

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой,
_____ К.М. Виноградов
_____ 03 июля _____ 2021 г.

Проектирование участка механической обработки детали «Ось»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ–15.03.05.2021.155.00.000ПЗ ВКР

Руководитель работы,
доцент
_____ В.Г. Некрутов
_____ 2021 г.

Автор работы
студент группы ДО-483
_____ А.Ф. Трякшина
_____ 2021 г.

Нормоконтролер,
преподаватель
_____ О.С. Микерина
_____ 2021 г.

Челябинск 2021

АННОТАЦИЯ

Трякшина, А.Ф. Проектирование участка механической обработки детали «Ось» – Челябинск, ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)», кафедра «ТТС», 2021, 88 с., 24 ил., библиографический список – 30 наим., 26 листов карт технологического процесса, 5 чертежей ф. А3, 2 чертежа ф. А1, 4 плаката.

В данной выпускной квалификационной работе спроектирован участок механической обработки «Ось». Произведен анализ существующего техпроцесса и разработан новый вариант обработки детали, где применяется более производительное и современное оборудование, а также более совершенный и удобный в работе режущий и измерительный инструмент.

Спроектировано зажимное приспособление для сверлильной операции, обеспечивающее надежность закрепления, и контрольное приспособление для измерения радиального биения. Также была спроектирована планировка цеха, приведены расчеты режимов резания и технологической нормы времени.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	8
1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ	12
1.1 Назначение и описание узла и работы детали в узле	12
1.2 Служебное назначение детали и технические требования, предъявляемые к ней	13
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	16
2.1 Анализ технологичности детали	16
2.2 Анализ действующего технологического процесса	17
2.2.1 Анализ документации действующего техпроцесса.....	17
2.2.2 Анализ оборудования, режущего инструмента, оснастки.....	17
2.2.3 Выводы из анализа и предложения по разработке проектного техпроцесса	19
2.3 Разработка предлагаемого варианта технологического процесса изготовления детали.....	19
2.3.1 Выбор вида и метода получения заготовки	19
2.3.2 Разработка последовательности обработки поверхностей детали ...	20
2.3.3 Выбор способов обработки и количества переходов.....	21
2.3.4 Формирование операций и технологического маршрута обработки детали.....	23
2.3.5 Выбор оборудования для реализации техпроцесса	24
2.3.6 Размерный анализ проектного техпроцесса.....	27
2.3.7 Расчет режимов резания и норм времени.....	42
2.3.8 Нормирование технологической операции	47
3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ	54
3.1 Проектирование зажимного приспособления на сверлильную операцию	54
3.1.1 Разработка теоретической схемы базирования.....	54
3.1.2 Проектирование схемы зажимного приспособления	54
3.1.3 Расчёт зажимного приспособления.....	56
3.1.4 Компоновка приспособления.....	57
3.2 Проектирование режущего инструмента.....	58
3.3 Описание работы контрольного приспособления	60
4 ПЛАНИРОВКА УЧАСТКА	62
4.1 Разработка планировки и описание работы участка механической обработки	62
4.1.1 Расчёт требуемого количества оборудования.....	62
4.1.2 Определение численности производственных рабочих	64
4.1.3 Подсчет размера производственной площади механообрабатывающего отделения	67
4.1.4 Проектирование вспомогательных отделений механообрабатывающего цеха.....	69
4.1.5 Выбор типа здания для размещения цеха.....	72
4.1.6 Расстановка оборудования	74
4.2 Описание мероприятий по охране труда	75
4.2.1 Законодательные нормативно правовые акты по охране труда	76

4.2.2 Требования к персоналу, допуск к самостоятельной работе. ТБ (требования безопасности) перед началом; вовремя; по окончании	76
4.2.3 Опасные вредные производственные факторы (ОВПФ).	78
4.2.4 Микроклимат производственных помещений. Производственное освещение.....	80
4.2.5 Требования к оборудованию и его размещению	80
4.2.6 Требования безопасности к эксплуатируемому оборудованию и рабочему месту	83
4.2.7 Электробезопасность.....	84
4.2.8 Пожарная безопасность.....	85
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	87
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	88

ВВЕДЕНИЕ

Современный машиностроительный комплекс – это чрезвычайно сложная система со своими законами развития. Современная промышленность состоит из множества самостоятельных отраслей производства, каждая из которых включает большую группу родственных предприятий и производственных объединений, расположенных в отдельных случаях на значительном территориальном удалении друг от друга.

Современное производство характеризуется такими чертами:

- увеличение значения услуг в производственных процессах;
- возможность удовлетворить не только настоящие потребности потребителя, но и его потенциальные требования;
- развитие информационных технологий, которые лежат в основе производственных процессов;
- экономика многих стран значительно зависит от нематериальных сфер: культуры и искусства.

Отраслевая структура промышленности характеризуется составом отраслей, их количественными соотношениями, выражающими определенные производственные взаимосвязи между ними. Промышленность России в своем развитии прошла огромный путь. В настоящее время она насчитывает свыше 134 подотраслей.

Большой удельный вес машиностроения среди других отраслей промышленности делает его значимым в масштабе народного хозяйства страны. Развитие машиностроения во многом происходило стихийно, что в итоге сделало его расточительным в расходовании материальных, энергетических и трудовых ресурсов, отрицательно влияющим на экологию окружающей среды, инерционным к изменяющимся требованиям общества. И чем дальше развивается машиностроение, тем сильнее проявляются его негативные стороны. В связи с этим проблема совершенствования машиностроения, направленного на повышение его эффективности, приобретает первостепенное значение. На современном этапе наблюдается разрозненное решение отдельных задач этой проблемы таких, как повышение производительности труда, качества изделий, снижение их материалоемкости, внедрение ресурсосберегающих технологий и т.п. Такой подход к решению проблемы не может кардинально изменить существующее положение дел в машиностроении и требует проведения новой научно-технической политики. Необходимо, во-первых, системный подход в решении проблемы, а, во-вторых, она должна решаться таким образом, чтобы одновременно удовлетворялись требования общества в целом и потребности каждого предприятия в отдельности. Проведение такой научно-технической политики требует управления развитием машиностроительного комплекса, для чего необходимо ввести организационное начало в построение машиностроительного производства. Решение этой проблемы не может быть административным, а должно базироваться на результатах исследования глубинных закономерностей машиностроения.

					15.03.05.2021.155.00.000 ПЗ КП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

Поставленная задача требует понимания недостатков современного машиностроительного производства, имеющих системный характер. К ним относятся:

- дублирование разработок средств технологического обеспечения (технологических процессов, оборудования, оснастки);
- избыточное разнообразие средств технологического обеспечения;
- утрата технологического знания;
- неполное использование возможностей средств технологического обеспечения (технологического оборудования и оснастки);
- наступление морального износа средств технологического оснащения раньше сроков их физического износа. В современных условиях широкое распространение получает технологическое оборудование с числовым программным управлением, позволяющее производить весь комплекс обработки на одном станке. Оно отличается высокой производительностью, повышенной точностью, высокой концентрацией обработки и снижением участия человека в процессе работы.

Станкостроение — фондообразующая отрасль промышленности, играющая особую роль в техническом перевооружении машиностроительного комплекса и, в конечном итоге, определяющая конкурентоспособность промышленности. При этом удельный вес станкостроения в ВВП невелик. Даже в странах с наиболее развитым станкостроением (Китай, Япония, Германия, Италия) удельный вес станкостроения в ВВП составляет менее 1%. Несмотря на наблюдаемые проблемы в восстановлении станкостроения в ряде стран, общая тенденция постепенного роста спроса на станки в мире не вызывает сомнений. В ближайшие несколько лет можно ожидать восстановления производства во всех ведущих станкостроительных странах (в том числе, в Германии и Италии).

Машиностроение определяет перспективы промышленности во всем мире. В развитых странах на эту отрасль приходится 1/3 всего объема промышленного производства. Переход к рыночной экономике очень болезненно сказался на машиностроительном комплексе: объемы производств сократились во много раз. В Китае доля машиностроения составляет 35,2%. Определить уровень развития машиностроения в разных странах весьма сложно. Однако по сумме признаков можно выделить следующие группы стран:

- 1) Страны, обладающие полной номенклатурой машиностроительного производства. Примеры: США, Германия, Япония. К этой группе относится и Россия.
- 2) Страны, обладающие малосущественными пропусками в структуре машиностроения – Англия.
- 3) Страны с существенными пробелами в структуре машиностроения - Италия.
- 4) Страны вынужденные импортировать часть машиностроительной продукции из-за рубежа.

					15.03.05.2021.155.00.000 ПЗ КП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

5) Страны с неравномерным развитием отраслевой структуры машиностроения: экспорт машин покрывает менее половины импорта. (Канада, Бразилия).

Данная типология может быть использована для регионализации глобальной экономической системы и определения роли отдельных регионов в размещении мирового машиностроения. На регион «Северная Америка» (США, Канада, Мексика) приходится 1/3 мирового машиностроительного производства. Этот регион выступает на мировых рынках прежде всего как экспортер продукции высокой сложности, изделий тяжелого машиностроения и наукоемких отраслей. На регион «Западная Европа» приходится от 25 до 30% продукции мирового машиностроения. Третий регион - «Восточная и Юго-восточная Азия» (около 20 % продукции машиностроения), лидер которого - Япония. В Бразилии формируется четвертый регион мирового машиностроения. В последние годы страны с дешевым рабочим трудом оказались в более благоприятном положении, чем страны, обладающие сырьевыми ресурсами. Вторым по значению фактором стал научно-технический прогресс. Усложняется машиностроительное производство, поэтому выделяются страны производители массовой продукции, производители сложной наукоемкой продукции, развивается специализация и кооперирование между странами.

В настоящее время также прослеживается тенденция к повышению эффективности промышленного производства за счет внедрения ресурсосберегающих технологий. В машиностроении одним из направлений поиска путей снижения технологических затрат на производство деталей, является разработка металлорежущего инструмента, обеспечивающего увеличение производительности и повышение стойкости при обработке резанием.

За последние годы требования к механической обработке существенно изменились. Доля труднообрабатываемых материалов в машиностроении, возросла с 10% до 80%, а это означает, что также увеличились требования к качеству и производительности обработки. Все это, в свою очередь, обуславливает возрастающую потребность в современном инструменте с улучшенными эксплуатационными характеристиками.

Режущий инструмент, а точнее металлорежущий инструмент должен выполнять две основные функции:

1) резать, т.е. снимать стружку;

2) оформлять обрабатываемую поверхность (обеспечивать требования по качеству обрабатываемой поверхности и требования по точности размеров и точности обрабатываемой формы).

Если есть необходимость выбора режущего инструмента, то в качестве основного критерия используют такую характеристику, как производительность – количество срезанного материала за единицу времени. Также важно, особенно для автоматизированного производства, для станков с ЧПУ имеет его надежность. Этим требованиям отвечает сборный инструмент с механическим креплением режущих пластин.

					15.03.05.2021.155.00.000 ПЗ КП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

Создание новых и совершенствование старых конструкций режущих инструментов, применение новых инструментальных материалов и использование научно обоснованных режимов резания являются решающими факторами в повышении периода стойкости режущего инструмента и производительности труда при обработке деталей.

Целью данной выпускной квалификационной работы является проектирование участка механической обработки детали «Ось» с разработкой конструкторско-технологического оснащения.

Задачи проектирования:

- провести анализ технологичности детали;
- провести анализ действующего технологического процесса изготовления детали;
- пересмотреть рабочий чертеж детали;
- составить проектный технологический процесс изготовления детали с учетом современных тенденций развития машиностроительной отрасли;
- провести размерный анализ проектного техпроцесса;
- спроектировать установочно-зажимное приспособление;
- спроектировать контрольное приспособление;
- спроектировать планировку участка.

					15.03.05.2021.155.00.000 ПЗ КП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1 Назначение и описание узла и работы детали в узле

Защитное устройство ЗУ 150-01 применяется в системе газоснабжения и предназначено для перекрытия трубопровода в случае повышения давления в линии управления сверх заданного и прекращения подачи газа в регулятор давления [30].

Защитное устройство, которое представлено на рисунке 1.1, состоит из корпуса 1, в который установлено седло 3 отсечного клапана 17, закрепленное с помощью кольца 4 и винтов 5. Клапан с помощью кронштейна 16 крепится на оси 26, на одном конце которой находится рукоятка 25, а на другом установлен датчик 27 сигнализации срабатывания клапана, выполненный во взрывобезопасном исполнении. Кронштейн клапана пружинами 28, 29 прижимается к седлу 3. В открытом положении кронштейн клапана удерживается крючком 18, закреплённым на оси 21, установленной в корпусе 20 замка, который закреплен в корпусе 1 с помощью гайки 15 и штифта 19. На концах оси 7 закреплён составной рычаг 22, поджатый пружиной 14. В замке имеется рычаг 13 ручного привода клапана и регулировочный винт 12. На крышке корпуса замка установлено мембранное устройство 2, являющееся задатчиком срабатывания защитного устройства.

Для выравнивания давлений при открытии отсечного клапана после срабатывания, на защитном устройстве, параллельно седлу, установлен кран 6, связанный с корпусом трубами 7 с помощью штуцеров и гаек.

Защитное устройство работает следующим образом: управляющее давление по импульсной трубке через штуцер 11 передаётся в подмембранную полость мембранного устройства. В случае повышения давления в защищаемой магистрали до давления, равного давлению настройки мембранного устройства, шток 10, преодолевая сопротивление пружины 9, перемещается влево и, поворачивая рычаг 23, освобождает кронштейн 16 клапана. Клапан под действием пружин 28, 29 перекрывает магистраль.

					15.03.05.2021.155.00.000 ПЗ КП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

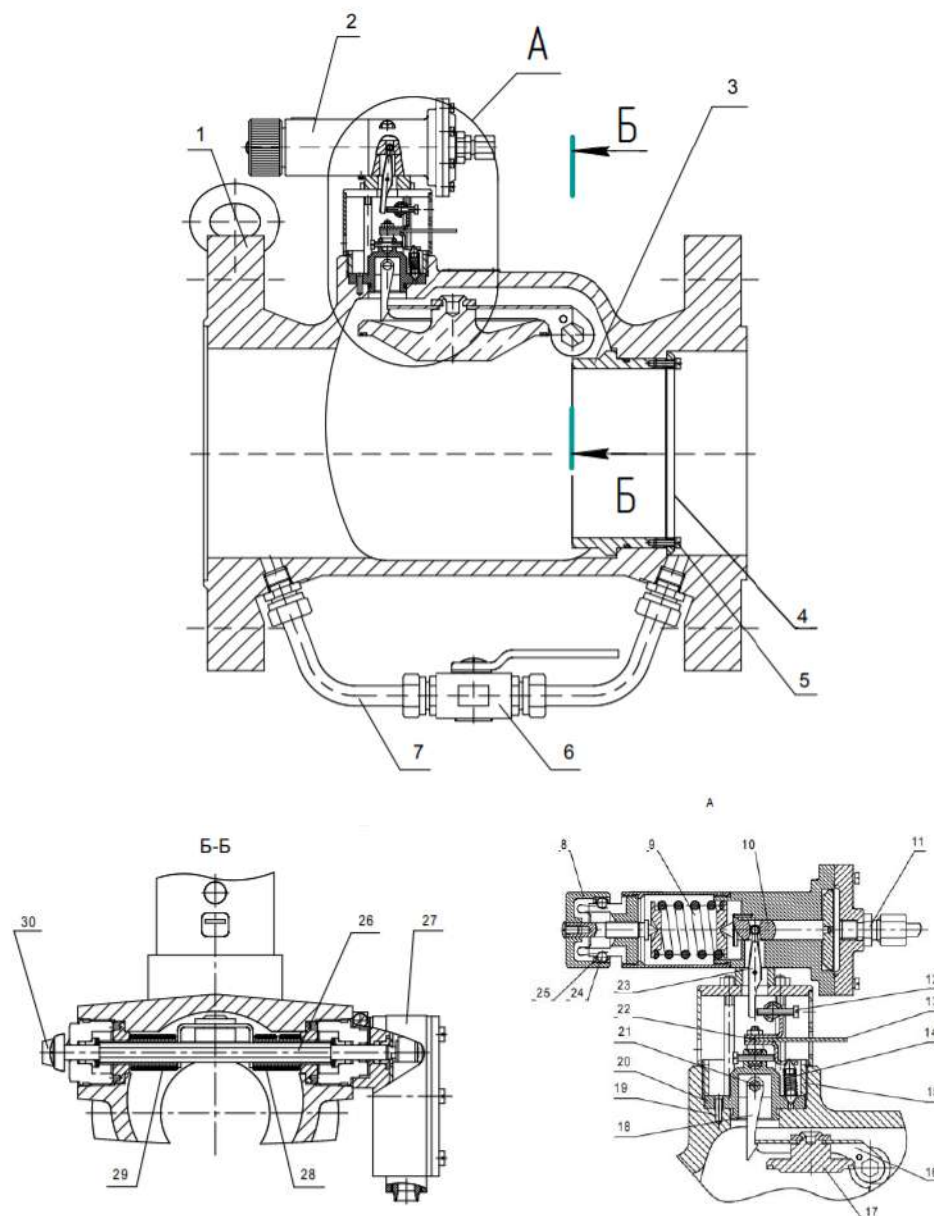


Рисунок 1.1 – Защитное устройство

1.2 Служебное назначение детали и технические требования, предъявляемые к ней

Деталь ЗУ150.03.012, которая представлена на рисунке 1.2, является составной частью Защитного устройства, применяется в системе газоснабжения и предназначено для перекрытия трубопровода в случае повышения давления в линии управления сверх заданного и прекращения подачи газа в регулятор давления. Общая масса готовой детали равна 0,06 кг.

Рассмотрим более подробно конструкцию детали ЗУ150.03.012 и технические требования, предъявляемые к ней. Ось вставлена в две втулки диаметрами 16f9 и с шероховатостью Ra 1,6, так же на неё крепится рукоятка с размером 9f9, 8h12, с другой стороны присоединён датчик сигнализации 12u8, вкручивается в резьбу М6-7Н. Данные поверхности требуют точной обработки.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2021.155.00.000 ПЗ КП

Лист

13

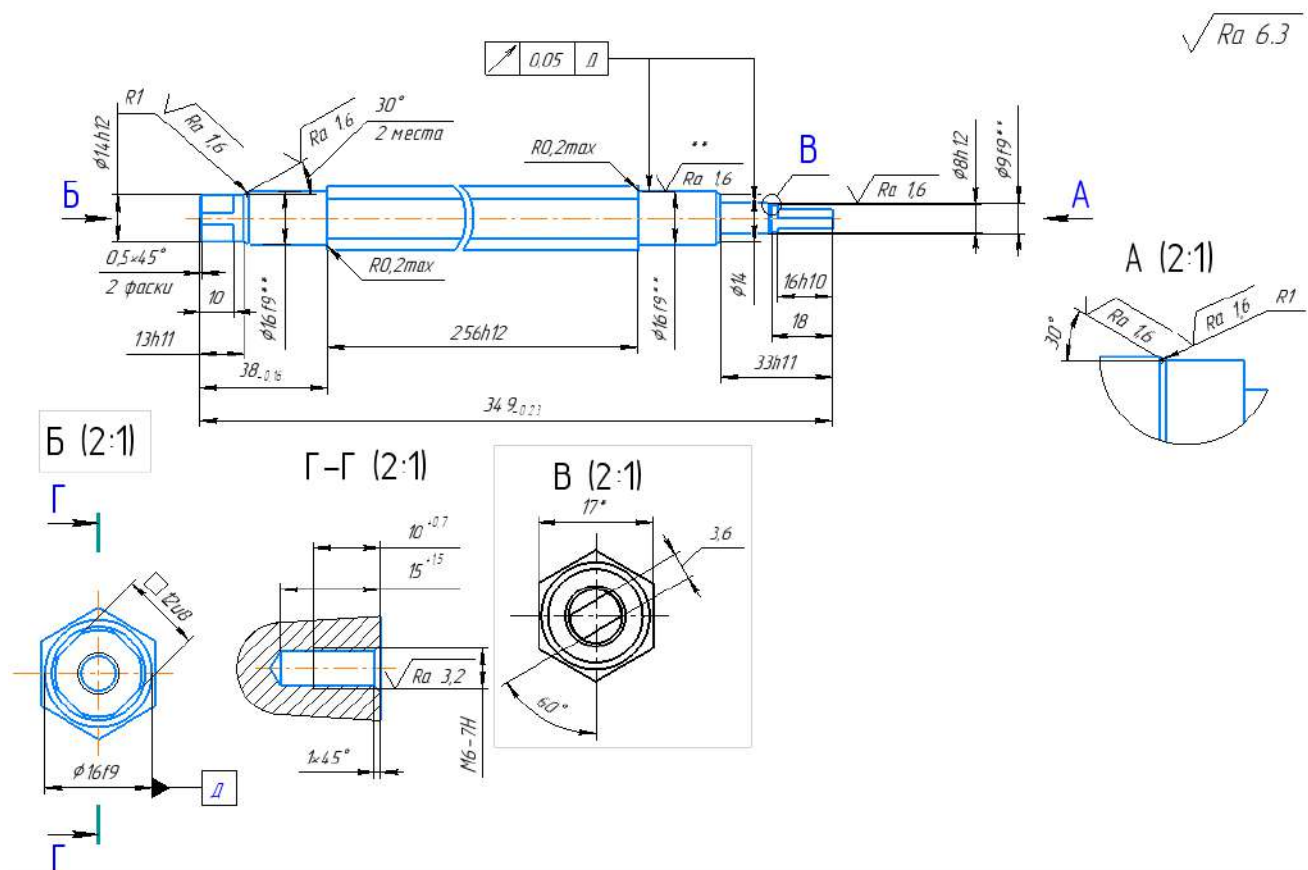


Рисунок 1.2 – Эскиз детали «Ось»

Точность сборки готового изделия определяется следующими техническими требованиями: 1) необходимо обеспечить радиальное биение диаметров 16f9, 9f9 относительно поверхности Д равно 0,05; – выполнимо в процессе обработки;

На чертежи детали заводом-изготовителем выдвигаются следующие требования: 1) покрытие кроме посадочных и резьбовых поверхностей – Ц. хр. 9; 2) прокат калиброванный шестигранный ГОСТ 8560-78; 3) ** размеры обеспечить после сборки и покрытия; 4) общие допуски по ГОСТ 308931.1: Н14, h14; 8) * размеры для справок.

В качестве материала детали «Ось» используется Сталь 45 ГОСТ 1050-2013. Расшифровка стали 45 – цифра 45 свидетельствует о содержании 0,45% углерода. Более подробно с химическим составом стали 45 можно ознакомиться в таблице 1.1. Данный материал применяется для изготовления таких деталей, как: вал-шестерни, коленчатые и распределительные валы, шестерни, шпиндели, бандажи, цилиндры, кулачки и другие нормализованные, улучшаемые и подвергаемые поверхностной термообработке детали, от которых требуется повышенная прочность. В таблицах 1.2 и 1.3 приведены литейные и технологические свойства материала.

