

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

Школа Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение
 ООП/ОПОП Оборудование и высокоэффективные технологии в автоматизированном
 машиностроительном производстве
 Отделение школы (НОЦ) отделение машиностроения

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы
<i>Технологическая подготовка производства детали «Стойка» на станках с ЧПУ</i>

УДК 621.81-2-043.61

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А92	Енин Денис Сергеевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<i>Доцент</i>	Лысак И.А.	к.т.н		

Консультант (при наличии)

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<i>Доцент</i>	Кашук И.В.	к.т.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<i>Старший преподаватель</i>	Черемискина М.С.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП/ОПОП, должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<i>Доцент</i>	Ефременков Е.А.	к.т.н.		

Томск – 2023 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП/ОПОП
Оборудование и высокоэффективные технологии в автоматизированном
машиностроительном производстве

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально- историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
УК(У)-9	Способен проявлять предприимчивость в профессиональной деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Умеет использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
ОПК(У)-2	Осознает сущности и значения информации в развитии современного общества
ОПК(У)-3	Владеет основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации
ОПК(У)-4	Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
ДОПК(У)-1	Способен разрабатывать и оформлять конструкторскую документацию в соответствии со стандартами и с учетом технических и эксплуатационных характеристик деталей и узлов изделий
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	Способен обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления; умением контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий

ПК(У)-2	Способен разрабатывать технологическую и производственную документацию с использованием современных инструментальных средств
ПК(У)-3	Способен обеспечивать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования; умением осваивать вводимое оборудование
ПК(У)-4	Способен участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции
ПК(У)-5	Умеет проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт оборудования
ПК(У)-6	Умеет проводить мероприятия по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, контролировать соблюдение экологической безопасности проводимых работ
ПК(У)-7	Умеет выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения
ПК(У)-8	Умеет применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий
ПК(У)-9	Способен к метрологическому обеспечению технологических процессов, к использованию типовых методов контроля качества выпускаемой продукции
ПК(У)-10	Умеет учитывать технические и эксплуатационные параметры деталей и узлов изделий машиностроения при их проектировании
ПК(У)-11	Умеет использовать стандартные средства автоматизации при проектировании деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями
ПК(У)-12	Способен оформлять законченные конструкторские документы в соответствии со стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам
ПК(У)-16	Способен к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки
ПК(У)-17	Умеет обеспечивать моделирование технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов

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

Школа Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление подготовки (ООП/ОПОП) 15.03.01 Машиностроение
 Отделение школы (НОЦ) отделение машиностроения

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП/ОПОП
 _____ Ефременков Е.А.
 (Подпись) (Дата) (ФИО)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
4А92	Енин Денис Сергеевич

Тема работы:

<i>Технологическая подготовка производства детали «Стойка» на станках с ЧПУ</i>
<i>Утверждена приказом директора (дата, номер)</i>

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:	05.06.2023
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к функционированию (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.)</i>	1. Чертёж детали “Стойка” 2. Тип производства: мелкосерийный
Перечень разделов пояснительной записки подлежащих исследованию, проектированию и разработке <i>(аналитический обзор литературных источников с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе)</i>	1. Проектирование технологического процесса изготовления детали 2. Социальная ответственность 3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсоснабжение
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1. Чертёж детали 2. Технологические карты 3. Карты наладки 4. Сборочный чертёж приспособления
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсоснабжение	Кашук И.В.
Социальная ответственность	Черемискина М.С.

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	30.11.2022
--	------------

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Лысак И.А.	К.Т.Н		31.11.22

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А92	Енин Денис Сергеевич		31.11.22

Содержание:

Реферат	8
Введение	9
1 Проектирование технологического процесса изготовления детали	11
1.1 Анализ технологичности конструкции детали	11
1.2 Способ получения заготовки	13
1.3 Технология производства детали стойка	14
1.4 Расчет припусков на обработку	22
1.5 Выбор средств технологического оснащения	26
1.6 Выбор и расчет режимов резания	38
1.7 Размерный анализ технологического процесса	46
1.8 Разработка управляющей программ (УП) для станка с ЧПУ	51
2 Проектирование средств технологического оснащения	52
2.1 Принцип действия приспособления	52
2.2 Расчет сил резания при фрезеровании	53
2.3 Расчет усилия зажима заготовки	53
2.4 Расчет станочного приспособления на точность	55
3 Раздел социальная ответственность	60
3.1 Введение	60
3.2 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации	61
3.3 Производственная безопасность	63
3.4 Анализ вредных факторов рабочей зоны	65
3.5 Опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током	68
3.6 Экологическая безопасность	70
3.7 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	71
3.8 Вывод по разделу	73
3.9 Заключение по разделу	74

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	77
4.1 Введение	77
4.2 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	78
4.3 SWOT-анализ	84
4.4 Планирование проекта по разработке установки	90
4.5 Определение трудоемкости выполнения работ	92
4.6 Разработка графика проведения научного исследования	94
4.7 Бюджет проектной разработки	96
4.8 Расчет материальных затрат проекта	97
4.9 Расчет амортизации специального оборудования	98
4.10 Основная заработная плата исполнителей темы	100
4.11 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	105
4.12 Накладные расходы	106
4.13 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	107
Вывод по разделу	112
Заключение	113
Список литературы	114
Приложение	117

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит в себе 116 страниц, 12 рисунков, 27 таблиц, 21 литературных источников.

Ключевые слова: СТОЙКА, ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, СТАНОК, ЧИСЛОВОЕ ПРОГРАММНОЕ УПРАВЛЕНИЕ, ПРИСПОСОБЛЕНИЕ, МАШИНОСТРОЕНИЕ.

Объектом исследования является деталь типа «Стойка».

Цель работы - технологическая подготовка производства детали «Стойка» на станках с ЧПУ.

В процессе работы был проведен анализ технологичности детали в ходе, которого выявлены ее достоинства и недостатки. Так же был спроектирован технологический маршрут и операции, проведен расчет минимальных припусков на механообработку и режимов резания. Далее были подобраны средства технологического оснащения, включающие в себя станки с числовым программным управлением (ЧПУ) для которых разработаны управляющие программы и карты наладок. Для автоматизации производства детали спроектирован специальное приспособление.

В разделе финансового менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения приведены расчеты затрат на проектирование данного технологического процесса изготовления детали.

При написании раздела социальной ответственности были рассмотрены вероятные вредные и опасные производственные факторы, которые могут возникнуть на проектируемом производстве, а также способы их ликвидации или уменьшения их влияния на организм рабочих.

Введение

В современном высокотехнологичном обществе важную роль в жизни каждого человека играют технологии. Они внедрились в нашу жизнь, будучи незаменимым спутником в хозяйстве, быту, производстве и остальных сферах жизни человека. Но никто не задумывается, как же производят все те технологии, которые стали необходимы в нашей жизни? Какие сложности испытывают люди, производящие и контролирующие производство тех или иных машин? Как и за сколько времени детали проходят производственный цикл от изначальной задумки, до встраивания в конечную деталь или механизм? На все эти вопросы я постараюсь ответить в курсовой работе по предмету “Технология автоматизированного производства”.

Современное производство представляет собой слаженный механизм, с помощью которого происходит разработка механизмов, конструирование машин и их деталей, нормирование всех процессов, протекающих на производстве, создание необходимых условий труда, позволяющих комфортно работать, не принося вреда здоровью, создание технологических маршрутов обработки детали, непосредственно, само производство деталей, с необходимыми условиями производства, обеспечивающими нужную точность размеров, необходимые эксплуатационные свойства, качество поверхности и т.д.

В высоко конкурентной предпрятиям необходимо совершенствовать производство, модернизировать детали и использовать передовое оборудование, чтобы оставаться конкурентноспособным. Для того, чтобы начать производить и выпускать данную продукцию необходимо произвести несколько операций, без которых выпуск детали не буде возможен: создание конструкторской документации, включающей в себя 3D модель детали, её чертёж и остальные документы, содержащие информация о детали, создание технологической документации, включающей в себя полное описание технологического процесса, которая должна пройти заготовка, до превращения её в полноценную деталь. Эти два пункта являются основополагающими для

производства качественных деталей, с нужными физическими свойствами и необходимыми функциями.

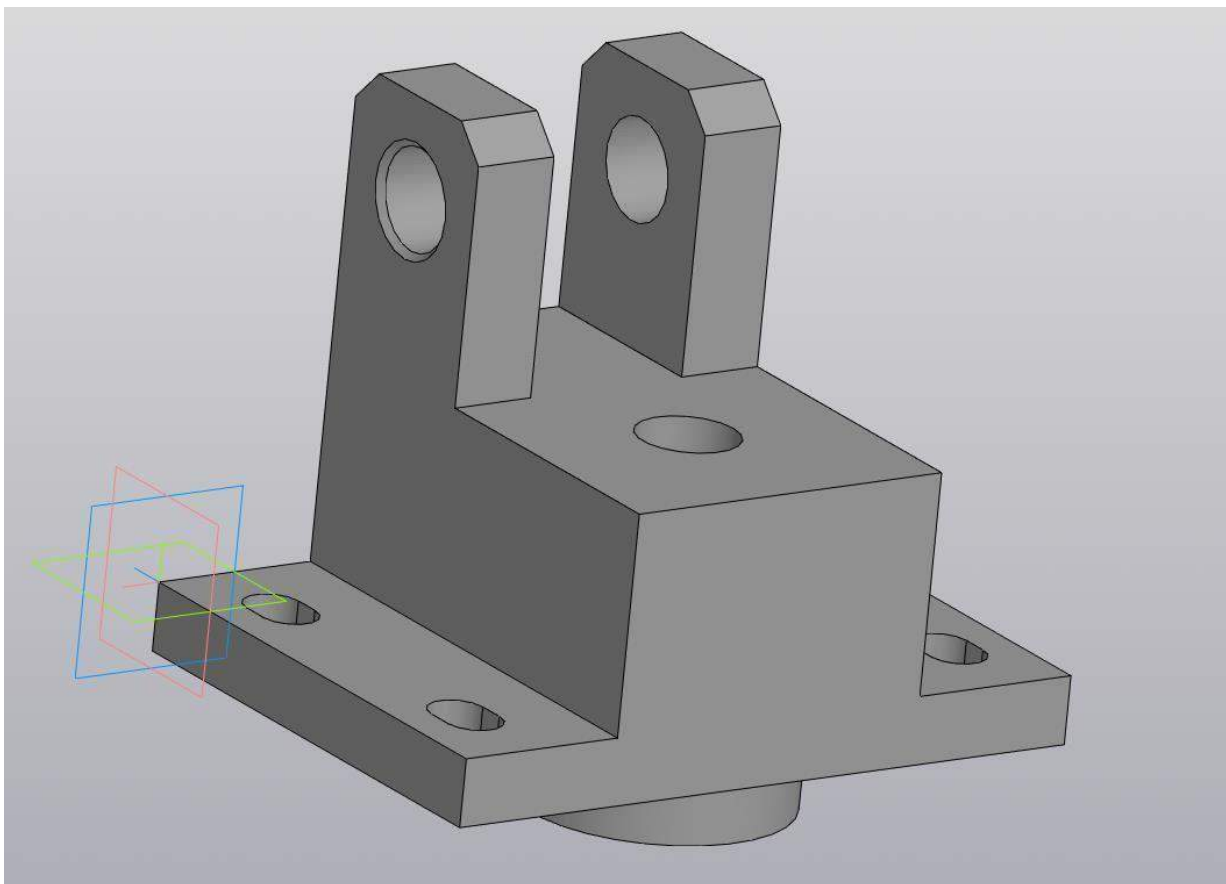
Для улучшения экономической стороны детали и получения необходимых допусков отклонений размеров и посадок, которые зачастую имеют высокую точность, необходимо следить за тенденциями, наблюдающимися на рынке производства станков, необходимой осанки и режущего инструмента. В наше время огромным спросом пользуются станки с ЧПУ (числовым программным управлением). Они имеют более высокую производственную мобильность, наибольшую экономическую выгоду, высокое качество поверхности и точность изготовления.

