

Школа ИШНПТ

Направление подготовки Машиностроение

Отделение школы (НОЦ) Отделение материаловедения

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проектирование технологического процесса изготовления детали «Корпус»

УДК 621.81.002-214:658.512

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4A51	Люфт Никита Владимирович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сорокова С.Н.	к.ф-м.н		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Анисимова М.А.			

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Скаковская Н.В.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель, ООД ШБИП	Скачкова Л.А.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения
Общекультурные компетенции	
P1	Способность применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире.
P2	Демонстрировать понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации; использование для решения коммуникативных задач современных технических средств и информационных технологий.
P3	Способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля, осознавать перспективность интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования, уметь критически оценивать свои достоинства и недостатки.
P4	Способность эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, осведомленность в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на машиностроительных и строительно-монтажных производствах.
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на предприятиях машиностроительного, строительно-монтажного комплекса и в отраслевых научных организациях, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований
P7	Умение проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые

	расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения и сварочного производства
P8	Умение применять стандартные методы расчета деталей и узлов машиностроительных изделий и конструкций, выполнять проектно-конструкторские работы, составлять и оформлять проектную и технологическую документацию соответственно стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.
Профессиональные компетенции	
P9	Умение обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроительного, ракетно-космического и сварочного производства, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий, их узлов, деталей и конструкций
P10	Способность осваивать вводимое новое оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования и конструкций строительно-монтажных объектов, в случае необходимости обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на производственных участках предприятия.
P11	Умение применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных и строительно-монтажных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий, умение применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении и строительстве, применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа ИШНПТ

Направление подготовки (специальность) Машиностроение

Отделение школы (НОЦ) Отделение материаловедения

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
4А51	Люфт Никите Владимировичу

Тема работы:

Проектирование технологического процесса изготовления детали «Корпус»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:

--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Чертеж детали «Корпус»; Тип производства: мелкосерийное.
---	---

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	Технологическая подготовка производства. Проектирование альтернативного процесса изготовления заданной детали на современных станках с ЧПУ. Разработка принципиальной схемы автоматизированного оборудования.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Чертеж изделия. Технологические карты. Карты наладки. Чертеж приспособления.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Технологическая часть	Анисимова М.А.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Скаковская Н.В.
Социальная ответственность	Скачкова Л.А.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
--	--

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Анисимова М.А.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4A51	Люфт Никита Владимирович		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 134 страницы, 6 рисунков, 33 таблицы, 20 источников, 37 страниц альбомной документации.

Ключевые слова: корпус, машиностроение, технологическая подготовка, инструмент, станок, чпу, технологический процесс.

Объектом исследования является деталь типа «Корпус».

Цель работы – разработка технологии производства детали «Корпус».

В процессе работы проведены теоретические исследования существующих технологических процессов, используемых в машиностроительном производстве, сделан сравнительный анализ их достоинств и недостатков. Также были проведены исследования и определено необходимое оборудование для производства данной детали. Рассчитаны и назначены припуски на механическую обработку, режимы обработки, было произведено техническое нормирование.

Результатом данной работы является технологический процесс изготовления детали «Корпус», применимого для реального производства, где есть необходимые оборудование, разработаны управляющие программы и карты наладки для станков с ЧПУ, сконструировано специальное приспособление, а также разработан гибкий производственный модуль на базе вертикальный обрабатывающий центр HYUNDAI WIA KF4600 с ЧПУ.

Степень внедрения: мелкосерийное производство.

Область применения: машиностроение.

Эффективность спроектированного технологического процесса определяется экономическими расчетами и автоматизацией обработки резанием с применением станков с ЧПУ.

В будущем планируется возможное внедрение разработанного технологического процесса обработки в заинтересованные предприятия стран СНГ.

Содержание

Введение.....	9
1 Проектирование технологического процесса изготовления детали.....	10
1.1 Анализ технологичности конструкции детали	10
1.2 Обеспечение эксплуатационных свойств детали.....	12
1.3 Способ получения заготовки	14
1.4 Проектирование технологического маршрута	15
1.5. Расчет припусков на обработку	21
1.6 Выбор средств технологического оснащения	25
1.6.1 Уточнение содержания переходов	30
1.6.2 Выбор и расчет режимов резания.....	31
1.6.3 Нормирование технологических переходов.....	34
1.7 Разработка управляющих программ (УП) для станков с ЧПУ.....	45
1.8 Размерный анализ технологического процесса	48
1.9 Техничко-экономические показатели технологического процесса.....	49
1.10 Проектирование средств технологического оснащения	50
1.10.1 Обоснование выбора схемы приспособления	51
1.11 Проектирование гибкой производственной системы (модуля).....	51
2 Социальная ответственность.....	56
2.1 Производственная безопасность.....	56
2.2 Экологическая безопасность.....	61
2.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	62
2.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	64
3 финансовый менеджмент, ресурс эффективность и ресурсосбережение	67
3.1 Анализ конкурентных технических решений	67

3.2 SWOT-анализ	69
3.3 Планирование научно-исследовательских работ.....	72
3.3.1 Структура работ в рамках научного исследования	72
3.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ	72
3.3.3 Разработка графика проведения научного исследования	74
3.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....	77
3.4.1 Расчет материальных затрат НТИ	77
3.4.2 Основная и дополнительная заработная плата исполнителей темы.....	78
3.4.3 Отчисления во внебюджетные фонды	80
3.4.4 Накладные расходы.....	81
3.4.5 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.....	81
3.5 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансово, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	82
Заключение	86
Список используемых источников и литературы.....	87

Введение

С каждым годом во всем мире растет выпуск сложных изделий, применяемых как в быту, так и в производственных условиях. Усложняется как конструкции машин, так и системы управления ими. Одновременно с усложнением машин возрастают требования к их качеству и дизайну. Для изготовления машин с лучшими характеристиками необходимы новые технологии. Каждая новая технология – это концентрация достижений современной науки и производства. Создание новой технологии сложный процесс, требующий суммы накопленных знаний техники, технологий, производства и экономики [1].

В настоящее время изготовление деталей машин в значительной мере связано с механообработкой. В зависимости от типа производства удельный вес механообработки составляет 30-70%. Проектирование технологических процессов механообработки связано с определенными трудностями: в каждом случае необходимо решать многокритериальные задачи со многими параметрами [1].

В выпускной квалификационной работе рассмотрены вопросы проектирования технологического процесса, маршрута, операций, а также средств технологического оснащения на примере детали типа «Корпус».

Одной из важных частей выпускной квалификационной работы является разработка управляющих программ для станков с ЧПУ. Так же требуется произвести необходимые расчеты для снижения брака, которые включают в себя размерный анализ на примере детали типа «Корпус».

1 Проектирование технологического процесса изготовления детали

1.1 Анализ технологичности конструкции детали

Корпусные детали машин представляют собой базовые детали, на которые устанавливаются различные присоединяемые детали и сборочные единицы, точность относительно положения, которых должна обеспечиваться как в статике, так и в процессе работы машин под нагрузкой. В соответствии с этим корпусные детали должны иметь требуемую точность, обладать необходимыми параметрами жесткости и виброустойчивости, что обеспечивает постоянство относительно положения соединяемых деталей и узлов, правильность работы механизмов и отсутствие вибраций.

Конструктивное исполнение корпусных деталей, применяемый материал и необходимые параметры точности определяют исходя из служебного назначения деталей, требований к работе механизмов и условий их эксплуатации. При этом учитывают также технологические факторы, связанные с возможностью получения требуемой конфигурации заготовки, возможностями получения требуемой конфигурации заготовки, возможностями механической обработки, и удобства сборки, которую начинают с базовой корпусной детали. [1]

Деталь типа «корпус» (рисунок 1) может быть обработана на универсальном оборудовании; наружные поверхности будем обрабатывать на фрезерном станке. В корпусе имеется множество отверстий. Отверстие с наименьшей шероховатостью $Ra1,6$ данную шероховатость будем получать растачиванием данного отверстия на координатно-расточном станке. В корпусе имеются одно сквозное отверстие на длину 150мм и глухое отверстие на глубину 93,41 мм. Данное отверстие будем сверлить сверлом для глубокого сверления марки ISCAR. Для повышения качества поверхности отверстий расточим их на координатно-расточном станке.

В корпусе имеется, коническое отверстие. Для получения данного отверстия просверлим глухое отверстие диаметром 20мм, затем рассверлим его до нужного размера на координатно-расточном станке.

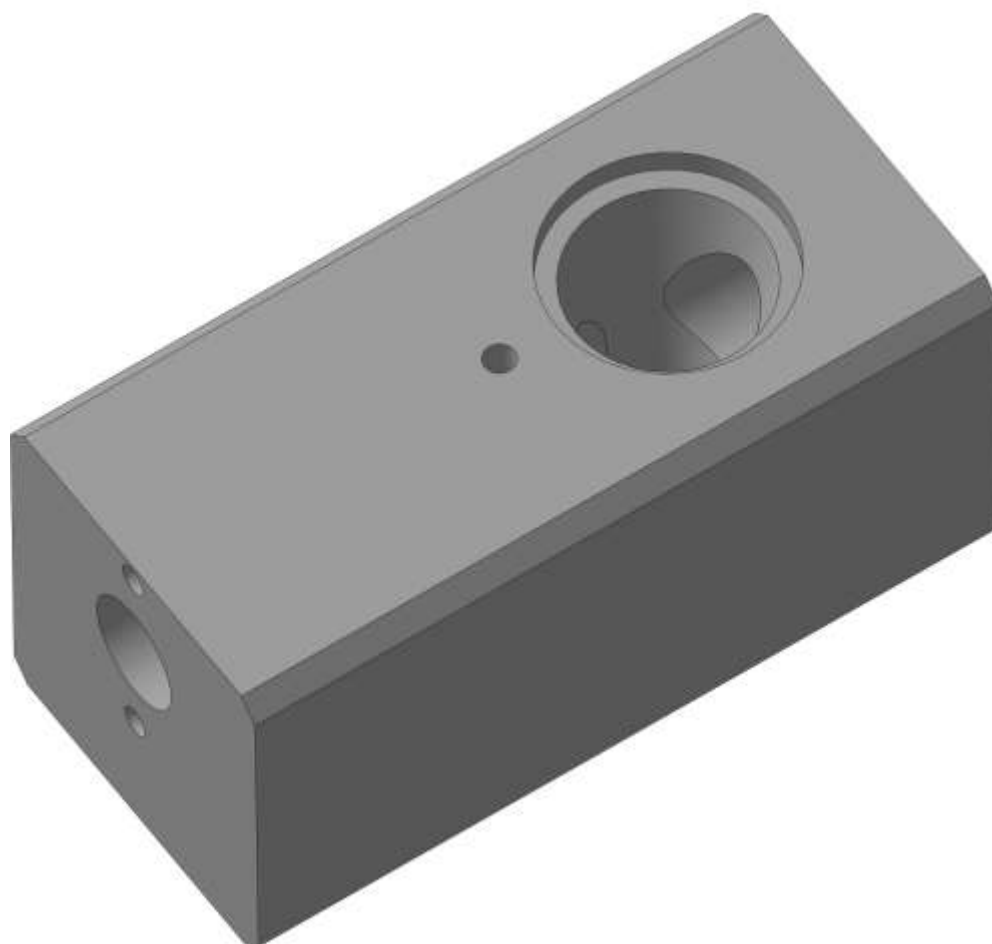


Рисунок 1– 3D модель детали

В корпусе имеются 5 резьбовых отверстий, в получении которых нет сложности.

Деталь – «Корпус», изготавливается из материала марки Сталь 45 ГОСТ 1050-88. Состав данной стали представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав стали 45

Химический элемент	%
Железо (Fe)	До 97%;
Углерод (C)	От 0,42 до 0,5%;
Кремний (Si)	От 0,17 до 0,37%;
Хром (Cr)	До 0,25%;
Марганец (Mn)	От 0.5 до 0.8%;
Никель (Ni)	До 0,25%;
Медь (Cu)	До 0,25%;
Фосфор (P)	До 0,035%;
Сера (S)	До 0,04%;
Мышьяк (As)	До 0,08%.

1.2 Обеспечение эксплуатационных свойств детали

Надежность машин, как один из основных показателей качества, определяется, прежде всего, эксплуатационными свойствами их деталей и сборочных единиц включающими: усталостную прочность, коррозионную стойкость, износостойкость, точность посадок и др. Действие на машину циклических нагрузок может привести к усталостным разрушениям отдельных ее деталей. Ресурс машины, работающей в агрессивных коррозионных средах, в значительной степени определяется коррозионной стойкостью основных ее деталей. В результате действия значительных нагрузок на контактирующие поверхности деталей может произойти потеря их надежности из-за контактных разрушений. Надежность машин, определяемая точностью изготовления ее деталей, в значительной степени зависит от контактной жесткости их соединений. Установлено, что 70 % выхода из строя машин определяется износом их деталей. Поэтому износостойкость играет особую роль в обеспечении надежности сборочных единиц, агрегатов, машин [1].

Эксплуатационные свойства детали, как правило, определяются качеством их рабочих поверхностей, формируемых при изготовлении или восстановлении. Поэтому задача технологического обеспечения качества поверхностного слоя детали является одной из важнейших при решении проблемы повышения надежности. Повышение надежности машин может быть обеспечено за счет применения эффективных технологических процессов изготовления и восстановления деталей, повышающих их износостойкость, усталостную прочность, коррозионную стойкость. Для этих целей применяются технологические процессы, упрочняющие поверхностный слой, припадающие ему особые свойства. Сюда относятся как процессы химико-термической обработки, так и упрочняющая обработка, основанная на пластическом деформировании поверхностей. При применении методов поверхностной пластической деформации в результате наклепа в поверхностных слоях видоизменяется форма и размеры кристаллических зерен, повышается

твердость, и образуются сжимающие напряжения, способствующие повышению износостойкости и сопротивляемости усталостным разрушениям. Надежность и долговечность изделий в значительной мере зависит от эксплуатационных свойств деталей и их соединений, которые могут быть определены с использованием методов математической статистики и теории вероятностей.

Проверка работоспособности конструкции детали выполняется с помощью CAE-системы или CAD/CAE/PDM-системы. Для данной детали были проведены расчеты на возникновение напряжений при ее эксплуатации. Моделирование и расчеты были выполнены в программе КОМПАС-3D v17.1 (приложение APM FEM).

Приложим давление 28 Н/мм^2 по внутренним поверхностям таким образом, чтобы она давила на внутреннюю стенку корпуса (рисунок 2).

Результаты статического расчета

Наименование	Тип	Минимальное значение	Максимальное значение
Эквивалентное напряжение по Мизесу	SVM [МПа]	0	254.932131

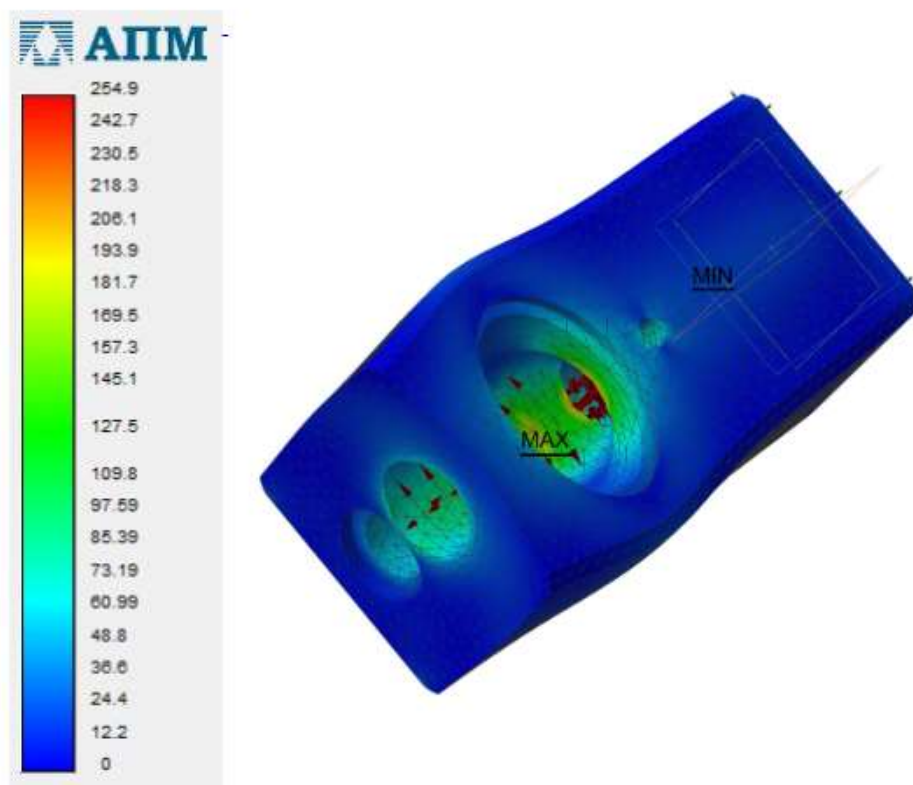


Рисунок 2 – Статически узловое напряжение модели

Из эпюры максимальных напряжений, видно, что максимальное напряжение доходит до отметки 252 МПа, что меньше предела текучести, который равен 355 МПа. На остальных конструктивных элементах, в среднем действует напряжение около 24,4 МПа. Из этого можно сделать вывод, что деталь работает в зоне упругой деформации.

1.3 Способ получения заготовки

От выбора заготовки зависит построение всего технологического процесса изготовления детали. Первым критерием при выборе заготовки является материал, из которого изготавливается деталь. Вторым критерием являются габаритные размеры, а так же сложность получаемой детали. Правильный выбор заготовки влияет на трудоемкость и себестоимость конечного изделия.

Целесообразно рассмотреть три способа получения заготовки:

- заготовка из прутка круглого сечения;
- заготовка из прутка квадратного сечения;
- заготовка из поковки.

Заготовка, полученная из поковки, является более целесообразной чем прутки. При выборе данной заготовки резко уменьшается машинное время на механическую обработку, припуски. Но заготовка из поковки дороже чем заготовки из прутка квадратного сечения.

Из перечисленного, принимаем заготовку квадратного сечения, так как не требуется дополнительного оборудования для обработки. Обозначение: Квадрат ГОСТ 2591-2006. Прокат поставляется длиной от 2 м до 12 м. Принимаем прутки длиной 4 м. На заготовительной операции получаем заготовку длиной 154 мм.

1.4 Проектирование технологического маршрута

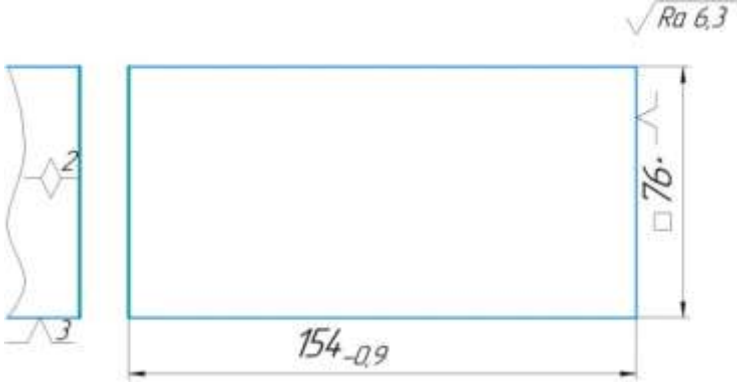
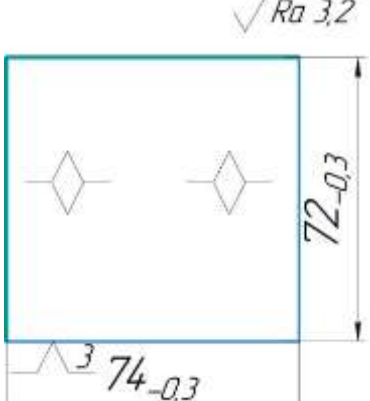
Согласно ГОСТ 14.004-83 маршрут – это последовательность прохождения заготовки детали по цехам и производственным участкам предприятия при выполнении технологического процесса изготовления.

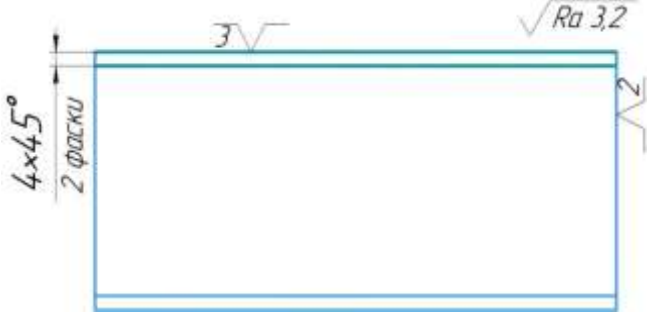
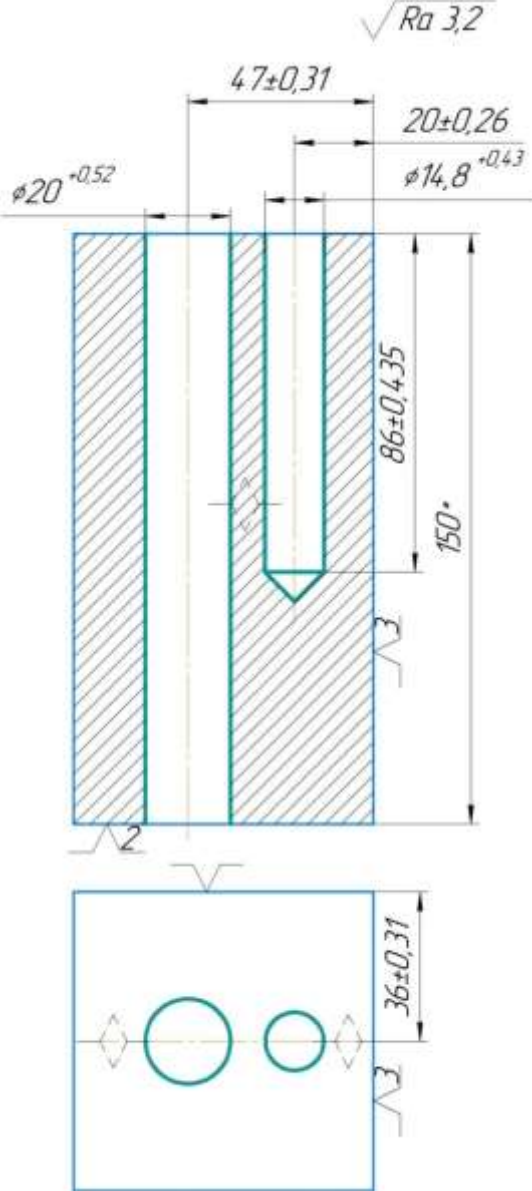
Последовательность операций для изготовления детали «Корпус» согласно техническим требованиям, условиям производства и требуемым параметрам точности согласно чертежу (Приложение А) представлена ниже.

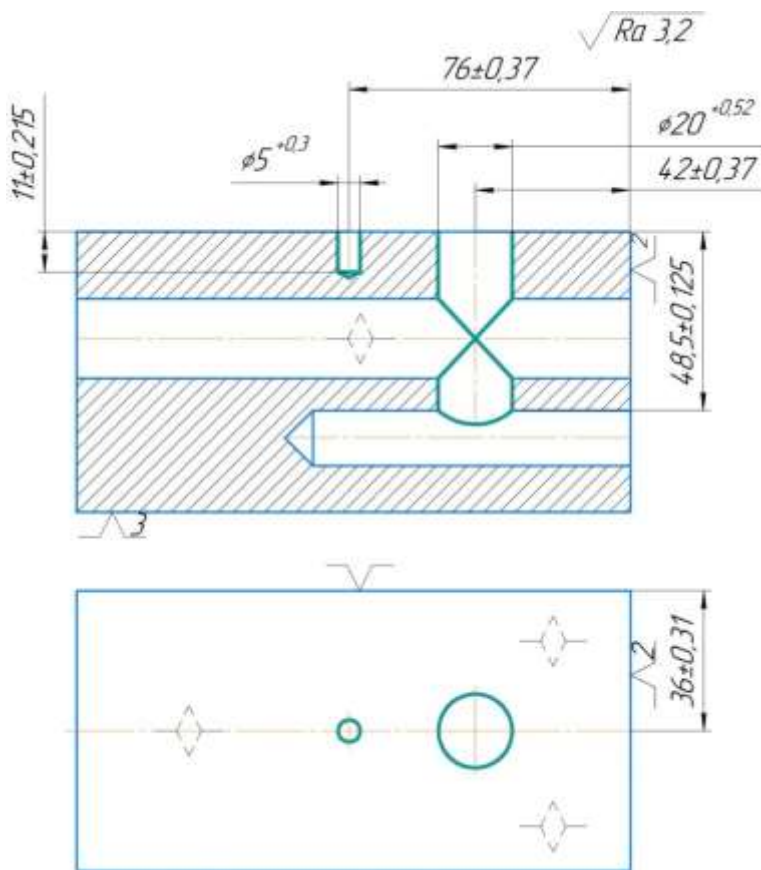
Маршрут детали «Корпус»:

- 005 Заготовительная;
- 010 Фрезерная;
- 015 Контрольная;
- 020 Слесарная;
- 025 Сверлильная;
- 030 Сверлильная;
- 035 Слесарная;
- 040 Контрольная;
- 045 Координатно-расточная;
- 050 Контрольная;
- 055 Сверлильная с ЧПУ;
- 060 Слесарная;
- 065 Контрольная;
- 070 Промывочная;
- 075 Консервация.