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

15.03.05.2021.155.00.000 ПЗ КП

Лист

14

Таблица 1.1 – Химический состав Сталь 45 ГОСТ 1050-2013

Si	Cu не более	Mn	Ni не более	P не более	Cr не более	S не более
0,17-0,37	0,25	0,5-0,8	0,25	0,035	0,25	0,04

Таблица 1.2 – Технологические свойства Сталь 45 ГОСТ 1050-2013

Свариваемость: трудносвариваемая. Способы сварки: РДС и КТС. Необходим подогрев и последующая термообработка.
Обрабатываемость резанием: в горячекатаном состоянии при НВ 170-179 и $\sigma_B=640$ МПа, $K_{\text{итв.спл.}} = 1$, $K_{\text{уб.ст.}} = 1$.
Склонность к отпускной способности: не склонна.
Флокеночувствительность: малочувствительна.

Таблица 1.3 – Литейные свойства Сталь 45 ГОСТ 1050-2013

Литейная усадка, %	2,2...2,3
Показатель трещиностойчивости	0,6
Жидкотекучесть	0,9
Склонность к образованию усадочной раковины	1,3
Склонность к образованию усадочной пористости	1,0

Выводы по части 1

Было описано назначение защитного устройства ЗУ 150-01 , в которое входит деталь «Ось». Рассмотрено служебное назначение данной детали и технические требования, предъявляемые к ней.

					15.03.05.2021.155.00.000 ПЗ КП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Анализ технологичности детали

В соответствии с ГОСТ 14.205 – 83 технологичность – это совокупность свойств изделия, определяющих ее приспособленность к достижению оптимальных затрат при производстве, эксплуатации и ремонте при заданных показателях качества, объеме выпуска и условиях выполнения работ. Произведем анализ технологичности детали ЗУ150.03.012 и выделим следующие особенности обработки данной детали [14]:

1) деталь ЗУ150.03.012 – деталь цилиндрической формы. Основные рабочие поверхности – диаметром 16f9; 9f9, 12u8; М6-7Н и др. От точности и чистоты их выполнения зависит работоспособность защитного устройства;

2) все поверхности доступны для обработки с использованием стандартного инструмента и приспособлений, что в свою очередь является технологичным;

3) деталь имеет достаточную жесткость и прочность, при которых исключается возможность вибрации в процессе обработки;

4) шероховатость большинства поверхностей (Ra 6,3 и 1,6) достигается на черновых, получистовых и чистовых переходах;

5) требования по точности: 1) радиальное биение диаметров 16f9, 9f9 относительно поверхностей Д равно 0,05; – выполнимы в процессе обработки;

6) материал детали «Ось» является Сталь 45 ГОСТ 1050-2013 (смотри пункт 1.2), применяемый при изготовлении деталей, работающих под действием средних статических и динамических нагрузок. Материал обладает достаточной износостойкостью и хорошей обрабатываемостью резанием (предсказуемая стойкость инструмента, образование стружки надлома, что облегчает ее уборку). Из этого делаем вывод, что материал детали технологичен.

7) заготовка изготавливается с помощью проката, поэтому конфигурация наружного контура корпуса не вызывает значительных затруднений при ее получении.

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.

Рабочий чертеж детали «Ось» содержит полный перечень технических требований, предъявляемых к подобным деталям типа вал. На чертеже представлены все необходимые размеры, виды и сечения для точного представления формы детали. Проведенный анализ показал, что конструкция детали «Ось» технологична, т.к. удовлетворяет большинству технологических требований.

					15.03.05.2021.155.00.000 ПЗ КП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

2.2 Анализ действующего технологического процесса

Анализ существующего технологического процесса должен быть проведён с точки зрения обеспечения качества продукции. При этом следует выяснить, правильно ли он составлен для выполнения требований чертежа и соблюдаются ли все требования технологического процесса.

В анализируемом проекте задан среднесерийный тип производства. Годовая программа выпуска для заданного типа производства и массе детали 0,32 кг равна 2500 шт.

На предприятии, на котором взяты материалы для дипломного проекта, если рассматривать технологический процесс изготовления «Оси» имеются недостатки в чередовании последовательности операций, выполнения этапности при изготовлении продукции, хотя это и не влияет на окончательные параметры изделий, т.к. конструктора, инженеры и рабочие имеют достаточный опыт в изготовлении как гражданской так и оборонной продукции. Однако это не всегда осмысленно, т.к. это приводит к более дорогостоящей механической обработке.

2.2.1 Анализ документации действующего техпроцесса

При анализе была рассмотрена документация по детали «Ось»: чертеж детали, режущий инструмент, контрольное приспособление, станочное приспособление, технологические карты, маршрутная карта, операционные эскизы, и т.д. В действующем технологическом процессе маршрутные карты заполнены в полном объеме. В операционных картах не везде указаны режущие, мерительные, рабочие инструменты и приспособления. В карте эскиза изображены все проекции, сечения, разрезы которые дают полную информацию о всех обрабатываемых поверхностях и их размерах которые должны быть обработаны на данной операции. Простановка шероховатостей поверхностей соответствует старым стандартам, допуски на размеры проставлены с отклонениями от требований стандартов.

2.2.2 Анализ оборудования, режущего инструмента, оснастки

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

005 Запуск металла в производство.

010 Заготовительная.

015 Маркирование. Верстак.

020. Контрольная. Стол контрольный.

025 Фрезеная. Вертикально-фрезерный станок 6М12П.

030 Токарная. Токарно-винторезный 16К20.

035 Токарная. Токарно-винторезный 16К20.

040 Слесарная. Верстак.

045 Фрезерная. Вертикально-фрезерный станок 6М12П.

					15.03.05.2021.155.00.000 ПЗ КП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

- 050 Слесарная. Верстак.
- 055 Фрезерная. Вертикально-фрезерный станок 6М12П.
- 060 Слесарная. Верстак.
- 065 Шлифовальная. Кругло-шлифовальный станок 3Б1534.
- 070 Шлифовальная. Плоско-шлифовальный станок 3Г71.
- 075 Токарная. Токарно-винторезный 16К20.
- 080 Маркирование. Верстак.
- 085 Промывка. Ванна.
- 090 Контрольная. Стол контрольный.

Заводской техпроцесс содержит много операций с применением ручного труда и ручной оснастки. Станки применяются для обработки как чистовых, так и черновых операций, что при длительном использовании оборудования снижает жесткость системы СПИД, и станки не дают достаточной точности при чистовых операциях. Также используется множество различного оборудования, это приводит к возникновению относительно больших погрешностей установки и базирования.

Специальных контрольно-измерительных приспособлений не применяются, контрольный инструмент применяется универсальный. Метод контроля применяется пассивный, выборочный контроль деталей. Режущий и вспомогательный инструмент применяется стандартный универсальный, без различных способов повышения размерной износостойкости. Ручная зачистка заусенцев, во-первых, очень трудоемка, во-вторых, приводит к снижению качества обрабатываемых поверхностей из-за царапин, неровностей.

Делая общий вывод о действующем технологическом процессе, хочется подчеркнуть, что данный технологический процесс не удовлетворяет требованиям, предъявляемым к современному металлообрабатывающему производству и нуждается в серьезной реконструкции на основе применения современного автоматизированного оборудования с ЧПУ и другой вспомогательной оснастки, позволяющей исключить ручной труд, уменьшить трудоемкость обработки, увеличить точность и качество изготовления детали.

В заводском варианте применяется круглый прокат. Этот способ достаточно механизирован, широко распространён и способствует производственным возможностям современных машиностроительных предприятий.

Допускаемые погрешности для проката регламентируется ГОСТом 2590-2006. Точность размеров литья соответствует качеству IT14, шероховатость Rz80, а величина дефектного слоя 500 мкм [2]. Чертёж заготовки приведён на рисунке 2.1.

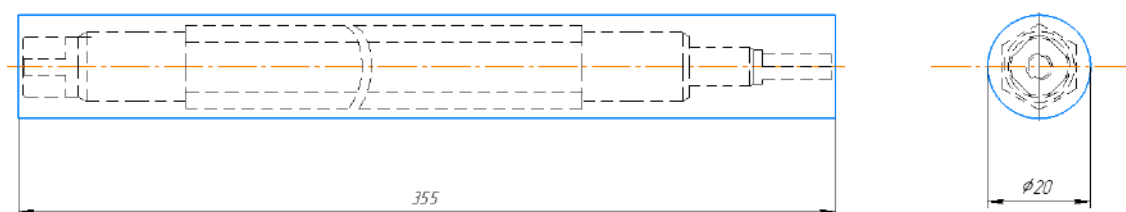


Рисунок 2.1 – Чертёж заготовки

					15.03.05.2021.155.00.000 ПЗ КП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

2.2.3 Выводы из анализа и предложения по разработке проектного техпроцесса

Действующий технологический процесс выполнен с использованием универсального оборудования, сложно обеспечивает необходимую точность. Используется морально устаревшее оборудование и режимы резания, а также приспособления с механическим креплением, в основном универсальный инструмент. Необходимо разработать новый технологический процесс с учетом несовершенств базового.

Поэтому предлагаем:

- провести анализ припусков в соответствии с ГОСТ 26645-85;
- заменить универсальное оборудование и агрегатные станки на обрабатывающий центр с ЧПУ, что рентабельно в условиях среднесерийного производства;
- использовать инструмент для станков с ЧПУ фирмы Tungoloy, что сократит время обработки и затраты на производство детали.

2.3 Разработка предлагаемого варианта технологического процесса изготовления детали

2.3.1 Выбор вида и метода получения заготовки

При выборе вида и метода изготовления заготовки учитывают конструкцию и материал детали, ее форму и размеры, тип производства и имеющееся оборудование [13].

От выбора заготовки, т. е. установления метода ее получения, формы, величины припусков, напусков и др., зависит масса заготовки и объем последующей механической обработки детали. Увеличение припусков на обработку ведет к возрастанию расхода металла и трудности обработки, повышает затраты на режущий инструмент, ремонт станков, электроэнергию и т. п. Вместе с тем, слишком малые припуски на обработку могут привести к браку «по черноте», т. е. к не выдерживанию требований чертежа детали по точности и шероховатости обработанных поверхностей. От правильности выбора вида и размеров заготовки зависит себестоимость изготовления детали.

Заготовками для изготовления детали могут служить:

- а) отливки чугунные, стальные, из цветных металлов и сплавов;
- б) поковки и штамповки;
- в) прокат (горячекатаный и холоднокатаный) металлов и сплавов;
- г) комбинированные заготовки (например: сварное литье).

Заготовка по форме должна быть максимально приближена к форме и размерам готовой детали.

В качестве заготовки, для детали «Ось», учитывая конструкцию детали, тип производства и прочие параметры предлагается использовать заготовку, имеющую размеры, приближенные к размерам детали.

					15.03.05.2021.155.00.000 ПЗ КП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

Исходя из условий работы детали в узле, учитывая свойство материала, в качестве заготовки выбирается шестигранный прокат. Так как тип производства среднесерийный, целесообразно и экономически эффективно применить такой вид заготовки, при котором ее форма и размеры будут максимально приближаться к форме и размерам детали [13].

В заводском варианте применяется круглый прокат. Поскольку данный метод получения заготовки менее технологичен, выбираем прокат шестигранный [1], который обеспечивает IT11, Ra10, величину дефектного слоя 200 мкм. Форма заготовки приведена на рисунке 2.2.

$\sqrt{Ra\ 10}$

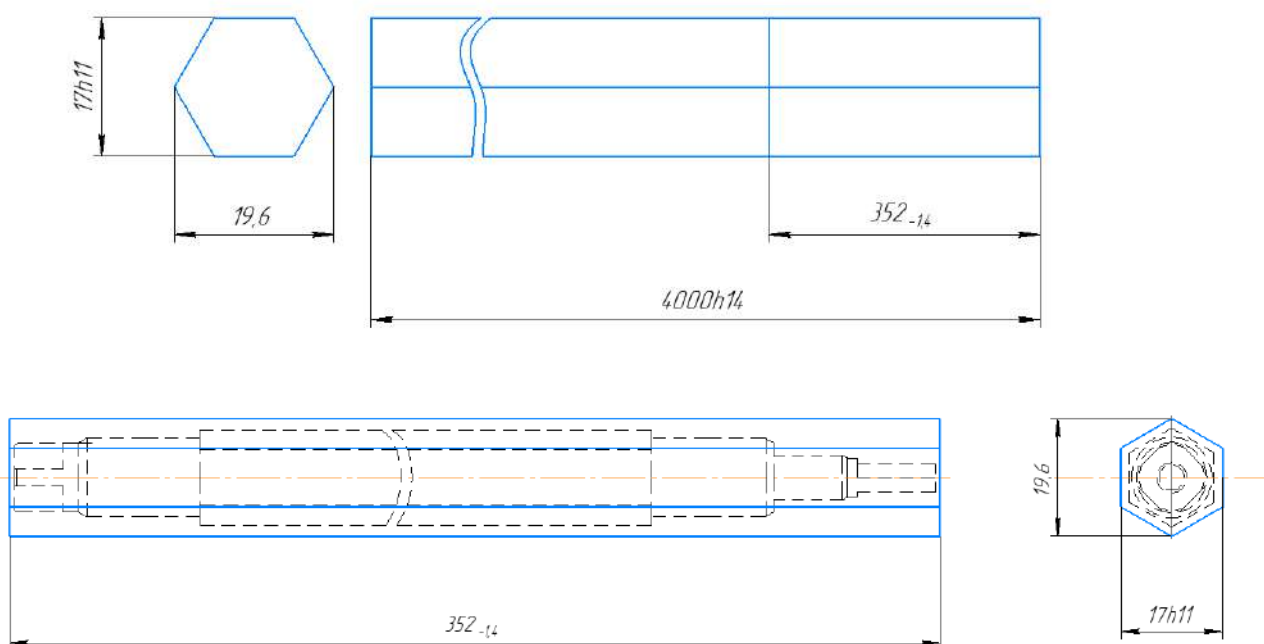


Рисунок 2.2 – Форма заготовки

2.3.2 Разработка последовательности обработки поверхностей детали

Ось базируется в корпусе с помощью втулок за два диаметра $\varnothing 16f9$ с двух сторон оси, диаметр $\varnothing 9f9$ и правый торец детали. Эти поверхности являются основными базовыми поверхностями.

Функциональные поверхности: резьбовое отверстие М6-7Н.

Остальные поверхности – вспомогательные [16].

Рекомендуется следующая последовательность обработки поверхностей.

Базируемся за шестигранник заготовки и за правый торец размера 352 и предварительно обрабатываем наружную поверхность в черновую $\varnothing 16,4$; $\varnothing 14,4$; 37,8 левый торец размера 350,5. Далее фрезеруем квадрат с размерами 10; 12u8 в черновую. Потом обрабатываем в чистовую эти же поверхности: $\varnothing 16f9$; $\varnothing 14h12$; 38; 13; R1; R0,2; 2 фаски $0,5 \times 45^\circ$; угол перехода 30° , а также фрезеруем квадрат в чистовую в размеры: 10; 12u8.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2021.155.00.000 ПЗ КП

Лист

20

Базируемся за шестигранник и за левый торец точим правый торец в размер 349. В следующем переходе точим предварительно поверхности: $\varnothing 16,4$; $\varnothing 8,4$; $\varnothing 9,4$; 256,2; 32,8; 18. Далее точим поверхности окончательно в размеры: 256h12; 33; 18; R1; R0,2max; угол перехода 30°; $\varnothing 14$; $\varnothing 8h12$; $\varnothing 9f9$. И фрезеруем поверхности в размеры: 16; 3,6; соблюдая угол 60°.

В следующей операции базируемся за шестигранник и за правый торец размера 349. Центруем деталь по оси с помощью центровочного сверла. Следующим переходом сверлится отверстие на левом торце в размер 15+1,5 под резьбу М6-7Н.

На следующем переходе нарезаем резьбу М6х7Н на длину 10+0,7.

Далее делаем фаску 1х45°.

2.3.3 Выбор способов обработки и количества переходов

Для всех поверхностей детали методы обработки и количество переходов выбираем по рекомендации [16].

1) Обработка линейного размера 349_{-0,23}; шероховатость правого торца Ra 6,3; шероховатость левого торца Ra 6,3:

1.1) Обработка правого торца:

а) черновое точение IT 14, Ra 10;

б) чистовое точение IT 10, Ra 6,3;

1.2) Обработка левого торца:

а) черновое точение IT 14, Ra 10;

б) чистовое точение IT 10, Ra 6,3;

2) Обработка линейных размеров 10h14, 12u8; шероховатость правого торца Ra 6,3; шероховатость левого торца Ra 6,3:

2.1) Обработка правого торца:

а) черновое точение IT 14, Ra 10;

б) чистовое точение IT 10, Ra 6,3;

2.2) Обработка левого торца см. пункт 1.2.

2.3) Фрезерование 4-х граней концевой фрезой:

а) черновое фрезерование IT 14, Ra 10;

б) получистовое фрезерования IT 11, Ra 3,2

б) чистовое фрезерование IT 8, Ra 1,6.

3) Обработка линейного размера 13h11; шероховатость правого торца Ra 6,3; шероховатость левого торца Ra 6,3:

3.1) Обработка правого торца:

а) черновое точение IT 14, Ra 10;

б) чистовое точение IT 11, Ra 6,3;

3.2) Обработка левого торца см. пункт 1.2.

4) Обработка линейного размера 38h11; шероховатость правого торца Ra 6,3; шероховатость левого торца Ra 6,3:

					15.03.05.2021.155.00.000 ПЗ КП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

- 4.1) Обработка правого торца:
- а) черновое точение IT 14, Ra 10;
 - б) чистовое точение IT 11, Ra 6,3;
- 4.2) Обработка левого торца см. пункт 1.2.
- 5) Обработка линейного размера 256h12; шероховатость правого торца Ra 6,3; шероховатость левого торца Ra 6,3:
- 5.1) Обработка правого торца:
- а) черновое точение IT 14, Ra 10;
 - б) чистовое точение IT 12, Ra 6,3;
- 5.2) Обработка левого торца:
- а) черновое точение IT 14, Ra 10;
 - б) чистовое точение IT 12, Ra 6,3;
 - б) Обработка линейного размера 33h11; шероховатость правого торца Ra 6,3; шероховатость левого торца Ra 6,3:
- 6.1) Обработка правого торца см. пункт 1.1.
- 6.2) Обработка левого торца:
- а) черновое точение IT 14, Ra 10;
 - б) чистовое точение IT 11, Ra 6,3.
- 7) Обработка линейного размера 18h14; шероховатость правого торца Ra 6,3; шероховатость левого торца Ra 6,3:
- 7.1) Обработка правого торца см. пункт 1.1.
- 7.2) Обработка левого торца:
- а) черновое точение IT 14, Ra 10;
 - б) чистовое точение IT 12, Ra 6,3.
- 8) Обработка линейных размеров 16h10, 3,6 , 60□; шероховатость правого торца Ra 6,3; шероховатость левого торца Ra 6,3:
- 8.1) Обработка правого торца см. пункт 1.1.
- 8.2) Обработка левого торца:
- а) черновое точение IT 14, Ra 10;
 - б) чистовое точение IT 10, Ra 6,3.
- 8.3) Фрезерование концевой фрезой, выдерживая размеры 3,6 , 60□.
- а) черновое фрезерование IT 14, Ra 10;
 - б) получистовое фрезерования IT 12, Ra 6,3
 - в) чистовое фрезерование IT 10, Ra 3,2.
- 9) Обработка наружной поверхности Ø14h12, Ra 6,3:
- а) черновое точение IT 14, Ra 10;
 - б) чистовое точение IT 12, Ra 6,3.
- 10) Обработка наружной поверхности Ø16f9, Ra 1,6:
- а) черновое точение IT 14, Ra 10;
 - б) получистовое точение IT 12, Ra 6,3;
 - в) чистовое точение IT 9, Ra 1,6.
- 11) Обработка наружной поверхности Ø14h14, Ra 6,3:
- а) черновое точение IT 14, Ra 10;
 - б) чистовое точение IT 12, Ra 6,3;

					15.03.05.2021.155.00.000 ПЗ КП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

- 12) Обработка наружной поверхности $\varnothing 8h12$, Ra 6,3:
 а) черновое точение IT 14, Ra 10;
 б) чистовое точение IT 12, Ra 6,3;
- 13) Обработка наружной поверхности $\varnothing 9f9$, Ra 1,6:
 а) черновое точение IT 14, Ra 10;
 б) получистовое точение IT 12, Ra 6,3;
 в) чистовое точение IT 9, Ra 1,6.
- 14) Обработка наружных размеров 30° ; $0,5 \times 45$, R1, R0,2max, Ra 1,6:
 а) чистовое точение IT 14, Ra 1,6;
- 15) Обработка отверстия в размеры $\varnothing 5,2H12$, $15+1,5$, M6-7H, Ra 6,3:
 а) сверление IT12, Ra 6,3;
 б) нарезание резьбы метчиком.
- 16) Снятие фаски зенковкой $1 \times 45^\square$, Ra 6,3
 а) зенкерование IT14, Ra 6,3

2.3.4 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 [2,4,14].

Операция 000 Заготовительная. Прокат калиброванный шестигранный ГОСТ 8560-78.

Операция 005 Токарная с ЧПУ. Обработывающий центр Okuma Multus V300W.

Установ 1 (главный шпиндель):

- Черновое точение левого торца размера $349_{-0,23}$, Ra 10;
 Обтачивание черновое размера $\varnothing 14h12$, Ra 10;
 Обтачивание черновое размера $\varnothing 16f9$, Ra 10;
 Черновое точение правого торца размера $13h11$, Ra 10;
 Черновое точение правого торца размера $38h11$, Ra 10;
 Черновое точение левого торца размера $256h12$, Ra 10;
 Черновое фрезерования размеров $10h14$, $12u8$, Ra 10;
 Чистовое точение левого торца размера $349_{-0,23}$, Ra 6,3;
 Обтачивание чистовое размеров $\varnothing 14h12$, $0,5 \times 45^\circ$, Ra 6,3;
 Обтачивание получистовое размера $\varnothing 16f9$, Ra 6,3;
 Обтачивание чистовое размеров $\varnothing 16f9$, R1, 30° , Ra 1,6;
 Чистовое точение правого торца размера $13h11$, Ra 6,3;
 Чистовое точение правого торца размера $38h11$, Ra 6,3;
 Чистовое точение левого торца размера $256h12$, Ra 6,3;
 Получистовое фрезерования размеров $10h14$, $12u8$, Ra 3,2;
 Чистовое фрезерование размеров $10h14$, $12u8$, Ra 1,6.

