатываем отверстие $\varnothing 31,3$, выдерживая справочный размер $22,5$. Сверлим 2 отверстия $\varnothing 4,6^{+0,18}$, 4 отверстия $\varnothing 4^{+0,18}$, выдерживая размеры 26 , 43 .

2.3.1 Выбор и обоснование метода получения исходной заготовки

Методом производства заготовки выбирается поковка повышенной точности. Поковка имеет ряд преимуществ: заготовка без напусков, допуски на размеры в несколько раз меньше, а, следовательно, уменьшается расход материала, производительность выше, но при всем этом выпускаемая партия заготовок должна быть достаточно большая, так как у этого метода стоимость выше.

Технологичность конструкции направлена на повышение производительности труда, снижения затрат, сокращения времени на изготовление изделия при обеспечении необходимого его качества.

Деталь изготавливается из материала OT4, данная марка материала не обладает хорошими литейными свойствами (жидкотекучестью, низкой объемной и линейной усадкой и т.д.), также она не является порошком. Следовательно, методом получения данной заготовки является обработка материала давлением.

Способы получения заготовок обработкой материала давлением разнообразны (молоты, ГKM, КГШП, ГША). В данном случае наиболее оптимальным способом

									15.03.05.2021.404.000.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						21

получения заготовки является получение заготовки горячей объемной штамповкой на молотах.

В современном машиностроении ковкой и штамповкой изготавливают заготовки и детали массой от грамма до сотен тонн и с размерами от миллиметра до десятков метров. Тенденция отечественной промышленности, направленная на металл сберегающую и энергосберегающую технологию, требует еще большего развития кузнечно-штамповочного производства.

В качестве метода получения исходной заготовки используется штампование. Все данные расчета были выбраны по ГОСТ 7505-89 и рекомендациям [2].

Исходные данные по детали.

Материал – ОТ4.

Масса детали – 0,388 кг.

Штамповочное оборудование – кривошипный горячештамповочный пресс (КГШП).

Нагрев заготовок – индукционный

Исходные данные для расчета.

Масса поковки (расчетная).

Рассчитываем массу поковки. Расчетный коэффициент массы $K_p = 1,8$. Масса поковки рассчитывается по формуле 2.5.

$$m_{\text{поковки}} = m_{\text{дет}} \cdot K_p, \quad (2.5)$$

$$m_{\text{поковки}} = 0,388 \cdot 1,8 = 0,699 \text{ кг.}$$

Класс точности. Способ получения поковки – выдавливание. Назначаем класс точности Т4.

Группа стали. Средняя массовая доля углерода – 0,1 % С. Назначаем группу стали М1.

Форма заготовки приведена на рисунке 11. Класс точности Т4, группа стали М1, степень сложности С4. Допускаются заусенцы высотой не более 3мм, смещение по поверхности разъема не более 0,3мм. Так же заготовку необходимо очистить от окалины пескоструйным методом. Остальные технические требования по ГОСТ 8479-70.

					15.03.05.2021.404.000.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

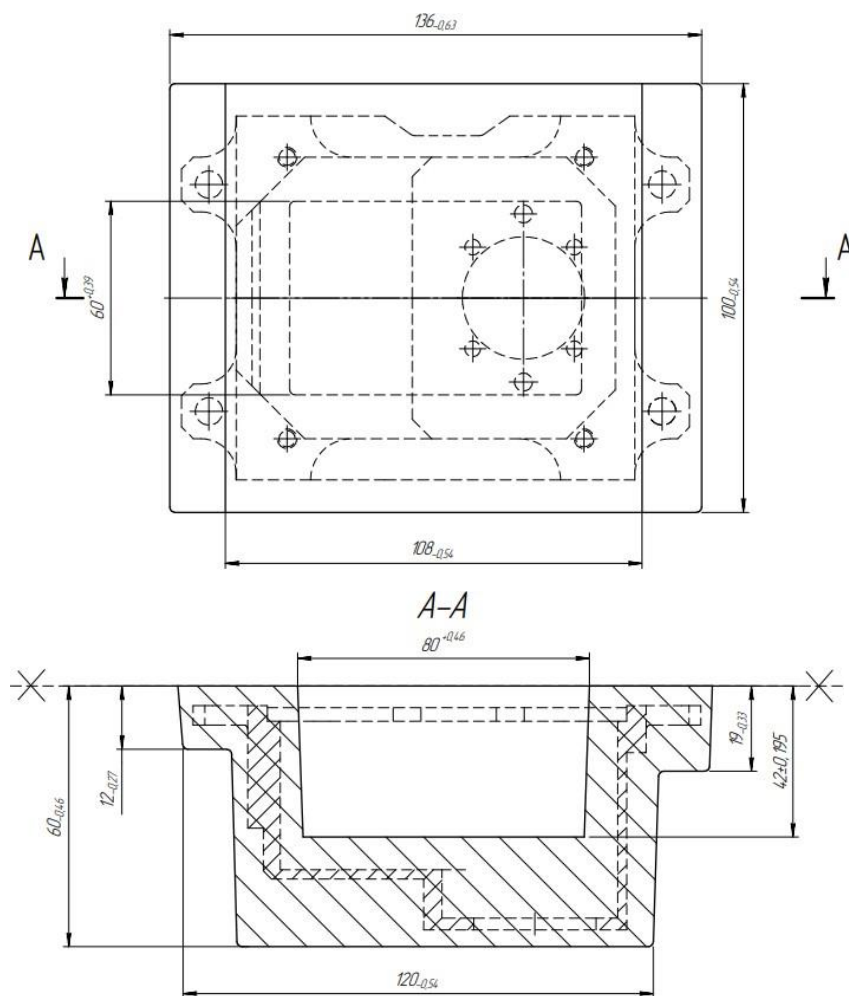


Рисунок 11 – Заготовка

2.3.2 Выбор оборудования для реализации технологического процесса

Выбор оборудования производим на основе таких данных, как метод обработки, точность и класс частоты, расположение и габаритные размеры детали, эффективность использования станка по мощности, его стоимость.

Фрезерный станок с ЧПУ JET JMD-10S CNC Siemens 808D 50000514T, показанный на рисунке 12 выполняет рабочие операции в короткий срок, что способствует его высокой производительности. Продуманная конструкция магазина позволяет в течение 3 секунд переключаться с одного инструмента на другой. Точность повторения достигает 0.005 мм, что гарантирует качественное выполнение серии одинаковых деталей. Благодаря подвижным креплениям положение пульта управления без труда регулируется в зависимости от желания оператора. Система ЧПУ включает стандартные циклы обработки, что делает работу оператора привычной. В таблице 3 показаны основные технические характеристики.

									Лист
									23
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2021.404.000.00 ПЗ				



Рисунок 12 – Общий вид станка JET JMD-10S CNC Siemens 808D 50000514T

Таблица 3 – Технические характеристики станка

Технические характеристики	Параметры
Скорость рабочей подачи, мм/мин	5000
Точность позиционирования, мм	0,005
Размер рабочего стола, мм	450x180
Перемещение (ось X), мм	270
Перемещение (ось Y), мм	200
Перемещение (ось Z), мм	300
Расстояние шпиндель-стол, мм	380
Скорость быстрого хода, мм/мин	10000
Точность (повторяемость), мм	0,005
Размер Т-образного паза, мм	12

Для контроля размеров обрабатываемых деталей будем использовать координатно-измерительную машину MISTRAL.

MISTRAL – трехкоординатная измерительная машина портальной конструкции.

Три направляющие измерительной машины образуют декартову базовую систему координат X, Y, Z, в которой подвижно расположена трехмерная щуповая головка. Перемещения центра щупа головки измеряются цифровыми измерительными системами высокой разрешающей способности и точности.

Конструкция машины портальная, с неподвижным измерительным столом и центральным сервоприводом портала. Измерения производятся в ручном и микропроцессорном режимах.

Ручной режим управления порталом осуществляется при помощи джойстика, переключающего на замедленный ход.

Микропроцессорный режим реализуется от клавиатуры компьютера.

Отличительной особенностью машины MISTRAL является наличие специальной технологии, обеспечивающей особо жесткую и легкую алюминиевую конструкцию движущихся частей машины, систему выравнивания температуры детали, машины и окружающей среды, стационарного гранитного рабочего стола и портала, перемещающегося на воздушных подшипниках.

Программное обеспечение специально адаптировано для задач, решаемых на КИМ MISTRAL, имеет библиотеку символов, и включает в себя универсальную программу.

Координатно-измерительная машина MISTRAL показана на рисунке 13.



Рисунок 13 – Координатно-измерительная машина MISTRAL

Технические характеристики координатно-измерительная машина MISTRAL представлены в таблице 4.

					15.03.05.2021.404.000.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

Таблица 4 – Технические характеристики координатно-измерительной машины

Характеристика	Параметр
Режим работы	CNC
Тип головки	TR2/TF8
Диапазон измерения, мм	X – 1500, Y – 1000, Z – 860
Масса машины, кг	1950
Допустимая масса детали, кг	2500
Погрешность измерения головки, мкм	5,4
Погрешность линейных (L – длина, м) и пространственных измерений, мкм	$6 + 6L / 1000$
Разрешение, мкм	0,5
Скорость перемещения, м/мин	26
Ускорение перемещения, м/с	1
Устройство смены щупов	Ручная смена и в режиме ЧПУ в соединении с магазином щупов и программным обеспечением
Питание	110/230 В, от 50 до 60 Гц
Обеспечение воздухом	Обеспечиваемое давление 4,5 бар, предварительно очищенный. Расход 20 л/мин
Влажность воздуха	От 40 до 60 %
Диапазона рабочих температур	От + 5 до + 35 °С
Температура, при которой обеспечивается нормированная погрешность измерения	20 ± 2 °С

2.3.3 Разработка последовательности обработки поверхностей детали

Основными базовыми поверхностями детали являются размеры $86,4^{+0,22}$, $66,4^{+0,19}$ и отверстие $\varnothing 31,3^{+0,16}$. Функциональными поверхностями являются отверстия $\varnothing 4^{+0,18}$, $\varnothing 4,6^{+0,18}$ и резьбовые отверстия М5-7Н. Вспомогательная поверхность – отверстие $\varnothing 7^{+0,36}$.

Рекомендуется следующая последовательность обработки поверхностей.

Первоначально зажимаем деталь в тиски за 30мм, оставляя зазор для обработки сквозных отверстий. Далее обрабатываем в следующей последовательности:

- фрезерование торца на размер $57,35 \text{max}$ (окончательная)
- фрезерование размера $130 \pm 0,5$ и размера $93 \text{h}13_{-0,54}$ (предварительная)
- фрезерование размера $130 \pm 0,5$ и размера $93 \text{h}13_{-0,54}$ (окончательная)
- обработка 4 лапок выдерживая размеры $14_{-0,27}$, $97 \text{h}13_{-0,54}$, $14_{-0,43}$ и $9 \pm 0,18$ (предварительная)
- обработка 4 лапок выдерживая размеры $14_{-0,27}$, $97 \text{h}13_{-0,54}$, $14_{-0,43}$ и $9 \pm 0,18$ (окончательная)
- обработка конура впадины, выдерживая размеры $32 \pm 0,31$, $5^{+0,3}$, $2,5_{-0,25}$ (предварительная)

						15.03.05.2021.404.000.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			26

- обработка конура впадины, выдерживая размеры $32\pm 0,31$, $5^{+0,3}$, $2,5_{-0,25}$
- обработка обniżения $92h13^{+0,54}$ на глубину $4\pm 0,15$, выдерживая размер $53,2f9$ (предварительная)
- обработка обniżения $92h13^{+0,54}$ на глубину $4\pm 0,15$, выдерживая размер $53,2f9$ (окончательная)
- сверление отверстий $\phi 7^{+0,36}$, выдерживая позиционные размеры 58 и 116 (предварительная)
- сверление отверстий $\phi 7^{+0,36}$, выдерживая позиционные размеры 58 и 116 (окончательная)
- обработка полости размером $66,4h11$ и $86,4h11$ на глубину $38h13$ (предварительная)
- обработка полости размером $66,4h11$ и $86,4h11$ на глубину $38h13$ (окончательная)
- обработка полости размером $66,4h11$ и $45h13$ на глубину $48\pm 0,31$ (предварительная)
- обработка полости размером $66,4h11$ и $45h13$ на глубину $48\pm 0,31$ (окончательная)
- обработка отверстий под резьбу $\phi 4,2$, выдерживая позиционный размер 76 (предварительная)
- нарезание резьбы $m5-7h$, выдерживая позиционный размер 76 (окончательная).

Базируемся за размеры $86,4^{+0,22}$, $66,4^{+0,19}$ с помощью разжимного приспособления. Обработываем в следующей последовательности:

- обработка выступа размером $102h13_{-0,54}$ на высоту $5h14_{-0,3}$ от низа (окончательно)
- обработка выступа размером $92h13_{-0,54}$ и $72h13_{-0,46}$ на высоту $12h14_{-0,43}$ (предварительно)
- обработка выступа размером $92h13_{-0,54}$ и $72h13_{-0,46}$ на высоту $12h14_{-0,43}$ (окончательно)
- обработка выступа размером $52h14_{-0,74}$ и $72h13_{-0,46}$ на высоту $45h13_{-0,39}$ от низа (предварительно)
- обработка выступа размером $52h14_{-0,74}$ и $72h13_{-0,46}$ на высоту $45h13_{-0,39}$ от низа (окончательно)
- обработка размера $12,5JS14\pm 0,215$ с двух сторон на глубину $13JS14\pm 0,215$ (предварительно)
- обработка размера $12,5JS14\pm 0,215$ с двух сторон на глубину $13JS14\pm 0,215$ (окончательно)
- сверление отверстия $\phi 31^{+0,62}$ выдерживая размер 22,5 от торца выступа (предварительно)
- обработка отверстия $\phi 31,3^{+0,16}$ выдерживая размер 22,5 от торца выступа (окончательно)
- сверление 4 отверстий $\phi 4^{+0,18}$ выдерживая размер 26 (окончательно)

						15.03.05.2021.404.000.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			27

– сверление 2 отверстий $\varnothing 4,8+0,18$ выдерживая размер 43 (окончательно)

2.3.4 Выбор способов обработки и количества переходов

Расчетный метод.

Расчётный метод используется для определения количества переходов при обработке отверстия $\varnothing 31,3H12, Ra10$.

Определяем величину уточнения по диаметральной точности и шероховатости поверхности [4] по формулам 2.6 и 2.7:

$$E_{\varnothing} = \frac{T_z}{T_d}; \quad E^{Ra} = \frac{Ra_z}{Ra_d}; \quad (2.6) (2.7)$$

где T_z – допуск заготовки для данной поверхности (IT14 – 0,62 мм.);

T_d – допуск детали;

Ra_z – шероховатость заготовки (Ra40);

Ra_d – шероховатость детали.

$$E_{\varnothing} = \frac{0,62}{0,25} = 2,48;$$

$$E^{Ra} = \frac{40}{10} = 4,0.$$

Выбираем способы обработки, которые позволяют обеспечить заданную точность данной поверхности – H12, Ra10: сверление 12 кв., Ra25; фрезерование предварительное 10кв, Ra12,5, фрезерование чистовое 9кв, Ra6,3.

Принимаем в качестве способа окончательной обработки чистовое фрезерование, которое позволяет обеспечить 9 кв. и Ra6,3.

Определяем допуск предшествующего перехода по формуле 2.8

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

где $z_n = 0,12$ – номинальный припуск для чистового фрезерования [5];

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

Принимаем $T_{i-1} = 0,1$ (IT10).

Определяем величину уточнения, которую обеспечивает чистовое фрезерование по формуле 2.9:

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

									Лист
									28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

15.03.05.2021.404.000.00 ПЗ

$$E_i = \frac{0,1}{0,25} = 0,4.$$

В качестве первого способа обработки отверстия принимаем сверление, которое обеспечивает IT12, Ra25.

Допуск сверления $T_1 = 0,25$.

Определяем величину уточнения по формуле 2.10:

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

где T_3 – допуск заготовки для данной поверхности;

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

$$E_1 = \frac{0,62}{0,25} = 2,48.$$

Проверка:

$$(E_i \cdot E_1) \geq E_{\frac{\varnothing}{д}};$$

$$0,4 \cdot 2,48 = 0,992 < 2,48.$$

Условие не выполняется. Назначаем промежуточные способы обработки, начиная от окончательного способа обработки с учетом принятого значения T_{i-1}

По принятому значению $T_{i-1} = 0,1$ назначаем чистовое фрезерование и определяем величину уточнения, которую обеспечит данный способ

$$E_2 = \frac{0,62}{0,1} = 6,2.$$

Проверка:

$$(E_i \cdot E_1 \cdot E_2) \geq E_{\frac{\varnothing}{д}};$$

$$0,4 \cdot 2,48 \cdot 6,2 = 6,15 > 2,48.$$

Условие выполняется.

Проверка по обеспечению шероховатость поверхности:

$$E_{\text{чист}}^{\text{Ra}} = \frac{\text{Ra}^{\text{Рполу}}}{\text{Ra}^{\text{Рчист}}} - \text{чистовое фрезерование};$$

$$E_{\text{чист}}^{\text{Ra}} = \frac{12,5}{6,3} = 1,98;$$

									Лист
									29
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2021.404.000.00 ПЗ				

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

$$E_{\text{полу}}^{\text{Ra}} = \frac{25}{12,5} = 2,0;$$

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

$$E_{\text{черн}}^{\text{Ra}} = \frac{25}{25} = 1;$$

Проверка:

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

$$1,98 * 2,0 * 1 = 3,96 \approx 4,0.$$

Условие выполняется.

Таким образом, для обработки отверстия $\varnothing 30\text{H}12$, Ra10 необходимы следующие способы обработки и количество переходов:

- сверление: $T_1 = 0,25$ (h12), Ra 25;
- фрезерование получистовое: $T_2 = 0,1$ (h10), Ra 12,5;
- фрезерование чистовое: h9, Ra 6,3.

Табличный метод.

Для всех остальных поверхностей детали способы обработки и количество переходов выбираем по рекомендации [5].