Таблица 2 – Технологический процесс

 *Размер для справок	005 Заготовительная А. Установить заготовку в тиски. База: Плоскость и торец. 1. Отрезать заготовку выдерживая размер 154,08 мм.
	010 Фрезерная А. Установить заготовку в тиски. База: плоскость и сторона. 1. Фрезеровать в размер 150,04 мм. 2. Фрезеровать в размер 74,03 мм.
	Б. Переустановить заготовку в тиски. База: плоскость и сторона. 1. Фрезеровать в размер 72,03 мм. 2. Фрезеровать в размер 74,03 мм.
	В. Переустановить заготовку в тиски. База: плоскость и сторона. 1. Фрезеровать в размер 72,03 мм. 2. Фрезеровать 2 фаски в размер 4мм.

	Г. Переустановить заготовку в тиски. База: плоскость и сторона. 1.Фрезеровать 2 фаски в размер 4мм
015 Слесарная 1.Снять заусенцы, притупить острые кромки.	
020 Контрольная Контролировать размеры обработанных поверхностей Контролировать шероховатость обработанных поверхностей	
	025 Сверлильная. А. Установить заготовку в тиски. База: плоскость и сторона. 1. Центровать отверстия, выдерживая размеры $20\pm0,26$мм, $36\pm0,31$мм и $47\pm0,31$мм. 2. Сверлить сквозное отверстие, выдерживая размер $\varnothing 21^{+0,52}$мм, $36\pm0,31$мм и $47\pm0,31$мм. 3.Сверлить отверстие, выдерживая размеры $\varnothing 14,8^{+0,43}$мм, $36\pm0,31$мм $20\pm0,26$мм и $86\pm0,435$мм.



030 Сверлильная.

А. А. Установить заготовку в тиски.

База: плоскость и сторона.

1. Центровать отверстия, выдерживая размеры $42 \pm 0,37$ мм, $76 \pm 0,37$ мм и $36 \pm 0,31$ мм.

2. Сверлить отверстие, выдерживая размеры $48,5 \pm 0,37$ мм, $\varnothing 20^{+0,52}$ мм и $36 \pm 0,31$ мм.

3. Сверлить отверстие выдерживая размеры $76 \pm 0,37$ мм, $11 \pm 0,215$ мм, $\varnothing 5^{+0,12}$ мм и $36 \pm 0,31$ мм.

035 Слесарная.

1. Снять заусенцы, притупить острые кромки

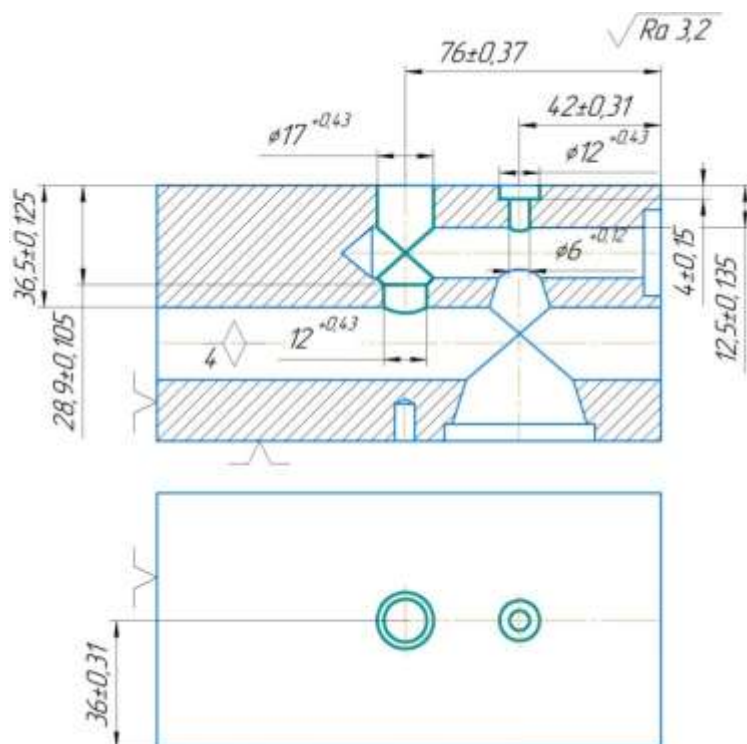
040 Контрольная.

Контролировать размеры обработанных поверхностей
Контролировать шероховатость обработанных поверхностей

Technical drawing of a mechanical part (045) showing a cross-section and a top view. The cross-section shows a central hole with a diameter of 20 ± 0.105 mm, a total width of 47 ± 0.125 mm, and a total height of 150 mm. The top view shows two concentric circles with diameters of 25 ± 0.21 mm and 21 ± 0.18 mm. Surface roughness is specified as $Ra 3.2$ and $Ra 16$.	045 Координатно расточная. А. Установить заготовку в тиски. База: плоскость и сторона. 1. Расточить отверстие согласно эскизу.
Technical drawing of a mechanical part showing a cross-section and a top view. The cross-section shows a central hole with a diameter of 45 ± 0.31 mm, a total width of 42 ± 0.125 mm, and a total height of 5 ± 0.06 mm. The top view shows two concentric circles with diameters of 40 ± 0.31 mm and 20 ± 0.21 mm. Surface roughness is specified as $Ra 3.2$ and $Ra 0.05$.	Б. Переустановить заготовку в тиски. База: плоскость и сторона. 1. Расточить отверстие согласно эскизу.

050 Контрольная.

Контролировать размеры обработанных поверхностей
Контролировать шероховатость обработанных поверхностей

**055 Сверлильная ЧПУ.**

А. Установить заготовку в приспособление.

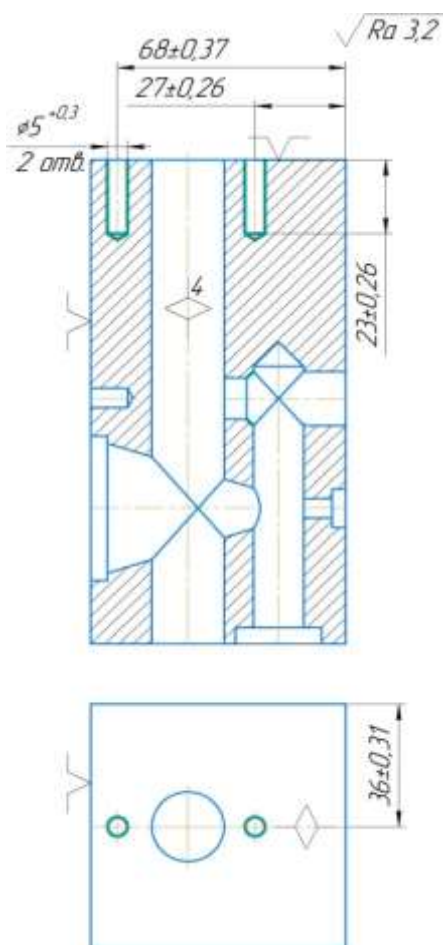
База: плоскость, сторона, отверстие.

1. Центровать отверстия, выдерживая размеры 42±0,31мм, 76±0,37мм и 36±0,31мм..

2. Сверлить отверстие, выдерживая размеры 42±0,31мм, $\phi 6^{+0,12}$ мм и 36±0,31мм..

3.Сверлить отверстие 76±0,37мм, $\phi 17^{+0,43}$ мм и 12^{+0,43} мм и 36±0,31мм..

4. Рассверлить отверстие, выдерживая размеры 36±0,31мм, 76±0,37мм и $\phi 17^{+0,43}$ мм .



Б. Переустановить заготовку в приспособление.

База: плоскость, сторона, отверстие.

1. Центровать отверстия, выдерживая размеры 27±0,26мм, 68±0,37мм и 36±0,31мм..

1.Сверлить два отверстия выдерживая размеры 68±0,37мм, 27±0,26мм, 23±0,26мм, $\phi 5$ мм и 36±0,31мм..

060 Слесарная. 1. Снять заусенцы, притупить острые кромки. Нарезать резьбу М6 в 3 отверстиях.
065 Контрольная Контролировать размеры обработанных поверхностей Контролировать шероховатость обработанных поверхностей
070 Промывочная 1. Промыть деталь по ТТП 01279-00001.
075 Консервация 1. Консервировать детали по ТТП 60270-00001 вариант 14.

1.5. Расчет припусков на обработку

Припуском на обработку называется слой (толщина слоя) материала, удаляемый с поверхности заготовки для устранения дефектов от предыдущей обработки. Общим припуском на обработку называется слой материала (толщина слоя), удаляемый с рассматриваемой поверхности исходной заготовки в процессе выполнения технологического процесса с целью получения готовой детали.

Установление правильной толщины припусков на обработку является ответственной технико-экономической задачей. Назначение чрезмерно больших припусков приводит к: потерям материала, превращаемого в стружку; увеличению упругой деформации технологической системы СПИД (станок – приспособление – инструмент – деталь) вследствие увеличения силы резания, а значит и к уменьшению точности обработки; увеличению трудоемкости механической обработки (если припуск больше максимально допустимой глубины резания и приходится его удалять за несколько проходов); усложняется применение приспособлений вследствие увеличения силы резания; к повышению расхода режущего инструмента и электрической энергии; к увеличению потребности в оборудовании и рабочей силе.

Назначение недостаточных припусков не обеспечивает удаление дефектных слоев материала, в следствии чего достижение требуемой точности и шероховатости обрабатываемых поверхностей недостижимо, а также

вызывает повышение требований к точности исходных заготовок и приводит к их удорожанию, затрудняет разметку и выверку положения заготовок на станках при обработке по методу пробных ходов и увеличивает опасность появления брака.

Операционный припуск — это слой материала, удаляемый с заготовки при выполнении одной технологической операции (ГОСТ 3.1109—82). Операционный припуск равняется сумме промежуточных припусков, т.е. припусков на отдельные переходы, входящие в данную операцию.

Припуск на переход — это слой материала (толщина слоя), удаляемый с заготовки при выполнении перехода, т.е. при обработке рассматриваемой поверхности с определённой точностью неизменным инструментом при неизменных режимах резания.

Припуск обозначается символом z . Наименьший припуск на переход i складывается из отдельных элементов, связанных с различными погрешностями. Показатели, погрешности, параметры шероховатости, дефекты, допуски и т.п., получаемые на рассматриваемом переходе, обозначаются с индексом i . Например, символом $z_{\min i}$ обозначается минимальный припуск на одну сторону, удаляемый на рассматриваемом переходе.

Погрешности или показатели шероховатости, дефекты, допуски и т.п., полученные на предшествующей обработке этой же поверхности обозначаются с индексом $i-1$. Например, символом $z_{\min i-1}$ обозначается минимальный (наименьший допустимый) припуск на одну сторону (на сторону), удаляемый на предшествующей обработке этой же поверхности.

$$2Z_{\min i} = 2 \cdot (R_{z\ i-1} + T_{\text{деф } i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i),$$

где $Z_{\min i}$ — минимальный припуск на данный, i переход, мкм;

$R_{z\ i-1}$ — шероховатость, полученная на предыдущем, $i-1$, переходе, мкм;

$T_{\text{деф } i-1}$ — глубина дефектного слоя на предыдущем переходе, мкм;

ρ_{i-1} – сумма погрешностей формы и расположения поверхностей заготовки, мкм;

ε_i – погрешность закрепления заготовки на данном переходе.

Значение коэффициентов принимаем согласно табличных данных, по методическому указанию [5].

Подробный порядок расчета минимальных припусков на обработку приведен в методическом указании [5].

Произведем расчет минимального припуска на механическую обработку наибольшего наружного размера $154_{-0,9}$ мм:

Шероховатость поверхности $\sqrt{Ra6,3}$, допуск на размер $\delta_{дет}=0,9$ мм.

Шероховатость поверхности заготовки $\sqrt{Rz100}$, допуск на диаметр заготовки $\delta_{заг}=1,4$ мм=1400 мкм.

$$2Z_{min}=2(30+50+424+80)=2\cdot584=1168;$$

Графу «Предельный размер» заполняем, начиная с конечного (конструкторского) размера путем прибавления расчетного минимального припуска ($2Z_{min}$) к предельному максимальному размеру (d_{max}):

1.(Фрезерная с ЧПУ)

$$d_{min}=152-0,4=151,6 \text{ мм};$$

Для полученного размера в таблице допусков определяем допуск на рассматриваемую обработку (в данном случае $h12$ $Td=400$ мкм), для рассматриваемой операции определим значение расчетного максимального технологического размера:

$$d_{max}=d_{min}+Td=151,6+0,4=152 \text{ мм};$$

Операция заготовительная:

$$d_{min}=152+0,9=152,9 \text{ мм};$$

$$Td_{заг}=1400 \text{ мкм};$$

$$d_{max}=d_{min}+Td_{заг}=152,9+1,4=153,3 \text{ мм};$$

Так как согласно ГОСТ 2591 – 88 ближайший размер заготовки $L=154$ мм, принимаем его в качестве принятого технологического размера.

Полученные результаты сведем в таблицу 3:

Таблица 3 – припуски на обработку наибольшего линейного размера

Технологическое переходы обработки поверхности	Составляющие минимального припуска на обработку, мкм				Расчетный минимальный припуск, $2Z_{\min}$, мкм	Принятый технологический размер, мм	Допуск T_d , мкм	Предельный размер, мм	
	R_z	$T_{\text{деф}}$	ρ	ϵ				$d_{\min}$	$d_{\max}$
Наружная поверхность 152 _{-0,4}									
0.заготовительная	150	140	1200	-		154h14	1400	152,9	153,3
1.Фрезерная ЧПУ	30	50	424	80	1168	152h12	400	151,6	152

Дальнейший расчет припусков производится аналогично предыдущему размеру:

$$D_{\max i-1} = D_{\min} - 2Z_{\min};$$

Произведем расчет минимальных припусков на обработку размера 74_{-0,3} мм :

Операция 0:

$$d_{\min} = 74 + 1,2 = 75,2;$$

$$d_{\max} = 75,2 + 0,3 = 75,5;$$

Принятый технологический размер 75,5h12;

Так как согласно ГОСТ 2591 – 88 ближайший размер заготовки 76мм, принимаем его в качестве принятого технологического размера.

Таблица 4 – расчет минимальных припусков на обработку наружной поверхности

Технологическое переходы обработки поверхности	Составляющие минимального припуска на обработку, мкм				Расчетный минимальный припуск, $2Z_{\min}$ мкм	Принятый технологический размер, мм	Допуск T_d , мкм	Предельный размер, мм	
	R_z	$T_{\text{деф}}$	ρ	ϵ				$d_{\min}$	$d_{\max}$
Наружная поверхность 74 _{-0,3}									
0.Заготовительная	150	140	1200	-		76h14	300	75,2	75,5
1.Фрезерная с ЧПУ	30	50	424	80	1168	74 h12	300	73,7	74

Произведем расчет минимальных припусков на обработку размера $\varnothing 21^{+0,18}$ мм :

Операция 2:

$$D_{\max}=21+0,18=21,18 \text{ мм};$$

$$D_{\min}=21 \text{ мм};$$

Принятый технологический размер 21Н11.

Таблица 5 – расчет минимальных припусков на обработку наиболее точной внутренней поверхности

Технологическое переходы обработки поверхности	Составляющие минимального припуска на обработку, мкм				Расчетный минимальный припуск, $2Z_{\min}$, мкм	Принятый технологический размер, мм	Допуск T_d , мкм	Предельный размер, мм	
	R_z	$T_{\text{деф}}$	ρ	ϵ				$D_{\min}$	$D_{\max}$
Внутренняя поверхность $\varnothing 21^{+0,18}$									
1.сверление отверстия без переустановки	100	70	250	0		20Н12	620		
2.расточивание	20	30	6	100	312	21Н11	180	21	21,18

1.6 Выбор средств технологического оснащения

Средства технологического оснащения - это совокупность орудий производства, необходимых для осуществления технологического процесса. Технологический процесс оснащается с целью обеспечения требуемой точности обрабатываемых деталей и повышения производительности труда. Под оптимальной оснащенностью понимается такая оснащенность, при которой достигается максимальная эффективность производства изделия при обязательном получении требуемого количества продукции и заданного качества за установленный промежуток времени с учетом комплекса условий, связанных с технологическими и организационными возможностями производственных фондов и рабочей силы [6].

Средства технологического оснащения подразделяются на:

- технологическое оборудование;
- средства механизации и автоматизации технологических процессов (вспомогательных операций и переходов);
- технологическую оснастку.

Технологическое оборудование - это средства технологического оснащения, в которых для выполнения определенной части технологического процесса размещаются материалы или заготовки, средства воздействия на них, а также технологическая оснастка. Технологическое оборудование выбирается в зависимости от конструкции детали и требованиями по обеспечению качества поверхности. В отдельных случаях технологи разрабатывают техническое задание на проектирование специальных станков.

Произведем подбор средств технологического и контрольно – измерительного оснащения, для материального обеспечения производственного участка, а так же занесем выбранные средства в таблицы 6 и 7.

Таблица 6 – Средства технологического оснащения

Операция	Оборудование	Инструмент	Приспособление
Заготовительная	Ленточнопильный станок модели ЛПС8542	Ленточное полотно исполнение 2 по ГОСТ Р 53924-2010 «Полотна ленточных пил» Материал режущей части полотна: P6M5.	Тиски слесарные с ручным приводом ГОСТ 4045-75.
Фрезерная	Станок STALEX X5032A Servo	Установ 1: Фреза концевая: 1P260-2000XB 1620 (32мм);	Тиски слесарные с ручным приводом ГОСТ 4045-75; Переходник от BIG-PLUS MAS-BT к Weldon/ISO 9766: 392.55523-4020065;
		Установ 2: Фреза концевая: 1P260-2000XB 1620 (32мм).	Тиски слесарные с ручным приводом ГОСТ 4045-75; Переходник от BIG-PLUS MAS-BT к Weldon/ISO 9766: 392.55523-4020065;
		Установ 3: Фреза концевая: 1P260-2000XB 1620 (32мм). Фреза фасонная : 1P260-2000XB 1620	Тиски слесарные с ручным приводом ГОСТ 4045-75; Переходник от BIG-PLUS MAS-BT к Weldon/ISO 9766: 392.55523-4020065;

Продолжение таблицы 6

		Установ 4: Фреза концевая: 1P260-2000XB 1620 (32мм). 2. Фреза фасонная : 1P260-2000XB 1620	Тиски слесарные с ручным приводом ГОСТ 4045-75; Переходник от BIG-PLUS MAS-BT к Weldon/ISO 9766: 392.55523-4020065;
Сверлильная	Станок для глубокого сверления XL-500A	Сверло центровочное ССЦ 550 d4 по ГОСТ 14034-74; Сверло для глубокого сверления марки ISCAR d21мм;Сверло для глубокого сверления ISCAR d14,8мм;	Тиски 7200-0212 ГОСТ 16518; Переходная втулка 1752-2-1 код 800000310 DIN 228 ГОСТ 25557-82;
Сверлильная	Сверлильный станок Prota BV-25FB/400.	Сверло центр. Ø4мм 2317-0107 ГОСТ 14952-75, марка P6M5; Сверло Ø20мм 2300-5713 ГОСТ 4010-77, материал P6M5; Сверло центр. Ø2мм 2317-0107 ГОСТ 14952-75, марка P6M5; Сверло Ø5мм 2300- 5713 ГОСТ 4010-77, материал P6M5;	Тиски 7200-0212 ГОСТ 16518; Патрон 7655-40-16-106 DIN 69871-A ГОСТ 25827 исп.2; Переходная втулка 1752-2-1 код 800000310 DIN 228 ГОСТ 25557-82;
Координатно-расточная	Координатно-расточной станок 2A450	Установ 1: Резец расточной 2145-0638 ГОСТ 25987-83, марка пластины T30K4 ГОСТ 25395-90.	Тиски 7200-0222 ГОСТ 16518-96
		Установ 2: Резец расточной 2145-0638 ГОСТ 25987-83, марка пластины T30K4 ГОСТ 25395-90.	Тиски 7200-0222 ГОСТ 16518-96

Продолжение таблицы 6

Сверлильная с ЧПУ	Станок HYUNDAI WIA KF4600	Установ 1: Сверло центр. Ø2мм 2317-0107 ГОСТ 14952-75, марка P6M5; Сверло Ø12мм 2300-5713 ГОСТ 4010-77, материал P6M5; Сверло Ø5мм 2300- 5713 ГОСТ 4010-77, материал P6M5; Сверло Ø17мм 2300-5713 ГОСТ 4010-77, материал P6M5; Сверло Ø12мм 2300-5713 ГОСТ 4010-77, материал P6M5;	Приспособление Переходник от BIG-PLUS MAS-BT к Weldon/ISO 9766: 392.55523-4020065; Наклонно-поворотный стол для фрезерных станков Haas TR160
		Установ 2: Сверло центр. Ø2мм 2317-0107 ГОСТ 14952-75, марка P6M5; Сверло Ø5мм 2300- 5713 ГОСТ 4010-77, материал P6M5;	Приспособление Переходник от BIG-PLUS MAS-BT к Weldon/ISO 9766: 392.55523-4020065; Наклонно-поворотный стол для фрезерных станков Haas TR160
Слесарная		Метчик ручной М6 х 0,75 (Сталь 9ХС, ГОСТ 3266-81);	Ручная державка для метчика.
Промывочная			Ванна промывочная ВП-6.8.10/0,7-
Консервация		Материалы согласно ТТП 60270-00001, вариант 14.	

Таблица 7 – Средства контроля точности изготовления детали

Операция	Способ контроля	Измерительный прибор
Заготовительная	Инструментальный, визуальный	Линейка измерительная 150 ГОСТ 427-75
Фрезерная Установ 1	Инструментальный, визуальный	Штангенциркуль ШЦ-I-0-125-0,1 ГОСТ166-89; Образцы шероховатости 3,2 Т, ТТ ГОСТ 9378-93.

Продолжение таблицы 7

Фрезерная Установ 2	Инструментальный, визуальный	Штангенциркуль ШЦ-I-0-125-0,1 ГОСТ166-89; Образцы шероховатости 3,2 Т, ТТ ГОСТ 9378-93.
Фрезерная Установ 3	Инструментальный, визуальный	Штангенциркуль ШЦ-I-0-125-0,1 ГОСТ166-89; Образцы шероховатости 3,2 Т, ТТ ГОСТ 9378-93. Угломер типа 1-5 ГОСТ 5378-88.
Фрезерная Установ 4	Инструментальный, визуальный	Штангенциркуль ШЦ-I-0-125-0,1 ГОСТ166-89; Образцы шероховатости 3,2 Т, ТТ ГОСТ 9378-93. Угломер типа 1-5 ГОСТ 5378-88.
Сверлильная	Инструментальный, визуальный	Пробка гладкая Ø21 Н12 ПР-НЕ (ЧИЗ); Пробка гладкая Ø14,8 Н12 ПР-НЕ (ЧИЗ); Штангенциркуль ШЦ-I-0-125-0,1
Сверлильная	Инструментальный, визуальный	Пробка гладкая Ø20 Н12 ПР-НЕ (ЧИЗ); Нутромер 50-100 ГОСТ 9244-75; Пробка гладкая Ø5 Н12 ПР-НЕ (ЧИЗ); Штангенциркуль ШЦ-I-0-125-0,1
Координатно- расточная Установ 1	Инструментальный, визуальный	Пробка гладкая Ø22 Н12 ПР-НЕ (ЧИЗ); Пробка гладкая Ø15 Н12 ПР-НЕ (ЧИЗ); Штангенциркуль ШЦ-I-0-125-0,1 ГОСТ166-89; Образец шероховатости 1,25 Р ГОСТ 9378-93.
Координатно- расточная Установ 2	Инструментальный, визуальный	Калибр конический ГОСТ 24932-81; Штангенциркуль ШЦ-I-0-125-0,1 ГОСТ166-89;
Сверлильная с ЧПУ Установ 1	Инструментальный, визуальный	Пробка гладкая Ø6 Н12 ПР-НЕ (ЧИЗ); Пробка гладкая Ø11 Н12 ПР-НЕ (ЧИЗ); Пробка гладкая Ø12 Н12 ПР-НЕ (ЧИЗ); Пробка гладкая Ø17 Н12 ПР-НЕ (ЧИЗ);
Сверлильная с ЧПУ Установ 2	Инструментальный, визуальный	Пробка гладкая Ø5 Н12 ПР-НЕ (ЧИЗ); Штангенциркуль ШЦ-I-0-125-0,1
Слесарная	Инструментальный, визуальный	Калибр-пробка резьбовая ПР-НЕ М6х0,75-7Н: Калибр-пробка резьбовая ПР-НЕ М12х0,75-7Н:

1.6.1 Уточнение содержания переходов

Технологическим переходом называют законченную часть технологической операции, характеризующую постоянством применяемого инструмента и поверхностей, образуемых обработкой и соединяемых при сборке. Когда изменяется режим резания или режущий инструмент, начинается следующий переход.