					15.03.05.2021.155.00.000 ПЗ КП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

Установ 2 (контршпindelь):

Черновое точение правого торца размера $[(349)]_{-(-0,23)}$, Ra 10;

Обтачивание черновое размера $\varnothing 8h12$, Ra 10;

Обтачивание черновое размера $\varnothing 9f9$, Ra 10;

Обтачивание черновое размера $\varnothing 14h14$, Ra 10;

Обтачивание черновое размера $\varnothing 16f9$, Ra 10;

Черновое точение левого торца размера 18h14, Ra 10;

Черновое точение левого торца размера 33h11, Ra 10;

Черновое точение правого торца размера 256h12, Ra 10;

Черновое фрезерования размеров 16h10, 3,6, Ra 10;

Чистовое точение правого торца размера $[(349)]_{-(-0,23)}$, Ra 6,3;

Обтачивание чистовое размера $\varnothing 8h12$, Ra 6,3;

Обтачивание получистовое размера $\varnothing 9f9$, Ra 6,3;

Обтачивание чистовое размеров $\varnothing 9f9$, 30°, R1, Ra 1,6;

Обтачивание чистовое размера $\varnothing 14h14$, Ra 6,3;

Обтачивание получистовое размера $\varnothing 16f9$, Ra 6,3;

Обтачивание чистовое размеров $\varnothing 16f9$, R0,2max, Ra 1,6;

Чистовое точение левого торца размера 18h14, Ra 6,3;

Чистовое точение левого торца размера 33h11, Ra 6,3;

Чистовое точение правого торца размера 256h12, Ra 6,3;

Получистовое фрезерования размеров 16h10, 3,6, Ra 6,3;

Чистовое фрезерования размеров 16h10, 3,6, Ra 3,2;

Операция 010 Сверлильная. Станок вертикально-сверлильный 2Л125.

Центрование детали по оси с помощью центровочного сверла

Сверление отверстия $\varnothing 5,2H12$ на длину 15+1,5, Ra 6,3;

Зенкерование фаски 1x45°, Ra 6,3;

нарезание резьбы метчиком М6-7Н, Ra 6,3.

Операция 015 Моечная.

Операция 020 Контрольная.

2.3.5 Выбор оборудования для реализации техпроцесса

Для токарной и фрезерной обработки будем использовать горизонтально-обрабатывающий центр Okuma Multus B300W, который представлен на рисунке 2.3. Концерн OKUMA – крупнейший мировой производитель металлорежущего оборудования.

В настоящее время OKUMA производит свыше 200 моделей и модификаций высокоточного и высокопроизводительного универсального оборудования:

- Вертикальные и горизонтальные токарные центры;
- Многофункциональные обрабатывающие центры;
- Вертикальные и горизонтальные обрабатывающие центры;
- Обрабатывающие центры портального типа;
- Круглошлифовальные и внутришлифовальные станки;

					15.03.05.2021.155.00.000 ПЗ КП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

Многофункциональные горизонтальные обрабатывающие центры MULTUS сочетают в себе преимущества токарных и фрезерно-сверлильных станков с ЧПУ. Оборудование данной серии обеспечивает возможность комплексной обработки детали, что сокращает количество необходимого оборудования и оснастки, а также снижает трудоемкость изготовления деталей. Обрабатывающие центры MULTUS сочетают в себе высокую гибкость и производительность. Наличие противопинделя позволяет производить обработку инструментами (как токарными, так и вращающимися) в любом из двух шпинделей станка или с перехватом детали.

Преимущества Multus B:

- Значительное сокращение совокупных затрат
- Компактность
- Полный цикл обработки на одном обрабатывающем центре.

Всё это позволяет сократить оперативное время, расходы и количество необходимых опций.



Рисунок 2.3 – Многофункциональный обрабатывающий центр Okuma Multus B300W II

Технические характеристики данного станка представлены в таблице 2.1, а габаритные размеры в таблице 2.2.

Таблица 2.1 – Технические характеристики ОЦ Okuma Multus B300W II

Техническая характеристика	Величина
1	2
Макс. диаметр обработки, мм	710
Ход, мм Ось X	690
Ось Z	1545-2045
Ось Y	230
Ось B	225
Ось C	360
Ось W	1550-2050
Частота вращения главного шпинделя, об/мин	3800
Частота вращения противоположного шпинделя, об/мин	3800
Двигатель главного шпинделя, кВт	30/22

Окончание таблицы 2.1

Двигатель противоположного шпинделя, кВт	22/15
Хвостовик инструмента	HSK A63
Инструментальный магазин	20
ЧПУ	OKUMA OSP-P300S

Таблица 2.2 – Габаритные размеры ОЦ Okuma Multus B300W II

Название габаритного размера	Размер
Высота, мм	2582
Занимаемая площадь, мм	3385 (3925)*2210
Вес, кг	7000-8000

Для операции сверления будем использовать вертикально-сверлильный станок 2Л125. Он предназначен для сверления, нарезания резьбы, проточки, цекования и перфорирования деталей среднего и малого размера.

Данное сверлильное оборудование обладает жесткой надежной конструкцией, что дает возможность обрабатывать отверстия в деталях с хорошей точностью и высокими параметрами шероховатости инструментами из быстрорежущих сталей и твердых сплавов.

Реверсирование электродвигателя главного движения и применение дополнительной оснастки позволяет осуществлять на станках нарезание различных резьб машинными метчиками.

Технические характеристики представлены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Технические характеристики станка 2Л125

Наименование параметров	Значение
Максимальный диаметр сверления в стали, мм	32
Максимальный диаметр нарезаемой резьбы, мм	M22
Максимальный ход шпинделя, мм	155
Расстояние от оси шпинделя до колонны, мм	320
Максимальное расстояние от торца шпинделя до стола, мм	625
Расстояние от торца шпинделя до поверхности основания, мм	1180
Максимальный ход стола, мм	560
Угол поворота рабочего стола	±45
Конус шпинделя	MТ4
Число оборотных ступеней шпинделя	12

Окончание таблицы 2.3

Диапазон оборотов шпинделя, об/мин	125 - 3030
Число автоматических подач	3
Диапазон автоматических подач, мм/об	0,1 / 0,2 / 0,3
Габариты рабочего стола, мм	500x420
Размеры рабочей поверхности основания, мм	370x360
Максимальный диаметр фрезерования	-
Мощность главного двигателя, кВт	1/1,2
Габаритные размеры станка (LxВxH), мм	850x500x2220
Масса станка, кг	510

2.3.6 Размерный анализ проектного техпроцесса

На основе сформированных операций составляем таблицу технологического маршрута изготовления детали [6] (таблица 2.4).

Таблица 2.4 – Технологический маршрут изготовления детали

№	Эскиз	Допуски и тех. требования
00		$TA^0 = 1,4$ $T2Ц^0 = 0,11$ $\perp 11^0, \perp 23^0 = 0,89$ $\perp 1^0, \perp 23^0 = 0,89$ $\oslash 12^0, 23^0 = 0,3$
05_1 (1)		$TA^{5(1)1} = TA^{5(1)1}_{Т+}$ $\Delta 11^0 = 0,23 + 0,89 = 1,1$ 2 $T2K^{5(1)1} = 0,43$ $T2Л^{5(1)1} = 0,43$ $T2Г^{5(1)1} = 0,43$ $TБ^{5(1)1} = TБ^{5}_{табл} = 0,62$ $TИ^{5(1)1} = TИ^{5(1)1}_{табл} = 0,43$ $TР^{5(1)1} = TР^{5(1)1}_{табл} = 0,36$ $\oslash 12^0, 13^{05(1)1} = 0,3$ $\oslash 12^0, 14^{05(1)1} = 0,3$

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

15.03.05.2021.155.00.000 ПЗ КП

Продолжение таблицы 2.4

05_2 (1)		$T2K^{5(1)2} = 0,18$ $TБ^{5(1)2} = TБ_{табл}^{5(1)} = 0,25$ $\perp 11^0, \perp 12^0 = 0,2$ $\textcircled{1} 12^0, 13^{05(1)2} = 0,2$
----------	--	---

05_3 (1)		$TА^{5(1)3} = TА^{5(1)3}_{\tau+}$ $\Delta 11^0 = 0,13 + 0,2 = 0,33$ $T2K^{5(1)3} = 0,043$ $T2Л^{5(1)3} = 0,18$ $T2Т^{5(1)3} = 0,027$ $TБ^{5(1)3} = TБ_{табл}^5 = 0,16$ $TИ^{5(1)3} = TИ_{табл}^{5(1)3} = 0,11$ $TР^{(1)5} = TР_{табл}^{5(1)3} = 0,36$ $\perp 1^{05(1)3}, \perp 12^0 = 0,89$ $\textcircled{1} 12^0, 13^{05(1)3} = 0,02$ $\textcircled{1} 12^0, 14^{05(1)3} = 0,02$ $\textcircled{1} 12^0, 17^{05(1)3} = 0,02$
----------	--	---

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

Продолжение таблицы 2.4

<p>05_1 (2)</p>	<p>Б(2:1)</p>	<p> $TA^{5(1)1} = TA^{5(1)1}_{T+}$ $\Delta 11^0 = 0,23 + 0,89 = 1,1$ $T2Y^{5(2)1} = 0,43$ $T2\Phi^{5(2)1} = 0,43$ $T2H^{5(2)1} = 0,36$ $T2O^{5(2)1} = 0,36$ $TC^{5(2)1} = 0,25$ $TD^{5(2)1} = TD^{5(2)1}_{\text{табл}} = 1,4$ $TE^{5(2)1} = TE^{5(2)1}_{\text{табл}} = 0,62$ $TЖ^{5(2)1} = TЖ^{5(2)1}_{\text{табл}} = 0,43$ $TЗ^{5(2)1} = TЗ^{5(2)1}_{\text{табл}} = 0,43$ $\textcircled{12}^0, 15^{05(2)1} = 0,3$ $\textcircled{12}^0, 16^{05(2)1} = 0,3$ $\textcircled{12}^0, 18^{05(2)1} = 0,3$ $\textcircled{12}^0, 19^{05(2)1} = 0,3$ $\textcircled{12}^0, 20^{05(2)1} = 0,3$ </p>
-----------------	---------------	--

<p>05_2 (2)</p>		<p> $T2Y^{5(2)2} = 0,18$ $TD^{5(2)2} = TD^{5(2)2}_{\text{табл}} = 0,89$ $\perp 1^{05(1)}, \perp 12^0 = 0,2$ $\textcircled{12}^0, 15^{05(2)2} = 0,2$ </p>
-----------------	--	---

Окончание таблицы 2.4

<p>05_3 (2)</p>		$TA^{5(2)3} = TA^{5(2)3}_{\tau} + \Delta 1^0 =$ $= 0,13 + 0,2 = 0,33$ $T2Y^{5(2)3} = 0,043$ $T2\Phi^{5(2)3} = 0,43$ $T2H^{5(2)3} = 0,036$ $T2O^{5(2)3} = 0,15$ $TD^{5(2)3} = TD^{5(2)}_{\text{табл}} =$ $= 0,57$ $TE^{5(2)3} = TE^{5(2)}_{\text{табл}} =$ $= 0,16$ $TЖ^{5(2)3} = TЖ^{5(2)}_{\text{табл}} =$ $= 0,07$ $TC^{5(2)3} = 0,14$ $T3^{5(2)3} = T3^{5(2)3}_{\text{табл}} =$ $= 0,07$ $\pm 11^{05(1)}, \pm 12^0 = 0,1$ $\odot 12^0, 15^{05(2)3} = 0,01$ $\odot 12^0, 16^{05(2)3} = 0,01$ $\odot 12^0, 18^{05(2)3} = 0,01$ $\odot 12^0, 19^{05(2)3} = 0,01$ $\odot 12^0, 20^{05(2)3} = 0,01$
<p>10</p>		$T\Pi^{10} = T\Pi^{10}_{\tau} +$ $\Delta 11^{005(2)} =$ $= 0,29 + 0,1 = 0,39$ $T\mathcal{B}^{10} = T\mathcal{B}^{10}_{\tau} +$ $\Delta 11^{005(2)} =$ $= 0,29 + 0,1 = 0,39$ $T2\mathcal{C}^{10} = 0,012$ $T2M^{10} = 0,012$ $\odot 12^0, 21^{10} = 0,1$ $\odot 12^0, 22^{10} = 0,1$

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

15.03.05.2021.155.00.000 ПЗ КП

На основании таблицы 2.4 оформляем размерные схемы и составляем уравнения технологических размерных цепей

Размерная схема первой проекции представлена на рисунке 2.4.

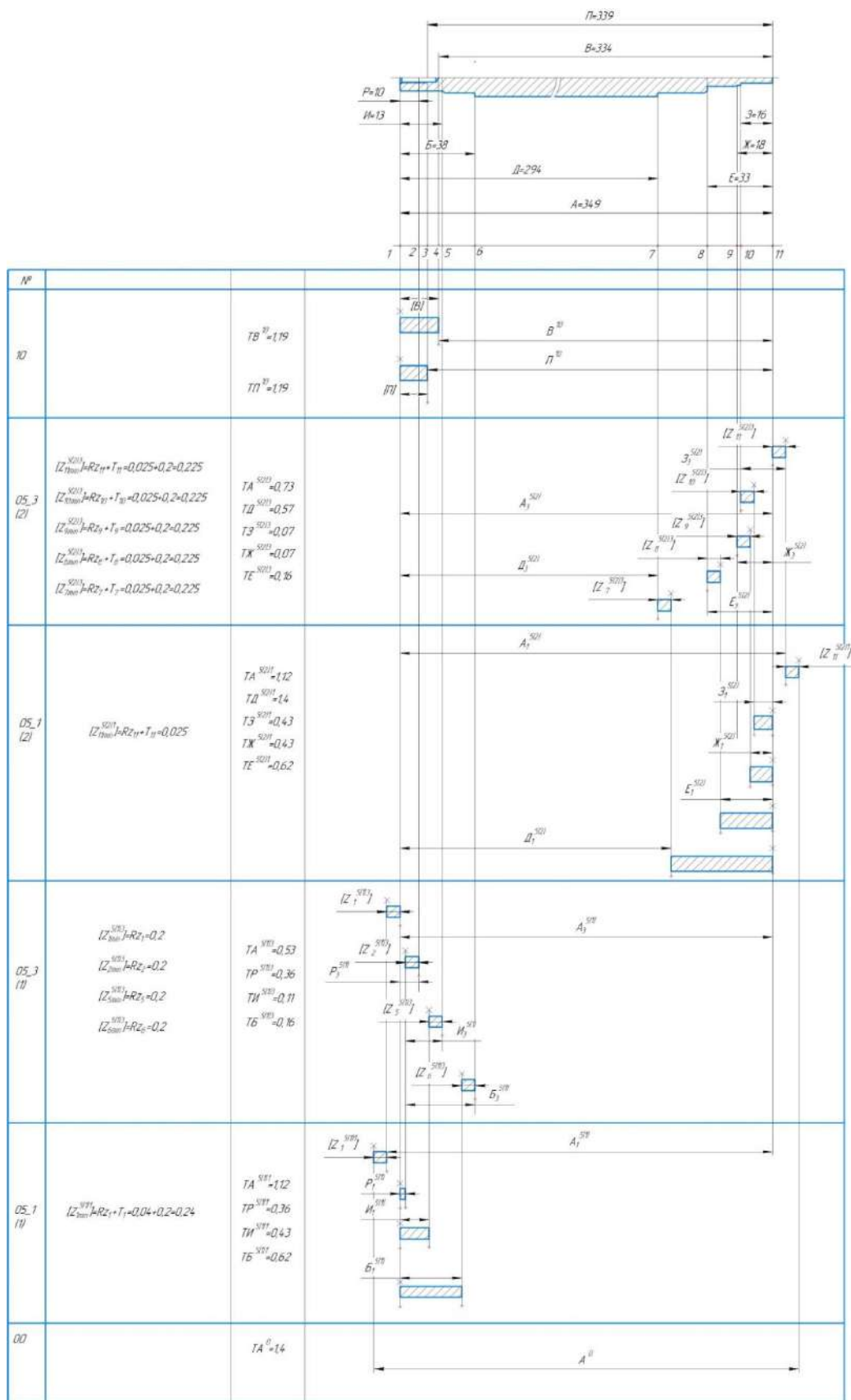


Рисунок 2.4 – Размерная схема первой проекции

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

Уравнения размерных цепей по размерной схеме первой проекции

$$[Z_{11}^{5(2)3}] = A_1^{5(2)} - A_3^{5(2)}$$

$$[Z_{10}^{5(2)3}] = Z_3^{5(2)} - Z_1^{5(2)}$$

$$[Z_9^{5(2)3}] = Ж_3^{5(2)} - Ж_1^{5(2)}$$

$$[Z_8^{5(2)3}] = E_3^{5(2)} - E_1^{5(2)}$$

$$[Z_7^{5(2)3}] = D_1^{5(2)} - D_3^{5(2)}$$

$$[Z_{11}^{5(2)1}] = A^0 - A_1^{5(2)}$$

$$[Z_1^{5(1)3}] = A_1^{5(1)} - A_3^{5(1)}$$

$$[Z_2^{5(1)3}] = P_3^{5(1)} - P_1^{5(1)}$$

$$[Z_5^{5(1)3}] = И_3^{5(1)} - И_1^{5(1)}$$

$$[Z_6^{5(1)3}] = Б_3^{5(1)} - Б_1^{5(1)}$$

$$[Z_1^{5(1)1}] = A^0 - A_1^{5(1)}$$

$$[B] = A_3^{5(2)} - B^{10}$$

$$[\Pi] = A_3^{5(2)} - \Pi^{10}$$

Размерная схема второй проекции представлена на рисунке 2.5.

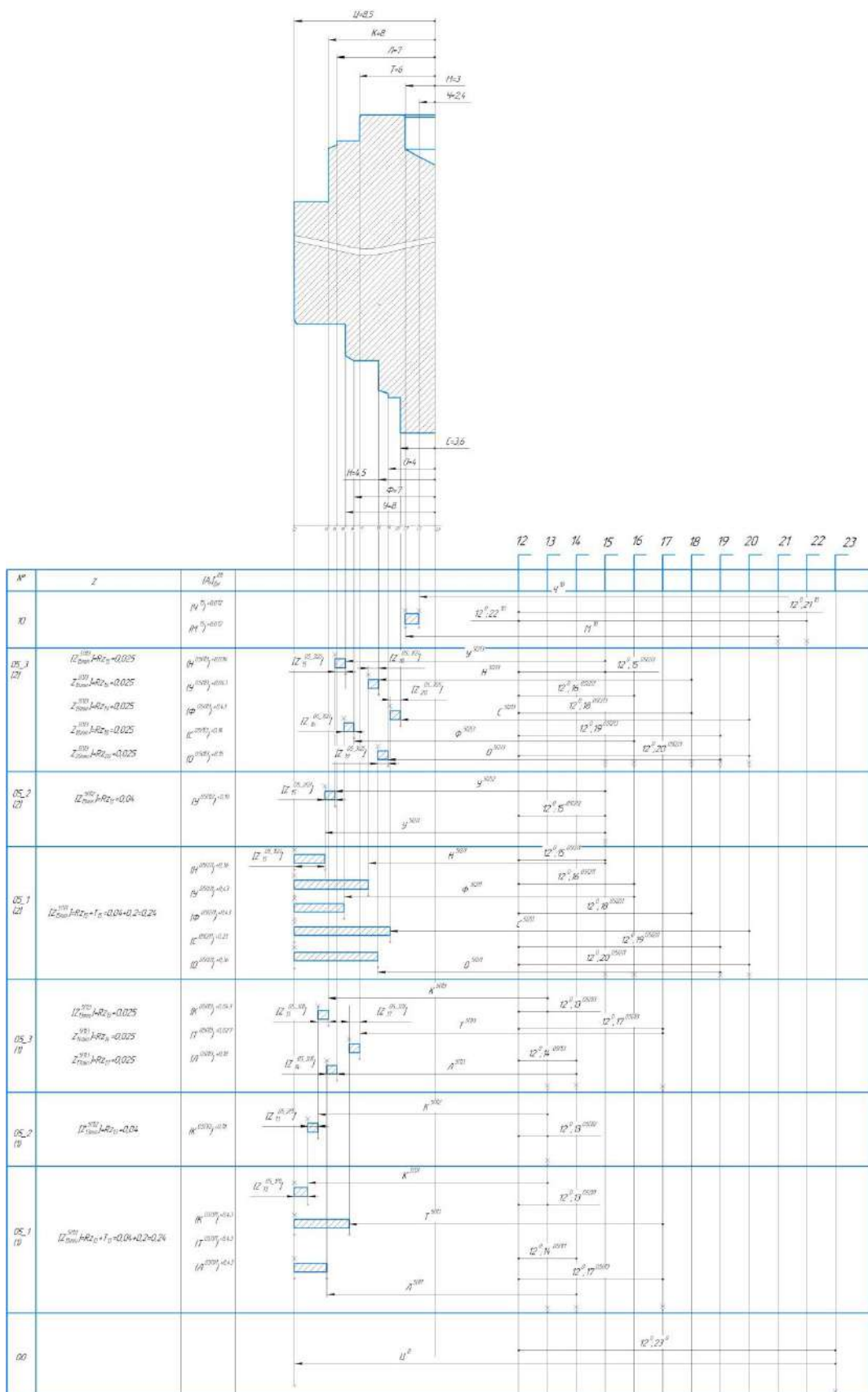


Рисунок 2.5 – Размерная схема второй проекции

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

15.03.05.2021.155.00.000 ПЗ КП

Лист

33

Уравнения размерных цепей по размерной схеме второй проекции

$$\left[Z_{15}^{05_3(2)} \right] = y^{5(2)2} - y^{5(2)3} - 12^0, 15^{05(2)3} - 12^0, 15^{05(2)2}$$

$$\left[Z_{18}^{05_3(2)} \right] = H^{5(2)2} - H^{5(2)3} - 12^0, 18^{05(2)3} - 12^0, 18^{05(2)2}$$

$$\left[Z_{16}^{05_3(2)} \right] = \Phi^{5(2)2} - \Phi^{5(2)3} - 12^0, 16^{05(2)3} - 12^0, 16^{05(2)2}$$

$$\left[Z_{20}^{05_3(2)} \right] = C^{5(2)2} - C^{5(2)3} - 12^0, 20^{05(2)3} - 12^0, 20^{05(2)2}$$

$$\left[Z_{19}^{05_3(2)} \right] = O^{5(2)2} - O^{5(2)3} - 12^0, 19^{05(2)3} - 12^0, 19^{05(2)2}$$

$$\left[Z_{15}^{05_2(2)} \right] = y^{5(2)1} - y^{5(2)2} - 12^0, 15^{05(2)2} - 12^0, 15^{05(2)1}$$

$$\left[Z_{15}^{05_1(2)} \right] = Ц^0 - y^{5(2)1} - 12^0, 15^{05(2)2} - 12^0, 23^0$$

$$\left[Z_{13}^{05_3(1)} \right] = K^{5(1)2} - K^{5(1)3} - 12^0, 13^{05(1)3} - 12^0, 13^{05(1)2}$$

$$\left[Z_{17}^{05_3(1)} \right] = T^{5(1)1} - T^{5(1)3} - 12^0, 17^{05(1)3} - 12^0, 17^{05(1)2}$$

$$\left[Z_{14}^{05_3(1)} \right] = Л^{5(1)1} - Л^{5(1)3} - 12^0, 14^{05(1)3} - 12^0, 14^{05(1)2}$$

$$\left[Z_{13}^{05_2(1)} \right] = K^{5(1)1} - K^{5(1)2} - 12^0, 13^{05(1)2} - 12^0, 13^{05(1)1}$$

$$\left[Z_{13}^{05_1(1)} \right] = K^0 - K^{5(1)1} - 12^0, 13^{05(1)1} - 12^0, 23^0$$

Размерная схема пространственных отклонений представлена на рисунке 2.6.