Одной из самых важных этапов производства является технологическая подготовка производства детали, что и представлено в курсовой работе по предмету “технология автоматизированного производства”, на примере детали “Стойка”. В ходе выполнения данной работы был произведён полный расчёт параметров, необходимых соблюдать при производстве детали “Стойка”, также разработан технологический процесс и необходимая технологическая документация, кроме этого написана управляющая программа для станка с ЧПУ.

1 Проектирование технологического процесса изготовления детали

1.1. Анализ технологичности конструкции детали

Деталь – стойка на рисунке 1.1 представляет собой призматическое тело. Предназначена для фиксирования положение тела относительно общей плоскости.



Деталь является достаточно жёсткой. Ко всем обрабатываемым поверхностям имеется свободный доступ инструмента. Деталь имеет поверхность, которая может быть использована для её базирования и закрепления. Необходимо произвести стабилизацию размеров детали.

Требования к шероховатости некоторых поверхностей Ra 1,6 может быть выдержана при чистовой фрезерной или шлифовальной обработки. Шероховатость основной поверхности составляет Ra 6,3, и может быть выдержана при чистовой обработки на фрезерном станке.

Деталь имеет размеры, некоторые из которых необходимо выполнить по 14 квалитету точности, а некоторые и вовсе имеют 10 и 8 квалитет. Деталь изготовлена из заготовки в форме параллелепипеда из материала Сталь 20. Относится к группе качественных низкоуглеродистых сталей 12-20. Основное их назначение изготовление

элементов конструкций и деталей, которые не ответственные, малонагруженные, в последствии цементируемые. Обрабатываются резанием, холодной штамповкой, сложной вытяжкой.

Имеются фаски, к которым есть свободный доступ и присутствуют их корректные размеры. Присутствие цилиндрических отверстий с основанием в форме эллипса затрудняет изготовление детали, но их вполне можно изготовить на фрезерных станках с ЧПУ.

Также присутствует допуск симметричности оси отверстий относительно общей плоскости и равен 0,05 мм. Эту симметричность вполне можно получить на станке с ЧПУ.

Химический состав данной марки стали включает в себя:

1. Углерод (0,2%). От этого компонента зависит прочность и твердость сплава. Чем его больше, тем выше эти показатели, но в то же время пластичность снижается.
2. Марганец (0,6%). Это сильный раскислитель. При его добавлении количество серы в составе уменьшается. Повышает показатель прочности, износостойкости на поверхности структуры сплава. Улучшает ковку, сварку металла.
3. Кремний (0,35%). Сильный раскислитель. Его добавляют для снижения содержания азота, кислорода и водорода. Это уменьшает количество пор, поглощающих газ, которые негативно влияют на прочность.
4. Медь (0,3%), хром (0,2%), никель (0,3%). Эти компоненты необходимы для повышения стойкости к образованию ржавчины, повышения механической стойкости.
5. Сера (0,04%), фосфор (0,035%). Вредные компоненты, ухудшающие его технические характеристики, свойства. В марке этой стали находится малое количество снижающих качество примесей, таких как сера и фосфор, но при этом высокий процент марганца и кремния, что наоборот увеличивает качество стали и увеличивает показатели прочности.

Кроме того, процентное содержание углерода напрямую влияет на обрабатываемость материала. С увеличением содержания углерода повышается механическая прочность стали и, как следствие, повышается ее стойкость к резанию, но увеличивается шероховатость поверхности. При обработке стали с низким содержанием углерода (0,1...0,25%) достигается наилучшая шероховатость поверхности. Кроме того, высокое содержание марганца в стали (0,2—0,9% С; 14-22% Mn), легированной хромом, способствует

снижению коэффициента теплового расширения и повышению обрабатываемости резанием. Фосфор, сера, свинец используются как присадки, улучшающие обрабатываемость. Содержание кремния во всех случаях ухудшает обрабатываемость сталей из-за образования силикатных абразивных включений. При увеличении содержания меди наблюдается негативное влияние на качество поверхности стали при ее горячей обработке. Но при содержании меди более 0,20% наблюдается повышение стойкости к атмосферной коррозии, а также улучшение прочностных свойств легированных и низколегированных сталей.

Исходя из выше сказанного, деталь является технологичной. Данную деталь стоит обрабатывать на станках с ЧПУ.

1.2. Способ получения заготовки

В этом разделе произведётся выбор способа получения заготовки детали. Способ получения заготовки не напрямую влияет на эксплуатационные свойства детали, получаемые размеры и способы обработки, используемые на всех этапах дальнейшего производства. Существуют несколько критериев заготовки, которыми следует оперировать при её выборе. Самым первым является выбор материала, из которого будет произведена деталь. Вторым, но не менее важным, являются размеры и сами способы получения заготовки, будь то отливка, прокат, штамповка и т.д.

Основными факторами выбора заготовки являются: чертёж детали, анализе её служебного назначения, технические требования, величина серии, технологическое оснащения производства, экономичности изготовления и количественной величины производства.

Есть несколько способов получения заготовки: литье, штамповка, сортовой прокат и др. Проанализировав чертёж можно сказать, что делать имеет достаточно непростую форму, но достигаемую при обработке на фрезерном станке. И не маленький габариты, но вполне вписывающиеся в размеры проката. Наиболее экономичными способами получения заготовки являются – литье и прокат. Эти способы мы и рассмотрим. Наиболее оптимальный вариант определяется сравнительным технико-экономическим анализом. Чем больше заготовка приближена к форме и размерам готовой детали.

Формула для определения коэффициента

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

Где Q – масса заготовки, кг;

q – масса изготовленной детали, кг;

Рассмотрим два наиболее распространенных и дешёвых варианта получения детали “Стойка”

1) Получение заготовки методом литья.

Заготовки, полученные методом литья, часто имеют форму, наиболее приближенную к будущей детали. Но они требуют специального оборудования и имеют различные напуски.

2) Прокатка - это обработка металла, при которой материал подвергается повышенному давлению. Прежде чем попасть под ролики, он подвергается термической обработке. Под воздействием высокой температуры металл становится более податливым, что позволяет изготавливать из него изделия различных размеров и форм. С помощью этой технологической операции получают трубы, листы, балки, фитинги, стержни, швеллеры, уголки

КИМ литья:

$$K = \frac{q}{Q} = \frac{12.3}{15} = 0.82$$

КИМ проката:

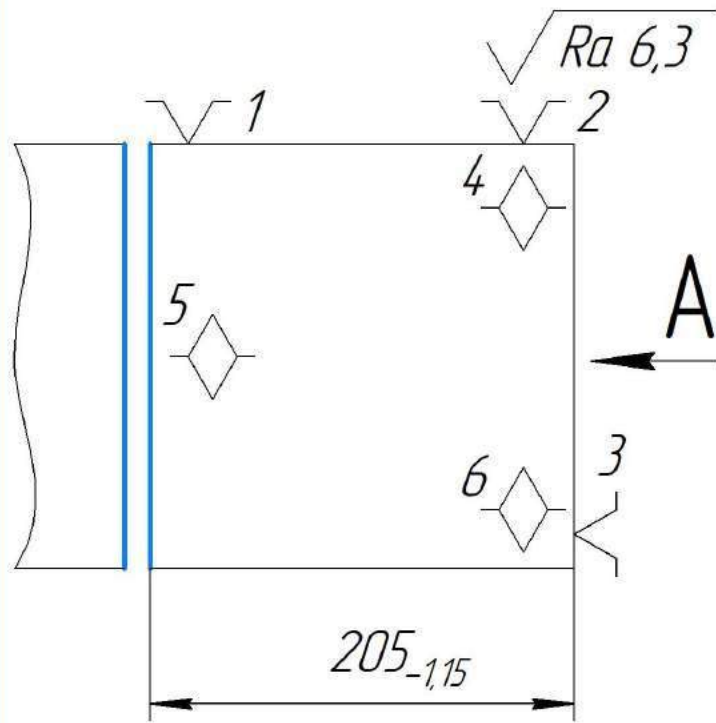
$$K = \frac{q}{Q} = \frac{12.3}{64.37} = 0.191$$

Все поверхности детали “Стойка” обрабатываются путем удаления стружки. Материал Сталь 20, из которого изготовлена деталь, поставляется в виде прессованных полуфабрикатов и прутков. Исходя из вышеизложенного, в качестве заготовки используется прессованный стержень квадратного сечения с длинной стороной 200 мм, полученный по ГОСТ 2591-2006. Получение такой заготовки - один из самых простых, дешевых и распространенных процессов.

1.3 Технология производства детали стойка

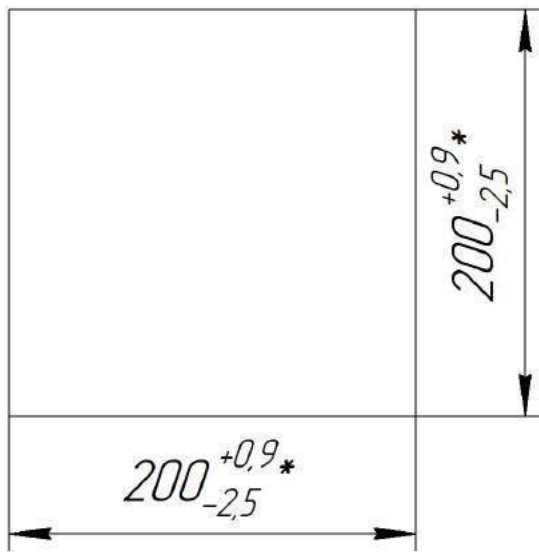
Эскиз

Описание



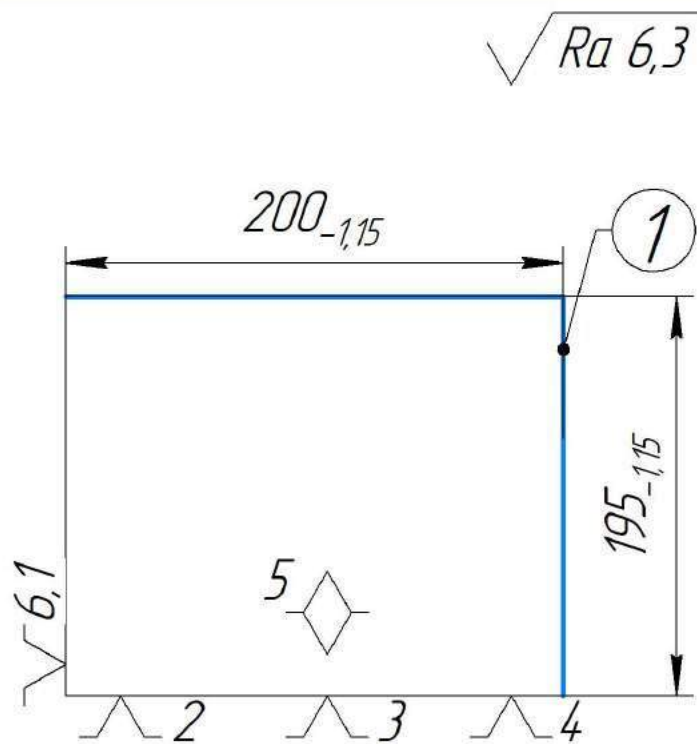
005 Заготовительная
 А. Установить заготовку на
 отрезной станок
 1. Отрезать заготовку в размер
 $205_{-1,15}$ мм

