

Школа ИШНПТ

Направление подготовки 15.03.01. Машиностроение

Отделение школы (НОЦ) Материаловедения

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проектирование технологического процесса изготовления детали «Плита нижняя» УДК <u>621.81.002-217:658.512</u>

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А51	Бекузин Олег Андреевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ефременков Е.А.	к.т.н.		

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ефременков Е.А.	к.т.н.		

## Результаты обучения

Код результата	Результат обучения
<b>Общекультурные компетенции</b>	
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.
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.
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.
<b>Профессиональные компетенции</b>	
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) 15.03.01. Машиностроение  
 Отделение школы (НОЦ) Материаловедение

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	Бекузину Олегу Андреевичу

Тема работы:

Проектирование технологического процесса изготовления детали «Плита нижняя»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	06.05.2019 №3480/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	Чертеж детали «Плита нижняя»;  Тип производства: мелкосерийное
---------------------------------	--

<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	Технологическая подготовка производства. Проектирование альтернативного процесса изготовления заданной детали на современных станках с ЧПУ. Конструирование специального приспособления.
---	--

<b>Перечень графического материала</b>	Чертеж изделия. Технологические карты. Карты наладки. Чертеж приспособления.
--	--

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**  
(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
<b>Технологическая часть</b>	Ефременков Е.А.
<b>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</b>	Скаковская Н.В.
<b>Социальная ответственность</b>	Скачкова Л.А.

<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	05.12.2018
---	------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ефременков Е.А.	к.т.н.		05.12.2018

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А51	Бекузин Олег Андреевич		05.12.2018

## Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 75 страниц текстового документа, 20 таблиц, 15 рисунков, 73 листа графического материала.

Ключевые слова: Технологическая подготовка производства, технология, инструмент, станок, режимы резания, обработка металлов резанием.

Объект исследования: деталь типа «Плита нижняя».

Целью данной работы является технологическая подготовка производства и разработка всей сопутствующей технологической документации для изготовления детали «Плита нижняя».

В ходе исследования был проведен анализ конструкции детали, который включил в себя анализ технологичности, прочностной анализ, размерный анализ. Так же были рассчитаны припуски на механическую обработку различных поверхностей, рассчитаны режимы резания, подобраны инструменты, оборудование, оснастка. Произведен расчет потребного финансирования проекта и проведена оценка конкурентоспособности. Были найдены методы обеспечения безопасности на рабочих местах, а также мероприятия по снижению уровня урона экологии.

Результатом исследования стала разработанная технологическая документация. Технологическая документация: маршрутные и операционные карты, карты наладки, карты кодирования информации.

В будущем планируется возможное применение и разработанного технологического процесса изготовления в ПАО «РКК Энергия».

Содержание	
<b>Введение</b> .....	8
<b>1 Подготовка производства</b> .....	9
<b>1.1 Технологическая подготовка производства</b> .....	9
<b>1.2 Технологическая подготовка производства для детали «плита нижняя»</b> .....	11
<b>1.3 Этапы подготовки производства детали</b> .....	12
<b>2 Проектирование технологического процесса изготовления</b> .....	14
<b>2.1 Анализ технологичности детали</b> .....	14
<b>2.2 Обеспечение эксплуатационных свойств деталей</b> .....	15
<b>2.3 Способ получения заготовки</b> .....	17
<b>2.4 Проектирование технологического маршрута</b> .....	19
<b>2.5 Расчет припусков на обработку</b> .....	25
<b>2.6 Проектирование технологических операций</b> .....	31
<b>2.6.1 Уточнение технологических баз и схемы закрепления детали</b> .....	31
<b>2.6.2 Выбор и расчёт режимов резания</b> .....	32
<b>2.6.3 Выбор средств технологического оснащения</b> .....	36
<b>2.6.4 Нормирование технологических переходов</b> .....	39
<b>2.7 Разработка управляющих программ (УП) для станков с ЧПУ</b> .....	42
<b>2.8 Размерный анализ технологического процесса</b> .....	43
<b>2.9 Проектирование средств технологического оснащения</b> .....	44
<b>Заключение</b> .....	47
<b>3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</b> .....	50

<b>3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения .....</b>	<b>50</b>
<b>3.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования .....</b>	<b>50</b>
<b>3.1.2 Анализ конкурентных технических решений.....</b>	<b>50</b>
<b>3.1.3 Технология QuaD .....</b>	<b>52</b>
<b>3.1.4 SWOT-анализ.....</b>	<b>53</b>
<b>3.2 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований.....</b>	<b>56</b>
<b>3.3 Планирование научно-исследовательских работ.....</b>	<b>58</b>
<b>3.3.1 Структура работ в рамках научного исследования.....</b>	<b>58</b>
<b>3.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ .....</b>	<b>59</b>
<b>3.3.3 Разработка графика проведения научного исследования.....</b>	<b>60</b>
<b>Список литературы .....</b>	<b>74</b>
<b>Приложение А .....</b>	<b>76</b>
<b>Приложение Б .....</b>	<b>77</b>
<b>Приложение В .....</b>	<b>78</b>
<b>Приложение Г .....</b>	<b>79</b>

## Введение

Машиностроение в данный момент является наиболее важной отраслью современной промышленности. Основная продукция машиностроения — это машины и детали машин различной направленности, которые поставляются всем отраслям промышленности, сельского хозяйства, транспорта, электронной промышленности, станкостроения, оборонной промышленности и т.д. [1]

Машиностроение является одним из главных факторов, определяющих уровень развития почти всех видов промышленности и производств.

Создание любой машины или детали делится на два основных этапа. Первый этап — конструкторский, на данном этапе разрабатывается конструкция машины, рассчитываются все необходимые параметры будущего изделия и оформляется конструкторская документация. Вторым этапом является технологическим, и заключается в изготовлении и сборке спроектированных деталей и машин, что является основной задачей технологии машиностроения. Оба этих этапа взаимосвязаны. Поэтому особенно важно при разработке конструкции будущих изделий учитывать технологию её будущего производства. А разработанный технологический процесс изготовления и сборки машин определяет её качество и затраты на производство.

Основной целью курсового проекта является технологическая подготовка производства для изготовления детали типа «Плита нижняя» со всеми сопутствующими вопросами, такими как, анализ конструктивных особенностей детали, выбор заготовки и способ её получения, расчет припусков на механическую обработку детали, проектирование технологических операций, расчет различных режимов резания и их расчет, выбор средств технологического оснащения, разработка управляющих программ станков с ЧПУ используемых для изготовления детали.

# **1 Подготовка производства**

## **1.1 Технологическая подготовка производства**

Технологическая подготовка производства (ТПП) это совокупность мероприятий, обеспечивающих технологическую готовность производства [2].

Главной целью технологической подготовки производства считается полная техническая подготовленность предприятия к производству изделий нового типа и удовлетворяющих всем технико-экономическим показателям.

От планируемого объема выпускаемой продукции разработка технологических процессов производится с различной тщательностью. Так для массового и крупносерийного производства технологическая проработка проводится с учетом всех возможных обстоятельств, а для мелкосерийного и единичного производства разработка проводится менее тщательно, либо не производится вообще. Это связано с структурой и типами производств.

Массовое и крупносерийное производства имеют больше ресурсов для выбора и создания новой оснастки, смены парка оборудования. В некоторых случаях, когда объемы производства очень значительны, предприятия могут полностью перетравиться и переструктурироваться для выпуска той или иной продукции. Так же массовое и крупносерийное производства вынуждены прорабатывать всю техническую документацию более основательно, так как квалификация рабочих на таких предприятиях заметно ниже чем на предприятиях единичного и мелкосерийного производства.

Мелкосерийное и единичное производства чаще подстраивают технологический процесс под уже имеющееся оборудование и оснастку. Часто на таких типах производства используют универсальную оснастку типа УСП и т.д. Квалификация рабочих на таких предприятиях сильно выше чем на предприятиях крупносерийного и массового производства. Так как тип изготавливаемых деталей часто меняется и рабочим приходится выполнять работу разного характера.

Этапы технологической подготовки: планирование ТПП, анализ технологичности изготавливаемой детали, выбор соответствующего

оборудования, нормирование, выбор оснастки и при необходимости конструирование специальной оснастки.

На этапе планирования технологической подготовки предприятия определяются средства производства и технологии изготовления нового типа изделий, уточняется его производственная себестоимость, выбираются рабочие имеющие необходимые компетенции для выполнения тех или иных типов работ.

В технологическое планирование производства входят: планирование площадей производства, подготовку необходимой оснастки или конструирование новой, разработка технологических процессов и операций, выбор поставщика необходимого сырья, подготовку необходимой конструкторской и технологической документации, нормирование труда и распределение ресурсов. Часто на этапе технологической подготовки производства возможно изменение конструкции изделий для обеспечения наилучшей технологичности будущей детали или машины.

## 1.2 Технологическая подготовка производства для детали «плита

**нижняя»**

Технологическая подготовка для данной детали является достаточно тривиальной так как обычно плиты изготавливают преимущественно ковкой либо фрезеровкой, если деталь имеет сложную конфигурацию или высокие требования к шероховатости, точности форм и размеров.

Данная деталь имеет некоторые отличия от типовых деталей типа плит. Этими отличиями являются:

- 1) Наличие поверхностей с высокими требованиями к шероховатости.
- 2) Большие масса габаритные показатели самой детали
- 3) Отверстия имеющие высокий допуск к их межосевому расстоянию
- 4) Большое количество допусков форм и расположения
- 5) В технических требованиях имеется указание на способ получения заготовки
- 6) Так же техническими требованиями указывается на покрытие некоторых поверхностей детали защитной эмалью

Нюансы изготовления будущей детали должны быть учтены при технологической подготовке производства.

Таким образом для обеспечения необходимой шероховатости детали необходимо оборудовать шлифовальные станки соответствующими шлифовальными инструментами, либо оснастить имеющиеся фрезерные станки шлифовальными приспособлениями.

Большая масса детали в 675кг. и её габариты создают некие трудности в последующей обработке и транспортировке детали. Для транспортировки плиты необходимо оснастить производство подъемными кранами, так же следует обеспечить необходимое пространство для транспортировки и хранения высокогабаритных плит. Большая масса детали, а вследствие и её заготовки означают что снимаемые слои металла и силы резания так же будут больше

обычных поэтому следует на этапе выбора фрез, резцов, шлифовальных кругов, зажимных устройств учесть этот фактор.

Высокий допуск к межосевому расстоянию отверстий необходимо обеспечить специализированным оборудованием, таким как координатно-расточной станок либо кондуктор.

Все допуски форм и расположение поверхностей детали необходимо обеспечить правильным базированием детали на столе станка во время проектирования технологического процесса. Для обеспечения точного базирования следует собрать либо сконструировать необходимую оснастку.

Получение заготовки — этоковка, на что указывают технические требования. Для соблюдения этих требований необходимо иметь кузнечный цех на предприятии либо создать его для изготовления будущей детали. Если таких возможностей не представляется, то следует найти поставщиков заготовок.

Для выполнения малярных работ необходимо иметь специализированный цех, оснащенный необходимым оборудованием и отвечающий всем нормам безопасности, а также необходимо обеспечить безопасность рабочих при выполнении данной операции. Для выполнения малярных работ следует использовать высококвалифицированных рабочих, либо специализированных роботов-покрасчиков.

### **1.3 Этапы подготовки производства детали**

В качестве технического задания для курсового проекта была выбрана реальная деталь. Рассмотрим этапы подготовки производства детали «Плита нижняя».

Этапы подготовки производства детали:

Первый этапом ТПП для данной детали будет являться разработка маршрутной технологии, содержащая последовательность выполнения основных операций изготовления детали. Для каждой операции необходимо выбрать соответствующее оборудование и оснастку. С учетом габаритов и массы заготовки, таким же образом подбирается и оборудование для других операций.

Одновременно с этим этапом осуществляется выбор инструмента и технологической оснастки, расчет режимов резания указывается специальность рабочих с соответствующим уровнем квалификации.

На следующем этапе технологической подготовки производства необходимо разработать операционные технологические карты для технологии производств. Так же на данном этапе пишутся программы для станков с ЧПУ. Применение станков с ЧПУ при обработке позволяет изготовить деталь с более точными размерами, сэкономить время изготовления детали и частично автоматизировать технологический процесс, также данное оборудование более универсально.

На заключительном этапе технологической подготовки производства детали производится оформление всей технологической документации в соответствии с государственными и отраслевыми стандартами.

## 2 Проектирование технологического процесса изготовления

### 2.1 Анализ технологичности детали

Технологичность конструкции изделия – Совокупность свойств конструкции изделия, определяющих ее приспособленность к достижению оптимальных затрат при производстве, техническом обслуживании и ремонте для заданных показателей качества, объема выпуска и условий выполнения работ [3]

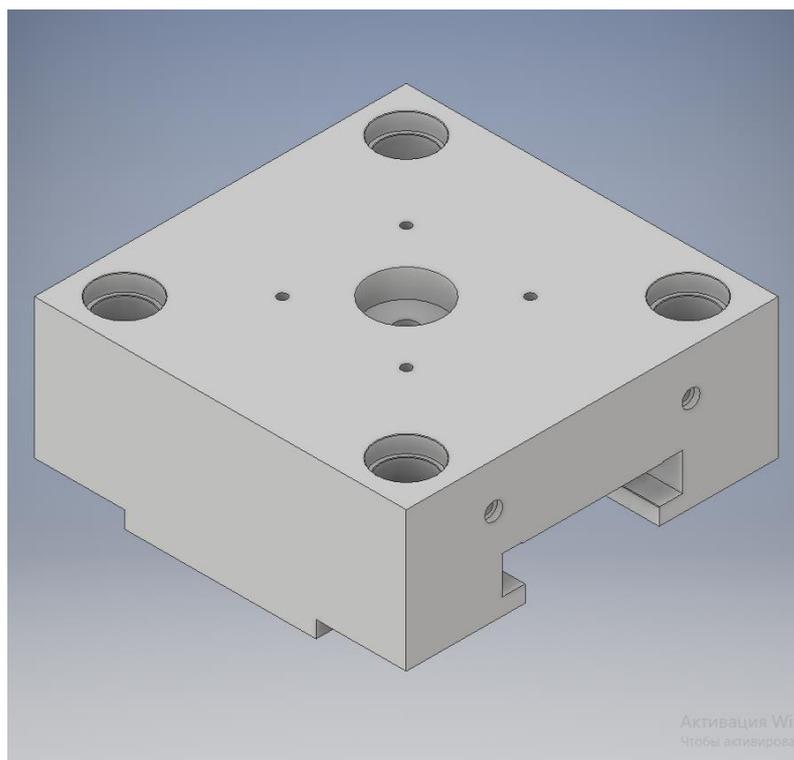


Рисунок 1 - Плита нижняя 3D модель

Деталь «Плита нижняя» изготовлена из материала – Стали 45 ГОСТ1050-88.

Согласно ГОСТу, данная сталь содержит легирующие элементы в количестве:

Таблица 1 – Состав стали [4]

Сталь 45	Массовая доля элементов, %			
	C (углерод)	Si (кремний)	Mn (марганец)	Cr (хрома не более)
	0,42-0,5	0,17-0,37	0,5-0,8	0,25

Кремний и марганец на технологические свойства детали при данном содержании влияния не оказывают. Вводятся эти элементы для повышения степени раскисления и устранения вредного влияния других шлаков в составе стали. В свою

очередь хром и углерод повышают прочность стали и уменьшают ее пластичность и деформируемость.

Деталь «Плита нижняя» согласно чертежу технического задания, имеет массу 675 кг. что накладывает некоторые сложности на перемещение детали между операциями. Что бы обеспечить перемещение детали и её транспортировку необходимо оборудовать цеха кранами либо манипуляторами и конвейерами повышенной грузоподъёмности.

Паз детали имеет сложную форму, так как в нем имеются небольшие проточки, изготовление которых затруднено малодоступностью и небольшими размерами. Так же внутри паза некоторые поверхности имеют высокий уровень шероховатости. Для получения таких показателей шероховатости необходимо более сложное оборудование с системой ЧПУ.

Ещё деталь имеет высокий квалитет точности межосевых размеров отверстий. Для обеспечения, которых необходимо использование или проектирование специальных приспособлений либо использование станков с необходимой точностью.

Большими преимуществами детали с точки зрения технологичности являются: простая общая форма, отсутствие профильных поверхностей, все отверстия являются простыми ступенчатыми и не имеют сложной внутренней формы, а также материал, используемый для изготовления детали очень распространённый и не является сложным в обработке.

Деталь имеет большинство размеров, которые выполняются по 14 квалитету. Точность 14 квалитета является легкодостижимой.

## **2.2 Обеспечение эксплуатационных свойств деталей**

Важным показателем качества изготавливаемой детали являются её эксплуатационные характеристики. Для разных деталей эти показатели будут

разными. Наиболее часто встречающимися показателями являются прочность, твердость, усталостная прочность, жаростойкость, хладостойкость и др.

На обеспечение эксплуатационных свойств деталей в машиностроении наибольшее влияние имеют два процесса создания детали.

1) Конструкторское проектирование. Главные задачи конструктора на этом этапе — это выбор оптимального материала будущей детали, правильный прочностной расчет, выбор форм и конфигураций деталей, назначение допусков и т.д. Если упростить, то конструктор должен спроектировать деталь таким образом, чтобы все эксплуатационные характеристики детали были максимальными при минимальных ресурсах.

2) Технологическое проектирование. Основная цель для технолога на этом этапе создания детали это максимально точно воспроизвести все задумки конструктора и воплотить их используя минимальные технологические ресурсы.

Проверка работоспособности деталей в различных условиях наиболее целесообразно проводить в CAE – системах. Но многие CAD – системы позволяют делать простые тепловые расчеты и расчеты на нагрузки различного рода для одиночных деталей. Одной из таких программ является КОМПАС–3D. Поэтому проведем такой расчет в этой программе.

Предположим, что деталь закреплена на нижние плоскости и наложим закрепления на них. Так же предположим, что на плоскости паза происходит трение и эта плоскость нагревается. Наложим на эту плоскость температурную нагрузку. Так же наложим нагрузки на верхние плоскости и боковые поверхности паза заменив их весом пластины, лежащей выше и перекосом в направляющем пазе. Результаты моделирования и расчетов на рисунке 2.