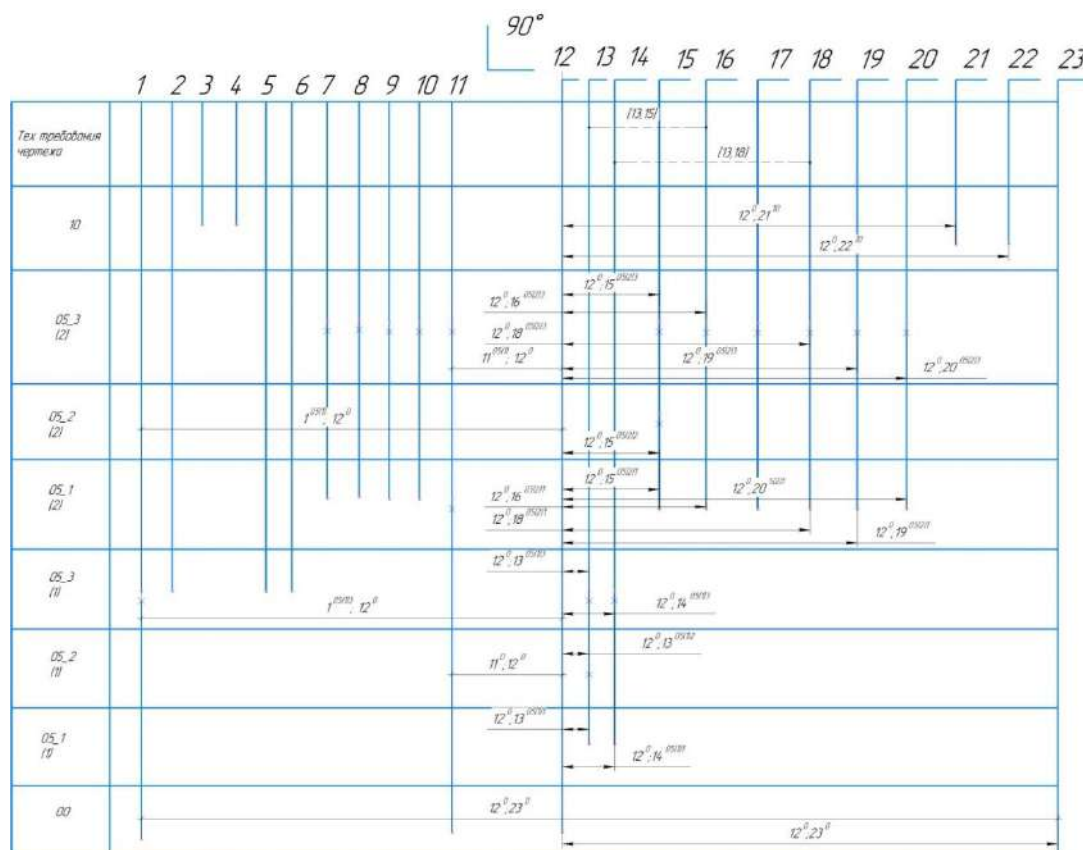


Рисунок 2.6 – Размерная схема пространственных отклонений

Уравнения размерных цепей по размерной схеме пространственных отклонений:

$$[13,15] = 12^0; 16^{05(2)3} + 12^0; 13^{05(1)3}$$

$$[13,18] = 12^0; 18^{05(2)3} + 12^0; 14^{05(1)3}$$

Выполним проверку точности разработанного технологического процесса

1) Размерная схема первой проекции:

$$[B] = A_3^{5(2)} - B^{10}$$

Проверку выполняем по допуску замыкающего звена [6].

$$1. \quad TB \geq TA_3^{5(2)} + TB^{10}$$

$$1,5 = 0,33 + 0,39$$

$1,5 > 0,72$ –обеспечивается

$$[\Pi] = A_3^{5(2)} - \Pi^{10}$$

Проверку выполняем по допуску замыкающего звена [6].

$$2. \quad T\Pi \geq TA_3^{5(2)} + T\Pi^{10}$$

$$0,7 = 0,33 + 0,39$$

$0,7 < 0,72$ –обеспечивается

Так как разница не существенная.

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

Ответ: $Z_{11\max}^{5(2)3} = 0,132$

Остальные уравнения решаются аналогично. Результаты расчета приведены в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Результаты расчёта уравнений по размерной схеме первой проекции

Уравнение размерной цепи	Исходные данные	Результат расчёта (A_i, Z_{\max})
$[Z_{10}^{5(2)3}] = Z_3^{5(2)} - Z_1^{5(2)}$	$Z_{10\min}^{5(2)3} = 0,225 ;$ $Z_3^{5(2)} = 16_{-0,07};$ $\Delta_H Z_1^{5(2)} = -0,43$	$Z_{10\max}^{5(2)3} = 0,341$
$[Z_9^{5(2)3}] = Z_3^{5(2)} - Z_1^{5(2)}$	$Z_{9\min}^{5(2)3} = 0,225 ;$ $Z_3^{5(2)} = 18_{-0,43};$ $\Delta_H Z_1^{5(2)} = -0,43$	$Z_{9\max}^{5(2)3} = 0,428$
$[Z_8^{5(2)3}] = E_3^{5(2)} - E_1^{5(2)}$	$Z_{8\min}^{5(2)3} = 0,225 ;$ $E_3^{5(2)} = 33_{-0,16};$ $\Delta_H E_1^{5(2)} = -0,16$	$Z_{8\max}^{5(2)3} = 0,455$
$[Z_7^{5(2)3}] = D_1^{5(2)} - D_3^{5(2)}$	$Z_{7\min}^{5(2)3} = 0,225 ;$ $D_3^{5(2)} = 294_{-1,3};$ $\Delta_H D_1^{5(2)} = -0,57$	$Z_{7\max}^{5(2)3} = 0,831$
$[Z_{11}^{5(2)1}] = A^0 - A_1^{5(2)}$	$Z_{11\min}^{5(2)1} = 0,225 ;$ $A^0 = 352_{-1,4}$ $A_{1(\text{НОМ})}^{5(2)} =$ $350,345_{-1,12}$	$Z_{11\max}^{5(2)1} = 1,372$
$[Z_1^{5(1)3}] = A_1^{5(1)} - A_3^{5(1)}$	$Z_{1\min}^{5(1)3} = 0,2 ;$ $A_3^{5(1)} = 349_{-0,23};$ $\Delta_H A_1^{5(2)} = -0,53$	$Z_{1\max}^{5(1)3} = 0,132$
$[Z_2^{5(1)3}] = P_3^{5(1)} - P_1^{5(1)}$	$Z_{2\min}^{5(1)3} = 0,2 ;$ $P_3^{5(1)} = 10_{-0,36};$ $\Delta_H P_3^{5(1)} = -0,36$	$Z_{2\max}^{5(1)3} = 0,385$

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

15.03.05.2021.155.00.000 ПЗ КП

Лист

37

Окончание таблицы 2.5

$[Z_5^{5(1)3}] = И_3^{5(1)} - И_1^{5(1)}$	$Z_{5min}^{5(1)3} = 0,2 ;$ $И_3^{5(1)} = 13_{-0,11};$ $\Delta_H И_3^{5(1)} = -0,11$	$Z_{5max}^{5(1)3} = 0,322$
$[Z_6^{5(1)3}] = Б_3^{5(1)} - Б_1^{5(1)}$	$Z_{6min}^{5(1)3} = 0,2 ;$ $Б_3^{5(1)} = 13_{-0,16};$ $\Delta_H Б_3^{5(1)} = -0,16$	$Z_{6max}^{5(1)3} = 0,473$
$[Z_1^{5(1)1}] = A^0 - A_1^{5(1)}$	$Z_{1min}^{5(1)1} = 0,2 ;$ $A^0 = 352_{-1,4}$ $A_{1(НОМ)}^{5(1)} =$ $350,345_{-1,12}$	$Z_{6max}^{5(1)1} = 1,372$
$[B] = A_3^{5(2)} - B^{10}$	$B^{10} = 334^{+0,89}$ $A_3^{5(2)} = 349_{-0,23}$	$B = 15^{+1,5}$
$[П] = A_3^{5(2)} - П^{10}$	$П^{10} = 339^{+0,89}$ $A_3^{5(2)} = 349_{-0,23}$	$П = 10^{+0,7}$

Решение уравнений размерных цепей по размерной схеме второй проекции

Уравнения по размерной схеме второй проекции

$$[Z_{15}^{05.3(2)}] = y^{5(2)2} - y^{5(2)3} - 12^0, 15^{05(2)3} - 12^0, 15^{05(2)2}$$

$$[Z_{18}^{05.3(2)}] = H^{5(2)2} - H^{5(2)3} - 12^0, 18^{05(2)3} - 12^0, 18^{05(2)2}$$

$$[Z_{16}^{05.3(2)}] = \Phi^{5(2)2} - \phi^{5(2)3} - 12^0, 16^{05(2)3} - 12^0, 16^{05(2)2}$$

$$[Z_{20}^{05.3(2)}] = C^{5(2)2} - C^{5(2)3} - 12^0, 20^{05(2)3} - 12^0, 20^{05(2)2}$$

$$[Z_{19}^{05.3(2)}] = O^{5(2)2} - O^{5(2)3} - 12^0, 19^{05(2)3} - 12^0, 19^{05(2)2}$$

$$[Z_{15}^{05.2(2)}] = y^{5(2)1} - y^{5(2)2} - 12^0, 15^{05(2)2} - 12^0, 15^{05(2)1}$$

$$[Z_{15}^{05.1(2)}] = Ц^0 - y^{5(2)1} - 12^0, 15^{05(2)2} - 12^0, 23^0$$

$$[Z_{13}^{05.3(1)}] = K^{5(1)2} - K^{5(1)3} - 12^0, 13^{05(1)3} - 12^0, 13^{05(2)2}$$

$$[Z_{17}^{05.3(1)}] = T^{5(1)1} - T^{5(1)3} - 12^0, 17^{05(1)3} - 12^0, 17^{05(1)2}$$

$$[Z_{14}^{05.3(1)}] = Л^{5(1)1} - Л^{5(1)3} - 12^0, 14^{05(1)3} - 12^0, 14^{05(1)2}$$

$$[Z_{13}^{05.2(1)}] = K^{5(1)1} - K^{5(1)2} - 12^0, 13^{05(1)2} - 12^0, 13^{05(1)1}$$

$$[Z_{13}^{05.1(1)}] = K^0 - K^{5(1)1} - 12^0, 13^{05(1)1} - 12^0, 23^0$$

Решение начинается с уравнения с одним неизвестным.

$$\left[Z_{15}^{05(2)3} \right] = y^{5(2)2} - y^{5(2)3} - 12^0, 15^{05(2)3} - 12^0, 15^{05(2)2}$$

Исходные данные:

$$Z_{15\min}^{05(2)3} = 0,025; y^{5(2)3} = 16_{-0,043}; 12^0, 15^{05(2)3} = 0 \pm 0,01; 12^0, 15^{05(2)2} = 0 \pm 0,2; (y^{5(2)2})^{+0,18}$$

Решение:

$$Z_{15\min}^{05(2)3} = y_{\min}^{5(2)2} - 12^0, 15^{05(2)3}(\max) - 12^0, 15^{05(2)2}(\max) - y_{\max}^{5(2)3}$$

$$y_{\min}^{5(2)2} = Z_{15\min}^{05(2)3} + 12^0, 15^{05(2)3}(\max) + 12^0, 15^{05(2)2}(\max) + y_{\max}^{5(2)3}$$

$$y_{\min}^{5(2)2} = 0,025 + 0,01 + 0,2 + 16 = 16,235$$

$$y_{\text{НОМ}}^{5(2)2} = 16,235^{+0,18}$$

$$Z_{15\max}^{05(2)3} = y_{\max}^{5(2)2} - y_{\min}^{5(2)3} - 12^0, 15^{05(2)3}(\min) - 12^0, 15^{05(2)2}(\min) = 16,415 - 15,957 - 0,01 - 0,2 = 0,248$$

Ответ: $Z_{15\max}^{05(2)3} = 0,248$

Остальные уравнения решаются аналогично. Результаты расчета приведены в таблице 2.6.

Таблица 2.6 – Результаты расчёта уравнений по размерной схеме второй проекции

Уравнение размерной цепи	Исходные данные	Результат расчёта (A_i, Z_{\max})
$\left[Z_{18}^{05(2)3} \right] = H^{5(2)2} - H^{5(2)3} - 12^0, 18^{05(2)3} - 12^0, 18^{05(2)2}$	$Z_{18\min}^{05(2)3} = 0,025;$ $H^{05(2)2} = 9_{-0,036};$ $12^0, 18^{05(2)3} = 0 \pm 0,01;$ $12^0, 18^{05(2)2} = 0 \pm 0,2;$ $(H_3^{05(2)})^{+0,036}$	$Z_{18\max}^{05(2)3} = 0,513$
$\left[Z_{16}^{05(2)3} \right] = \Phi^{5(2)2} - \Phi^{5(2)3} - 12^0, 16^{05(2)3} - 12^0, 16^{05(2)2}$	$Z_{16\min}^{05(2)3} = 0,025;$ $\Phi^{05(2)3} = 14_{-0,43};$ $12^0, 16^{05(2)3} = 0 \pm 0,01;$ $12^0, 16^{05(2)2} = 0 \pm 0,2;$ $(\Phi_3^{05(2)})^{+0,43}$	$Z_{16\max}^{05(2)3} = 0,497$

Продолжение таблицы 2.6

$\left[Z_{20}^{05_3(2)} \right] = C^{5(2)2} - C^{5(2)3} -$ $12^0, 20^{05(2)3} - 12^0, 20^{05(2)2}$	$Z_{20min}^{05(2)3} = 0,025;$ $C^{05(2)3} = 14_{-0,43};$ $12^0, 20^{05(2)3} = 0 \pm$ $0,01;$ $12^0, 20^{05(2)2} = 0 \pm$ $0,01;$ $(C_3^{05(2)})^{+0,14}$	$Z_{20max}^{05(2)3} = 0,382$
$\left[Z_{19}^{05_3(2)} \right] = O^{5(2)2} - O^{5(2)3} -$ $12^0, 19^{05(2)3} - 12^0, 19^{05(2)2}$	$Z_{19min}^{05(2)3} = 0,025;$ $O^{05(2)3} = 14_{-0,43};$ $12^0, 19^{05(2)3} = 0 \pm$ $0,01;$ $12^0, 19^{05(2)2}$ $= 0 \pm 0,3;$ $(O_3^{05(2)})^{+0,15}$	$Z_{19max}^{05(2)3} = 0,355$
$\left[Z_{15}^{05_2(2)} \right] = y^{5(2)1} - y^{5(2)2} -$ $12^0, 15^{05(2)2} - 12^0, 15^{05(2)1}$	$Z_{15min}^{05(2)2} = 0,025;$ $y^{05(2)1} = 16_{-0,043};$ $12^0, 15^{05(2)2} = 0 \pm$ $0,01;$ $12^0, 15^{05(2)1}$ $= 0 \pm 0,3;$ $(y_3^{05(2)})^{+0,043}$	$Z_{15max}^{05(2)2} = 0,357$
$\left[Z_{15}^{05_1(2)} \right] = \Pi^0 - y^{5(2)1} -$ $12^0, 15^{05(2)2} - 12^0, 23^0$	$y^{05(2)1} = 16_{-0,043}$ $\Pi^0 = 17_{-0,43}$ $12^0, 15^{05(2)2} = 0 \pm$ $0,2$ $12^0, 23^0 = 0 \pm 0,3$	$Z_{15max}^{05(2)1} = 0,605$
$\left[Z_{13}^{05_3(1)} \right] = K^{5(1)2} - K^{5(1)3} -$ $12^0, 13^{05(1)3} - 12^0, 13^{05(2)2}$	$Z_{13min}^{05(1)3} = 0,025;$ $K^{05(1)2} = 16_{-0,043};$ $12^0, 13^{05(1)3} = 0 \pm$ $0,01;$ $12^0, 13^{05(2)2}$ $= 0 \pm 0,3;$ $(K_3^{05(1)})^{+0,043}$	$Z_{13max}^{05(1)3} = 0,492$

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

15.03.05.2021.155.00.000 ПЗ КП

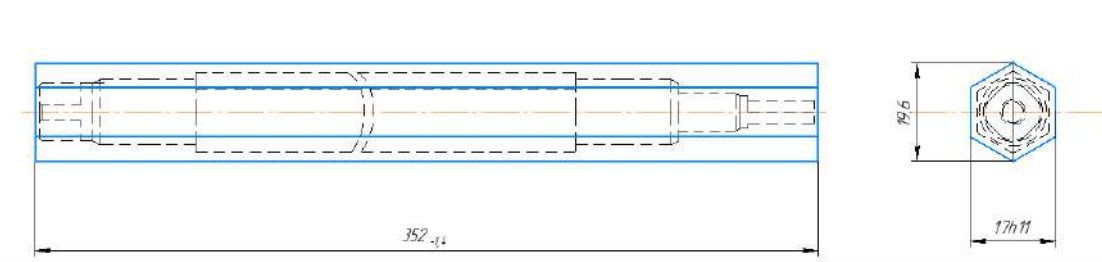
Лист

40

Окончание таблицы 2.6

$\left[Z_{17}^{05_3(1)} \right] = T^{5(1)1} - T^{5(1)3} - 12^0, 17^{05(1)3} - 12^0, 17^{05(1)2}$	$Z_{17\min}^{05(1)3} = 0,025;$ $T^{05(1)1} = 12_{-0,027};$ $12^0, 17^{05(1)3} = 0 \pm 0,02;$ $12^0, 17^{05(1)2} = 0 \pm 0,2;$ $(T_3^{05(1)})^{+0,043}$	$Z_{17\max}^{05(1)3} = 0,355$
$\left[Z_{14}^{05_3(1)} \right] = Л^{5(1)1} - Л^{5(1)3} - 12^0, 14^{05(1)3} - 12^0, 14^{05(1)2}$	$Z_{14\min}^{05(1)3} = 0,025;$ $Л^{05(1)1} = 12_{-0,18};$ $12^0, 14^{05(1)3} = 0 \pm 0,02;$ $12^0, 14^{05(1)2} = 0 \pm 0,2;$ $(Л_3^{05(1)})^{+0,043}$	$Z_{14\max}^{05(1)3} = 0,462$
$\left[Z_{13}^{05_2(1)} \right] = K^{5(1)1} - K^{5(1)2} - 12^0, 13^{05(1)2} - 12^0, 13^{05(1)1}$	$Z_{13\min}^{05(1)2} = 0,025;$ $K^{05(1)1} = 12_{-0,18};$ $12^0, 13^{05(1)2} = 0 \pm 0,02;$ $12^0, 13^{05(1)1} = 0 \pm 0,2;$ $(K_3^{05(1)})^{+0,043}$	$Z_{13\max}^{05(1)2} = 0,637$
$\left[Z_{13}^{05_1(1)} \right] = K^0 - K^{5(1)1} - 12^0, 13^{05(1)1} - 12^0, 23^0$	$Z_{13\min}^{05(1)1} = 0,04;$ $K^{05(1)1} = 16_{-0,043};$ $12^0, 13^{05(1)2} = 0 \pm 0,02;$ $12^0, 13^{05(1)1} = 0 \pm 0,2;$ $(K_3^{05(1)})^{+0,043}$	$Z_{13\max}^{05(1)1} = 0,561$

С учетом полученных размеров заготовки на рисунке 2.7 представлен эскиз заготовки с техническими требованиями.



- 1 175...180 НВ
- 2 *Размеры для справок
- 3 На поверхности прутка не допускаются раскатанные пузыри и трещины, если их глубина превышает 1,1 мм.
- 4 Неуказанные предельные отклонения размеров H14, H14, $\pm \frac{0.16}{\sqrt{L}}$

Рисунок 2.7 – Эскиз заготовки

2.3.7 Расчет режимов резания и норм времени

Расчёт режимов резания ведётся на сверлильную операцию 015 по рекомендациям [26]. Оборудованием – вертикально – сверлильный станок модели 6Л125. Сверлится отверстие диаметром 6 мм на длину 15 мм, далее нарезается метрическая резьба на длину 10 мм (рисунок 2.8).

Исходные данные:

- приспособление – разжимная цанговая оправка;
- режущий инструмент – Сверло 2300-6177 ГОСТ 10902-77 ;
- материал заготовки Сталь 45, твёрдость НВ 180;
- заготовка прокат.

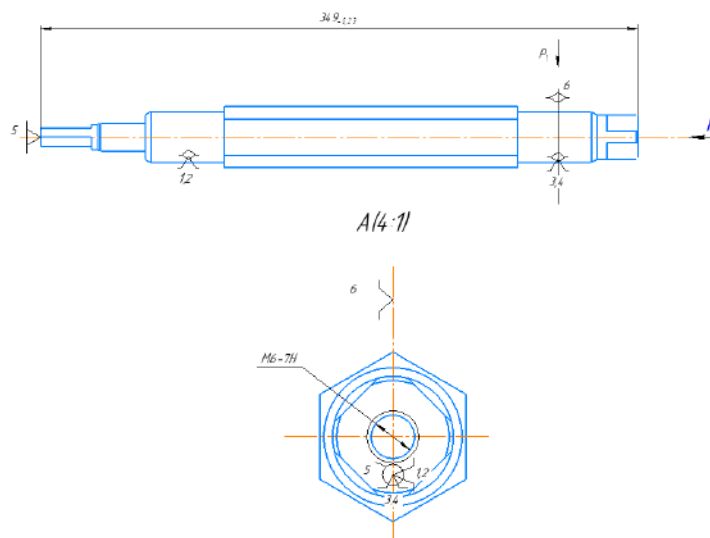


Рисунок 2.8 – Схема обработки для операции 015

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2021.155.00.000 ПЗ КП

Лист

42

Условия обработки:

– Материал сверла – P18 (ГОСТ 2034-80).

Исходя из заданного диаметра отверстия, уточняем по ГОСТ 10903-77, имеется ли спиральное сверло указанного размера: $D=5,2$ мм.

Основные размеры: $L = 86$ мм, $l = 52$ мм.