1. фрезерование торца на размер $57,35\text{max}$ IT14, Ra 10
 - черновое фрезерование IT12, Ra25 (операция 005)
 - получистовое фрезерование IT10, Ra10 (операция 005)
2. фрезерование размера $130\pm 0,5$ и размера 93 IT13, Ra10
 - черновое фрезерование IT12, Ra25 (операция 005)
 - получистовое фрезерование IT10, Ra10 (операция 005)
3. обработка 4 лапок выдерживая размеры $14_{-0,27}$, $97\text{h}13_{-0,54}$, $14_{-0,43}$ и $9\pm 0,18$ IT14, Ra10
 - черновое фрезерование IT12, Ra25 (операция 005)
 - получистовое фрезерование IT10, Ra10 (операция 005)
4. обработка конура впадины, выдерживая размеры $32\pm 0,31$, $5^{+0,3}$, $2,5_{-0,25}$ IT14, Ra10
 - черновое фрезерование IT12, Ra25 (операция 005)
 - получистовое фрезерование IT10, Ra10 (операция 005)
5. обработка обнижения $92\text{h}13^{+0,54}$ на глубину $4\pm 0,15$, выдерживая размер $53,2$ (IT9), Ra10
 - черновое фрезерование IT12, Ra25 (операция 005)

										Лист
										30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

15.03.05.2021.404.000.00 ПЗ

- получистовое фрезерование IT10, Ra10 (операция 005)
- чистовое фрезерование IT9, Ra6,3 (операция 005)
- 6. сверление отверстий $\phi 7^{+0,36}$, выдерживая позиционные размеры 58 и 116 IT14, Ra10
 - сверление IT12, Ra25 (операция 005)
 - фрезерование получистовое IT9, Ra10 (операция 005)
- 7. обработка полости размером 66,4(IT11) и 86,4(IT11) на глубину 38(IT13), Ra10
 - черновое фрезерование IT12, Ra25 (операция 005)
 - получистовое фрезерование IT10, Ra10 (операция 005)
- 8. обработка полости размером 66,4(IT11) и 45(IT13) на глубину $48 \pm 0,31$ Ra10
 - черновое фрезерование IT12, Ra25 (операция 005)
 - получистовое фрезерование IT10, Ra10 (операция 005)
- 9. обработка отверстий под резьбу $\phi 4,2$, выдерживая позиционный размер 76 IT14, Ra10
 - сверление IT12, Ra25 (операция 005)
 - фрезерование получистовое IT9, Ra10 (операция 005)
- 10. нарезание резьбы M5(IT7), выдерживая позиционный размер 76 IT14, Ra10
 - нарезание резьбы IT7, Ra5 (операция 005)
- 11. обработка выступа размером 102(IT13) на высоту 5(IT14) от низа, Ra10
 - черновое фрезерование IT12, Ra25 (операция 010)
 - получистовое фрезерование IT10, Ra10 (операция 010)
- 12. обработка выступа размером 92(IT13) и 72(IT13) на высоту 12(IT14), Ra10
 - черновое фрезерование IT12, Ra25 (операция 010)
 - получистовое фрезерование IT10, Ra10 (операция 010)
- 13. обработка выступа размером 52(IT14) и 72(IT13) на высоту 45(IT13) от низа Ra10
 - черновое фрезерование IT12, Ra25 (операция 010)
 - получистовое фрезерование IT10, Ra10 (операция 010)
- 14. обработка размера 12,5(IT14) с двух сторон на глубину 13(IT14), Ra10
 - черновое фрезерование IT12, Ra25 (операция 010)
 - получистовое фрезерование IT10, Ra10 (операция 010)
- 15. обработка отверстия $\phi 31,3$ (IT11) выдерживая размер 22,5(IT14) от торца выступа, Ra10
 - черновое фрезерование IT12, Ra25 (операция 010)
 - получистовое фрезерование IT10, Ra10 (операция 010)
- 16. сверление 4 отверстий $\phi 4$ (IT13) выдерживая размер 26(IT14), Ra10
 - сверление IT12, Ra25 (операция 010)
 - получистовое фрезерование IT10, Ra10 (операция 010)
- 17. сверление 2 отверстий $\phi 4,8$ (IT13) выдерживая размер 43(IT14), Ra10
 - сверление IT12, Ra25 (операция 010)
 - получистовое фрезерование IT10, Ra10 (операция 010)

					15.03.05.2021.404.000.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

18. обработка фаски 2x45° (IT14), Ra10

- черновое фрезерование IT12, Ra25 (операция 010)
- получистовое фрезерование IT10, Ra10 (операция 010).

2.3.5 Формирование операций и технологического маршрута обработки детали

Наметив последовательность обработки поверхностей, количество переходов, способы их выполнения, приступаем к формированию операций и технологического маршрута изготовления детали [1,2,4,6].

000 Заготовительная. Штамповка (2170)

HFA-250W

005 Фрезерная с ЧПУ (4234)

JET JMD-10S CNC Siemens 808D 50000514 T

- черновое фрезерование торца на размер 57,35max IT12, Ra25
- черновое фрезерование впадины, размером 130±0,5 и 93 IT12, Ra25
- черновое фрезерование 4 лапок выдерживая размеры 14-0,27, 97h13-0.54, 14-043 и 9±0,18 IT12, Ra25
- черновое фрезерование конура впадины, выдерживая размеры 32±0,31, 5+0,3, 2,5-0,25 IT12, Ra25
- черновое фрезерование обнижения 92+0,54 на глубину 4±0,15, выдерживая размер 53,2 IT12, Ra25
- сверление отверстий $\varnothing 7+0,36$, выдерживая позиционные размеры 58 и 116 IT12, Ra25
- черновое фрезерование полости размером 66,4 и 86,4 на глубину 38 IT12, Ra25
- черновое фрезерование полости размером 66,4 и 45 на глубину 48±0,31 IT12, Ra25
- сверление отверстий под резьбу $\varnothing 4,2$, выдерживая позиционный размер 76 IT12, Ra25
- получистовое фрезерование торца на размер 57,35max IT10, Ra10
- получистовое фрезерование впадины размером 130±0,5 и 93 IT10, Ra10
- получистовое фрезерование 4 лапок выдерживая размеры 14-0,27, 97h13-0.54, 14-043 и 9±0,18 IT10, Ra10
- получистовое фрезерование конура впадины, выдерживая размеры 32±0,31, 5+0,3, 2,5-0,25 IT10, Ra10
- получистовое фрезерование обнижения 92+0,54 на глубину 4±0,15, выдерживая размер 53,2 IT10, Ra10
- фрезерование получистовое отверстий $\varnothing 7+0,36$, выдерживая позиционные размеры 58 и 116 IT9, Ra10
- получистовое фрезерование полости размером 66,4 и 86,4 на глубину 38 IT10, Ra10
- получистовое фрезерование полости размером 66,4 и 45 на глубину 48±0,31 IT10, Ra10

					15.03.05.2021.404.000.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

– фрезерование получистовое отверстий под резьбу Ø4,2, выдерживая позиционный размер 76 IT9, Ra10

– нарезание резьбы М5, выдерживая позиционный размер 76, IT7 Ra5

010 Фрезерная с ЧПУ (4234)

JET JMD-10S CNC Siemens 808D 50000514 T

– черновое фрезерование выступа размером 102 на высоту 5 от низа IT12, Ra25

– черновое фрезерование выступа размером 92 и 72 на высоту 12 IT12, Ra25

– черновое фрезерование выступа размером 52 и 72 на высоту 45 от низа IT12, Ra25

– черновое фрезерование размера 12,5 с двух сторон на глубину 13 IT12, Ra25

– черновое фрезерование отверстия Ø31,3 выдерживая размер 22,5 от торца выступа IT12, Ra25

– сверление 4 отверстий Ø4 выдерживая размер 26 IT12, Ra25

– сверление 2 отверстий Ø4,8 выдерживая размер 43 IT12, Ra25

– черновое фрезерование фаски 2x45° IT12, Ra25

– получистовое фрезерование выступа размером 102 на высоту 5 от низа IT10, Ra10

– получистовое фрезерование выступа размером 92 и 72 на высоту 12 IT10, Ra10

– получистовое фрезерование выступа размером 52 и 72 на высоту 45 от низа IT10, Ra10

– получистовое фрезерование размера 12,5 с двух сторон на глубину 13 IT10, Ra10

– получистовое фрезерование отверстия Ø31,3 выдерживая размер 22,5 от торца выступа IT10, Ra10

– получистовое фрезерование 4 отверстий Ø4 выдерживая размер 26 IT10, Ra10

– получистовое фрезерование 2 отверстий Ø4,8 выдерживая размер 43 IT10, Ra10

– получистовое фрезерование фаски 2x45° IT10, Ra10.

015 Гравировально-фрезерная (4268)

JET JMD-10S CNC Siemens 808D 50000514 T

– маркировать надписи гравированием, IT10, Ra10

020 Промывка растворителем (0127)

Ванна моечная

025 Слесарная (0108)

Верстак слесарный

030 Промывка растворителем (0127)

Ванна моечная

035 Окрашивание (7360)

Окрасочно-сушильная камера

040 Контрольная (0200)

										Лист
										33
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

15.03.05.2021.404.000.00 ПЗ

2.3.6 Размерный анализ разработанного технологического процесса

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

Обеспечение минимальных припусков и максимально возможных допусков на обработку при заданном уровне качества изделия является одной из узловых задач машиностроения. Под размерным анализом понимается совокупность расчетно-аналитических процедур, осуществляемых при разработке и анализе конструкций изделий и технологических процессов их изготовления.

Аналитический метод определения припусков базируется на анализе производственных погрешностей, возникающих при конкретных условиях обработки заготовки. Припуски на обработку определяют таким образом, чтобы на выполняемом технологическом переходе были устранены погрешности детали, которые остались на предшествующем переходе.

Рассчитаем припуск вала на размер

Определяем припуски, допуска и операционные размеры по технологическим переходам для размера $31,3h10$. Устанавливаем, согласно точности и качества поверхности, предварительный технологический маршрут обработки детали [5]:

Операция 005. Фрезерная с ЧПУ.

Операция 000. Заготовительная.

Определяем минимальный припуск под обработку на 005 операцию по формуле 2.11.

$$Z_{\min} = 2 \cdot [(R_{z-i} + h_{i-1}) + \Delta S + \Delta y] \quad (2.11)$$

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

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

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

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

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

Определяем номинальный припуск под чистовое точение по формуле 2.12

$$Z_{\text{ном}} = Z_{\min} + T_{i-1} \quad (2.12)$$

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 2.13:

									Лист
									34
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

15.03.05.2021.404.000.00 ПЗ

$$L_p = L_{\text{НОМ}} + z_0 \quad (2.13)$$

где L_p – расчётный размер заготовки, мм;

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

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

Определяем расчётный размер на операцию 005:

$$L_{\text{расч.}}^{020} = 31,3 - 1 = 32,1 \text{ мм}$$

Результаты расчётов припусков аналитическим методом в таблице 5.

Таблица 5 – Расчёт припусков, допусков и промежуточных размеров на диаметр 31,3h10

Опера-ция	Точ-ность	До-пуск на раз-мер мм	Элементы при-пуска, мкм				Промежуточные припуска, мм			Опера-цион-ный размер, мм
			Rz	h	ΔS	Δy	Z_{min}	$Z_{\text{НОМ}}$	Z_{max}	
000	16	0,64	250	60	20	–	–	–	–	$31,3 \pm 0,36$
005	10	0,16	40	–	–	30	0,36	1	1,36	$31,3 \pm 0,16$

Табличный метод определения припусков

При табличном методе припуск устанавливается по стандартам и таблицам, которые составлены на основе обобщения и систематизации производственных данных. Припуски обычно определяются в зависимости от массы и габаритных размеров детали, их конструктивных форм, заданных точности и параметрах шероховатости обрабатываемой поверхности. Существенным недостатком этого метода является то, что припуски назначаются независимо от технологического процесса обработки деталей без учёта конкретных условий его выполнения.

Расчёт начинают с последней операции обработки. По таблицам соответствующих видов обработки устанавливаются размеры промежуточным припусков на каждую операцию и затем определяют промежуточные размеры заготовки.

Наименьшие значения рекомендуемых припусков выбираются из справочников и ГОСТов.

В таблице 6 показан табличный метод расчета припусков.

Таблица 6 – Расчёт припусков табличным методом

Вид обработки	Точность	Допуск, мм	Промежуточные (фактические) размеры, мм		Промежуточные припуска, мм		Операционный размер, мм
			L_{\max}	L_{\min}	Z_{\max}	Z_{\min}	
Наружный размер 92h8							
Размер заготовки	16	2,2	94,2	89,8	–	–	94,2 _{-2,2}
Фрезерование черновое	12	0,35	92,35	91,65	2,55	1,85	92,35 _{-0,35}
Наружный размер 52h9							
Размер заготовки	16	1,9	53,9	50,1	–	–	53,9 _{-1,9}
Фрезерование черновое	12	0,3	52,3	51,7	2,2	1,6	52,3 _{-0,3}

Остальные расчеты более подробно представлены в размерном анализе, который оформлен в таблице 7. На рисунке 14 изображен преобразованный чертеж детали в линейной проекции.

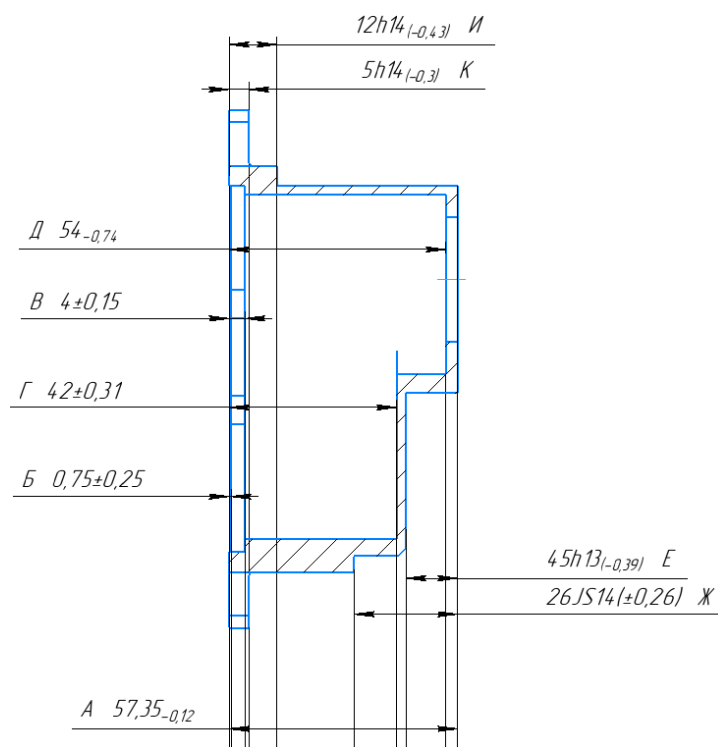


Рисунок 14 – Линейная проекция детали

Таблица 7 – Определение припусков и межоперационных размеров в линейной проекции

№ оп.	Уравнения цепей и их решение	Принятые размеры, припуски
	$K^{010} = A^{010} - X_K^{010}$ $K_{min}^{010} = A_{min}^{010} - X_{K_{max}}^{010}$ $K_{max}^{010} = A_{max}^{010} - X_{K_{min}}^{010}$ $X_{A_{max}}^{010} = A_{min}^{010} - K_{min}^{010} = 57,23 - 4,82 = 52,41$ $X_{A_{min}}^{010} = A_{max}^{010} - K_{max}^{010} = 57,35 - 5 = 52,35$	$X_K^{010} = 52,38 \pm 0,03$
	$И^{010} = A^{010} - X_{И}^{010}$ $И_{min}^{010} = A_{min}^{010} - X_{И_{max}}^{010}$ $И_{max}^{010} = A_{max}^{010} - X_{И_{min}}^{010}$ $X_{A_{max}}^{010} = A_{min}^{010} - И_{min}^{010} = 57,23 - 11,57 = 45,66$ $X_{A_{min}}^{010} = A_{max}^{010} - И_{max}^{010} = 57,35 - 12 = 45,35$	$X_{И}^{010} = 45,505 \pm 0,155$
010	$Ж^{010} = A^{010} - X_{Ж}^{010}$ $Ж_{min}^{010} = A_{min}^{010} - X_{Ж_{max}}^{010}$ $Ж_{max}^{010} = A_{max}^{010} - X_{Ж_{min}}^{010}$ $X_{A_{max}}^{010} = A_{min}^{010} - Ж_{min}^{010} = 57,23 - 25,74 = 31,49$ $X_{A_{min}}^{010} = A_{max}^{010} - Ж_{max}^{010} = 57,35 - 26,26 = 31,09$	$X_{Ж}^{010} = 31,29 \pm 0,2$
	$Z^{010} = A^{005} - A^{010}$ $Z_{min}^{010} = A_{min}^{005} - A_{max}^{010}$ $Z_{min}^{010} = R^{005} + h^{005} + e^{010} + y^{005}$ $Z_{min}^{010} = 0,25 + 0,4 + 0,15 + 0,1 = 0,9$ $A_{min}^{005} = A_{max}^{010} + Z_{min}^{010} = 57,35 + 0,9 = 58,25$ $A_{max}^{010} = A_{min}^{005} + T = 58,25 + 0,6 = 58,85$ $Z_{max}^{010} = A_{max}^{010} - A_{min}^{010} = 58,85 - 57,23 = 1,62$	$A^{005} = 58,85_{-0,6(-0,12)}$ $Z^{005} = 0,9 \dots 1,62$

Продолжение таблицы 7

№ оп.	Уравнения цепей и их решение	Принятые размеры, припуски
	$D^{005} = A^{005} - X_D^{005}$ $D_{min}^{005} = A_{min}^{005} - X_{D_{max}}^{005}$ $D_{max}^{005} = A_{max}^{005} - X_{D_{min}}^{005}$ $X_{A_{max}}^{005} = A_{min}^{005} - D_{min}^{005} = 57,23 - 53,26 = 3,97$ $X_{A_{min}}^{005} = A_{max}^{005} - D_{max}^{005} = 57,35 - 54 = 3,35$	$X_D^{20} = 29,74 \pm 0,11$
	$\Gamma^{005} = A^{005} - X_\Gamma^{005}$ $\Gamma_{min}^{005} = A_{min}^{005} - X_{\Gamma_{max}}^{005}$ $\Gamma_{max}^{005} = A_{max}^{005} - X_{\Gamma_{min}}^{005}$ $X_{A_{max}}^{005} = A_{min}^{005} - \Gamma_{min}^{005} = 57,23 - 41,69 = 15,54$ $X_{A_{min}}^{005} = A_{max}^{005} - \Gamma_{max}^{005} = 57,35 - 42,31 = 15,04$	$X_\Gamma^{010} = 15,295 \pm 0,255$
005	$B^{005} = A^{005} - X_B^{005}$ $B_{min}^{005} = A_{min}^{005} - X_{B_{max}}^{005}$ $B_{max}^{005} = A_{max}^{005} - X_{B_{min}}^{005}$ $X_{A_{max}}^{005} = A_{min}^{005} - B_{min}^{005} = 57,23 - 3,85 = 53,38$ $X_{A_{min}}^{005} = A_{max}^{005} - B_{max}^{005} = 57,35 - 4,15 = 53,2$	$X_B^{010} = 53,29 \pm 0,09$
	$B^{005} = A^{005} - X_B^{005}$ $B_{min}^{005} = A_{min}^{005} - X_{B_{max}}^{005}$ $B_{max}^{005} = A_{max}^{005} - X_{B_{min}}^{005}$ $X_{A_{max}}^{005} = A_{min}^{005} - B_{min}^{005} = 57,23 - 0,5 = 56,73$ $X_{A_{min}}^{005} = A_{max}^{005} - B_{max}^{005} = 57,35 - 1 = 56,35$	$X_B^{010} = 56,54 \pm 0,19$
	$Z^{010} = A^{005} - A^{010}$ $Z_{min}^{010} = A_{min}^{005} - A_{max}^{010}$ $Z_{min}^{010} = R^{005} + h^{005} + e^{010} + y^{005}$ $Z_{min}^{010} = 0,25 + 0,35 + 0,3 + 0,2 = 1,1$ $A_{min}^{005} = A_{max}^{010} + Z_{min}^{010} = 57,35 + 1,1 = 58,45$ $A_{max}^{005} = A_{min}^{010} + T = 58,45 + 0,6 = 59,45$ $Z_{max}^{010} = A_{max}^{010} - A_{min}^{010} = 59,45 - 57,23 = 2,22$	$A^{000} = 59,45_{-0,6}$ $Z^{005} = 1,1 \dots 2,22$

Далее отображаем данный расчет на формате А1 (рисунок 15).