Вид А



*Размеры для справок

Эскиз



Описание

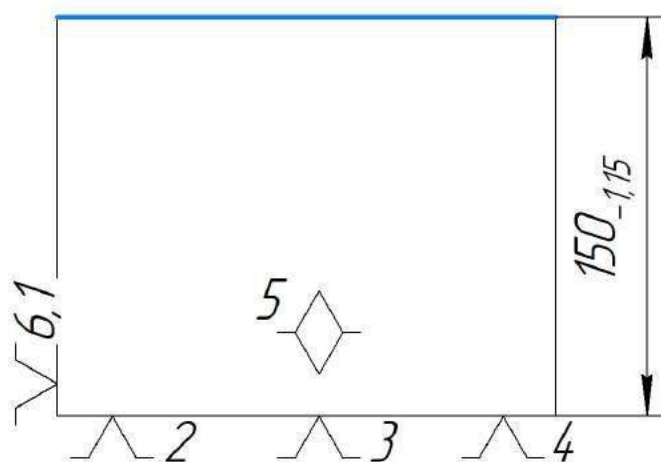
010 Фрезерная

А) Установить заготовку в тиски
Базы: основание и 2 стороны

1. Фрезеровать поверхности
выдерживая размер $195_{-1,15}$

2. Фрезеровать поверхность 1
выдерживая размер $200_{-1,15}$

$\sqrt{Ra\ 6,3}$

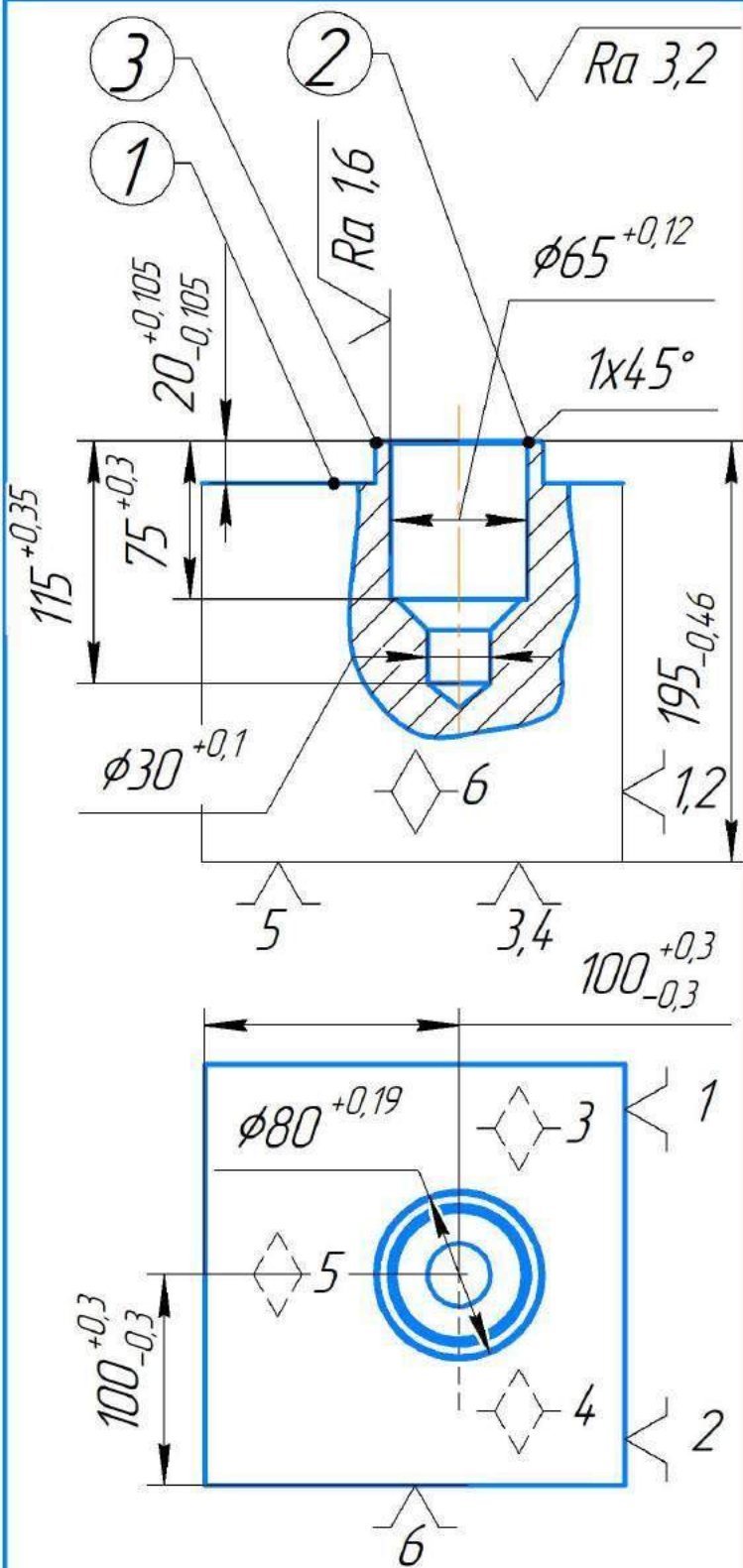


Б) Установить заготовку в тиски
База: основание и 2 стороны

1. Фрезеровать поверхность
выдерживая размер $150_{-1,15}$

Эскиз

Описание



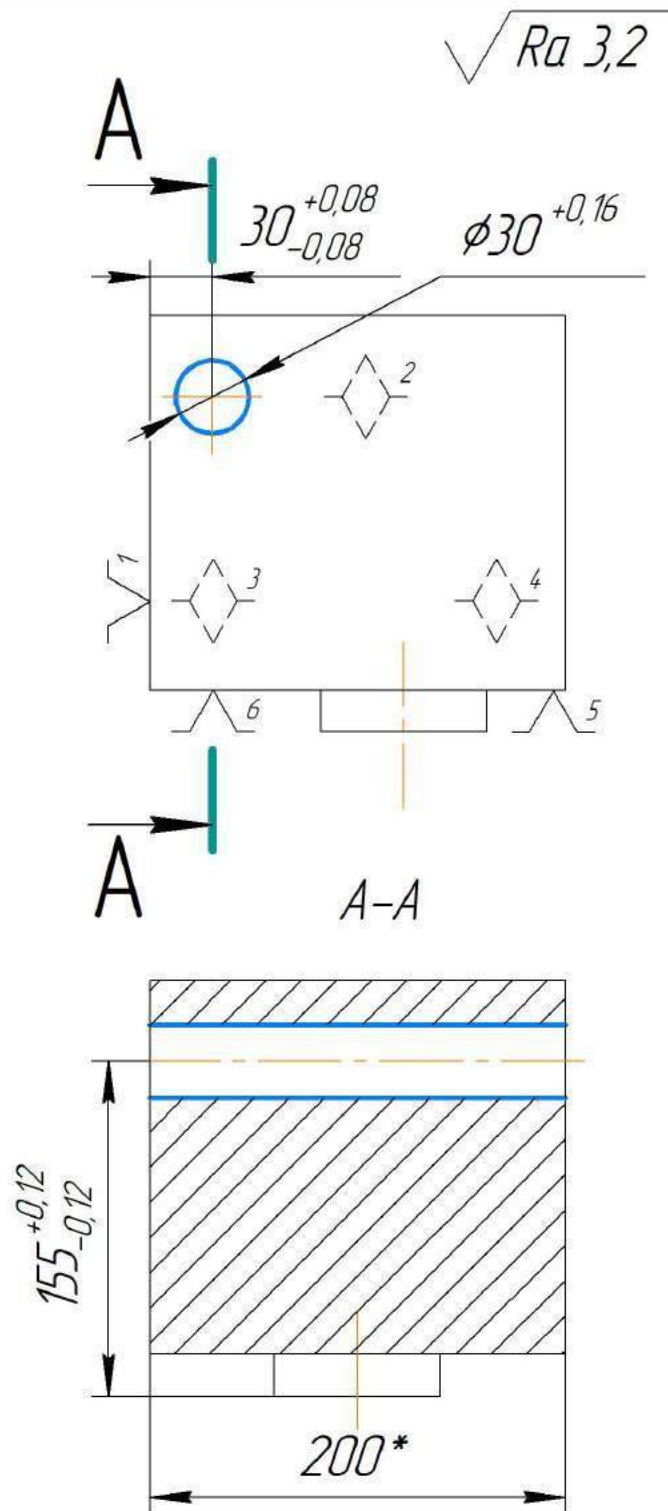
- 015 Фрезерная с ЧПУ
 А. Установить заготовку в тиски
 Базы: 2 стороны и плоскость 1.
 1. Фрезеровать поверхность, выдерживая размер $195_{-0,46}$
 2. Центровать отверстие $\phi 5$ по эскизу
 3. Сверлить отверстие $\phi 15^{+0,18}$ мм, на глубину $115^{+0,35}$ мм.
 3. Сверлить отверстие $\phi 28^{+0,28}$ мм, на глубину $115^{+0,35}$ мм
 4. Зенкеровать отверстие $\phi 30^{+0,1}$ мм на глубину $115^{+0,35}$ мм
 5. Сверлить отверстие $\phi 40^{+0,25}$ мм, на глубину $75^{+0,3}$ мм
 6. Сверлить отверстие $\phi 62^{+0,3}$ мм, на глубину $75^{+0,3}$ мм
 7. Зенкеровать отверстие в размер $\phi 65^{+0,12}$ мм на глубину $75^{+0,3}$ мм
 8. Фрезеровать поверхность 1 выдерживая размер $20_{-0,105}^{+0,105}$
 10. Зенкеровать фаску 2 в размер $1 \times 45^\circ$
 11. Фрезеровать фаску 3 в размер $1 \times 45^\circ$

020 Слесарная

1. Снять зусенцы после фрезерования

025 Контрольная

Контролировать размеры полученные на операции 015



*Размеры для справок

030 Сверлильная

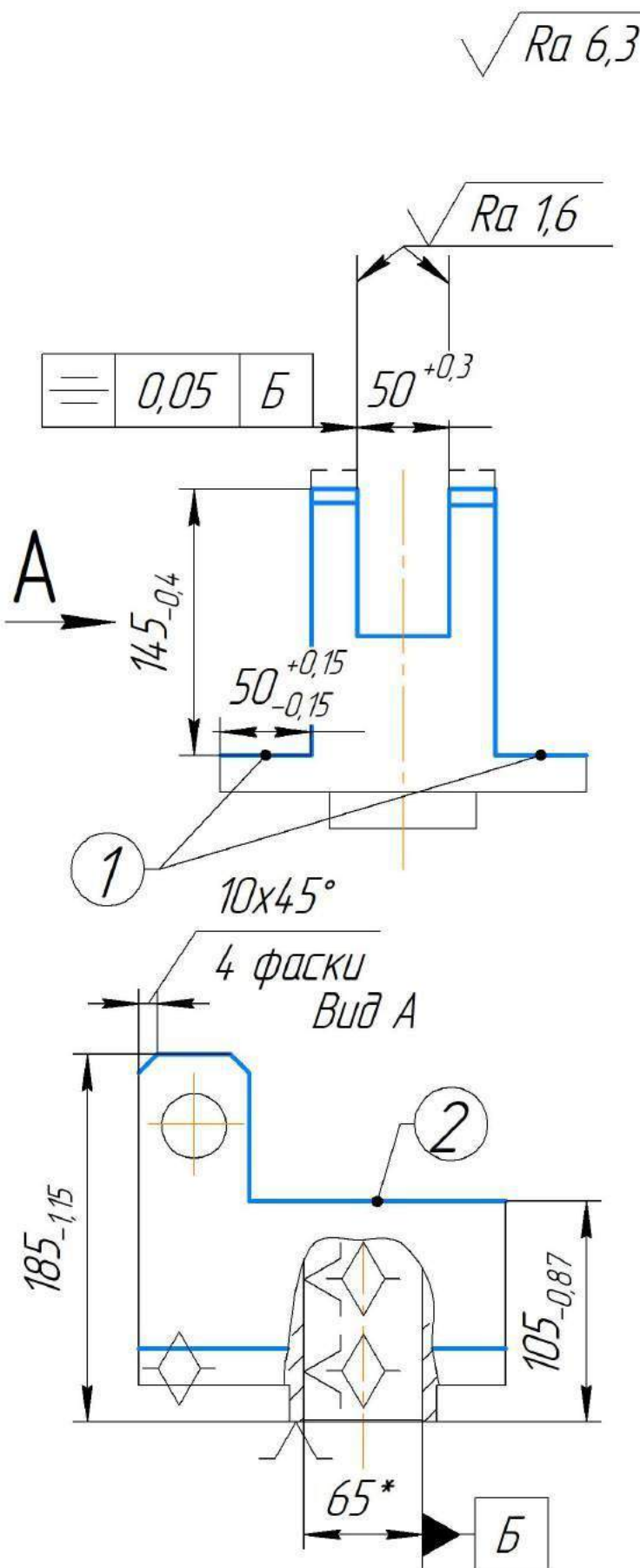
А. Установить заготовку в тиски
 Базы: 2 стороны и плоскость
 1. Центровать отверстие $\phi 5$ мм
 по чертежу.