Глубина резания определяется по формуле

$$t = 0,5D, \quad (1)$$

где D – диаметр сверла, мм;

$$t = 0,5 \cdot 5,2 = 2,6 \text{ мм}$$

Назначаем подачу S_0 [20, табл. 25 на с.277]. Для сверла с $D=5,2$ мм при твердости стали 160...240 НВ подача $S_0 = 0,1 \dots 0,15$ мм/об. Принимаем $S_0 = 0,15$ мм/об.

Определяем скорость резания, м/мин, допускаемую режущими свойствами сверла, по формуле

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} K_v, \quad (2)$$

где $C_v = 7,0$ значение постоянного коэффициента [20, табл. 28 на с. 278];
 $q=0,4$; $m=0,2$; $y=0,7$ – показатели степеней.

При сверлении отверстия в стали 45 сверлом диаметром $D=5,2$ мм среднее значение периода стойкости $T=25$ мин [20, табл. 30 на с. 279].

Поправочный коэффициент на скорость резания

$$K_v = K_{MV} K_{IV} K_{LV} K_{3V}, \quad (3)$$

где $K_{IV} = 0,3$ – коэффициент на инструментальный материал P18 [20, табл. 6 на с. 263];

$K_{LV} = 1$ – коэффициент, учитывающий глубину сверления до $l = 3D$ [20, табл. 31 на с. 280].

Коэффициент, учитывающий обрабатываемый материал, рассчитывается по формуле

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}, \quad (4)$$

где $K_r = 1$ – коэффициент, характеризующий группу стали по обрабатываемости;

$n_v = 0,9$ – показатель степени [20, табл. 2 на с. 262].

					15.03.05.2021.155.00.000 ПЗ КП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

Тогда

$$K_{MV} = 1 \cdot \left(\frac{750}{600}\right)^{0,9} = 1,22$$

При одинарной заточке сверл из быстрорежущей стали рассчитанную скорость резания необходимо уменьшить, умножив её на коэффициент $K_{3v} = 0,75$.

Тогда

$$K_v = 1,22 \cdot 0,3 \cdot 1 \cdot 0,75 = 0,27$$

А скорость резания

$$v = \frac{7,0 \cdot 5,2^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 0,15^{0,7}} \cdot 0,27 = 7,24 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Определяем частоту вращения шпинделя, соответствующую расчетной скорости резания:

$$n = \frac{1000v}{\pi D}, \quad (5)$$

где v – скорость резания, м/мин;
 D – диаметр инструмента, мм.

$$n = \frac{1000 \cdot 7,24}{3,14 \cdot 5,2} = 443 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Определяем действительную скорость главного движения резания

$$v_d = \frac{\pi D n_d}{1000}, \quad (6)$$

$$v_d = \frac{3,14 \cdot 5,2 \cdot 443}{1000} = 7 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Крутящий момент от сил сопротивления резанию при сверлении определяем по формуле

$$M_{кр} = 10C_M D^q S^y K_p, \quad (7)$$

где $C_M = 0,0345$ – постоянный коэффициент;
 $q=2$ и $y=0,8$ – показатели степеней [20, табл. 32 на с. 281].

					15.03.05.2021.155.00.000 ПЗ КП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

Поправочный коэффициент K_p на осевую составляющую силы резания, зависящий только от материала обрабатываемой заготовки, определяется выражением $K_p = K_{Mр}$.

Коэффициент $K_{Mр}$ определяется по формуле

$$K_{Mр} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^{n_p}, \quad (8)$$

Определяем значения показателя степени n_p для стали: $n_p = 0,9$

$$K_{Mр} = \left(\frac{600}{750}\right)^{0,9} = 0,82$$

В единицах СИ крутящий момент

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 5,2^2 \cdot 0,15^{0,8} \cdot 0,82 = 1,7 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Осевая составляющая силы резания определяется по формуле

$$P_0 = 10C_p D^q S^y K_p, \quad (9)$$

где $C_p = 68$ – значения постоянного коэффициента;

$q=1$ и $y=0,7$ – показатели степеней [20, табл. 32 на с. 281];

$K_p = 0,82$ – поправочный коэффициент.

В единицах СИ осевая составляющая сила резания

$$P_0 = 10 \cdot 68 \cdot 5,2^1 \cdot 0,15^{0,7} \cdot 0,82 = 768 \text{ Н}$$

Мощность резания

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n_d}{9750}, \quad (10)$$

$$N_e = \frac{1,7 \cdot 443}{9750} = 0,08 \text{ кВт}$$

Мощность станка модели Okuma Multus B300W II по паспорту 15 кВт [4]. Следовательно, выбранные режимы резания удовлетворяют паспортным данным станка.

Определяем основное время на операцию

$$T_o = \frac{L}{S_m}, \quad (11)$$

					15.03.05.2021.155.00.000 ПЗ КП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

$$L = l_{\text{рез}} + l_1, \quad (12)$$

$$S_m = S_0 n \quad (13)$$

где S_m – минутная подача;

L – длина рабочего хода инструмента;

$l_{\text{рез}} = 15$ мм – величина резания;

$l_1 = 2$ мм – величина врезания инструмента.

$$L = 15 + 2 = 17 \text{ мм};$$

$$S_m = 0,15 \cdot 443 = 66,45 \text{ мм/мин};$$

$$T_o = \frac{17}{66,45} = 0,26 \text{ мин.}$$

Результаты расчётов режимов резания на остальные операции приведены в таблице 2.9.

Таблица 2.9 – Сводная таблица режимов резания

№ опер	Операция/переход	Припуск t , мм	Подача S_0 , мм/об	Скорость резания V , м/мин	Частота вращения n , мин ⁻¹	Подача минутная S_m , мм/мин
05 (Установ1)	Токарная с ЧПУ					
	Черн 349 _{-0,23}	0,5	0.08	160	3000	240
	черн. Ø14h12	0,5	0.07	144	2759	193
	черн.Ø16f9	0,5	0.07	144	2759	193
	черн. 13h11	0,5	0.07	144	2759	193
	черн. 38h11	0,5	0.07	144	2759	193
	черн. 256h12	0,5	0.07	144	2759	193
	черн. 10h14	0,5	0.07	144	2759	193
	Чист. 349 _{-0,23}	0,3	0.08	160	3000	240
	Чист. Ø14h12	0,3	0.07	144	2759	193
	Чист. Ø16f9	0,3	0.07	144	2759	193
	Чист. 13h11	0,3	0.07	144	2759	193
	Чист. 38h11	0,3	0.07	144	2759	193
	Чист. 256h12	0,3	0.07	144	2759	193
	Чист. 10h14	0,3	0.07	144	2759	193

Окончание таблицы 2.9

05 (Установ2)	Токарная с ЧПУ					
	Черн 349 _{-0,23}	0,5	0.08	160	3000	240
	черн. Ø8h12	0,5	0.07	144	2759	193
	черн.Ø9f9	0,5	0.07	144	2759	193
	черн. 14h14	0,5	0.07	144	2759	193
	черн. 16f9	0,5	0.07	144	2759	193
	черн. 18h14	0,5	0.07	144	2759	193
	черн. 33h11	0,5	0.07	144	2759	193
	черн. 256h12	0,5	0.07	144	2759	193
	черн. 16h10	0,5	0.07	144	2759	193
	Чист. 349 _{-0,23}	0,3	0.08	160	3000	240
	Чист. Ø8h12	0,3	0.07	144	2759	193
	Чист.Ø9f9	0,3	0.07	144	2759	193
	Чист.14h14	0,3	0.07	144	2759	193
	Чист.16f9	0,3	0.07	144	2759	193
	Чист.18h14	0,3	0.07	144	2759	193
	Чист.33h11	0,3	0.07	144	2759	193
	Чист.256h12	0,3	0.07	144	2759	193
	Чист.16h10	0,3	0.07	144	2759	193
	10	Сверлильная				
Центрование		4	0.24	15	597	143
детали		2,6	0.15	7	443	66
Сверление Ø5,2Н12		1,5	0.06	160	6366	381
Зенкерование фаски 1x45□ Нарезание резьбы М6-7Н		0,5	0.18	80	4246	764

2.3.8 Нормирование технологической операции

Нормой времени называют регламентированное время выполнения некоторого объема работ в определенных производственных условиях одним или несколькими исполнителями соответствующей квалификации.

Рассчитаем время, для выполнения операции 005 Комплексной с ЧПУ (Установ А) на станке Okuma Multus B300W.

Общая норма времени на механическую обработку одной заготовки на станке с ЧПУ определяют по формуле [16]

					15.03.05.2021.155.00.000 ПЗ КП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

$$T_{шт} = (T_{авт} + T_{всп} \cdot K_B) \cdot \left(1 + \frac{a_{тех} + a_{орг} + a_{сп}}{100}\right), \quad (14)$$

где $T_{авт}$ – время автоматической работы станка по программе, мин;

$T_{всп}$ – время выполнения ручной вспомогательной работы, не перекрываемой временем автоматической работы станка, мин;

$K_B = 0,85$ – поправочный коэффициент на время выполнения ручной вспомогательной работы в зависимости от партии обрабатываемых деталей;

$a_{тех}$, $a_{орг}$, $a_{сп}$ – время на техническое и организационное обслуживание рабочего места, на естественные потребности, в процентах от оперативного времени.

Время автоматической работы станка по программе определяется по формуле

$$T_{авт} = T_{авт}^{осн} + T_{авт}^{всп}, \quad (15)$$

где $T_{авт}^{осн}$ – основное программное время, мин;

$T_{авт}^{всп}$ – вспомогательное программное время, мин.

Основное программное время определяется по формуле

$$T_{авт}^{осн} = \sum_{i=1}^m \left(\frac{L_i}{n_i s_i}\right) 0, \quad (16)$$

где m – число участков обработки;

L_i , n_i , s_i – соответственно расчетная длина обработки, число оборотов и подача на i -ом участке.

Расчетная длина обработки находится по формуле

$$L_i = l + l_{вр} + l_{сх}, \quad (17)$$

где l – длина обработки, мин;

$l_{вр}$ – длина врезания, мин;

$l_{сх}$ – длина схода, мин.

$$T_{авт}^{осн} = \left(\frac{8,5 + 6 + 5}{3000 \cdot 0,8}\right) + \left(\frac{38 + 6 + 5}{2759 \cdot 0,07}\right) + \left(\frac{16 + 8 + 5}{3581 \cdot 0,03}\right) = \\ = 0,008 + 0,25 + 0,27 = 0,53$$

Вспомогательное программное время определяется по формуле

$$T_{авт}^{всп} = T_{а.в.} + T_{ост}, \quad (18)$$

					15.03.05.2021.155.00.000 ПЗ КП	Лист
						48
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где $T_{a.v.} = 0,91$ – машинно-вспомогательное время на автоматическую смену инструмента, мин;

$T_{ост} = 2,3$ – машинно-вспомогательное время на выполнение вспомогательных технологических ходов и технологические паузы, мин.

$$T_{авт}^{всп} = 0,91 + 2,3 = 3,21 \text{ мин}$$

$$T_{авт} = 0,53 + 3,21 = 3,74$$

Время выполнения ручной вспомогательной работы, не перекрываемое временем автоматической работы станка, определяется по формуле

$$T_{всп} = T_{уст} + T_{изм} + T_{ком}, \quad (19)$$

где $T_{уст} = 0,55$ – вспомогательное время на установку и снятие заготовки, мин;

$T_{изм} = 2$ – вспомогательное время на контрольные измерения, мин;

$T_{ком} = 1,2$ – вспомогательное время на работы и команды связанные с выполнением операции, мин.

$$T_{всп} = 0,55 + 2 + 1,2 = 3,75$$

Время обслуживания рабочего места ($a_{тех} + a_{орг}$) – смазывание оборудования, уборка и т.д. устанавливаются на основании нормативов и во многих случаях определяют в % к оперативному времени.

$$t_{обс} \approx (4 \dots 8\%)t_{оп}, \quad (20)$$

$$t_{оп} = t_0 + t_v, \quad (21)$$

$$t_{оп} = 0,53 + 3,75 = 4,28 \text{ мин}$$

$$t_{обс} = 0,21 \text{ мин}$$

Время на личные потребности – отдых, производственная гимнастика и т.д. регламентируются законодательством и определяются в % к оперативному времени. Для механических цехов

$$a_{сп} \approx (2,5\%)t_{оп}, \quad (22)$$

$$a_{сп} = 0,107 \text{ мин}$$

Таким образом, штучное время получится

					15.03.05.2021.155.00.000 ПЗ КП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

$$T_{шт} = (3,74 + 3,75 \cdot 0,85) \cdot \left(1 + \frac{0,21 + 0,107}{100}\right) = 6,95 \approx 7 \text{ мин}$$

Штучно калькуляционное время на одну деталь определяется по формуле

$$T_{ш.к} = T_{шт} + \frac{T_{п.з.}}{n}, \quad (23)$$

где $T_{п.з.} = 20$ – подготовительно-заключительное время, мин.

$$T_{ш.к} = 7 + \frac{20}{2500} = 7,008 \text{ мин}$$

Далее рассчитаем время, для выполнения операции 005 Комплексной с ЧПУ (Установ Б) на станке Okuma Multus B300W.

Основное программное время

$$T_{авт}^{осн} = \left(\frac{8,5 + 6 + 5}{3000 \cdot 0,8}\right) + \left(\frac{38 + 6 + 5}{2000 \cdot 0,03}\right) + \left(\frac{16 + 8 + 5}{3581 \cdot 0,09}\right) = \\ = 0,008 + 0,82 + 0,09 = 0,92$$

Вспомогательное программное время

$$T_{авт}^{всп} = 1,32 + 2,6 = 3,92 \text{ мин}$$

$$T_{авт} = 0,92 + 3,92 = 4,84$$

$$T_{всп} = 0,55 + 2 + 1,2 = 3,75$$

Время обслуживания рабочего места

$$t_{обс} \approx (4 \dots 8\%)t_{оп}, \quad (24)$$

$$t_{оп} = t_0 + t_в, \quad (25)$$

$$t_{оп} = 0,92 + 3,75 = 4,67 \text{ мин}$$

$$t_{обс} = 0,23 \text{ мин}$$

Время на личные потребности

$$a_{сп} \approx (2,5\%)t_{оп}, \quad (26)$$

$$a_{сп} = 0,116 \text{ мин}$$

					15.03.05.2021.155.00.000 ПЗ КП	Лист
						50
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таким образом, штучное время получится

$$T_{шт} = (4,84 + 3,75 \cdot 0,85) \cdot \left(1 + \frac{0,23 + 0,116}{100}\right) = 8,05 \text{ мин}$$

Штучно калькуляционное время на одну деталь определяется по формуле

$$T_{шт.к} = T_{шт} + \frac{T_{п.з.}}{n}, \quad (27)$$

где $T_{п.з.} = 30$ – подготовительно-заключительное время, мин.

$$T_{шт.к} = 8,05 + \frac{30}{2500} = 8,062 \text{ мин}$$

Рассчитаем время, для выполнения операции 010 Сверление на универсальном станке 2Л125.

Штучное время состоит из следующих элементов [12, стр. 39]

$$T_{шт} = t_0 + t_в + t_{т.обс} + t_{орг.обс} + t_п, \quad (28)$$

где t_0 – основное время;

$t_в$ – вспомогательное время;

$t_{т.обс}$ – время технического обслуживания рабочего места;

$t_{орг.обс}$ – время организационного обслуживания рабочего места;

$t_п$ – время перерывов.

Рассчитаем основное время для сверления отверстия и нарезание резьбы расчетным путем по формуле

$$t_0 = \sum \frac{L}{S \cdot n}, \quad (29)$$

где L – длина обработки, мм;

S – подача инструмента, мм/об;

n – частота вращения инструмента, об/мин.

$$t_0 = \frac{15}{443 \cdot 0,15} \cdot \frac{10}{3581 \cdot 0,09} = 0,07 \text{ мин} = 4,2 \text{ с}$$

Вспомогательное время – это время, затрачиваемое на различные действия, обеспечивающие выполнение элементов работы, рассчитывается по формуле

$$t_в = t_{уст} + t_{заж} + t_{вр} + t_{обр} + t_{уст.дет} + t_{уст.ин.} + t_{изм.}, \quad (30)$$

где $t_{уст}$ – вспомогательное время, затрачиваемое в зависимости от установочной плоскости;

					15.03.05.2021.155.00.000 ПЗ КП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

$t_{\text{заж}}$ – вспомогательное время, связанное с количествами зажимов;
 $t_{\text{вр}}$ – вспомогательное время, связанное с изменением частоты вращения и подачи;
 $t_{\text{обр}}$ – вспомогательное время, учитывающее характер обработки;
 $t_{\text{уст.дет}}$ – вспомогательное время, связанное с установкой и снятием кондукторной втулки;
 $t_{\text{уст.ин.}}$ – вспомогательное время, связанное с установкой и снятием инструмента в быстросменном патроне.
 $t_{\text{изм}}$ – вспомогательное время на контрольные измерения.
 Поэтому получаем вспомогательное время

$$t_{\text{в}} = 0,11 + 0,21 + 0,08 + 0,05 + 0,12 + 0,12 + 0,08 = 0,77$$

Время обслуживания рабочего места

$$t_{\text{обс}} \approx (4 \dots 8\%)t_{\text{оп}}, \quad (31)$$

$$t_{\text{оп}} = t_0 + t_{\text{в}}, \quad (32)$$

$$t_{\text{оп}} = 0,07 + 0,77 = 0,84 \text{ мин}$$

$$t_{\text{обс}} = 0,07 \text{ мин}$$

Время на личные потребности

$$t_{\text{п}} \approx (2,5\%)t_{\text{оп}}, \quad (33)$$

$$t_{\text{п}} = 0,021 \text{ мин}$$

Таким образом, штучное время

$$T_{\text{шт}} = 4,2 + 0,77 + 0,84 + 0,07 + 0,021 = 5,901 \text{ мин}$$

Штучно калькуляционное время на одну деталь определяется по формуле

$$T_{\text{ш.к}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{п.з.}}}{n}, \quad (34)$$

где $T_{\text{п.з.}} = 18$ – подготовительно-заключительное время, мин.

$$T_{\text{ш.к}} = 5,901 + \frac{18}{2500} = 5,9 \text{ мин}$$

					15.03.05.2021.155.00.000 ПЗ КП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

Сведем все рассчитанные времена в одну таблицу 8 для удобства.
Аналогично рассчитываются нормы времени на остальные операции.

Результаты расчётов приведены в таблице 2.10.

Таблица 2.10 – Расчёт норм времени на изготовление детали

№ опер	Название операции	T _о , мин	T _в , мин	T _{обс} , мин	T _п , мин	T _{шт} , мин	T _{п-з} , мин	T _{ш-к} , мин
05(1)	Комплексная с ЧПУ	3,74	3,75	0,21	0,107	7	20	7,008
05(2)	Комплексная с ЧПУ	4,84	3,75	0,23	0,116	8,05	30	8,062
10	Сверлильная	4,2	0,77	0,07	0,021	5,901	18	5,9
15	Слесарная		0,5					
20	Моечная		0,3					
25	Контрольная		0,5					
30	Упаковка		0,8					

Выводы по части 2

Был проведен анализ на технологичность детали, можно сделать вывод о том, что деталь полностью технологична. Также был исследован и проанализирован базовый техпроцесс изготовления детали «Ось», что указало на его недостатки. В нем было применено универсальное и устаревшее оборудование, с помощью которого трудно и затратно добиться требуемого качества обработки. Поэтому был спроектирован новый техпроцесс с применением современного оборудования и режущего инструмента, что позволит без труда добиться идеальной точности обработки. Также был пересмотрен метод получения заготовки. В базовом техпроцессе использовался круглый прокат, но так как деталь у нас шестигранной формы, то целесообразнее использовать калиброванный шестигранный прокат. И в конце для того, чтобы убедиться в правильности спроектированного техпроцесса обработки детали был произведен размерный анализ, который подтвердил возможность обеспечения конструкторских размеров.

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Проектирование зажимного приспособления на сверильную операцию

3.1.1 Разработка теоретической схемы базирования

Рассмотрим технологические базы для сверления отверстия диаметром 5,2 мм, с последующей нарезкой резьбы М6-7Н. При базировании цилиндрической детали на призме, деталь лишается четырёх степеней свободы четырьмя неподвижными одностоечными опорами 1 – 4. Оставшихся двух степеней свободы – перемещение детали вдоль оси u (вдоль призмы) и вращение детали вокруг оси – она лишается с помощью двух одноточечных опор 5 и 6 [8].

Теоретическая схема базирования заготовки показана на рисунке 3.1.

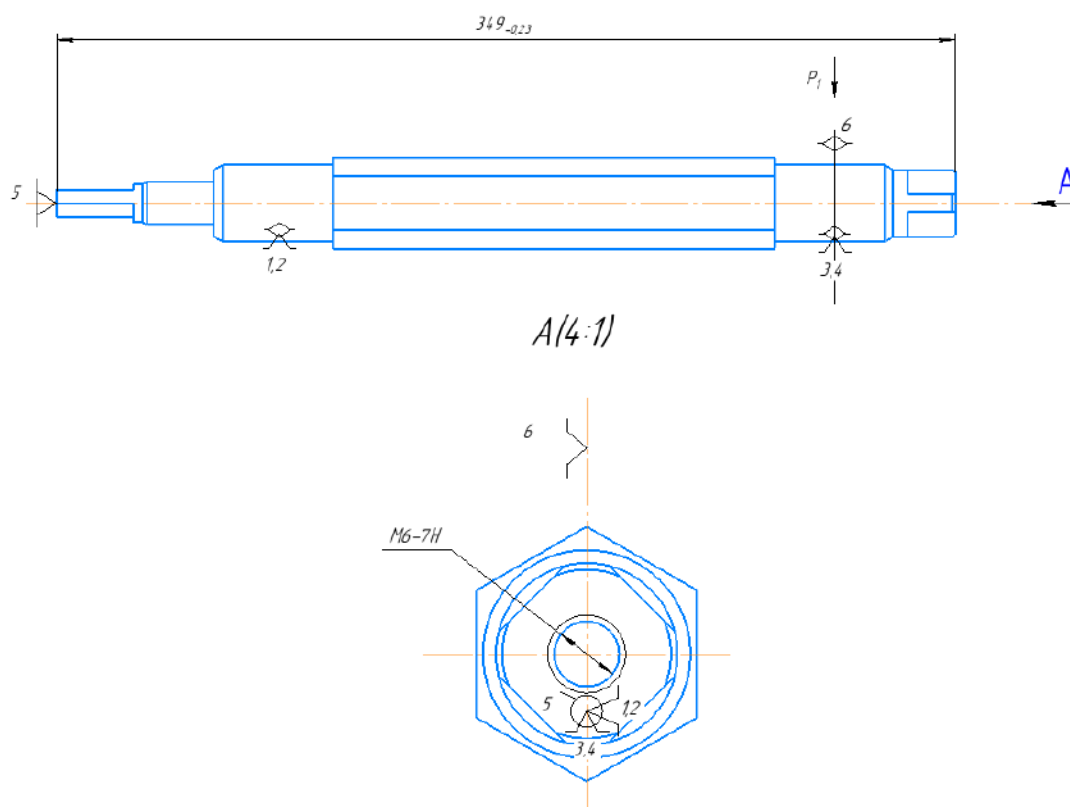


Рисунок 3.1 – Схема базирования заготовки

3.1.2 Проектирование схемы зажимного приспособления

На основании теоретической схемы базирования разрабатываем схему приспособления (рисунок 3.2).