Под рабочим ходом понимают законченную часть технологического перехода, состоящую из однократного перемещения инструмента относительно заготовки, сопровождаемого изменением формы, размеров, шероховатости поверхности или свойств заготовки.

Уточним содержание переходов для получения поверхностей.

Фрезерная с ЧПУ (установ. 1):

1) Фрезерование – 1 переход, 6 рабочих хода;

Фрезерная с ЧПУ(установ. 2):

1)Фрезерование – 1 переходов, 6 рабочих хода;

Фрезерная с ЧПУ(установ. 3):

1)Фрезерование – 1 перехода, 6 рабочих хода;

Фрезерная с ЧПУ(установ. 4):

1)Фрезерование – 1 переходов, 6 рабочих хода;

Фрезерная с ЧПУ(установ. 5):

1)Фрезерование – 1 переходов, 6 рабочих хода;

Фрезерная с ЧПУ(установ. 6):

1)Фрезерование – 1 переходов, 6 рабочих хода;

Фрезерная с ЧПУ (установ. 1):

1) Фрезерование – 1 переход, 4 рабочих хода;

Фрезерная с ЧПУ(установ. 2):

1)Фрезерование – 1 переходов, 4 рабочих хода;

Сверлильная(установ. 1):

1)Центрование – 1 переход, 2 рабочий ход;

2)Сверление Ø21 мм – 1 переход, 7 рабочий ход;

3)Сверление Ø14,8 мм – 1 переход, 6 рабочий ход.

Сверлильная(установ. 2):

1)Центрование – 2 переход, 2 рабочий ход;

2)Сверление Ø20 мм – 1 переход, 3 рабочий ход;

3)Сверление Ø5 мм – 1 переход, 1 рабочий ход.

Координатно-расточная(установ. 1):

1)Центрование – 1 переход, 2 рабочий ход;

2)Растачивание Ø22 мм – 1 переход, 5 рабочий ход;

3)Растачивание Ø15 мм – 1 переход, 1 рабочий ход;

4)Растачивание Ø25 мм – 1 переход, 30 рабочий ход;

Координатно-расточная (установ. 2):

1)Растачивание Ø45 мм – 1 переход, 45 рабочий ход;

2)Растачивание конусной поверхности – 1 переход, 50 рабочий ход;

Сверлильная(установ. 1):

1)Центрование – 2 переход, 2 рабочий ход;

2)Сверление Ø6 мм – 1 переход, 1 рабочий ход;

3)Сверление Ø12 мм – 1 переход, 1 рабочий ход;

4)Сверление Ø12 мм – 1 переход, 1 рабочий ход;

5)Сверление Ø17 мм – 1 переход, 2 рабочий ход.

Сверлильная(установ. 2):

1)Центрование – 2 переход, 2 рабочий ход;

2)Сверление Ø5 мм – 2 переход, 8 рабочий ход;

1.6.2 Выбор и расчет режимов резания.

Фрезерная:

Инструмент- фреза Ø32 1P260-2000XB 1620.

Скорость резанья рассчитаем по известной формуле[7]:

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u Z^p} K_v;$$

t - глубина резания = 32; B – максимальная ширина фрезерования = 2мм;

Примем согласно справочным таблицам: $C_v=332$; $S_z=0,38$; $q=0,2$; $x=0,1$; $y=0,4$; $u=0,2$; $p=1$; $m=0,2$; $T=120$;

$$v = \frac{332 \cdot 32^{0,2 \cdot 1}}{120^{0,2} \cdot 32^{0,1} \cdot 0,38^{0,4} \cdot 2^{0,2} \cdot 6^1} = 94,52 \text{ м/мин};$$

Сверление:

Инструмент – сверло Ø20 2300- 5713 ГОСТ 4010-77.

Подача $S = 0,2$ мм/об.

Скорость резания при сверлении рассчитаем по известной формуле [7]:

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

где безразмерные коэффициенты: $C_v = 7$, $y = 0,7$; $m = 0,20$; $q=0,4$; $y=0,7$ – приняты в соответствии со справочными данными [4], учитывающие вид обработки, материал режущей части и материал обрабатываемой заготовки.

$T = 45$ мин – стойкость сверла.

K_v – поправочный коэффициент, принимается из справочных данных [4].

$$v = \frac{7 \cdot 3,33 \cdot 1,3}{2,14 \cdot 1,32} = 16,28 \text{ м/мин};$$

Сверление:

Инструмент – Сверло Ø5мм 2300- 5713 ГОСТ 4010-77.

Подача $S = 0,2$ мм/об.

Скорость резания при сверлении рассчитаем по известной формуле [7]:

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

где безразмерные коэффициенты: $C_V = 7$, $y = 0,7$; $m = 0,20$; $q=0,4$; $y=0,7$ –приняты в соответствии со справочными данными [4], учитывающие вид обработки, материал режущей части и материал обрабатываемой заготовки.

$T = 25$ мин – стойкость сверла.

K_V – поправочный коэффициент, принимается из справочных данных [4].

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m S_z^y} K_v = \frac{7 \cdot 2,05 \cdot 1,6}{1,9 \cdot 1,32} = 18,76 \text{ м/мин};$$

Таблица 8 – Режимы резания

Операция	Инструмент	Подача s, мм/об	Глубина t, мм	Скорость v, м/мин
Фрезерная (Установ А)	фреза Ø32 1P260-2000XB 1620.	0,3	2	94,52
Фрезерная (Установ Б)	фреза Ø32 1P260-2000XB 1620.	0,3	2	94,52
Фрезерная (Установ В)	фреза Ø32 1P260-2000XB 1620. Фреза фасонная 1P260-2000XB 1620	0,3	2	94,52
Фрезерная с ЧПУ (Установ Г)	фреза Ø32 1P260-2000XB 1620. Фреза фасонная 1P260-2000XB 1620	0,3	2	94,52
Сверлильная	Сверло центровочное ССЦ 550 d4 по ГОСТ 14034-74	0,1	1,25	26
	Сверло для глубокого сверления марки ISCAR d21мм;	0,05	150	12
	Сверло для глубокого сверления марки ISCAR d14,8мм	0,05	93,41	10
Сверлильная	Сверло центр. Ø4мм 2317-0107 ГОСТ 14952-75	0,1	1,25	26
	Сверло Ø20мм 2300- 5713 ГОСТ 4010-77	0,1	52	16,28

Продолжение таблицы 8

	Сверло центр. Ø2мм 2317-0107 ГОСТ 14952-75	0,1	1,25	26
	Сверло Ø5мм 2300- 5713 ГОСТ 4010-77	0,1	11	18,76
Координатно- расточная (Установ А)	Резец расточной 2145- 0638 ГОСТ 25987-83	0,1	93,41	290
	Резец расточной 2145- 0638 ГОСТ 25987-83	0,1	150	290
Координатно- расточная (Установ Б)	Резец расточной 2145- 0638 ГОСТ 25987-83	0,1	52	290
Сверлильная ЧПУ (Установ А)	Сверло центр. Ø2мм 2317-0107 ГОСТ 14952-75	0,1	1,25	26
	Сверло Ø5мм 2300- 5713 ГОСТ 4010-77	0,1	11	18,76
Сверлильная ЧПУ (Установ Б)	Сверло центр. Ø2мм 2317-0107 ГОСТ 14952-75	0,1	1,25	26
	Сверло Ø5мм 2300- 5713 ГОСТ 4010-77	0,1	23	18,76

1.6.3 Нормирование технологических переходов

Одной из составляющих частей разработки технологического процесса является определение нормы времени на выполнение заданной работы. Расчет норм времени ведется по укрупненным типовым нормативам, установленных на основе изучения затрат рабочего времени. Расчет ведется по следующим формулам [8]:

Расчет норм времени для операции 005

Определяем расчетную длину обработки по формуле:

$$L = l + l_{\text{под}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{вр}},$$

где: $l_{\text{под}}$ — длина подвода; $l_{\text{сх}}$ — длина схождения; $l_{\text{вр}}$ — длина врезания;

$$L = l + l_{\text{под}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{вр}} = 76 + 1,5 + 1 + 1,0 = 79,5 \text{ мм};$$

Минутная подача:

$$S_M = 35 \text{ м/мин};$$

Число рабочих ходов $i=1$.

Тогда основное время:

$$t_{\text{ОП}} = \frac{79,5 \cdot 1}{35} = 2,27 \text{ мин};$$

Вспомогательное время операции:

$$t_B = 0,15 t_o = 0,15 \cdot 2,27 = 0,34 \text{ мин};$$

Оперативное время:

$$t_o = t_{\text{ОП}} + t_B = 2,27 + 0,34 = 2,61 \text{ мин};$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{\text{обс}} = t_T + t_{\text{орг}} = 0,06 t_o + 0,08 t_o = 0,3178 \text{ мин};$$

Время на личные потребности:

$$t_{\text{П}} = 0,025 t_{\text{оп}} = 0,025 \cdot 2,27 = 0,057 \text{ мин};$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как

$$t_{\text{ШК 005}} = t_{\text{ОП}} + t_B + t_{\text{обс}} + t_{\text{П}} = 2,27 + 0,34 + 0,3178 + 0,057 = 2,984 \text{ мин};$$

Расчет норм времени для операции 010

Фрезерование

Определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{\text{под}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{вр}} = 4,5 \text{ мм};$$

Минутная подача:

$$S_M = S \cdot n = 0,1 \cdot 3000 = 300 \text{ мм/мин};$$

Число рабочих ходов $i=6$

Тогда оперативное время

$$t_{\text{оп}} = \frac{300 \cdot 6}{300} = 6 \text{ мин}$$

Вспомогательное время операции:

$$t_{\text{в}} = 0,15t_{\text{о}} = 0,15 \cdot 6 = 0,9 \text{ мин};$$

Оперативное время:

$$t_{\text{о}} = t_{\text{оп}} + t_{\text{в}} = 6 + 0,9 = 6,9 \text{ мин};$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{\text{обс}} = t_{\text{т}} + t_{\text{орг}} = 0,06t_{\text{оп}} + 0,08t_{\text{оп}} = 0,84 \text{ мин};$$

Время на личные потребности:

$$t_{\text{п}} = 0,025t_{\text{оп}} = 0,15 \text{ мин};$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как

$$t_{\text{шк 005}} = t_{\text{оп}} + t_{\text{в}} + t_{\text{обс}} + t_{\text{п}} = 7,89 \text{ мин};$$

Расчет норм времени для операции 025

Установ А: Центрование

Определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{\text{под}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{вр}} = 1,5 + 0,5 = 2 \text{ мм};$$

Определяем минутную подачу:

$$S_{\text{м}} = S \cdot n = 0,05 \cdot 173 = 9 \text{ мм/мин};$$

Число рабочих ходов $i=1$. Тогда основное время

$$t_{\text{оп}} = \frac{2 \cdot 1}{9} = 0,22 \text{ мин};$$

Вспомогательное время операции:

$$t_{\text{в}} = 0,15t_{\text{о}} = 0,15 \cdot 0,22 = 0,033 \text{ мин};$$

Оперативное время:

$$T_{\text{о}} = T_{\text{оп}} + T_{\text{в}} = 0,253 \text{ мин}$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{\text{обс}} = t_T + t_{\text{орг}} = 0,06t_{\text{оп}} + 0,08t_{\text{оп}} = 0,0308 \text{ мин};$$

Время на личные потребности:

$$t_{\text{п}} = 0,025t_{\text{оп}} = 0,0055 \text{ мин};$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как

$$t_{\text{шк 005}} = t_{\text{оп}} + t_{\text{в}} + t_{\text{обс}} + t_{\text{п}} = 0,22 + 0,033 + 0,0308 + 0,0055 = 0,2893 \text{ мин};$$

Сверление

Определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{\text{под}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{вр}} = 150 + 1 + 1 = 152 \text{ мм};$$

Определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 0,15 \cdot 260 = 39 \text{ мм/мин};$$

Число рабочих ходов $i=1$.

Тогда основное время

$$t_{\text{оп}} = \frac{152 \cdot 1}{39} = 3,89 \text{ мин};$$

Вспомогательное время операции:

$$t_{\text{в}} = 0,15t_{\text{о}} = 0,15 \cdot 3,89 = 0,5835 \text{ мин};$$

Оперативное время:

$$T_0 = T_{\text{оп}} + T_{\text{в}} = 4,47 \text{ мин};$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{\text{обс}} = t_T + t_{\text{орг}} = 0,06t_{\text{оп}} + 0,08t_{\text{оп}} = 0,5446 \text{ мин};$$

Время на личные потребности:

$$t_{\text{п}} = 0,025t_{\text{оп}} = 0,0972 \text{ мин};$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как

$$t_{\text{шк 005}} = t_{\text{оп}} + t_{\text{в}} + t_{\text{обс}} + t_{\text{п}} = 5,11 \text{ мин};$$

Сверление

Определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{\text{под}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{вр}} = 96,91 \text{ мм};$$

Определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 0,15 \cdot 260 = 39 \text{ мм/мин};$$

Число рабочих ходов $i=1$.

Тогда основное время

$$t_{\text{оп}} = \frac{96,91 \cdot 1}{39} = 2,48 \text{ мин};$$

Вспомогательное время операции:

$$t_{\text{в}} = 0,15 t_{\text{о}} = 0,15 \cdot 2,48 = 0,372 \text{ мин};$$

Оперативное время:

$$T_0 = T_{\text{оп}} + T_{\text{в}} = 2,852 \text{ мин};$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{\text{обс}} = t_T + t_{\text{орг}} = 0,06 t_{\text{оп}} + 0,08 t_{\text{оп}} = 0,3472 \text{ мин};$$

Время на личные потребности:

$$t_{\text{п}} = 0,025 t_{\text{оп}} = 0,062 \text{ мин};$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как

$$t_{\text{шк 005}} = t_{\text{оп}} + t_{\text{в}} + t_{\text{обс}} + t_{\text{п}} = 3,26 \text{ мин};$$

Установ Б: Центрование

Определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{\text{под}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{вр}} = 1,5 + 0,5 = 2 \text{ мм};$$

Определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 0,05 \cdot 173 = 9 \text{ мм/мин};$$

Число рабочих ходов $i=1$.

Тогда основное время

$$t_{\text{оп}} = \frac{2 \cdot 1}{9} = 0,22 \text{ мин};$$

Вспомогательное время операции:

$$t_{\text{в}} = 0,15t_{\text{о}} = 0,15 \cdot 0,22 = 0,033 \text{ мин};$$

Оперативное время:

$$T_0 = T_{\text{оп}} + T_{\text{в}} = 0,253 \text{ мин};$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{\text{обс}} = t_{\text{т}} + t_{\text{орг}} = 0,06t_{\text{оп}} + 0,08t_{\text{оп}} = 0,0308 \text{ мин};$$

Время на личные потребности:

$$t_{\text{п}} = 0,025t_{\text{оп}} = 0,0055 \text{ мин};$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как

$$t_{\text{шк 005}} = t_{\text{оп}} + t_{\text{в}} + t_{\text{обс}} + t_{\text{п}} = 0,22 + 0,033 + 0,0308 + 0,0055 = 0,2893 \text{ мин};$$

Сверление

Определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{\text{под}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{вр}} = 55,5 \text{ мм};$$

Определяем минутную подачу:

$$S_{\text{м}} = S \cdot n = 0,15 \cdot 260 = 39 \text{ мм/мин};$$

Число рабочих ходов $i=1$.

Тогда основное время

$$t_{\text{оп}} = \frac{55,5 \cdot 1}{39} = 1,42 \text{ мин};$$

Вспомогательное время операции:

$$t_{\text{в}} = 0,15t_{\text{о}} = 0,15 \cdot 1,42 = 0,213 \text{ мин};$$

Оперативное время:

$$T_0 = T_{\text{оп}} + T_{\text{в}} = 1,633 \text{ мин};$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{\text{обс}} = t_T + t_{\text{орг}} = 0,06t_{\text{оп}} + 0,08t_{\text{оп}} = 0,1988 \text{ мин};$$

Время на личные потребности:

$$t_{\text{п}} = 0,025t_{\text{оп}} = 0,037 \text{ мин};$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как

$$t_{\text{шк 005}} = t_{\text{оп}} + t_{\text{в}} + t_{\text{обс}} + t_{\text{п}} = 1,8688 \text{ мин};$$

Сверление

Определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{\text{под}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{вр}} = 14,5 \text{ мм};$$

Определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 0,15 \cdot 260 = 39 \text{ мм/мин};$$

Число рабочих ходов $i=1$.

Тогда основное время

$$t_{\text{оп}} = \frac{14,5 \cdot 1}{39} = 0,37 \text{ мин};$$

Вспомогательное время операции:

$$t_{\text{в}} = 0,15t_{\text{о}} = 0,15 \cdot 0,37 = 0,0555 \text{ мин};$$

Оперативное время:

$$T_0 = T_{\text{оп}} + T_{\text{в}} = 0,42 \text{ мин};$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{\text{обс}} = t_T + t_{\text{орг}} = 0,06t_{\text{оп}} + 0,08t_{\text{оп}} = 0,0518 \text{ мин};$$

Время на личные потребности:

$$t_{\text{п}} = 0,025t_{\text{оп}} = 0,009 \text{ мин};$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как

$$t_{\text{шк 005}} = t_{\text{оп}} + t_{\text{в}} + t_{\text{обс}} + t_{\text{п}} = 0,481 \text{ мин};$$

Расчет норм времени для операции 035

Установ А: Растачивание

Определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{\text{под}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{вр}} = 4,5 \text{ мм};$$

Определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 0,1 \cdot 1500 = 150 \text{ мм/мин};$$

Число рабочих ходов $i=5$.

Тогда основное время

$$t_{\text{оп}} = \frac{4,5 \cdot 5}{150} = 0,15 \text{ мин};$$

Вспомогательное время операции:

$$t_{\text{в}} = 0,15 t_{\text{о}} = 0,15 \cdot 0,15 = 0,0225 \text{ мин};$$

Оперативное время:

$$T_0 = T_{\text{оп}} + T_{\text{в}} = 0,1725 \text{ мин};$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{\text{обс}} = t_T + t_{\text{орг}} = 0,06 t_{\text{оп}} + 0,08 t_{\text{оп}} = 0,021 \text{ мин};$$

Время на личные потребности:

$$t_{\text{п}} = 0,025 t_{\text{оп}} = 0,00375 \text{ мин};$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как

$$t_{\text{шк 005}} = t_{\text{оп}} + t_{\text{в}} + t_{\text{обс}} + t_{\text{п}} = 0,1972 \text{ мин};$$

Растачивание

Определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{\text{под}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{вр}} = 13,5 \text{ мм};$$

Определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 0,1 \cdot 1500 = 150 \text{ мм/мин};$$

Число рабочих ходов $i=30$.

Тогда основное время

$$t_{\text{оп}} = \frac{13,5 \cdot 30}{150} = 2,7 \text{ мин};$$

Вспомогательное время операции:

$$t_{\text{в}} = 0,15t_{\text{о}} = 0,405 \text{ мин};$$

Оперативное время:

$$T_0 = T_{\text{оп}} + T_{\text{в}} = 3,105 \text{ мин};$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{\text{обс}} = t_T + t_{\text{орг}} = 0,06t_{\text{оп}} + 0,08t_{\text{оп}} = 0,378 \text{ мин};$$

Время на личные потребности:

$$t_{\text{п}} = 0,025t_{\text{оп}} = 0,0675 \text{ мин};$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как

$$t_{\text{шк 005}} = t_{\text{оп}} + t_{\text{в}} + t_{\text{обс}} + t_{\text{п}} = 3,5505 \text{ мин};$$

Установ Б: Растачивание

Определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{\text{под}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{вр}} = 28,5 \text{ мм};$$

Определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 0,1 \cdot 1500 = 150 \text{ мм/мин};$$

Число рабочих ходов $i=50$.

Тогда основное время

$$t_{\text{оп}} = \frac{28,5 \cdot 50}{150} = 9,5 \text{ мин};$$

Вспомогательное время операции:

$$t_{\text{в}} = 0,15t_{\text{о}} = 1,425 \text{ мин};$$

Оперативное время:

$$T_0 = T_{\text{оп}} + T_{\text{в}} = 10,925 \text{ мин};$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{\text{обс}} = t_T + t_{\text{орг}} = 0,06t_{\text{оп}} + 0,08t_{\text{оп}} = 1,25 \text{ мин};$$

Время на личные потребности:

$$t_{\text{п}} = 0,025t_{\text{оп}} = 0,2375 \text{ мин};$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как

$$t_{\text{шк 005}} = t_{\text{оп}} + t_{\text{в}} + t_{\text{обс}} + t_{\text{п}} = 12,4125 \text{ мин};$$

Расчет норм времени для операции 040

Установ А: Сверление

Определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{\text{под}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{вр}} = 33,5 \text{ мм};$$

Определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 0,15 \cdot 260 = 39 \text{ мм/мин};$$

Число рабочих ходов $i=1$.

Тогда основное время

$$t_{\text{оп}} = \frac{33,5 \cdot 1}{39} = 0,86 \text{ мин};$$

Вспомогательное время операции:

$$t_{\text{в}} = 0,15t_{\text{о}} = 0,129 \text{ мин};$$

Оперативное время:

$$T_{\text{о}} = T_{\text{оп}} + T_{\text{в}} = 0,989 \text{ мин};$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{\text{обс}} = t_T + t_{\text{орг}} = 0,06t_{\text{оп}} + 0,08t_{\text{оп}} = 0,1204 \text{ мин};$$

Время на личные потребности:

$$t_{\text{п}} = 0,025t_{\text{оп}} = 0,0215 \text{ мин};$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как

$$t_{\text{шк 005}} = t_{\text{оп}} + t_{\text{в}} + t_{\text{обс}} + t_{\text{п}} = 1,1309 \text{ мин};$$

Сверление

Определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{\text{под}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{вр}} = 28,5 \text{ мм};$$

Определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 0,15 \cdot 260 = 39 \text{ мм/мин};$$

Число рабочих ходов $i=1$.

Тогда основное время

$$t_{\text{оп}} = \frac{28,5 \cdot 1}{39} = 0,73 \text{ мин};$$

Вспомогательное время операции:

$$t_{\text{в}} = 0,15 t_{\text{о}} = 0,11 \text{ мин};$$

Оперативное время:

$$T_{\text{о}} = T_{\text{оп}} + T_{\text{в}} = 0,84 \text{ мин};$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{\text{обс}} = t_T + t_{\text{орг}} = 0,06 t_{\text{оп}} + 0,08 t_{\text{оп}} = 5,884 \text{ мин};$$

Время на личные потребности:

$$t_{\text{п}} = 0,025 t_{\text{оп}} = 0,01825 \text{ мин};$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как

$$t_{\text{шк 005}} = t_{\text{оп}} + t_{\text{в}} + t_{\text{обс}} + t_{\text{п}} = 6,7422 \text{ мин};$$

Установ Б: Сверление

Определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{\text{под}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{вр}} = 26,5 \text{ мм};$$

Определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 0,15 \cdot 260 = 39 \text{ мм/мин};$$

Число рабочих ходов $i=1$.

Тогда основное время

$$t_{\text{оп}} = \frac{26,5 \cdot 1}{39} = 0,679 \text{ мин};$$

Вспомогательное время операции:

$$t_{\text{в}} = 0,15t_{\text{о}} = 0,102 \text{ мин};$$

Оперативное время:

$$T_{\text{о}} = T_{\text{оп}} + T_{\text{в}} = 0,780 \text{ мин};$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{\text{обс}} = t_{\text{т}} + t_{\text{орг}} = 0,06t_{\text{оп}} + 0,08t_{\text{оп}} = 0,0950 \text{ мин};$$

Время на личные потребности:

$$t_{\text{п}} = 0,025t_{\text{оп}} = 0,0169 \text{ мин};$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как

$$t_{\text{шк 005}} = t_{\text{оп}} + t_{\text{в}} + t_{\text{обс}} + t_{\text{п}} = 0,8929 \text{ мин};$$

1.7 Разработка управляющих программ (УП) для станков с ЧПУ

Современное машиностроительное производство невозможно представить без широкого использования станков с ЧПУ. Программно управляемые станки позволяют обеспечивать высокую точность и производительность обработки за счет высокой концентрации различных типов технологических операций на одном станке и возможности изготовления детали за один установ. Наиболее полно объединяют в себе эти качества многофункциональные токарно-фрезерные и фрезерно-токарные обрабатывающие центры, выполняющие одновременную многоосевую обработку деталей в главном и вспомогательном шпинделе несколькими инструментами[6].