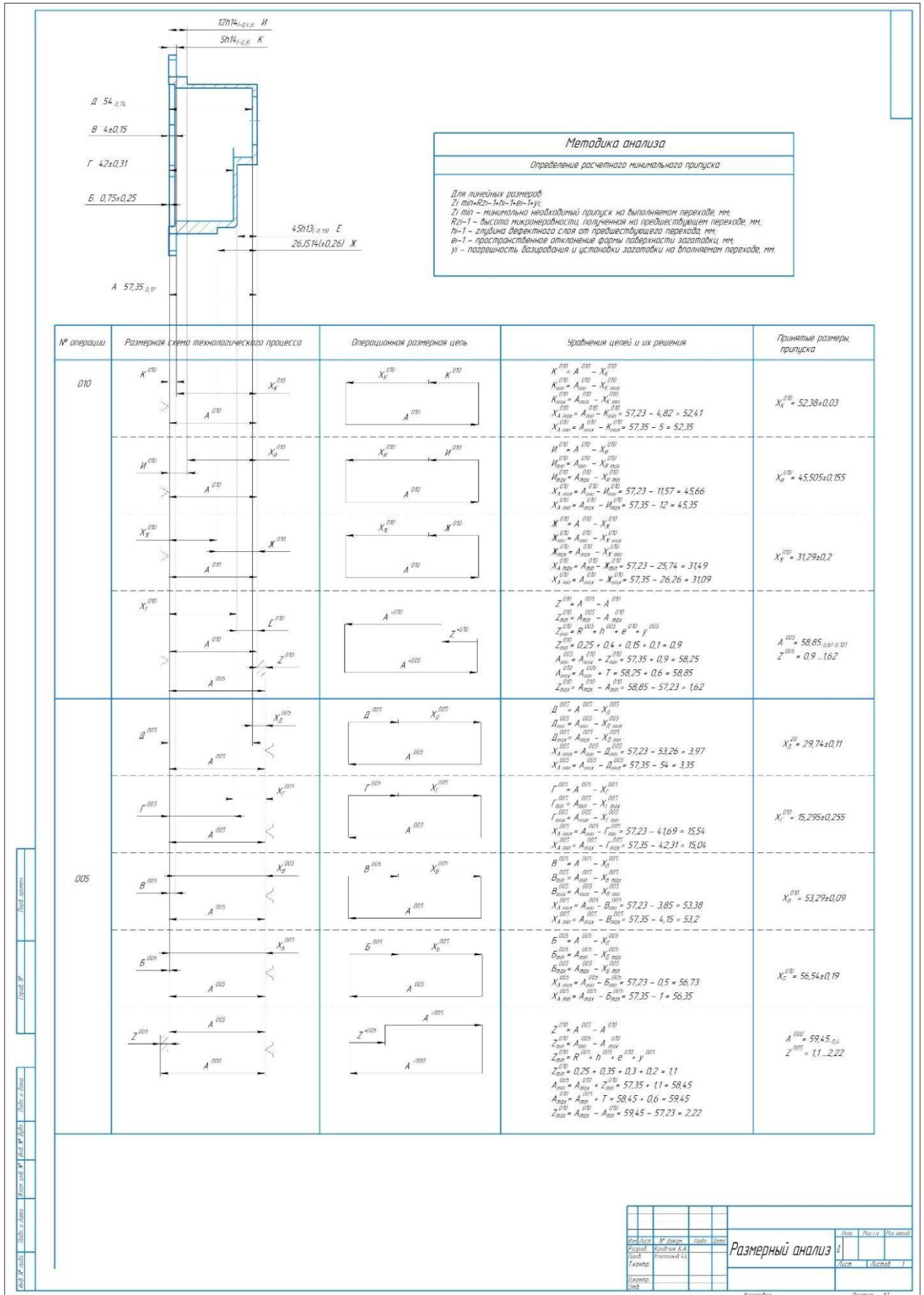


Рисунок 15 – Размерный анализ

2.3.7 Расчет режимов резания

Расчет режимов резания осуществляется по данным, приведенным в каталогах инструмента фирмы Sandvik [13] и программного обеспечения «Sandvik Coromant» для фрезерных работ. Рассмотрим на примере расчет режимов резания для основных переходов для 010 операции.

Получистовое фрезерование выступа 95_{-0,54} на 72_{-0,46} мм.

Исходные данные для расчета:

- 1) Инструмент:
 - фреза концевая
- 2) Обрабатываемая поверхность:
 - длина поверхности 95_{-0,54} на 72_{-0,46} мм;
 - материал титановый сплав ОТ4
- 1) Материал режущей части: сплав 1610 по каталогу Sandvik
- 2) Периметр резания: $\sum B = 334$ мм, 8 проходов;
- 3) Подача на зуб: 0,09 мм/зуб;
- 4) Скорость резания по каталогу [2]: $v = 160$ м/мин;
- 5) Частота вращения шпинделя: 1590 мм/мин.
- 6) Мощность резания по каталогу $N = 0,12$ кВт
- 7) Основное время находим по формуле:

$$T_o = \frac{l_{p.x.}}{1000 \cdot v \cdot N} = \frac{334 \cdot 8}{1000 \cdot 160 \cdot 0,12} = 0,14 \text{ мин}$$

Получистовое фрезерование выступа 52_{-0,74} на 72_{-0,46} мм.

Исходные данные для расчета:

- 3) Инструмент:
 - фреза концевая
- 4) Обрабатываемая поверхность:
 - длина поверхности 52_{-0,74} на 72_{-0,46} мм;
 - материал титановый сплав ОТ4
- 8) Материал режущей части: сплав 1610 по каталогу Sandvik
- 9) Периметр резания: $\sum B = 248$ мм, 4 прохода;
- 10) Подача на зуб: 0,09 мм/зуб;
- 11) Скорость резания по каталогу [2]: $v = 160$ м/мин;
- 12) Частота вращения шпинделя: 1590 мм/мин.
- 13) Мощность резания по каталогу $N = 0,12$ кВт
- 14) Основное время находим по формуле:

$$T_o = \frac{l_{p.x.}}{1000 \cdot v \cdot N} = \frac{248 \cdot 4}{1000 \cdot 160 \cdot 0,12} = 0,05 \text{ мин}$$

Полученные результаты режимов резания сведем в таблицу 8.

									Лист
									40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

15.03.05.2021.404.000.00 ПЗ

Таблица 8 – Режимы резания

Элементы режима резания	t, мм	S, мм/зуб	V, м/мин	n, об/мин	N, кВт
черновое фрезерование торца на размер 57,35	1	0,08	201	750	11
получистовое фрезерование торца на размер 57,35	0,12	0,04	182	1000	8,2
черновое фрезерование впадины, размером 130±0,5 и 93	38	0,022	273	1500	6,3
получистовое фрезерование впадины размером 130±0,5 и 93	0,12	0,07	483	2650	4,5
черновое фрезерование 4 лапок выдерживая размеры 14-0,27, 97h13-0.54, 14-043 и 9±0,18	10	0,068	149	1250	10
получистовое фрезерование 4 лапок выдерживая размеры 14-0,27, 97h13-0.54, 14-043 и 9±0,18	0,12	0,05	179	1500	8,2
черновое фрезерование конура впадины, выдерживая размеры 32±0,31, 5+0,3, 2,5-0,25	4	0,068	157	1250	10
получистовое фрезерование конура впадины, выдерживая размеры 32±0,31, 5+0,3, 2,5-0,25	0,12	0,05	188	1500	8,2
черновое фрезерование обнижения 92+0,54, выдерживая размер 53,2	4	0,09	185	2500	0,19
получистовое фрезерование обнижения 92+0,54, выдерживая размер 53,2	4	0,09	190	2500	0,19
чистовое фрезерование обнижения 92+0,54, выдерживая размер 53,2	4	0,2	175	2200	1,87
сверление отверстий $\varnothing 7+0,36$	10	0,03	137	750	11
фрезерование получистовое отверстий $\varnothing 7+0,36$	10	0,03	182	1000	8,2
черновое фрезерование полости размером 66,4 и 86,4	38	0,05	273	1500	6,3
получистовое фрезерование полости размером 66,4 и 86,4	38	0,07	156	3000	0,13
черновое фрезерование полости размером 66,4 и 45	48	0,03	142	630	11
получистовое фрезерование полости размером 66,4 и 45	48	0,09	207	2500	0,19
сверление черновое отверстий под резьбу $\varnothing 4,2$	10	0,09	45	250	0,19
фрезерование получистовое отверстий под резьбу $\varnothing 4,2$	10	0,09	120	1560	0,9
нарезание резьбы М5	10	0,09	15	400	0,05

15.03.05.2021.404.000.00 ПЗ

Лист

41

Изм. Лист № докум. Подпись Дата

Продолжение таблицы 8

Элементы режима резания	t, мм	S, мм/зуб	V, м/мин	n, об/мин	N, кВт
черновое фрезерование выступа размером 102	5	0,04	18,8	300	2,15
получистовое фрезерование выступа размером 102	5	0,04	16,6	265	2,9
черновое фрезерование выступа размером 92 и 72	12	0,04	23,6	376	1,5
получистовое фрезерование выступа размером 92 и 72	12	0,2	66	3000	1,2
черновое фрезерование выступа размером 52 и 72	45	0,2	66	3000	1,2
получистовое фрезерование выступа размером 52 и 72	45	0,05	88	4000	0,3
черновое фрезерование размера 12,5 с двух сторон	13	0,05	110	5000	0,2
получистовое фрезерование размера 12,5 с двух сторон	13	0,05	27,6	1600	0,27
черновое фрезерование отверстия Ø31,3 выдерживая размер 22,5	2,5	0,05	8,5	450	0,13
получистовое фрезерование отверстия Ø31,3 выдерживая размер 22,5	2,5	0,09	25,1	1000	0,64
черновое сверление 4 отверстий Ø4 выдерживая размер 26	2,5	0,09	26,7	4250	0,19
получистовое фрезерование 4 отверстий Ø4 выдерживая размер 26	2,5	0,05	27,4	4250	1
черновое сверление 2 отверстий Ø4,8 выдерживая размер 43	2,5	0,2	29,8	4750	0,59
получистовое фрезерование 2 отверстий Ø4,8 выдерживая размер 43	2,5	0,88	9,4	1500	0,87
черновое фрезерование фаски 2x45°	2	0,7	12,6	2000	0,5
получистовое фрезерование фаски 2x45°	2	0,7	12,6	2000	0,5

2.3.8 Нормирование технологических операций

Нормирование операции ведется на операцию 005 фрезерную с ЧПУ. Расчет проводим согласно методике [11].

В серийном производстве определяется норма штучно-калькуляционного времени $T_{шк}$ по формуле 2.14.

										Лист
										42
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

15.03.05.2021.404.000.00 ПЗ

$$T_{\text{шк}} = \frac{T_{\text{пз}}}{n} + T_{\text{шт}}, \quad (2.14)$$

Критерием оценки трудоемкости в массовом производстве является норма штучного времени $T_{\text{шт}}$, определяющаяся по формуле 2.15.

$$T_{\text{шт}} = T_o + T_v + T_{\text{обс}} + T_{\text{п}}, \quad (2.15)$$

где T_o – основное (технологическое) время;

T_v – вспомогательное время;

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

$T_{\text{п}}$ – время перерывов в работе.

Вспомогательное время T_v операций, типовых по структуре и технологической оснащённости, выполняемых на универсальном оборудовании определяют из выражения 2.16.

$$T_v = T_{\text{ус}} + T_{\text{пер}} + T_{\text{изм}}, \quad (2.16)$$

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

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

$T_{\text{изм}}$ – 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 получистовое фрезерование выступа 95_{-0,54} на 72_{-0,46}.

Основное время обработки $T_o = 0,14$ мин; время установки и снятия заготовки $T_{\text{ус}} = 0,21$ мин; время, связанное с выполнением операции (получистовой проход) $T_{\text{пер}} = 0,13$ мин; время на измерения $T_{\text{изм}} = 0,09$ мин.

Следовательно, вспомогательное время определим по формуле 2.16.

$$T_v = 0,21 + 0,13 + 0,09 = 0,43 \text{ мин.}$$

Оперативное время определим по формуле 2.17.

$$T_{\text{оп}} = T_o + T_v, \quad (2.17)$$

$$T_{\text{оп}} = 0,14 + 0,43 = 0,54 \text{ мин.}$$

Время обслуживания рабочего места $T_{\text{обс}} = 3,5$ мин; время перерывов на отдых и личные надобности $T_{\text{п}} = 0,03$ мин.

Следовательно, штучное время по формуле 2.15.

$$T_{\text{шт}} = 0,14 + 0,43 + 3,5 + 0,03 = 4,1 \text{ мин.}$$

									Лист
									43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

15.03.05.2021.404.000.00 ПЗ

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

Аналогично найдем составляющие штучно-калькуляционного времени для других операций.

Определим нормы времени для перехода полуступовое фрезерование выступа 52-0,74 на 72-0,46.

Основное время обработки $T_o = 0,05$ мин; время установки и снятия заготовки $T_{yc} = 0,21$ мин; время, связанное с выполнением операции (полуступовой проход) $T_{пер} = 0,13$ мин; время на измерения $T_{изм} = 0,09$ мин.

Следовательно, вспомогательное время определим по формуле 2.16.

$$T_B = 0,21 + 0,13 + 0,09 = 0,43 \text{ мин.}$$

Оперативное время определим по формуле 2.17.

$$T_{оп} = 0,05 + 0,43 = 0,48 \text{ мин.}$$

Время обслуживания рабочего места $T_{обс} = 3,5$ мин; время перерывов на отдых и личные надобности $T_{п} = 0,03$ мин.

Следовательно, штучное время по формуле 2.15.

$$T_{шт} = 0,05 + 0,43 + 3,5 + 0,03 = 4,01 \text{ мин.}$$

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

Рассчитаем составляющие времени для всей операции 035:

$$T_o = \sum T_{oi} = 0,14 + 0,05 = 0,19$$

$$T_B = \sum T_{Bi} = 0,43 + 0,43 = 0,86$$

$$T_{оп} = \sum T_{опi} = 0,54 + 0,48 = 1,02$$

$$T_{обс} = \sum T_{обсi} = 3,5 + 3,5 = 7$$

$$T_{п} = \sum T_{пи} = 0,03 + 0,03 = 0,06$$

$$T_{шт} = \sum T_{шти} = 4,1 + 4,01 = 8,11$$

Рассчитаем штучно-калькуляционное время для операции 005 по формуле 2.14.

$$T_{шк} = T_{шт} + T_{пз/n} = 8,11 + 20/50 = 8,51$$

					15.03.05.2021.404.000.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

Аналогично производим расчет норм времени для остальных операций, учитывая количество переходов, согласно разработанного маршрутного технологического процесса. Полученные данные сводим в таблицу 9.

Таблица 9 – Нормы времени для операций (мин)

№ операции	Название операции	T_o	T_b	$T_{оп}$	$T_{обс}$	$T_{п}$	$T_{шт}$	$T_{пз}$	$T_{шк}$
005	Фрезерная с ЧПУ	0,63	3,08	3,71	0,14	0,2	21,42	20	21,43
010	Фрезерная с ЧПУ	0,23	2,13	2,36	0,09	0,17	9,15	20	9,19
015	Гравировально-фрезерная	0,26	1,70	1,96	0,07	0,2	15	20	15,4
020	Моечная	0,15	1,42	1,57	0,06	0,11	22	20	22,34
025	Слесарная	0,43	2,11	2,54	0,1	0,15	12,5	20	12,8
030	Окрашивание	0,36	1,76	2,12	0,08	0,12	15	20	15,62
035	Контрольная		0,86						
040	Упаковочная		0,3						

Выводы по части два

В части два произведен анализ технологичности детали, произведен размерный анализ разработанного технологического процесса. Выполнен расчет режимов резания. Произведено нормирование технологических операций, разработан технологический процесс обработки детали.

3. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Проектирование зажимного приспособления на фрезерную операцию

3.1.1 Разработка теоретической схемы базирования

Необходимо разработать приспособление для выполнения фрезерной операции с ЧПУ.

Для фрезерной обработки в качестве технологических баз используем: поверхность параллелепипеда, а именно выступ заготовки $108_{-0,54} \times 100_{-0,54}$, такое закрепление лишает заготовку 6 степеней свободы. Теоретическая схема базирования заготовки показана на рисунке 16.