2. Сверлить сквозное отверстие
 по эскизу в размер $\phi 28^{+0,21}$ мм
 на глубину 200

3. Зенкеровать отверстие в
 размер $\phi 30^{+0,16}$ мм

035 Слесарная

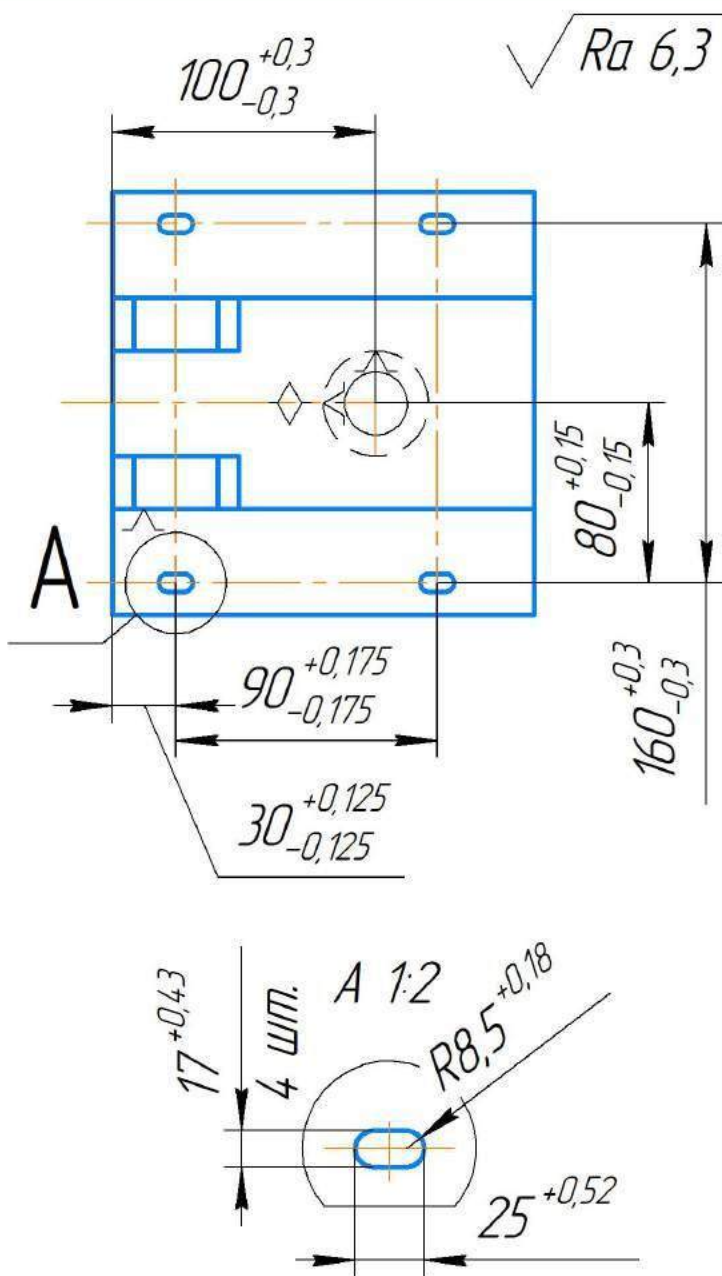
1. Снять заусенцы полученные при сверлении



- 040 Фрезерная с ЧПУ
- А) Установить заготовку в разжимную оправку
- Базы: внутренняя поверхность отверстия, основание и сторона
1. Фрезеровать поверхность выдерживая размер $185_{-1,15}$
 2. Фрезеровать поверхности 1 выдерживая размер $50^{+0,15}_{-0,15}$ мм на глубину $145_{-0,4}$ мм
 3. Фрезеровать поверхность 2 выдерживая размер $105_{-0,87}$ мм
 4. Фрезеровать 4 фаски в размер $10 \times 45^\circ$
 5. Фрезеровать паз, выдерживая размер $50^{+0,3}$ мм и $105_{-0,35}$

Эскиз

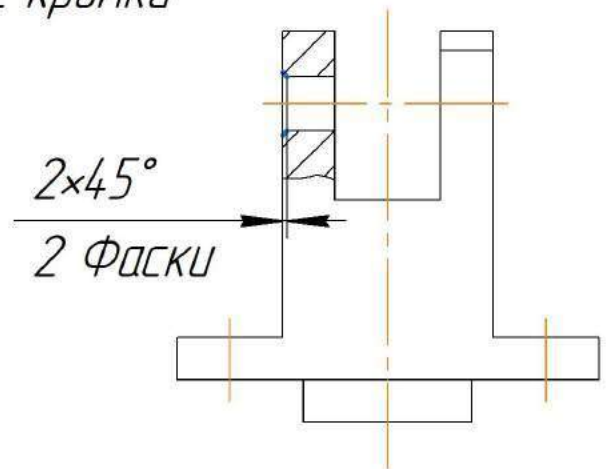
Описание



5. Сверлить 4 отверстия $\phi 15$ по эскизу
6. Расфрезеровать отверстия выдерживая размеры $25^{+0,52}$ мм, $17^{+0,43}$ и $R8,5^{+0,18}$ по эскизу

045 Слесарная

1. Снять заусенцы, притупить острые кромки
2. Снять 2 фаски $2 \times 45^\circ$



Эскиз

Описание

050 Промывочная

1. Промыть деталь по ТТП 01279 - 00001

055 Консервация

1. Консервировать деталь по ТТП 60270 - 00001

1.4. Расчёт припуска на обработку

При проектировании технологического процесса механической обработки необходимо рассчитать и выбрать припуски, обеспечивающие необходимую точность получаемой детали и шероховатость поверхностей. Также расчёт минимальных припусков ведёт к уменьшению затрат на производство, а, следовательно, к уменьшению конечной стоимости детали.

Припуск на обработку - это слой материала, удаляемый с поверхности заготовки для придания заданной формы и свойств обрабатываемой поверхности.

В этом разделе вычисляют минимальный припуск с помощью расчётно-аналитического метода, с учётом всех факторов, влияющих на рост величины припуска. Он определяется уменьшением дефектного слоя обработанной поверхности, который был получен на предыдущем переходе. Также в расчёт минимального припуска входят: погрешность закрепления заготовки; погрешность расположения обрабатываемой поверхности, относительно технологических баз; пространственные отклонения обрабатываемой поверхности и т.д.

Минимальный припуск на обработку наружной и внутренних цилиндрических поверхностей находится по формуле:

$$z_{i \min} = 2 [(R_z + h)_{i-1} + \sqrt{p_{zi-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}]$$

Припуск односторонний минимальный:

$$z_{i \min} = (R_z + h)_{i-1} + p_{zi-1}$$

Здесь R_{zi-1} – шероховатость, достигаемая на предыдущем переходе; h_{i-1} – глубина дефектного слоя на предыдущем переходе; p_{zi-1} – пространственное отклонения обработанной поверхности на предыдущем переходе; ε_{yi} - погрешность заготовки на выполняемом переходе (не включается в припуск при обработке плоскости)

Рассчитаем минимальный припуск для размера **Ø65H10**

Для обработки поверхностей, получаемых путём вращения необходимо рассчитать p_{zi-1} , который состоит из $p_{\phi i-1}$ и p_{ri-1} . Это векторные величины и наиболее вероятное их

расположение является перпендикулярным друг к другу, что означает, что суммироваться они будут по теореме Пифагора.

$$p_{zi-1} = \sqrt{p_{\phi i-1}^2 + p_{pi-1}^2}$$

$p_{\phi i-1}$ - погрешность формы на предыдущем переходе;

p_{pi-1} - погрешность расположения обработанной поверхности относительно технологических баз на предыдущем переходе.

p_{ϕ} и p_p берем из таблицы, для сверления, они будут равны 30 и 100 соответственно, тогда

$$p_z = \sqrt{p_{\phi}^2 + p_p^2} = \sqrt{30^2 + 100^2} = 104,4 \text{ мкм}$$

p_{ϕ} и p_p берем из таблицы, для зенкерования, они будут равны 15 и 15 соответственно, тогда

$$p_z = \sqrt{p_{\phi}^2 + p_p^2} = \sqrt{15^2 + 15^2} = 21,2 \text{ мкм}$$

Значения R_z , h , E , мы берём из источника и подставляем в таблицу

Рассчитываем припуск на диаметр при обработке поверхности путём вращения

$$z_{i \min} = 2(R_z + h)_{i-1} + p_{zi-1}$$

$$z_{2 \min} = 2(100 + 70) + 104,4 = 404,4 \text{ мкм}$$

$$z_{3 \min} = 2(40 + 45) + 21,2 = 211,2 \text{ мкм}$$

Технологический переход обработки поверхности	Элементы припуска, мкм			Расчётный минимальный припуск $2Z_{min}$, мкм	Принятый технологический размер, мм	Допуск T_d , мкм	Предельные размеры, мм	
	Rz	h	p				D_{min}	D_{max}
Сверление	100	70	104,4		Ø64H12	300	64	64,72
Зенкерование	40	45	21,2	404,4	Ø65H10	120	64,72	65,12

Рассчитаем минимальный припуск для размера **Ø30H10**

Для обработки поверхностей, получаемых путём вращения необходимо рассчитать p_{zi-1} , который состоит из $p_{\phi i-1}$ и p_{pi-1} . Также складываем их по теореме Пифагора

$$p_{zi-1} = \sqrt{p_{\phi i-1}^2 + p_{pi-1}^2}$$

p_{ϕ} и p_p берем из таблицы, для сверления, они будут равны 30 и 60 соответственно, тогда

$$p_z = \sqrt{p_{\phi}^2 + p_p^2} = \sqrt{30^2 + 60^2} = 67,0 \text{ мкм}$$

p_{ϕ} и p_p берем из таблицы, для зенкерования, они будут равны 8 и 12 соответственно, тогда

$$p_z = \sqrt{p_{\phi}^2 + p_p^2} = \sqrt{8^2 + 12^2} = 14,4 \text{ мкм}$$

Значения R_z , h , E , мы берём из источника и подставляем в таблицу

Рассчитываем припуск на диаметр при обработки поверхности путём вращения

$$Z_{i \min} = 2 [(R_z + h)_{i-1} + \sqrt{p_{zi-1}^2 + \varepsilon^2}]$$

$$Z_{2 \min} = 2 [(100 + 75) + \sqrt{67^2 + 86^2}] = 568 \text{ мкм}$$

$$Z_{3 \min} = 2 [(40 + 45) + \sqrt{14,4^2 + 86^2}] = 344,4 \text{ мкм}$$

Технологический переход обработки поверхности	Элементы припуска, мкм			Расчётный минимальный припуск $2Z_{\min}$, мкм	Принятый технологический размер, мм	Допуск T_d , мкм	Предельные размеры, мм	
	Rz	h	p				D_{\min}	D_{\max}
Сверление	100	75	67		29,5H12	210	30,06	30,27
Зенкерование черновое	40	45	14,4	568	29,7H11	130	30,04	30,13
Зенкерование чистовое	25	35	14,4	344,4	30H11	100	30,00	30,10

1.5. Выбор средств технологического оснащения

Совокупность производственных инструментов называется средствами технологического оборудования, необходимыми для осуществления технологического процесса. Мы подбираем средства технологического оснащения в зависимости от типа производства, требуемой точности обработки и размеров обрабатываемой детали. И мы также выберем оборудование с наименьшей стоимостью. Вначале они выбирают стандартное технологическое оборудование. Если этого недостаточно, то производится подбор и проектирование специального оборудования. Мы выберем технологическое и контрольно-измерительное оборудование, необходимое для обработки, и внесем данные в таблицы 5 и 6 соответственно.