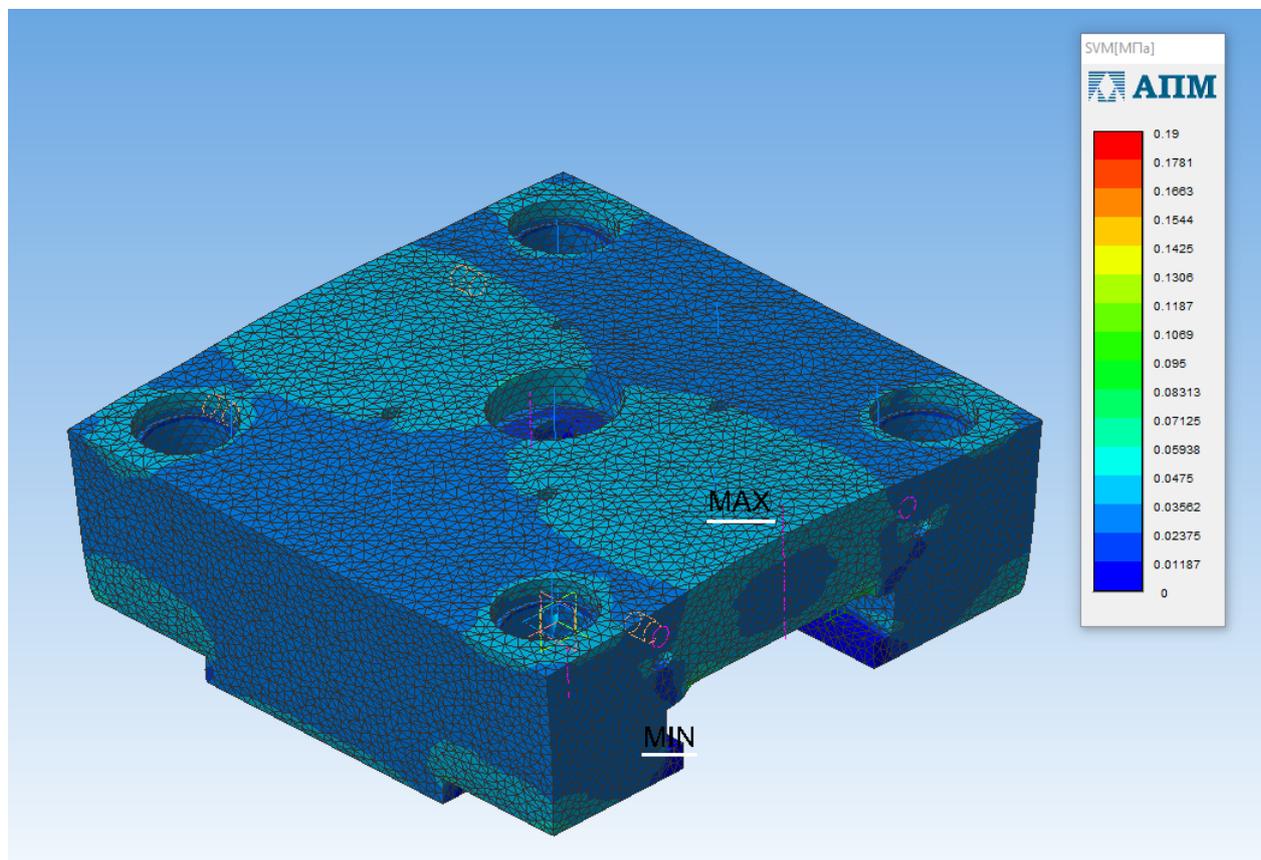


Рисунок 2 – Модель напряженного состояния детали

Согласно результатам моделирования, были выявлены самые напряженные места на детали – это ортогональные углы паза. Этого и следовало ожидать так как прямые углы являются концентраторами напряжений. В них максимальные напряжения равны 0,2 Мпа что гораздо меньше предела прочности используемого материала нашей детали, который составляет 395 Мпа. В других местах детали напряжения еще менее значительны.

Но стоит заметить, что расчеты сделаны очень грубо потому что максимальная длина конечного элемента была взята равной 20. Так как деталь имеет большие габариты и массу то конечных элементов для ее расчета необходимо больше, а, следовательно, и больше вычислительных мощностей либо более длительный срок расчета, который может занимать до 40 часов.

### 2.3 Способ получения заготовки

Выбор заготовки, а также выбор способа её получения очень влияет на проектирование последующих операций. От выбора заготовки зависит

трудоемкость будущих операций, экономическая стоимость будущей детали. А также выбор способа получения заготовки имеет сильное влияние на выбор станков и другого оборудования для получения самой заготовки и планирование пространства в цехе для правильной компоновки станков и др.

Заготовки из стали часто получают литьем, свободной ковкой, штамповкой, волочением, часто используют сортовой горячекатаный и холоднокатаный прокат.

Выбор заготовки на предприятии почти всегда ограничен имеющимся технологическим оборудованием, материальным обеспечением, экономической возможностью предприятия или доступностью для закупки заготовок на других предприятиях.

Одним из главных критериев при выборе заготовок является обеспечение необходимого качества детали при наименьших затратах ресурсов. Для выбора заготовки часто используют коэффициент использованного материала – К. Формула для определения коэффициента:

$$K = \frac{q}{Q}$$

Где Q – масса заготовки, кг;

q – масса изготовленной детали, кг.

Рассмотрим несколько способов получения заготовки:

1) Получение заготовки из сортового проката.

Данный вид получения заготовок является наиболее экономичным, так как большинство поставщиков поставляют сырье в форме сортового проката, а также данный способ не требует дополнительного цеха или оборудования на предприятии. Но так как наша деталь имеет большие массогабаритные характеристики то следует выбирать заготовки, которые наиболее похожи по форме и размерам на будущую деталь. Так же сортовой прокат таких больших размеров является не сильно распространённым и чаще его изготавливают под заказ, что накладывает дополнительные экономические затраты.

2) Получение заготовки литьем.

Заготовки, получаемые литьем, часто имеют наиболее приближенную форму к будущей детали. Но требуют специального оборудования (специальная литейная

форма, кокиль и т.д.) и имеют различные напуски (литейные уклоны, литники, раковины).

### 3) Получение заготовок ковкой

Ковка так же, как и литье позволяет максимально приблизить форму заготовки к форме будущей детали и избежать летников и литейных уклонов. Но припуски больше так как дефектный слой больше.

Так как сортовой прокат является труднодоступным то сравним коэффициент использования материала дляковки и литья. Массы литых и кованных заготовок рассчитаем при помощи CAD – системы КОМПАС–3D

КИП литья:

$$K = \frac{675}{989,5} = 0,682$$

КИПковки:

$$K = \frac{675}{968,3} = 0,7$$

Сопоставляя полученные значения коэффициентов использования материалов заметно что КИП поковки немного выше что для детали с большой массой является критичным. Поэтому для изготовления выберем кованную заготовку. Что согласовывается с техническими требованиями чертежа, назначенными конструктором.

## 2.4 Проектирование технологического маршрута

Технологический маршрут во многом определяет тип операций и их последовательность, а также выбор оборудования. От правильности спроектированного маршрута зависит качество детали и эффективность потраченных ресурсов на её изготовление.

Основываясь на результатах анализа технологичности, выбрав способ получения заготовок и изучив технологии изготовления в условиях производства наметим последовательность обработки различных поверхностей детали.

На первом этапе получим заготовку при помощи ковки. Придадим заготовке форму наиболее похожую на будущую деталь, чтобы уменьшить объем снимаемого материала на будущих операциях механообработки. Припуски назначим согласно стандартам [5].

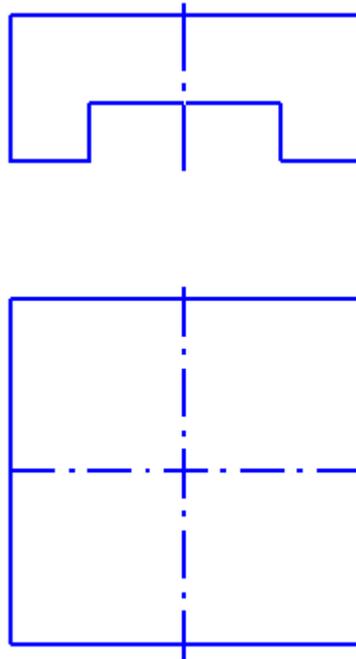


Рисунок 3 – Чертеж поковки

На втором этапе обработки снимем припуски с поковки на поверхностях 1-7. В дальнейшем эти поверхности будут технологическими базами. Поверхности 1 и 7 не обработаем в размер немного больший чем стоит на чертеже для последующей обработки этих поверхностей на станках с ЧПУ и шлифования.

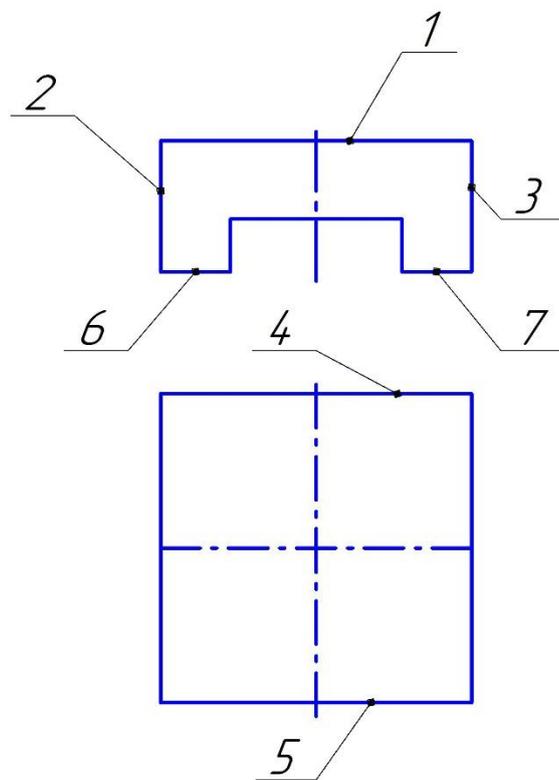


Рисунок 4 – Поверхности для обработки фрезерованием

На третьем этапе получим паз, который состоит из нескольких плоскостей 8-16. Паз получим фрезерованием, так как паз имеет сложную форму воспользуемся станком с числовым программным управлением. Деталь будем базировать по полученным ранее технологическим базам. Обработку проведем таким образом, чтобы остались припуски на последующую шлифовку некоторых плоскостей, так как на чертеже указаны высокие параметры шероховатости.

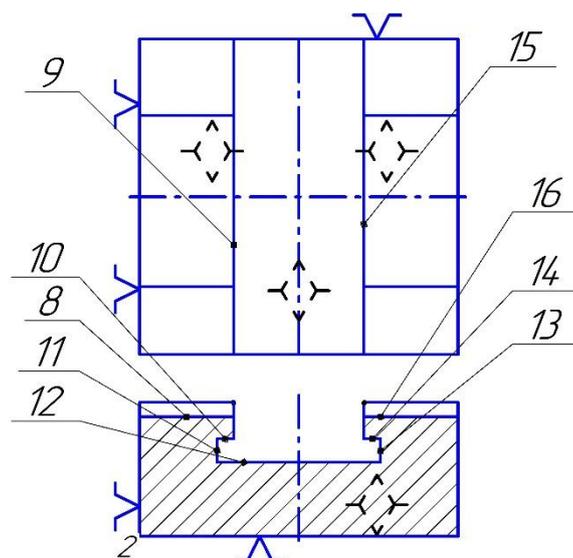


Рисунок 5 – Поверхности для фрезерования с ЧПУ

На четвертом этапе обработки получим небольшие проточки – поверхности 17-20 внутри профрезерованного паза. Так как пазы имеют маленькие размеры в

поперечном сечении и большую протяженность то целесообразней будет использовать строгальный станок.

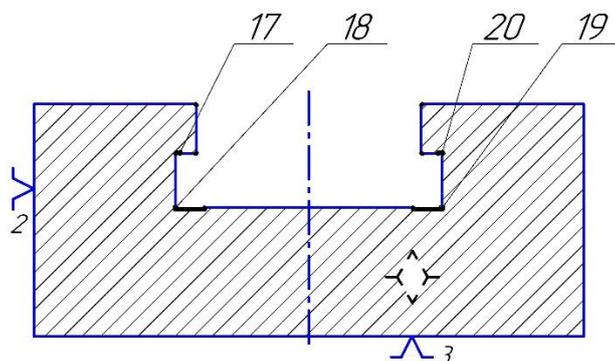


Рисунок 6 – Поверхности строгания

Пятым этапом будут сверлильная операция, на которой будут получены все отверстия в детали. Так как отверстия расположены на разных плоскостях то разобьем операцию на несколько установов. На первых двух установках просверлим четыре отверстия на торцах детали и сделаем цековку.

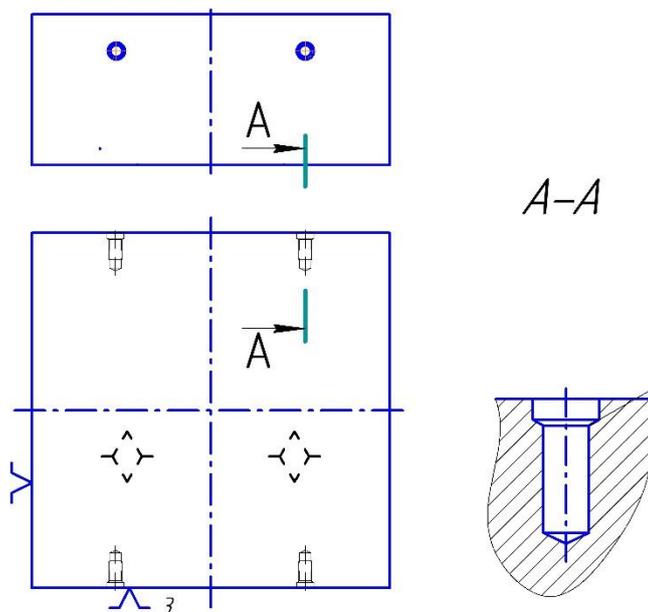


Рисунок 7 - Отверстия для сверления на торце

На следующем установе просверлим отверстия 25-31. Отверстия 25-28 просверлим сразу под необходимый диаметр, а отверстия 29-31 просверлим относительно небольшого диаметра 20-40 мм. в последующих операциях эти отверстия будут расточены. Так как межосевое расстояния у отверстий на периферии имеет высокий квалитет для его обеспечения воспользуемся кондуктором со сменными втулками.

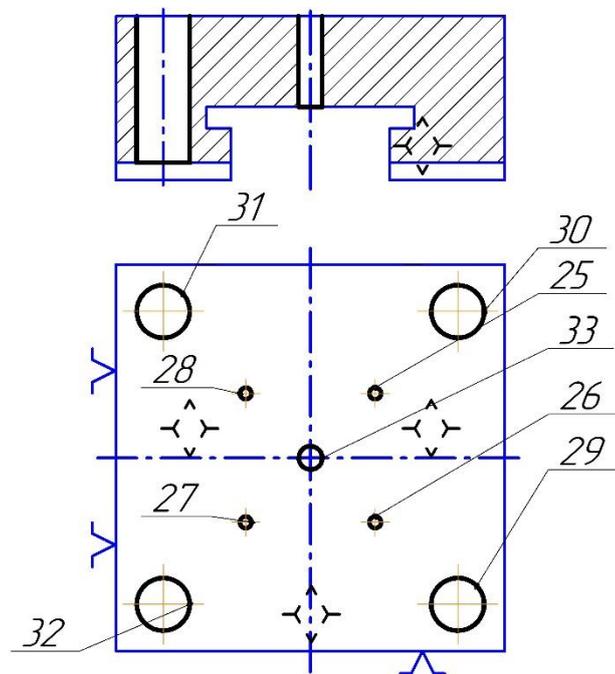


Рисунок 8 – отверстия для сверления на поверхности

На последнем переустанове просверлим четыре небольших сквозных отверстия, которые являются ступенчатыми.

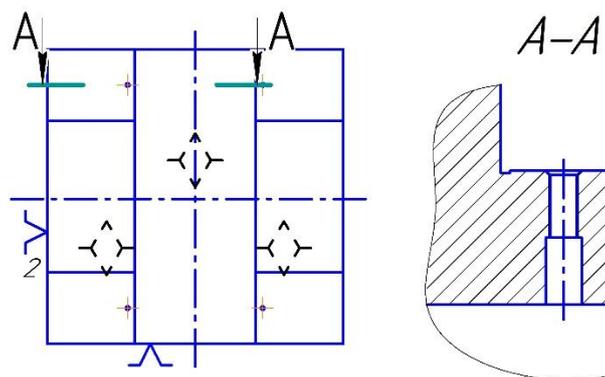


Рисунок 9 – Отверстия для сверления на нижней плоскости

Шестой этап — это растачивание уже полученных четырех отверстий на периферии и центрального отверстия. Все отверстия имеют ступенчатый профиль.

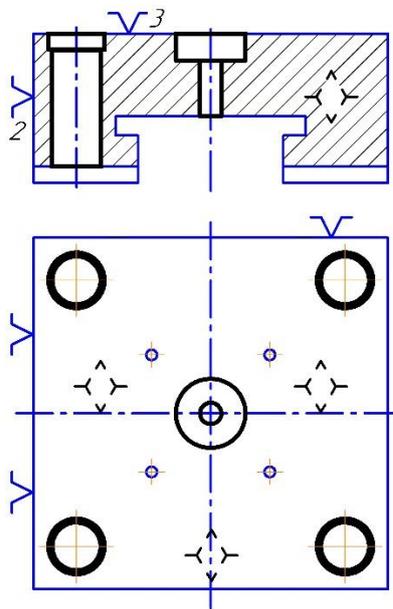


Рисунок 10 – Отверстия для растачивания

На седьмом этапе воспользуемся плоскошлифовальным станком для получения необходимой шероховатости на поверхности 36.