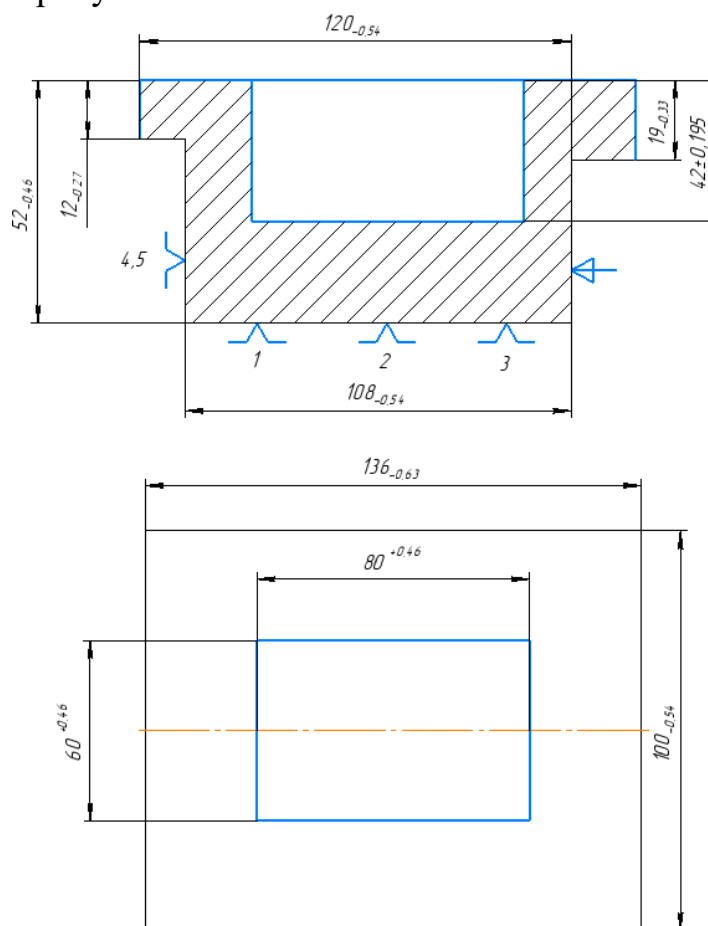


Рисунок 16 – Схема базирования детали

									Лист
									46
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2021.404.000.00 ПЗ				

3.1.2 Проектирование схемы зажимного приспособления

Приспособление предназначено для установки и закрепления деталей (типа подставка и др.) по необработанным внешним поверхностям. В качестве базирующего и зажимного элемента используются губки тисков.

В соответствии со схемой базирования видно, что предложена схема базирования по наружной поверхности. Причем опорные точки 1, 2 и 3 образуют установочную базу, которая лишает заготовку перемещений вдоль оси Z, а также вращения вокруг осей X и Y. Может быть реализована установкой заготовки соответствующим торцом на плоскость или опоры. Опорные точки 4 и 5 образуют установочную базу, которые лишают возможности перемещения заготовки вдоль оси X и вращения вокруг оси Z. Перемещение вдоль губок исключается усилием их зажима. С учетом характеристики схем базирования и размеров заготовки предлагаем вариант реализации данной схемы с использованием плоской установочной поверхности (опорные точки 1, 2, 3) и зажимные губки (опорные точки 4 и 5). Данный вариант реализации схемы базирования показан на рисунке 17 в виде соответствующей схемы установки.

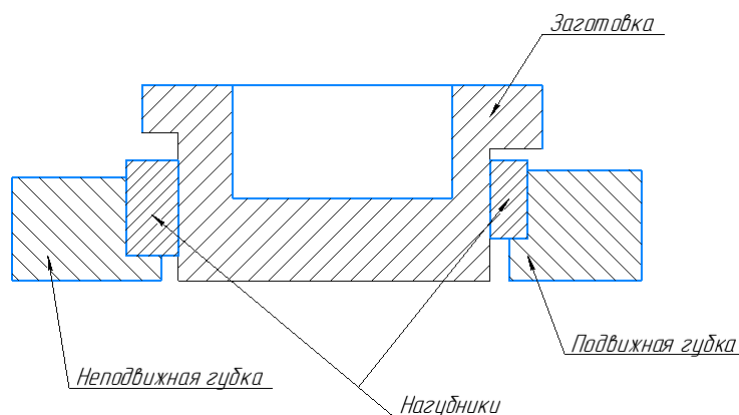


Рисунок 17 – Схема приспособления для обработки

Установка детали осуществляется на плоские выступы и зажимается по наружной поверхности длиной 108 мм. Рассчитанная сила зажима препятствует смещению заготовки и отрыву ее от поверхности приспособления. При этом деталь лишается всех шести степеней свободы.

Приспособление на данной операции используется стационарно, то есть оно неподвижно и устанавливается на станок на время обработки данной партии деталей. На столе станка приспособление расположено горизонтально, фиксируется болтами. Приспособление должно обеспечить надежное закрепление заготовки, предотвращающее возможность поворота заготовки при фрезеровании под действием сил резания.

					15.03.05.2021.404.000.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

3.1.3 Расчет зажимного приспособления

При механической обработке резанием на заготовку действуют силы резания, а также силы второстепенного и случайного характера. Эти силы могут привести к смещению заготовки в приспособлении в процессе обработки. Поэтому, при разработке конструкции приспособления, особое внимание уделяется расчёту требуемой силы закрепления. Сила закрепления должна обеспечить неизменное положение заготовки относительно установочных элементов приспособления, предотвратить её сдвиг или поворот под действием сил резания, то есть обеспечить надёжное закрепление в течение всего времени обработки. Силы резания возникают при взаимодействии на заготовку режущего инструмента.

Расчёт требуемой силы закрепления заготовки необходим для того, чтобы определить такое значение силы закрепления, которое гарантированно обеспечит неподвижность заготовки в процессе обработки под действием сил резания. В соответствии с исходными данными, обработка выполняется концевой фрезой, схема резания для которой представлена на рисунке 18.

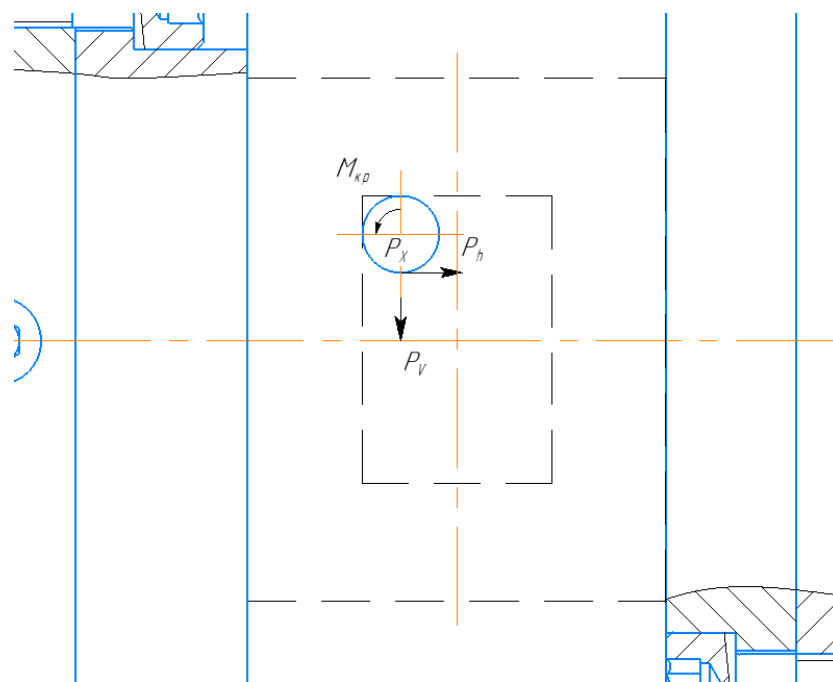


Рисунок 18 – Схема фрезерования

Согласно рисунку 18, P_v – вертикальная составляющая силы резания, направленная перпендикулярно к оси вращения фрезы, P_x – осевая составляющая силы резания, действующая в направлении оси фрезы, P_h – горизонтальная составляющая силы резания.

Силы резания в нашем случае имеют следующие значения [5]:

- $P_h = 1\,072$ Н;
- $P_v = 2\,412$ Н;
- $P_x = 1\,340$ Н.

					15.03.05.2021.404.000.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

Необходимо определить только те силы, которые будут влиять на точность обработки. Из анализа схемы резания (рисунок 18) и схемы базирования (рисунок 16) можно определить, что заготовка при обработке может сместиться в следующих направлениях:

- вдоль направления подачи фрезы под действием вертикальной составляющей P_v силы резания;
- вдоль направления оси тисков под действием горизонтальной составляющей P_h силы резания.

Составим расчётную схему, на которой показываем все силы, действующие на заготовку в процессе обработки: силы резания, крутящие моменты, силы трения, силы закрепления, реакции поверхностей. Расчётная схема для составления уравнения равновесия представлена на рисунке 19.

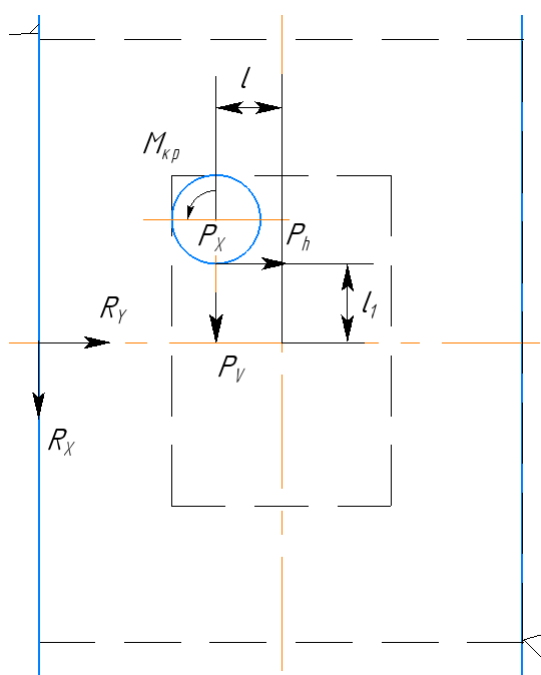


Рисунок 19 – Расчётная схема для составления уравнения равновесия

В данной схеме используются следующие обозначения: $M_{кр}$ – крутящий момент концевой фрезы; P_v – вертикальная составляющая силы резания; P_x – осевая составляющая силы резания; P_h – горизонтальная составляющая силы резания; L, l, l_1 – плечи сил; D – внешний диаметр заготовки; R_y – реакция опоры по установочным элементам; R_x – реакция, вызванная силами резания; Q – требуемая сила закрепления.

Расчёт зажимного приспособления складывается из трёх расчётов: на непроворачиваемость, неопрокидываемость и несдвигаемость. В данном курсовом проекте будут рассчитаны только на сдвиг заготовки под действием силы P_z , т.к. шпонка на неподвижной губке исключает возможность проворота заготовки относительно своей оси, а сами губки исключают возможность опрокидывания. В каждом из расчётов учитывается коэффициент запаса. Коэффициент запаса необходим для обеспечения надёжности зажимных устройств, чтобы избежать смещения заготовки, её

перекоса или же вырова. Значение коэффициент запаса закрепления k определяется исходя из конкретных условий выполнения операции и способа закрепления заготовки на основе формулы 3.1.

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6, \quad (3.1)$$

где k_0 – гарантированный коэффициент запаса (принимают равным 1,5);

k_1 – коэффициент, учитывающий неравномерность припуска по обрабатываемой поверхности заготовки, что приводит к увеличению силы резания (равен 1 для чистовой обработки);

k_2 – коэффициент, учитывающий увеличение силы резания при затуплении режущего инструмента (для стали принимается от 1,6 до 1,8 при чистовом фрезеровании);

k_3 – коэффициент, учитывающий увеличение силы резания при обработке прерывистых поверхностей (принимается равным 1 при непрерывном резании);

k_4 – коэффициент, учитывающий непостоянство силы зажима (для механизированных зажимов принимается равным 1);

k_5 – коэффициент, учитывающий эргономику ручных зажимных элементов (в нашем случае принимается равным 1);

k_6 – коэффициент, учитывающий наличие моментов, стремящихся повернуть заготовку (в нашем случае принимается равным 1).

$$k = 1,5 \cdot 1 \cdot 1,7 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 2,55.$$

Расчет силы закрепления на недопустимость перемещения заготовки

Для того чтобы определить величину силы закрепления Q , которая предотвратит сдвиг заготовки необходимо составить уравнение равновесия, получаем систему уравнений 3.2.

$$\begin{aligned} \sum M_C &= 0, \\ \sum F_y &= 0, \\ \sum F_x &= 0, \end{aligned} \quad (3.2)$$

Подставляем силы в систему уравнений, учитывая, что R_y равняется 0 (условие отрыва заготовки), и получаем следующую систему уравнений 3.3.

$$\begin{aligned} R_x \cdot L - kP_v \cdot l - kP_h \cdot l_1 &= 0, \\ R_y \cdot \sin 45 - R_x - P_v &= 0, \\ R_y \cdot \cos 45 + P_h - Q &= 0, \end{aligned} \quad (3.3)$$

Выражаем все неизвестные и получаем следующую систему 3.4.

$$R_x = \frac{kP_v \cdot l + kP_h \cdot l_1}{L}, \quad (3.4)$$

					15.03.05.2021.404.000.00 ПЗ	Лист
						50
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$R_Y = \frac{R_X - kP_V}{\sin 45},$$

$$Q = R_Y \cdot \cos 45 + kP_h,$$

$$R_X = \frac{2,55 \cdot 2412 \cdot 16 + 2,55 \cdot 1072 \cdot 42}{21} = 10153 \text{ Н};$$

$$R_Y = \frac{10153 - 2,55 \cdot 2412}{0,707} = 5661 \text{ Н};$$

$$Q = 5661 \cdot 0,707 + 2,55 \cdot 1072 = 6736 \text{ Н}.$$

Таким образом, в результате расчетов была определена минимальная сила закрепления, которую требуется приложить к заготовке для предотвращения ее смещения по соответствующим расчетным направлениям. В качестве требуемой силы закрепления принимаем значение Q равное 6736 Н. Такое значение обеспечит надежное гарантированное закрепление заготовки по всем направлениям.

3.1.4 Компоновка приспособления

Спроектированное приспособление является станочным установочно-зажимным фрезерным приспособлением с механизированным зажимом заготовок. По конструкции приспособление относится к классу специальных приспособлений, так как предназначено для выполнения конкретной операции – фрезерование впадины для детали «Подставка».

Заготовка при установке базируются по плоскости корпуса 1 приспособления. Наружной поверхностью заготовка базируется в нагубнике 3, установленном на губке неподвижной 2, который в свою очередь размещается на корпусе 1 приспособления, и совмещением шпоночного пазы и шпонки 4.

Зажимной механизм построен на основе силового привода в виде пневмоцилиндра (крышка 13, гильза 11, поршень 12 и шток-рейка 10) и зубчатой передачи (шток-рейка 10, шестерня 8 и рейка 7). При подаче сжатого воздуха шток-рейка 10 воздействует на шестерню 8, которая прикреплена к корпусу 1 при помощи ролика 9. Шестерня 8 вращается вокруг ролика 9 и передает воздействие от шток-рейки 10 рейке 7. Рейка 7 перемещается вместе с подвижной губкой 6 и закрепляет заготовку нагубником 5.

Для открепления заготовки перекрывается доступ сжатого воздуха и соединяет поршневую группу цилиндра с атмосферой. Поршень и шток-рейка цилиндра под действием пружины в штоковой полости возвращаются в исходное положение. Зубчатая передача раскрепляет заготовки. После чего заготовка может быть свободно извлечена из приспособления.

Само приспособление базируется на столе станка плоскостью корпуса 1 и поверхностями шпонок 24, которые входят в центральный паз стола станка. Для закрепления приспособления на столе станка в его корпусе предусмотрены четыре проушины под крепежные болты, расположение которых соответствует боковым

										Лист
										51
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

15.03.05.2021.404.000.00 ПЗ

пазам стола станка. Для переноса и установки приспособление имеет специальный карман в корпусе.

В конструкции приспособления предусмотрена возможность замены установочных нагубников и шпонки в случае их износа.

При необходимости можно выполнить переналадку приспособления на детали аналогичной конструкции за счет замены шпонки и нагубников, на аналогичные, рассчитанные под другие размеры заготовок. На рисунке 20 представлен чертеж зажимного приспособления.

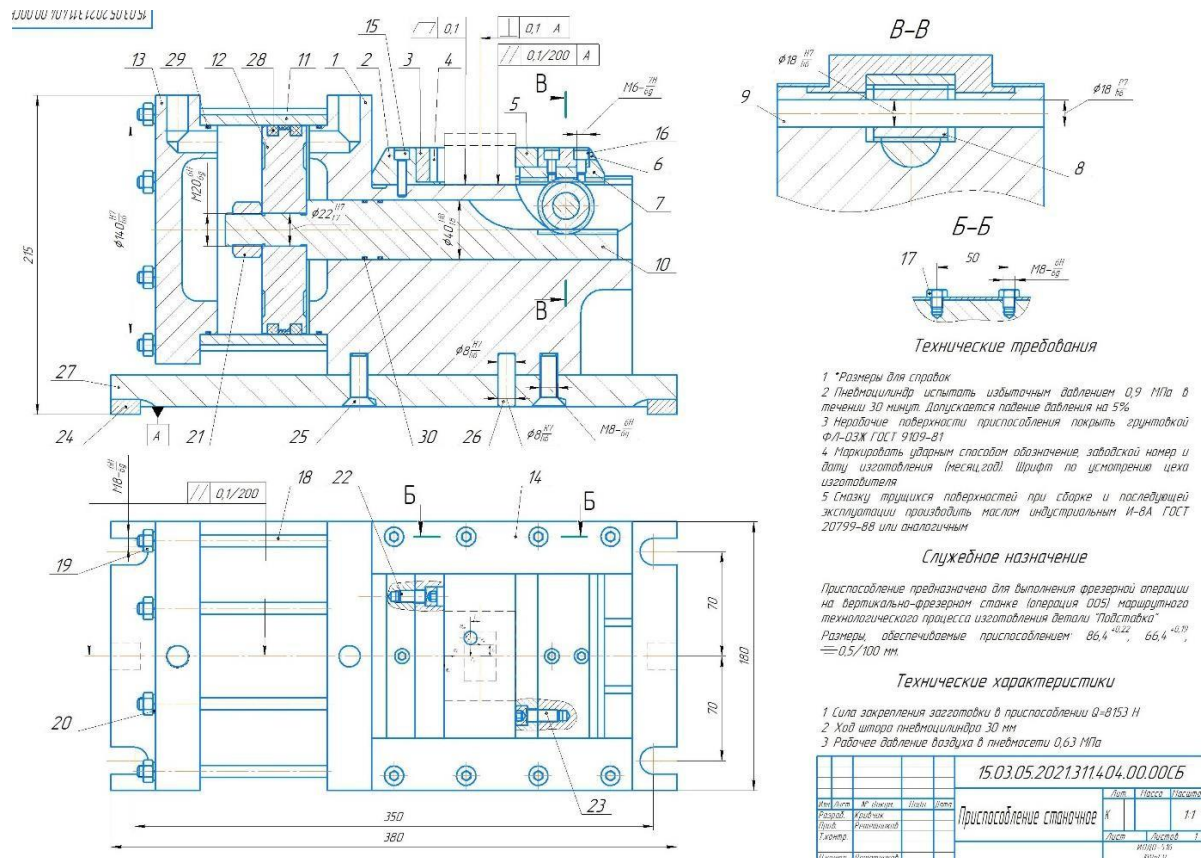


Рисунок 20 – Фрезерное приспособление

3.2 Проектирование режущего инструмента

В качестве режущего инструмента для выполнения паза выбираем концевую фрезу.