Приспособление предназначено для установки и закрепления деталей (типа – вал и др.) по обработанной наружной цилиндрической поверхности. В качестве базирующего элемента используется призма, а зажимного элемента – прихват.

					15.03.05.2021.155.00.000 ПЗ КП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

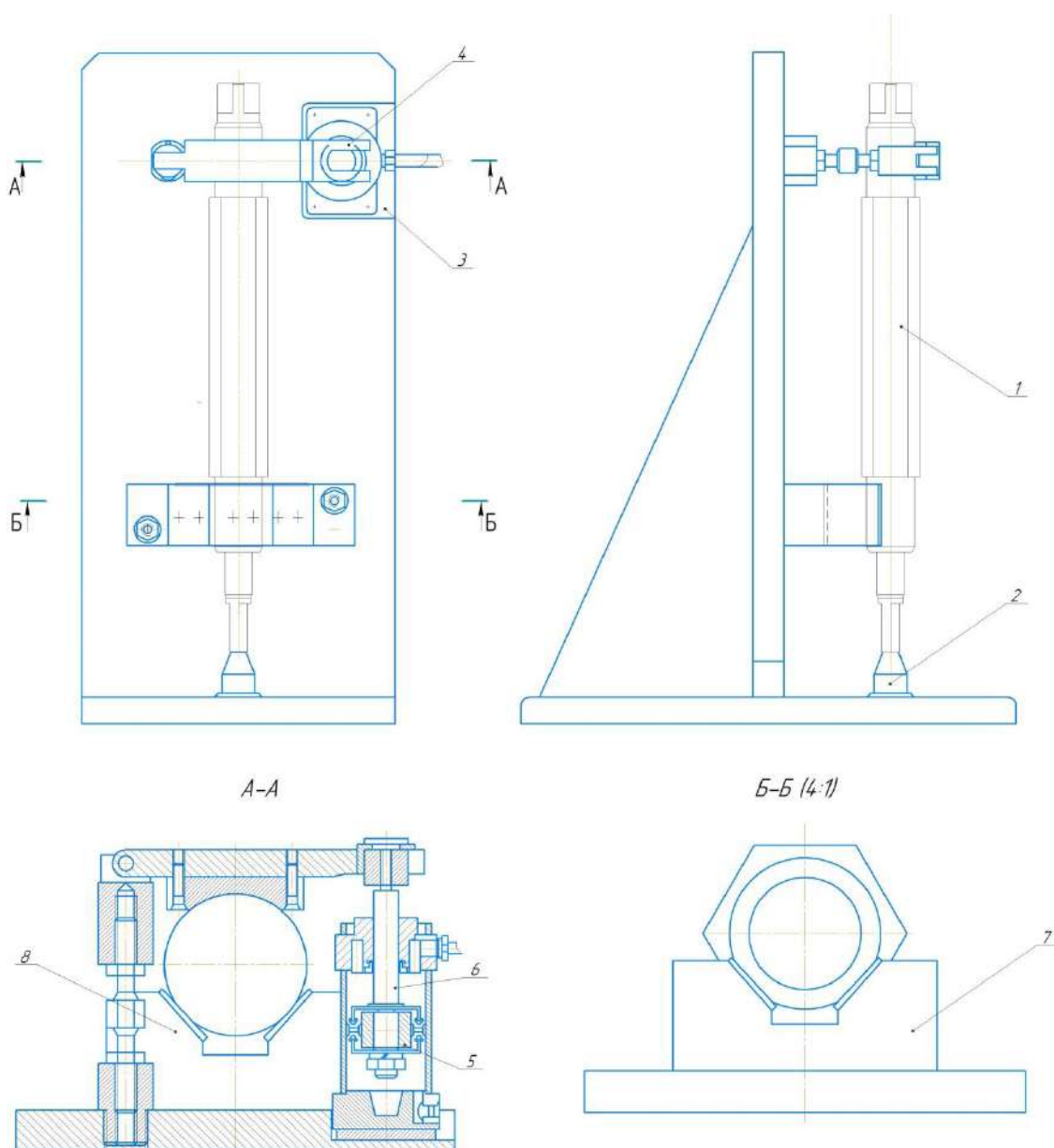


Рисунок 3.2 – Схема приспособления для сверления

При базировании длинномерных валов используют одну или две призмы. Призмой является многогранник, у которого 2 грани являются равными многоугольниками. Она представляет собой установочное приспособление. Его поверхность является пазом и образована 2 наклонными плоскостями. Для достижения лучшей точности сверху заготовку прижимают рычагом.

Заготовка 1 вертикально располагается на приспособлении. Торец детали базируется на упоре 2. По наружным диаметрам деталь устанавливается на две призмы 7 и 8. Сжатый воздух из сети подается через штуцер в верхнюю полость пневмоцилиндра 4. Поршень 5, к которому прикреплен шток 3, движется вниз и прижимает деталь с помощью рычага 4. После обработки сжатый воздух подается в нижнюю полость пневмоцилиндра 3 и поршень 5 возвращается в исходное положение. Происходит разжатие заготовки 1.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2021.155.00.000 ПЗ КП

Лист

55

3.1.3 Расчёт зажимного приспособления

Расчет зажимного приспособления на вертикально-сверильную операцию ведем согласно рекомендациям [18].

Исходные данные:

Размеры и материал обрабатываемой детали

– диаметр обработки – $D_{обр} = 5,2$ мм;

– диаметр поверхности для закрепления – $D_{п} = 16$ мм;

– материал детали – Сталь 45 ГОСТ 1050-2013;

Инструмент:

– Сверло 2300-6177 ГОСТ 10902-77

Режимы обработки

– глубина резания – $t = 2,6$ мм;

– подача – $S = 0,15$ мм/зуб;

– скорость резания – $V = 7$ м/мин;

– сила резания – $P_0 = 768$ Н;

Дополнительные исходные данные для расчета силы закрепления и требуемой исходной силы от привода:

– $E = 2,1 \cdot 10^6$ кг/см² – модуль упругости;

– $f_{тр.1} = 0,15$ – коэффициент трения на рабочей поверхности;

1. Определяем момент проворота детали на приспособлении без коэффициента запаса ($K_3 = 2.5 \dots 3.5$ – принимается в проектных расчетах)

$$M_{рез} = P_z \cdot \left(\frac{D_{обр}}{2} \right) \cdot K_3, \quad (35)$$

$$M_{рез} = 768 \cdot \left(\frac{0,052}{2} \right) \cdot 2,5 = 499 \text{ Нм}, \quad (36)$$

2. Определяем требуемую силу закрепления детали

$$Q = \frac{M_{рез}}{Z \cdot f_{тр1} \cdot \frac{D_{п}}{2}}, \quad (37)$$

$$Q = \frac{499}{1 \cdot 0,15 \cdot \frac{16}{2}} = 415 \text{ Н}, \quad (38)$$

Учитывая, что значение силы закрепления небольшое, для его выработки потребуются малогабаритный пневмоцилиндр. Определим исходную силу закрепления N .

Для выработки исходной силы закрепления будем использовать пневмоцилиндр двустороннего действия. Определим характеристики пневмоцилиндра, исходя из требуемой величины исходной силы N .

					15.03.05.2021.155.00.000 ПЗ КП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

$$N=Q, \quad (39)$$

Для пневмоцилиндра двустороннего действия известна формула (24) по определению величины толкающей силы N на его штоке

$$N = \frac{\pi D^2}{4} p \eta, \quad (40)$$

где D – диаметр поршня пневмоцилиндра, мм;
 p – давление воздуха в пневмосети (0,63 МПа);
 η – коэффициент полезного действия пневмоцилиндра (0,85).
Выполнив преобразования, определим диаметр пневмоцилиндра.
Из формулы (40) находим диаметр пневмоцилиндра

$$D = \sqrt{\frac{4N}{\pi p \eta}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 415}{3,14 \cdot 0,63 \cdot 0,85}} = 31,44 \text{ мм.}$$

Ближайшее значение из стандартного ряда по ГОСТ 15608-70 составляет 32 мм. Выбираем данный пневмоцилиндр в качестве силового привода проектируемого станочного приспособления.

По формуле (24) определим фактическую исходную силу N_{ϕ} и фактическую силу закрепления заготовки Q_{ϕ} в приспособлении с учетом окончательно выбранного силового привода

$$N_{\phi} = \frac{\pi D^2}{4} p \eta = \frac{3,14 \cdot 32^2}{4} 0,63 \cdot 0,85 = 430 \text{ Н;}$$

Фактическая сила закрепления, приходящаяся на заготовку, составит 430 Н, что так же удовлетворяет условию закрепления.

3.1.4 Компоновка приспособления

В соответствии с рисунком 3.3 показано приспособление для зажима заготовки предназначенное для сверления отверстия, а также для нарезания резьбы метчиком.

При установке заготовка располагается вертикально на упоре 2. Также заготовка базируется на две призмы 15 и 19, что обеспечивает высокую точность базирования. Сжатый воздух из сети подается в верхнюю полость пневмоцилиндра 18. Поршень 16 с жестко закреплённым штоком 17 движется вниз и с помощью рычага 5 центрирует и зажимает заготовку по наружному диаметру $\varnothing 16f9$.

					15.03.05.2021.155.00.000 ПЗ КП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

Угол наклона поперечной кромки $\psi=45...55^\circ$. при стандартной заточке принимаем $\psi=50^\circ$.

Обратная конусность сверла с диаметром $D=5,2$ мм берется равной $0,05...0,1$ мм на 100 мм его длины. Принимаем обратную конусность сверла равной $0,1$ мм [4, с. 206].

Шаг винтовой канавки определяется по формуле

$$H = \frac{\pi D}{\text{tg } \omega}, \quad (41)$$

где D – диаметр инструмента, мм;

ω – угол наклона винтовой стружечной канавки.

$$H = \frac{3,14 \cdot 5,2}{\text{tg } 30^\circ} = 28,2 \text{ мм}$$

Центровое отверстие выполняется по форме В (ГОСТ 14034-74).

Толщина сердцевины сверла

$$d_c = 0,14D, \quad (42)$$

$$d_c = 0,14 \cdot 5,2 = 0,73 \text{ мм}$$

Ширина ленточки принимается $0,68$ мм, высота затылка по спинке $K = 0,78$ [ГОСТ 4010-77]

Ширина пера определяется по формуле

$$B = 0,58D, \quad (43)$$

$$B = 0,58 \cdot 5,2 = 3,016$$

По ГОСТ 4010-77 ширина пера принимается $3,1$.

На рисунке 3.4 представлен эскиз спирального сверла.

					15.03.05.2021.155.00.000 ПЗ КП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

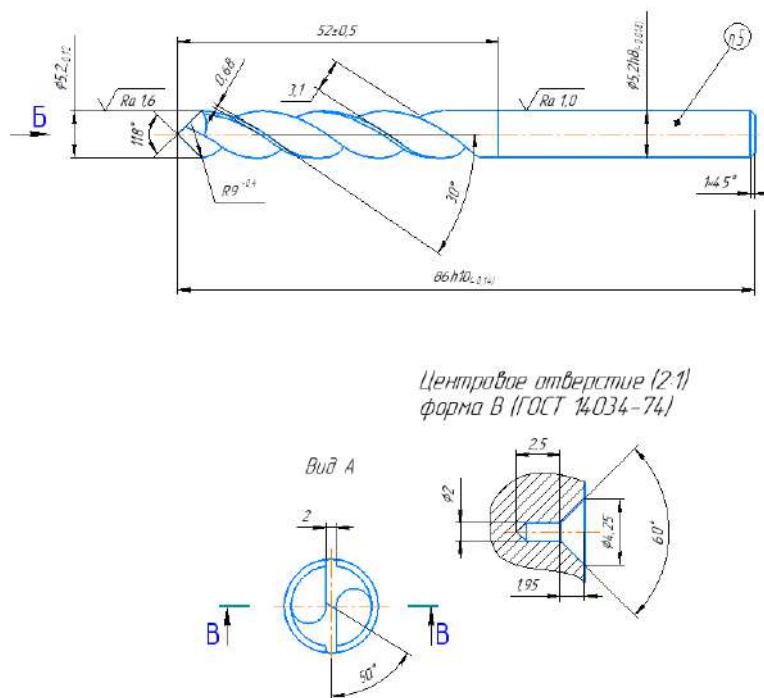


Рисунок 3.4 – Эскиз спирального сверла

3.3 Описание работы контрольного приспособления

Приспособление (рис. 3.5) предназначено для контроля радиального биения диаметров оси $\phi 16f9$ и $\phi 14$ [8].

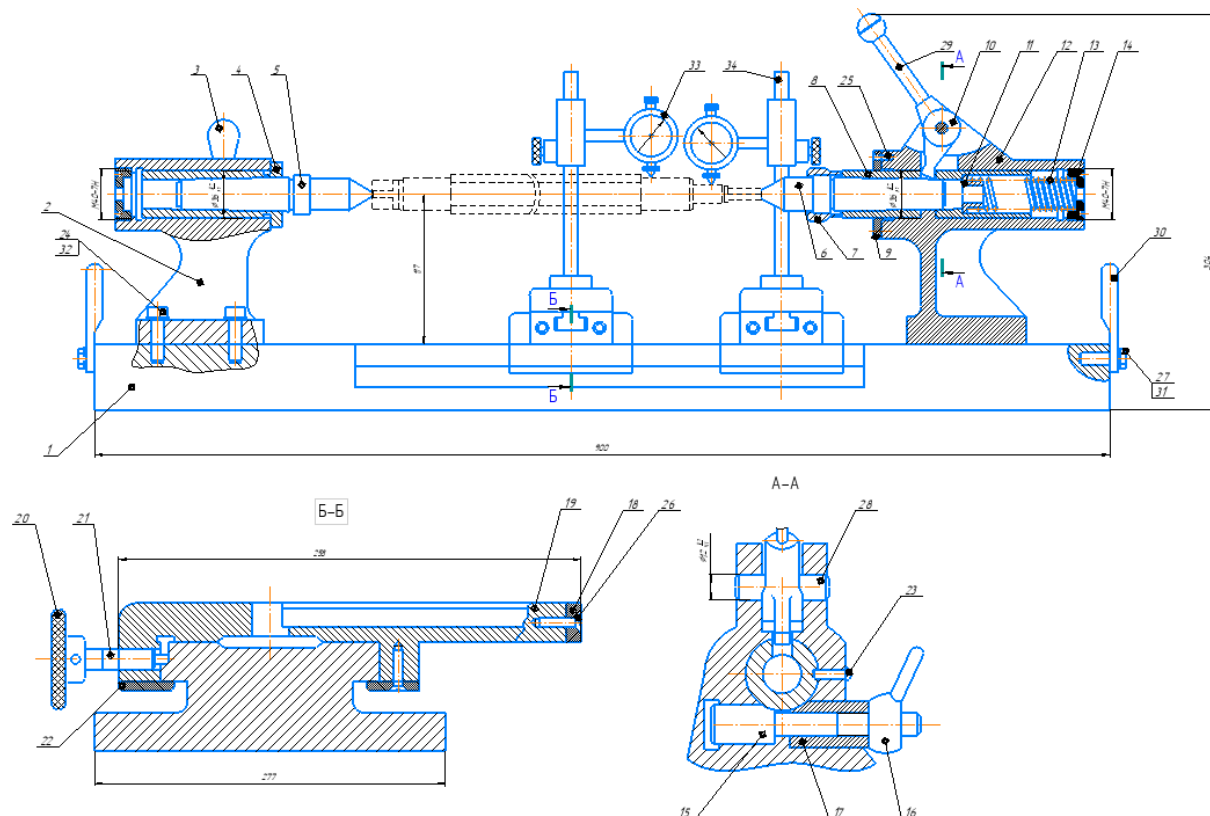


Рисунок 3.5 – Приспособление контрольное

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2021.155.00.000 ПЗ КП

Лист

60

Приспособление состоит из плиты 1, на которой находится неподвижный центр пиноли 4, состоящий из передней бабки 2, прикрученный винтом 24 и шайбой 32. Пиноль регулируется рычагом 3, а в оправку вставляется неподвижный центр 5 с конусом Морзе. С другой стороны приспособления имеется подвижный центр 6, состоящий из задней бабки 12. В основании находится центр, который подвижен за счёт рукоятки 16, передающей ручное вращение на сухарь 15, который находится в оправке 17. Дальше вращение переходит на основной вал, при помощи переходника 7, пиноли 8 и упора 11. Пружина 13 приводит в движение подвижный центр 6 при помощи рукоятки 29, которая отодвигает пружину вместе с центром, чтоб поставить «Ось» для её контроля биения. Также на плите расположены две стойки 34 с индикаторами 33, они подвижны и скользят по Т-образному пазу в плите влево и вправо. Они настраиваются под нужный контролируемый диаметр при помощи маховичка 20 и стопора 21. На основании 19 так же есть т образный паз, который позволяет двигать стойку вперед и назад.

Приспособление настраивается по эталонной детали, её упирают в неподвижный центр, подводят и поджимают подвижным центром, далее подводят и настраивают стойки с индикаторами, чтобы наконечник индикатора был на боковой поверхности контролируемой оси, а индикатор устанавливаем на ноль. В случае отклонения от круглости профиля рассматриваемого сечения и отклонения его центра относительно базовой оси стрелка индикатора получает угловое перемещение, отмечаемое индикатором.

Выводы по части 3

В данном разделе было спроектировано специальное зажимное приспособление для сверлильной операции, которое обеспечивает надежное закрепление детали. Также произведен расчет режущего инструмента, а именно, спирального сверла для отверстия диаметром 5,2 мм. И спроектировано контрольное приспособления для измерения радиального биения наружной поверхности детали «Ось», описан его принцип работы, имеется спецификация с перечнем всех составляющих.

					15.03.05.2021.155.00.000 ПЗ КП	Лист
						61
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

4 ПЛАНИРОВКА УЧАСТКА

4.1 Разработка планировки и описание работы участка механической обработки

4.1.1 Расчёт необходимого количества оборудования

Правильный выбор оборудования определяет его рациональное использование во времени. При выборе станков для разработанного технологического процесса этот фактор должен учитываться таким образом, чтобы исключить их простои, т.е. нужно выбирать станки по производительности [9]. С этой целью определяют наряду с другими технико-экономическими показателями критерии, показывающие степень использования каждого станка в отдельности и всех вместе по разработанному технологическому процессу.

Определим эффективный годовой фонд времени работы оборудования, который рассчитывается по формуле

$$\Phi_{\text{эф}} = D \cdot P \cdot d \left(1 - \frac{\alpha}{100}\right), \quad (44)$$

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

P – продолжительность смены (8 часов);

d – режим работы;

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

$$\Phi_{\text{эф}} = 247 \cdot 8 \cdot 1 \left(1 - \frac{10}{100}\right) = 1778,4 \text{ ч}$$

Рассчитаем для разработанного технологического процесса изготовления детали количество используемых станков. Расчет производится по каждому типу оборудования по формуле

$$K_{\text{ст.р}} = \frac{T_{\text{шт}} \cdot N}{K_{\text{в}} \cdot \Phi_{\text{эф}}}, \quad (45)$$

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

N – программа выпуска изделий, шт;

$T_{\text{шт}}$ – штучное время, ч;

$K_{\text{в}}$ – коэффициент выполнения норм, принимается в пределах 1,05-1,25.

Для токарной операции с ЧПУ Okuma Multus B300W II

$$K_{\text{ст.р}} = \frac{0,25 \cdot 2500}{1,05 \cdot 1778,4} = 0,33$$

					15.03.05.2021.155.00.000 ПЗ КП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

Принимаем $K_{\text{ст.р}_1} = 1$ станок.

Для 015 Сверлильной операции:

$$K_{\text{ст.р}} = \frac{0,016 \cdot 2500}{1,05 \cdot 1778,4} = 0,02$$

Принимаем $K_{\text{ст.р}_2} = 1$ станок.

Для контрольной операции ALTERA S 7.5.5:

$$K_{\text{ст.р}} = \frac{0,18 \cdot 2500}{1,05 \cdot 1778,4} = 0,24$$

Принимаем $K_{\text{ст.р}_3} = 1$ станок.

Расчет коэффициента загрузки находится по формуле

$$K_{\text{загр}} = \frac{K_{\text{ст.р.}}}{K_{\text{ст.пр}}} 100\%, \quad (46)$$

Токарная с ЧПУ Okuma Multus B300W II:

$$K_{\text{загр}_1} = \frac{0,33}{1} = 33 \%$$

Сверлильная 2Л125:

$$K_{\text{загр}_2} = \frac{0,02}{1} = 2 \%$$

Контрольная ALTERA S 7.5.5:

$$K_{\text{загр}_3} = \frac{0,24}{1} = 24 \%$$

Расчет среднего коэффициента загрузки

$$K_{\text{загр.ср}} = \frac{(K_{\text{загр}_1} \cdot n) + (K_{\text{загр}_2} \cdot n) + (K_{\text{загр}_3} \cdot n)}{\sum n}, \quad (47)$$

$$K_{\text{загр.ср}} = \frac{33 + 2 + 24}{3} = 19,66 \%$$

Расчет объема работы в нормо-часах

$$V_{\text{н.ч.}} = T_{\text{шт}} \cdot N, \quad (48)$$

					15.03.05.2021.155.00.000 ПЗ КП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

$$V_{н.ч.1} = 0,12 \cdot 2500 = 300$$

$$V_{н.ч.2} = 0,13 \cdot 2500 = 325$$

$$V_{н.ч.3} = 0,016 \cdot 2500 = 40$$

Таким образом, в разработанном технологическом процессе будет использоваться 2 станка и координатно-измерительная машина. Занесем в таблицу 4.1 расчет количества оборудования по их типу.