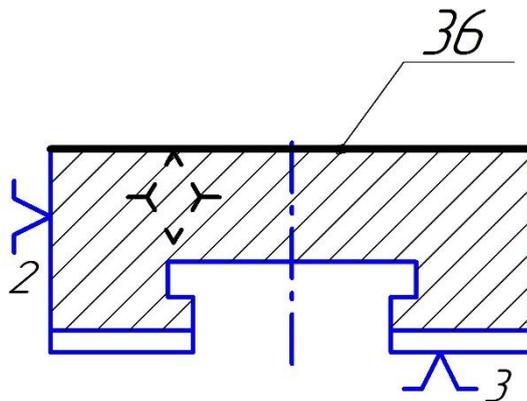


Рисунок 11 – Поверхность для плоского шлифования

На следующем этапе также воспользуемся шлифованием для получения необходимой шероховатости плоскостей 37-42. Но так как конфигурация паза более сложна то воспользуемся шлифовальным станком с ЧПУ.

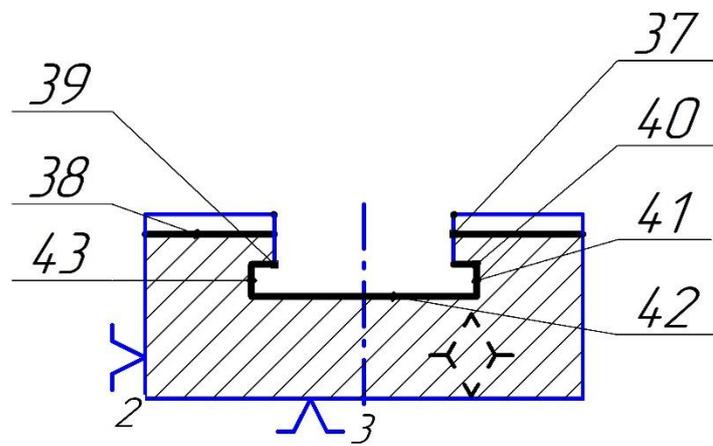


Рисунок 12– Поверхности для шлифования с ЧПУ

На следующем этапе нарежем резьбы в отверстиях на торцах и на верхней поверхности детали, при помощи слесарной операции. А на последних трех этапах проточим деталь, покроем необходимые торцевые поверхности эмалью и законсервируем деталь.

## 2.5 Расчет припусков на обработку

При проектировании технологических процессов важной задачей является обеспечение необходимого качества детали при этом затрачивая минимальное количество ресурсов. В настоящее время материалы, используемые в машиностроении, имеют сложный состав и, следовательно, более высокую стоимость. Поэтому рациональное использование материалов становится все более актуально. Основным путем снижения объема используемого материала на производстве является уменьшение припусков на обработку деталей. Припуск — это слой материала, который удаляется с различных поверхностей детали в процессе ее обработки для обеспечения необходимых характеристик детали [1].

При назначении припусков следует найти его оптимальную величину. При назначении слишком маленьких припусков сократится КИП (коэффициент использованного материала) а, следовательно, и затрат на материал, но возрастает риск не удалить дефектные слои поверхностей детали что приводит к браку либо поломке во время эксплуатации. При назначении больших припусков на обработку КИП становится выше, затраты на материал также увеличиваются. Увеличение слоя снимаемого материала требует большего времени на обработку либо

большого количества проходов, что увеличивает затрачиваемые ресурсы рабочих, станка, инструментов и др. на обработку.

Припуски на механическую обработку назначают двумя способами:

- 1) Расчетно-аналитический
- 2) Опытно-статистический

Расчетно-аналитический способ назначения припусков более точный по сравнению с опытнo-статистическим, но требует более длительный. Опытно-статистический чаще используется на производстве так как требует меньшего затрат ресурсов времени и работы технологов. Чем больше объем производства, тем более рационально использование опытнo-статистического назначения припусков. Для нашей детали воспользуемся обоими методами. Несколько припусков назначим расчетно-аналитическим методом, а остальные опытнo-статистическими по соответствующим справочным таблицам (ГОСТ, РТМ, справочник станочника и т.п.).

### **Расчет минимального припуска на механическую обработку плоскости плиты 280<sub>-0,08</sub>**

Шероховатость поверхности детали  $\sqrt{Ra\ 0,80}$ , допуск на размер детали  $\delta_{дет} = 0,08$  мм.

Шероховатость поверхности поковки  $\sqrt{Ra\ 100}$ , допуск  $\delta_{заг} = 14$  мм.

Для получения размера поверхности плиты с требуемой точностью необходимо в результате обработки детали обеспечить получение уточнения

$$\epsilon_{дет} = \frac{\delta_{заг}}{\delta_{дет}} = \frac{14}{0,08} = 175 \text{ и шероховатости поверхности } \sqrt{Ra\ 0,80}.$$

Для получения необходимых параметров точности и шероховатости чаще используются различные виды шлифования. В конкретном случае наиболее оптимальным видом шлифования является плоское шлифование. Заготовки поступающие на операции шлифования должны иметь шероховатость не выше чем  $\sqrt{Ra\ 1,6}$  и должны иметь допуск, примерно соответствующий девятому качеству (IT9)  $\delta_{чист} = 0,2$  мм.

Плоское шлифование способно обеспечить уточнение:

$$\epsilon_{шлиф} = \frac{\delta_{чист}}{\delta_{дет}} = \frac{0,2}{0,08} = 2,5.$$

Сопоставляя эту величину с требуемой  $\varepsilon_{\text{дет}} = 175$  видим, что осуществить переход от заготовки к готовой детали путем одного перехода не представляется возможным. Необходимо найти еще 1 или несколько методов обработки, которые бы обеспечили получение оставшейся величины уточнения:  $\varepsilon_{\text{ост}} = \frac{\varepsilon_{\text{дет}}}{\varepsilon_{\text{шлиф}}} = \frac{175}{2,5} = 70$ .

Оставшуюся величину уточнения можно получить при обдирке. Для обработки заготовки используется операция – обдирка.

$\varepsilon_{\text{обдир}} = \frac{\delta_{\text{заг}}}{\delta_{\text{обдир}}} = \frac{14}{5,7} = 2,45$ . Допуск на размер после обдирки определен по 17-му качеству (IT17)  $\delta_{\text{обдир}} = 5,7$  мм.

Оставшуюся величину уточнения можно получить при черновом фрезеровании. Для обработки заготовки используется черновое фрезерование.

$\varepsilon_{\text{черн.фр}} = \frac{\delta_{\text{обдир}}}{\delta_{\text{черн.фр}}} = \frac{5,7}{2,3} = 2,47$ . Допуск на размер после черного фрезерования определен по 15-му качеству (IT15)  $\delta_{\text{черн.фр}} = 2,3$  мм.

Оставшуюся величину уточнения можно получить при получистовом фрезеровании. Для обработки заготовки используется получистовое фрезерование.

$\varepsilon_{\text{получист.фр}} = \frac{\delta_{\text{черн.фр}}}{\delta_{\text{получист.фр}}} = \frac{2,3}{0,57} = 4,03$ . Допуск на размер после черного фрезерования определен по 12-му качеству (IT12)  $\delta_{\text{получист.фр}} = 0,57$  мм.

Так как величины уточнения недостаточно то нужно добавить чистовое фрезерование.

$\varepsilon_{\text{получ}} = \varepsilon_{\text{обдир}} \cdot \varepsilon_{\text{черн.фр}} \cdot \varepsilon_{\text{получист.фр}} \cdot \varepsilon_{\text{шлиф}} = 2,45 \cdot 2,47 \cdot 4,03 \cdot 2,5 = 60,96$ ,  
вместо требуемого

$\varepsilon_{\text{дет}} = 175$  между получистовым фрезерованием и плоским шлифованием введем еще обработку, которая даст уточнение это чистовое фрезерование  $\varepsilon_{\text{чист}} = \frac{\varepsilon_{\text{дет}}}{\varepsilon_{\text{получ}}} = \frac{175}{60,96} = 2,87$ .

Таким образом, для получения требуемой точности размера толщины плиты заготовка должна пройти 5 операций:

1) Обдирка  $\varepsilon_{\text{обдир.}} = \varepsilon_1 = 2,45$

2) Черновое фрезерование  $\varepsilon_{\text{черн.фр}} = \varepsilon_2 = 2,47$ ;

3) Получистовое фрезерование  $\varepsilon_{\text{получист.фр}} = \varepsilon_3 = 4,03$ ;

4) Чистовое фрезерование  $\varepsilon_{\text{чист.фр}} = \varepsilon_4 = 2,5$

5) Плоское шлифование  $\varepsilon_{\text{шлиф}} = \varepsilon_5 = 2,87$ ;

В результате обработки общее уточнение:

$$\varepsilon'_{\text{дет}} = \varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2 \cdot \varepsilon_3 \cdot \varepsilon_4 \cdot \varepsilon_5 = 2,45 \cdot 2,45 \cdot 4,03 \cdot 2,5 \cdot 2,87 = 174$$

Установив последовательность обработки, выбрав методы обработки, рассчитаем припуски и межпереходные размеры.

Расчет припусков на механическую обработку ведется с использованием таблицы (расчетной карты):

Таблица 2 – припуски для размера 280 (h7)

Технологические переходы при обработке поверхности	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $Z_i^{\text{пр min}}$ , мкм	Расчетный размер, мм	Допуск $\delta$ , мм	Предельные размеры, мм		Предельные значения припусков, мм	
	$Rz$	$h$	$\Delta$	$\varepsilon$				$d_{\text{max}}^{\text{пр}}$	$d_{\text{min}}^{\text{пр}}$	$Z_{i \text{ max}}^{\text{пр}}$	$Z_{i \text{ min}}^{\text{пр}}$
Обдирка – h17	1150	350	1100	-	2600	281,322	5,2	286,5	281,3	-	-
Черновое фрезерование – h15	240	240	66	-	546	280,776	2,1	282,9	280,8	3,6	0,5
Получистовое фрезерование – h12	120	120	55	-	295	280,481	0,5	281	280,5	1,9	0,3
Чистовое фрезерование – h10	40	40	44	-	120	280,361	0,2	280,6	280,4	0,4	0,1
Плоское шлифование – h8	15	15	411	-	441	279,92	0,08	280	279,9	0,6	0,5
5,2-0,08										6,5	1,4

Минимальный припуск при последовательной обработке противоположных поверхностей находят по формуле:

$$Z_i^{min} = Rz_{(i-1)} + \rho_{(i-1)} + \Delta_{(i-1)} + \varepsilon_i.$$

По справочнику [6] находим значения дефектного слоя  $h$  и шероховатости  $Rz$  для выбранных методов механической обработки:

- обдирка –  $Rz$  1150,  $h = 350$  мкм;
- черновое фрезерование –  $Rz$  240,  $h = 240$  мкм;
- получистовое фрезерование –  $Rz$  120,  $h = 120$  мкм;
- чистовое фрезерование –  $Rz$  40,  $h=40$  мкм;
- плоское шлифование –  $Rz$  15,  $h=15$  мкм.

Погрешность установки  $\varepsilon_i$  равна нулю.

Главным пространственным отклонением для плоскостей является коробление.

$\Delta_{кор}$  – пространственное отклонение, выражающееся в короблении детали.

Для заготовок размером 360-600 мм  $\Delta_{кор} = 1,1$  мм

Остаточное пространственное отклонение после каждого перехода можно определить по формулам:

- после чернового фрезерования:  $\Delta = 0,06\Delta_{кор} = 66$  мкм;
- после получистового фрезерования:  $\Delta = 0,05\Delta_{кор} = 55$  мкм;
- после чистового фрезерования:  $\Delta = 0,04\Delta_{кор} = 44$  мкм;
- после плоского шлифования:  $\Delta = 0,01\Delta_{кор} + 400 = 411$  мкм.

Графу “расчетный размер” заполняем, начиная с конечного (чертежного) размера путем последовательного прибавления расчетного минимального припуска каждого технологического перехода:

Наименьший предельный размер определяем округлением расчётных размеров в сторону увеличения их значений.

Наибольшие предельные размеры определяем прибавлением допусков к округлённым наименьшим предельным размерам.

Максимальные предельные значения припусков  $Z_{i\max}^{пр}$  равны разности наибольших предельных размеров, а минимальные значения припусков

$Z_{i\ min}^{пр}$  соответственно разности наименьших предельных размеров предшествующего и выполняемого переходов.

Затем нужно произвести проверку:  $5,2-0,08=6,5-1,4$ ;  $5,12=5,1$  – равенство верно, значит расчет выполнен правильно.

### Расчет минимального припуска на механическую обработку отверстия $90^{+0,054}$

Шероховатость поверхности детали  $\sqrt{Ra\ 1,6}$ , допуск на размер детали  $\delta_{дет} = 0,054\text{мм}$ .

Таким образом, для получения отверстий требуемой точности используем операции сверления и растачивания:

Установив последовательность обработки, выбрав методы обработки, рассчитаем припуски и межпереходные размеры.

Расчет припусков на механическую обработку ведется с использованием таблицы (расчетной карты):

Таблица 3 – припуски для отверстия

Технологические переходы при обработке поверхности	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $Z_i^{min}$ , мкм	Расчетный размер, мм	Допуск $\delta$ , мм	Предельные размеры, мм		Предельные значения припусков, мм	
	$Rz$	$h$	$\Delta$	$\varepsilon$				$d_{max}^{пр}$	$d_{min}^{пр}$	$Z_{i\ max}^{пр}$	$Z_{i\ min}^{пр}$
Сверление – Н14	50	70	21	5	141,6	90,132	0,87	91,07	90,2	-	-
Черновое растачивание – Н12	40	50	-	1	91	90,041	0,35	90,39	90,05	0,68	0,15
Чистовое растачивание – Н8	20	20	-	1	41	90	0,054	90,054	90	0,346	0,05
0,87-0,054										1,026	0,2

Минимальный припуск при последовательной обработке противоположных поверхностей находят по формуле:

$$Z_i^{min} = 2(Rz_{(i-1)} + \rho_{(i-1)} + \sqrt{\Delta_{(i-1)}^2 + \varepsilon_i^2}).$$

По справочнику [Справочник технолога ДДальского] находим значения дефектного слоя  $h$  и шероховатости  $Rz$  для выбранных методов механической обработки:

- обдирка –  $Rz 50, h = 70$  мкм;
- черновое фрезерование –  $Rz 40, h = 50$  мкм;
- чистовое фрезерование –  $Rz 20, h=20$  мкм.

Погрешность установки  $\varepsilon_i$  равна нулю.

Главным пространственным отклонением для операции сверления является увод сверла и смещения оси отверстия.

$\Delta_{\text{увод}}$  – пространственное отклонение, выражающееся в уводе сверла во время обработки детали. Для сверления отверстий размером 30-50 мм  $\Delta_{\text{увод}} = 0,7 * d = 0,7 * 30 = 21$  мкм.

Графу “расчетный размер” заполняем, начиная с конечного (чертежного) размера путем последовательного прибавления расчетного минимального припуска каждого технологического перехода:

Наименьший предельный размер определяем округлением расчётных размеров в сторону увеличения их значений.

Наибольшие предельные размеры определяем прибавлением допусков к округлённым наименьшим предельным размерам.

Максимальные предельные значения припусков  $Z_{i \max}^{\text{пр}}$  равны разности наибольших предельных размеров, а минимальные значения припусков  $Z_{i \min}^{\text{пр}}$  соответственно разности наименьших предельных размеров предшествующего и выполняемого переходов.

Затем нужно произвести проверку:  $0,87-0,054=1,036-0,2; 0,816=0,826$  – равенство верно, значит расчет выполнен правильно.

## **2.6 Проектирование технологических операций**

### **2.6.1 Уточнение технологических баз и схемы закрепления детали**

Проектирование технологических операций изготовления детали «Плита нижняя» представлено в приложении А.

## 2.6.2 Выбор и расчёт режимов резания

Режим резания — это все элементы, которые определяют условия резания. К составляющим элементам резания чаще всего относят глубину резания, подачу, скорость резания. По режимам резания определяются используемые инструменты, характер обработки, материал инструмента, тип оборудования и др.

Расчёт режимов резания для всех операций ведется по схеме t-S-V-P. Это значит, что первоначально определяется глубина резания (t) и подача (S), затем исходя из этих данных считаются скорость резания (V), сила резания (P) а уже по ним можно рассчитать требуемую мощность станков и силы закрепления деталей.

Все параметры режимов резания рассчитываются по эмпирическим формулам, приведенным в справочниках [7]. Используя эти формулы и значения из данных справочников подсчитаем режимы резания.

### 1. Расчет режимов резания для фрезерной операции 010.

1) Задаем  $t = 5$  мм — глубина резания;

$s_z = 0,2 \frac{\text{мм}}{\text{зуб}}$  — подача на зуб;

$B = 95$  мм — ширина фрезерования;

2) Рассчитаем скорость резания:

$$V = \frac{C_V \cdot D_\phi^q}{T^m \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v = \frac{833 \cdot 100^{0,2}}{180^{0,2} \cdot 5^{0,1} \cdot 0,2^{0,4} \cdot 95^{0,2} \cdot 6^0} \cdot 0,85 = 203,83 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

$$K_v = K_{\mu v} \cdot K_{\text{ив}} \cdot K_{\text{пв}} = 0,85$$

Где

$T = 180$  мин — стойкость фрезы;

$C_V = 332$  коэффициент, характеризующий материал заготовки и фрезы;

$D_\phi = 100$  мм — диаметр фрезы;

$q = 0,2, m = 0,2, x = 0,1, y = 0,4, u = 0,2, p = 0$  — показатели степени;

$K_v$  — общий поправочный коэффициент на измененные условия обработки;

$K_{\mu v} = 1$  – коэффициент, учитывающий физико – механические свойства обрабатываемого материала;

$K_{иv} = 0,85$  – коэффициент, учитывающий материал инструмента;

$K_{пv} = 1$  – коэффициент, учитывающий поверхностный слой заготовки.

3) Рассчитаем частоту вращения

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{203,83 \cdot 1000}{3,14 \cdot 100} = 649 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

4) Рассчитаем силу резания

$$P = \frac{10C_p \cdot t^x s_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D_\phi^q \cdot n^w} \cdot K_{mp} = \frac{10 \cdot 825 \cdot 5^{0,1} \cdot 0,2^{0,75} \cdot 95^{1,1} \cdot 6}{100^{1,3} \cdot 649^{0,2}} \cdot 1,05 = 1791,3 \text{ Н}$$

где

$C_p = 825$  – коэффициент пропорциональности;

$q = 1,3, w = 0,2, x = 0,1, y = 0,75, u = 1,1$  – показатели степени;

$K_{mp} = 1,05$  – поправочный коэффициент учитывающий влияние качества обрабатываемого материала на силовые зависимости.