В данном курсовом проекте будут использоваться вертикальный обрабатывающий центр HYUNDAI WIA F410D. УП для данных станков были разработаны в программе FeatureCAM.

Увеличение технологических возможностей станков приводит к усложнению управляющих программ (УП), а значит, возрастают требования и к программному обеспечению для их разработки. Современные средства разработки программ для станков с ЧПУ должны решать такие сложные задачи как программирование сложной синхронизированной многоинструментальной обработки – например, для одновременной обработки тремя инструментами двух деталей в главном и во вспомогательном шпинделе, работу протившпинделя, уловителя готовых детали, задней бабки, люнета и других механизмов. Кроме того, для программирования обработки на многофункциональных станках необходима автоматизированная проверка программ с симуляцией их работы на конкретном станке. Технолог-программист, передавая программу в цех, должен быть полностью уверен, что программные ошибки исключены, а значит, исключен риск поломки дорогостоящего станка и инструмента.

Мы будем использовать FeatureCAM для разработки программы для станка с ЧПУ. Это система для быстрой подготовки управляющих программ, основанная на распознавании типовых элементов (под определение «типовые элементы», «Features», попадают такие геометрические объекты детали, как: отверстия, карманы, канавки, бобышки, стенки и т.д.). Данная система предназначена для составления управляющих программ для широкой гаммы станков: токарных, фрезерных, токарно-фрезерных, электроэрозионных станков и обрабатывающих центров различного типа. Преимущество FeatureCAM перед другими САМ-системами – высокая степень автоматизации принятия решений. В базе знаний системы заложены типовые технологии обработки различных элементов с рекомендуемым инструментом и режимами резания (типовые технологии и режимы можно настраивать под свое производство и традиции обработки).

Процесс разработки управляющей программы начинается с построения 3D-модели детали в CAD/CAM-системе. На основании 3D-модели проектируется управляющая программа и разрабатывается технологическая документ – карта наладки станка с ЧПУ. Разработанная программа находится в приложении.



Рисунок 3 – Вертикальный обрабатывающий центр
HYUNDAI WIA KF4600

Таблица 9 – Технические характеристики станка [19]

Конус шпинделя	-	BBT40
Тип привода шпинделя	-	прямой
Частота вращения шпинделя	об/мин	10000
Мощность привода шпинделя	кВт	18,5/11
Перемещение по осям X/Y/Z	мм	900/460/520
Размер стола (ДхШ)	мм	1050х460
Скорость быстрой подачи по осям X/Z/Y	м/мин	36/36/36
Количество инструментов	шт	30
Время смены инструмента	сек	3,5
Габаритные размеры станка ДхШхВ	мм	2805х2180х3028
Система ЧПУ	Fanuc 21M	

1.8 Размерный анализ технологического процесса

Размерные цепи отражают объективные размерные связи в конструкции машины при сборке, а также размерные связи в технологических процессах обработки или измерения деталей.

Размерные цепи позволяют составить метрическую модель изделия и оптимизировать требования к точности геометрических параметров, с целью обеспечения показателей качества функционирования в заданных пределах при установленных затратах на производство.

Проведем размерный координатно-расточной операции (035)

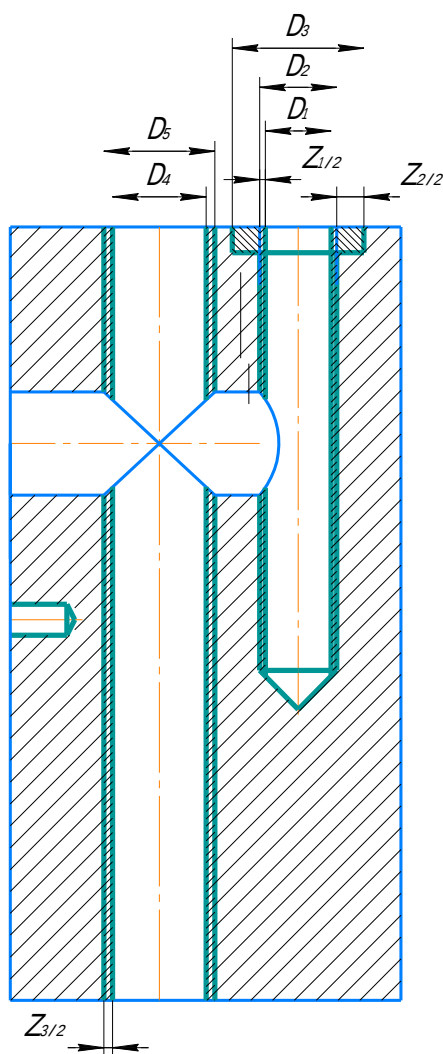


Рисунок 4– Размерная схема координатно-расточной операции (035)

Таблица 10 – Размерный анализ.

Операция	Эскиз размерной цепи	Расчет размерной цепи
035 Координатно-расточная		$Z_1 = D_2 - D_1 = 15^{+0,18} - 14,8^{+0,43}$ $= 0,2^{+0,18}_{-0,43}$ $Z_2 = D_3 - D_2 = 25^{+0,21} - 15^{+0,18}$ $= 10^{+0,21}_{-0,18}$ $Z_3 = D_5 - D_4 = 22^{+0,18} - 21^{+0,52}$ $= 0,2^{+0,18}_{-0,52}$

1.9 Технико-экономические показатели технологического процесса

Произведем расчет себестоимости производства детали без учета общезаводских затрат. Определения технологической себестоимости включает расчет стоимости расчет стоимости заготовки и оборудования, расчет затрат на заработную плату рабочих.

Далее произведем примерный расчет стоимости труда рабочих задействованных при производстве детали типа корпус. Средний уровень заработной платы определим исходя из данных сайта TRUD за 2018 год [9]:

Таблица 11 – Затраты на оплату труда рабочих

Профессия	Стоимость работы, руб/час	Время занятости на рабочем месте, час	Заработная плата по факту выполненной работы, руб
Станочник заготовительного оборудования	150	18,2	2730
Оператор фрезерного станка с ЧПУ	148	20,52	6402,24
Оператор сверлильного станка с ЧПУ	148	61,58	9113,84

Продолжение таблицы 11

Оператор координатно-расточного станка	148	35,22	7520,26
Наладчик станков с ПУ	386	15	5790
Слесарь	140	13	1820
Мойщик-сушильщик	120	12	1440
Итого, Σ			34816,34

Далее представим затраты на оборудование в виде таблицы 12.

Таблица 12 – стоимость оборудования

Операция	Оборудование	Стоимость, руб
Заготовительная	Ленточнопильный станок модели ЛПС8542	800 000
Фрезерная	Станок STALEX X5032A Servo	1 250 000
Сверлильная	Станок для глубокого сверления XL-500A	1 120 000
Сверлильная	Сверлильный станок Proma BV-25FB/400	137 860
Сверлильная с ЧПУ	вертикальный обрабатывающий центр HYUNDAI WIA KF4600	5 200 000
Координатно-расточная	Координатно-расточной станок 2A450	620 000
Промывочная	Ванна промывочная ВП-6.8.10/0,7	20 000
Итого, Σ		9 147 860

Таким образом для технологического оснащения производства детали типа «Корпус» потребуется примерно 9 147 860, без учета затрат на режущий инструмент, оснастку, мерительный инструмент.

1.10 Проектирование средств технологического оснащения

Для сверлильной операции с ЧПУ была спроектирована приспособление, т.к. сверлильная операция состоит из двух установов то необходимо перезакрепление, спроектированное приспособления позволяет без снятия детали позволяет повернуть деталь на 90°.

Для безопасного закрепления детали в приспособлении необходимо рассчитать усилия зажима.

Рассчитаем усилия зажима по формуле:

$$W=0,7KP_z$$

где $K = 1,5$ – коэффициент запаса

$P_z = 2075 \text{ Н}$ – осевая сила,

$$W= 0,7 \cdot 1,5 \cdot 2075=2178 \text{ Н.}$$

Таким образом, для закрепления детали в приспособлении необходимо усилие в 2178 Н.

1.10.1 Обоснование выбора схемы приспособления

При сверлильной обработке, необходимо получить 4 отверстия. Приспособление состоит из Г-образной плиты и неподвижного вала, закреплённого горизонтально с плитой через торец. Данное приспособление позволяет при сверлении базировать деталь таким образом, что позволяет обеспечить наиболее точное сверление. При использовании данного приспособления уменьшится время на обработку заготовки.

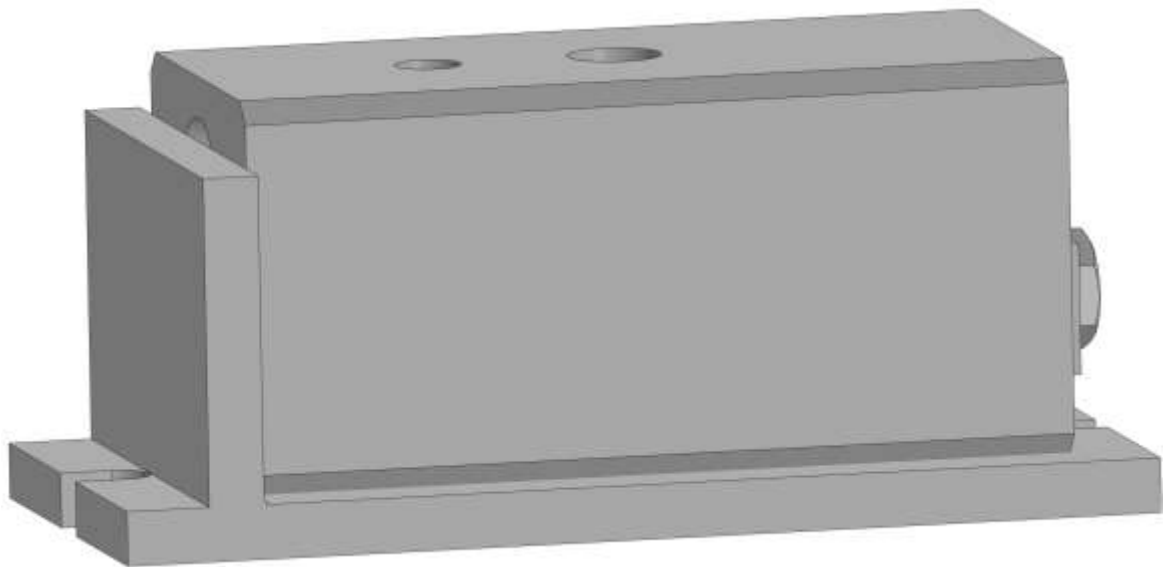


Рисунок 5 – графическое изображение приспособления

1.11 Проектирование гибкой производственной системы (модуля).

Автоматизация производственных процессов на основе внедрения роботизированных технологических комплексов и гибких производственных модулей, вспомогательного оборудования, транспортно-накопительных и

контрольно-измерительных устройств, объединенных в гибкие производственные системы, управляемые от ЭВМ, является одной из стратегий ускорения научно-технического прогресса в машиностроении [8].

На основе обрабатывающего центра создается гибкий производственный модуль (ГПМ).

Гибкий производственный модуль – это единиц технологического оборудования с ЧПУ и средствами автоматизации технологического процесса, автономно функционирующая, осуществляющая многократные автоматические циклы, обладающая свойством автоматизированной переналадки при производстве деталей или изделий широкой номенклатуры в пределах его технологического назначения и установленных технических характеристик, имеющая возможность встраивания в гибкую производственную систему (ГПС). В общем случае ГПМ могут включать в себя: накопители, спутники, паллеты, устройства загрузки и выгрузки, замены технологической оснастки, автоматизированного контроля, включая диагностирование, устройство переналадки и т.д.

Применение ГПС целесообразно, когда объемы производства изделий недостаточны для принятия решений о жесткой автоматизации с использованием автоматических линий и когда за ожидаемый срок жизни изделия расходы на создание автоматических линий не могут быть оправданы.

В соответствии с ГОСТ 26228-95 нижним уровнем в иерархии гибкой производственной системы, ее технологическим ячейками является гибкие производственные модули. Для производства детали «Корпус» проведем автоматизацию операции фрезерная (010) с использованием станка с HYUNDAI WIA KF4600. Так как на данной операции наибольшего количество машинного времени на обработку согласно технологическому процессу.

Для автоматизации операции используем промышленного робота KUKA KR 30-3. Грузоподъемность данного робота составляет до 30 кг.

Особенности выбранного робота:

- быстрая синхронизация с накопителем;
- простое и интуитивное управление, стандартный ISO G-Code;
- выделенный канал для обработки;
- программирование в системе ЧПУ;
- легкое переоборудование и переналадка;
- интеграция системы сигнализации и диагностики;
- максимальный радиус действия 2033 мм.

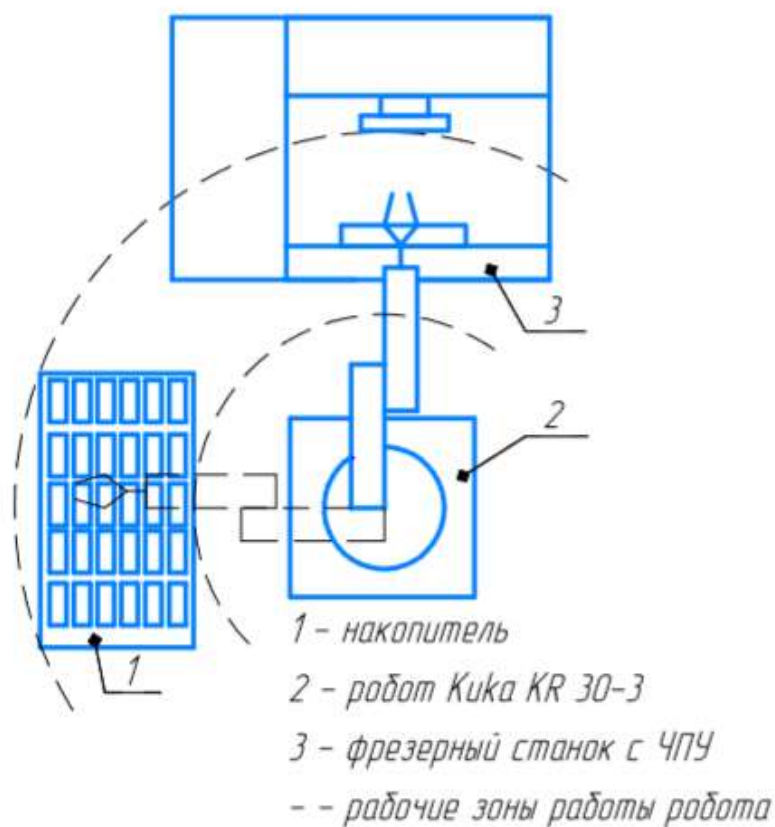


Рисунок 6– Эскиз разработанного гибкого производственного модуля

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
4A51	Люфт Никите Владимировичу

Школа	ИШНПТ	Отделение (НОЦ)	Материаловедение
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 «Машиностроение»

Тема ВКР:

Проектирование технологического процесса изготовления детали «Корпус»	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	В качестве объекта исследования выступает производственный технологический процесс детали типа «Корпус». При разработке в основном используется металлообрабатывающие станки, которые неблагоприятно влияют на здоровье и несут за собой ряд опасных факторов.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	1. ГОСТ 12.1.005-88. 2. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. " 3. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. 4. ГОСТ 12.4.051-87. 5. СНиП 2.01.02-85. 6. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ 7. ГОСТ 12.2.032-78. 8. СанПиН 2.2.4.548–96. 9. СНиП 11-2-80. 10. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 01.04.2019)
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Вредные факторы: шум, вибрация, плохое освещение, вредные вещества. Опасные факторы: Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности заготовок, инструментов и оборудования, повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкании которой может произойти через тело человека. В целях индивидуальной защиты от вредных веществ рекомендуется использовать респираторы, либо применение специальных систем вытяжек ГОСТ 12.1.005-88 Свет влияет на физиологическое состояние человека, правильно организованное освещение стимулирует протекание процессов высшей нервной деятельности и повышает работоспособность. При повышенном уровне шума, во избежание негативных воздействий шума рекомендуется использовать средства и методы коллективной защиты по ГОСТ

	12.1.029-80; применение средств индивидуальной защиты по ГОСТ 12.4.051-87. Для защиты от возможных
3. Экологическая безопасность:	Механическая обработка металлов на станках сопровождается выделением пыли, стружки, туманов масел и эмульсий
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Типовая ЧС при исследовании: возникновение пожара. В данном случае источникам возгорания может оказаться неисправность и неправильная эксплуатация электроустановок. Предусмотренные средства пожаротушения (согласно требованиям противопожарной безопасности, СНиП 2.01.02-85): огнетушитель ручной углекислотный ОУ-5, пожарный кран с рукавом и ящик с песком (в коридоре).

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД ШБИП	Скачкова Лариса Александровна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4A51	Люфт Никита Владимирович		

2 Социальная ответственность

Объектом выпускной квалификационной работы является проектирование процесса изготовления «Корпуса», в работе будет рассмотрено воздействие вредных факторов на человека и окружающую среду в процессе производства детали.

В процессе обработки детали возможны действия следующих вредных и опасных факторов, если станок не оснащён необходимыми средствами безопасности. Станочник подвергается опасности травмироваться сливной стружкой, обрабатываемым изделием, режущим инструментом, поражение электрическим током. В течении вспомогательного времени происходит основное физическое напряжение рабочего, вызываемое многочисленными повторяющимися ручными операциями, особенно при работе на универсальном оборудовании. К вредным факторам, возникающих в цеху можно отнести: превышенный уровень шума, недостаточную освещённость рабочей зоны, загрязнённый воздух, негативное воздействие СОЖ, отклонение показателей микроклимата.

Воздействие опасных производственных факторов может привести к травме или внезапному резкому ухудшению здоровья.

2.1 Производственная безопасность

Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть в процессе производства детали.

При производстве детали «Корпус» на участке цеха используется следующее оборудование: сверлильный станок с ЧПУ, фрезерный станок, координатно-расточной станок. Перечень всех опасных и вредных факторов при изготовлении детали «Корпус» приведены в таблице 17, на примере сверлильного станка с ЧПУ.

Таблица 13 – Опасные и вредные факторы при изготовлении детали «Корпус».

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
1.Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	СанПиН 2.2.4-548-96 СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96 СП 52.13330.2011 СанПиН 2.2.4.1191-03
2. Превышение уровня шума		+	+	
3.Отсутствие или недостаток естественного света	+	+	+	
4.Недостаточная освещенность рабочей зоны		+	+	
5.Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	+	+	+	

С точки зрения санитарно-гигиенических норм можно выделить следующие вредные факторы, связанные с работой на станках данного технологического процесса:

1) Загрязненность рабочей зоны мелкой стружкой и пылью обрабатываемого материала. Следствием этого может быть травма глаз и легочные заболевания (пневмокониозы), вызванные длительным воздействием пыли на органы дыхания.

2) Монотонный шум, вызванный работой станков. При обработке детали на токарных и фрезерных станках раздражающее действие на станочника оказывает шум в виде скрипа и свиста, обусловленный трением инструмента об обрабатываемые материалы, а также шум, возникающий при работе станков. Воздействие шума на организм может проявляться в виде специфического поражения органа слуха в сочетании с нарушениями со стороны различных органов и систем. Также монотонный шум может привести к ослаблению внимания станочника. Следствием этого могут быть ошибочные переключения станочного оборудования, а это приводит к тяжелым различным травмам. Предельно допустимый уровень шума в цехе должен быть не более 80дБА, что соответствует ГОСТ 12.1.003-83. Допустимые уровни шума на рабочих местах относятся к широкополосному шуму. Источником вибраций в основном является сборочное оборудование, а причиной возникновения вибрации при работе станков являются неуравновешенные силовые воздействия.

3) Плохая освещенность. Недостаточная освещенность рабочей зоны приводит к перенапряжению органов зрения, в результате чего снижается острота зрения, и человек быстро устает. Работает менее продуктивно, возникает потенциальная опасность несчастных случаев и, кроме того, длительное, плохое освещение может привести к профессиональным заболеваниям (близорукость и др.). Причиной плохой освещенности в цехе является снижение уровня естественной освещенности в связи с загрязнением остекленных поверхностей световых проемов, стен и потолков.

4) Использование СОЖ приводит к различным заболеваниям кожи, а также раздражающе действует на слизистые оболочки верхних дыхательных путей.

5) Активную роль на безопасность работы оказывает вентиляция и отопление. Согласно ГОСТ 12.1.005-88 устанавливается комплекс оптимальных и допустимых метеорологических условий для помещения рабочей зоны, включающий значение температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха. Допустимые и оптимальные нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне помещения цеха приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Допустимые и оптимальные нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне помещения цеха

Категория работы	Период года	Температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость воздуха, м/с	
		оптим	допуст	оптим	допустимая	оптимал	допустим
Средней тяжести, IIa	Холодный	18-20	17-23	40-60	не более 75	не более 0,2	не более 0,3
	Тёплый	21-23	18-27	40-60	не более 55 при 28°С 60 при 27°С 65 при 26°С 70 при 25°С 75 при 24°С	не более 0,3	0,2-0,4

Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов.

В качестве мероприятий по снижению опасных и вредных факторов при производстве детали «Корпус» предлагается использовать:

1) Ограждение опасных зон: движущихся частей станков и механизмов, режущих инструментов, обрабатываемого материала, токоведущих частей электрооборудования, зоны выделения стружки.

2) Применение предохранительных устройств: от перегрузки станка, от перехода движущихся узлов за установленные пределы, от внезапного падения или повышения напряжения электрического тока.

3) Использование системы дистанционного управления: управление станком осуществляется с помощью стойки ЧПУ, которая включает в себя клавиатуру для ввода команд и дисплей. Стойка ЧПУ расположена вне опасной зоны станка.

4) Использование сигнализации безопасности: цветовой и знаковой. Отключающие устройства станка, в том числе аварийные, окрашены в красный сигнальный цвет. При нарушении технологического процесса на станке предусмотрены сигнальные лампы, окрашенные в красный цвет. Открытые и не полностью закрытые движущиеся части оборудования окрашены в желтый цвет. На шкафах с электрооборудованием станка нанесен знак «Осторожно! Электрическое напряжение».

5) Применение расстояния и габаритных размеров безопасности: габаритные размеры рабочих мест, безопасные расстояния между станками и элементами производственного помещения, габаритные размеры, габаритные размеры подвеса электрических проводов.

6) Использование средств индивидуальной защиты: очки, спец.одежда, головные уборы, специальная обувь.)

7) Применение профилактических испытаний станка и его узлов: на механическую прочность, на электрическую проводимость, на надёжность срабатывания предохранительных устройств-блокировок.

8) Использование и применение специальных средств обеспечения безопасности: защитное контурное заземление $R_3 \leq 4$ Ом, средства дробления сливной стружки в процессе резания, искусственное освещение станков, ограничители шума $УЗД=97$ дБА, $ПДУ=80$ дБА и вибрации $f=18$ Гц, $ПДУ=92$ дБ, манипуляторы с программным управлением.

9) Необходимой мерой безопасности является освещение в соответствии с требованиями норм и правил СНиП 23-05-95 для общего

освещения производственных помещений механических цехов рекомендуется применять общее и местное освещение. Величина минимальной освещенности должна составлять 400 лк согласно СНиП II – 4 – 95. В нашем случае освещенность цеха комбинированная – сочетание общего освещения с местным источником света на рабочем месте. При устройстве освещения следует помнить, что оно нормируется и по показателям яркости рабочей поверхности. Поверхности, отражающие свет, не должны производить слепящего действия на человека. Наиболее благоприятно для человека естественное освещение.

2.2 Экологическая безопасность

Механическая обработка металлов на станках сопровождается выделением пыли, стружки, туманов масел и эмульсий, которые через вентиляционную систему выбрасываются из помещений.

При обработке деталей на металлорежущих станках от 15 до 70% массы заготовки превращается в металлическую стружку, поэтому возникает важная проблема уборки стружки от станков и последующей ее утилизации и переработки. Обрабатываемая деталь «Корпус» изготовлена из стали, стружка после обработки идет на переработку.

Также огромное значение имеет очистка вентиляционных выбросов от механических примесей. Это происходит аппаратами мокрого и сухого пылеулавливания, волокнистыми фильтрами и электрофильтрами.

Очистку и обезвреживание газовых составляющих выбросов производства осуществляют конденсационным методом, заключающимся в охлаждении паровоздушной смеси ниже точки росы в специальных теплообменниках – конденсаторах.

Защита от тончайшей пыли и металлоабразивной стружки, а также от выбросов вредных газов осуществляется вытяжными трубами, воздухоотборниками, отсосами. Воздух, проходя через многочисленные

фильтры, очищается, а пыль и грязь поступает в отходы.