Таблица 5 – Средство технологического оснащения

Операция	Оборудование	Инструмент	Приспособление
005 Заготовительная	пило-отрезной станок	8Г682, Дисковая фреза Ø100 2240-0208 ГОСТ 28527 - 90	
	JVM-600LS CNC станок фрезерный вертикальный с ЧПУ Модель с ЧПУ Siemens 840D	КОМПЛЕКТ 1: 1) Фреза с СМП Ø50 MFQ8 D050-05-22-12 ISO 13399 2) Квадратные двухсторонние пластины с 8 режущими кромками FFQ8 SZMU 120520HP ISO 13399	Тиски 7200-0221 Гост 14904 - 80

		<p>3) Патроны для насадных фрез ISO 3937 DIN69871 30 SEM22X 50</p> <p>4) Штрель SK с захватной головкой PS SK30 15 M12 DIN ISO 13399</p>	
015 Фрезерная с ЧПУ	JVM-600LS CNC станок фрезерный вертикальный с ЧПУ Модель с ЧПУ Siemens 840D	<p>КОМПЛЕКТ 1:</p> <p>1) Фреза с СМП Ø50 MFQ8 D050-05-22-12</p> <p>ISO 13399</p> <p>2) Квадратные двухсторонние пластины с 8 режущими кромками FFQ8 SZMU 120520HP</p> <p>ISO 13399</p> <p>3) Патроны для насадных фрез ISO 3937 DIN69871 30 SEM22X 50</p> <p>4) Штрель SK с захватной головкой PS SK30 15 M12 DIN ISO 13399</p> <p>Комплект 2:</p> <p>1) Сверло со сменными головками, глубина сверления 8xD Ø15 DCM 150-120-20A-8D</p>	<p>Тиски 7200-0221</p> <p>Гост 14904 - 80</p>

		<p>ISO 13399</p> <p>2) головки свёрл DCM для общего применения IDI 150-SG ISO 13399</p> <p>3) Патроны DIN69871 30 EM20X70 ISO 13399</p> <p>4) Штривель PS SK30 15 M12 DIN ISO 13399</p> <p>Комплект 3:</p> <p>1) Центровочной сверло $\varnothing 5$ 2317 – 0108</p> <p>ГОСТ 14952-75</p> <p>2) Патроны DIN69871 30 EM20X70 ISO 13399</p> <p>3) Штривель PS SK30 15 M12 DIN ISO 13399</p> <p>Комплект 4:</p> <p>1) Комбинированное сверло большого диаметра $\varnothing 28$ MNC 280-140 A32-170-06-5D ISO 13399</p> <p>2) Патроны с хвостовиками DIN 69871 40 EM32X100 ISO 13399</p> <p>3) Сменные сверлильные головки ICP 170</p>	
--	--	--	--

		<p>4) Прецизионные шлифованные пластины для сверл больших диаметров SOGX 060304-W</p> <p>5) Штривель PS SK40 15 M16 DIN ISO 13399</p> <p>Комплект 5:</p> <p>1) Сверло со сменными головками $\varnothing 40$ DFN 390-117-32A-3D-IQ ISO 13399</p> <p>2) Сверлильные головки DFN для углеродистой и легированной стали HFP 40-SPADE IQ ISO 13399</p> <p>3) Патроны DIN69871 40 EM32X100 ISO 13399</p> <p>4) Штривель PS SK40 15 M16 DIN ISO 13399</p> <p>Комплект 6:</p> <p>1) Сверло $\varnothing 62$ DR057>062-155-50-10/11CA ISO 13399</p> <p>2) Пластины со стружколомом SOMT 100408-DT ISO13399</p>	
--	--	---	--

		<p>3) Патроны DIN69871 50 EM50X125 ISO 13399</p> <p>4) Штревель PS SK50 15 M24 DIN ISO 13399</p> <p>Комплект 7:</p> <p>1) Зенкер $\varnothing 30$ 2323 – 0551 ГОСТ 12489 – 71</p> <p>2) Патроны DIN69871 40 EM32X100 ISO 13399</p> <p>3) Штревель PS SK40 15 M16 DIN ISO 13399</p> <p>Комплект 8:</p> <p>1) Фреза концевая $\varnothing 20$ EC-H4L 20-42/64W20CFR1 ISO 13399</p> <p>2) Патрон DIN69871 30 EM20X70 ISO 13399</p> <p>3) Штревель PS SK30 15 M12 DIN ISO 13399</p> <p>Комплект 8:</p> <p>1) 3-зубые комбинированные фрезерные головки для фасок MM EDF116-090-95-3T06 ISO 13399</p>	
--	--	---	--

		2) Конусные хвостовики DIN 69871 для фрезерных головок MM S-A-H040-SK 40-T06 ISO 13399	
020 Контрольная	СПМ-01-03, Стол контролера	Штангенциркуль ШЦЦ-I- 125-0,01 ГОСТ 166-89; Штангенциркуль ШЦ-I- 125-0,1 ГОСТ 166-89; Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93	
025 Слесарная	ТК7829-9216, Верстак слесарный	1) Напильник 2820 – 0002 ГОСТ 1465 – 80 2) Напильник 2820 – 0018 ГОСТ 1465 – 80	Тиски 7200-0221 Гост 14904 - 80
	JVM-600LS CNC станок фрезерный вертикальный с ЧПУ Модель с ЧПУ Siemens 840D	Комплект 1: 1) Комбинированное сверло большого диаметра $\varnothing 28$ MNC 280- 140 A32-170-06-5D ISO 13399 2) Патроны с хвостовиками DIN 69871 40 EM32X100 ISO 13399 3) Сменные сверлильные головки ICP 170 4) Прецизионные шлифованные пластины	Тиски 7200-0221 Гост 14904 - 80

		<p>для сверл больших диаметров SOGX 060304-W</p> <p>5) Штривель PS SK40 15 M16 DIN ISO 13399</p> <p>Комплект 2:</p> <p>1) Зенкер $\varnothing 30$ 2323 – 0551</p> <p>ГОСТ 12489 – 71</p> <p>2) Патроны DIN69871 40 EM32X100 ISO 13399</p> <p>3) Штривель PS SK40 15 M16 DIN ISO 13399</p> <p>Комплект 3:</p> <p>1) Центровочной сверло $\varnothing 5$ 2317 – 0108</p> <p>ГОСТ 14952-75</p> <p>2) Патроны DIN69871 30 EM20X70 ISO 13399</p> <p>3) Штривель PS SK30 15 M12 DIN ISO 13399</p>	
035 Слесарная	TK7829-9216, Верстак слесарный	<p>1) Напильник 2820 – 0002</p> <p>ГОСТ 1465 – 80</p> <p>2) Напильник 2820 – 0018</p> <p>ГОСТ 1465 – 80</p>	<p>Тиски 7200-0221</p> <p>Гост 14904 - 80</p>
040 Фрезерная с ЧПУ	JVM-600LS CNC станок фрезерный вертикальный с	Комплект 1:	Оправка 7112 – 1496

	<p>ЧПУ Модель с ЧПУ Siemens 840D</p>	<p>1) Фреза с СМП $\varnothing 50$ MFQ8 D050-05-22-12</p> <p>ISO 13399</p> <p>2) Квадратные двухсторонние пластины с 8 режущими кромками FFQ8 SZMU 120520HP</p> <p>ISO 13399</p> <p>3) Патроны для насадных фрез ISO 3937 DIN69871 30 SEM22X 50</p> <p>4) Штрель SK с захватной головкой PS SK30 15 M12 DIN ISO 13399</p> <p>Комплект 2:</p> <p>1) Фреза концевая $\varnothing 20$ ECXL200B80-6C20</p> <p>ISO 13399</p> <p>2) Силовые патроны MAXIN BT40 FC MAXIN20X85 ISO 13399</p> <p>3) Штрель PS BT40 45 M16 MAS1 ISO 13399</p> <p>Комплект 3:</p> <p>1) Сверло $\varnothing 15$ SCD 150-045-160 AP3 ISO 13399</p>	<p>ГОСТ 31.1066.02 – 85</p>
--	--	---	---------------------------------

		<p>2) Патрон DIN69871 30 16X90 ISO 13399</p> <p>3) Штрелель PS BT40 45 M16 MAS1 ISO 13399</p> <p>Комплект 4:</p> <p>1) Фреза концевая Ø10 EC-E4M 10-20C10CF-72 ISO 13399</p> <p>2) Термопатрон с хвостовиком BT30 SRK10X50</p> <p>3) Штрелель PS BT30 45 M12 MAS1</p> <p>Комплект 5:</p> <p>1) 3-зубые комбинированные фрезерные головки для фасок MM EDF116-090-95-3T06 ISO 13399</p> <p>2) Конусные хвостовики DIN 69871 для фрезерных головок MM S-A-H040-SK 40-T06 ISO 13399</p>	
045 Слесарная	ТК7829-9216, Верстак слесарный	<p>1) Напильник 2820 – 0002 ГОСТ 1465 – 80</p> <p>2) Напильник 2820 – 0018</p>	<p>Тиски 7200-0221</p> <p>Гост 14904 - 80</p>

			ГОСТ 1465 – 80	
050 Контрольная	СПМ-01-03, контролера	Стол	Ш.Ц. ШЦ – 1 – 125 – 0.1 ГОСТ 166 – 80 Ш.Ц. ШЦ-II-150 - 0,05 ГОСТ 166 – 80 Н.И. 18-50-1 ГОСТ 868-82 Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75	
055 Промывочная	ВП 9.7.7/0,9, Ванна промывочная		Раствор по ТТП 01279- 00001	
060 Консервация	АТ6-К2, комплектовщика	Стол	Бумага парафиновая ГОСТ 9569- 2006; Солидол ГОСТ 1033-79;	

Таблица 6 – Средства контроля точности изготовления детали

Операция	Способ контроля	Измерительный прибор
005 Заготовительная	Инструментальный, визуальный	Линейка – 300 ГОСТ 427 - 75
010 Фрезерная	Инструментальный, визуальный	Ш.Ц. ШЦ-II-150 - 0,05 ГОСТ 166 – 80 Ш.Ц. ШЦ – I – 125 – 0.1 ГОСТ 166 – 80 Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75
015 Фрезерная с ЧПУ	Инструментальный, визуальный	Ш.Ц. ШЦ – 1 – 125 – 0.1 ГОСТ 166 – 80 Ш.Ц. ШЦ-II-150 - 0,05 ГОСТ 166 – 80 Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75
020 Контрольная	Инструментальный, визуальный	Ш.Ц. ШЦ – 1 – 125 – 0.1 ГОСТ 166 – 80 Ш.Ц. ШЦ-II-150 - 0,05 ГОСТ 166 – 80 Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75
025 Слесарная	Инструментальный, визуальный	Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75
030 Сверлильная	Инструментальный, визуальный	Н.И. 18-50-1 ГОСТ 868-82 Ш.Ц. ШЦ-II-150 - 0,05 ГОСТ 166 – 80 Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75
035 Слесарная	Инструментальный, визуальный	Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75
040 Фрезерная с ЧПУ	Инструментальный, визуальный	Ш.Ц. ШЦ – 1 – 125 – 0.1 ГОСТ 166 – 80 Ш.Ц. ШЦ-II-150 - 0,05 ГОСТ 166 – 80 Н.И. 18-50-1 ГОСТ 868-82 Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75

045 Слесарная	Инструментальный, визуальный	Ш.Ц. ШЦ – 1 – 125 – 0.1 ГОСТ 166 – 80 Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75
050 Контрольная	Инструментальный, визуальный	Ш.Ц. ШЦ – 1 – 125 – 0.1 ГОСТ 166 – 80 Ш.Ц. ШЦ-II-150 - 0,05 ГОСТ 166 – 80 Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75 Н.И. 18-50-1 ГОСТ 868-82

1.6. Расчёт режимов резания

В зависимости от режимов резания, которые применяются при производстве определяется основное технологическое время и исходя из этого производительность труда. Работа по резке превращается в нагрев. В основном тепло уходит вместе со стружкой, и может превышать 80%, остальное же уходит в резец, обрабатываемую деталь и в окружающую среду. Под воздействием тепла изменяются структура и твердость поверхностных слоев фрезы и ее режущая способность, а также свойства поверхностного слоя обрабатываемой детали. Режимы резания для каждого конкретного случая могут быть рассчитаны по эмпирическим формулам с учетом свойств обрабатываемого материала, установленных нормативов долговечности фрезы, ее геометрии и используемого охлаждения, а также с учетом параметров точности обрабатываемой заготовки, особенностей станка, оборудования и используемая оснастка. Назначение режимов резания начинается с определения максимально допустимой глубины резания, затем определяется допустимая подача и скорость резания.