5) Рассчитаем мощность резания

$$N = \frac{P \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1791,3 \cdot 203,8}{1020 \cdot 60} = 5,9 \text{ кВт}$$

## 2. Расчет режимов резания для плоско шлифовальной операции.

1) Назначим режимы резания по справочнику:

$$V_{\text{Круга}} = \frac{35 \text{ м}}{\text{с}}, V_{\text{заготовки}} = \frac{50 \text{ м}}{\text{мин}}, t = 0,01, S_{\text{прод}} = \frac{16 \text{ мм}}{\text{дв. ход}},$$

$B = 80 \text{ мм}$ .

Где  $t$  – глубина резания;

$B$  – ширина шлифовального круга.

2) Мощность резания:

$$N = C_N \cdot v^r \cdot t^x \cdot s^y = 0,53 \cdot 50^{0,8} \cdot 0,01^{0,65} \cdot 16^{0,7} = 18,5 \text{ кВт.}$$

Где  $C_N = 0,53, r = 0,8, y = 0,7, x = 0,65$  – коэффициент и показатели степени при шлифовании ;

### 3. Расчет режимов резания для строгальной операции 025.

Расчет режимов при строгании проводится по тем же формулам что и точение.

1) Задаём подачу:  $t = 2,2$  мм;  $s = 4,2$  мм/об; при толщине пластины 8мм

2) Рассчитаем скорость резания:

$$V = \frac{Cv}{T^m t^x s^y} \cdot Kv \cdot Kyv = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 2,2^{0,15} \cdot 4,2^{0,45}} \cdot 0,9 \cdot 0,8 = 52,4 \text{ м/мин.}$$

Где  $Cv = 280, m = 0,2, x = 0,15, y = 0,45$  – коэффициент и показатели степени при обработке резцами с твердым сплавом;

$T = 60$  мин. – значение стойкости при одноинструментальной обработке.

$Kv = K_{mv} K_{nv} K_{iv} = 0,9$  – коэффициент, учитывающий влияние материала заготовки  $K_{mv} = 1$ , состояние поверхности  $K_{nv} = 0,9$ , материала инструмента  $K_{iv} = 1$ .  $Kyv = 0,8$  – поправочный коэффициент учитывающий ударные нагрузки.

4) Рассчитаем силу резания:

$$P = 10Cp \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot Kp \cdot Kyv = 10 \cdot 300 \cdot 2,2^1 \cdot 4,2^{0,75} \cdot 195^{-0,15} \cdot 0,78 = 4223,56 \text{ Н.}$$

Где  $Cp = 300, n = -0,15, x = 1, y = 0,75$  – коэффициенты и показатели степени при строгании;

$Kp = K_{mp} K_{fp} K_{yp} K_{lp} K_{rp} = 0,78$  – коэффициент, учитывающий фактические условия резания.

5) Рассчитаем мощность резания

$$N = \frac{P \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{4223,56 \cdot 52,4}{1020 \cdot 60} = 3,9 \text{ кВт}$$

Режимы резания для остальных операций подберем по справочнику [4].  
Заносим расчетные данные в таблицу.

Таблица 4 – Режимы резания

Операция	Инструмент	Глубина резания t, мм	Подача s, мм/об	Скорость v, м/мин	Мощность, кВт

010 Фрезерная	SoroMill 490 A490-080J25.4- 14L Пластина 490R- 140408M-PL- 4330 (80мм)	5	0,2мм/зуб	203,83	5,9
015 фрезерная с ЧПУ	SoroMill 490 A490-080J25.4- 14L Пластина 490R- 140408M-PL- 4330 (80)	5	0,2мм/зуб	210	5,9
	SoroMill 331 N331.35- 125S40EM100 Пластина L331.1A- 084515H- WL1130 (225мм)	7	0,1мм/зуб	301	5,5
025 Строгальная	Резец 2174-0501 ГОСТ 18889-73	2,2	4,2	52,4	3,9
035 Вертикально сверлильная Установ А	Ц.Сверло 2317- 0011 ГОСТ 14952-75 (10мм)	5	0,3	22	10
	Сверло 2301- 3032 ГОСТ 10903-77 (20мм)	5	0,2	33	1,12
	Сверло 2301- 0113 ГОСТ 10903-77 (32мм)	6	0,2	32	2,1
035 Вертикально сверлильная Установ Б	Сверло 2301- 0028 ГОСТ 10903-77 (10мм)	5	0,3	22	1,3
	Сверло 2301- 3032 ГОСТ 10903-77 (20мм)	5	0,2	32	1,12
	Сверло 2301- 3064 ГОСТ 10903-77 (30мм)	5	0,2	32	1,98

	Сверло 2301-3073 ГОСТ 10903-77 (40,5мм)	5,255,	0,6	29	2,27
	Сверло 2301-0050 ГОСТ 10903-77 (15мм)	15	0,2	26	1,05
	Сверло 2301-3032 ГОСТ 10903-77 (20мм)	5	0,2	32	1,12
035 Вертикально сверлильная Установ В	Ц. Сверло 2317-0115 ГОСТ 14952-75 (2мм)	1	0,08	37,78	0,09
	Сверло 2301-3001ГОСТ 10903-77 (5мм)	1,5	0,12	36,5	0,17
	Сверло 2301-3008 ГОСТ 10903-77 (8мм)	1,5	0,18	42,04	0,44
055 Плоскошлифовальная	Круг шлифовальный тип 11 по ГОСТ 2424-83 (125мм)	0,01	16 мм/дв.ход	50	18,5
060 Шлифовальная с ЧПУ	Круг шлифовальный тип 7 по ГОСТ 2424-83 (100мм)	0,01	1мм/мин	6	8

### 2.6.3 Выбор средств технологического оснащения

Таблица 5 – Средства технологического оснащения

Операция	Оборудование	Инструмент	Приспособление
010 Фрезерная	Станок вертикальный фрезерный 65A90Ф1-11 (УЗТС)	Фреза CoroMill 490 A490-080J25.4-14L Пластина 490R-140408M-PL-4330	Плита ПЭП 7208-0131 П110 50 ГОСТ 30273-98
015 Фрезерная с ЧПУ	Вертикальный фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ KF7700B (АТМ)	Фреза CoroMill 490 A490-080J25.4-14L Пластина 490R-140408M-PL-4330 Фреза CoroMill 331	Плита ПЭП 7208-0131 П110 50 ГОСТ 30273-98

		N331.35-125S40EM100 Пластина L331.1A-084515H-WL1130	
020 Слесарная	Верстак GRAND 2000 ТТ	Надфиль 2826-0035 ГОСТ 1513-77	
025 Строгальная	Поперечно-строгальный станок 7307ТД (Ор.Стан.)	Резец 2174-0501 ГОСТ 18889-73	Прихват 7011-0543 ГОСТ 4735-69 (8шт) болт М10 ГОСТ 7798-70(8шт) гайка М10 ГОСТ 5915-70(8шт)
030 Слесарная	Верстак GRAND 2000 ТТ	Надфиль 2826-0035 ГОСТ 1513-77	-
035 Вертикально-сверлильная	Станок радиально-сверлильный 2М58 (ИЗТС)	Установ А Ц.Сверло 2317-0011 ГОСТ 14952-75 (10мм) Сверло 2301-3032 ГОСТ 10903-77 (20мм) Сверло 2301-0113 ГОСТ 10903-77 (32мм)	Прихват 7011-0543 ГОСТ 4735-69 (8шт) Тисы 7827-0253 ГОСТ 4045-75 болт М10 ГОСТ 7798-70(8шт) гайка М10 ГОСТ 5915-70(8шт)
		Установ Б Сверло 2301-0028 ГОСТ 10903-77 (10мм) Сверло 2301-3032 ГОСТ 10903-77 (20мм) Сверло 2301-3064 ГОСТ 10903-77 (30мм) Сверло 2301-3073 ГОСТ 10903-77 (40,5мм) Сверло 2301-0050 ГОСТ 10903-77 (15мм) Сверло 2301-3032 ГОСТ 10903-77 (20мм)	
		Установ В Ц. Сверло 2317-0115 ГОСТ 14952-75 (2мм) Сверло 2301-3001 ГОСТ 10903-77 (5мм)	

		Сверло 2301-3008 ГОСТ 10903-77 (8мм) Метчик 2621-2481.1 ГОСТ 3266-81	
040 Слесарная	Верстак GRAND 2000 ТТ	Надфиль 2826-0035 ГОСТ 1513-77	
050 Слесарная	Верстак GRAND 2000 ТТ	Надфиль 2826-0035 ГОСТ 1513-77	
055 Плоскошлифовальная	Гидравлический плоскошлифовальный станок HFS E 80160 VR	Круг шлифовальный тип 11 по ГОСТ 2424-83	Плита ПЭП 7208- 0131 П110 50 ГОСТ 30273-98
060 Шлифовальная с ЧПУ	Плоскошлифовальный вертикальный станок Naxos FHF	Круг шлифовальный тип 7 по ГОСТ 2424-83	Плита ПЭП 7208- 0131 П110 50 ГОСТ 30273-98
065 Слесарная	Верстак GRAND 2000 ТТ	Надфиль 2826-0035 ГОСТ 1513-77 Метчик 2621-1729.1 ГОСТ 3266-81 (20) Метчик 2621-1809.1 ГОСТ 3266-81 (24)	
070 Промывочная	ВП 16.12.9/0,9	Раствор согласно ТТП01279-00002	Компрессор воздушный
075 Малярная	Покрасочно- сушильная камера (двухзонная)	Эмаль НЦ132 золотисто-желтый ГОСТ 6631-74 IV У1	Краскопульт ГОСТ 20223-74
080 Консервация	Стол упаковочный	Силикагель индикаторный, полиэтиленовый пакет	
Транспортировка	Кран по ГОСТ 22045- 89	Цепь 10х30 ГОСТ 30188-97	

Таблица 6 – Средства контроля

Операция	Способ контроля	Измерительный прибор
010 Фрезерная	Инструментальный, визуальный	Штангенциркуль ШЦ-1-250- 800-0,1-1 ГОСТ 166-89 Образцы шероховатости 3,2 ФЦ,ФТ ГОСТ 9378-93
015 Фрезерная с ЧПУ	Инструментальный, визуальный	Штангенциркуль ШЦ-1-250-800- 0,05-1 ГОСТ 166-89 Штангенциркуль ШЦЦ-2-300- 0,01-1 ГОСТ 166-89 Образцы шероховатости 3,2 ФЦ,ФТ ГОСТ 9378-93
025 Строгальная	Инструментальный, визуальный	Штангенциркуль ШЦЦ-2- 300-0,01-1 ГОСТ 166-89

035 Вертикально-сверлильная	Инструментальный, визуальный	Штангенциркуль ШЦЦ-2-300-0,01-1 ГОСТ 166-89 Штангенциркуль ШЦ-1-250-630-0,05-1 ГОСТ 166-89 Нутромер НИ 18-50-1 ГОСТ868-82
045 Фрезерная	Инструментальный, визуальный	Штангенциркуль ШЦ-1-250-800-0,05-1 ГОСТ 166-89 Штангенциркуль ШЦЦ-2-300-0,01-1 ГОСТ 166-89 Нутромер НИ 50-100-1 ГОСТ868-82 Образцы шероховатости 3,2-1,6 Р ГОСТ 9378-93
055 Плоскошлифовальная	Инструментальный, визуальный	Штангенциркуль ШЦЦ-2-300-0,01-1 ГОСТ 166-89 Образцы шероховатости 0,8 ШЧ ГОСТ 9378-93 Индикатор 2 МИГ-0 ГОСТ 9696-82 Штатив ШМ-1-8 ГОСТ 10197-70
060 Шлифовальная с ЧПУ	Инструментальный, визуальный	Штангенциркуль ШЦЦ-2-300-0,01-1 ГОСТ 166-89 Образцы шероховатости 0,8-1,25 ШТ ГОСТ 9378-93
065 Слесарная	Инструментальный, визуальный	Резьбовая калибр пробка М20 ГОСТ519-77 Резьбовая калибр пробка М24 ГОСТ519-77 Резьбовая калибр пробка М6 ГОСТ519-77

#### 2.6.4 Нормирование технологических переходов

Определение норм времени на выполнение работ является важнейшим экономическим компонентом разработки технологического процесса. Расчет норм времени чаще всего проводится по укрупненным типовым нормативам, определенных на основе изучения затрат рабочего времени на определенные операции. На многих предприятиях эти данные могут различаться так как квалификация рабочих, сложность оборудования, специфика конкретной отрасли

и многое другое оказывают различное влияние на нормы рабочего времени.

Формулы расчета [9]:

$$t_{\text{оп}} = t_o + t_b$$

Где:  $t_o$  – основное время, мин;

$t_b$  – вспомогательное время на операцию, мин.

$$t_b = t_{\text{уст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{изм}}$$

Где:  $t_{\text{уст}}$  – время на установку и снятие детали, мин;

$t_{\text{пер}}$  – вспомогательное время, связанное с переходом, мин;

$t_{\text{изм}}$  – вспомогательное время на контрольные измерения, мин.

Штучное время на операцию:

$$T_{\text{шт}} = t_{\text{оп}} \cdot \left(1 + \frac{A_{\text{обс}} + A_{\text{отд}}}{100}\right)$$

Где:

$t_{\text{оп}}$  – оперативное время, мин;

$A_{\text{обс}}$  – время на обслуживание рабочего места, мин;

$A_{\text{отд}}$  – время на отдых и личные надобности, мин.

$$A_{\text{обс}} = 4,5\% \cdot t_{\text{оп}}$$

$$A_{\text{отд}} = 4\% \cdot t_{\text{оп}}$$

Штучно калькуляционное время:

$$T_{\text{шт-к}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{п-з}}}{n};$$

Где:  $n$  – размер партии запуска, шт;

$T_{\text{шт}}$  – норма штучного времени, мин;

$T_{\text{п-з}}$  – норма подготовительно – заключительного времени, мин.

Таблица 7 – Нормы времени

№ оп.	Содержание операции	Время мин,
010А	1.Основное время	27
	2.Суммарное вспомогательное время	8
	3.Время на обслуживание рабочего места, время перерывов на отдых и другие личные потребности	2
	4.Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособлений, на дополнительные приемы	10
	5.Штучное время	31

	6.Штучно-калькуляционное время	32
010Б	1.Основное время	18
	2.Суммарное вспомогательное время	7
	3.Время на обслуживание рабочего места, время перерывов на отдых и другие личные потребности	2
	4.Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособлений, на дополнительные приемы	10
	5.Штучное время	23
	6.Штучно-калькуляционное время	25
015	1.Основное время	15
	2.Суммарное вспомогательное время	8
	3.Время на обслуживание рабочего места, время перерывов на отдых и другие личные потребности	2
	4.Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособлений, на дополнительные приемы	10
	5.Штучное время	18
	6.Штучно-калькуляционное время	20
025	1.Основное время	3
	2.Суммарное вспомогательное время	3
	3.Время на обслуживание рабочего места, время перерывов на отдых и другие личные потребности	2
	4.Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособлений, на дополнительные приемы	10
	5.Штучное время	7
	6.Штучно-калькуляционное время	8
035А	1.Основное время	7
	2.Суммарное вспомогательное время	4
	3.Время на обслуживание рабочего места, время перерывов на отдых и другие личные потребности	3
	4.Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособлений, на дополнительные приемы	11
	5.Штучное время	11
	6.Штучно-калькуляционное время	13
035Б	1.Основное время	16
	2.Суммарное вспомогательное время	4
	3.Время на обслуживание рабочего места, время перерывов на отдых и другие личные потребности	3
	4.Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособлений, на дополнительные приемы	9
	5.Штучное время	21
	6.Штучно-калькуляционное время	23
035В	1.Основное время	8
	2.Суммарное вспомогательное время	3
	3.Время на обслуживание рабочего места, время перерывов на отдых и другие личные потребности	3

	4.Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособлений, на дополнительные приемы	10
	5.Штучное время	13
	6.Штучно-калькуляционное время	13
045	1.Основное время	23
	2.Суммарное вспомогательное время	5
	3.Время на обслуживание рабочего места, время перерывов на отдых и другие личные потребности	5
	4.Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособлений, на дополнительные приемы	12
	5.Штучное время	23
	6.Штучно-калькуляционное время	25
055	1.Основное время	12
	2.Суммарное вспомогательное время	2
	3.Время на обслуживание рабочего места, время перерывов на отдых и другие личные потребности	3
	4.Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособлений, на дополнительные приемы	3
	5.Штучное время	15
	6.Штучно-калькуляционное время	16
060	1.Основное время	18
	2.Суммарное вспомогательное время	2
	3.Время на обслуживание рабочего места, время перерывов на отдых и другие личные потребности	3
	4.Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособлений, на дополнительные приемы	5
	5.Штучное время	20
	6.Штучно-калькуляционное время	21

## 2.7 Разработка управляющих программ (УП) для станков с ЧПУ

Для обработки на станках с числовым программным управлением необходимы управляющие программы, которые чаще всего пишутся в языках программирования SINUMERIK и FANUC. Для создания программ воспользуемся САМ-системой FeatureCAM. Программы, разработанные для станков с ЧПУ представлены в приложении.

## 2.8 Размерный анализ технологического процесса

Размерный анализ — это методика, позволяющая просчитать замыкающие размеры в сборках машин, припуски в технологическом процессе, или соответствие технологических и конструкторских размеров.

Проведем размерный анализ для плоскости паза детали и посчитаем припуск, оставленный на механическую обработку. На рисунке 13 представлен упрощенный эскиз детали с размерами после различных операций.