Загрязнение водных ресурсов металлорежущими станками может произойти при чистке станков и его узлов. Такая чистка производится на специальном месте оборудованном стоком с фильтрами, задерживающими грязь, масла, кислоты.

На предприятиях машиностроительной промышленности очистка сточных вод осуществляется, как правило, в отстойниках, шлако-накопителях, нефти и масло ловушках. Очищенные воды в большинстве случаев используются в системах оборотного водоснабжения. При этом вода основного источника или из других циклов водопользования идёт на компенсацию потерь оборотной воды.

2.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

К возможным ситуациям техногенного характера можно отнести возгорание в цехе/производственном участке при несоблюдении предписанных норм пожарной безопасности или же вследствие короткого замыкания или проблем с токопроводящим оборудованием.

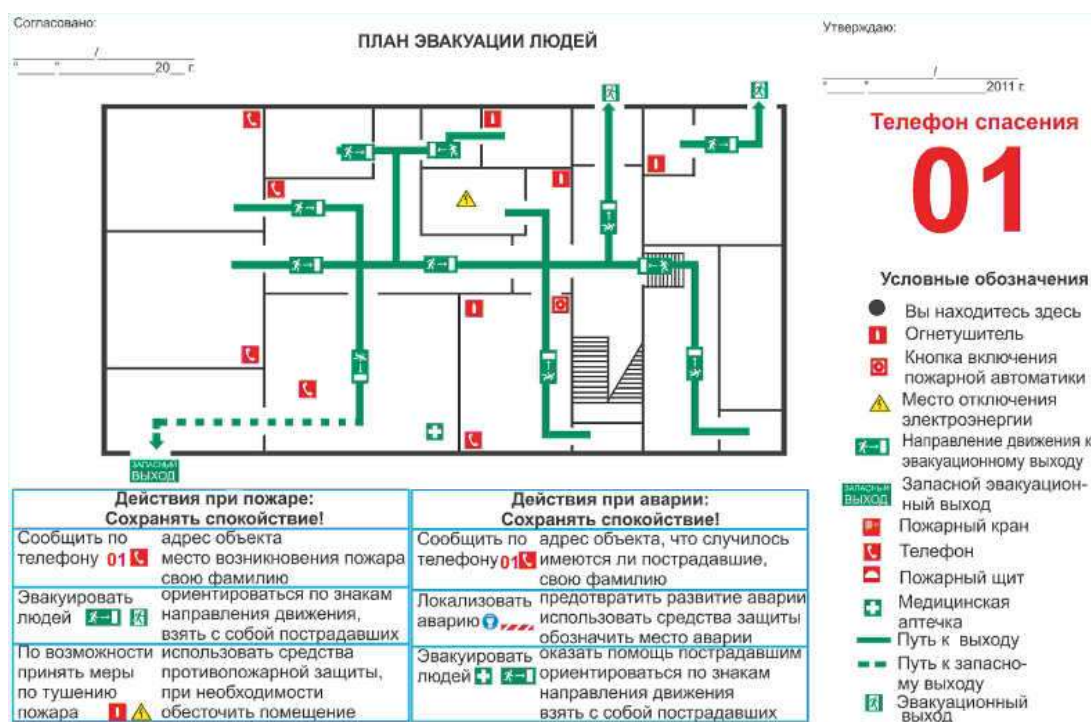


Рисунок 7– План эвакуации из здания

Поэтому следует в качестве профилактических мероприятий на участке используются:

- правильная эксплуатация машин, правильное содержание территории, противопожарный инструктаж рабочих и служащих;
- соблюдение противопожарных правил, норм при устройстве оборудования, отопления, освещения, правильное размещение оборудования;
- запрещение курения в неустановленных местах, проведения сварочных и других огневых работ в пожароопасных помещениях;
- своевременные профилактические осмотры, ремонты и испытания технологического оборудования;
- применение автоматических средств обнаружения пожаров;
- повышение огнестойкости зданий и сооружений путём облицовки или оштукатуривания металлических конструкций;
- в доступном месте должны висеть инструкции по действиям при пожаре с указанием последовательности действий, а также планов эвакуации с телефонами спецслужб, куда стоит сообщить о возникновении чрезвычайной ситуации;
- обязательно наличие звуковой пожарной сигнализации;
- система пожарной сигнализации включается в общезаводскую/общецеховую систему пожарных извещателей кольцевого типа. Оповещение рабочих происходит через местную связь (радиосвязь).

Для обеспечения тушения пожара в начальной стадии его возникновения используется система пожарных водопроводов и аппараты пожаротушения (смонтированные в зданиях стационарные установки, предназначенные для тушения пожара без участия людей, и огнетушители - пенные ОХВП-10 и углекислотные ОУ-2 по одному на каждые 700 м² площади, ящики с песком 1-ин на 500 м² площади). Для обеспечения безопасности людей при пожарах в производственных помещениях предусматриваются пути эвакуации и устройства для удаления из помещений дыма (дымовые люки и т. п.)

2.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Так как данный вид работ подразумевает возможное наличие угроз жизни (таких как работа в запылённом помещении, работа с горячим металлом, работа с подвижными частями механизмов), следует обеспечить работника всеми необходимыми мерами защиты – рабочими перчатками, для уменьшения травм от острых краёв металла; очками, для исключения попадания инородных тел в глаза и область глаз; специальной одеждой, мерой индивидуальной защиты работника, а также другими средствами защиты в зависимости от выполняемой сотрудником работы. Каждому работнику должно быть предоставлено рабочее место с учётом специфики работы – если это сборочное место, то оно должно быть оснащено всем необходимым для сборки инструментом, должно быть удобным, а также освещённым в зависимости от размера собираемой детали; если это место работника-токаря, то рядом должны находиться инструментальные шкафы со всем необходимым инструментом, перед станком должна быть ровная и удобная поверхность, уровень света также должен быть достаточен для работы, чтобы сотруднику не приходилось подключать другие источники света.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Тема ВКР: Проектирование технологического процесса изготовления детали «Корпус».
Студенту:

Группа	ФИО
4А51	Люфт Никите Владимировича

Школа	ИШНПТ	Отделение школы (НОЦ)	Материаловедение
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Машиностроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

1.Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и технологических	Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях аналитических материалах, статических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах; наблюдение. В реализации проекта задействованы 2 человека: руководитель проекта и инженер-технолог Материально-технические ресурсы: компьютер (35000р); энергетические ресурсы: электрическая энергия (2,39р/КВт).
2.Нормы и нормативы расходования ресурсов	В соответствии с ГОСТ 14.322-83 «Нормирование расхода материалов» и ГОСТ Р 51541-99 «Энергосбережение. Энергетическая эффективность»
3.Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчисления, дисконтирования и кредитования	Отчисления по страховым взносам – 30% от ФОТ

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1.Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Определение потенциалов потребителя результатов исследования, SWOT-анализ, определение возможных альтернатив проведения научных исследований.
2.Планирование и формирование бюджета научных исследований	Планирование этапов работы, определение календарного графика трудоёмкости работы, расчет бюджета.
3.Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Определение ресурсной и финансовой эффективности проекта

Перечень графического материала:

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. Коммерциализация проекта
4. График проведения и бюджет НИ
5. Оценка сравнительной эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Скаковская Наталья Вячеславовна	к.ф.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А51	Люфт Никита Владимирович		

3 финансовый менеджмент, ресурс эффективность и ресурсосбережение

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

Целевой рынок – сегменты рынка, на котором будет продаваться в будущем разработка. В свою очередь, сегмент рынка – это особым образом выделенная часть рынка, группы потребителей, обладающих определенными общими признаками.

Сегментирование – это разделение покупателей на однородные группы, для каждой из которых может потребоваться определенный товар (услуга). Можно применять географический, демографический, поведенческий и иные критерии сегментирования рынка потребителей, возможно применение их комбинаций с использованием таких характеристик, как возраст, пол, национальность, образование, любимые занятия, стиль жизни, социальная принадлежность, профессия, уровень дохода.

Целесообразно выбрать два наиболее значимых критерия: размер компании и отрасль, по которым будет производиться сегментирование рынка.

Таблица 15 – Карта сегментирования рынка

Размер компании	Виды работ	
	Разработка технологического процесса	Изготовление детали
Фирма 1	+	+
Фирма 2	-	+
Фирма 3	+	-

Как видно из таблицы 1, наиболее перспективной является фирма 1, так как она задействована во всех сегментах рынка.

3.1 Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают

в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим конкурентам. В настоящий момент в Томске можно выделить лишь два наиболее влиятельных предприятий-конкурентов в области производства детали «Корпус»: ОАО «Томский электромеханический завод им. В.В. Вахрушева» и ООО «Томский машиностроительный завод».

В таблице 16 приведена оценочная карта, включающая конкурентные технические разработки в области производства детали.

Таблица 16 – Оценочная карта

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии катализатора							
1. Производительность	0,2	4	5	4	0,8	1,5	0,8
2. Срок службы	0,4	4	5	4	1,6	2	1,6
Экономические критерии оценки эффективности							
3. Цена	0,2	5	4	4	1	0,8	0,8
4. Уровень проникновения на рынок	0,1	4	4	4	0,4	0,4	0,4
5. Финансирование научной разработки	0,1	3	5	5	0,3	0,5	0,5
Итого:	1	20	23	21	4,1	5,2	4,1

Б_ф – продукт проведенной исследовательской работы;

Б_{к1} – ОАО «Томский электромеханический завод им. В.В. Вахрушева»;

Б_{к2} – «Томский машиностроительный завод».

Таким образом, на основании таблицы 9 можно сделать вывод, что разработанный в ходе исследовательской работы технологический процесс может составить серьезную конкуренцию уже имеющимся на российском рынке производителям. Главными преимуществами данной разработки

является довольно высокая производительность и срок службы при относительно низкой цене.

3.2 SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

На основе анализа, проведенного в предыдущих разделах бакалаврской работы был составлен SWOT-анализ научно-исследовательского проекта. Результаты первого этапа SWOT-анализа представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Матрица первого этапа SWOT-анализа

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Высокое качество получаемой продукции С2. Широкая область применения С3. Более низкая стоимость производства С4. Квалифицированный персонал С5. Актуальность проекта	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Требуется два источника питания Сл2. Отсутствие квалифицированного персонала Сл3. Перенастройка оборудования Сл4. Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца
Возможности: В1. Регулирование производительности В2. Получение качественных деталей В3. Повышение стоимости конкурентных разработок		

Угрозы: У1. Появление новых технологий У2. Отсутствие спроса на новые технологии производства У3. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства		
--	--	--

Таблица 18 – Интерактивная матрица возможностей и сильных сторон проекта

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	+	+	+	+	+
	B2	+	+	-	+	+
	B3	+	+	-	+	+

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильные сторон и возможности: B1C1C2C3C4C5, B2B3C1C2C4C5.

Таблица 19 – Интерактивная матрица возможностей и слабых сторон проекта

Слабые стороны проекта					
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	B1	-	-	-	+
	B2	+	-	+	-
	B3	-	+	-	-

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие слабых сторон и возможности: B1Сл1Сл3, B3Сл1.

Таблица 20 – Интерактивная матрица угроз и сильных сторон проекта

Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	У1	-	-	-	+	+
	У2	+	-	-	-	-
	У3	-	-	-	+	-

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильные сторон и угроз: У1C4C5.

Таблица 21 – Интерактивная матрица угроз и слабых сторон проекта

Слабые стороны проекта					
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	У1	+	+	+	-
	У2	-	+	-	-
	У3	-	-	-	-
	У4	-	-	-	+

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие слабых сторон и угроз: У1Сл1Сл2Сл3.

Таким образом, можно составить итоговую матрицу SWOT-анализа (таблица 22).

Таблица 22 – Итоговая матрица SWOT-анализа

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1.Высокое качество получаемой продукции С2. Широкая область применения С3. Более низкая стоимость производства С4.Квалифицированный персонал С5. Актуальность проекта	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Требуется два источника питания Сл2. Отсутствие квалифицированного персонала Сл3. Перенастройка оборудования Сл4.Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца
Возможности: В1. Регулирование производительности В2.Получение качественных сварных соединений В3. Повышение стоимости конкурентных разработок	В результате получения высокого качества продукции возможно регулирования производительности.	Отсутствие квалифицированного персонала влияет на получение качественных сварных соединений
Угрозы: У1. Появление новых технологий У2. Отсутствие спроса на новые технологии производства У3. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства	Когда продукция имеет широкую область применения, спрос на новые технологии производства отсутствует.	Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца влияет на появление новых технологий изготовления детали.

Результаты SWOT-анализа учитываются при разработке структуры работ, выполняемых в рамках научно-исследовательского проекта.

3.3 Планирование научно-исследовательских работ

3.3.1 Структура работ в рамках научного исследования

Таблица 23 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Создание темы проекта	1	Составление и утверждение темы проекта	Научный руководитель
	2	Анализ актуальности темы	
Выбор направления исследования	3	Поиск и изучение материала по теме	Студент
	4	Выбор направления исследований	Научный руководитель, студент
	5	Календарное планирование работ	
Теоретические исследования	6	Изучение литературы по теме	Студент
	7	Подбор нормативных документов	
	8	Составление технологического процесса изготовления детали «Вал выходной»	
Оценка полученных результатов	9	Анализ результатов	Научный руководитель, студент
	10	Составление технологической документации	Научный руководитель, студент

3.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости t_{oji} используется следующая формула:

$$t_{oji} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5},$$

где t_{oji} – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.; $t_{\min i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы

(оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.; $t_{\max i}$ - максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями:

$$T_{p_i} = \frac{t_{ожіi}}{Ч_i},$$

где T_{p_i} – продолжительность одной работы, раб. дн.; $t_{ожіi}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн. $Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел. Результаты расчетов внесены в таблицу 23.

Таблица 24 – Временные показатели проведения научного исследования

№ этапа	Название работы	Трудоемкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях, $t_{\text{раб}}$
		$t_{\min}$, чел.-дни	$t_{\max}$, чел.-дни	$t_{ожі}$, раб. дни		
1	Составление и утверждение темы проекта	2	3	2,4	Р	3
2	Анализ актуальности темы	2	3	2,4	И,Р	2
3	Поиск и изучение материала по теме	14	21	16,8	И	17
4	Выбор направления исследований	2	3	2,4	И	3
5	Календарное планирование работ	2	3	2,4	И	3
6	Изучение литературы по теме	7	14	9,8	И	10
7	Подбор нормативных документов	2	5	3,2	И, Р	4
8	Составление технологического процесса изготовления детали «Вал выходной»	14	21	16,8	И	17

9	Анализ результатов	7	14	9,8	И,Р	5
10	Составление технологической документации	7	14	9,8	И	10
Итого:						74

3.3.3 Разработка графика проведения научного исследования

При выполнении дипломных работ студенты в основном становятся участниками сравнительно небольших по объему научных тем. Поэтому наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}},$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях; T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях; $k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}},$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году; $T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году; $T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

На основе таблицы 24 строится календарный план-график (таблица 25). График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени выполнения выпускной квалификационной работы.

Таблица 25 – Календарный график работы над проектом

№ работ	Вид работ	Исполнители	T_{ki} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ											
				Февраль		март			Апрель			май			июнь
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
1	Составление и утверждение темы проекта	Руководитель	5												
2	Анализ актуальности темы	Инженер	3												
		Руководитель	3												
3	Поиск и изучение материала по теме	Инженер	26												
4	Выбор направления исследований	Инженер	5												
5	Календарное планирование работ Изучение литературы по теме	Инженер	5												
6	Изучение литературы по теме	Инженер	15												
7	Подбор нормативных документов	Инженер	6												

Продолжение таблицы 25

8	Составление технологического процесса изготовления детали «Вал выходной» Анализ результатов	Инженер	26												
9	Анализ результатов	Руководитель	8												
		инженер	8												
10	Составление технологической документации	инженер	26												

3.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с выполнением.

3.4.1 Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$З_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расч i}$$

где: m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расч i}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Транспортные расходы принимаются в пределах 15-25% от стоимости материалов.

Таблица 26 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (З _м), руб.
Бумага	лист	150	2	345
Картридж для принтера	шт.	1	1000	1150
		1	1000	1150
Интернет	М/бит (пакет)	1	350	402,5
Итого				1898

Таблица 27 – Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость оборудования, тыс. руб.
	Исп.1	Исп.1	Исп.1	Исп.1
1	Ленточнопильный станок модели ЛПС8542	1	800000	800000
2	Станок STALEX X5032A Servo	1	1250000	1250000
3	Станок для глубокого сверления XL-500A	1	1120000	1120000
4	Сверлильный станок Proma BV-25FB/400	1	137860	137860
5	вертикальный обрабатывающий центр HYUNDAI WIA KF4600	1	5200000	5200000
6	Координатно-расточной станок 2A450	1	620000	620000
Итого: 9127860				

Затраты на амортизацию оборудования рассчитываются по формуле:

$$З_{об} = (Ц \cdot F_{ф}) / (F_{н} \cdot F_{сс})$$

где Ц – цена оборудования, руб.; $F_{н}$ – номинальный фонд времени (рабочее время в году), ч; $F_{сс}$ – срок службы оборудования, 10лет; $F_{ф}$ – фактическое время занятости оборудования, 9ч.; $F_{н} = 300 \text{ дней} = 7200 \text{ ч.}$

$$З_{об} = (9127860 \cdot 9) / (7200 \cdot 10) = 1141 \text{ руб.}$$

3.4.2 Основная и дополнительная заработная плата исполнителей темы

Исходными нормативами заработной платы данных категорий работающих является оклад, определяющий уровень месячной заработной платы в зависимости от объема и ответственности работ.

Величина расходов на заработную плату определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок.

Месячный должностной оклад работника:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}}$$

где $З_{\text{тс}}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от $З_{\text{тс}}$);

$k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5;

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}},$$

где: $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

Расчет полной заработной платы осуществляется следующим образом:

$$З_{\text{зп}} = З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}},$$

где $З_{\text{осн}}$ — основная заработная плата; $З_{\text{доп}}$ — дополнительная заработная плата (12-15 % от $З_{\text{осн}}$).

Основная заработная плата ($З_{\text{осн}}$) исполнителя рассчитывается по формуле:

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{дн}} \cdot T_{\text{р}},$$

где $З_{\text{осн}}$ — основная заработная плата одного работника;

$T_{\text{р}}$ — продолжительность работ, выполняемых работником, раб. д.(таблица 4.4)

$З_{\text{дн}}$ — среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}}$$

где $З_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Таблица 28 – Баланс рабочего времени

Показатель рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	52	52
- праздничные дни	12	12
Потери рабочего времени		
- отпуск	24	24
- невыходы по болезни	-	-
Действительный годовой фонд рабочего времени	253	253

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн},$$

где: $k_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

Таблица 29 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	Разряд	кт	Зтс, руб.	кпр	кд	кр	Зм, руб	Здн, руб.	Тр, раб. дн.	Зосн, руб.
Руководитель	доцент	1	23264	0,3	0,2	1,3	45365	1865	14	26110
Студент		1	1742	0,3	0,2	1,3	3397	140	71	9940
Итого Зосн										36050

3.4.3 Отчисления во внебюджетные фонды

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп})$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2017 г. в соответствии с Федеральным закона от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30,2%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2017 году водится пониженная ставка – 30,2%.

Таблица 30 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Отчисления во внебюджетные фонды, руб.
Руководитель проекта	26110	7885
Студент	9940	3002
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,302	
	Итого	10887

3.4.4 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$З_{\text{накл}} = k_{\text{нр}} \cdot (\text{сумма статей } 1 \div 3),$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

$$З_{\text{накл}} = 0,16 \cdot 50263 = 8192 \text{руб.}$$

Величину коэффициента накладных расходов $k_{\text{нр}}$ допускается взять в размере 16%.

3.4.5 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией

в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведен в таблице 30.

Таблица 31 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	36050
Отчисления во внебюджетные фонды	10887
Накладные расходы	8042
Материальные затраты	1898
Амортизация оборудования	1141
Бюджет затрат НТИ	59390

При планировании бюджета было обеспечено полное отражение всех видов возможных расходов, необходимых для его выполнения.

3.5 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансово, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{финр}^{исп.i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}},$$

где $I_{финр}^{исп.i}$ – интегральный финансовый показатель разработки; Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения; Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i,$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки; a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения

разработки; b_i^a, b_i^p - бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Таблица 32 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения

Критерии \ Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,1	5	4	3
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	5	4	4
3. Помехоустойчивость	0,15	4	4	4
4. Энергосбережение	0,20	4	4	4
5. Надежность	0,25	4	5	5
6. Материалоемкость	0,15	5	3	3
ИТОГО	1	4,4	4,1	4

$$I_{p-исп1} = 5*0,1 + 4*0,15 + 5*0,15 + 4*0,2 + 4*0,25 + 5*0,05 + 4*0,01 = 3,94;$$

$$I_{p-исп2} = 3*0,1 + 2*0,15 + 3*0,15 + 3*0,2 + 4*0,25 + 2*0,05 + 4*0,1 = 3,15;$$

$$I_{p-исп3} = 4*0,1 + 3*0,15 + 3*0,15 + 3*0,2 + 4*0,25 + 4*0,05 + 4*0,1 = 3,5.$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{исп}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр1}}, I_{исп2} = \frac{I_{p-исп2}}{I_{финр2}} \text{ и т. д.}$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта (таблица 21) и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{cp}$):

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп1}}{I_{исп2}}$$

Таблица 33 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель	0,51	1	0,89
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,4	4,1	4
3	Интегральный показатель эффективности	8,6	4,1	4,5
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	2	0,9	1

Сравнительный анализ интегральных показателей эффективности показывает, что предпочтительным является первый вариант исполнения, так как данный вариант исполнения является наиболее экономичным и ресурсоэффективным.

Таким образом, в результате проведенных исследований, установлено, что разработанный технологический процесс изготовления детали «Вал выходной» экономичен, энергоэффективен, характеризуется низкой материалоемкостью, высокой производительностью труда, поэтому данный научно-исследовательский проект конкурентоспособным. Также можно сказать, что задачи, поставленные в данном разделе выпускной квалификационной работы, решены в полном объеме. А именно:

1) была выявлена конкурентоспособность мелкосерийного производства изготовления детали;

2) проведен SWOT-анализ, в котором рассматриваются все сильные и слабые стороны проекта, а также возможности и угрозы, связанные с проектом;

3) был распланирован график НИР, по которому руководителю отводится 14 рабочих дней, студенту 71 рабочий день;

4) при планировании комплекса работ по проекту была построена диаграмма Ганта, которая позволяет координировать работу исполнителей в ходе выполнения исследования;

5) рассчитан бюджет НИР (58018 руб.): основная заработная плата составила 36050 руб. с учетом районного коэффициента, отчисления во ВБФ -

10887 руб., накладные расходы – 8042руб., материальные затраты – 1898руб., амортизация оборудования – 1141руб.

Заключение

В ходе проделанной работы был разработан технологический процесс изготовления детали типа «Корпус» в условиях мелкосерийного производства. На первом этапе разработки был произведен анализ технологичности конструкции детали, при помощи встроенного приложения АРМ FEM, в программном обеспечении КОМПАС-3В v17.1, а так же был разработан технологический маршрут и выбран способ получения заготовки. На этапе проектирования технологических операций были рассчитаны минимальные припуски на механическую обработку, произведен выбор средств технологического оснащения и измерения, в связи с технологической необходимостью. В процессе разработки были рассчитаны режимы резания, учитывающие возможности выбранного технологического оборудования и материала заготовки. С помощью программы FeatureCAM были разработаны управляющие программы для операций с ЧПУ.

В социальной ответственности было проанализировано влияние вредных факторов в процессе производства детали. Были предложены мероприятия по снижению опасных и вредных факторов при производстве детали «Корпус». Также было рассмотрено влияние производства детали корпус на экологическую безопасность. Были представлены мероприятия необходимые для снижения влияния на экологическую безопасность. В случае чрезвычайных ситуациях в качестве профилактических мероприятий на участке был представлен ряд предложений по их устранению.

В экономическом разделе был произведен анализ конкурентных технических решений. Был выполнен SWOT-анализ научно-исследовательского проекта. Был произведен расчет бюджета необходимый на производства детали «Корпус».