Концевая фреза — это режущий инструмент, используемый в промышленных фрезерных станках. Она отличается от сверла применением, геометрией и производством. В то время как сверло может работать только в осевом направлении, концевые фрезы в общем случае могут работать во всех направлениях, хотя некоторые из них не могут работать в осевом направлении. Концевые фрезы отличаются креплением в шпинделе фрезерного станка. Крепление фрез в шпинделе станка производят при помощи цилиндрического или конического хвоста.

В качестве материала фрезы используем твердый сплав ВК8 ГОСТ 3882-74.

Число зубьев выбираем по рекомендациям справочника [12], принимаем $z=3$.
Высоту зуба найдем по формуле 3.5

$$h = \frac{k \cdot D}{z} \quad (3.5)$$

где D – диаметр фрезы;

k – коэффициент, который для концевых фрез равен 1,2;

z – число зубьев фрезы.

$$h = \frac{1,2 \cdot 5}{3} = 2 \text{ мм}$$

Руководствуясь справочником [12], проведем расчеты и подбор геометрических параметров фрезы:

– α – задний угол = 16° ;

– $\alpha_1 = \alpha + (0..15)^\circ = 30^\circ$;

– γ – передний угол = 5° ;

– f – ширина ленточки = 1 мм;

– r – радиус закругления дна стружечной канавки = $(0,4..0,75)h = 0,9$ мм;

– R – радиус спинки зуба = $(0,3..0,45)D = 1,8$ мм;

– φ – главный угол в плане = 90° ;

– φ_1 – вспомогательный угол в плане = 2° ;

– ω – угол наклона винтовой канавки = $\lambda = 30^\circ$.

По справочнику [8] определим основные параметры режимов резания, необходимые для данной концевой фрезы. Определенная подача на зуб составляет $S_z = 0,01..0,03$ мм/зуб. Принимаем подачу, равную 0,03 мм/зуб. При данной подаче допустимая скорость резания определяется по формуле 3.6

$$V_{\text{рез}} = \frac{C_v \cdot D^q}{T_m \cdot t^x \cdot S_y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v \quad (3.6)$$

$$V_{\text{рез}} = \frac{22,5 \cdot 4^{0,35}}{80^{0,27} \cdot 0,83^{0,21} \cdot 0,03^{0,48} \cdot 4^{0,03} \cdot z^{0,1}} \cdot 0,56 = 16,16 \text{ м/мин}$$

При данных значениях скорости резания частота вращения шпинделя определяется по формуле 3.7

$$n = \frac{1000 \cdot 16,16}{\pi \cdot 4} = 1490 \text{ об/мин} \quad (3.7)$$

									Лист
									53
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

15.03.05.2021.404.000.00 ПЗ

Главная составляющая силы резания определяется по формуле 3.8

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_y \cdot V^u \cdot z}{D^q} \quad (3.8)$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 30 \cdot 0,83^{0,75} \cdot 0,03^{0,6} \cdot 4^1 \cdot z}{4^{0,86}} = 78,23 \text{ Н}$$

Крутящий момент определяется по формуле 3.9

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot V_{рез}}{2 \cdot 100} \quad (3.9)$$

$$M_{кр} = \frac{78,23 \cdot 16,16}{2 \cdot 100} = 6,32 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Проверим мощность резания по формуле 3.10

$$N = \frac{P_z \cdot V_{рез}}{1020 \cdot 60} \quad (3.10)$$

$$N = \frac{78,23 \cdot 16,16}{1020 \cdot 60} = 0,02 \text{ кВт}$$

Проверочный расчет показал, что мощности шпиндельного двигателя станка хватит для паза заданных параметров.

Далее проведем расчет спроектированной фрезы на прочность. Сначала рассчитаем фрезу на кручение. Данный расчет применяется для опасного сечения. Опасным сечением является сечение фрезы между рабочей частью и ее хвостовиком диаметром $d=4$ мм.

Расчет сводится к определению критического крутящего момента опасного сечения, который должен быть больше, чем крутящий момент резания. Критический крутящий момент определяется по формуле 3.11

$$M_{крит} = \frac{W_p \cdot [\tau]}{1000} \quad (3.11)$$

где W_o – полярный момент сопротивления, мм^3 ;

$[\tau]$ – допустимые касательные напряжения, МПа.

Полярный момент сопротивления определяется по формуле 3.12

$$W_p = 0,2 \cdot D^3 \quad (3.12)$$

где D – диаметр фрезы, мм.

Допустимые касательные напряжения определяются по соотношению 3.13

					15.03.05.2021.404.000.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

$$[\tau] = 0,6 \cdot [\sigma] \quad (3.13)$$

где $[\sigma]$ – допустимые нормальные напряжения, МПа.

Допустимые нормальные напряжения определяются по формуле 3.14

$$[\sigma] = \frac{\sigma_T}{n} \quad (3.14)$$

где σ_T – предел текучести, для ВК8 = 1700 МПа;

n – коэффициент запаса прочности = 1,5.

$$[\sigma] = \frac{1700}{1,5} = 1133,3 \text{ МПа}$$

$$[\tau] = 0,6 \cdot 1133,3 = 680 \text{ МПа}$$

$$W_0 = 0,2 \cdot 4^3 = 12,8 \text{ мм}^3$$

$$M_{\text{крит}} = \frac{12,8 \cdot 680}{1000} = 8,7 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

Расчеты показывают, что критический крутящий момент больше, чем крутящий момент резания, следовательно, условие расчета выполняется.

Далее выполняем расчет фрезы на изгиб. В этом расчете необходимо выполнить соотношение 3.15

$$[\sigma] \geq \sigma_{\text{изг}} \quad (3.15)$$

где $[\sigma_{\text{изг}}]$ – допустимое напряжение на изгиб.

$\sigma_{\text{изг}}$ определяется по формуле 3.16

$$\sigma_{\text{изг}} = \frac{P_z \cdot l}{W_x} \quad (3.16)$$

где l – длина режущей части, мм;

W_x – осевой момент сопротивления, мм³.

Осевой момент сопротивления определяется по формуле 3.17

$$W_x = 0,1 \cdot D^3 \quad (3.17)$$

$$W_x = 0,1 \cdot 4^3 = 6,4 \text{ мм}^3$$

					15.03.05.2021.404.000.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

$$\sigma_{\text{изг}} = \frac{78,23 \cdot 8,6}{6,4} = 105,12 \text{ МПа}$$

$$1133,3 \text{ МПа} \geq 105,12 \text{ МПа}$$

Условие прочности на изгиб выполняется.

Далее выполним проверку на срез. В этом расчете должно выполняться условие 3.18

$$[\tau_{\text{ср}}] \geq \tau_{\text{ср}} \quad (3.18)$$

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{P_z \cdot 0,5D}{0,2 \cdot D^3}$$

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{78,23 \cdot 2}{0,2 \cdot 4^3} = 12,22 \text{ МПа}$$

Допустимое напряжение на срез находится из соотношения 3.19

$$[\tau_{\text{ср}}] = 0,75 \cdot [\sigma] \quad (3.19)$$

$$[\tau_{\text{ср}}] = 0,75 \cdot 1133,3 = 850 \text{ МПа}$$

$$850 \text{ МПа} \geq 12,22 \text{ МПа}$$

Все условия выполняются. Следовательно, фреза обладает необходимой прочностью для выполнения данной операции.

3.3 Проектирование контрольного приспособления

Для проектирования выбираем калибр, показанный на рисунке 21, на расположение двух гладких отверстий диаметром 9,6 мм. и четырех гладких отверстий диаметром 8 относительно оси плиты.

					15.03.05.2021.404.000.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

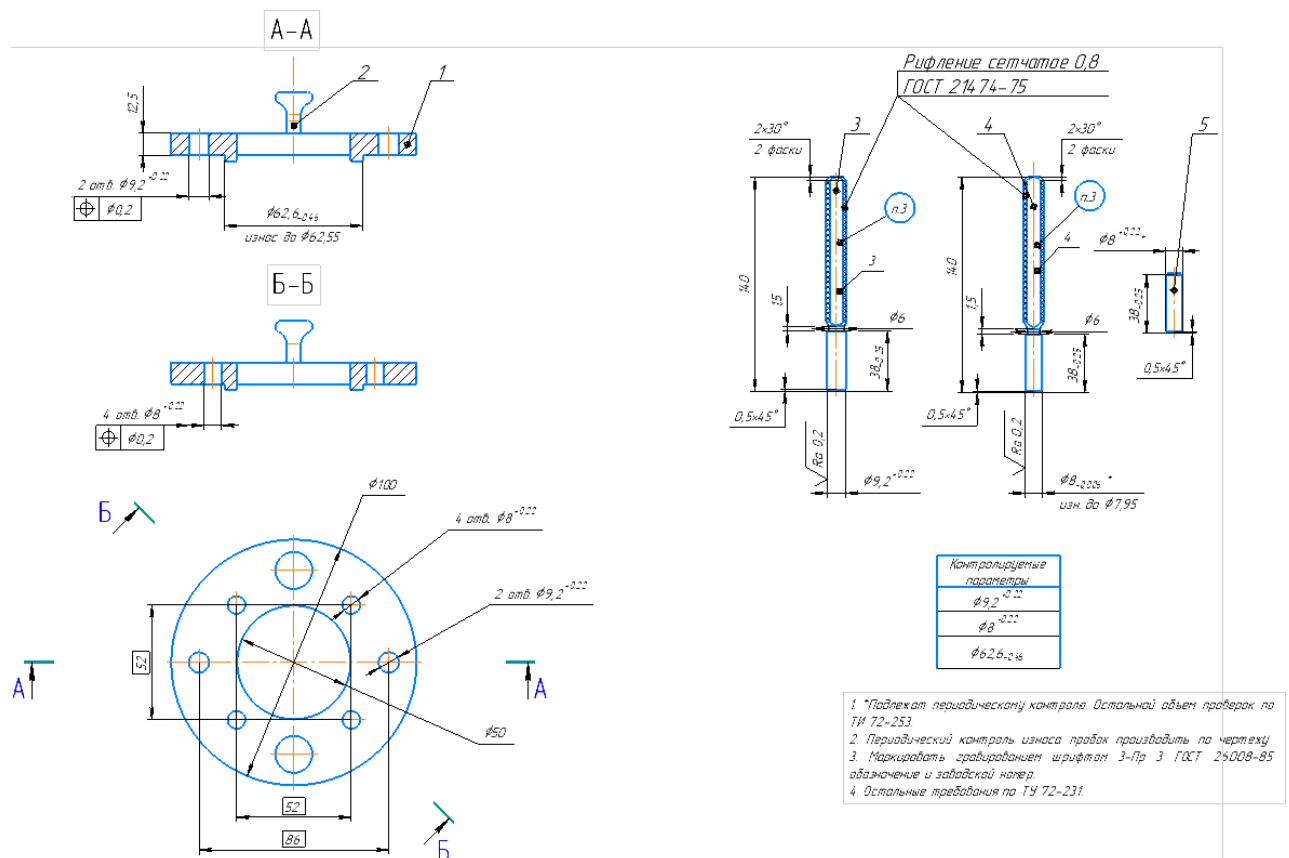


Рисунок 21 – Приспособление для контроля допуска расположения

3.3.1 Расчет измерительного инструмента

Назначаем допуски на элементы калибра по ГОСТ 24853-81. Рассчитаем параметры для гладкого отверстия 9.6 [14].

Номинальный размер отверстия изделия:

$$D_n = 9,6 \text{ мм.}$$

Наименьший предельный размер изделия

$$D_{\min} = D_n - EI = 9,6 - 0,22 = 9,38 \text{ мм}$$

Наибольший размер изделия:

$$D_{\max} = D_n + ES = 9,6 + 0 = 9,6 \text{ мм}$$

Находим следующие параметры:

H – допуск на изготовление калибров (за исключением калибров со сферическими измерительными поверхностями) для отверстия;

H_S – допуск на изготовление калибров со сферическими измерительными поверхностями для отверстия;

z – отклонение середины поля допуска на изготовление проходного калибра для отверстия относительно наименьшего предельного размера изделия;

y – допустимый выход размера изношенного проходного калибра для отверстия за границу поля допуска изделия;

$$z = 32 \text{ мкм;}$$

$$y = 20 \text{ мкм;}$$

$H = 12$ мкм;

$H_s = 10$ мкм.

Проходная сторона новая

$D_{\min} + z = 9,38 + 0,032 + 0,01 = 9,422$ мм;

Проходная сторона изношенная

$D_{\min} - y = 9,38 - 0,02 = 9,36$ мм.

Рассчитаем параметры для гладкого отверстия диаметром 8.

Номинальный размер отверстия изделия:

$D_H = 8$ мм.

Наименьший предельный размер изделия

$D_{\min} = D_H - EI = 8 - 0,22 = 7,78$ мм

Наибольший размер изделия:

$D_{\max} = D_H + ES = 8 + 0 = 8$ мм

Находим следующие параметры:

$z = 32$ мкм;

$y = 20$ мкм;

$H = 12$ мкм;

$H_s = 10$ мкм.

Проходная сторона новая

$D_{\min} + z = 7,78 + 0,032 + 0,01 = 7,882$ мм;

Проходная сторона изношенная

$D_{\min} - y = 7,78 - 0,02 = 7,8$ мм;

Получаем размеры контролирующей части калибра, при его износе. Указываем их на чертеже.

Плита, штифт, пробка гладкая и пробка резьбовая изготавливаются из углеродистой инструментальной стали У8А ГОСТ 1435-74. Чистота рабочих поверхностей Ra 0,2.

Выводы по части три

В данной части разработано зажимное приспособление для фрезерной операции. Рассчитана и спроектирована концевая фреза, разработано приспособление для контроля отверстий – калибр комплексный.

					15.03.05.2021.404.000.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

4. ПЛАНИРОВКА УЧАСТКА

4.1 Разработка планировки и описание работы участка механической обработки

Исходные данные для расчета приведены в таблице 10.

Таблица 10 – Исходные данные

№ операции	T _о	T _в	T _{шт}
005	0,63	3,08	21,42
010	0,23	2,13	9,15
015	0,26	1,70	15

4.1.1 Выбор и определение количества оборудования

Расчет числа станков, необходимых для выполнения каждой операции, определяется по формуле 4.1

$$C_p = \frac{t_{шт}}{\tau}, \quad (4.1)$$

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

Такт выпуска определяется по формуле 4.2

$$\tau = \Phi_{эф} \cdot \frac{60}{N}, \quad (4.2)$$

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 $N = 5000$ шт.

Такт выпуска составит

$$\tau = 2000 \cdot \frac{60}{5000} = 24 \text{ мин.}$$

Количество оборудования для операции 005 фрезерная

$$C_p = \frac{21,42}{24} = 0,89$$

С учетом коэффициента использования оборудования $K_{и} = 0,9$ количества оборудования составит

					15.03.05.2021.404.000.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

$$C_p = \frac{C_p}{K_n}$$

$$C_p = \frac{0,89}{0,9} = 0,98.$$

Принимаем количество станков для данной операции $C_n = 1$.
Коэффициент загрузки станков определяем по формуле 4.3

$$K_3 = \frac{C_p}{C_n} \tag{4.3}$$

$$K_3 = \frac{0,98}{1} = 0,98.$$

Количество оборудования для операции 010 фрезерная.

$$C_p = \frac{9,15}{24} = 0,38,$$

С учетом коэффициента использования оборудования $K_n = 0,9$ количества оборудования составит

$$C_p = \frac{0,38}{0,9} = 0,42.$$

Принимаем $C_n = 1$.

$$K_3 = \frac{0,42}{1} = 0,42.$$

Количество оборудования для операции 015 гравировально-фрезерная.

$$C_p = \frac{15}{24} = 0,625,$$

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

$$C_p = \frac{0,625}{0,75} = 0,89,$$

Принимаем $C_n = 1$

$$K_3 = \frac{0,89}{1} = 0,89.$$

4.4 Определяем средний коэффициент загрузки проектируемого станка по формуле

									Лист
									60
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

15.03.05.2021.404.000.00 ПЗ

$$K_{зсп} = \frac{\sum C_p}{\sum C_{п}}, \quad (4.4)$$

$$K_{зсп} = \frac{0,98 + 0,42 + 0,89}{1 + 1 + 1} = \frac{2,29}{3} = 0,76.$$

Для представления о степени использования оборудования составляем график загрузки станков, где по оси абсцисс указывают количество станков для каждой операции обработки детали в их технологической последовательности, а по оси ординат K_3 в процентах (рисунок 22).