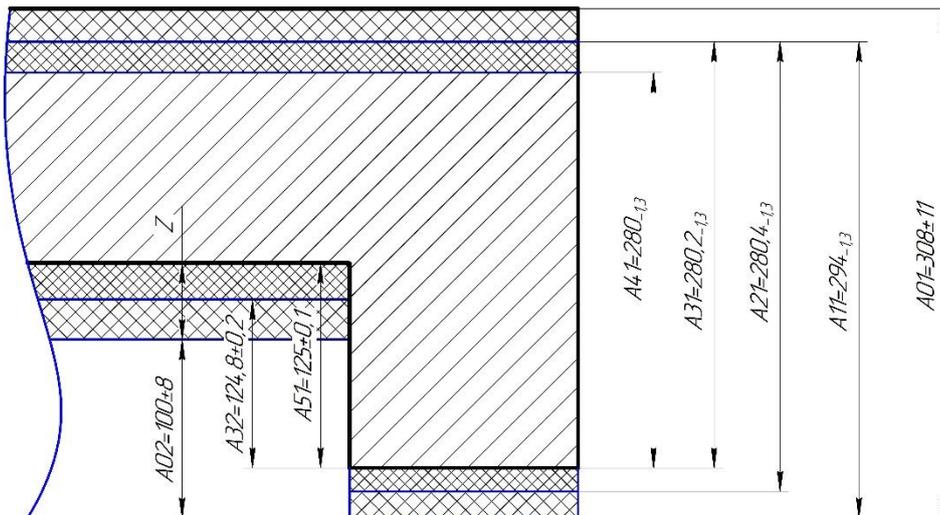


Рисунок 13 – Размерная схема

Для нахождения припуска  $Z$  выделим размерную цепь где припуск будет замыкающим (Цепь обязательно должна быть замкнута).

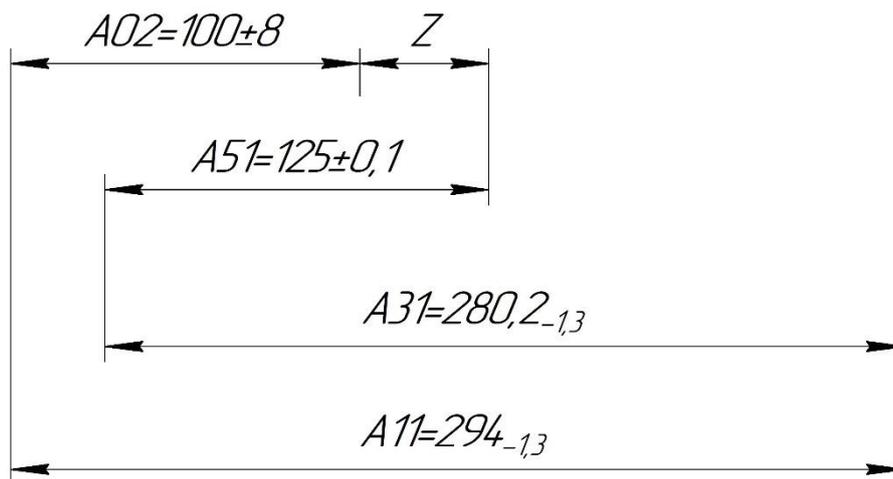


Рисунок 14 – Размерная цепь

Полученная цепь получилась сложной и имеет как увеличивающие, так и уменьшающие размеры. Увеличивающими размерами являются размеры  $A51$ ,  $A11$ .

Уменьшающие размеры A02 и A 31. Составим уравнение для нахождения припуска и решим его.

$$Z = A11 + A51 - A31 - A02$$

Увеличивающие размеры вносятся в уравнение со знаком плюс, уменьшающие со знаком минус.

$$Z = 294_{-1,3} + 125 \pm 0,1 - 100 \pm 8 - 280,2_{-0,5} = 39_{-9,4}^{+8,6}$$

При расчете методом максимума-минимума проверить расчет можно равенством допуска замыкающего звена и суммы допусков составляющих звеньев цепи.

$$\sum TZ = \sum_i^n TA_i$$

В нашем случае равенство, следовательно, расчет проведен верно.

## 2.9 Проектирование средств технологического оснащения

Деталь «Плита нижняя» имеет множество отверстий на верхней грани, точность межосевых расстояний которых имеет высокие значения. Для их обеспечения первоначально было принято решение использовать координатно-расточной станок, который может обеспечить необходимую точность, но имеет высокую стоимость и является не универсальным. Поэтому было принято решение спроектировать специальное приспособление для сверлильного и фрезерного станка, которое обеспечит необходимую точность и снизит затраты на производство детали.

Выбранное приспособление для получения точных межосевых расстояний – кондуктор.

Кондуктор — это устройство, служащее для направления инструмента либо положения деталей. В данном случае кондуктор будет выполнять не только направляющую роль для инструмента, но и обеспечит закрепление и базирование детали на столе станка. Существует несколько типов кондукторов: стационарные, поворотные, накладные, опрокидываемые и скальчатые.

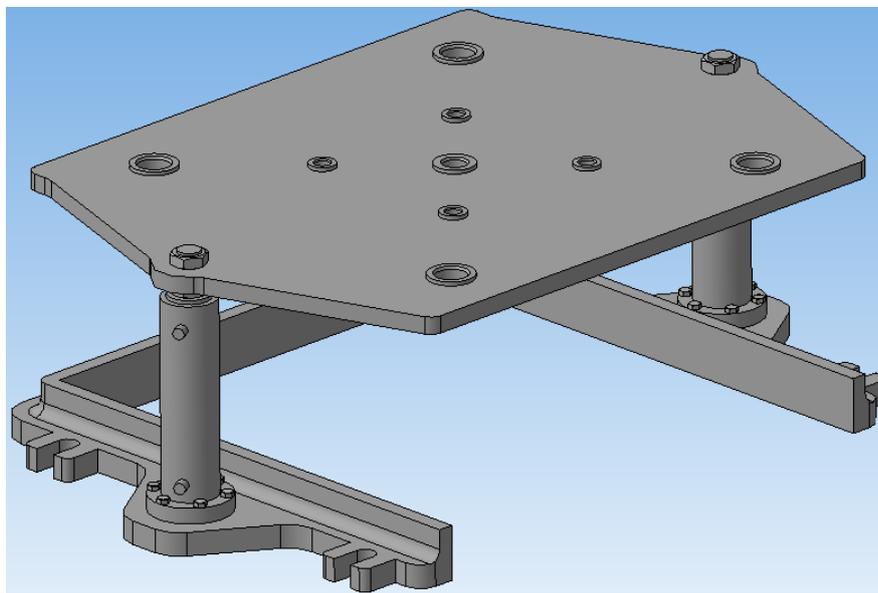


Рисунок 15 – Кондуктор

Рассчитаем силы закрепления для наибольшего просверливаемого отверстия, так как при сверлении отверстия с большим диаметром возникают наибольшие силы резания. При сверлении возникают две силы: крутящий момент  $M_{кр}$  и осевая сила  $P_0$ . Рассчитаем эти силы по формулам [6]:

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot D^{q_p} \cdot C^{y_p} \cdot K_p$$

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^{q_m} \cdot C^{y_m} \cdot K_p$$

Где  $q$  и  $y$ -показатели степени,  $C_p$  и  $C_M$  - константы, зависящие от условий резания.  $K_p$  – коэффициент, учитывающий фактические условия обработки. Для удобства значения всех вышеперечисленных коэффициентов сведем в таблицу 8.

Таблица 8 – Значения коэффициентов [6]

Крутящий момент			Осевая сила			
$C_M$	$q_m$	$y_m$	$C_p$	$q_p$	$y_p$	$K_p$
0,0345	2	0,8	68	1	1	1,1

Подставив коэффициенты в формулу получим:

$$P_0 = 14,9 \text{ кН}$$

$$M_{кр} = 348,5 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Согласно пособию [12] рассчитаем необходимую силу зажима –  $W$  при обработке сверления по формуле:

$$W = \frac{K \cdot M_{кр}}{f \cdot a}$$

Где  $f$  – коэффициент трения на рабочих поверхностях равный 0,15;  $a$  – расстояние от обрабатываемого отверстия до места приложения силы закрепления равное 0,25м;  $K$  – коэффициент запаса равный 1,5.

Используя значения, приведенные выше получим необходимую силу закрепления:

$$W = 13.94 \text{ кН}$$

Для обеспечения зажима заготовки воспользуемся гидроцилиндрами марки «АВА». Рабочее давление таких цилиндров составляет 16мПа. А КПД таких цилиндров – 0,85-0,95. Используемый цилиндр будет «тянущим», следовательно, для расчета силы на штоке необходимо воспользоваться полной формулой:

$$Q = \frac{\pi}{4} \cdot (D^2 - d^2) \cdot p \cdot \eta$$

Где  $D$  – диаметр поршня,  $d$  – диаметр штока ( $d = 0.5 \cdot D$ );  $p$  – давление рабочей жидкости на поршень;  $\eta$  – коэффициент полезного действия гидроцилиндра. Выразив диаметр поршня и подставив все известные значения, получим:

$$D = \sqrt{\frac{Q \cdot 4}{\eta \cdot p \cdot 0.75}} = 5.1 \text{ см}$$

Из каталога «АВА» выбран подходящий гидроцилиндр 55QE200. Выбранный гидроцилиндр имеет длину хода 200 мм. диаметр поршня 55мм. и диаметр штока 28 мм.

Для уменьшения затрат по ремонту и обслуживанию кондуктора выберем кондукторные втулки по ГОСТ 30086-93. Сборочный чертеж и спецификация спроектированного приспособления представлены в приложении В.

## **Заключение**

В данном курсовом проекте был разработан технологический процесс изготовления «Плита нижняя». Который в себя включил анализ технологичности, в ходе которого были выявлены сильные и слабые стороны детали с точки зрения технологии производства. При помощи встроенного приложения АРМ FEM в САD–программе КОМПАС–3D v17.1 было проверено обеспечение эксплуатационных свойств детали. Так же был выбран оптимальный способ изготовления заготовки, рассчитаны припуски.

Далее были спроектированы технологические операции изготовления детали, который включил в себя выбор и расчет режимов резания, произведено нормирование технологических переходов, были выбраны средства технологического оснащения (станки, инструменты, приспособления) и контроля. Для выбранных станков с числовым программным управлением были написаны программы при помощи САМ– программы FeatureCAM. Так же было спроектировано приспособление для получения отверстий с высокими показателями межосевого расстояния.

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
4А51	Бекузин Олег Андреевич

<b>Школа</b>	<b>ИШНПТ</b>	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	<b>Материаловедение</b>
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Машиностроение

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

<i>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Рассчитать стоимость материалов, оборудования, оплаты труда, отчислений, накладные расходы.
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Премии 30%. Надбавки 20%. Дополнительная заработная плата 12%. Накладные расходы 16%.
<i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Страховые взносы 30%.

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

<i>1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений.
<i>2. Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	План составления проекта. График Ганта.
<i>3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	Эффективность исследования.

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):**

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Оценка конкурентоспособности технических решений</li> <li>2. Матрица SWOT</li> <li>3. Альтернативы проведения НИ</li> <li>4. График проведения и бюджет НИ</li> <li>5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ</li> </ol>	
---	--

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент ШБИП.	Скаковская Наталия Вячеславовна	к.ф.н		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
4А51	Бекузин Олег Андреевич		

## **Введение**

В данном разделе приводятся организация и планирование работ по составлению технологического процесса изготовления детали «цанга зажимная», затраты на возможную реализацию техпроцесса. Также необходимо провести коммерческий анализ технологии.

Цель этого раздела является проектирование и создание конкурентоспособной технологии, которая отвечает современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

Достижение цели обеспечится решением следующих задач:

- Оценка коммерческого потенциала
- Определение возможных альтернатив
- Планирование научно-исследовательских работ
- определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

### 3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

#### 3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

##### 3.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

В ходе проводилась технологическая подготовка производства изготовления детали «Плита нижняя». Объем выпуска продукции составляет 1000 шт. в год. Исходя из этого, потенциальными потребителями результатов исследования выступают машиностроительные предприятия находящиеся любой области Российской Федерации, оборудование которых позволяет производить обработку металлов давлением. На территории томской области выделим такие предприятия, как: ООО НПО «Сибирский машиностроитель», ЗАО НПФ «Микран».

##### 3.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Для достижения поставленной цели необходимо произвести анализ конкурентных технических решений. Для этого составим таблицу, на основе которой дадим оценку конкурентоспособности данной детали.

Таблица 9 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б <sub>ф</sub>	Б <sub>к1</sub>	Б <sub>к2</sub>	К <sub>ф</sub>	К <sub>к1</sub>	К <sub>к2</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности труда пользователя	0,1	4	3	3	0,4	0,3	0,3
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,1	4	3	3	0,4	0,3	0,3
3. Энергоэкономичность	0,1	4	3	3	0,2	0,3	0,3
4. Надежность	0,05	4	4	4	0,4	0,2	0,2
5. Безопасность	0,1	4	3	3	0,4	0,3	0,3

Продолжение таблицы 9

6. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,1	4	3	3	0,4	0,3	0,3
7. Простота эксплуатации	0,1	4	3	3	0,4	0,3	0,3
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,1	3	4	4	0,3	0,4	0,4
2. Уровень проникновения на рынок	0,02	3	4	3	0,06	0,08	0,06
3. Цена	0,1	4	4	3	0,4	0,4	0,3
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	4	4	2	0,4	0,4	0,2
5. Послепродажное обслуживание	0,01	2	2	1	0,02	0,02	0,01
6. Срок выхода на рынок	0,01	2	2	2	0,02	0,02	0,02
7. Наличие сертификации разработки	0,01	0	4	4	0	0,04	0,04
Итого	1	46	46	41	3,8	3,36	3,03

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле [12]:

$$K = \sum V_i \cdot B_i,$$

где  $K$  – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

$V_i$  – вес показателя (в долях единицы);  $B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

Разработка:

$$K = \sum V_i \cdot B_i = 46 \cdot 3,8 = 174,8$$

Конкуренты:

$$K1 = \sum V_i \cdot B_i = 46 \cdot 3,36 = 154,56$$

$$K2 = \sum V_i \cdot B_i = 41 \cdot 3,03 = 124,23.$$

Анализ показывает, что деталь конкурентоспособна. Разработанная технология является удобной в эксплуатации и повышает производительность труда. Цена детали, изготовленной по разработанному техпроцессу в рамках допустимой нормы. Разработка выполнялась в соответствии со стандартами ЕСТПП.

### 3.1.3 Технология QuaD

Технология QuaD (QUality ADvisor) описывает качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяет принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект. Показатели оценки качества и перспективности новой разработки подбираются исходя из выбранного объекта исследования с учетом его технических и экономических особенностей разработки, создания и коммерциализации.

В соответствии с технологией QuaD каждый показатель оценивается экспертным путем по сто балльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 100 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Таблица 10 – Оценочная карта для сравнения конкурентных решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	
Показатели оценки качества разработки					
1. Энергоэффективность	0,1	70	100	0,7	0,07
3. Надежность	0,05	70	100	0,7	0,035
4. Унифицированность	0,1	60	100	0,8	0,08
5. Уровень материалоемкости разработки	0,1	50	100	0,5	0,05
6. Безопасность	0,08	50	100	0,5	0,04
7. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,1	70	100	0,7	0,07
8. Простота эксплуатации	0,1	70	100	0,7	0,07
9. Качество интеллектуального интерфейса	0	50	100	0,5	0
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
10. Конкурентоспособность продукта	0,1	70	100	0,7	0,07
11. Уровень проникновения на рынок	0,1	70	100	0,7	0,07

Продолжение таблицы 10

12.Перспективность рынка	0,01	50	100	0,5	0,05
13. Цена	0,1	70	100	0,7	0,03
14. Срок выхода на рынок	0,01	50	100	0,5	0,002
15.Финансовая эффективность научной разработки	0,05	70	100	0,7	0,014
Итого	1	890		8,9	0,605

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле [12]:

$$P_{cp} = \sum B_i \cdot B_i = 890 \cdot 0,605 = 538,45$$

где  $P_{cp}$  – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;  $B_i$  – вес показателя (в долях единицы);  $B_i$  – средневзвешенное значение  $i$ -го показателя.

Разработка считается перспективной, если средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки более 80, в нашем случае 538,45, разработка перспективна.

### 3.1.4 SWOT-анализ

**SWOT** – представляет собой комплексный анализ научноисследовательского проекта. SWOT- анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта [12].

1. Описание сильных и слабых сторон проекта, выявление возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде.

Таблица 11 – Матрица SWOT

Сильные стороны научно-исследовательского проекта	Слабые стороны научно-исследовательского проекта
С1. Наличие бюджетного финансирования С2. Наличие опытного руководителя С3. Использование современного оборудования С4. Наличие современного программного продукта С5. Актуальность проекта С6. Использование УП	Сл1. Развитие новых технологий Сл2. Высокая стоимость оборудования Сл3. Отсутствие квалифицированного персонала.
Возможности	Угрозы
В1. Возможность автоматизации технологического процесса В2. Уменьшение себестоимости выпускаемой продукции	У1. Появление новых конкурентных технологий У2. Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции

2. Выявление соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

Таблица 12 – Интерактивная матрица возможностей и сильных сторон проекта

Сильные стороны проекта							
		С1	С2	С3	С4	С5	С6
Возможности проекта	В1	+	-	+	+	0	+
	В2	0	-	-	-	0	-

Таблица 13 – Интерактивная матрица возможностей и слабых сторон проекта

Слабые стороны проекта				
		Сл1	Сл2	Сл3
Возможности проекта	В1	+	-	0
	В2	0	-	0

Таблица 14 – Интерактивная матрица угроз и сильных сторон проекта

Сильные стороны проекта							
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5	C6
	У1	0	0	+	+	+	+
	У2	0	0	+	+	0	+

Таблица 15 – Интерактивная матрица угроз и слабых сторон проекта

Слабые стороны проекта				
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	У1	+	-	+
	У2	+	0	0

Составление итоговой матрицы SWOT-анализа.

Таблица 16 – Итоговая матрица SWOT-анализа

	Сильные стороны научноисследовательского проекта:	Слабые стороны научноисследовательского проекта:
	<p>C1. Наличие бюджетного финансирования.</p> <p>C2. Наличие опытного руководителя</p> <p>C3. Использование современного оборудования</p> <p>C4. Наличие современного программного продукта</p> <p>C5. Актуальность проекта</p>	<p>Сл1. Развитие новых технологий</p> <p>Сл2. Высокая стоимость оборудования</p> <p>Сл3. Отсутствие квалифицированного персонала</p>
<p>В1. Возможность автоматизации технологического процесса</p> <p>В2. Уменьшение себестоимости выпускаемой продукции</p>	<p>При использовании современного оборудования и УП обеспечивается автоматизация процесса, что приводит к уменьшению себестоимости продукции;</p>	<p>Автоматизация техпроцесса приводит к созданию новых конкурентных технологий</p>

<p>У1. Появление новых конкурентных технологий</p> <p>У2. Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции</p>	<p>Использование современного оборудования побуждает введение дополнительных требований к сертификации продукции</p>	<p>Развитие технологий приводит к введению дополнительных государственных требований к сертификации продукции</p>
---	--	---

### 3.2 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований

Технология QuaD, оценка конкурентных инженерных решений, SWOT-анализ, а также ФСА-анализ и метод Кано позволяют выявить и предложить возможные альтернативы проведения исследования и доработки результатов. Если разработка находится на перечисленных стадиях жизненного цикла нового продукта, можно предложить не менее трех основных вариантов совершенствования разработки или основных направлений научного исследования.