Список используемых источников и литературы

1. Обеспечение эксплуатационных свойств деталей: Научная статья по специальности «Машиностроение». Автор: Дудников И.А. 2011г.
[Электронный ресурс]. Режим доступа:
<http://cyberleninka.ru/article/n/obespechenie-ekspluatatsionnyh-svoystv-detaley-opredelyayuschih-nadyozhnost-selskohozyaystvennyh-mashin>
2. Балабанов А.М. Краткий справочник технолога машиностроителя / А.М. Балабанов – М.: Издательство стандартов, 1922. – 461 с.
3. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие / Под ред. Н.П. Солнышкина. Спб.: Изд-во СПбГТУ, 210. 344 с.
4. Обработка металлов резанием: Справочник технолога / А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойм и др.; Под общ. ред. А.А. Панова. – М.: Машиностроение, 1988. -736 с.
5. Припуски на механическую обработку [Электронный ресурс] – Режим доступа:
http://portal.tpu.ru:7777/SHARED/k/KOVN/academic/Tab3/7_raschet_pripuskov_VN_rusPDF.pdf
6. Справочник инструментальщика / И.А. Ориднарцев – Л.: Машиностроение. Ленингр. отделение, 1987. – 846 с.
7. Расчет режимов резания. Учебное пособие / Безъязычный В.Ф., Аверьянов И.Н., Кордюков А.В. – Рыбинск: РГАТА, 2009. – 185 с.
8. Техническое нормирование операций механической обработки деталей: Учебное пособие. Компьютерная версия. – 2-е изд., перер. /И.М. Морозов, И.И. Гузеев, С.А.Фадюшин. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2005. – 65 с.
9. Сайт подбора вакансий [Электронный ресурс] – Режим доступа:
<https://russia.trud.com/>
10. Металлорежущие станки: учебное пособие / А.М. Гуртяков. – 3-е изд., перераб. и доп. – Томск, 2009. – 350 с.
11. Групповая технология машиностроительного производства. В 2-х т. Т. 2. Проектирование и использование технологической оснастки

металлорежущих станков. – 3-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1983. – 376 с., ил.

13. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. Л., Машиностроение, 1975.

14. Основы технологии машиностроения: учебное пособие / В.Ф. Скворцов; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. -352 с.

15. Твердосплавные центровочные сверла для станков с ЧПУ [Электронный ресурс] - <https://www.hoffmann-group.com/RU/ru/horu/Монолитный-режущий-инструмент/Сверла-из-монолитного-твердого-сплава/с/12>

16. Вертикальный обрабатывающий центр KF4600 [Электронный ресурс] - <http://atmt.ru/kf4600>

17.Федеральный закон РФ №261 от 23 ноября 2009г. «Об энергосбережении и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

18. СП 12.0.003-74 (с измен. № 1, октябрь 1978 г., переиздание 1999 г.)» [X]

19. СП 2.2.1.1312-03 «Гигиенические требования к проектированию вновь строящихся и реконструируемых промышленных предприятий».

20. ГОСТ 12.1.003-2014 «Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности».

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

		1	38
--	--	---	----

	НИ ТПУ	ИШНПТ.1020.00.00.00		ИШНПТ 4А51
	Корпус			1 1 1

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский
Томский политехнический университет»

КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ

На маршрутный технологический процесс механической обработки
детали «Корпус»

Ассистент

Анисимова М.А.

Выполнил: студент группы 4А51

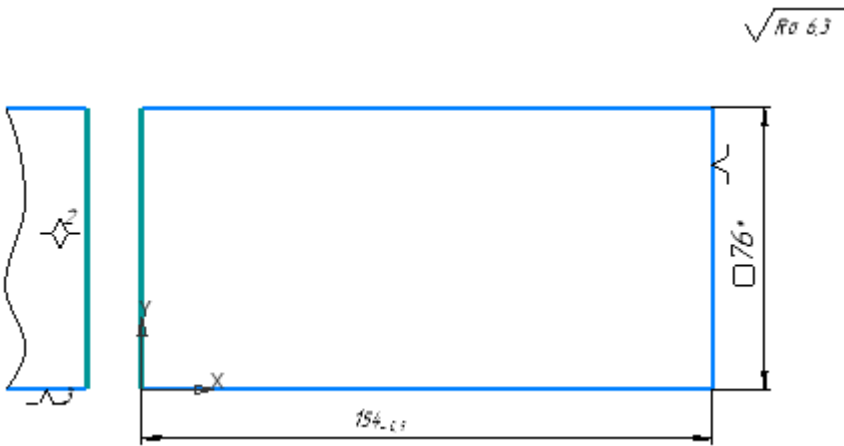
Люфт Н.В.

ТЛ		88
----	--	----

										ГОСТ 3.1118-82				Форма 1				
Дубл.																		
Взам.																		
Подл.																		
														2	1			
Разраб.	Люфт Н.В.					НИ ТПУ		ИШНПТ.1020.00.00.00										
Провер.	Анисимова М.А.																	
Н. контр.																		
M01	Квадрат стальной ГОСТ 30245-2013, Сталь 45 ГОСТ 1050-88																	
M02	Код		ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ	Вид загот.		Профиль и размеры					КД	МЗ		
	00000		166	0,142	1	3,4	0,23	Прокат		76x76x2000		13	40					
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции			Обозначение документа										
Б	Код, наименование оборудования							СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тп.з.	Тшт-к.
A 03					005 Заготовительная				Слесарь	2	18446	1	1	1	100	0,817	0,2	1,4
Б 04	Ленточнопильный станок ЛПС8542																	
A 05					010 Фрезерная				Оператор	4	19479	1	1	1	100	0,673	1	3,25
Б 06	Фрезерный станок X5032A Servo																	
A 07					015 Слесарная				Слесарь	2	18446	1	1	1	100	0,385	0,1	0,7
A 08					020 Контрольная				Контролёр	2	12958	1	1	1	100			1
A 09					025 Сверлильная				Сверильщик	3	14529	1	1	1	100	0,463	1	15
Б 10	Сверлильный станок XL-500A																	
A 11					030 Сверлильная				Сверильщик	3	14529	1	1	1	100	0,463	1	15
Б 12	Сверлильный станок BV-25FB/400																	
A 13					035 Слесарная				Слесарь	2	18446	1	1	1	100	0,385	0,1	0,7
A 14					040 Контрольная				Контролёр	2	12958	1	1	1	100			1
МК		89																

[illegible]

								ГОСТ 3.11105-84			Форма 7			
Дубл.														
Взам.														
Подл.														
										11		1		
Разраб.	Люфт Н.В.			НИ ТПУ	ИШНПТ.1020.00.00.00		ИШНПТ 4А51							
Пров.	Анисимова М.А.													
				Корпус									005	
Н. контр.														



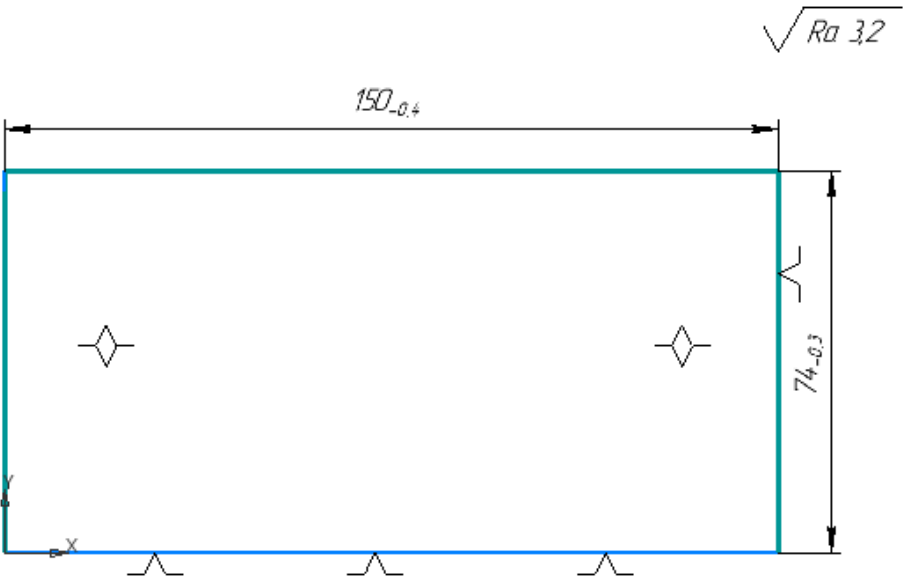
**Размер для справок*

										ГОСТ 3.1404-86			Форма 3		
Дубл.															
Взам.															
Подл.															
													1	1	
Разраб.	Люфт Н.В.			НИ ТПУ	ИШНПТ.1020.00.00.00										
Пров.	Анисимова М.А.														
Н. контр.				Корпус										005	
Наименование операции				Материал			Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИ
Заготовительная				Сталь 45 ГОСТ 1050-88			148НВ		кг	5	76x76x2000			40	13
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы			То	Тв		Тп.з.	Тшт.	СОЖ			
Ленточнопильный станок ЛПС8542											0,47	ТУ 0258-017-00148843-2002			
Р				ПИ	D или B		L		t	i	S	n	V		
О 01	А. Установить заготовку в тиски.														
О 02	База: Плоскость и сторона.														
Т 03	Приспособление тиски ГОСТ 4045-75.														
О 04	Отрезать заготовку в размер 154 _{0,8} мм.														
Т 05	Ленточное полотно исполнение 2 по ГОСТ Р 53924-														
Р 06				Ø80		19		1		0,1		70			
ОК		92													

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

										2
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---

											ИШНПТ.1020.00.00.00		010

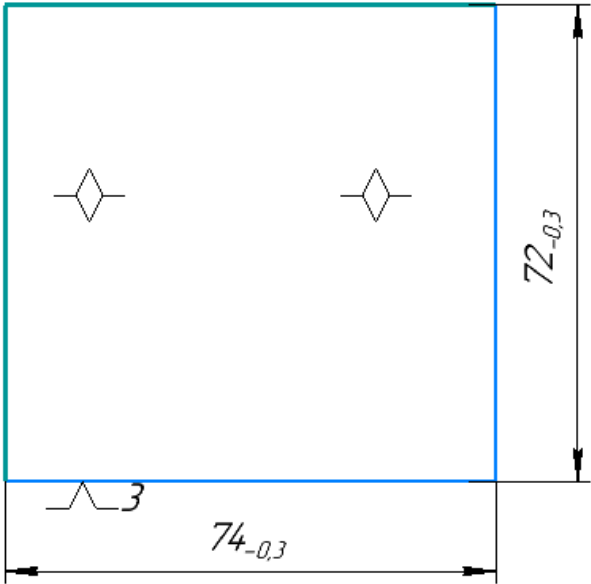


Дубл.			
Взам.			
Подл.			

										3
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---

											ИШНПТ.1020.00.00.00		010

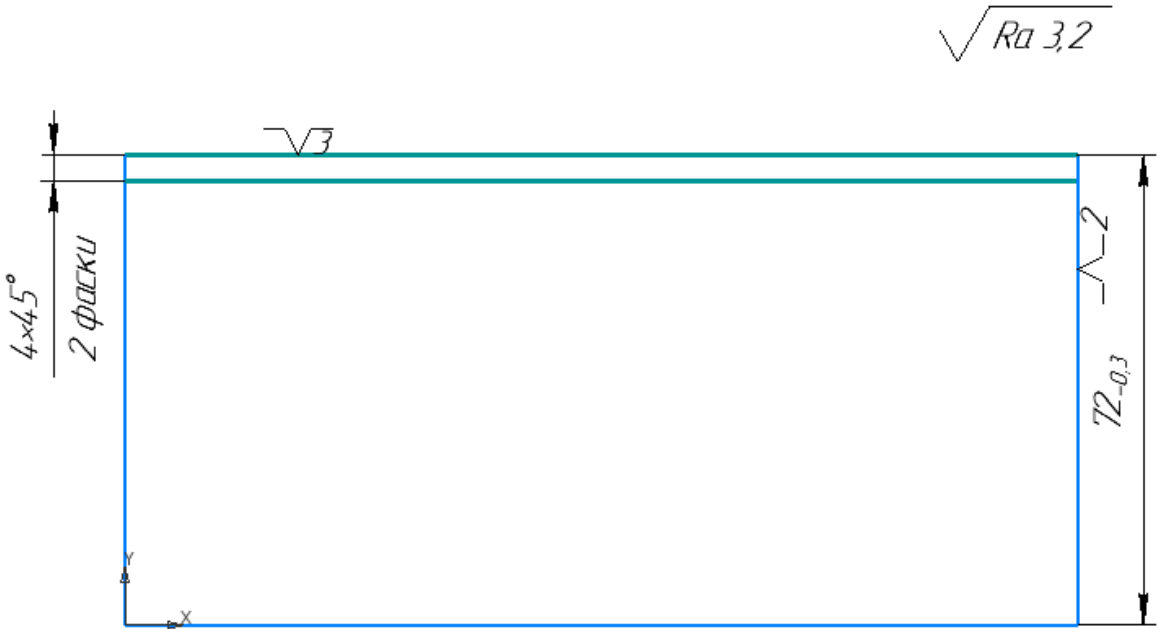
$\sqrt{Ra\ 3,2}$



Дубл.			
Взам.			
Подл.			

								4	
--	--	--	--	--	--	--	--	---	--

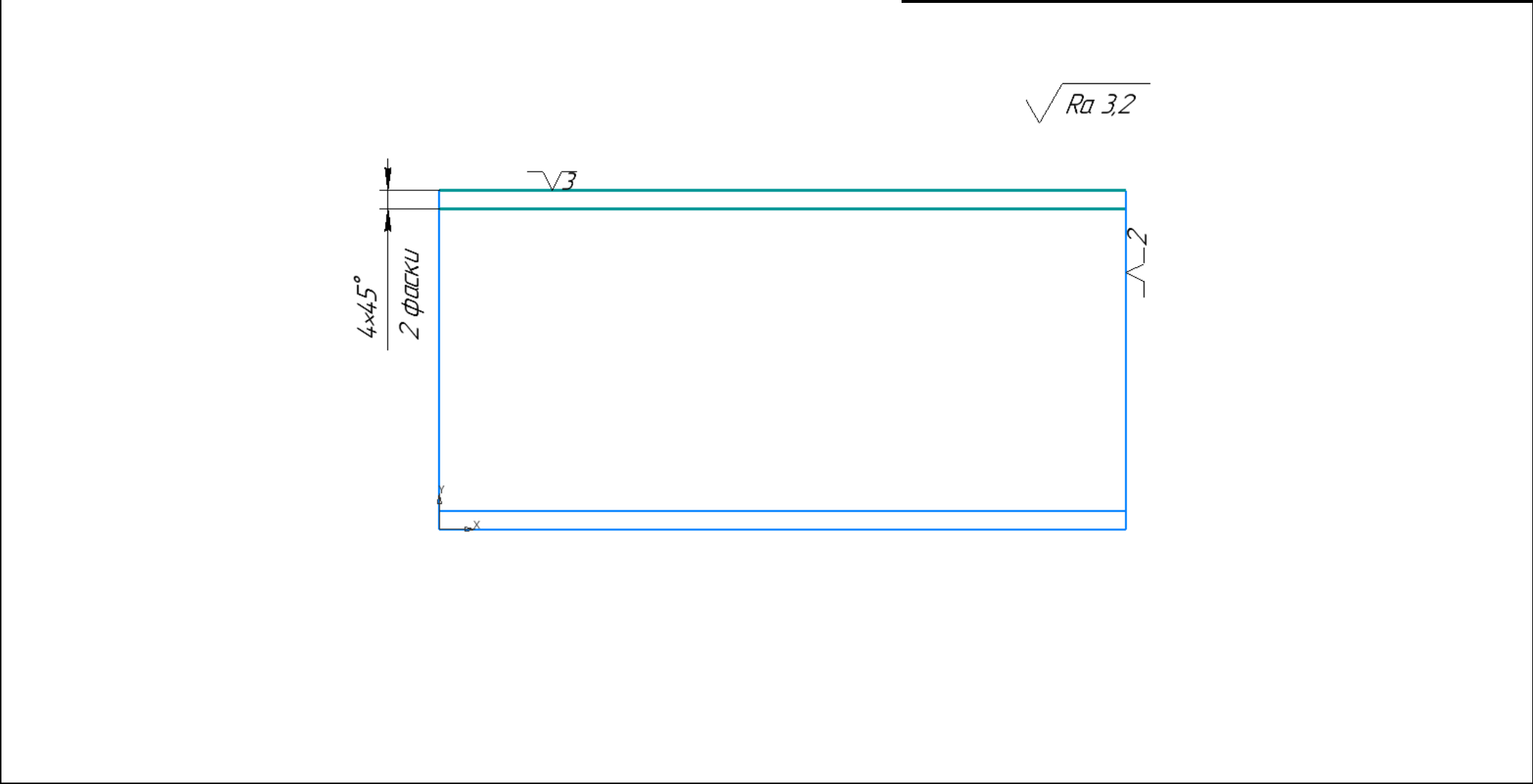
											ИШНПТ.1020.00.00.00		010



Дубл.																		
Взам.																		
Подл.																		

													5	
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---	--

													ИШНПТ.1020.00.00.00		010	

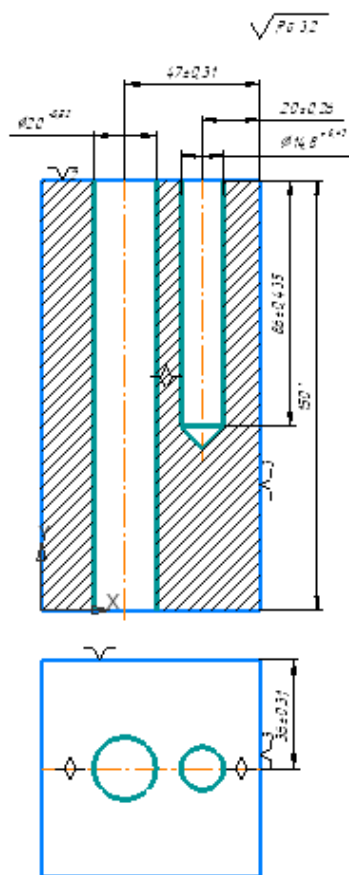


										ГОСТ 3.1404-86			Форма 3		
Дубл.															
Взам.															
Подл.															
													3	1	
Разраб.	Люфт Н.В.			НИ ТПУ	ИШНПТ.1020.00.00.00										
Пров.	Анисимова М.А.														
Н. контр.				Корпус								3	1	010	
Наименование операции				Материал		Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ		КОИ
Фрезерная				Сталь 45 ГОСТ 1050-88		148НВ		кг	5	76x76x2000			40		13
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы		То	Тв		Тп.з.	Тшт.	СОЖ				
Станок фрезерный X5032A						6,9	0,9		0,15	7,89					
Р				ПИ	D или B		L		t	i	S	n	V		
О 01	А. Установить заготовку в тиски.														
О 02	База: Плоскость и сторона.														
Т 03	Приспособление тиски ГОСТ 4045-75.														
О 04	Фрезеровать в размер 150 _{-0,4} мм и 74 _{-0,3} мм.														
Т 05	Фреза концевая: 1P260-2000XB 1620 Ø32 мм, P6M5														
Т 06	Штангенциркуль ШЦ –I -0-125-01 ГОСТ 16689														
Р 07	150 76 2 6 0,3 3000 94,52														
08															
О 09	Б. Переустановить заготовку в тиски.														
О 10	База: Плоскость и сторона.														
Т 11	Приспособление тиски ГОСТ 4045-75.														
О 12	Фрезеровать в размер 74 _{-0,3} мм и 72 _{-0,3} мм														
Т 13	Фреза концевая: 1P260-2000XB 1620 Ø32 мм.														
OK		97													

										ГОСТ 3.1404-86				Форма За			
Дубл.																	
Взам.																	
Подл.																	
															2		
										ИШНПТ.1020.00.00.00				010			
Р									ПИ	D или B		L	t	i	S	n	V
T 14	Штангенциркуль ШЦ –I -0-125-01 ГОСТ 16689																
P 15									150	74	2	6	0,3	3000	94,52		
16																	
O 17	В. Переустановить заготовку в тиски.																
O 18	База: Плоскость и сторона.																
T 19	Приспособление тиски ГОСТ 4045-75.																
O 20	Фрезеровать в размер72 _{0,3} мм																
T 21	Фреза концевая: 1P260-2000XB 1620 Ø32 мм, P6M5																
T 22	Штангенциркуль ШЦ –I -0-125-01 ГОСТ 16689																
P 23									150	72	2	6	0,3	3000	94,52		
24																	
T 25	Приспособление тиски ГОСТ 4045-75.																
T 26	Фрезеровать 2 фаски 4мм.																
T 27	Фреза фасонная 1P260-2000XB 1620.																
T 28	Угломер типа 1-5 ГОСТ 5378-88																
P 29									150	72	2	6	0,3	3000	94,52		
30																	
O 31	Г. Переустановить заготовку в тиски.																
OK		98															

										ГОСТ 3.1404-86				Форма За		
Дубл.																
Взам.																
Подл.																
														3		
											ИШНПТ.1020.00.00.00			010		
Р								ПИ	D или B		L	t	i	S	n	V
О 31	База: Плоскость и сторона.															
Т 32	Приспособление тиски ГОСТ 4045-75.															
О 33	Фрезеровать 2 фаски 4мм.															
Т 34	Фреза фасонная 1P260-2000XB 1620, P6M5															
Т 35	Угломер типа 1-5 ГОСТ 5378-88															
Р 31								150	72	2	6	0,3	3000	94,52		
OK		99														

										ГОСТ 3.1404-86			Форма 3		
Дубл.															
Взам.															
Подл.															
												1	1		
Разраб.	Люфт Н.В.				НИ ТПУ	ИШНПТ.1020.00.00.00									
Пров.	Анисимова М.А.														
Н. контр.					Корпус									015	
Наименование операции				Материал			Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИ
Слесарная				Сталь 45 ГОСТ 1050-88			148НВ		кг	5	76x76x2000			40	13
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы			То	Тв		Тп.з.	Тшт.	СОЖ			
											1				
Р					ПИ	D или B		L		t	i	S	n	V	
О 01	1. Снять заусенцы притупить острые кромки														
Т 02	Полный модельный ряд инструмента SHAVIV для снятия заусенцев														
OK		100													

ИШНПТ.1020.00.00.00

										ГОСТ 3.1404-86			Форма 3		
Дубл.															
Взам.															
Подл.															
													2	1	
Разраб.	Люфт Н.В.			НИ ТПУ	ИШНПТ.1020.00.00.00										
Пров.	Анисимова М.А.														
Н. контр.				Корпус								2	1	025	
Наименование операции				Материал			Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ		КОИ
Сверлильная				Сталь 45 ГОСТ 1050-88			148НВ	кг	5	76x76x2000			40		13
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы			То	Тв	Тп.з.	Тшт.	СОЖ				
Сверлильный станок XL-500А							4,47	0,58	0,1	5,11					
Р				ПИ	D или B		L		t	i	S	n	V		
О 01	А. Установить заготовку в тиски.														
О 02	База: Плоскость и сторона.														
Т 03	Приспособление тиски ГОСТ 4045-75.														
О 04	1. Центровать отверстие выдерживая размеры 20±0,26мм, 36±0,31мм и 47±0,31мм														
Т 05	Сверло центровочное Ø6 мм ГОСТ 14034-74. Р6М5														
Т 06	Державка для сверл: 27.3040А														
Т 07	Штангенциркуль ШЦ –I -0-125-01 ГОСТ 16689														
Р08	150 20 1,5 1 0,08 1785 44														
09															
О 10	2. Сверлить сквозное отверстие выдерживая размеры Ø20 ^{+0,52} мм, 36±0,31мм и 47±0,31мм														
Т 11	Сверло для глубокого сверления Ø20мм ISCAR ;														
Т 12	Переходная втулка 1752-2-1 код 800000310 DIN 228 ГОСТ 25557-82;														
Т 13	Пробка гладкая Ø20 Н12 ПР-НЕ (ЧИЗ),														
ОК		102													

										ГОСТ 3.1404-86				Форма За	
Дубл.															
Взам.															
Подл.															
															2
										ИШНПТ.1020.00.00.00				025	
Р								ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	V
Р 14									72	47	150	7	0,5	355	22,3
15															
О 16	3. Сверлить отверстие выдерживая Ø14,8 ^{+0,43} мм ,20±0,26мм, 36±0,31мм и 93,41±0,435														
Т 17	Сверло для глубокого сверления Ø14,8 мм ISCAR														
Т 18	Переходная втулка 1752-2-1 код 800000310 DIN 228 ГОСТ 25557-82;														
Т 19	Пробка гладкая Ø14,8 Н12 ПР-НЕ (ЧИЗ)														
Р 20									72	20	93,4	6	0,5	355	22,5
ОК															103

[illegible]

030



										ГОСТ 3.1404-86			Форма 3	
Дубл.														
Взам.														
Подл.														
													2	1
Разраб.	Люфт Н.В.			НИ ТПУ	ИШНПТ.1020.00.00.00									
Пров.	Анисимова М.А.													
Н. контр.				Корпус										030
Наименование операции				Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИ	
Сверлильная				Сталь 45 ГОСТ 1050-88		148НВ	кг	5	76x76x2000			40	13	
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы		То	Тв	Тп.з.	Тшт.	СОЖ				
Сверлильный станок BV-25FB/400						1,63	0,213	0,037	1,87					
Р				ПИ	D или B	L	t	i	S	n	V			
О 01	А. Установить заготовку в тиски.													
О 02	База: Плоскость и сторона.													
Т 03	Приспособление тиски ГОСТ 4045-75.													
О 04	1. Центровать отверстия выдерживая размеры 42±0,37мм, 36±0,31мм и 76±0,37мм.													
Т 05	Сверло центровочное Ø2 мм ГОСТ 14034-74. Р6М5													
Т 06	Державка для сверл: 27.3040А													
Т 07	Штангенциркуль ШЦ –I -0-125-01 ГОСТ 16689													
Р08	150 20 1,5 1 0,08 1785 44													
09														
О 10	2. Сверлить отверстие выдерживая размеры 42±0,37мм, 36±0,31мм и Ø20 ^{+0,52} мм.													
Т 11	Сверло спиральное Ø20 2300- 5713 ГОСТ 4010-77, Р6М5													
Т 12	Патрон 7655-40-16- 106 DIN 69871-А ГОСТ 25827 исп.2, Переходная втулка 1752-2-1 код 800000310 DIN 228 ГОСТ 25557-82													
Т 13	Штангенциркуль ШЦ –I -0-125-01 ГОСТ 16689, Пробка гладкая Ø20 Н12 ПР-НЕ (ЧИЗ)													
ОК		105												