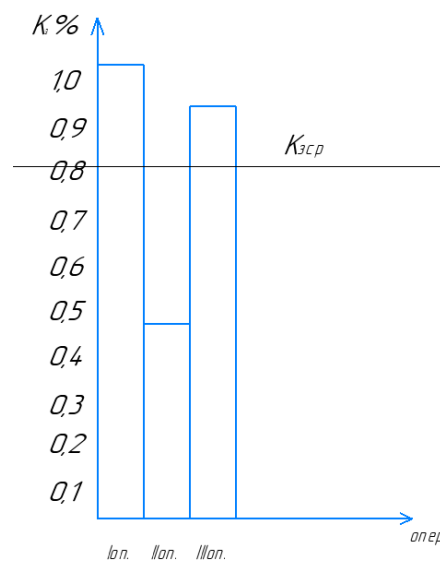


Рисунок 22 – График загрузки станков

4.1.2. Определение состава и количества работающих

Число производственных рабочих-станочников определяют для каждой операции в отдельности по количеству принятых станков и коэффициентов многостаночного обслуживания по формуле 4.5:

$$R_{ст} = \frac{C_{п}}{K_{мо}} \cdot m_c \cdot (1 + K_s), \quad (4.5)$$

где m_c – число смен, $m_c = 1$;

$K_{мо}$ – 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 $K_s = 0,15$.

						15.03.05.2021.404.000.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			61

Значение коэффициента многостаночного обслуживания определяем по формуле 4.6

$$K_{\text{МО}} = \frac{T_{\text{МА}} + T_{\text{ВН}}}{T_{\text{ВН}} + T_{\text{ВП}} + T_{\text{П}}} \quad (4.6)$$

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

$$K_{\text{МО}} = \frac{0,15 + 3,08}{3,08 + 0,2} = 0,98.$$

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

$$K_{\text{МО}} = \frac{0,15 + 2,13}{2,13 + 0,2} = 0,97.$$

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 015

$$K_{\text{МО}} = \frac{0,2 + 1,7}{1,7 + 0,2} = 1.$$

Принимаем $K_{\text{МО}}=1$.

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

					15.03.05.2021.404.000.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

Принимаем $R_{ст} = 1$.

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

Итого рабочих составило 3 человек.

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

4.1.1 Выбор типов и определение количества транспортных средств

Межоперационное транспортирование мелких и средних деталей, в данном случае (вес обрабатываемой детали 0,388 кг. и при наибольшем размере 130 мм., деталь – подставка) может осуществляться в тележках, движущихся по узким путям, которые проходят перед рабочим. С помощью тележек можно обслуживать станки с разной высотой загрузки, для чего встраиваются пневмоподъемники. Для удобства обслуживания станков путь оборудуют поворотными и откидными секциями для прохода рабочих.

Изготовленные на механическом участке детали предварительно укладываются в межоперационную тару, а затем на складе готовой продукции участка в контейнеры весом 200 кг. Контейнеры транспортируются краном на склад сборочного цеха или на склад завода.

Перевозка заготовок со склада завода или из заготовительных цехов осуществляется электротележками.

4.1.2 Определение потребного количества электротележек

Потребное количество электротележек определяется по формуле 4.7

$$T = \frac{Q \cdot i}{g \cdot 60 \cdot \Phi_n \cdot K_1} \left(\frac{l_{ср}}{V_{ср}} + t_z + t_p \right), \quad (4.7)$$

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;

$l_{ср}$ – средний пробег электротележки за один рейс туда и обратно, м;

$V_{ср}$ – средняя скорость электротележки, м/мин;

m – количество рабочих смен в сутки;

t_z, t_p – время одной загрузки и одной разгрузки электротележки, мин.

$$T = \frac{5000 \cdot 10}{200 \cdot 60 \cdot 2070 \cdot 1 \cdot 0,85} \cdot \left(\frac{35}{18} + 10 + 10 \right) = 0,052$$

									Лист
									63
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

15.03.05.2021.404.000.00 ПЗ

Принимаем 1 электротележку ЭТМ.

4.1.3 Выбор и определение потребного количества мостовых кранов

Потребное количество кранов определяют по формуле 4.8

$$K = \frac{D \cdot i}{\Phi \cdot m} \cdot \frac{(l_{cp} + t_z + t_p)}{\Phi_{и} \cdot K_1}, \quad (4.8)$$

где D – количество перевезённых грузов (контейнеров с деталями) на годовую программу выпуска N деталей, которое находится по формуле 4.9

$$D = \frac{N \cdot G_1}{G_k}; \quad (4.9)$$

где $G_1 = 0,388$ – 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;

$t_z, t_p = 6$ мин. время на одну загрузку и одну разгрузку, мин.;

$\Phi_{и} = 480$ мин. номинальный фонд работы крана, мин.;

$K_1 = 0.85$ – коэффициент, учитывающий простой крана.

$$D = \frac{5000 \cdot 0,388}{200} = 9,7 \text{ шт};$$

$$K = \frac{9,7 \cdot 10}{240 \cdot 1} \cdot \frac{(\frac{30}{10} + 6 + 6)}{480 \cdot 0,85} = 0,0148, \dots, \approx 1,$$

Принимаем 1 мостовой кран однобалочный (рисунок 23).

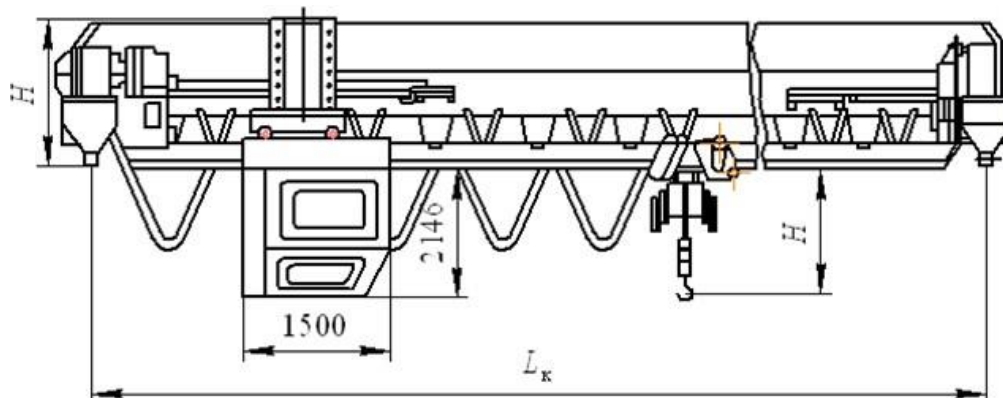


Рисунок 23 – Кран однобалочный трубчатым мостом и кабиной управления

4.1.4 Расчёт площадей для складирования заготовок и деталей

Площадь цехового склада материалов и заготовок или дооперационного задела определяется по формуле 4.10

$$F_{сз} = \frac{Q_{чер} \cdot t}{260 \cdot q \cdot K_{и}} \quad (4.10)$$

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 м² полезной площади пола;
 $K_{и}$ – коэффициент использования площади, $K_{и} = 0,3...0,4$.

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

$$F_{сз} = (10 \dots 15\%) \cdot S.$$

$$F_{сз} = \frac{3,5 \cdot 5}{260 \cdot 15 \cdot 0,3} = 0,015,$$

Принимаем площадь по укрупнённому расчёту $F_{сз} = 0,8$ м².

Местом накопления и хранения окончательно обработанных деталей, ожидающих поступления на сборку, является промежуточный склад.

Потребную площадь для промежуточного склада рассчитывают по формуле, аналогично формуле для площади склада материалов 4.11

$$F_{с.д} = \frac{Q \cdot t_1}{260 \cdot q_1 \cdot K_{и}} \quad (4.11)$$

где Q – масса деталей годового объёма выпуска, подлежащих хранению, т;

t_1 – число рабочих дней запаса;

q_1 – средняя допустимая нагрузка на 1 м², $q_1 = 10...40$ кН/м²;

$K_{и}$ – коэффициент использования площади, $K_{и} = 0,25...0,3$.

$$F_{с.д} = \frac{1,94 \cdot 0,5}{260 \cdot 10 \cdot 0,25} = 0,0015.$$

Расчет площади для готовой детали определяем укрупнено по формуле 4.12

					15.03.05.2021.404.000.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

$$F_{с.з} = 10\% \cdot S_y, \quad (4.12)$$

4.1.5 Выбор способа транспортирования стружки

Систему транспортирования стружки выбираем в зависимости от количества стружки, приходящейся на 1 м² по формуле 4.13

$$C = \frac{Q_{ст}}{F_{уч}}, \quad (4.13)$$

где Q_c – годовой вес стружки.

Определяем по формуле 4.14

$$Q_c = Q_{чер} - Q, \quad (4.14)$$

$$Q_c = 3,5 - 1,94 = 1,56, \text{ т.}$$

Площадь участка определяем по формуле 4.15

$$F = n_1q_1 + n_2q_2 + n_3q_3, \quad (4.15)$$

где n_1, n_2, n_3 – количество станков, соответственно мелких, средних и крупных;
 q_1, q_2, q_3 – удельная площадь, приходящаяся соответственно на один мелкий, средний и крупный станок.

Принимаем удельные площади станков: JET JMD-10S– 40 м²;

$$F = 3 \cdot 40 = 120 \text{ м}^2;$$

$$C = \frac{1,56}{120} = 0,013;$$

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

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

4.1.6 Планировка оборудования, 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 в таблице 11.

									Лист
									66
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

15.03.05.2021.404.000.00 ПЗ

Таблица 11 – Нормы расстояний

Транспортное устройство	Схемы поточных линий
Рольганг или напольный конвейер	
Подвесной цепной конвейер или монорельс	

Планировка участка, выполненная в масштабе 1:100 и представлена на рисунке 24.

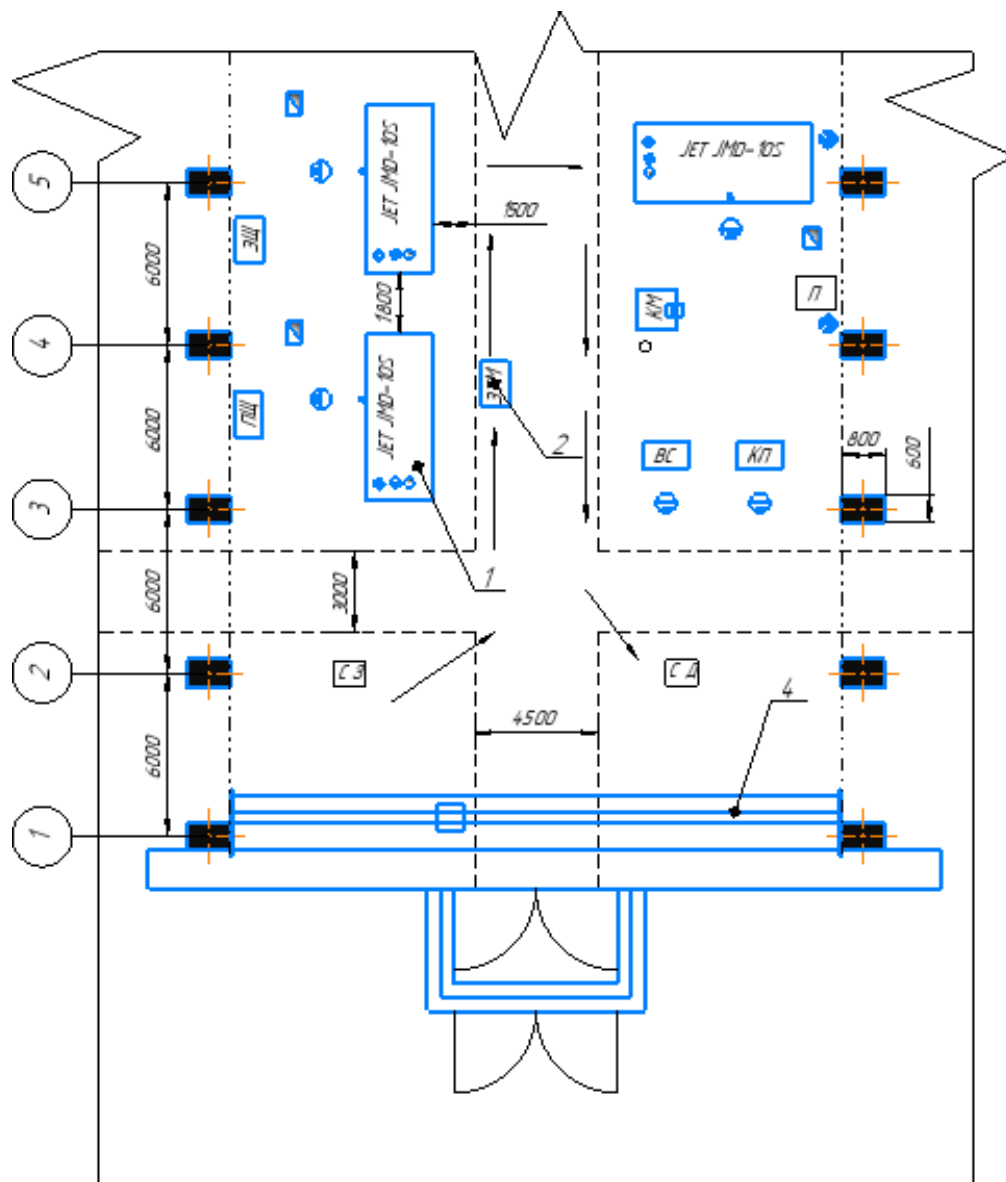


Рисунок 24 – Планировка участка

					15.03.05.2021.404.000.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

Фактическая площадь определяется по формуле 4.16

$$F = L \cdot l, \quad (4.16)$$

$$F = 48 \cdot 24 = 1152 \text{ м}^2.$$

После расстановки оборудования получили фактическую площадь: длина участка $L = 48$ м, ширина участка $l = 24$ м.

4.1.7 Организация рабочих мест

Рабочим местом станочника называется участок производственной площади цеха, на котором расположен станок с комплектом приспособлений, вспомогательного режущего инструмента, технической документации и других предметов документации и материалов, находящихся непосредственно в распоряжении рабочего.

Рабочее место является основным звеном любой производственной структуры, где производят механическую обработку на станках, поэтому очень важно, чтобы оно было рационально организовано. Под организацией рабочего места понимают упорядоченное расположение станков, организации оснастки, шкафы, подносы и лотки для инструментов, стилажи для станочных приспособлений, планшеты и рамки для технической документации, которые обеспечивают станочнику необходимые условия для высокопроизводительной и безопасной работы. Рациональная организация рабочего места включают в себя его планировку, освещение и обслуживание.

Под планировкой понимают наиболее целесообразное размещение на производственной площади рабочего и станочного оборудования, материалов, подъемно - транспортных средств и оргоснастки. При планировании рабочего места в первую очередь необходимо учитывать рабочее положение станочника, а также величину в характер рабочих условий, объема и темп работы, степень точности операций.

Оснащение рабочего места включает технические средства, необходимые для производства определенных видов работ и их контроля (станки, подъемно - транспортные устройства, технологическую и организационную оснастку, измерительные приспособления), а также средства для обеспечения комфорта на рабочем месте.

Организация рабочего места предоставлена на рисунке 25.

									Лист
									69
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2021.404.000.00 ПЗ				

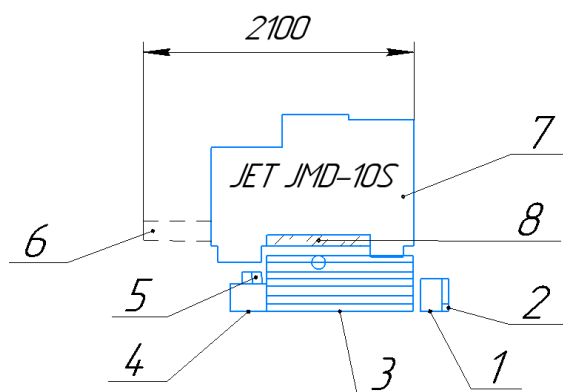


Рисунок 25 – Организация рабочего места

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

4.1.8 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):

$$H_k = 2100 + 1800 + 2600 + 2100 = 8600 \text{ м}$$

где h_1 – максимальная высота оборудования, $h_1 = 2100$ 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 JET JDM-10S высотой 2100 мм.

Расчетное значение корректируется до ближайшего стандартного. Принимаем $H_k = 8,6$ м. В зависимости от величины H_k принимаем высоту пролета $H = 12,6$ м. Основные размеры пролета здания приведены на рисунке 26.

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.

									Лист
									70
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

15.03.05.2021.404.000.00 ПЗ

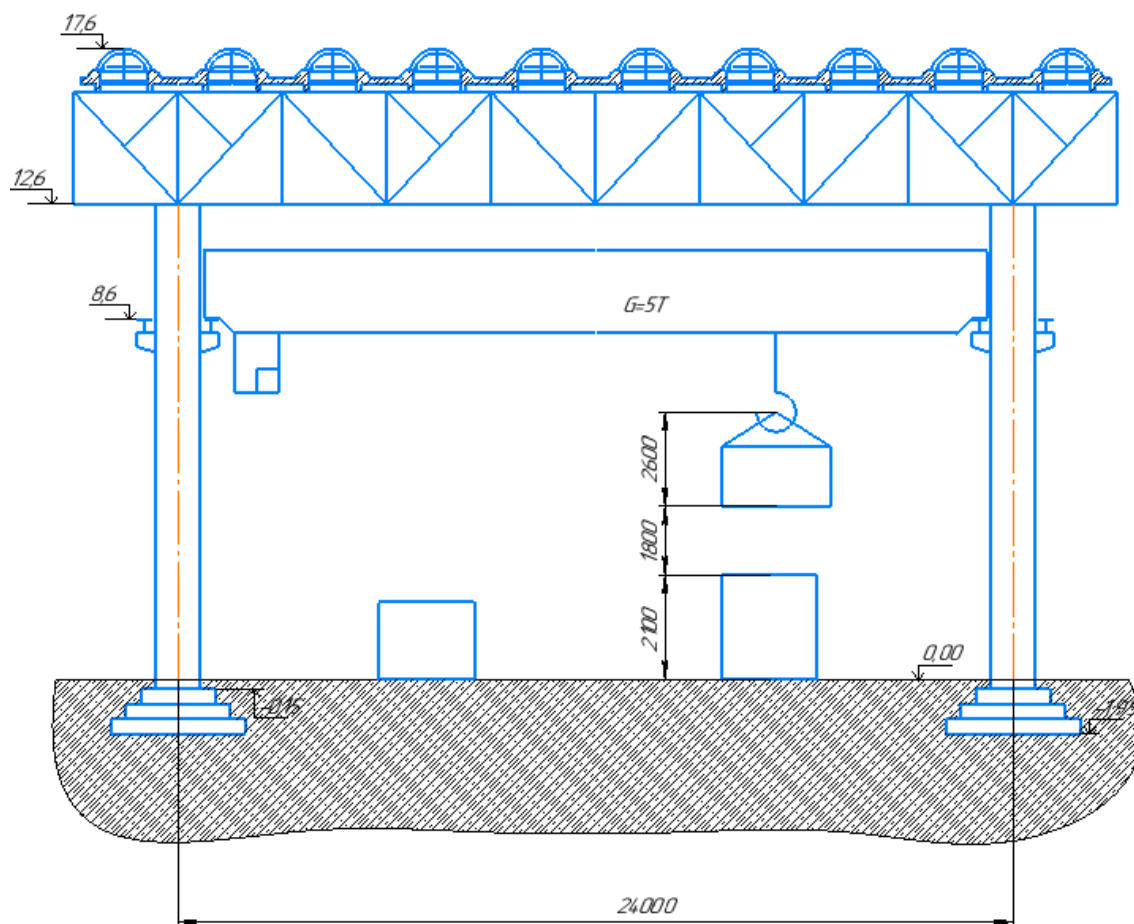


Рисунок 26 – Основные размеры пролета здания

Оборудование участка (цеха) в основном устанавливают непосредственно на полу. Поэтому полы в цехах представляют собой многослойную конструкцию, включающую утрамбованный грунт, надёжную бетонную подготовку толщиной 200...300 мм, песчано-цементную стяжку для выравнивания, слой гидроизоляции, а также покрытие пола. Хорошим покрытием полов являются плитки из мраморной крошки (рисунок 27).