Морфологический подход:

1. Точная формулировка проблемы исследования.
2. Раскрытие всех важных морфологических характеристик объекта исследования.
3. Раскрытие возможных вариантов по каждой характеристике.
4. Выбор наиболее желательных функционально конкретных решений.

Таблица 17 – Морфологическая матрица для детали «Плита нижняя»

	1	2	3	4
А. Визуализация результатов	График	Формулы	Числовая информация	Текстовая информация
Б. Длительность расчета, мин	10	30		
В. Обеспечение эксплуатационных свойств	Оценка технологичности	Анализ с помощью CAD-CAM систем	Размерный анализ	Выбор и расчет режимов резания

Представим несколько вариантов решения технической задачи:

A1B4B3 – представление результатов в виде графиков позволит визуально оценить результаты. Работа с графиками трудоемкий процесс и требует временных затрат, опытным путем установлено, что требуется более 60 мин, на выполнение данной работы. Таким способом проверяют правильность размерного анализа, а именно сроят граф-дерево.

A4B2B1 – во втором варианте говорится о текстовой информации. Такой вид визуализации подходит для теоретической части, в которой производится качественная оценка технологичности изделия. В данном виде работы не требуются расчеты, указываются характеристики изделия в текстовом виде и дается оценка. В среднем требуется около 30 минут.

A2B3B4 – формулы применяются при расчетах. В данном случае производится расчет режимов резания, также опытным путем установлено, что длительность расчета 50 мин.

A3B1B2 – в настоящее время большой популярностью пользуются CAD/CAM системы. Действительно прогресс не стоит на месте и с каждым годом появляется все больше новых программ позволяющих, не прилагая больших усилий, проверить 3D – модель детали на обеспечение эксплуатационных свойств. Для получения результата была построена 3D – модель и указана числовая информация, вследствие чего программа выдала результаты анализа.

### 3.3 Планирование научно-исследовательских работ

#### 3.3.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке: определение структуры работ в рамках научного исследования; определение участников каждой работы; установление продолжительности работ; построение графика проведения научных исследований.

Составим перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, проведем распределение исполнителей по видам работ.

Таблица 18 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя	t mini	t maxi	<i>t<sub>ож</sub>i</i>	<i>T<sub>р</sub>i</i>
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель, Студентдипломник	1	2	1	0,5
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Руководитель темы, Студентдипломник	7	10	8,2	4,1
	3	Составление маршрута техпроцесса	Студентдипломник	14	21	16,8	16,8
	4	Расчет припусков	Студентдипломник	7	14	9,8	9,8
	5	Выбор средств технологического оснащения	Студентдипломник	2	7	4	4

Продолжение таблицы 18

Теоретические и экспериментальные исследования	6	Расчет режимов резания	Студентдипломник	7	10	8,2	4,1	
	7	Нормирование переходов	Студентдипломник	7	10	98,2	4,1	
	8	Проектирование технологических операций	Студентдипломник	7	10	8,2	4,1	
	Обобщение и оценка результатов	9	Размерный анализ	Студентдипломник	2	4	2,8	2,8
		10	Разработка управляющих программ	Студентдипломник	4	5	7	5,8
Разработка технической документации и проектирование	11	Проектирование приспособления	Руководитель, Студентдипломник	7	14	9,8	4,9	
	12	Разработка карт наладок	Руководитель, Студентдипломник	7	14	9,8	4,9	
	13	Разработка комплекта технологической документации	Студентдипломник	7	10	8,2	8,2	
Оформление отчета, но НИР (комплекта документации по ОКР)	14	Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	Студентдипломник	3	6	4,2	4,2	

### 3.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудоемкость выполнения НИОКР оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно

учитываемых факторов. Для определения, ожидаемого (среднего) значения трудоемкости работ используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}, \text{ чел. - дн.}$$

Где  $t_{ожі}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы чел.-дн.;  $t_{mini}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{maxi}$  – 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  $T_{pi}$ , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Чі},$$

где  $T_{pi}$  – продолжительность одной работы, раб. ди.;  $t_{ожі}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-ли.:

$Чі$  – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

### **3.3.3 Разработка графика проведения научного исследования**

Необходимо построить диаграмму Ганта.

Календарный план-график проведения НИОКР рассчитан и приведен в таблице Г1(Приложение Г).

## **Вывод**

В ходе выполнения раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» была проделана следующая работа:

- произведен анализ конкурирующих разработок, в результате которого было определено, что основными конкурентами являются такие предприятия, как ООО НПО «Сибирский машиностроитель» и ЗАО НПФ «Микран». Согласно проведенному анализу конкурентоспособность научной разработки оказалась выше и составила 174,8, по сравнению с конкурентами. Для которых согласно расчетам она равна 154,5 и 124,23.
- определены с помощью технологии QuaD показатели оценки коммерческого потенциала (пригодность для продажи, перспективы конструирования и производства, финансовая эффективность) и качества разработки (энергоэффективность, долговечность, уровень материалоемкости разработки и др.)
- составлена матрица SWOT-анализа, отражающая сильные и слабые стороны разработки. SWOT-анализ показал, что применение данной научной разработки на предприятии позволяет автоматизировать процесс разработки металлов резанием и увеличить качество изготавливаемой продукции, что приведет к уменьшению себестоимости. Изделие, полученное по разработанной технологии, будет востребованным на внешнем рынке, что приведет к развитию новых технологий у конкурентов. Применение нового оборудования и новых методов получения деталей приведет к введению дополнительных государственных требований к сертификации продукции.
- определена трудоемкость выполнения работ и построен ленточный график проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.
- произведен расчет материальных затрат НТИ, основной заработной платы исполнителей, накладные расходы и отчисления во внебюджетные фонды. Бюджет проекта составил 164520,6 руб.

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
4А51	Бекузину Олегу Андреевичу

Школа	ИШНПТ	Отделение (НОЦ)	Материаловедения
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Тема ВКР:

Проектирование технологического процесса изготовления детали «Плита нижняя»	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования является технологическое бюро. В технологическом бюро проводится проектирование технологического процесса изготовления детали типа «Плита нижняя»
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	– Условия труда должны отвечать всем требованиям трудового кодекса РФ редакции 01.04.19 – Рабочее место должно соответствовать техническим требованиям и санитарным нормам. СанПиН 2.2.4.548-96, ГОСТ 12.1.003-89 «ССБТ, СанПиН 2.2.4./2.1.8.582-96, СНиП 2.07.01-89 : 3, СНиП П-89-80.
<b>2. Производственная безопасность:</b> 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	– Движущиеся машины и механизмы; повышенная температура воздуха рабочей зоны; материалов и заготовок; повышенные уровни шума и вибрации на рабочих местах; недостаточная освещенность рабочей зоны; острые кромки, заусенцы поверхностей заготовок, инструментов и оборудования, электрический ток.
<b>3. Экологическая безопасность:</b>	– Источник загрязнения гидросферы: использованная смазочно- жидкость охлаждающая жидкость для механической обработки деталей, загрязнение воздуха, твердые отходы.
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	– Возможные чрезвычайные ситуации на производстве: пожар

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
4А51	Бекузин Олег Андреевич		

#### **4 Социальная ответственность**

В данной работе разработан техпроцесс изготовления детали «Плита нижняя», для которого разработаны безопасные условия его реализации. В работе рассмотрено воздействие вредных факторов на человека и окружающую среду в процессе производства детали и предложены различные организационные мероприятия, направленные на снижения уровня воздействия этих факторов на человека.

К вредным факторам, возникающих в цехе можно отнести: превышенный уровень шума, наличие множества подвижных частей станков, 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. Так же опасные производственные факторы могут стать источниками ЧС, оказывают негативное влияние на экологию.

## **4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

Работа в цехе имеет ряд угроз для безопасности человека. Такие как быстродвижущиеся части станков, тяжелые заготовки, рабочие органы станков с большой массой и крутящим моментом, испарения от СОЖ и других лакокрасочных покрытий, постоянный шум работающего оборудования, пыль и стружка образующаяся при механообработке. Поэтому следует обеспечивать работников специальной защитой для предотвращения последствий угроз. Для безопасного перемещения по цеху необходимо отвести специальные дорожки, всех присутствующих обязать носить специальную защитную форму и обувь, а также каски, очки, респираторы и другими средствами защиты в зависимости от выполняемой сотрудником работы.

Каждому работнику должно быть предоставлено рабочее место с учётом специфики работы. Например, для работников малярного цеха необходимо оборудовать цеха усиленной вентиляцией, и респираторами для защиты дыхательных органов работников. 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.

## 4.2 Производственная безопасность

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

При производстве детали «Плита нижняя» на участке цеха используется следующее оборудование: фрезерный станок, шлифовальный станок, сверлильный. Перечень всех опасных и вредных факторов при изготовлении детали «Плита нижняя» приведены в таблице 19, на примере фрезерного станка с ЧПУ по ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ°.

Таблица 19 – Опасные и вредные факторы при изготовлении детали «Плита нижняя».

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
1. Опасный уровень напряжения в электрической цепи, замыкание которой может пройти через человека	+	+	+	Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ
2. Повышенный уровень шума на рабочем месте		+	+	Уровень шума на рабочих местах. СН 2.2.4/2.1.8.562-96
3. Повышенный уровень вибрации		+	+	Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. СН 2.2.4/2.1.8.566-96
4. Недостаточная освещенность рабочей зоны		+	+	Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*
5. Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. СанПиН 2.2.4.548-96

Продолжение таблицы 19

6.Отсутствие или недостаток естественного света	+	+	+	Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*
7.Недопустимые метеорологические условия для помещения рабочей зоны	+	+	+	Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003

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.

Таблица 20 – 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.	Допуст.	Оптимал.	Допуст.
Средней тяжести, Па	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 «Плита нижняя» 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=97дБА, ПДУ=80дБА и вибрации  $f=18$ Гц, ПДУ=92дБ, 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.

### 4.3 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 «Плита нижняя» 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, воздухоборниками, 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, нефте- и маслотовушках. 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.

#### **4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

К возможным ситуациям техногенного характера может быть выделено возгорание в цехе/производственном участке при несоблюдении предписанных норм пожарной безопасности или же вследствие короткого замыкания или проблем с токопроводящим оборудованием. 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 м<sup>2</sup> площади, ящики с песком 1-ин на 500м<sup>2</sup> 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.)

## **Вывод**

В данном разделе проведен анализ вредных факторов, к которым относятся повышенный уровень шума, отклонение показателей микроклимата в помещении, недостаточная освещенность рабочей зоны. В том числе, выявлены опасные факторы производства и их воздействие на экологию окружающей среды. В результате анализа разработан ряд рекомендаций по обеспечению оптимальных условий труда и охране окружающей среды.

## Список литературы

1. Скворцов В.Ф. Основы технологии машиностроения: учебное пособие / В.Ф. Скворцов; Томский политехнический университет. — Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2012. — 352 с.
2. ГОСТ 14.004-83. Межгосударственный стандарт. Технологическая подготовка производства. Термины и определения основных понятий.
3. ГОСТ 14.205-83. Национальный стандарт Российской Федерации. Технологичность конструкции изделий.
4. ГОСТ 1050-88. Национальный стандарт Российской Федерации. Прокат сортовой, калиброванный, со специальной отделкой поверхности из углеродистой качественно конструкционной стали. Общие технические условия
5. ГОСТ 7062-90. Национальный стандарт Российской Федерации. Поковки из углеродистой и легированной стали, изготавливаемые ковкой на прессах.
6. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2 / Под ред. А.М. Дальского, А.Г. Сулова, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. — 5-е изд., исправл. — М.: Машиностроение-1, 2003 г. 944с., ил.
7. Режимы резания металлов Справочник / Под ред. Ю.В. Барановского, Л.А. Брахман, Ц.З.Бродский, В.Н.Комиссаржевская, В.В. Коняшоа — 3-е изд., исправл. и перераб. — М.: Машиностроение-1, 1972 г. 363с.
8. Иллюстрированные каталоги, справочники, базы данных по металлорежущим станкам и кузнечнопрессовому оборудованию [Электронный каталог]. Режим доступа: <http://stanki-katalog.ru>
9. 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.

10. Балабанов А.М. Краткий справочник технолога машиностроителя / А.М. Балабанов – М.: Издательство стандартов, 1922. – 461 с.
11. Металлорежущие станки: учебное пособие / А.М. Гуртяков. – 3-е изд., перераб. и доп. – Томск, 2009. – 350 с.
12. Проектирование станочных приспособлений: Учебное пособие / Белоусов А.П. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1980 – 240с., ил.
13. ГОСТ 30494-2011 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях (с Поправкой) официальное издание М.: Стандартиформ, 2013 г.
14. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности Официальное издание. М.: Стандартиформ, 2015 г.
15. Обеспечение пожарной безопасности на предприятиях // Библиотека технической литературы URL: <http://delta-grup.ru/bibliot/32/68.htm> (дата обращения: 25.05.19).
16. Инструкция о действиях работников в случае возникновения пожара // Аудит Пожарной Безопасности URL: <http://pozharaudit.ru/useful179.html> (дата обращения: 25.05.19).
17. Лабораторный практикум по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» для студентов всех специальностей: учебное пособие/ Ю.А. Амелькович, Ю.В. Анищенко, А.Н. Вторушина, М.В. Гуляев, М.Э. Гусельников, А.Г. Дашковский, Т.А. Задорожная, В.Н. Извеков, А.Г. Кагиров, К.М. Костырев, В.Ф. Панин, А.М. Плахов, С.В. Романенко. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2010.
18. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация Официальное издание. М.: Стандартиформ, 2016 год

## **Приложение А**

(обязательное)

Комплект технологической документации

Дубл.			
Взам.			
Подп.			


НИ ТПУ

ИШНПТ 4А51017.002

ИШНПТ 4А51

Плита нижняя

1

1

1

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

## КОМПЛЕКТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

На технологический процесс механической обработки

детали «Плита нижняя»

Проверил: \_\_\_\_\_ руководитель

\_\_\_\_\_ Должиков В.П.

Выполнил: студент группы 4А51

\_\_\_\_\_ Бекузин О. А.



Дубл.			
Взам.			
Подл.			


1

Разраб.	Бекузин О.А.								
Пров.	Должиков В.П.								
Н. контр.									

ИШНПТ-1017.00.00.00

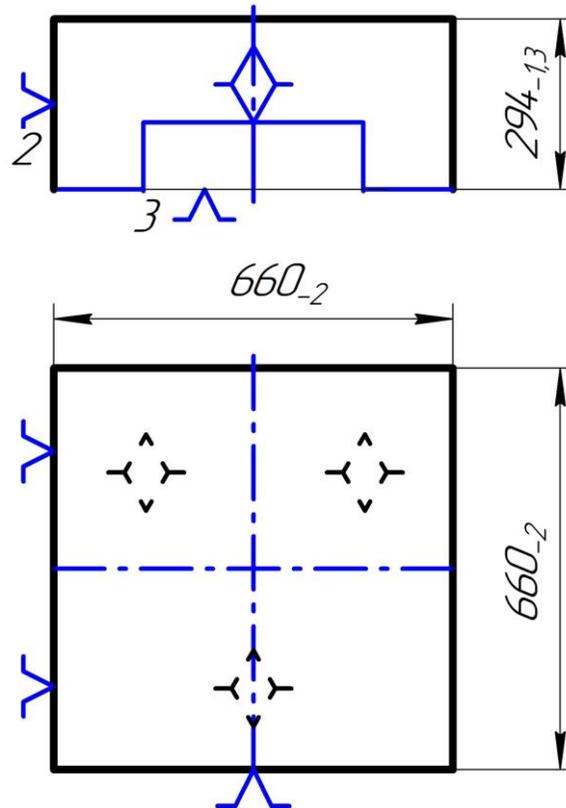
ИШНПТ 4А51

Плита нижняя

010

 $\sqrt{Ra\ 3,2}$ 

Установ А













НИ ТПУ

ИШНПТ-1017.00.00.00

ИШНПТ 4А51

## Фрезерная с ЧПУ

Оборудование, устройство ЧПУ

Особые указания

Вертикальный фрезерный обрабатывающий  
центр с ЧПУ KF7700B

Кодирование информации, содержание кадра

Содержание перехода

N25 G00 G20 G17 G40 G49 G80 G94

N30 G91 G28 Z0

N40 T1 M6

N45 G00 G54 G90 X13.6493 Y-1.9661 S203 M03

N50 G43 H1 Z0.9843 M08

N55 Z0.1181

N60 G01 Z-1.1732 F1.5

N65 X13.193 Y-0.9843 F3.0

N70 G02 X12.9921 Y-0.839 I5.1141 J7.2835

N75 X12.7913 Y-0.9843 I-5.315 J7.1382

N80 G01 X12.335 Y-1.9661

N85 X10.9646 Y-1.9018

N90 X11.5393 Y-0.9843

N95 G03 X12.9921 Y-0.0029 I-3.8622 J7.2835

N100 X14.4449 Y-0.9843 I5.315 J6.3021

N105 G01 X15.0197 Y-1.9018

N110 X16.9249 Y-1.767

N115 X16.1769 Y-0.9843

N120 G02 X12.9921 Y0.8828 I2.1302 J7.2835

N125 X9.8074 Y-0.9843 I-5.315 J5.4164

N130 G01 X9.0594 Y-1.767

N135 G00 Z0.9843

N140 X27.766 Y-1.02

N145 Z0.1181

N150 G01 Z-1.1732 F1.5

Разраб.

Консульт.

Н. контр.