										ГОСТ 3.1404-86				Форма За	
Дубл.															
Взам.															
Подл.															
															2
										ИШНПТ.1020.00.00.00				030	
Р								ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	V
Р 14									72	42	55	4	0,1	355	22,3
15															
О 16	3. Сверлить отверстие выдерживая размеры Ø5 ^{+0,3} мм, 36±0,31мм и 11±0,215 мм														
	Сверло спиральное Ø5 2300- 5713 ГОСТ 4010-77, Р6М5														
Т 18	Патрон 7655-40-16- 106 DIN 69871-А ГОСТ 25827 исп.2														
Т 19	Штангенциркуль ШЦ –I -0-125-01 ГОСТ 16689, Пробка														
Р 20									72	36	11	1	0,1	1500	32
OK															106

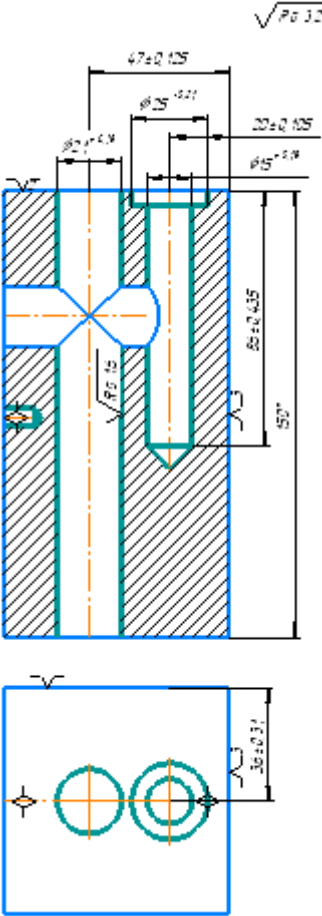
										ГОСТ 3.1404-86			Форма 3			
Дубл.																
Взам.																
Подл.																
													1	1		
Разраб.	Люфт Н.В.				НИ ТПУ	ИШНПТ.1020.00.00.00										
Пров.	Анисимова М.А.															
Н. контр.					Корпус								1	1	035	
Наименование операции				Материал			Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ		КОИ
Слесарная				Сталь 45 ГОСТ 1050-88			148НВ		кг	5	76x76x2000			40		13
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы			То	Тв		Тп.з.	Тшт.	СОЖ				
											1					
Р					ПИ	D или B		L		t	i	S	n	V		
О 01	1. Снять заусенцы притупить острые кромки															
Т 02	Полный модельный ряд инструмента SHAVIV для снятия заусенцев															
OK		107														

										ГОСТ 3.1404-86			Форма 3			
Дубл.																
Взам.																
Подл.																
													1	1		
Разраб.	Люфт Н.В.			НИ ТПУ	ИШНПТ.1020.00.00.00											
Пров.	Анисимова М.А.															
Н. контр.				Корпус										040		
Наименование операции				Материал			Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИ	
Контрольная				Сталь 45 ГОСТ 1050-88			148НВ		кг	5	76x76x2000			40	13	
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы			То		Тв		Тп.з.		Тшт.		СОЖ	
Контрольный стол																
Р				ПИ		D или B		L		t	i	S	n	V		
О 01	1. Контролировать размеры полученных поверхностей															
Т 02	Штангенцикуль ШЦ –I -0-125-01 ГОСТ 16689															
О 03	2. Контролировать размер 11±0,215 мм															
О 04	3. Контролировать размер 47±0,31 мм и 36±0,31мм															
О 05	4. Контролировать размер 42±0,37 мм, 36±0,31мм															
Т 06	Пробка гладкая Ø5 Н12 ПР-НЕ															
О 07	5. Контролировать размер Ø5 ^{+0,3} мм															
Т 08	Пробка гладкая Ø20 Н12 ПР-НЕ															
О 08	6. Контролировать размер Ø20 ^{+0,52} мм															
Т 09	Пробка гладкая Ø14,8 Н12 ПР-НЕ (ЧИЗ)															
О 10	7. Контролировать размер Ø14,8 ^{+0,43} мм															
О 11	8. Контролировать шероховатость полученных поверхностей															
Т 12	Образец шероховатости 3,2 Т, ТТ ГОСТ 9378-93.															
ОК		108														

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

								8	
--	--	--	--	--	--	--	--	---	--

										ИШНПТ.1020.00.00.00	045



[illegible]

ИШНПТ.1020.00.00.00

045



										ГОСТ 3.1404-86			Форма 3		
Дубл.															
Взам.															
Подл.															
													2	1	
Разраб.	Люфт Н.В.				НИ ТПУ	ИШНПТ.1020.00.00.00									
Пров.	Анисимова М.А.														
Н. контр.					Корпус									045	
Наименование операции				Материал			Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИ
Координатно-расточная				Сталь 45 ГОСТ 1050-88			148НВ		кг	5	76x76x2000			40	13
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы			То	Тв		Тп.з.	Тшт.	СОЖ			
Координатно-расточной станок 2А450							0,17	0,02		0,003	0,2				
Р				ПИ	D или B		L		t	i	S	n	V		
О 01	А. Установить заготовку в тиски.														
О 02	База: Плоскость и сторона.														
Т 03	Приспособление тиски ГОСТ 4045-75.														
О 04	1. Расточить отверстие выдерживая размеры 47±0,125 мм, 36±0,31мм и Ø21 ^{+0,21} мм														
Т 05	Резец расточной 2145-0638 ГОСТ 25987-83														
Т 06	Пластина ГОСТ 25395-90. Т30К4														
Р 07				72		150		150		5	0,1		1500	290	
08															
О 09	2. Расточить отверстие выдерживая размеры 20±0,105 мм, 36±0,31мм и Ø15 ^{+0,18} мм														
Т 10	Резец расточной 2145-0638 ГОСТ 25987-83														
Т 11	Пластина ГОСТ 25395-90. Т30К4														
Р 12				72		150		150		5	0,1		1500	290	
13															
ОК		111													

[illegible]

										ГОСТ 3.1404-86			Форма 3			
Дубл.																
Взам.																
Подл.																
													2	1		
Разраб.	Люфт Н.В.			НИ ТПУ	ИШНПТ.1020.00.00.00											
Пров.	Анисимова М.А.															
Н. контр.				Корпус										050		
Наименование операции				Материал			Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИ	
Контрольная				Сталь 45 ГОСТ 1050-88			148НВ		кг	5	76x76x2000			40	13	
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы			То		Тв		Тп.з.		Тшт.		СОЖ	
Контрольный стол																
Р				ПИ		D или B		L		t	i	S	n	V		
О 01	1. Контролировать размеры полученныхтповерхностей															
Т 02	Штангенцикуль ШЦ –I -0-125-01 ГОСТ 16689															
О 03	2. Контролировать размер 47±0,125 мм, 36±0,31мм															
О 04	3. Контролировать размер 20±0,105 мм, 36±0,31мм															
О 05	4. Контролировать размер 42±0,125 мм, 36±0,31мм															
О 06	5. Контролировать размер 5±0,06 мм															
Т 07	Пробка гладкая Ø21 Н12 ПР-НЕ (ЧИЗ)															
О 08	6. Контролировать размер Ø21 ^{+0,21} мм															
Т 08	Пробка гладкая Ø15 Н12 ПР-НЕ (ЧИЗ)															
О 09	7. Контролировать размер Ø15 ^{+0,18} мм															
Т 10	Пробка гладкая Ø25 Н12 ПР-НЕ (ЧИЗ)															
О 11	8. Контролировать размер Ø25 ^{+0,21} мм															
Т 12	Пробка коническая Ø43 Н12 ПР-НЕ (ЧИЗ)															
ОК		113														

										ГОСТ 3.1404-86				Форма За	
Дубл.															
Взам.															
Подл.															
															2
										ИШНПТ.1020.00.00.00				050	
Р								ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	V
О 13	9. Контролировать размер Ø43 ^{+0,31} мм														
Т 14	Пробка гладкая Ø15 Н12 ПР-НЕ (ЧИЗ)														
О 15	10. Контролировать размер Ø45 ^{+0,31} мм														
OK															114

[illegible]

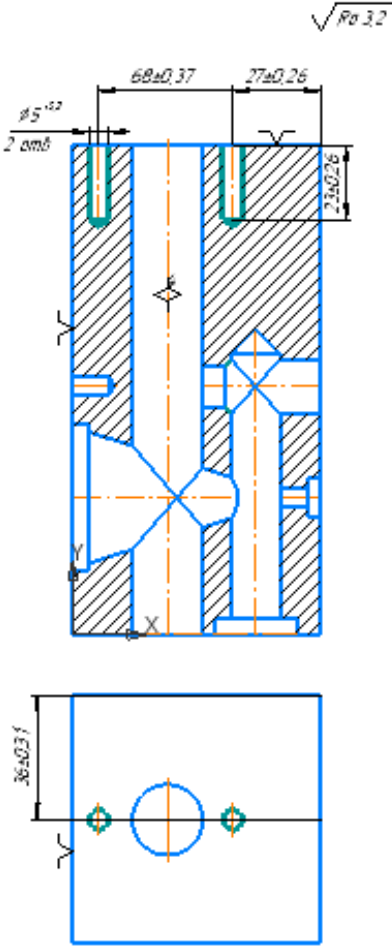
055



Дубл.			
Взам.			
Подл.			

								11	
--	--	--	--	--	--	--	--	----	--

										ИШНПТ.1020.00.00.00		055	



										ГОСТ 3.1404-86			Форма 3		
Дубл.															
Взам.															
Подл.															
													4	1	
Разраб.	Люфт Н.В.			НИ ТПУ	ИШНПТ.1020.00.00.00										
Пров.	Анисимова М.А.														
Н. контр.				Корпус										055	
Наименование операции				Материал			Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИ
Сверлильная с ЧПУ				Сталь 45 ГОСТ 1050-88			148НВ		кг	5	76x76x2000			40	13
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы			То	Тв	Тп.з.	Тшт.	СОЖ				
Станок HYUNDAI WIA KF4600							0,17	0,02	0,003	0,2					
Р				ПИ	D или B		L		t	i	S	n	V		
О 01	А. Установить заготовку в приспособление														
О 02	База: Плоскость и сторона и отверстие														
О 03	1. Центровать отверстия, выдерживая размеры 42±0,31 мм, 36±0,31мм, 76±0,37 мм														
Т 04	Сверло центровочное Ø2 мм ГОСТ 14034-74. P6M5														
Т 05	Переходник от BIG-PLUS MAS-BT к Weldon/ISO 9766:392.55523-4020065														
Т 06	Штангенциркуль ШЦ –I -0-125-01 ГОСТ 16689														
Р 07				1	72	150	1,5	1	0,2	1900	21,4				
08															
О 09	2. Сверлить отверстия выдерживая размеры 42±0,31 мм, 36±0,31мм и Ø6 ^{+0,12} мм														
Т 10	Сверло спиральное Ø6 мм 2300- 5713 ГОСТ 4010-77 P6M5;														
Т 11	Переходник от BIG-PLUS MAS-BT к Weldon/ISO 9766:392.55523-4020065														
Т 12	Штангенциркуль ШЦ –I -0-125-01 ГОСТ 16689 Пробка гладкая Н12 ПР-НЕ Ø6мм														
Р 13				2	72	150	1,25	1	0,1	1000	18,76				
OK		117													

										ГОСТ 3.1404-86				Форма За	
Дубл.															
Взам.															
Подл.															
												2			
											ИШНПТ.1020.00.00.00			055	
Р								ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	V
О 13	3. Расверлить отверстие, выдерживая размеры 42±0,31 мм, 36±0,31мм и Ø12 ^{+0,43} мм														
Т 14	Сверло спиральное Ø12 мм 2300- 5713 ГОСТ 4010-77 Р6М5														
Т 15	Переходник от BIG-PLUS MAS-BT к Weldon/ISO														
Т 16	Штангенциркуль ШЦ –I -0-125-01 ГОСТ 16689 Пробка гладкая Н12 ПР-НЕ Ø12мм														
Р 17	3							72	150	1,25	1	0,1	1000	18,76	
18															
О 19	4. Сверлить отверстие, выдерживая размеры 76±0,37 мм, 36±0,31мм и Ø12 ^{+0,43} мм														
Т 20	Сверло спиральное Ø12 мм 2300- 5713 ГОСТ 4010-77 Р6М5														
Т 21	Переходник от BIG-PLUS MAS-BT к Weldon/ISO 9766:392.55523-4020065														
Т 22	Штангенциркуль ШЦ –I -0-125-01 ГОСТ 16689 Пробка гладкая Н12 ПР-НЕ Ø12мм														
Р 23	3							72	150	1,25	1	0,1	1000	18,76	
24															
О 25	5. Расверлить отверстие, выдерживая размеры 76±0,37 мм 36±0,31мм и Ø17 ^{+0,43} мм														
Т 26	Сверло спиральное Ø17 мм 2300- 5713 ГОСТ 4010-77 Р6М5														
Т 27	Переходник от BIG-PLUS MAS-BT к Weldon/ISO														
Т 28	Штангенциркуль ШЦ –I -0-125-01 ГОСТ 16689 Пробка гладкая Н12 ПР-НЕ Ø17мм														
Р29	4							72	150	1,25	1	0,1	1000	18,76	
ОК															118

										ГОСТ 3.1404-86				Форма За		
Дубл.																
Взам.																
Подл.																
															3	
											ИШНПТ.1020.00.00.00					055
Р									ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	V
30																
О 31	Б. Переустановить заготовку в приспособление															
О 32	База: Плоскость и сторона и отверстие															
О 33	Центровать отверстия, выдерживая размеры 42±0,31 мм, 76±0,37 мм, 36±0,31мм															
Т 34	Сверло центровочное Ø2 мм ГОСТ 14034-74. Р6М5															
Т 35	Переходник от BIG-PLUS MAS-BT к Weldon/ISO															
Т 36	Штангенциркуль ШЦ –I -0-125-01 ГОСТ 16689															
Р 37									1	72	150	1,5	1	0,2	1900	21,4
38																
О 39	6. Сверлить отверстие, выдерживая размеры 42±0,37 мм, 36±0,31мм и Ø5 ^{+0,43} мм															
Т 40	Сверло спиральное Ø5 мм 2300- 5713 ГОСТ 4010-77 Р6М5															
Т 41	Переходник от BIG-PLUS MAS-BT к Weldon/ISO															
Т 42	Штангенциркуль ШЦ –I -0-125-01 ГОСТ 16689 Пробка гладкая Н6 ПР-НЕ Ø5 мм															
Р 43									5	72	150	1,25	1	0,1	1000	18,76
44																
О 45	7. Сверлить отверстие, выдерживая размеры 76±0,37 мм, 36±0,31мм и Ø5 ^{+0,43} мм															
Т 46	Сверло спиральное Ø5 мм 2300- 5713 ГОСТ 4010-77 Р6М5															
ОК																119

										ГОСТ 3.1404-86				Форма За		
Дубл.																
Взам.																
Подл.																
															4	
											ИШНПТ.1020.00.00.00				055	
Р								ПИ	D или B		L	t	i	S	n	V
T 47	Переходник от BIG-PLUS MAS-BT к Weldon/ISO															
T 48	Штангенциркуль ШЦ –I -0-125-01 ГОСТ 16689 Пробка гладкая Н6 ПР-НЕ Ø5 мм															
P 49								5	72	150	1,25	1	0,1	1000	18,76	
OK	120															

										ГОСТ 3.1404-86			Форма 3			
Дубл.																
Взам.																
Подл.																
Разраб.	Люфт Н.В.			НИ ТПУ	ИШНПТ.1020.00.00.00											
Пров.	Анисимова М.А.															
Н. контр.				Корпус									1	1	060	
Наименование операции				Материал			Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ		КОИ
Слесарная				Сталь 45 ГОСТ 1050-88			148НВ		кг	5	76x76x2000			40		13
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы			То	Тв		Тп.з.	Тшт.	СОЖ				
											1					
Р				ПИ	D или B		L		t	i	S	n	V			
О 01	1. Снять заусенцы притупить острые кромки															
Т 02	Полный модельный ряд инструмента SHAVIV для снятия заусенцев															
О 03	2. Нарезать резьбу															
Т 04	Метчик ручной М6 х 0,75 ГОСТ 3266-81 9ХС															
Т 05	Ручная державка для метчика.															
ОК		121														

										ГОСТ 3.1404-86			Форма 3			
Дубл.																
Взам.																
Подл.																
													1	1		
Разраб.	Люфт Н.В.			НИ ТПУ	ИШНПТ.1020.00.00.00											
Пров.	Анисимова М.А.															
Н. контр.				Корпус										065		
Наименование операции				Материал			Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИ	
Контрольная				Сталь 45 ГОСТ 1050-88			148НВ		кг	5	76x76x2000			40	13	
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы			То		Тв		Тп.з.		Тшт.		СОЖ	
Контрольный стол																
Р				ПИ		D или B		L		t	i	S	n	V		
О 01	1. Контролировать размеры полученныхтпоповерхностей															
Т 02	Штангенцикуль ШЦ –I -0-125-01 ГОСТ 16689															
О 03	2. Контролировать размеры 42±0,31 мм, 76±0,37 мм, 36±0,31мм															
О 04	3. Контролировать размер 42±0,31 мм 36±0,31мм															
Т 05	Пробка гладкая Н12 ПР-НЕ Ø6 мм															
О 06	4. Контролировать размер Ø6 ^{+0,12} мм															
Т 07	Пробка гладкая Н12 ПР-НЕ Ø12 мм															
О 08	5. Контролировать размер Ø12 ^{+0,43} мм															
Т 09	Пробка гладкая Н12 ПР-НЕ Ø12 мм															
О 10	6. Контролировать размер Ø17 ^{+0,43} мм															
Т 11	Штангенцикуль ШЦ –I -0-125-01 ГОСТ 16689															
О 12	7. Контролировать размеры 42±0,31 мм, 76±0,37 мм, 36±0,31мм															
Т 13	Пробка гладкая Н12 ПР-НЕ Ø5 мм															
OK		122														

										ГОСТ 3.1404-86			Форма За		
Дубл.															
Взам.															
Подл.															
														4	
											ИШНПТ.1020.00.00.00			065	
Р								ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	V
О 14	8. Контролировать размер Ø5 ^{+0,43} мм														
OK														123	