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

										Лист
										71
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2021.404.000.00 ПЗ					

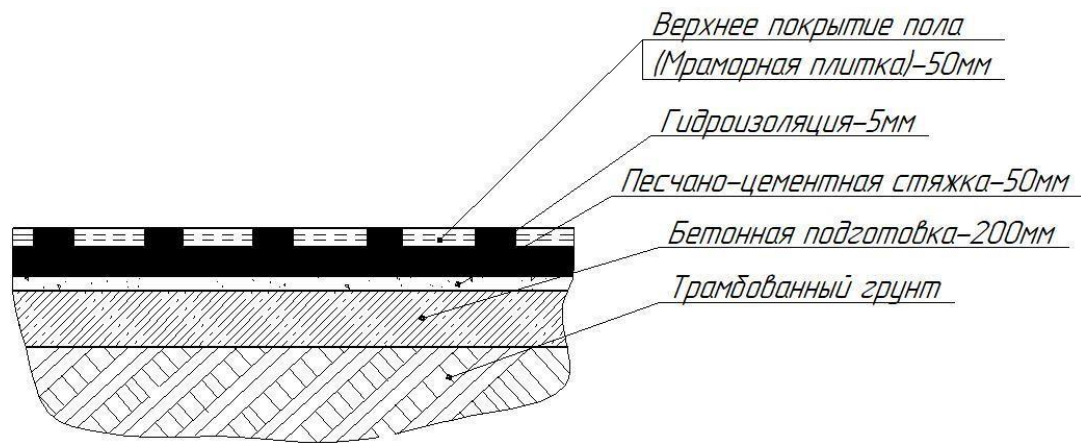


Рисунок 27 – Конструкция пола

Кровля является ограждающим покрытием строений и для машиностроительных цехов является утеплённой и многослойной (рисунок 28).

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

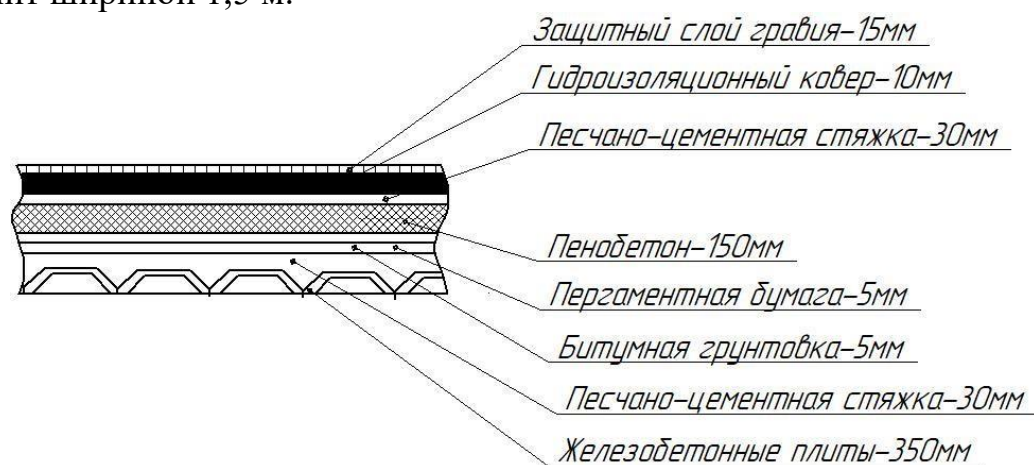


Рисунок 28 – Конструкция кровли

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 29.

					15.03.05.2021.404.000.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		72

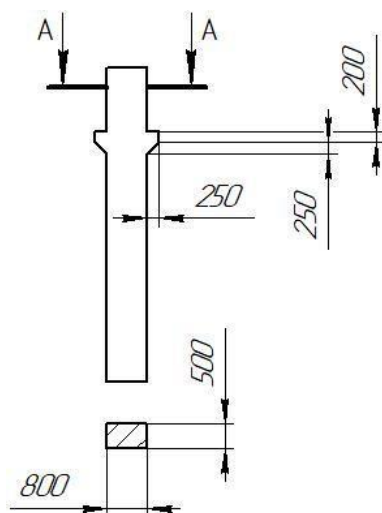


Рисунок 29 – Колонны для здания

Стальные фермы допускается применять: в отапливаемых зданиях с пролетами 30 м и более; в не отапливаемых зданиях с пролётами 18 м и более; в зданиях с подвесными кран-балками грузоподъёмностью 5 т и более, либо другими подвесными устройствами, создающими нагрузки, превышающие предусмотренные для типовых железобетонных конструкций; в зданиях с развитой сетью подвесного конвейерного транспорта либо с коммуникациями, размещаемыми в пределах межферменного пространства, в случаях, когда они по своим размерам не размещаются в пределах решётки типовых железобетонных ферм (рисунок 30).

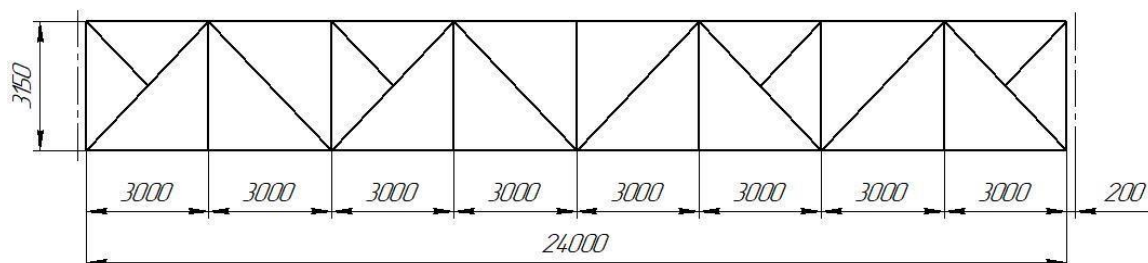


Рисунок 30 – Геометрическая схема стальной фермы

Фонари устраивают на кровлях зданий на средних пролётах с целью дополнительного освещения естественным светом и естественной вентиляции.

Плафоны из органического стекла и стеклопластика обладают повышенной прочностью и, будучи выпуклыми, не задерживают на себе снега (рисунок 31).

					15.03.05.2021.404.000.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

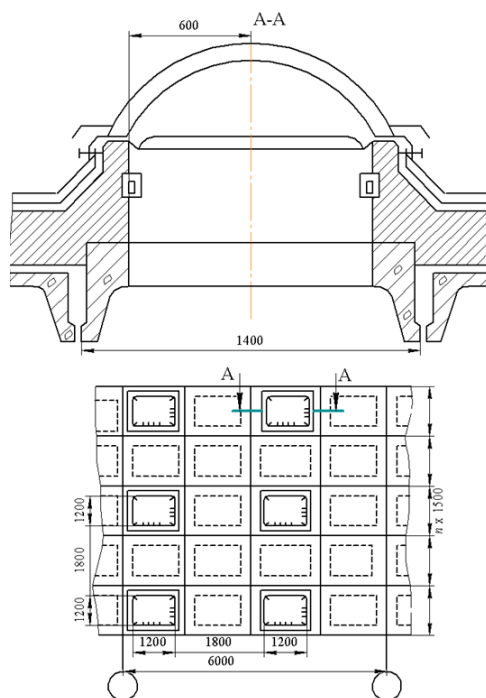


Рисунок 31 – Светопрозрачные фонари-платформы

Фундаменты под колонны зданий представляют собой отдельно стоящие железобетонные ступенчатые конструкции, на которые устанавливаются также железобетонные фундаментные балки под стены. Верхняя плоскость фундамента располагается на 150 мм ниже уровня пола, отметка подошвы фундамента принимаем, с учетом глубины промерзания – 1,95 м.

Принимаем фундамент под колонны серии КЭ – 01 – 49 (рисунок 32).

Разрез здания приведен на рисунке 33

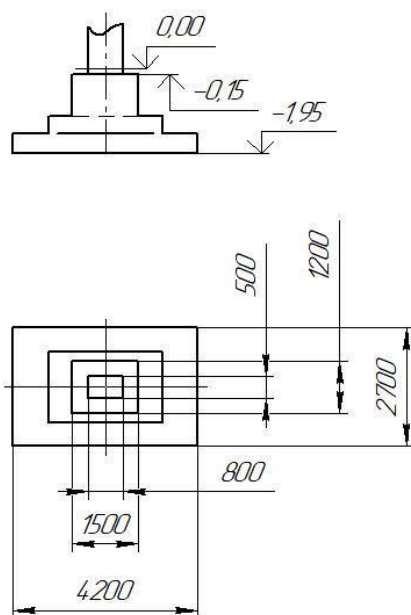


Рисунок 32 - Фундамент под колонны

									Лист
									74
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

15.03.05.2021.404.000.00 ПЗ

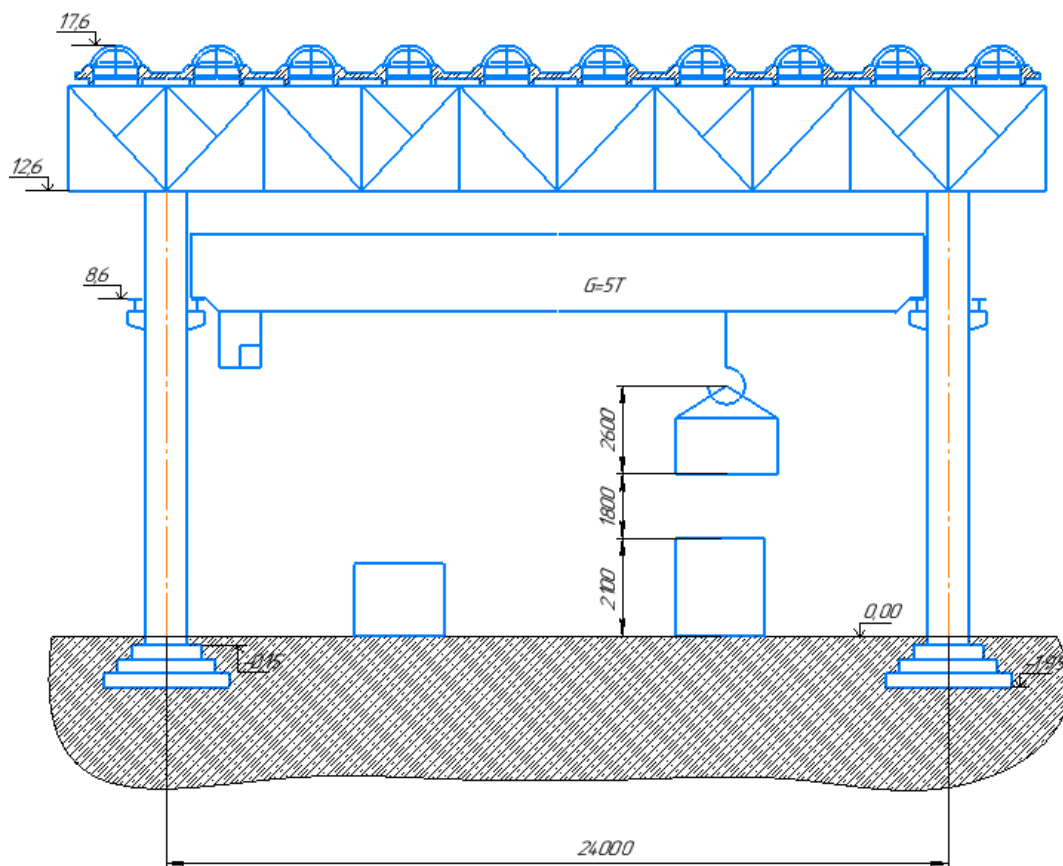


Рисунок 33 – Разрез здания

4.2 Описание мероприятий по охране труда

Под охраной труда понимается система сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия.

Основная задача охраны труда – предотвращение травматизма на производстве, профилактика профессиональных заболеваний, а также минимизация социальных последствий. В ходе мероприятий на каждом рабочем месте обеспечивают социально-приемлемый или минимальный риск.

4.2.1 Законодательные нормативно правовые акты по охране труда

Согласно 37-й статье Конституции РФ, каждый человек имеет право на труд в таких условиях, что соответствуют нормам гигиены и безопасности. Данные нормы четко регламентированы нормативно правовыми актами федерального и локального уровня. Требования, прописанные в законодательных актах, обязательны к соблюдению на предприятиях всех размеров и форм собственности, работающих в любых сферах экономики.

Законодательный акт по охране труда – это акт, устанавливающий право работников на охрану труда в процессе трудовой деятельности, принятый или утвержденный законодательным органом.

										Лист
										75
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

15.03.05.2021.404.000.00 ПЗ

Нормативный правовой акт по охране труда – это акт, устанавливающий комплекс правовых, организационно-технических, санитарно-гигиенических и лечебно-профилактических требований, направленных на обеспечение безопасности, сохранение здоровья и работоспособности работников в процессе труда, утвержденный уполномоченным компетентным органом.

Основными законодательными актами, регулирующими охрану труда в Российской Федерации, являются:

- конституция Российской Федерации;
- трудовой кодекс Российской Федерации.

Нормативные правовые акты по охране труда содержат в себе обязательные государственные требования как по охране труда, так и по пожарной безопасности.

Нормативные акты по охране труда делятся на акты федерального и муниципального уровня. На федеральном уровне действуют:

- кодексы;
- федеральные законы;
- постановления, приказы, СНИПы, СанПины, ГОСТы;
- другие акты, описывающие требования к ОТ на предприятиях, а также отраслевые и межотраслевые соглашения.

Издавать нормативные правовые акты имеют право, как субъекты РФ, так и муниципальные образования. Они не должны противоречить федеральному законодательству.

По общности и действию законодательные и нормативные правовые акты подразделяются на пять уровней:

- единые акты;
- межотраслевые акты;
- отраслевые акты;
- нормативные правовые акты предприятия;
- акты субъектов федерации.

4.2.2 Допуск к самостоятельной работе

К самостоятельной работе в качестве оператора станков с ЧПУ при изготовлении детали «Подставка» допускаются лица не моложе 18-ти лет, прошедшие предварительный медицинский осмотр и не имеющие противопоказаний имеющие профессиональную подготовку, соответствующую характеру выполняемых работ, квалификационное удостоверение по специальности, вторую квалификационную группу по электробезопасности, прошедшие первичный инструктаж по охране труда на рабочем месте, ознакомленные с санитарно-гигиеническими требованиями и мерами профилактики при работе с вредными веществами, знающие и умеющие оказывать первую доврачебную помощь. Допущенные приказом по цеху на основании приказа по предприятию.

Обучение и регулярная проверка знаний оператора станков с ЧПУ является важнейшим инструментом обеспечения безопасности труда при изготовлении де-

					15.03.05.2021.404.000.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76

тали «Подставка» и направлено на соблюдение законодательных нормативных правовых, локальных актов предприятия. Проверки и инструктажи по охране труда фиксируются в специальном журнале, с обязательной росписью инструктируемого и инструктирующего.

Согласно Постановлению № 1/29 «Об утверждении Порядка обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда работников организаций» по характеру и времени проведения инструктажи на рабочем месте подразделяются на:

- вводный;
- первичный, до наступления самостоятельной работы;
- повторный;
- внеплановый;
- целевой.

Вводный инструктаж проводится при поступлении на работу службой охраны труда предприятия, предназначен для ознакомления с общими правилами и требованиями охраны труда на предприятии.

Первичный инструктаж по охране труда проводится руководителем до начала самостоятельной работы, предназначен для изучения конкретных требований и правил обеспечения безопасности при работе на конкретном оборудовании, при выполнении конкретного технологического процесса.

Повторный инструктаж проходят все работники независимо от квалификации, стажа, образования, характера выполняемой работы не реже, чем 1 раз в 3 месяца с первого по пятое число первого месяца квартала. Цель – восстановление в памяти работника правил охраны труда, а также разбор имеющихся мест нарушений требований безопасности в практике производственного участка.

Внеплановый инструктаж проводится: при введении в действие новых или переработанных стандартов, правил, инструкций по охране труда. При изменении технологического процесса, замене или модернизации оборудования, приспособлений, инструмента, исходного сырья, материалов и других факторов, влияющих на безопасность труда. При перерывах в работе, для работ к которым предъявляются повышенные требования безопасности труда более чем на 30 календарных дней, для остальных работ 60 дней по требованию органов надзора.

При выполнении разовых работ, не связанных с прямыми обязанностями по специальности, проводится целевой инструктаж.

Операторы станков с ЧПУ участка механической обработки изготовления детали «Подставка», не прошедшие в установленном порядке инструктаж и проверку знаний, правил, норм и инструкций по охране труда или получившие неудовлетворительную оценку при квалификационной проверке, к самостоятельной работе не допускаются, и в течение одного месяца должны пройти повторную проверку.