ККИ



















































Дубл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--	--

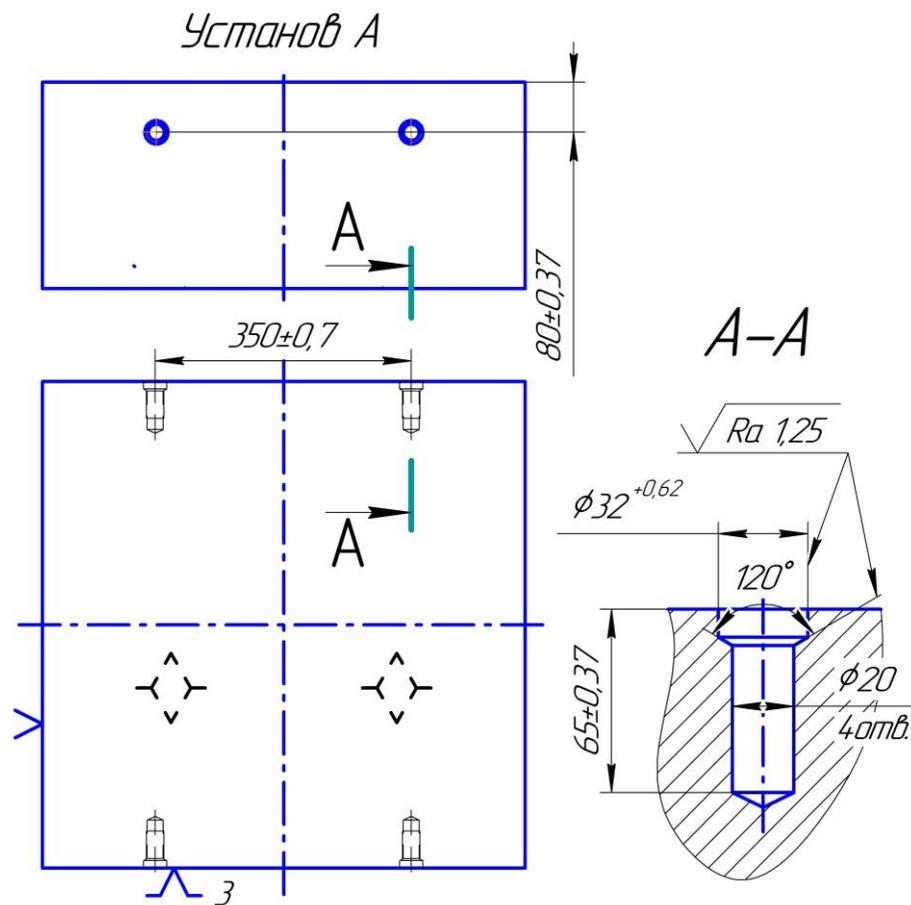

5

Разраб.	Бекузин О.А.		
Пров.	Должиков В.П.		
Н. контр.			

ИШНПТ-1017.00.00.00

ИШНПТ 4А51

035

 $\sqrt{Ra\ 3,2}$ 











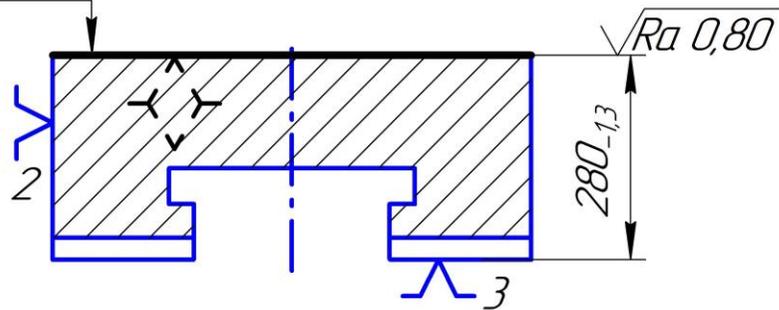
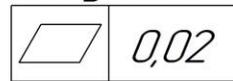
Дубл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

8

Разраб.	Бекузин О.А.								
Пров.	Должиков В.П.								
ИШНПТ	ИШНПТ-1017.00.00.00				ИШНПТ 4А51				
Н. контр.									055

*Выпуклость  
не допускается*





Дубл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

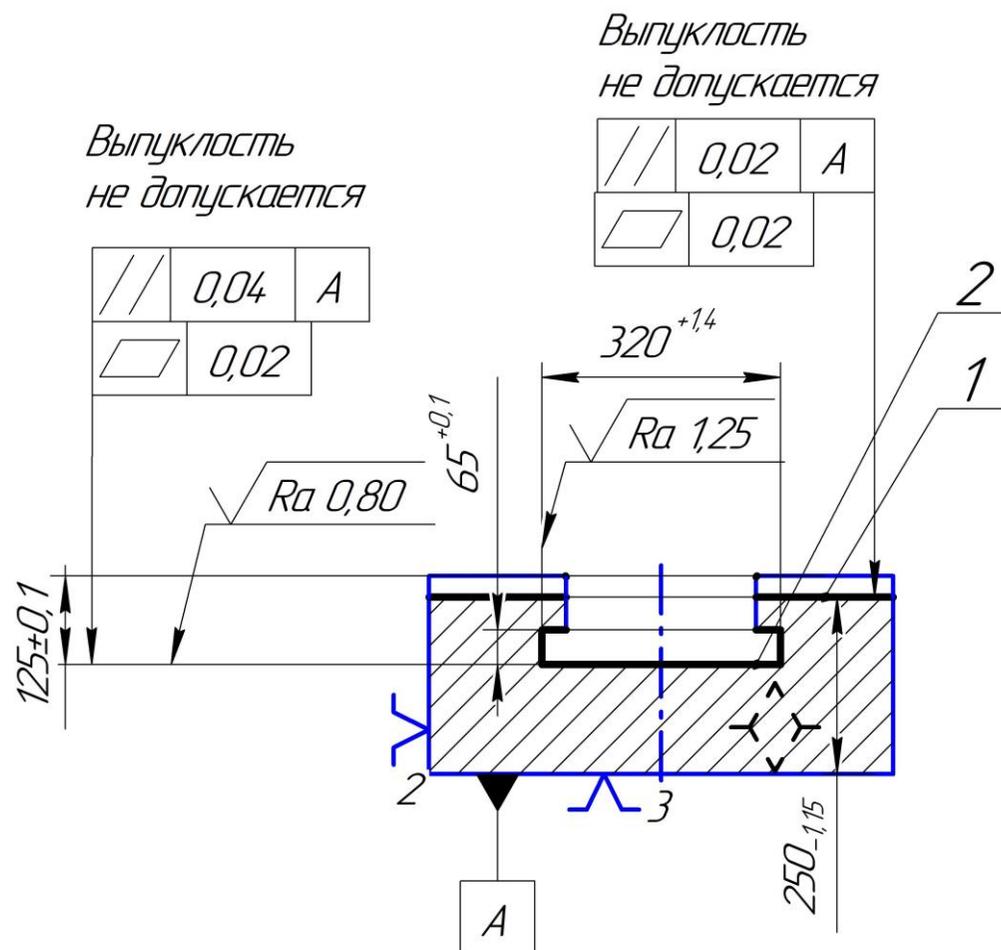
9

Разраб.	Бекузин О.А.								
Пров.	Должиков В.П.								
Н. контр.									

ИШНПТ-1017.00.00.00

ИШНПТ 4А51

060

 $\sqrt{Ra\ 0,8}$ 



НИ ТПУ

ИШНПТ-1017.00.00.00

ИШНПТ 4А51

## Фрезерная с ЧПУ

Оборудование, устройство ЧПУ

Особые указания

Вертикальный фрезерный обрабатывающий  
центр с ЧПУ KF7700B

Кодирование информации, содержание кадра

Содержание перехода

N25 G00 G20 G17 G40 G49 G80 G94

N30 G91 G28 Z0

N40 T1 M6

N45 G00 G54 G90 X13.6493 Y-1.9661 S203 M03

N50 G43 H1 Z0.9843 M08

N55 Z0.1181

N60 G01 Z-1.1732 F1.5

N65 X13.193 Y-0.9843 F3.0

N70 G02 X12.9921 Y-0.839 I5.1141 J7.2835

N75 X12.7913 Y-0.9843 I-5.315 J7.1382

N80 G01 X12.335 Y-1.9661

N85 X10.9646 Y-1.9018

N90 X11.5393 Y-0.9843

N95 G03 X12.9921 Y-0.0029 I-3.8622 J7.2835

N100 X14.4449 Y-0.9843 I5.315 J6.3021

N105 G01 X15.0197 Y-1.9018

N110 X16.9249 Y-1.767

N115 X16.1769 Y-0.9843

N120 G02 X12.9921 Y0.8828 I2.1302 J7.2835

N125 X9.8074 Y-0.9843 I-5.315 J5.4164

N130 G01 X9.0594 Y-1.767

N135 G00 Z0.9843

N140 X27.766 Y-1.02

N145 Z0.1181

N150 G01 Z-1.1732 F1.5

Разраб.

Консульт.

Н. контр.

ККИ

































Дубл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--	--


10

Разраб. Бекузин О.А.

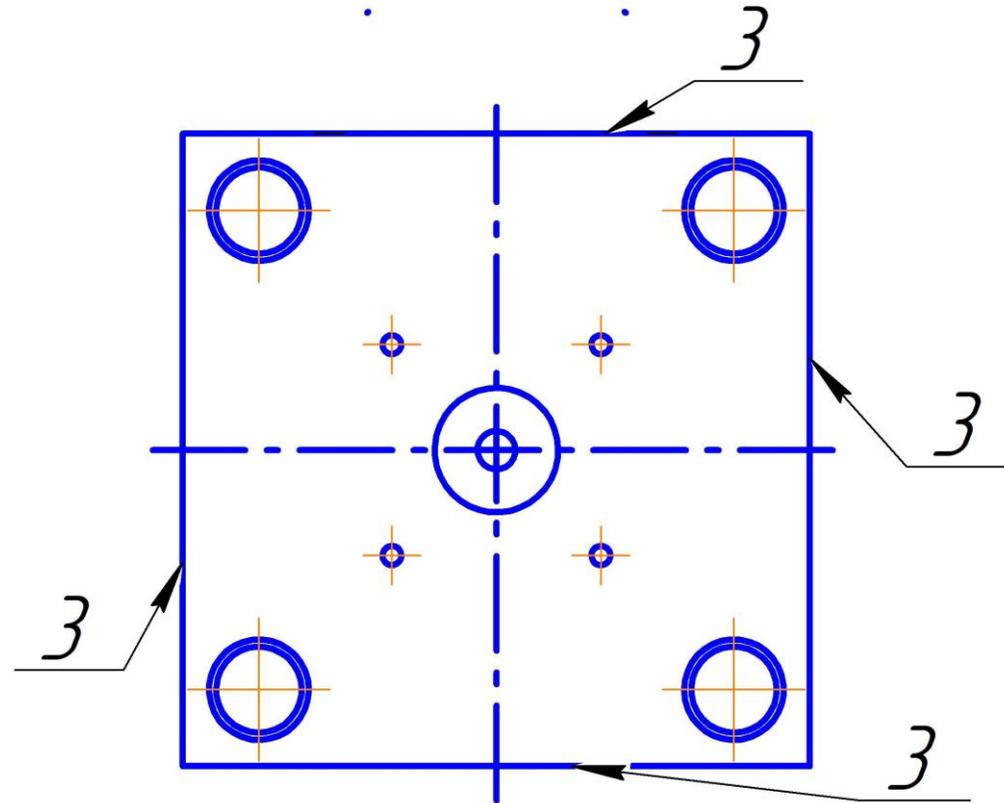
Пров. Должиков В.П.

ИШНПТ-1017.00.00.00

ИШНПТ 4А51

Н. контр.

060







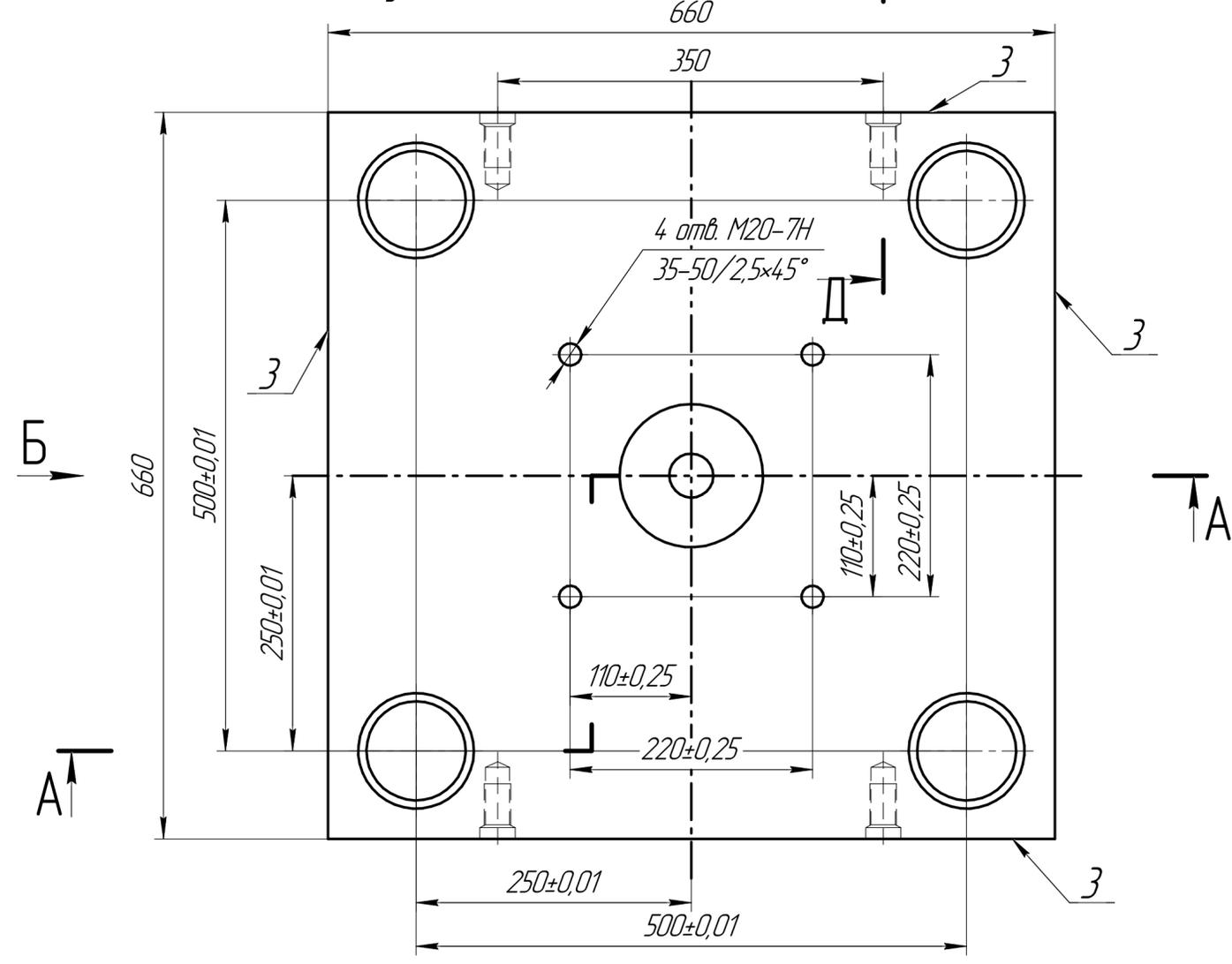
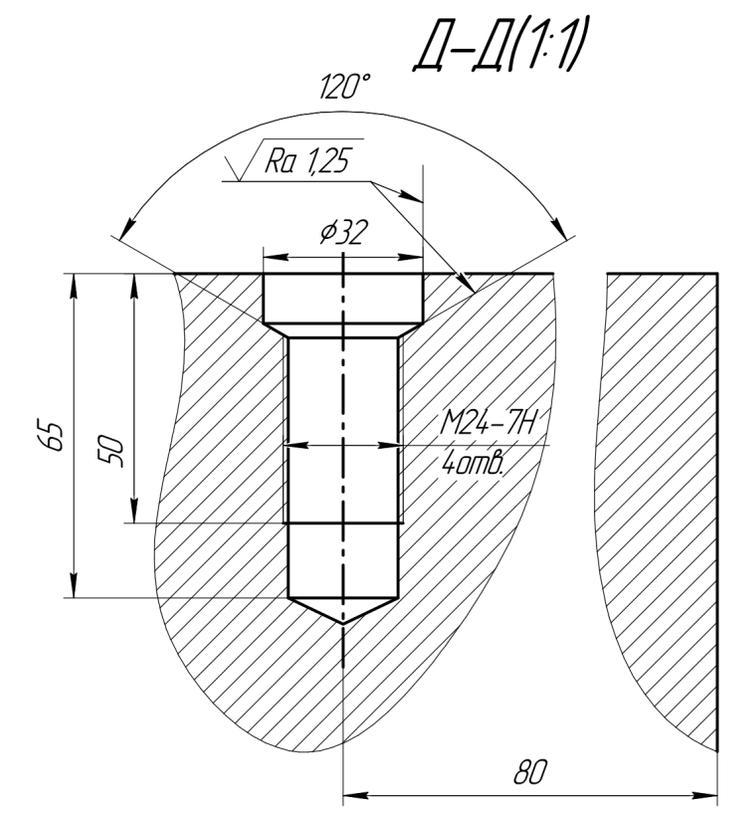
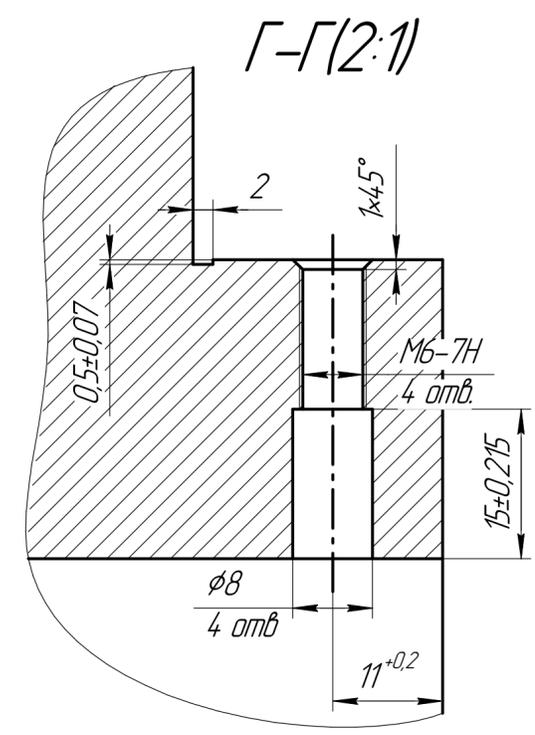
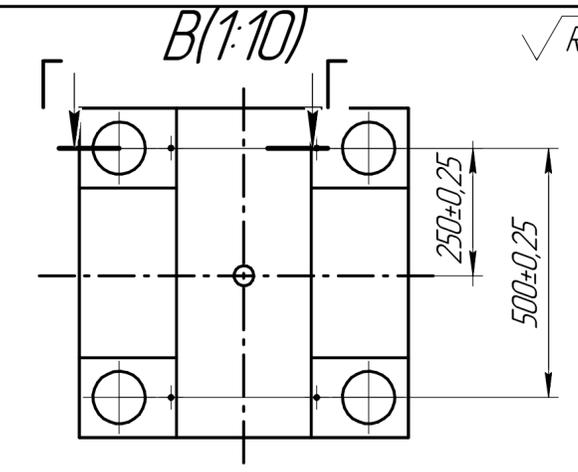
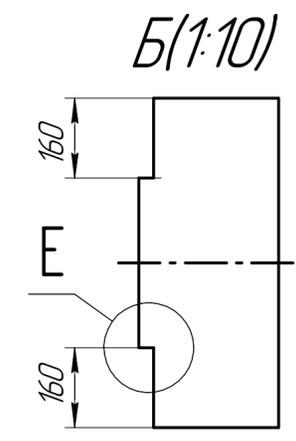
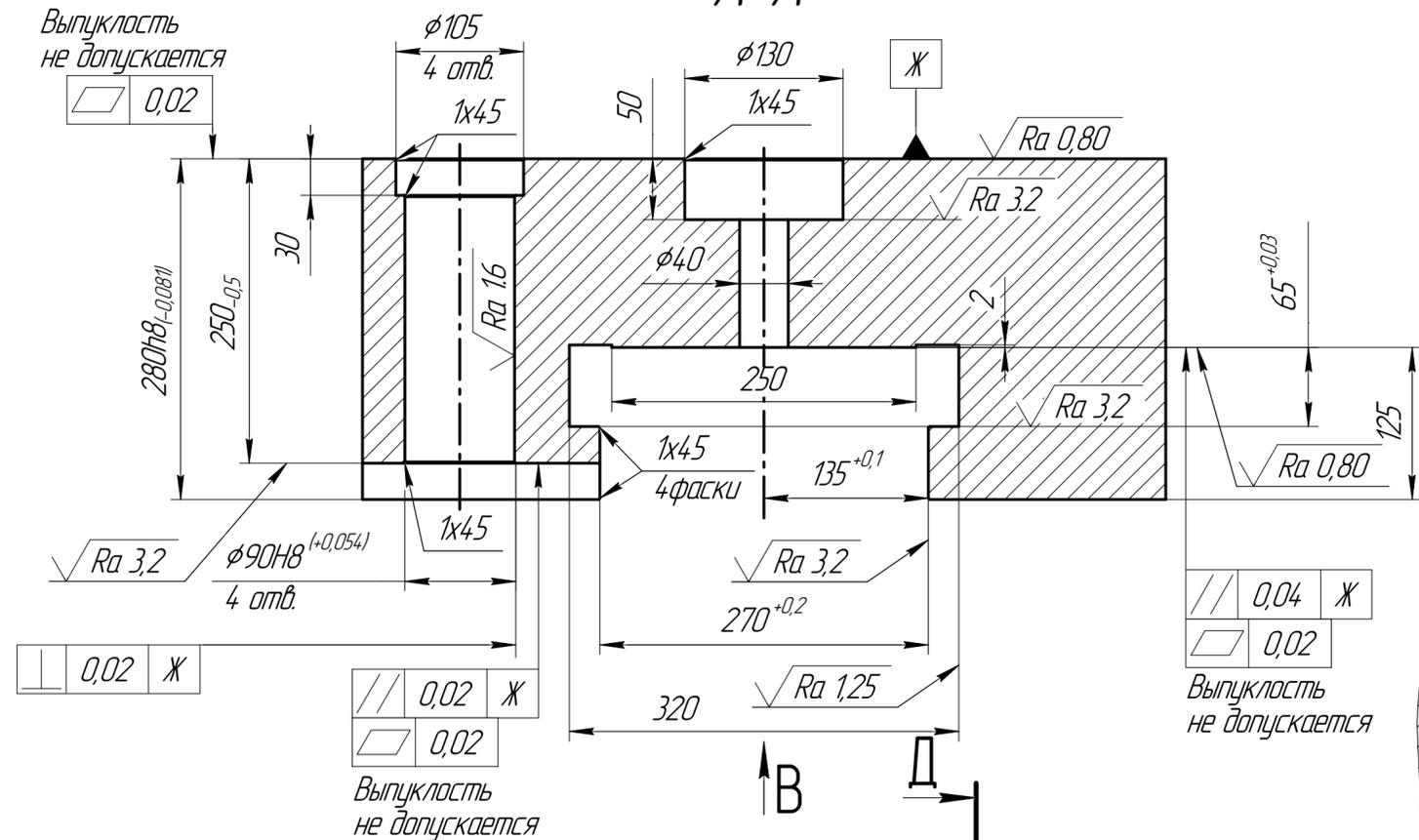