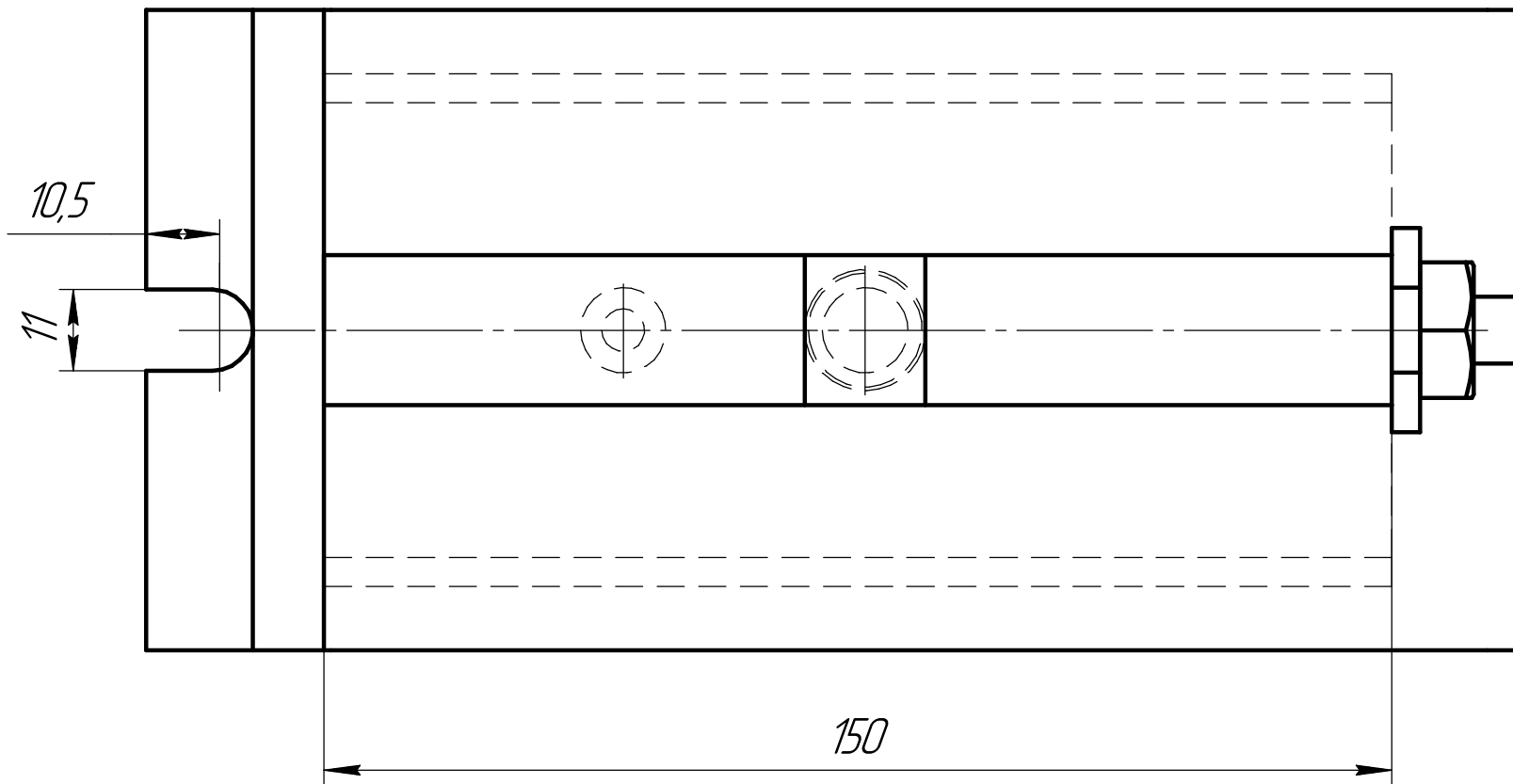
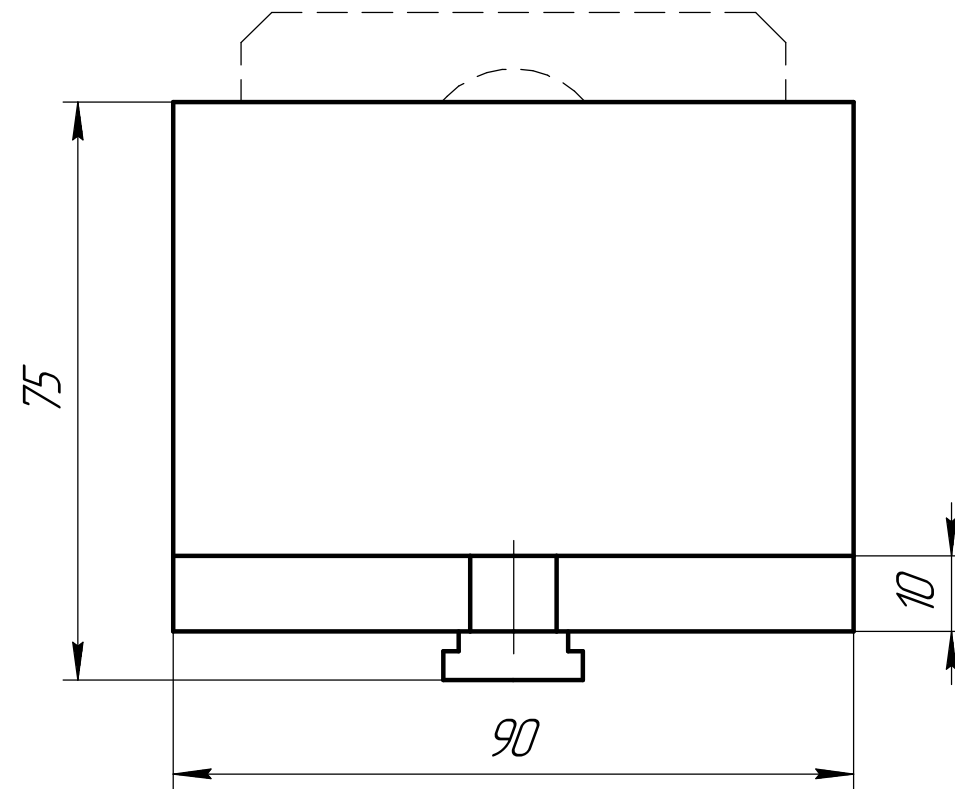
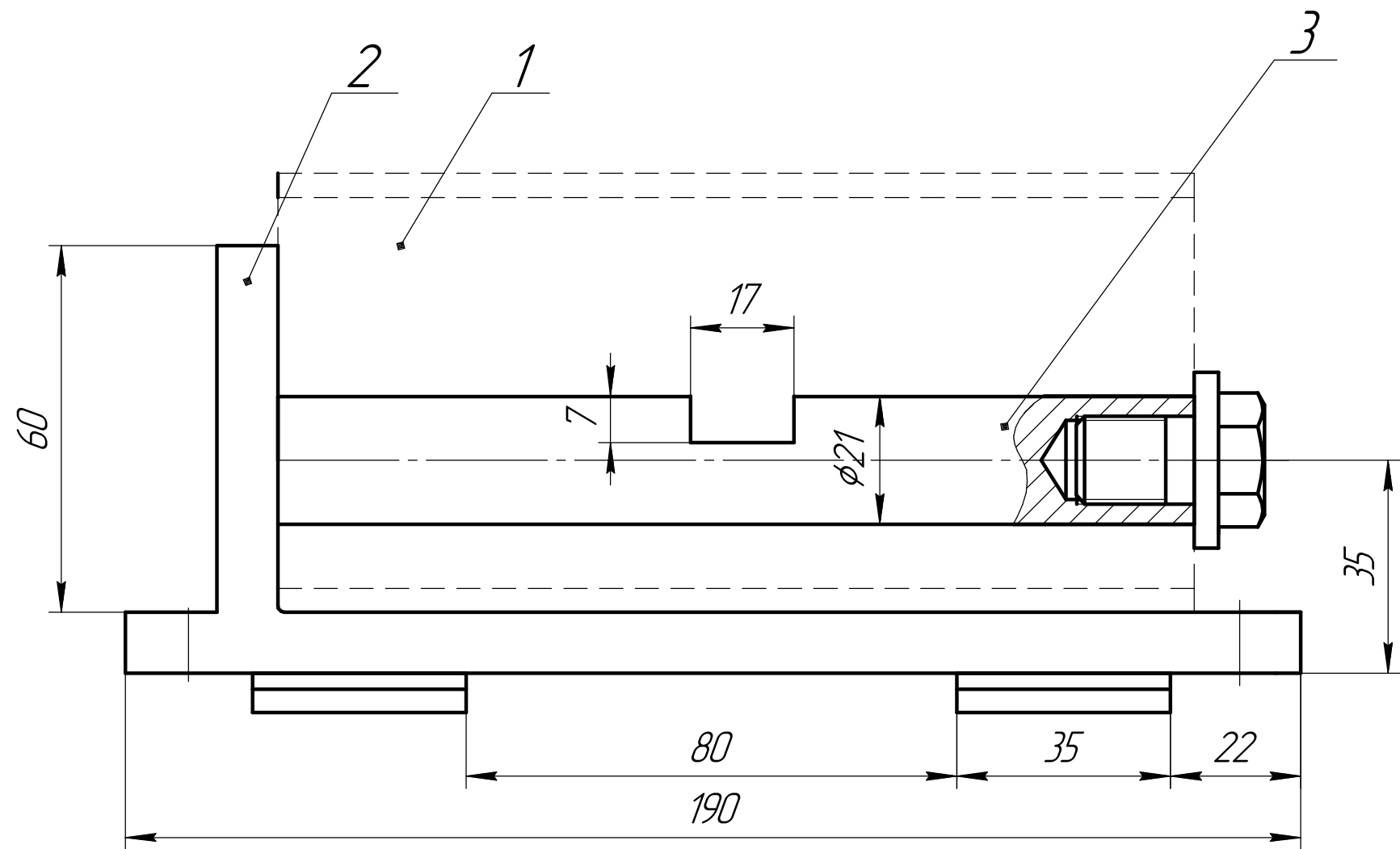
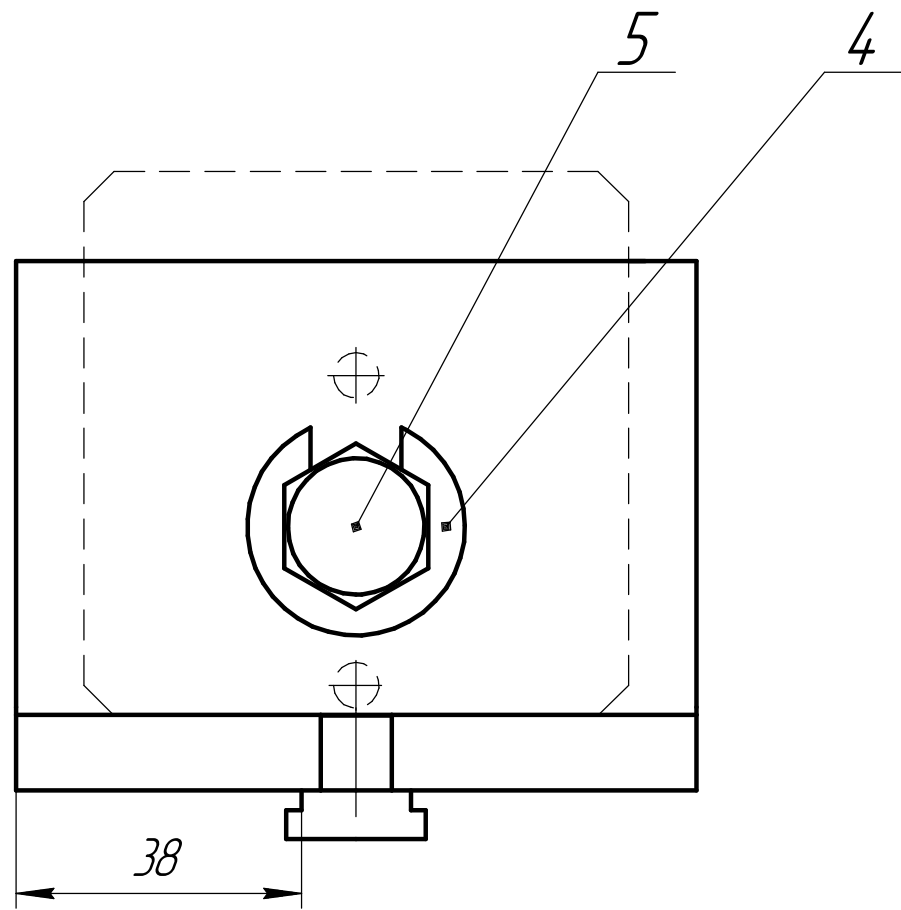
[illegible]

[illegible]

36

Формат А3

ИШНПТ.1020.00.00.00 СБ



Технические характеристики;
1 Усилие зажима заготовки 2178 Н.
2 Наибольшая ширина заготовки 72 мм.
3 Наибольшая длина заготовки 150 мм.

Технические требования
1 Перед установкой детали убедиться в отсутствии загрязнений
и стружки на поверхности установки детали

						ИШНПТ.1020.00.00.00 СБ				
						Специальное приспособление	Лист		Масса	Масштаб
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата						1:1	
Разраб.	Люфт Н.В.									
Проб.	Анисимова М.А.									
Т.контр.							Лист	Листов 1		
Н.контр.							ТПУ ИШНПТ			
Утв.							Группа 4А51			

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инд. № дил.

Взам. инд. №

Подп. и дата

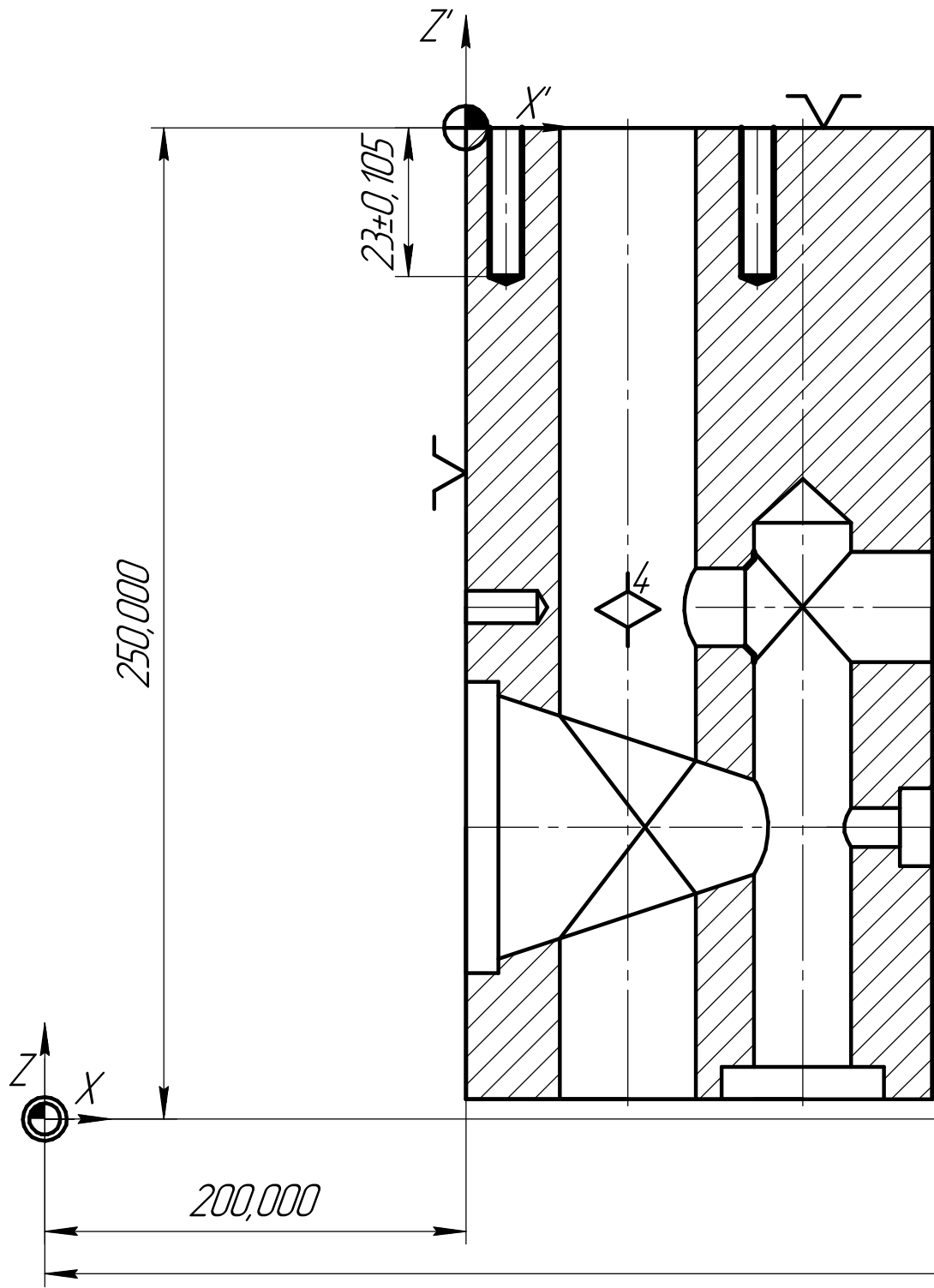
Инд. № подл.

Перв. примен.	Справ. №	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме- чание		
						Документация				
		A2			ИШНПТ.1020.00.00.00.СБ	Сборочный чертеж				
						Детали				
		Б4	1	ИШНПТ.1020.00.00.01	Заготовка	1				
		Б4	2	ИШНПТ.1020.00.00.02	Плита	1				
		Б4	3	ИШНПТ.1020.00.00.03	Вал	1				
						Стандартные изделия				
			4		Болт М12х14 ГОСТ 15589-70	1				
			5		Шайба гост 6402-70	1				
Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	ИШНПТ.1020.00.00.00						
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Спецификация	Лит.	Лист	Листов	
	Разраб.	Люфт Н.В								1
	Пров.	Анисимова М.А.								
	Н.контр.									
	Утв.									
							ТПУ ИШНПТ Группа 4А51			

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инд. №	Инд. № дил.	Подп. и дата	Справ. №	Перв. примен.

ИШНПТ.1020.00.00.00.002

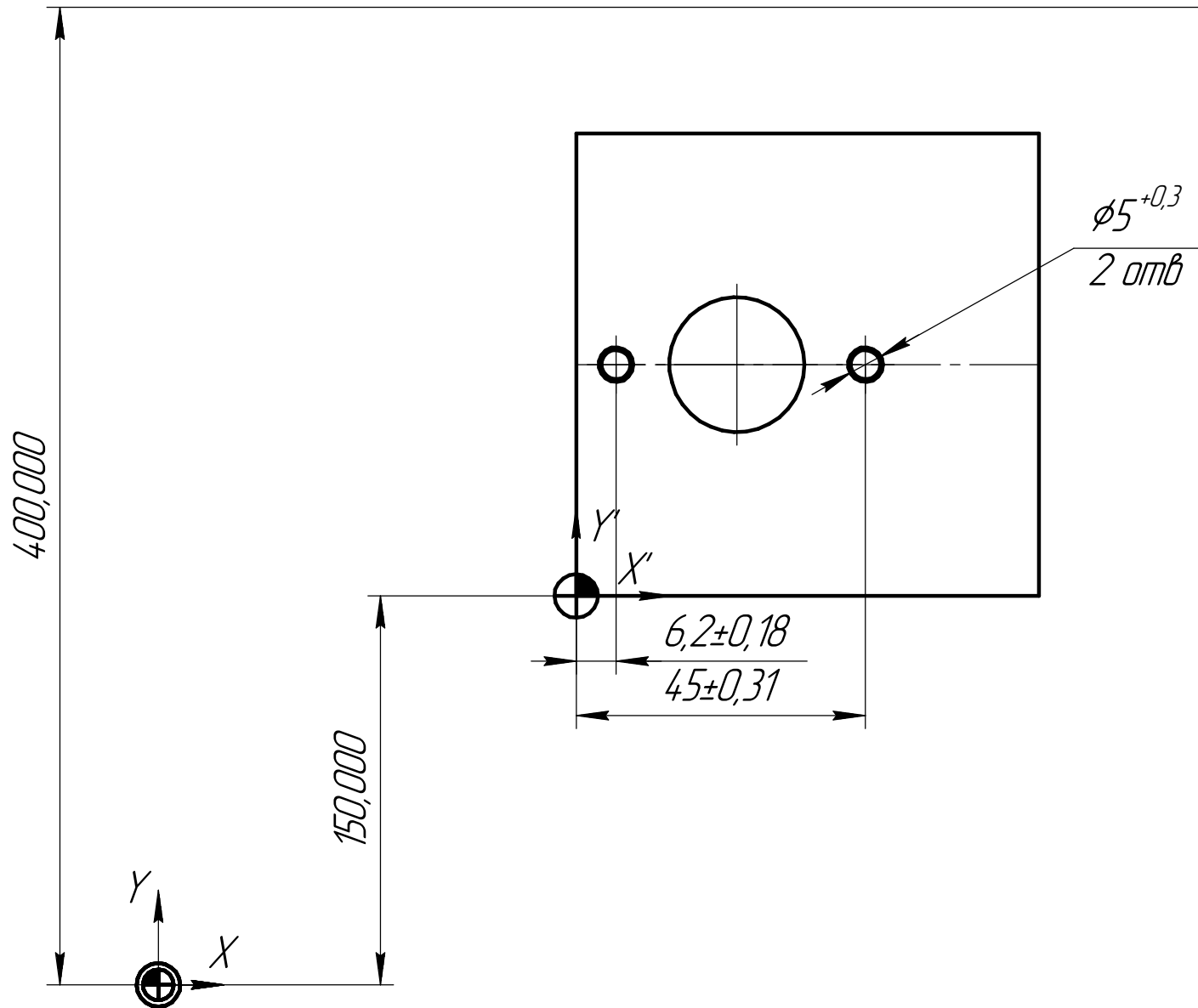
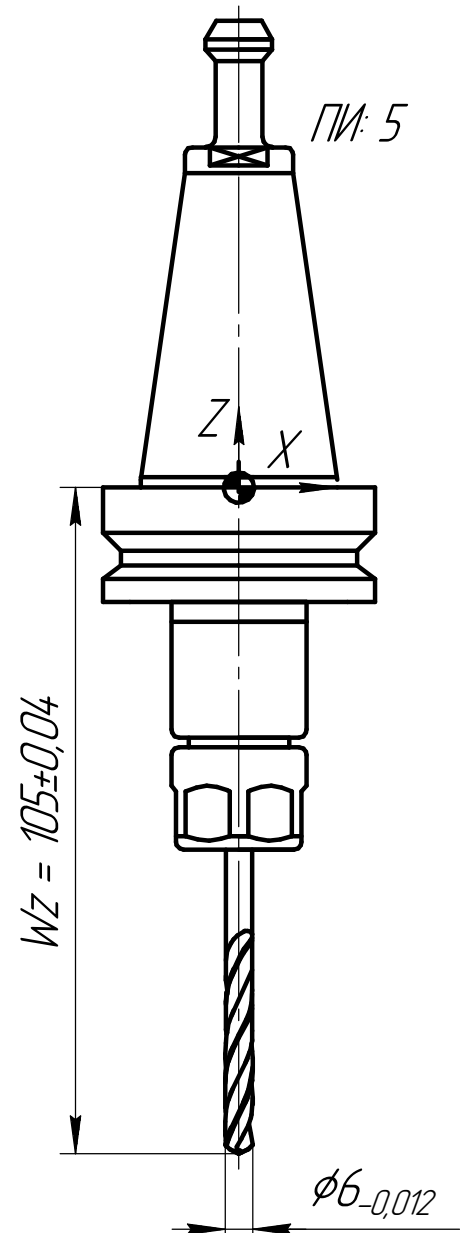
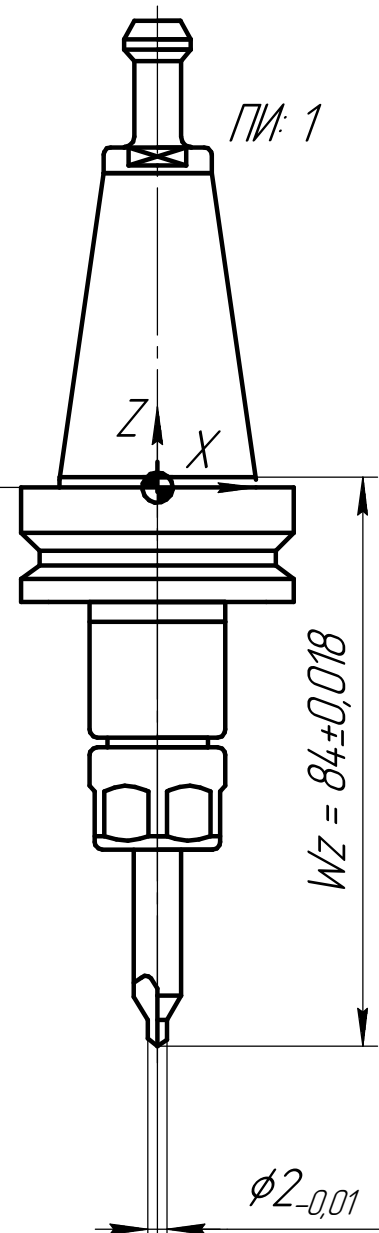
УСТАНОВ Б



$\sqrt{Ra\ 3,2}$

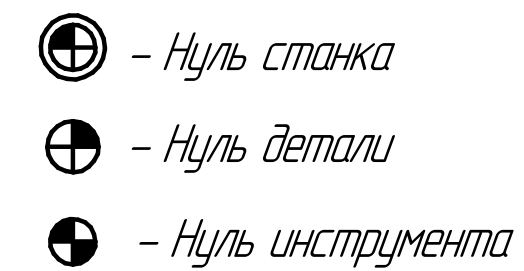
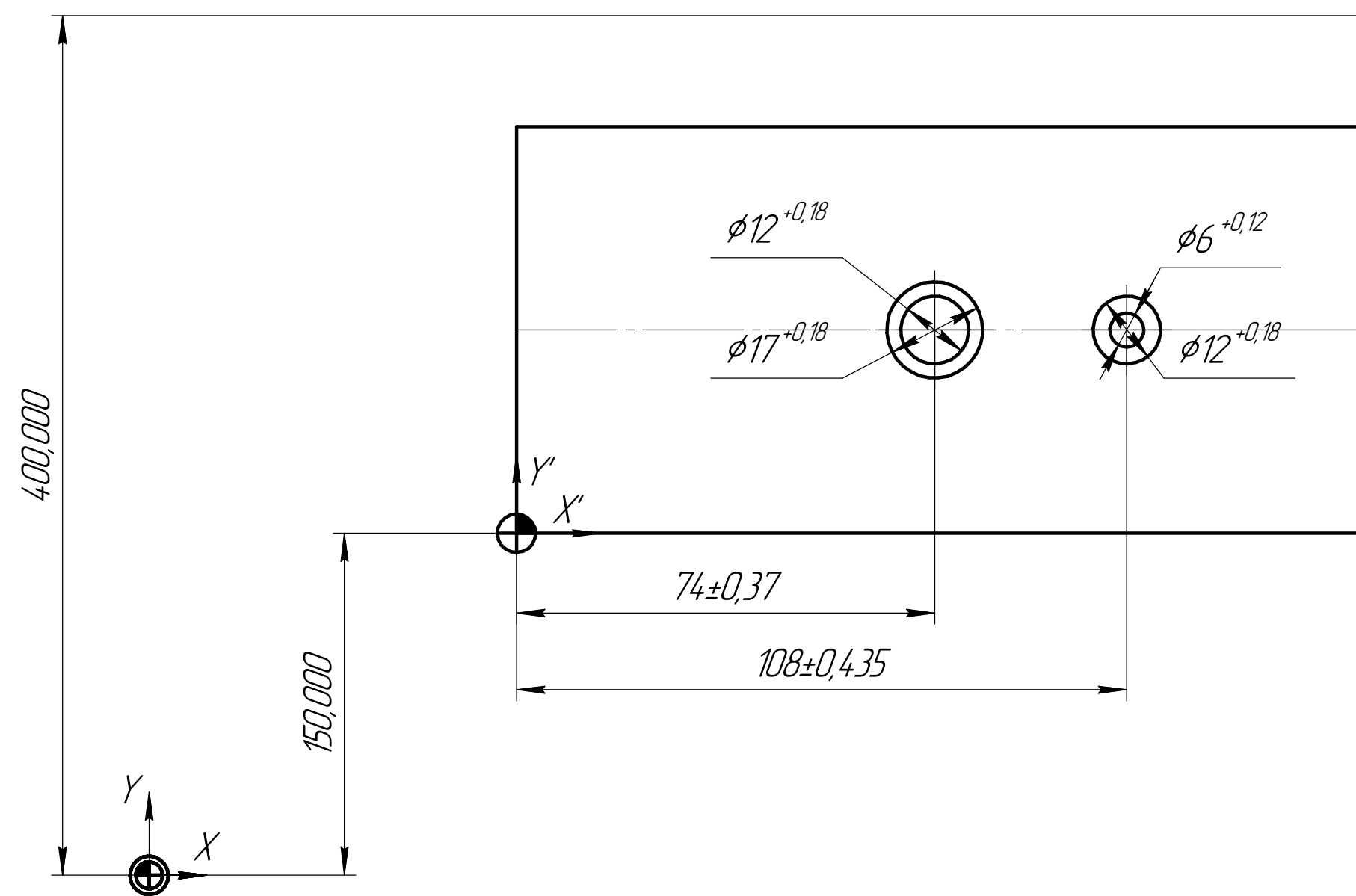
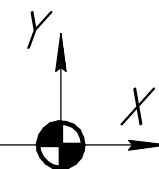
400,000

800,000



- ⊕ - Нуль станка
- ⊕ - Нуль детали
- ⊕ - Нуль инструмента

					ИШНПТ.1020.00.00.00.002				
					Карта наладки	Лит.	Масса	Масштаб	
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата					1:1	
Разраб.	Люфт НВ								
Проб.	Анисимова М.А.								
Т.контр.						Лист	Листов 1		
Н.контр.						ТПУ ИШНПТ			
Утв.						Группа 4А51			

$\sqrt{Ra_{3,2}}$ 

						ИШНПТ.1020.00.00.00.003					
						Карта наладки			Лист	Масса	Масштаб
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата								1:1
Разраб.	Люфт Н.В.										
Пров.	Анисимова М.А.										
Т.контр.									Лист	Листов 1	
Н.контр.									ТПУ ИШНПТ		
Утв.									Группа 4A51		

Формат	A2
--------	----