Таблица 4.1 – Расчет потребного количества оборудования

№ п/п	Показатели	Токарная с ЧПУ Okuma Multus B300W II	Сверлильная 2Л125	Контрольная ALTERA S 7.5.5
1	Программа	2500	2500	2500
2	Норма штучного времени, ч	0,25	0,016	0,18
3	Объем работы в нормо-часах	300	325	40
4	Планируемая выработка	1,05	1,05	1,05
5	Объем работы в станко-часах	286	310	38
6	Эффективн. фонд времени работы оборудования	1778,4	1778,4	1778,4
7	Кол-во станков расчетное	0,33	0,02	0,24
8	Принятое кол-во станков	1	1	1
9	Коэф-т загрузки, %	33	2	24

4.1.2 Определение численности производственных рабочих

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

Для определения численности основных рабочих необходимо установить, сколько в среднем часов в году работает один рабочий, то есть определить фонд эффективного времени. Составляется баланс рабочего времени, который представлен в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Баланс рабочего времени одного рабочего

№ п/п	Состав рабочего времени	Дни	Часы
1	Календарные дни	365	-
2	Выходные дни	104	-
3	Праздничные дни	14	-
4	Предпраздничные часы	-	8
	Количество рабочего времени	247	1976
5	Невыходы на работу: а) очередные и дополнительные отпуска б) отпуска в связи с беременностью и родами в) выполнение гос. обязанностей г) по болезни	17 0,8 0,3 3,3	
Итого		21,4	171
6	Потери внутри работы: а) сокращенный рабочий день б) перерывы на кормление	- -	14 8
Итого			22
7	Эффективный фонд рабочего времени (часов): 2000-(171+22)		1783

Численность рабочих сдельщиков определяются по формуле

$$Ч_p = \frac{T_{шт} \cdot N}{\Phi_{эф} \cdot K_v} \quad (49)$$

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

Проектный вариант.

Токарная операция:

$$Ч_{p.1} = \frac{0,25 \cdot 2500}{1,2 \cdot 1783} = 0,30$$

принимаем $Ч_{пр1} = 1$ чел

Сверлильная операция.

$$Ч_{p.2} = \frac{0,016 \cdot 2500}{1,2 \cdot 1783} = 0,18$$

принимаем $\text{Ч}_{\text{пр}2} = 1$ чел

Для контрольной операции:

$$\text{Ч}_{\text{р.3}} = \frac{0,18 \cdot 2500}{1,2 \cdot 1783} = 0,25$$

принимаем $\text{Ч}_{\text{пр}3} = 1$ чел

Коэффициент занятости определяется по формуле

$$K_{\text{зан.раб.}} = \frac{\text{Ч}_{\text{р}}}{\text{Ч}_{\text{пр}}} \cdot 100\%, \quad (50)$$

$$K_{\text{зан.пр.1}} = \frac{0,3}{1} \cdot 100\% = 30\%$$

$$K_{\text{зан.пр.2}} = \frac{0,18}{1} \cdot 100\% = 18\%$$

$$K_{\text{зан.пр.3}} = \frac{0,25}{1} \cdot 100\% = 25\%$$

Таблица 4.3 – Расчет численности основных рабочих

№ п/п	Наименование профессии	Объем работы в н/часах	Планир выработ ка	Объем работы в чел/час	Эффект ив. фонд времени	Численность рабочих		Заня - тост ь
						Расчет.	При нят.	
1	Оператор	300	1,05	286	1783	0,3	1	30
2	Сверловщик	325	1,05	310	1783	0,18	1	18
3	Контролер	40	1,05	38	1783	0,25	1	25
ИТОГО:		665	1,05	634	1783	0,73	3	25

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

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

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

В таблице 4.4 приведен расчет численности вспомогательных рабочих.

Таблица 4.4 – Расчет численности вспомогательных рабочих

Профессия	Расчетная единица		Норма обслужив	Численность рабочих		Тарифный разряд
	Наименов.	Кол-во		Расчетное	Принятое	
Наладчик оборудования	Кол-во обслужен. станков	3	7	0,75	1	4
Уборщик	Производ. Площади	200	250	0,69	1	2
Транспортные рабочие	Основные рабочие	3	25	0,12	1	3
Кладовщик и раздатчики инструментов	Основные рабочие	3	20	0,28	1	3
Контролёр	Основные рабочие	3	25	0,39	1	4

Численность руководителей, специалистов и служащих определяется по штатному расписанию.

Все расчеты по численности работающих сводятся в таблицу.

Мастер–1 чел.

Экономист–1 чел.

Таблица 4.5 – Численность работающих на участке

Категория работающих	Численность
Основные рабочие	3
Вспомогательные рабочие	5
Служащие	1
Руководители	1
Итого	10

4.1.3 Подсчет размера производственной площади механообработывающего отделения

При детальном проектировании цеха производственная площадь, занимаемая механическим отделением, определяется на основании разработанного плана расположения всего оборудования, рабочих мест, проездов, проходов и пр.

В зависимости от масштаба производства и размера цеха состав отделений может быть различным – некоторые отделения и складские помещения объединяются, в ряде случаев некоторые отделения являются общими для нескольких цехов [9].

В качестве оборудования для доставки заготовок до места обработки и до складов будут использоваться тележки.

В случае укрупненного проектирования производственная площадь отделения определяется по удельной площади, приходящейся на 1 станок (статистика). В среднем она составляет: для малых станков 10–12, средних 15–25, крупных 25–70, особо крупных и уникальных станков тяжелого машиностроения 70–200 м² на станок.

Таким образом, площадь, занимаемую станками можно подсчитать по формуле

$$F_{\text{ст}} = \sum S_c f_c, \quad (51)$$

где S_c – принятое число станков данного типоразмера $S_c=3$;

f_c – удельная производственная площадь, приходящаяся на 1 станок данного типоразмера.

Таким образом

$$F_{\text{ст}} = 3 * 35 = 105 \text{ м}^2$$

Площадь слесарного участка определяется по следующей формуле

$$F_{\text{сл}} = S_{\text{сл}} f_{\text{сл}}, \quad (52)$$

где $S_{\text{сл}}$ – число рабочих мест ручной обработки;

$f_{\text{сл}}$ – удельная площадь на 1 слесаря или рабочее место (при обработке мелких деталей 5–6, средних – 18–25, крупных – 25–60 м²).

$$F_{\text{сл}} = 2 \cdot 6 = 12 \text{ м}^2$$

Таким образом, площадь механического отделения определится

$$F_{\text{МО}} = F_{\text{ст}} + F_{\text{сл}} = 105 + 12 = 117 \text{ м}^2$$

Укрупненную площадь применяем для предварительной компоновки и уточняем при планировке всего оборудования, рабочих мест, с учетом разрывов, предусмотренными нормами технологического проектирования и подъемно-транспортных устройств.

					15.03.05.2021.155.00.000 ПЗ КП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

4.1.4 Проектирование вспомогательных отделений механообрабатывающего цеха

Вспомогательные отделения, участки и кладовые механообрабатывающего цеха условно можно разделить на четыре группы по их принадлежности и связям к тем или иным хозяйствам цеха.

К первой группе можно отнести отделения и участки, связанные с инструментальным хозяйством.

Ко второй – участки, связанные с обслуживанием оборудования.

К третьей – склады металла, заготовок деталей и вспомогательных материалов. К четвертой – контрольно-проверочные пункты ОТК завода, измерительные пункты, контрольно-обменные пункты измерительного инструмента.

1) Заточное отделение

Предусматривается для централизованной заточки затупившегося режущего инструмента. Количество необходимых заточных станков при укрупненном подсчете определяется процентным исчислением от количества станков, обслуживаемых заточкой: в массовом производстве принимается 3–5 %, в серийном и мелкосерийном производстве – 3–4 %. Количество специальных заточных станков берется по нормам.

Средняя величина общей удельной площади заточного отделения на 1 станок составляет: 12–14 м² при крупных изделиях цеха, 10–12 м² при средних и 8–10 м² при мелких.

$$F_{з.о} = R_{заточн.ст} \cdot (10 - 12) \text{ м}^2 = (4\% \cdot S)(10 - 12) \text{ м}^2 = \\ = (4\% \cdot 3) \cdot 12 \text{ м}^2 = 3 \text{ м}^2$$

2) Мастерская для ремонта приспособлений и инструмента (РИМ)

Она предназначена для ремонта инструмента и технологической оснастки. Количество станков для мастерской берется в пределах 1,4...4 % от обслуживаемых станков цеха. Большая процентная величина принимается для цехов с количеством производственных станков до 100, меньшая – для более крупных цехов.

Таким образом

$$S_{РИМ} = 1,4 \dots 4\%S = 0,12$$

Принимаем 1 станок.

Общая площадь для станков и слесарной работы определяется из расчета 17...22 м² на один станок мастерской. Количество рабочих-станочников принимается по числу станков, а слесарей-ремонтников в размере 40...50 % от числа станочников.

$$F_{РИМ} = S_{РИМ}(17 - 22) \text{ м}^2 = 22 \text{ м}^2$$

					15.03.05.2021.155.00.000 ПЗ КП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69

3) Инструментально-раздаточная кладовая (ИРК), кладовые приспособления

Они служат для снабжения рабочих мест инструментом и приспособлениями.

Площадь склада инструмента определяется из расчета на один металлорежущий станок обслуживаемого цеха в зависимости от типа производства: для массового – 0,3 м², крупносерийного – 0,4 м², среднесерийного – 0,5 м², мелкосерийного – 0,6 м², единичного – 0,7 м² на станок.

$$\begin{aligned} F_{СИ} &= S \cdot 0,5 \text{ м}^2, \\ F_{СИ} &= 28 \text{ м}^2 \end{aligned} \quad (53)$$

Площадь склада приспособлений принимается равной: для массового производства – 0,1 м², крупносерийного – 0,2 м², среднесерийного – 0,3 м², мелкосерийного – 0,4 м², единичного – 0,5 м² на один металлорежущий станок.

$$F_{СП} = S \cdot 0,2 \text{ м}^2 = 14 \text{ м}^2$$

4) Отделение по приготовлению и раздаче смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ)

Предусматривается одно на весь производственный корпус. Площадь этого отделения для крупных цехов массового производства берется в пределах 100–200 м², при численности рабочих 2–4 человека, для небольших цехов среднесерийного и мелкосерийного производства – в пределах 30–40 м². Здесь же хранятся масла для смазки станков. Количество смазчиков берется из расчета один смазчик на 120–150 станков.

$$F_{СОЖ} = 40 \text{ м}^2$$

5) Цеховой склад материалов и заготовок

Он предназначен для хранения запасов отливок, поковок, штамповок и пруткового материала [9]. Чаще всего он объединяется с заготовительным отделением.

Площадь склада можно определить по следующей формуле

$$F_{с.м} = \frac{Q_{ч}t}{\Phi q K_{и}} \text{ м}^2, \quad (54)$$

где $Q_{ч}$ – общая черная масса всех материалов и заготовок, подлежащих обработке в цехе в течение года (можно принимать на 15 % больше чистой массы Q), тонны;

t – количество дней запаса материалов и заготовок (принимается в зависимости от типа производства: от 2 дней в массовом на складочных площадках поточных линий до 12 дней – в единичном);

					15.03.05.2021.155.00.000 ПЗ КП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		70

Φ – количество рабочих дней в году;
 q – допускаемая нагрузка (грузонапряженность) на пол склада (1,5...2,5 т/м²);
 $K_{и}$ – коэффициент использования площади склада ($K_{и}=0,4...0,5$).

Сначала определим общую массу хранимых заготовок по формуле

$$Q_{ч} = N \cdot Q_{заг}, \quad (55)$$

$$Q_{ч} = 2500 \cdot 0,0087 = 21 \text{ тонна}$$

$$F_{с.м} = \frac{21 \cdot 12}{247 \cdot 1,5 \cdot 0,4} = 1,7 \text{ м}^2$$

Ввиду малой площади, склад заготовок находится в общецеховом складе заготовок.

б) Склад готовых деталей

Склад готовых деталей служит для накопления и хранения окончательно обработанных деталей. Передвижение деталей по пролету осуществляется при помощи рольганга, а перемещение деталей со станка на станок осуществляется при помощи тележек, так как масса заготовки 0,87 кг.

Площадь склада готовых деталей определяется по формуле

$$S_{с.д.} = \frac{Q_{д} t_3}{D q_3}, \quad (56)$$

где $S_{с.д.}$ – площадь склада готовых деталей, м²;

$Q_{д}$ – чистый вес готовых деталей, т;

t_3 – запас хранения деталей в днях, $t_3 = 15$ дней;

D – число рабочих дней в году, $D = 247$ дня;

q_3 – средняя грузонапряженность площади склада, $q_3 = 1,5 - 2,5$ т/м².

Определяем чистый вес детали по формуле

$$Q_{д} = N \cdot Q, \quad (57)$$

$$Q = 2500 \cdot 0,0006 = 1,5 \text{ т.}$$

$$S_{с.д.} = \frac{1,5 \cdot 15}{247 \cdot 1,5} = 0,06 \text{ м}^2$$

Ввиду малой площади, склад готовых деталей находится в общецеховом складе готовых деталей.

					15.03.05.2021.155.00.000 ПЗ КП	Лист
						71
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

7) Упаковочное отделение

В упаковочном отделении производится укладка во внешнюю тару изделий, запасных частей, деталей и комплектов, как во внутренней упаковке, так и без нее. При этом должна быть обеспечена плотность укладки, предохраняющая от сотрясения и ударов друг об друга уложенных предметов. Остающиеся пустые места между предметами должны быть плотно заполнены эластичными мягкими материалами.

Площадь упаковочного отделения определяется таким же способом, как и склада материалов и заготовок. Отличие состоит в том, что масса Q_{cp} берется не черная или чистая, а средняя (на 7–8 % больше чистой). Кроме того, дополнительно учитывается число заходов на склад деталей в процессе их изготовления (в среднем 5–6 раз); грузонапряженность пола принимается в пределах 0,9...1,7 т/м²; коэффициент использования площади склада $K_{и} \approx 0,38$.

Расчет ведется по формуле

$$F_{уп} = \frac{Q_{cp} t_{cp} i}{\Phi Q_{cp} K_{и}}, \quad (58)$$

где i – число заходов детали на склад.

$$F_{уп} = \frac{1,7 \cdot 12 \cdot 6}{247 \cdot 0,9 \cdot 0,38} = 1,45 \approx 3 \text{ м}^2$$

8) Контрольно-проверочные пункты ОТК

Площадь контрольного отделения определяется по числу контролеров. На одного контролера укрупнено принимается 5 – 6 м² площади, плюс площадь под крупногабаритной инвентарь (при необходимости). Так как необходимость в крупногабаритном инвентаре нет, то площадь контрольного отделения принимаем:

$$S_k = 1 \cdot 6 = 6 \text{ м}^2.$$

4.1.5 Выбор типа здания для размещения цеха

Перед выполнением компоновки площадей цеха необходимо выбрать здание для их размещения. Выбор промышленного здания для цеха начинают с выбора его объемно-планировочной схемы, существующих зданий, отвечающей современным направлениям строительного проектирования.

При выборе объемно-планировочной схемы промышленного здания нужно учитывать, что современные промышленные здания строят для группы механосборочных цехов, связанных общностью технологических процессов. При выполнении курсового проекта (курсовой работы) рекомендуется ориентироваться на одноэтажное многопролетное здание.

					15.03.05.2021.155.00.000 ПЗ КП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		72

Мы будем ориентироваться на одноэтажное многопролетное здание.

Вспомогательные и складские помещения выделяют, как правило, в отдельные зоны и их располагают в соответствии со следующими вариантами.

а) В производственной части здания:

- перпендикулярно к пролетам;
- вдоль пролетов;
- во встроенных пролетах – планировочных вставках;
- в технических этажах.

б) В первых этажах служебно-бытовых помещений, высота которых должна быть не менее 3,6 м.

Существуют стандарты у строителей по строительным параметрам зданий. Приведем некоторые строительные параметры промышленных зданий (таблица 4.6).

Таблица 4.6 – Строительные параметры зданий

Размеры сетки колонн, м		Высота до затяжки фермы, м	Отметки подкрановых путей при грузоподъемности кранов, т			
Ширина пролета	Шаг колонн		10	20	30	50
Бескрановые здания – без подвешного и с подвесным подъемно-транспортным оборудованием Q = 0,5 ... 5,0 т						
18	6,9,12 (по ряду у настенных колонн – б)	4,8				
18,24		6,0				
18,24,30		7,2				
18,24,30		7,2				
Крановые здания – с мостовыми кранами Q = 5 ... 50 т						
18,24,30	6,12 (по ряду у настенных колонн – б)	8,4	6,15			
18,24,30		9,6	6,95	6,95		
18,24,30		10,8	8,15	8,15		
18,24,30		12,6	9,65	9,65	9,65	
18,24,30		14,4	11,45	11,45	11,45	
24,30,36		16,2			18,65	12,65
24,30,36		18,0			14,45	14,45

Магистральные проезд шириной 4,5...6 м обязательны вдоль вспомогательных и складских помещений.

Служебно-бытовая часть промышленных зданий имеет особую конструкцию, часто выполняется многоэтажной и может располагаться с торца производственной части здания (перпендикулярно пролетам) или с боковой стороны (вдоль пролетов).

Выполнение компоновочного плана заканчивается подсчетом площадей и выполнением сводной таблицы площадей. Площадь, отводимая по компоновочному плану с учетом конструкции здания, может отличаться от расчетной на 10–15 %.

4.1.6 Расстановка оборудования

Расстановка оборудования осуществляется в порядке последовательности технологического процесса вдоль пролета. Сетка колонн: ширина пролета 18 метров, шаг колонн 12 метров. Колонны данного пролета маркируются порядковыми номерами: поперек здания буквами А, Б, вдоль пролета цифрами 1, 2, 3, 4. Станки расположены не на одной линии.

Нормы расстояний между станками и от элементов здания цеха:

- от проезда до фронта боковых сторон станков 700 мм;
- относительно друг друга боковыми сторонами 1400 мм;
- от колонн до тыльной стороны станка 2000.

На участке размещен склад заготовок и деталей.

В качестве транспортного средства для перемещения стружки к местам сбора выбираем тележки, расположенные около каждого станка. Транспортирование заготовок от станка к станку производится с помощью тележек. Нормы расстояний между станками принимаются равными 1400 мм.

Около проезда рядом с колонной располагаются первичные средства пожаротушения: ящик с песком и щит пожарной охраны.

На участке имеется мостовой кран грузоподъемностью 5 тонн для перемещения тяжеловесных грузов, станков. Планировку участка можно увидеть на рисунке 18.

Техника безопасности и пожарной безопасности. На участке должны выполняться:

- общие правила техники безопасности и производственной санитарии для машиностроения;
- правила устройства электроустановок;
- правила технической эксплуатации и безопасность обслуживания электроустановок;
- все оборудование должно быть заземлено; для местного освещения используется напряжение не более 36 Вольт.

Общая высота цеха H определяется по расстоянию от пола до вершины головки кранового рельса H_1 и расстоянию от вершины головки кранового рельса до нижней точки строительной затяжки.

Принимаем: $H_1=9,4$ м;

$H=11,2$ м.

Эскиз планировки цеха представлен на рисунке 4.1

					15.03.05.2021.155.00.000 ПЗ КП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		74

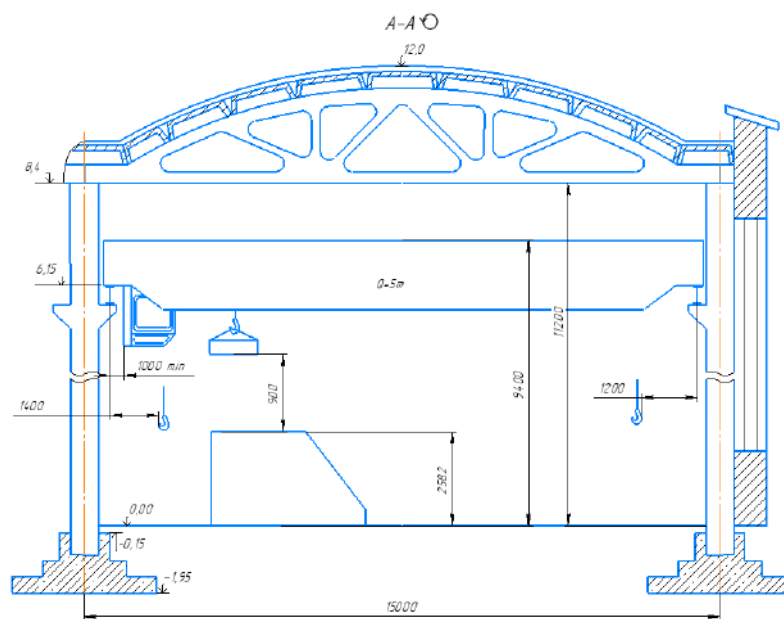
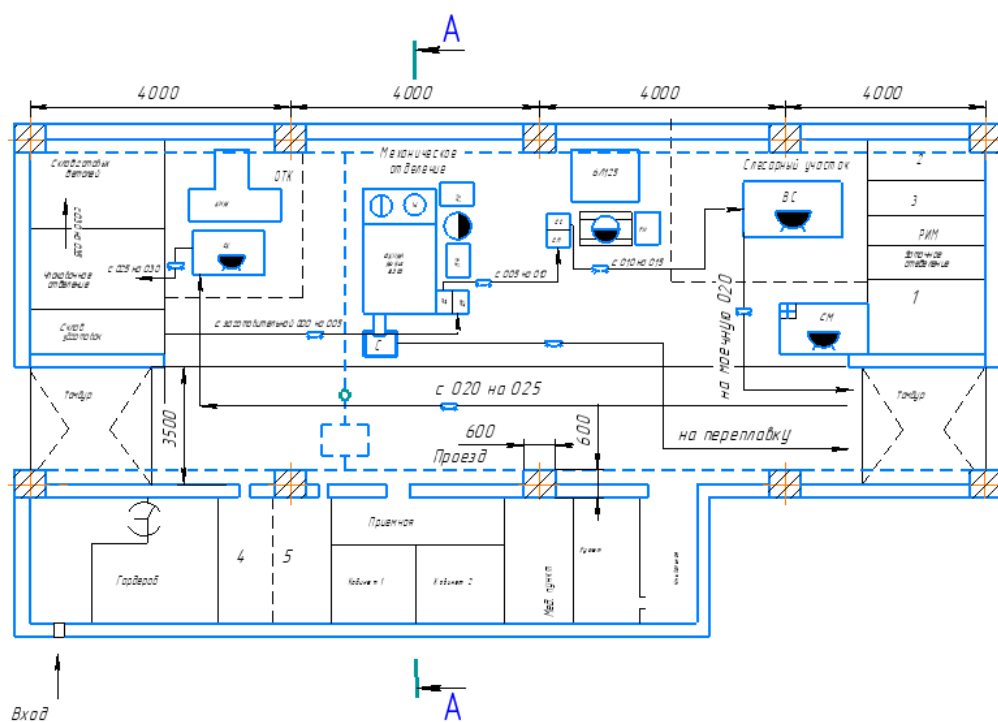


Рисунок 4.1 – Эскиз планировки

4.2 Описание мероприятий по охране труда

В настоящее время требования охраны труда являются определяющими при создании и внедрении новых технических объектов и технологий.

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

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

мероприятия.

4.2.1 Законодательные нормативно правовые акты по охране труда

Все вопросы, связанные с организацией системы охраны труда на предприятии, требования по безопасности труда регулируются законодательными и нормативными правовыми актами.

Основными законодательными актами, регулирующими, охрану труда в РФ являются: Конституция РФ, Трудовой кодекс РФ, и др., которые определяют основные направления государственной политики в области охраны труда, которыми являются: обеспечение жизни и здоровья работников, расследование несчастных случаев на производстве и др.