## **Приложение Б**

(обязательное)

Чертеж детали «Плита нижняя»

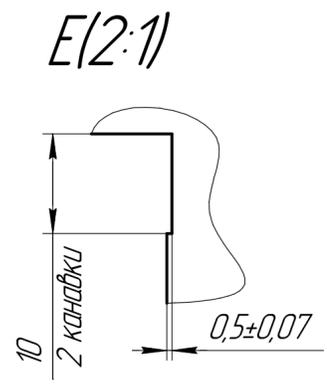
√ Ra 6,3 (✓)



0,04 Ж  
0,02  
Выпуклость не допускается

0,02 Ж  
0,02  
Выпуклость не допускается

1. Гр IV КП395 ГОСТ 8479-70.
2. Параллельность осей отверстий φ90H8 относительно друг друга обеспечить технологически.
3. Острые кромки притупить фаской 0,5x45°.
4. Покрытие поверхностей 3 эмаль НЦ132 золотисто-желтый ГОСТ 6631-74, IV У1
5. Маркировать обозначение чертежа и клеить на бирке.
6. Н14; h14; ± 2°.



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.					у	675	1:4
Проб.					Лист	Листов	1
Т.контр.							
Н.контр.							
Утв.							

**Плита нижняя**  
Стал 45 ГОСТ 1050-88

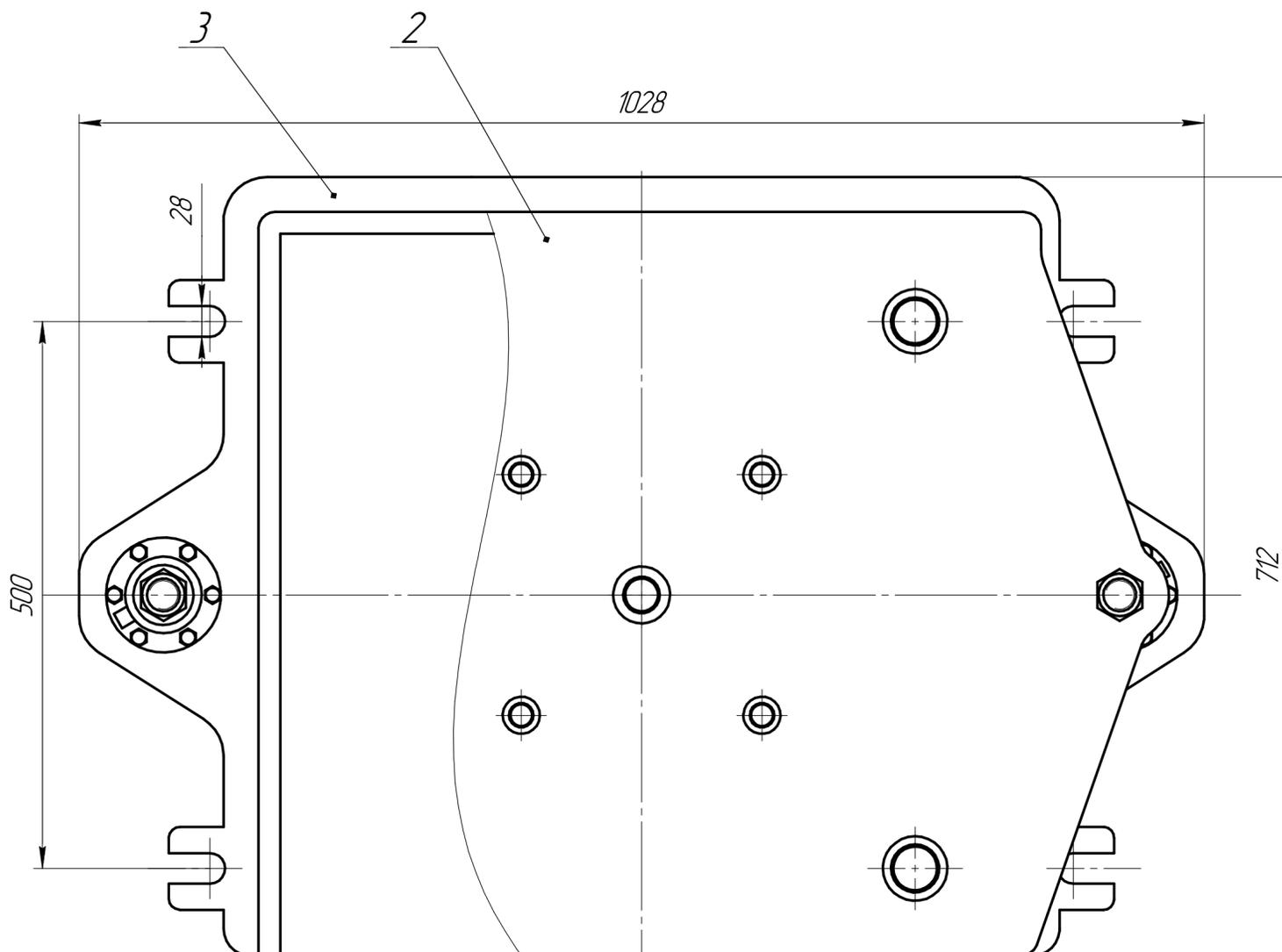
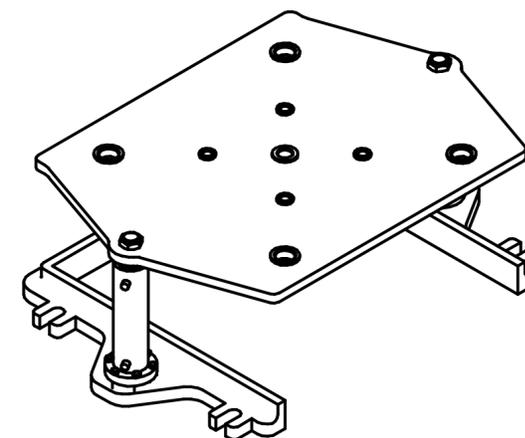
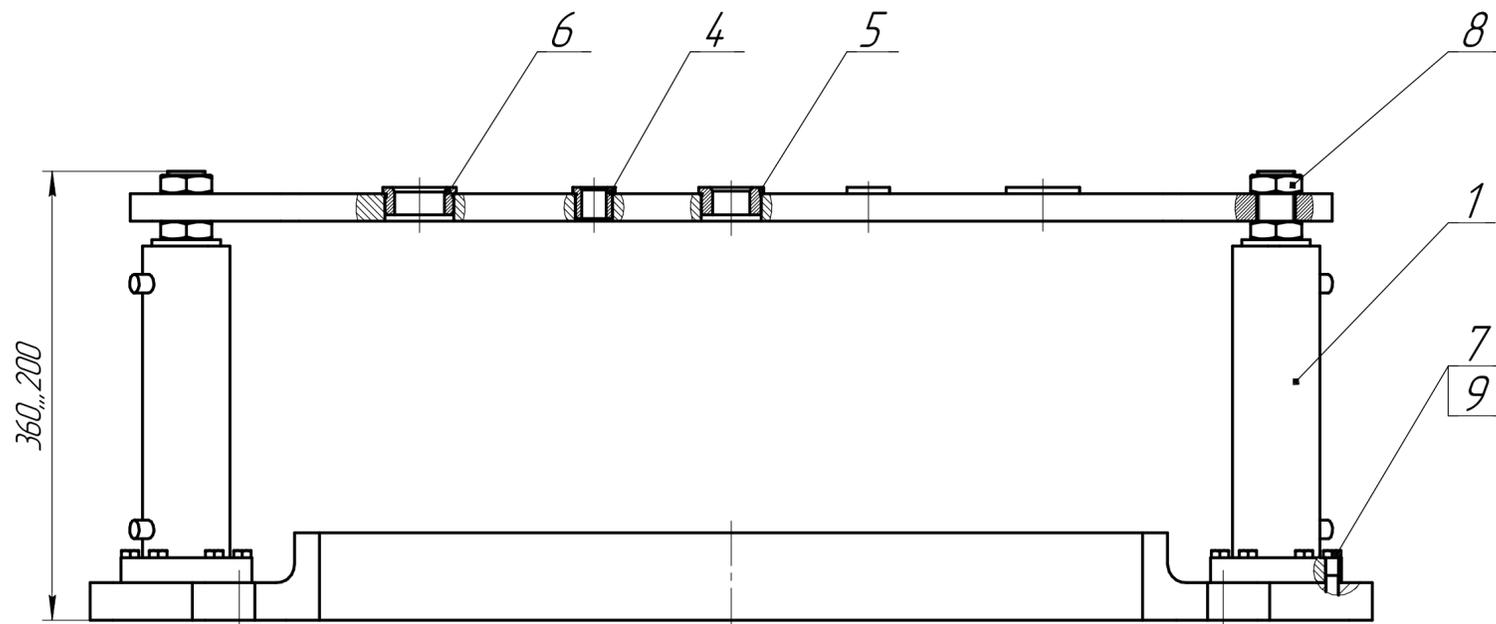
Копировал \_\_\_\_\_ Формат А2

Перв. примен.  
Справ. №  
Инд. № подл.  
Взам. инв. №  
Инд. № дробл.  
Подп. и дата

## **Приложение В**

(обязательное)

Сборочный чертеж «Кондуктор прижимной»



*Технические характеристики*

- 1 Минимальное усилие прижима 13кН.
- 2 Размер зажимаемой детали □ 660мм.

*Технические требования*

- 1 Перед началом работы после монтажа удалить воздух из гидросистемы.
- 2 Номинальное давление гидросистемы 16 МПа.
- 3 Максимальное давление гидросистемы 20 МПа.
- 4 Температура рабочей жидкости -10°С +60°С.
- 5 Класс вязкости рабочей жидкости по ISO 46.

Изм. №				
подл.	добр.	добр.	добр.	добр.
Изм. №				
добр.	добр.	добр.	добр.	добр.
Изм. №				
добр.	добр.	добр.	добр.	добр.
Изм. №				
добр.	добр.	добр.	добр.	добр.

				<b>ИШНПТ-1017.00.00.00.СБ</b>			
Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<b>Кондуктор прижимной</b>	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Беккузин С.А.					165,84	1:4
Проб.	Ефременков Е.А.				Лист	Листов	1
Т.контр.					ТТУ ИШНПТ Группа 4А51		
Н.контр.					Формат А2		
Утв.					Копировал		

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
<i>Документация</i>							
A4			ИШНПТ-1017.00.00.00 ПЗ	Пояснительная записка	1		
A2			ИШНПТ-1017.00.00.00.СБ	Сборочный чертеж	1		
<i>Сборочные единицы</i>							
Б4	1		ИШНПТ-1017.00.01.00.	Гидроцилиндр АВА	2		
<i>Детали</i>							
Б4	4		ИШНПТ-1017.00.00.01.	Кондуктор	1		
Б4	5		ИШНПТ-1017.00.00.02.	Рама	1		
Б4	6		ИШНПТ-1017.00.00.03.	Втулка кондукторная 20	4		
Б4	7		ИШНПТ-1017.00.00.04.	Втулка кондукторная 30	1		
Б4	8		ИШНПТ-1017.00.00.05.	Втулка кондукторная 40	4		
<i>Стандартные изделия</i>							
		11		Болт М10-40 ГОСТ 15591-70	12		
		8		Гайка М30х2 ГОСТ 15522-70	4		
		9		Шайба 10 ГОСТ 11371-78	12		
<b>ИШНПТ-1017.00.00.00.</b>							
			Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
			Разрад.	Бекюзин О.А.			
			Пров.	Ефременков Е.А.			
			Н.контр.				
			Утв.				
				<b>Кондуктор прижимной</b>			
				Лит.	Лист	Листов	
						1	
				ТТУ ИШНПТ Группа 4А51			

## **Приложение Г**

(обязательное)

Календарный план-график проведения НИОКР

Таблица Г1 – Календарный план-график проведения НИОКР

№	Вид работ	Исполнители	тожѐ	Продолжительность выполнения работ																	
				февр.			март			апрель			май			июнь					
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель, Студентдипломник	1	■																	
2	Подбор и изучение материалов по теме	Руководитель темы, Студентдипломник	8,2		■																
3	Составление маршрута техпроцесса	Студентдипломник	16,8			■	■														
4	Расчет припусков	Студентдипломник	9,8				■	■													
5	Выбор средств технологического оснащения	Студентдипломник	4					■	■												
6	Расчет режимов резания	Студентдипломник	8,2					■	■												
7	Нормирование переходов	Студентдипломник	98,2					■	■	■											
8	Проектирование технологических операций	Студентдипломник	8,2						■	■											
9	Размерный анализ	Студентдипломник	8,2							■	■										
10	Разработка управляющих программ	Студентдипломник	2,8								■	■									
11	Проектирование приспособления	Руководитель, Студентдипломник	5,8									■	■								
12	Разработка карт наладок	Руководитель, Студентдипломник	9,8										■	■							
13	Разработка комплекта технологической документации	Студентдипломник	9,8														■	■			
14	Составление пояснительной записки и технологической документации	Студентдипломник	8,2															■			
																			студент-дипломник, руководитель студент-дипломник		