Требования безопасности перед началом работы.

Оператор станков с ЧПУ при изготовлении детали «Подставка» надевает спецодежду, выданную ему согласно приказу Минздравсоцразвития РФ «Об утверждении типовых норм» от 14.12.2010 № 1104Н:

					15.03.05.2021.404.000.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		77

- костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий;
- фартук для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий с нагрудником;
- перчатки с полимерным покрытием или перчатки с точечным покрытием;
- ботинки кожаные;
- очки защитные.

Далее оператору станков с ЧПУ необходимо: проверить состояние освещённости рабочего места; оснащённость рабочего места необходимым для работы оборудованием, инвентарем, приспособлениями и инструментом для изготовления детали «Подставка». Подготовить рабочее место для безопасной работы: проверить внешним осмотром отсутствие свисающих и оголенных концов электропроводки, надежность закрытия всех токоведущих и пусковых устройств оборудования, наличие и надежность заземляющих соединений, наличие, исправность, правильную установку и надежное крепление ограждения движущихся частей оборудования. Произвести необходимую сборку технологической оснастки, которая необходима на некоторых операциях для изготовления детали «Подставка». Проверить работу механического оборудования, пускорегулирующей аппаратуры на холостом ходу. При работе с грузоподъемными механизмами проверить их исправность и соблюдать требования соответствующей инструкции по охране труда. Проверить наличие и исправность противопожарного инвентаря.

Требования безопасности во время работы.

Оператору станков с ЧПУ на участке механической обработки детали «Подставка» во время работы необходимо: выполнять только ту работу, по которой прошел обучение, инструктаж по охране труда и к которой допущен работником, ответственным за безопасное выполнение работ. Применять необходимые для безопасной работы исправное оборудование, инструмент, приспособления, указанные в технологическом процессе. Выключать станок при уходе от станка даже на короткое время, временном прекращении работы, перерыве в подаче электроэнергии, уборке, смазке, чистке станка, обнаружении неисправности в оборудовании, инструменте, приспособлении, заземляющих элементах, защитных ограждениях, блокирующих устройств, упоров, регулировке трубки с охлаждающей жидкостью, установке, измерении и съеме детали. При установке и снятии детали с заусенцами использует хлопчатобумажные рукавицы. Ставит в известность мастера и действует по его указанию, если возникли сомнения по поводу безопасности работы или обнаружили неполадки в работе оборудования, приспособлений и т.д.

Оператору станков с ЧПУ по окончании работы на механическом участке изготовления детали «Подставка» необходимо: выключить станок и другое оборудование, привести в порядок рабочее место, сложить инструменты и приспособления в инструментальный ящик. Перед сдачей смены оператор станков с ЧПУ должен проверить исправность станка и занести результаты проверки в журнал приема и сдачи смены, сообщить руководителю о неисправностях и мерах, принятых к их устранению.

						Лист
						78
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

15.03.05.2021.404.000.00 ПЗ

Требования безопасности в чрезвычайных ситуациях. При возникновении поломки оборудования, угрожающей аварией на рабочем месте или на участке оператора станков с ЧПУ должен: прекратить его эксплуатацию, а также подачу к нему электроэнергии, доложить о принятых мерах непосредственному руководителю и действовать в соответствии с полученными указаниями. В аварийной обстановке: оповестить об опасности окружающих людей, доложить непосредственному руководителю о случившемся и действовать в соответствии с планом ликвидации аварий.

4.2.3 Опасные и вредные производственные факторы

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.

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

Физические:

- движущиеся машины и механизмы;
- подвижные части производственного оборудования;
- повышенная температура поверхности оборудования, материалов;
- повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;
- 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.

Предельно допустимое значение вредного производственного фактора (по ГОСТ 12.0.003–2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.) – это предельное значение величины вредного производственного фактора, воздействие которого при ежедневной регламентированной продолжительности в течение всего трудового стажа не приводит к снижению работоспособности и заболеванию как в период трудовой деятельности, так и к заболеванию в

					15.03.05.2021.404.000.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		79

последующий период жизни, а также не оказывает неблагоприятного влияния на здоровье потомства.

Защита операторов станков с ЧПУ при изготовлении детали «Подставка» от вышеперечисленных негативных факторов осуществляется путем применения средств коллективной защиты и средств индивидуальной защиты.

Применяемые средства коллективной защиты:

- приточно-вытяжная вентиляция для очищения воздуха рабочей зоны;
- снижение уровня шума до значений, не превышающих предельно допустимых уровней путем звукоизоляции источников шума в защитные кожухи;
- заземление производственного оборудования для защиты от поражения электрическим током;
- снижение уровня вибрации до значений, не превышающих предельно допустимых уровней.

В дополнение к средствам коллективной защиты операторы обеспечены средствами индивидуальной защиты: защитные очки (козырек, полумаски, маски, щитки), спецодежда (рубашка и комбинезон или штаны из хлопчатобумажной ткани, закрытые кожаные ботинки, головной убор и рукавицы; для мастеров и сотрудников ОТК – хлопчатобумажный халат).

Средства индивидуальной защиты подвергаются периодическим контрольным осмотрам, а при необходимости и испытаниям в специально установленные сроки.

Спецодежда на данном участке периодически сдается в стирку (химчистку) и хранится отдельно от верхней одежды. Химчистка и стирка спецодежды является централизованной, проводится по мере загрязнения, но не реже двух раз в месяц.

Средства индивидуальной защиты подвергаются периодическим контрольным осмотрам, а при необходимости и испытаниям в порядке и в установленные сроки.

Для защиты кожного покрова от воздействия СОЖ и пыли токсичных металлов должны применяться дерматологические защитные средства (профилактические мази, биологические перчатки) по ГОСТ 12.4.068-76 «Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты дерматологические. Классификация и общие требования».

4.2.4 Микроклимат и освещение производственных помещений.

Микроклимат производственных помещений – это климат внутренней среды данных помещений, который определяется совместно действующими на организм человека температурой, относительной влажностью и скоростью движения воздуха.

При нормировании параметров микроклимата учитывается категорирование работ по тяжести, которое выполняется на основании общих затрат энергии организмом в единицу времени и измеряется в Вт.

Согласно СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» при изготовлении детали «Подставка» категория

										Лист
										80
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

15.03.05.2021.404.000.00 ПЗ

работ будет 1Б. К категории 1б относятся работы с интенсивностью энергозатрат 121-150 ккал/ч (140-174 Вт).

От периода года зависит способность организма к акклиматизации. При нормировании различают теплый и холодный период года. Для категории 1Б оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственного помещения будут следующие:

– в холодный период года оптимальная температура будет 21-23°C, относительная влажность воздуха составляет 40-60 %, скорость движения воздуха равна 0,1 м/с;

– в теплый период года оптимальная температура будет 22-24°C, относительная влажность воздуха составляет 40-60 %, скорость движения воздуха равна 0,1 м/с;

Освещенность на рабочем месте должна соответствовать зрительному характеру работ, характеристике фона и контраста объекта с фоном. Согласно нормам (СНиП 23-05-95), все виды работ условно разбиты на 8 зрительных разрядов в зависимости от размера наименьшего различимого объекта. Наименьший размер детали «Подставка» равен 1,4 мм, значит разряд зрительных работ – 5 (малой точности).

Освещение участка обеспечивается естественным путем через оконные проемы, расположенные сбоку и в крыше, и искусственным освещением. Искусственное освещение помещения соответствует правилам устройства электроустановок, правилам эксплуатации электроустановок потребителей, правилам техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. Так же имеется аварийное освещение, автоматически включающееся при внезапном включении рабочего освещения, и эвакуационное. На станках с ЧПУ освещенность – 1500 лк. Освещенность рабочих мест контролеров ОТК – 2000 лк. На слесарной обработке – 2000 лк.

Необходимо обеспечить достаточно равномерное распределение яркости на рабочем месте и в пределах окружающего пространства. Предпочтительнее использовать комбинированную систему естественного освещения (световые проемы в стенах, а также прозрачные перекрытия) и искусственное освещение.

4.2.5 Электробезопасность

При разработке детали «Подставка» следует соблюдать требования электробезопасности. Согласно приказу «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок» № 328Н от 24.07.2013 категория помещения по электробезопасности будет относиться к категории помещений с повышенной опасностью, так как на участке температура выше 24 градусов (Согласно ПУЭ), материал изготовления напольных покрытий токопроводящий: земля, железобетон, сплавы металлов, высокая влажность воздуха (более 75%). Также на участке присутствуют скопления токопроводящей пыли: на стенах, полах, кабелях, аппаратуре [11].

Защитное заземление – преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических не токоведущих частей, которые могут ока-

					15.03.05.2021.404.000.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		81

заться под напряжением, выполняется металлической полосой, трубой или проводом достаточного сечения с надежным креплением болтом или сваркой к корпусу электротехнологического оборудования. Защитное заземление защищает от поражения электрическим током при прикосновении к металлическим корпусам оборудования, которые вследствие нарушения электрической изоляции оказываются под напряжением.

4.2.6 Требования к оборудованию и его размещению

Применяемое производственное оборудование на участке механической обработки детали «Подставка» соответствует требованиям безопасности согласно ГОСТ 12.2.003-91 и другим стандартам безопасности труда.

Производственное оборудование при эксплуатации не загрязняет окружающую среду выбросами вредных веществ выше установленных норм. Производственное оборудование при эксплуатации пожаро- и взрывобезопасное.

Контроль состояния электроустановок и осветительных сетей осуществляется в соответствии с правилами эксплуатации электроустановок потребителей и правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей.

Стационарное производственное оборудование должно быть установлено в соответствии с планировками, утвержденными в установленном порядке, на прочные основания или фундаменты, выверено и закреплено. Допускается применение бесфундаментной установки на виброгасящих опорах.

Детали производственного оборудования, применяемого на участке механической обработки изготовления детали «Подставка» не имеют травмоопасных углов, острых кромок, неровных поверхностей и т.д.

Конструкция производственного оборудования исключает возможность случайного соприкосновения работающих с горячими или переохлажденными его частями и элементами.

В конструкции производственного оборудования предусмотрена система сигнализации, а также система автоматического останова и отключения оборудования от источников энергии при опасных неисправностях, аварийных ситуациях или при режимах работы, близких к опасным.

Расстановка оборудования на участке механической обработки детали «Подставка» произведена в соответствии с ПОТ РО 14000-001-98 «Правила по охране труда на предприятиях и в организациях машиностроения».

Размещение производственного оборудования, исходных материалов, полуфабрикатов, заготовок, готовой продукции и отходов производства в производственных помещениях и на рабочих местах обеспечивает осуществление производственного цикла в оптимальных режимах и не представляет опасности для персонала.

Расстановка оборудования производится в соответствии с нормами технологического проектирования машиностроительных заводов, при этом:

– расстояние от оборудования до стен и колонн здания не менее 700 мм для оборудования средних габаритов;

					15.03.05.2021.404.000.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		82

– расстояние между оборудованием устанавливается в зависимости от конкретных условий с обеспечением безопасности производства работ и безопасного обслуживания оборудования.

Указанная планировка должна быть утверждена главным инженером (техническим директором) организации.

В соответствии с этой планировкой владелец здания обязан обеспечить на закрепленных площадях чистоту и порядок, сохранность и установленные режимы эксплуатации оборудования, коммуникаций здания, средств обеспечения и др.

4.2.7 Требования безопасности к эксплуатируемому оборудованию и рабочему месту

Оборудование, используемое на данном участке при изготовлении детали «Подставка»: токарный универсальный DMG MORI CTX alpha 500 и вертикальный обрабатывающий центр DMG MORI DMU 50 считаются высокотехнологичными. Подвижные и токоведущие части данного оборудования защищены входящими в конструкцию станка кожухами и крышками, которые являются малогабаритными, имеют минимум острых кромок и граней, а также выступающих частей.

Токарный универсальный DMG MORI CTX alpha 500 и вертикальный обрабатывающий центр DMG MORI DMU 50 имеют блокирующие устройства, которые позволяют осуществлять работу по программе только при закрытых ограждениях, исключая включение цикла обработки при незакрепленных деталях или при неправильном их положении на рабочих позициях, не допускающими выполнение нового цикла обработки до полного окончания предыдущего.

Конструкция станков полностью исключает попадания за пределы оборудования стружки, СОЖ и масла. Удаление стружки со станков осуществляется автоматически винтовым конвейером. С конвейера, собранная стружка выбрасывается в люк.

На станках предусмотрена возможность быстрого и удобного выключения в аварийных случаях.

Мойку производим в специально отведенном рабочем месте с работающей вытяжной вентиляцией. Растворы, содержащие вредные химические вещества, применяют с учетом требований ПОТ РМ-004-97 «Межотраслевые правила по охране труда при работе с химическими веществами».

В данном оборудовании системы и элементы, являющиеся источником опасных и вредных факторов, изолированы защитными устройствами.

Средства защиты оборудования способствуют снижению воздействия опасных и вредных производственных факторов на рабочего.

Организация рабочих мест, установленное на них оборудование и оснащение, обеспечивают безопасность и сохранность здоровья и работоспособности рабочих.

Столы и верстак имеют полки и ящики для размещения и хранения оснастки, инструментов, деталей и чертежей.

Рабочие столы и верстаки прочные и устойчивые. Поверхности рабочих столов гладкие, без выбоин, заусенцев, трещин и прочих дефектов.

					15.03.05.2021.404.000.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		83

Вся технологическая оснастка (приспособления, измерительный инструмент и др.), необходимая для работы, размещается в специальных тумбочках, расположенных рядом с оборудованием.

4.2.8 Экологическая безопасность

Экологическая безопасность при изготовлении детали «Подставка» отличается от других видов безопасности предприятия тем, что в данном случае продукция и деятельность самого предприятия может представлять собой угрозу для объектов окружающей природной среды, имущества, здоровья и жизни людей.

Основными направлениями деятельности предприятия по обеспечению экологической безопасности продуктов и процессов являются:

- соблюдение при разработке и производстве продукции (услуг) экологических требований, установленных в международном и национальном законодательстве, экологических стандартах и контрактах (договорах);
- нормирование и контроль экологических требований к продукции и процессам, используемым в производственной и хозяйственной деятельности предприятия (в т.ч. входной контроль соответствия закупаемой продукции экологическим требованиям (сертификат качества), аттестация объектов и рабочих мест на предприятии на их соответствие стандартам ISO серии 14000);
- сбор и предоставление данных для проведения государственной экологической экспертизы в районе дислокации объектов предприятия;
- использование на рабочих местах защитных устройств (оборудования), снижающих экологический риск в процессе производства продукции;
- разработка и/или внедрение прогрессивных малоотходных и безотходных технологий;
- подготовка к сертификации и сертификация материалов, веществ, оборудования, технологических процессов, промышленных производств, промышленно-хозяйственных объектов на соответствие экологическим требованиям.

4.2.9 Пожарная безопасность

Номенклатура и количество средств пожаротушения для участка механической обработки детали «Подставка» установлено по ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность. Общие требования» с учетом обеспечения требуемого уровня противопожарной защиты. Предусматриваемые при проектировании зданий и установок противопожарные мероприятия зависят, прежде всего, от пожарной или взрывной опасности размещенных в них производств и отдельных помещений. Помещения и здания в целом делятся по степени пожаро- или взрывоопасности на пять категорий в соответствии с ОНТП-24. Проектируемый участок механической обработки находится в производственном помещении, которое относится к категории Д. Это помещения, в которых негорючие вещества находятся в практически холодном состоянии.

Все первичные средства пожаротушения размещены на специальном щите («ПЩ»). Противопожарный щит окрашен в красный цвет, на стенде размещены:

					15.03.05.2021.404.000.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		84

номера телефонов пожарной части, диспетчера завода, правила пользования огнетушителем, ящик с песком. Для тушения различных веществ и электроустановок, находящихся под напряжением до 10 кВ, на проектируемом участке применяются углекислотные огнетушители.

Основные организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности на проектируемом участке: разработана инструкция о соблюдении противопожарного режима и о действии людей при возникновении пожара; запрещение курения в не отведенных местах; приводится в порядок хранение и использование промасленной ветоши; СОЖ; обязательная уборка промышленной и других горючих жидкостей; проводится организация обучения рабочих и служащих правилам пожарной безопасности (вводный, первичный и повторный инструктажи на рабочем месте). Оформлена наглядная агитация по обеспечению пожарной безопасности.

Выводы по части четыре

В данной части описана разработка планировки и работа участка механической обработки детали «Подставка», произведено описание мероприятий по охране труда, предусмотренные для данного участка механической обработки.

					15.03.05.2021.404.000.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		85

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенной работы был разработан участок механической обработки детали типа «Подставка».

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 конструкторской части разработано зажимное фрезерное приспособление для фрезерной операции. Рассчитана концевая фреза для обработки детали, разработано приспособление для контроля позиционного допуска отверстий.

В четвертой части спроектирован участок с оптимальным расположением оборудования, определено требуемое количество рабочих и оборудования, определены тип, форма и размер здания, определены мероприятия и оптимальные параметры по безопасной работе на участке. Приведены меры по снижению или устранения опасных и вредных производственных факторов

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

									Лист
									86
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

15.03.05.2021.404.000.00 ПЗ

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1 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.

2 Допуски и посадки: Справочник в 2-х ч.Ч.1. / Под ред. М.А. Палей. 9-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Политехника, 2009. – 530 с.

3 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, [1] с. ил.

4 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.

5 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.

6 Кован, В. М. Расчет припусков на обработку в машиностроении: Справочное пособие/В. М. Кован. – М.: МАШГИЗ, 1953. - 210 с.

7 Матвеев, В. В. Проектирование экономических технологических процессов в машиностроении /В.В. Матвеев. – Челябинск: Южно-Уральское книжное издательство, 1979. - 111 с. ил.

8 ГОСТ 3.1105-2011 Формы и правила оформления документов общего назначения [Электронный ресурс]. – Взамен ГОСТ 3.1105-84; введ. 2012–01–01.

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 Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением – М.: Экономика, 1990. – 208 с. – ISBN: 5–282–00697–9. Скан 600 dpi.

12 Корсаков, В.С. Основы конструирования приспособлений. Учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1983. – 277 с.: ил.

13 Интерактивные каталоги Seco. – <https://www.secotools.com/article/84565>

										Лист
										87
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2021.404.000.00 ПЗ					