Основными нормативными правовыми актами по безопасности труда являются: государственные стандарты системы стандартов безопасности труда; отраслевые стандарты системы стандартов безопасности труда; санитарные правила; санитарные нормы; гигиенические нормативы; санитарные правила и нормы; строительные нормы и правила; правила безопасности; правила по охране труда межотраслевые и Отраслевые, и др.

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

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

4.2.2 Требования к персоналу, допуск к самостоятельной работе. ТБ (требования безопасности) перед началом; вовремя; по окончании

К самостоятельной работе в качестве станочника при изготовлении детали «Основание» 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, третью квалификационную группу по электробезопасности, прошедшие первичный инструктаж 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.

Работники участка в соответствии с характером выполняемых работ, регулярно проходят инструктаж на рабочем месте и проверку знаний по охране труда. Проверки и инструктажи по охране труда фиксируются в специальном журнале, с обязательной росписью инструктируемого и инструктирующего [3].

Виды инструктажей: вводный, первичный, повторный, внеплановый,

					15.03.05.2021.155.00.000 ПЗ КП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76

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 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 ежеквартально 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.

Инструктаж проводится на основе инструкций по охране труда для каждой профессии, разработанных и утвержденных в соответствии с Положением о порядке разработке и утверждения правил и инструкции по охране труда.

Рабочие участка, 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.

Производственный персонал обучен приемам освобождения человека от действия электрического тока и оказания пострадавшему доврачебной помощи, а также приемам оказания доврачебной помощи, пострадавшим при других несчастных случаях.

Работники, пользующиеся средствами индивидуальной защиты, проходят тренировку и специальный инструктаж по правилам пользования и способам проверки исправности этих средств и имеют навыки по их применению.

Запрещается допуск к работе лиц, не прошедших в установленном порядке обучение, инструктаж и проверку знаний правил, норм и инструкций по охране труда ст. 212 ТК РФ.

					15.03.05.2021.155.00.000 ПЗ КП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		77

ОТ перед началом работы: работник надевает спецодежду; принимает станок у сменщика; знакомится с технологическим процессом на порученную работу и предусмотренными им мерами безопасности при её выполнении; проверяет наличие и исправность подножной деревянной решётки, режущего, мерительного, крепёжного инструмента и приспособлений и раскладывает их устойчиво в удобном для пользования порядке. Проверяет исправность ограждений, заземляющих устройств используемого оборудования на надёжность крепления и отсутствие обрыва в заземляющем проводе. Проверяет исправность ручного инструмента; готовит ключи, защитные очки и другие инструменты, необходимые для работы. Регулирует местное освещение станка так, чтобы рабочая зона была достаточно освещена, и свет не слепил глаза. Проверяет наличие и состояние заготовок или полуфабрикатов.

Проверяет на холостом ходу станка исправность органов управления, обо всех обнаруженных неисправностях и недостатках докладывает мастеру и до их устранения к работе не приступает.

ОТ во время работы: работник применяет инструмент, оснастку, режимы резания, СОЖ, указанные в технологическом процессе. Не загромождает рабочее место деталями, заготовками. Использует для их складирования специальные стеллажи. Применяет только исправные ключи соответствующих размеров и типов, предусмотренные технологической документацией. При закреплении детали в кулачковом патроне захватывает деталь кулачками на возможно большую величину. 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.

ОТ по окончании работы: выключает станок и электродвигатель, приводит в порядок рабочее место, сдает станок сменщику или мастеру, сообщает при этом об имевших место неисправностях в работе станка и о принятых мерах по их устранению. Отключает освещение, вентиляцию. Организацию обучения по охране труда и инструктаж рабочих и специалистов осуществляется в соответствии с требованиями ГОСТ 12.0.004-90 «Организация обучения безопасности труда».

4.2.3 Опасные вредные производственные факторы (ОВПФ).

Уровни воздействия на работающих вредных производственных факторов нормированы предельно-допустимыми уровнями, значения которых указаны в соответствующих стандартах системы стандартов безопасности труда и санитарно-гигиенических правилах.

При разработке детали «Ось» на данном участке рабочие подвержены воздействию следующих опасных и вредных производственных факторов: движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного

					15.03.05.2021.155.00.000 ПЗ КП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		78

оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы; повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; повышенный уровень шума на рабочем месте; недостаточная освещенность рабочей зоны; наличие прямой и отраженной блескости; острые кромки, заусенцы на поверхности заготовок, инструмента; повышенное значение напряжения в электрической цепи замыкание которой может произойти через тело человека; токсическое и раздражающее действие карбида углерода, углеводородов и др., которые могут проникать в организм человека через органы дыхания, кожные покровы и слизистые оболочки; физические перегрузки.

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

Защита работников 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 работники обеспечены средствами индивидуальной защиты: защитные очки (козырек, полумаски, маски, щитки), дерматологические средства защиты кожных покровов, 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 [3].

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.

					15.03.05.2021.155.00.000 ПЗ КП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		79

Для защиты кожного покрова от воздействия СОЖ и пыли токсичных металлов должны применяться дерматологические защитные средства (профилактические пасты 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 производственных помещений. Производственное освещение

При разработке детали «Ось» категория работ будет 2Б (относятся работы с интенсивностью энергозатрат 151-200 ккал/ч (175-232 Вт), связанные с постоянной ходьбой, перемещением мелких (до 1 кг) изделий или предметов в положении стоя или сидя и требующие определенного физического напряжения).

При нормировании различают теплый и холодный период года. Согласно СанПиН 2.2.4.584-96 оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственного помещения будут следующие:

– в холодный период года температура воздуха 19-21 С⁰, температура поверхностей 18-22 С⁰, относительная влажность воздуха 60-40 %, скорость движения воздуха 0,2 м/с;

– в теплый период года температура воздуха 20-22 С⁰, температура поверхностей 19-23 С⁰, относительная влажность воздуха 60-40 %, скорость движения воздуха 0,2 м/с.

Важной характеристикой, от которой зависит требуемая освещенность на рабочем месте, является размер объекта различения – минимальный размер наблюдаемого объекта, отдельной его части или дефекта, который необходимо различать. Разряд зрительных работ – 3 разряд (высокой точности) – при размере объекта 0,15-0,3 мм.

Освещение участка обеспечивается естественным путем через оконные проемы, расположенные сбоку, и искусственным освещением. Искусственное освещение помещения соответствует правилам устройства электроустановок, правилам технической эксплуатации электроустановок потребителей, правилам по охране труда при эксплуатации электроустановок потребителей. Так же имеется аварийное освещение, автоматически включающееся при внезапном включении рабочего освещения, и эвакуационное.

На станках с ЧПУ освещенность рабочего места – 1500 лк. На универсальных станках освещенность рабочего места – 2000 лк. Освещенность рабочих мест контролеров ОТК– 2000 лк. На слесарной обработке рабочего места – 2000 лк.

4.2.5 Требования к оборудованию и его размещению

Требования к оборудованию по ПОТ РО 14000-001-98 «Правила по охране труда на предприятиях и в организациях машиностроения».

					15.03.05.2021.155.00.000 ПЗ КП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		80

Применяемое на предприятии производственное оборудование должно соответствовать требованиям безопасности по ГОСТ 12.2.003-91 и другим стандартам безопасности труда.

Производственное оборудование должно быть безопасным при монтаже, эксплуатации (как отдельно, так и в составе комплексов и технологических систем), а также при ремонте, демонтаже, транспортировании и хранении.

Производственное оборудование при эксплуатации не должно загрязнять окружающую среду выбросами вредных веществ выше установленных норм.

Безопасность производственного оборудования должна обеспечиваться:

- выбором принципов действия, конструктивных схем и элементов конструкций;
- применением средств механизации, автоматизации и дистанционного управления;
- применением средств защиты;
- выполнением эргономических требований;
- включением требований безопасности в техническую документацию на монтаж, эксплуатацию, ремонт, транспортирование и хранение оборудования.

Производственное оборудование должно быть пожаро- и взрывобезопасным.

Электрооборудование и электроустройства должны соответствовать Правилам устройства электроустановок и эксплуатироваться в соответствии с Правилами эксплуатации электроустановок потребителей, а также ГОСТ 12.1.019-2009.

Устройство и эксплуатация металлообрабатывающего оборудования должны отвечать требованиям ГОСТ 12.2.009-99 и ГОСТ 12.3.025-80.

Контроль состояния электроустановок и осветительных сетей должен осуществляться 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 не должны иметь травмоопасных углов, острых кромок, неровных поверхностей и т.д.

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

Конструкция производственного оборудования должна предусматривать систему сигнализации, а в необходимых случаях и систему автоматического останова и отключения оборудования от источников энергии при опасных неисправностях, аварийных ситуациях или при режимах работы, близких к опасным.

					15.03.05.2021.155.00.000 ПЗ КП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		81

Конструкция производственного оборудования должна исключать возможность накопления зарядов статического электричества в опасных количествах.

Органы аварийного выключения (кнопки, рычаги и т.п.) должны быть красного цвета и желательного грибовидного типа, иметь указатели места их нахождения, надписи их назначения и быть легкодоступными для:

– ремонт и наладку оборудования должен производить ремонтный персонал;

– ремонт оборудования во время его работы запрещается;

Перед ремонтом оборудование должно быть обесточено и приведено в такое состояние, чтобы исключалась возможность самопроизвольного его включения.

Размещение оборудования произведено 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 должно обеспечивать осуществление производственного цикла в оптимальных режимах и не должно представлять опасности для персонала.

Размещение производственного оборудования и коммуникаций, которые являются источниками опасных и вредных производственных факторов, расстояние между единицами оборудования, а также между оборудованием и стенами производственных зданий, сооружений и помещений должны соответствовать действующим нормам технологического проектирования, строительным нормам и правилам, утвержденным в установленном порядке.

Производственное оборудование на производственных площадках должно располагаться в соответствии с общим направлением основного грузового потока в цехе, на участке.

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

1) расстояние от оборудования до стен и колонн здания должно быть не менее 600 мм для мелкого оборудования (с размерами в плане до 1500 х 1000 мм); не менее 700 мм для оборудования средних габаритов (с размерами в плане до 4000 х 3500 мм); для крупного оборудования (с размерами в плане до 8000 х 6000 мм) - от стен не менее 1000 мм, от колонн - не менее 900 мм; для печей - от стен не менее 1200 мм, от колонн - не менее 1000 мм;

2) расстояние между оборудованием должно устанавливаться в зависимости от конкретных условий с обеспечением безопасности производства работ и безопасного обслуживания оборудования;

3) при обслуживании оборудования мостовыми кранами его расстановка (расстояния от стен и колонн) определяется с учетом обеспечения его нормального обслуживания грузоподъемными кранами;

					15.03.05.2021.155.00.000 ПЗ КП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		82

4) при установке оборудования на индивидуальном фундаменте расстояния оборудования от стен, колонн должны быть приняты с учетом конфигурации смежных фундаментов.

Габаритные контуры и размеры размещенного на производственных площадях оборудования; контуры и размеры площадок для его обслуживания; контуры и размеры производственных участков; мест для складирования материалов, полуфабрикатов, готовой продукции, оснастки; контуры и размеры проездов, проходов и т.д. должны быть зафиксированы на планировке цеха, участка.

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.

4.2.6 Требования безопасности к эксплуатируемому оборудованию и рабочему месту

Основными требованиями безопасности, предъявляемыми к конструкции оборудования, являются: безопасность для здоровья и жизни человека, надёжность, удобство эксплуатации. Общие требования безопасности к производственному оборудованию установлены ГОСТ 12.2.003-91 «Общие требования к безопасности», ПОТ РМ 006-97 «Межотраслевые правила по охране труда при холодной обработке металлов». Их выполнение делает машины и механизмы безопасными не только при эксплуатации, но и при монтаже, ремонте, транспортировании и хранении.

Оборудование, используемое на данном участке при изготовлении детали «Основание»: токарный станок с ЧПУ SPINNER PD32, и DMC 635V ECOLINE являются высокотехнологичным.

Подвижные и токоведущие части данного оборудования защищены входящими в конструкцию станка кожухами и крышками, которые являются компактными, имеют минимум острых кромок и граней, а также выступающих частей.

Данные станки оснащены блокирующими устройствами, позволяющими осуществлять работу по программе только при закрытых ограждениях, исключающими 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, выше приведенных, станков полностью исключает попадания за пределы оборудования стружки, СОЖ и масла. Удаление стружки со станков осуществляется автоматически винтовым конвейером. С конвейера, собранная стружка выбрасывается люк.

					15.03.05.2021.155.00.000 ПЗ КП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		83

На сверлильном станке PROMA E-1316B/400 стружка направляется от режущего инструмента в корыто станка, а затем убирается с рабочего места и вывозится из цеха. Для уборки стружки вручную применяют специальные крючки и металлические щетки, а также стальные совки, вилы и лопаты.

Зона обработки на сверлильном станке PROMA E-1316B/400 ограждается защитным устройством (экраном).

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

К работе на установке типа МА-10-395 и другом оборудовании допускаются лица, прошедшие инструктаж по безопасности труда и имеющие допуск к работе на данном оборудовании [3].

Мойку производим в специально отведенном рабочем месте с работающей вытяжной вентиляцией. Растворы, содержащие вредные химические вещества, применяют с учетом требований ПОТ РМ-004-98 «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.

Рабочие места обеспечены достаточной освещенностью, соответствующей характеру и условиям выполняемых работ.

Рабочие места содержатся в чистоте. Для сбора мусора и других отходов производства в назначенных местах на участке установлена металлическая тара, которая регулярно освобождается.

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.

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

4.2.7 Электробезопасность

При разработке детали «Основание» соблюдать требования по ПОТ ЭЭ 328Н от 24.03.2013 категория помещений по электробезопасности будет относиться к категории помещений с повышенной опасностью, так как возможность одновременного прикосновения к имеющим соединения с землей металлоконструкциям зданий, технологическим аппаратам, механизмам и прочее с одной стороны и к металлическим корпусам электрооборудования.

					15.03.05.2021.155.00.000 ПЗ КП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		84

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

4.2.8 Пожарная безопасность

Номенклатура и количество средств пожаротушения для участка установлено по ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность. Общие требования» с учетом обеспечения требуемого уровня противопожарной защиты.

Проектируемый участок механической обработки находится в производственном помещении, которое относится к категории Д. Это помещения, в которых производится обработка негорючих веществ и материалов в холодном состоянии.

К первичным средствам пожаротушения относят: огнетушители, ведра, лопаты, ящики с песком, и т. д. Пожарный инвентарь имеет необходимую нормативную документацию, учетные (инвентаризационные) номера по принятой на объекте системе нумерации.

Все первичные средства пожаротушения размещены на специальном щите («ПЩ»). Противопожарный щит окрашен в красный цвет, на стенде размещены: номера телефонов пожарной части, диспетчера завода, правила пользования огнетушителем, ящик с песком.

На участке используются: углекислотные огнетушители, предназначенные для тушения материалов (твёрдых, жидких, горючих веществ), а так же электроустановок, находящихся под напряжением и пенные огнетушители, применяемые для тушения твёрдых материалов и горючих жидкостей (масла, промасленной ветоши и т.п.). Огнетушители на участке, имеют бирки и маркировочные надписи на корпусе по ГОСТ 12.2.037-78 «Техника пожарная. Общие требования» и окрашенные в красный сигнальный цвет по ГОСТ 12.4.026-76 «Цвета сигнальные и знаки безопасности».

Ящик для песка с вместимостью 1,0 м³ укомплектован совковой лопатой. Конструкция ящика обеспечивает удобство извлечения песка.

На участке проводятся организационные мероприятия по пожарной безопасности на участке и рабочих местах: 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).

					15.03.05.2021.155.00.000 ПЗ КП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		85

Выводы по части 4

В данном разделе было рассчитано требуемое количество оборудования для изготовления данной детали и определена численность основных и вспомогательных рабочих. Также произведен подсчет размеров производственной площади механообрабатывающего цеха и по расчетам спроектирована планировка, где все оборудование расставлено с учетом всех норм и правил безопасности и охраны труда. Приведено описание мероприятий по охране труда, применительно к спроектированному участку механической обработки детали «Ось».

					15.03.05.2021.155.00.000 ПЗ КП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		86

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе был усовершенствован процесс изготовления детали «Ось», благодаря использованию принципа концентрации операций с применением высокоэффективного оборудования с числовым программным управлением.

Экономического эффекта удалось добиться, благодаря смене оборудования (использования станков с числовым программным управлением вместо универсальных станков для механической обработки детали), выбору заготовки с более высоким коэффициентом использования материала, внедрению современного инструмента.

Для оснащения технологического процесса спроектированы оригинальные конструкции: зажимное приспособления на сверлильную операцию, контрольное приспособление для замера радиального биения и специальный режущий инструмент.

Внедрение разработанного технологического процесса позволил повысить производительность труда, снизить себестоимость продукции и сократить капитальные вложения.

Помимо выше упомянутых работ в данной выпускной квалификационной работе были достигнуты следующие цели и решения:

- выполнен анализ технологичности детали;
- выполнен анализ базового техпроцесса;
- выполнен размерный анализ детали;
- рассчитаны и назначены оптимальные нормы времени для операций;
- рассчитаны режимы резания;
- разработана карта наладки обрабатывающего центра для комплексной операции;
- составлена планировка участка механической обработки детали;
- разработаны рекомендации по охране труда.

					15.03.05.2021.155.00.000 ПЗ КП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		87

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 ГОСТ 2879-2006. Прокат сортовой стальной горячекатаный шестигранный. Сортамент. – М.: Издательство стандартов, 2006. – 18 с.
- 2 Анурьев, В.И. Справочник конструктора – машиностроителя / В.И.Анурьев. – В 3-х т. Т.1 – М.: Машиностроение, 1980. – 728 с.
- 3 Арустамов, Э.А. Безопасность жизнедеятельности / Э.А. Арустамов, Н.В. Косолапова, Н.А. Прокопенко, Г.В. Гуськов. – М.: ИЦ Академия, 2010. – 176 с.
- 4 Баранчикова, В.И. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: справочник:/ под ред. В.И. Баранчикова. – М.: Машиностроение, 1990. – 376 с.
- 5 Белкин, И.М. Допуски и посадки (Основные нормы взаимозаменяемости): Учеб. пособие для студентов машиностроительных специальностей высших технических заведений / И.М. Белкин. – М.: Машиностроение, 1992 – 528 с.
- 6 Белов, М.А. Размерный анализ технологических процессов обработки заготовок / М.А. Белов, А. Н. Унянин. – Ульяновск: УлГТУ, 2000. – 31 с.
- 7 Виноградов, Д.В. Высокопроизводительная обработка металлов резанием / Д.В. Виноградов. – М.: Издательство «Полиграфия», 2013. – 301 с.
- 8 Горошкин, А.К. Приспособления для металлорежущих станков. Справочник / А.К. Горошкин. – Изд. 6-е. – М.: Машиностроение, 1971. – 425 с.
- 9 Горохов, В. А. Проектирование механосборочных участков и цехов / В. А. Горохов, Н. В. Беляков, А. Г. Схиртладзе; под ред. В. А. Горохова. – Минск; М.: Новое знание: ИНФРА-М, 2015. – 539 с.
- 10 Гречишников, В.А. Режущий инструмент / В.А. Гречишников. – М.: Учебное пособие, 2010. – 388 с.
- 11 Гречникова, В.А. Режущий инструмент: Альбом / В.А. Гречникова – М.: Станкин, 1996. – 348 с.
- 12 Гуревич, Ю.Е. Детали машин и основы конструирования: учебник / Ю.Е. Гуревич, М.Г. Косов, А.Г. Схиртладзе. – Москва: Академия, 2012. – 589 с.
- 13 Дмитриев, В.А. «Обоснование метода получения заготовок»: учеб. для студ. вузов, обуч. по спец. напр. подгот. «Основы технологии машиностроения»/ Сост. В.А. Дмитриев – Самара: Самар. гос. техн. ун – т, 2010. – 25 с.
- 14 Добрыднев, И.С. «Курсовое проектирование по предмету «Технология машиностроения»: учеб. пособие для техникумов по специальности «Обработка металлов резанием». – М.: Машиностроение, 1985. – 184 с., ил.
- 15 Жуков, Э.Л. Технология машиностроения / Э.Л. Жуков, И.И. Козарь, С.Л. Мурашкин и др. – М.: Высш. шк., 2003. – 278 с.
- 16 Жуков, Э.Л. Технология машиностроения. Кн.2. Производство деталей машин / Э.Л. Жуков, И.И. Козарь, С.Л. Мурашкин и др. – М.: Высш. школа, 2003 – 295 с.

					15.03.05.2021.155.00.000 ПЗ КП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		88

17 Занько, Н. Г. «Безопасность жизнедеятельности»: учеб. для вузов / Н. Г. Занько, Малаян К. Р., Русак О. Н.; под ред. О. Н. Русака. – 14-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Лань, 2012. – 672 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4227 – ЭБС «Лань»

18 Иванов, И.С. Расчет и проектирование технологической оснастки в машиностроении [Текст] : учеб. пособие / И.С. Иванов. – М.: Инфра-М, 2015. – 197 с.

19 Косилова, А.Г. Справочник технологамашиностроителя. Т 1. / А.Г. Косилова, Р.К. Мещеряков. – М: Машиностроение, 1985. – 656 с.

20 Косилова, А.Г. Справочник технолога-машиностроителя. Т 2. / А.Г. Косилова, Р.К. Мещеряков. – М: Машиностроение, 1985. – 496 с.

21 Кострицкий, В.Г. Контрольно-измерительные инструменты и приборы в машиностроении / В.Г. Кострицкий. – М.: Машиностроение, 1986 г.

22 Ловыгин, А.А. Современный станок с ЧПУ и CAD/CAM система / А.А. Ловыгин, А.В. Васильев, С.Ю. Кривцов. – М.: «Эльф ИПР», 2011, 286 с.

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

24 Локтев, А.Д. Общемашиностроительные нормативы режимов резания. Часть 1 / А.Д. Локтев. – М: Машиностроение, 1967. – 465 с.

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

26 Сысоев, С.К. Технология машиностроения. Проектирование технологических процессов: учебное пособие для вузов по направлению "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" / С.К. Сысоев, А.С. Сысоев, В.А. Левко. – СПб.: Лань, 2011 . – 352 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература).

27 Фельдштейн, Е.Э. Металлорежущие инструменты / Е.Э. Фельдштейн, М.А. Корниевич. – Минск: Новое знание, 2009. – 1039 с.

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

29 Справочник режущих и мерительных инструментов. – <http://www.inpro.ru>, свободный.

30 Руководство по эксплуатации. Устройство защитное ЗУ 150-03 000 РЭ. – https://emis-kip.ru/upload/iblock/829/zashhitnoe_ustrojstvo_150_03, свободный.

					15.03.05.2021.155.00.000 ПЗ КП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		89