Расчёт режимов резания для фрезерования поверхности на операции 015:

Инструмент: Торцевая фреза с СПМ MFQ8 - 12

Материал фрезы У12А, D = 50мм.

Материал режущей пластины: Т15К6

Материал заготовки: Сталь 20

Поправочный коэффициент находим по формуле: $K_v = K_{mv}K_{nv}K_{iv}$

где, K_v – поправочный коэффициент

K_{mv} – коэффициент учитывающий влияние материала заготовки; Для стали ;

$$K_{mv} = K \left[\frac{750}{\sigma_B} \right]^{n_v} = 0,95;$$

K_{nv} – коэффициент учитывающий материал инструмента; $K_{nv} = 1$; K_{iv}

– коэффициент учитывающий состояние поверхности ; $K_{iv} = 0,9$; $K_v =$

$$0,95 \times 1 \times 0,9 = 0,855$$

Скорость резания находится по формуле:

$$V_p = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u Z^p} K_{vz}$$

C_v (коэффициент при обработке фрезерованием), а также значение степеней для цилиндрических фрез из необходимого материала берём из таблицы

Фрезы	Материал режущей части	Операция	Параметры срезаемого слоя, мм			Коэффициент и показатели степени в формуле скорости резания							
			B	t	s_z	C_v	q	x	y	u	p	m	
<i>Обработка конструкционной углеродистой стали, $\sigma_B = 750$ МПа</i>													
Торцовые	T15K6*1	Фрезерование плоскостей	-	-	-	332	0,2	0,1	0,4	0,2	0	0,2	
	P6M5*2		-	-	$\leq 0,1$ $> 0,1$	64,7 41	0,25	0,1	0,2 0,4	0,15	0	0,2	
Цилиндрические	T15K6*1		≤ 35	≤ 2	-	390	0,17	0,19	0,28	-0,05	0,1	0,33	
			> 35	> 2		443				0,38			-0,05
			$>$	≤ 2		616				0,19			0,08
			35	> 2		700				0,38			0,08
	P6M5*2		-	-	$\leq 0,1$ $> 0,1$	55 35,4	0,45	0,3	0,2 0,4	0,1	0,1	0,33	

$$V_p = \frac{443 \cdot 50^{0,17}}{120^{0,33} \cdot 2^{0,19} \cdot 30^{-0,05} \cdot 120^{0,1}} \cdot 0,85 = 122 \text{ м/мин}$$

Рассчитываем чистоту вращения при заданной скорости резания по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d};$$

$$n = \frac{1000 \cdot 122}{3,14 \cdot 50} = 777 \text{ об/мин}$$

Назначаем $n = 800$ об/мин, исходя из паспортных данных станка.

$$\text{Тогда, } V = \frac{3,14 \cdot 50 \cdot 800}{100} = 125,6 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Расчёт режимов резания для сверления на операции 015:

Инструмент: Сверло цилиндрическое; $D = 28\text{мм}$; $L = 385\text{ мм}$; $l = 265\text{мм}$;

ГОСТ 2092 – 77 Материал режущей части: P6M5

Материал заготовки: Сталь 20 Рассчитаем глубину резания t , она находится по формуле $t = 0.5D$, где $t = 0.5D$, где D – диаметр сверла. $t = 0.5 \cdot 28 = 14\text{ мм}$.

Рассчитаем необходимую подачу по формуле: 0.6 Значение коэффициента Сберём из таблицы по третьей группе подачи. $C = 0,065$.

Обрабатываемый металл	Коэффициент С		
	Группа подач		
	первая	вторая	третья
Сталь, твердость $HB < 160$	0,085	0,063	0,042
Сталь, твердость $160 \leq HB < 240$	0,063	0,047	0,031
Сталь, твердость $240 \leq HB \leq 300$	0,046	0,038	0,023
Сталь, твердость $HB > 300$	0,038	0,028	0,019
Чугун, твердость $HB \leq 170$	0,13	0,097	0,065
Чугун, твердость $HB > 170$	0,078	0,058	0,039
Цветные металлы и сплавы мягкие	0,170	0,130	0,085
Цветные металлы и сплавы твердые	0,130	0,097	0,065

Тогда, $s = 0,065 \cdot 28^{0.6} = 0.48\text{ мм/об}$

Рассчитаем скорость резания по формуле

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S_y} K_v$$

Выбираем значения коэффициентов и показателей степеней из таблицы, для нужных материалов

Рассчитываем поправочный коэффициент:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} = 1,25 \cdot 1 \cdot 1 = 1,22$$

Обрабатываемый материал	Материал режущей части инструмента	Подача s , мм/об	Коэффициент и показатели степени				Охлаждение
			C_v	q	y	m	
Сталь конструкционная углеродистая, $\sigma_B = 750$ МПа	P6M5	$\leq 0,2$ $> 0,2$	7,0 9,8	0,40	0,70 0,50	0,20	Есть
Сталь жаропрочная 12X18H9T, HB 141		-	3,5	0,50	0,45	0,12	
Чугун серый, HB 190		$\leq 0,3$ $> 0,3$	14,7 17,1	0,25	0,55 0,40	0,125	Нет
	BK8	-	34,2	0,45	0,30	0,20	

$$v = \frac{9,8 \cdot 28^{0,4}}{50^{0,2} \cdot 0,48^{0,5}} 1,22 = 30 \text{ м/мин}$$

Рассчитываем обороты по данной формуле

$$n = \frac{v \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{30 \cdot 1000}{3,14 \cdot 28} = 341 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Остальные режимы резания выберем по Ю.В. Барановскому и запишем в таблицу

Операция	Инструмент	Глубина a t , мм	Подача S_z , мм/зуб	Скорость резания V м/мин	Количество оборотов в мин n об/мин	Стойкость T мин
005 Заготовительная						
Отрезка заготовки	Пила круглая сегментная для легких сплавов	200	-	25	-	60

	2257- 0151 ГОСТ 4047-82					
010 Фрезерная						
Фрезерование поверхности	Фреза с СМП \varnothing 50 MFQ8 D050-05- 22-12 ISO 13399	2	0,1	125	800	120
015 Фрезерная						
Фрезерование поверхности	Фреза с СМП \varnothing 50 MFQ8 D050-05- 22-12 ISO 13399	2	0,1	125	800	120
Сверление центровочного отверстия	Центровочной сверло \varnothing 5 2317 – 0108 ГОСТ 14952-75	14	0,48	30	350	50
Сверления отверстия	Сверло большого диаметра \varnothing 28 MNC 280-140 A32-170-06-5D ISO 13399	14	0,48	20	350	50
Сверления отверстия	Сверло со сменными головками \varnothing 15 DCM 150-120	6	0,48	20	450	50
Сверления отверстия	Сверло большого диаметра \varnothing 28 MNC 280-140	15	0,48	30	350	50

	A32-170-06-5D ISO 13399					
Зенкерование отверстия	Зенкер Ø30 2323 – 0551 ГОСТ 12489 – 71	15	0,6	22	300	75
Сверления отверстия	Сверло Ø62 DR057>062-155- 50-10/11CA ISO 13399	30	0,5	26	150	50
Рассверливание отверстия	Сверло со сменными головками Ø40 DFN 390-117- 32A-3D-IQ ISO 13399	30	0,5	26	150	50
Зенкерование отверстия	Зенкер Ø64 2320 – 2170 ГОСТ 21584 – 76	32	1,0	20	100	50
Фрезерование поверхности	Фреза концевая Ø20 EC-H4L 20- 42/64W20CFR1 ISO 13399	2	0,12	40	600	60
Фрезерование фасок	фрезерные головки для фасок MM EDF116-090-95- 3T06 ISO 13399	2	0,12	40	600	60
025 Сверлильная						

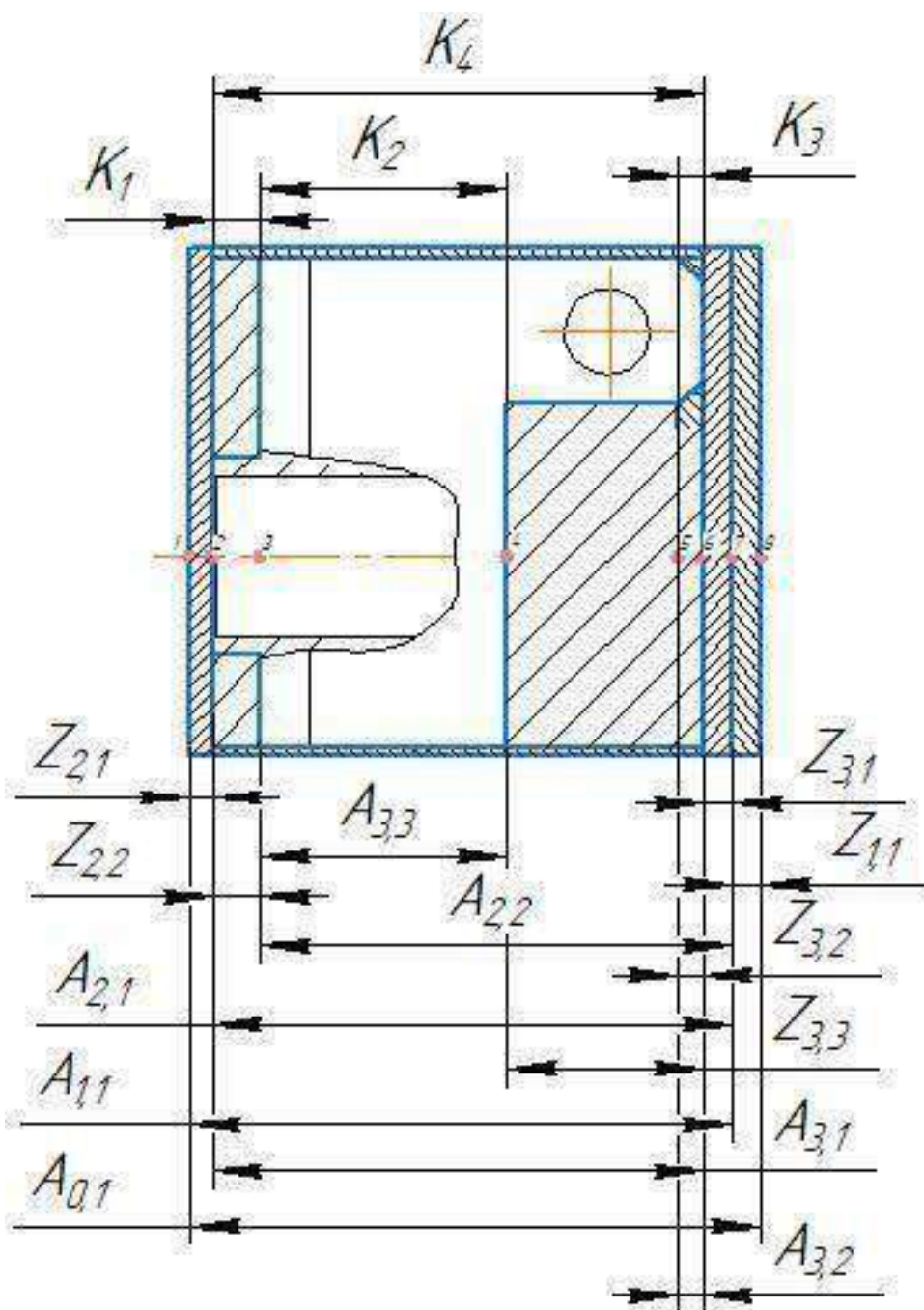
Сверление центровочного отверстия	Центровочной сверло $\varnothing 5$ 2317 – 0108 ГОСТ 14952-75	14	0,48	30	350	50
Сверление отверстия	Сверло большого диаметра $\varnothing 28$ MNC 20140 A32-170-06-5D ISO 13399	14	0,48	30	350	50
Зенкерование отверстия	Зенкер $\varnothing 30$ 2323 – 0551 ГОСТ 12489 - 71	15	0,6	22	300	75
030 Фрезерная						
Фрезерование поверхности	Фреза с СМП $\varnothing 50$ MFQ8 D050-05-22-12 ISO 13399	2	0,1	125	800	120
Фрезерование паза	Фреза концевая $\varnothing 20$ ECXL200B80-6C20 ISO 13399	2	0,12	40	600	60
Сверление отверстия	Сверло $\varnothing 15$ SCD 150-045-160 AP3 ISO 13399	7	0,48	20	450	50
Разфрезеровка отверстия	Фреза концевая $\varnothing 10$ EC-E4M 10-20C10CF-72 ISO 13399	2	0,12	40	600	60

Фрезерование фасок	3-зубые комбинированны е фрезерные головки для фасок MM EDF116-090-95- 3T06 ISO 13399	2	0,12	40	600	60
-----------------------	--	---	------	----	-----	----

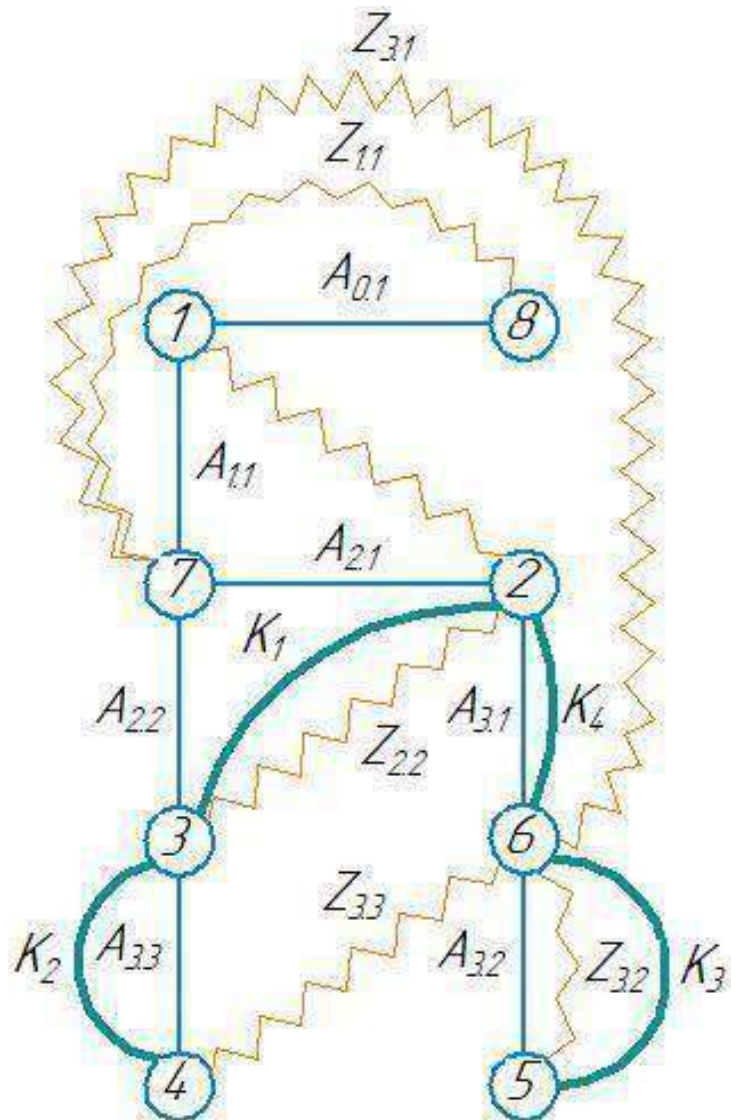
1.7. Размерный анализ технологического процесса

Смысл размерного анализа разработанного технологического процесса заключается в решении обратных задач для технологических размерных схем. Размерный анализ помогает оценить качество технологического процесса, в частности, определить, обеспечит ли он выполнение проектных размеров, которые непосредственно не соблюдаются при обработке заготовки, найти предельные значения припусков на обработку и оценить их достаточность для обеспечения требуемого качества поверхностного слоя поверхностей обрабатываемый материал и (или) возможность снятия припусков без перегрузки режущего инструмента

Рассмотрим размерную схему технологического процесса изготовления детали “Стойка”

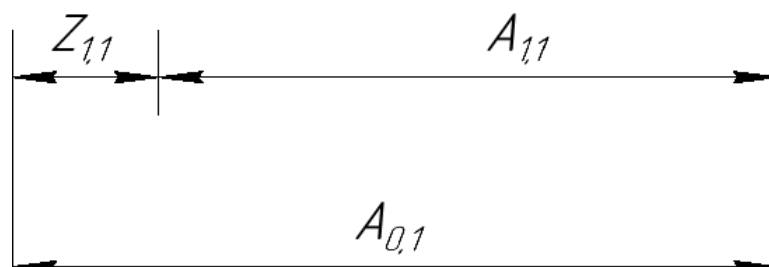


По данной схеме был разработан граф технологических размеров, который является наглядным примером взаимосвязи размеров друг с другом:



Рассчитаем значение припусков, снимаемых на фрезерных операциях 010, 015 и 025

Рассмотрим размерную цепь для припуска $Z_{1.1}$



Из размерной цепи следует, что припуск $Z_{1.1}$ будет равен разности размера заготовки $A_{0.1}$ и размера, получаемого при плоском фрезеровании на операции 010.

$$Z_{1.1} = A_{0.1} - A_{1.1}$$

Нам известны размеры $A_{0.1}$ и $A_{1.1}$, которые равны

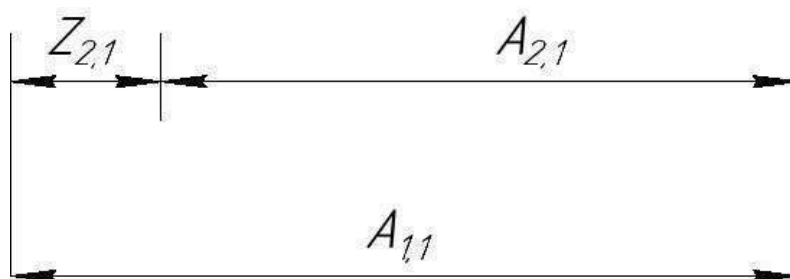
$$A_{0.1} = 205^{+1.15} \text{ мм.}$$

$$A_{1.1} = 200_{-1.15} \text{ мм.}$$

Тогда:

$$Z_{1.1} = 205^{+1.15} - 200_{-1.15} = 5^{+2.3} \text{ мм.}$$

Рассмотрим размерную цепь для припуска $Z_{2.1}$



Из схемы следует, что:

$$Z_{2.1} = A_{1.1} - A_{2.1}$$

Нам известно, что:

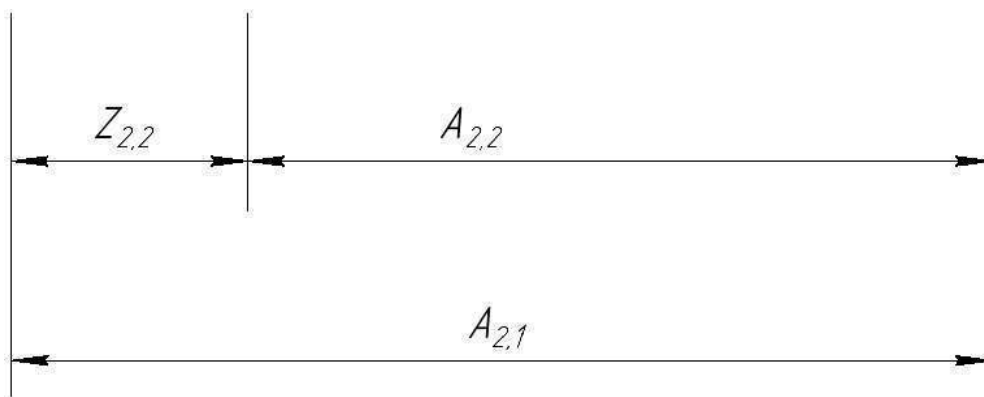
$$A_{1.1} = 200_{-2.5}^{+0.9} \text{ мм.}$$

$$A_{2.1} = 195_{-1.15} \text{ мм.}$$

Тогда:

$$Z_{2.1} = 200_{-2.5}^{+0.9} - 195_{-1.15} = 5_{-2.5}^{+2.05} \text{ мм.}$$

Рассмотрим размерную цепь, для определения размера $Z_{2.2}$



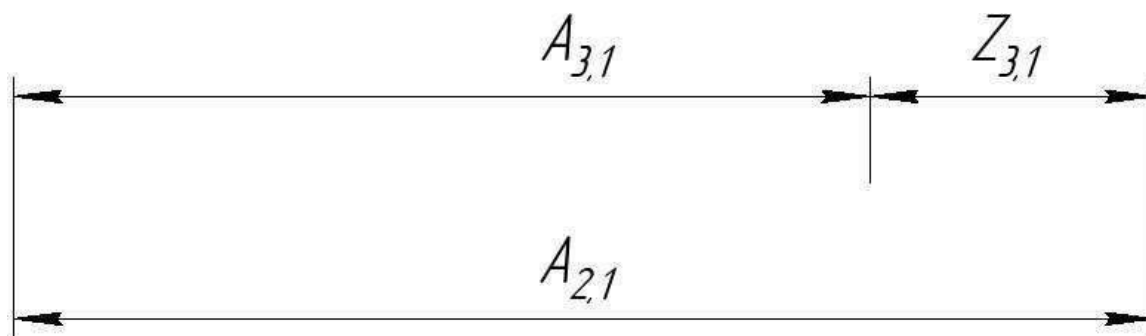
Можно сделать вывод, что формула для определения размера $Z_{2.2}$ будет иметь данный вид:

$$Z_{2.2} = A_{2.1} - A_{2.2} = 195_{-0.46} - 175_{-0.4} = 20_{-0.46}^{+0.40} \text{ мм.}$$

Также, на общей размерной схеме можно заметить, что $K_1 = Z_{2.2}$ и соответственно равен $20_{-0.06}$ мм.

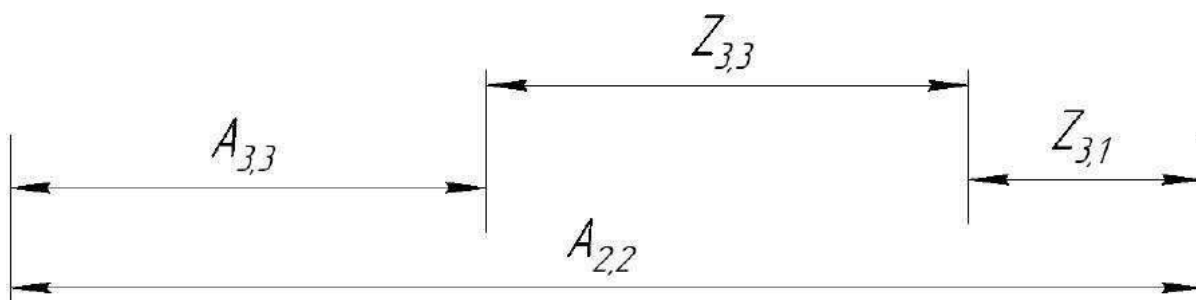
$$K_1 = 20_{-0.06} \text{ мм.}$$

Рассмотрим размерную цепь, для определения размера $Z_{3.1}$



$$Z_{3.1} = A_{2.1} - A_{3.1} = 195_{-0.46} - 185_{-1.15} = 10_{-0.46}^{+1.15} \text{ мм.}$$

Рассмотрим размерную цепь, для определения размера $Z_{3,3}$



$A_{2,2}$ – является увеличивающим звеном;

$A_{3,3}$ и $Z_{3,3}$ – являются уменьшающими звеньями;

Отсюда следует, что: $Z_{3,3} = A_{2,2} - A_{3,3} - Z_{3,1}$

$$A_{2,2} = 175_{-0,04} \text{ мм.}$$

$$A_{3,3} = 85_{-0,87} \text{ мм.}$$

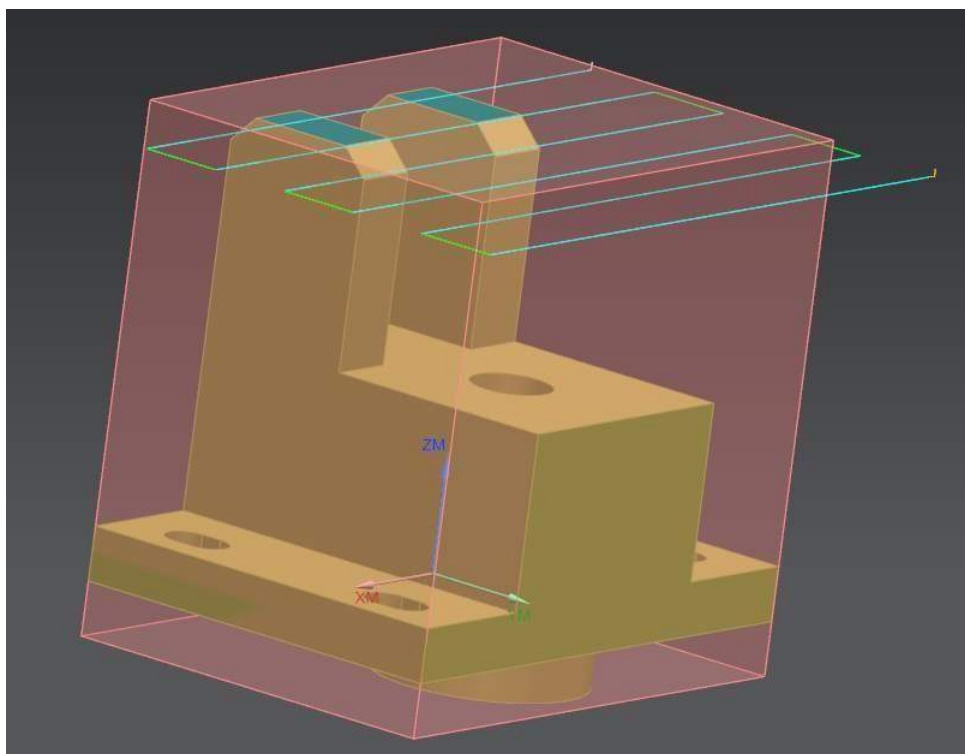
$$Z_{3,1} = 10_{-0,46}^{+1,15} \text{ мм.}$$

$$Z_{3,3} = 175_{-0,04} - 85_{-0,87} - 10_{-0,46}^{+1,15} = 80_{-1,55}^{+1,33} \text{ мм.}$$

1.8. Разработка управляющих программ (УП) для станков с ЧПУ

Управляющая программа (УП) - это последовательность технологических команд для конкретной детали, указывающая траектории движения инструмента, закодированная на языке программирования. Устройство с числовым программным управлением (ЧПУ) получает все данные, необходимые для обработки заготовки на станке, из управляющей программы. Управляющая программа может быть разработана как вручную, так и с помощью систем автоматизированного проектирования (САПР). В данной работе УП разработан с использованием программы Siemens NX. Siemens NX - это система для подготовки управляющих программ, сочетающая в себе широкий спектр функций и простоту использования, что сводит к минимуму время разработки блока управления для станков с ЧПУ.

Траектория обработки верхней поверхности.

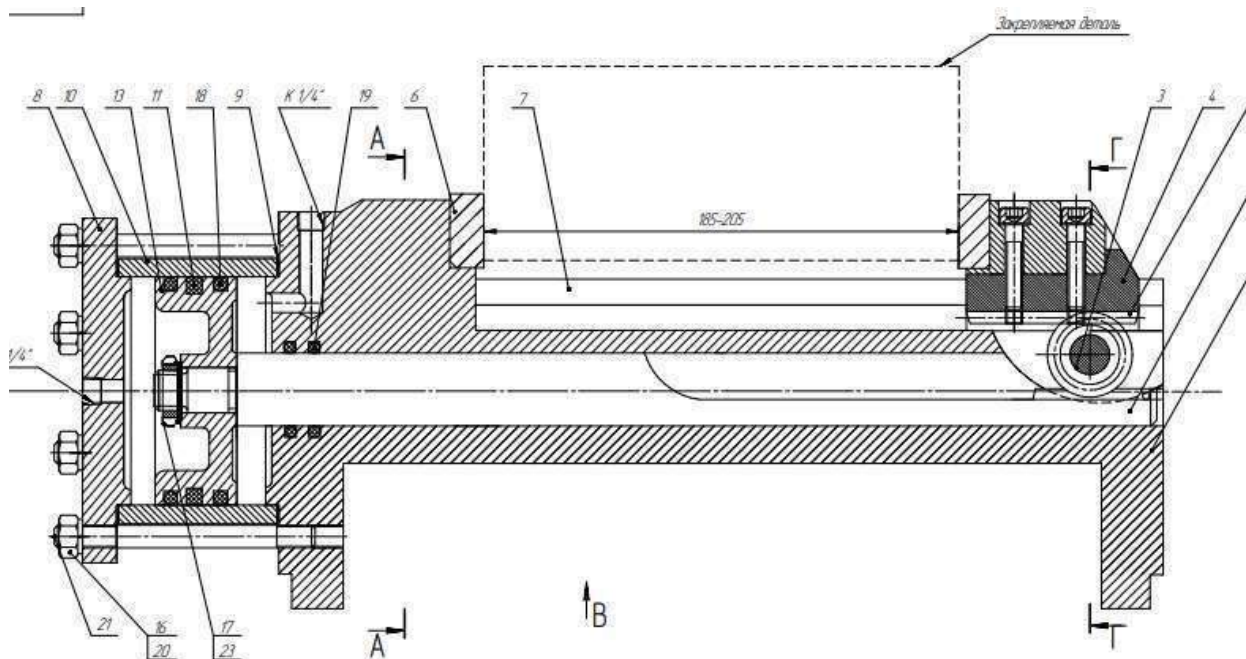


2 Проектирование специального приспособления

Тиски слесарные с пневмоприводом предназначены для закрепления заготовок при выполнении слесарных и сборочных операций в условиях массового и серийного производства. Их применение позволяет повысить производительность труда за счет сокращения времени на закрепление детали.

2.1. Принцип действия приспособления

Пневматические тиски состоят из корпуса, подвижной рейки, шестерни, и подвижной губки, которая приводится в движения с помощью зацепления с шестерню. При подаче давления в полость слева осуществляется движение штока вправо, что в свою очередь вращает шестерню против часовой стрелки и приводит в движение губку, осуществляя зажим заготовки. В том случае, если давление подаётся в правую полость пневмоцилиндра, то шток перемещается влево и осуществляется разжатые заготовки. С помощью стопорной гайки осуществляется фиксация поршня в жёстком положении. Установка приспособление осуществляется на столе станка, а Т-образные пазы. Крепления, в свою очередь, проходят в отверстия “ушек” и фиксируются при помощи гаек в четырёх местах,



2.2. Расчёт силы резания при фрезеровании

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

Где: C_p — коэффициент, характеризующий обрабатываемый материал; t — глубина резания, мм; S_z - подача на один зуб фрезы, мм; z - число зубьев фрезы; B - ширина фрезерования, мм; D - диаметр фрезы, мм; n - число оборотов фрезы в минуту; K_{mp} - коэффициент, зависящий от качества обрабатываемого материала; x, y, u, q, w - показатели степеней.

Возьмём, что $K_{mp} = 1$, тогда

$$P_z = \frac{10 \cdot 68.2 \cdot 2^{0.86} \cdot 0.12^{0.72} \cdot 12^1 \cdot 6}{20^{0.86} \cdot 600^{0.1}} = 776 \text{ Н}$$

Величины остальных составляющих силы резания найдём через окружную силу

$$\text{Горизонтальная сила (подачи) } P_h = P_z \cdot 0.4 = 776 \cdot 0.4 = 310 \text{ Н}$$

$$\text{Вертикальная сила } P_v = P_z \cdot 0.9 = 776 \cdot 0.9 = 699 \text{ Н}$$

$$\text{Радиальная сила } P_r = P_z \cdot 0.4 = 776 \cdot 0.4 = 310 \text{ Н}$$

$$\text{Осевая сила } P_x = P_z \cdot 0.55 = 776 \cdot 0.55 = 427 \text{ Н}$$

2.3. Расчет усилия зажима заготовки

При фрезеровании деталь базируется основанием и боковой плоскостью с упором в торце. Губки тисков, зажимая заготовку, воздействуют на ее поверхность нормально, что и создает силу зажима, которая препятствует перемещению обрабатываемой заготовки под воздействием горизонтальной составляющей силы резания P_h .

Обычно силы Q_1 и Q_2 зажима губок равны, и, следовательно, силы трения T_1 и T_2 тоже равны. Как известно сила трения равна произведению силы зажима на коэффициент трения fQ . Тогда можно записать

$$T_1 = T_2 = T = fQ.$$

Надежный зажим заготовки обеспечивается при условии, если $2f$ и $Q \geq k$ и P_h , тогда

$$Q = \frac{k \times P_h}{2f}$$

где $P_h = 310 \text{ Н}$ – горизонтальная составляющая силы резания (из расчета режима резания);

$$f = 0,2 \text{ – коэффициент трения } K = K_0 \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5$$

где K – коэффициент запаса усилия зажима;

$K_0 = 1,5$ – коэффициент гарантированного запаса;

$K_1 = 1,0$ – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания из-за случайных неровностей;

$K_2 = 1,0$ – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания вследствие затупления инструмента;

$K_3 = 1,0$ – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при прерывистом резании;

$K_4 = 1,0$ – коэффициент, учитывающий тип пневмоцилиндра;

$K_5 = 1,0$ – коэффициент, учитывающий эргономику приспособления; $K = 1,5 \times 1,0$

$$\times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 = 1,5 < 2,5$$

Принимаем $K = 2,5$ Тогда

$$Q = \frac{2,5 \cdot 310}{0,2} = 1940 \text{ Н}$$

Произведем расчет передаточного механизма. Произведем расчет передаточного механизма.

$$Q = \frac{W}{i_c}$$

$i_c = 1$ – передаточное отношение сил

$$W = \frac{Q}{i_c} = \frac{1940}{1} = 1940 \text{ Н}$$

Дальнейший расчет производим из условия, что $Q = 1940 \text{ Н}$. Диаметр пневмоцилиндра определяем по формуле

$$Q_u = 0,785 \times (D^2 - d^2) \times p \times \eta;$$

где $Q_{ц}$ - требуемая сила зажима;

$p = 0,4 \div 0,6$ МПа - давление сжатого воздуха;

$\eta = 0,85 \div 0,95$ – КПД пневоцилиндра;

D – диаметр цилиндра;

$d = (0,2 \div 0,3)D$ – диаметр штока; $d = (1-0,3^2) = 0,91$;

$$D = \sqrt{\frac{Q}{0,785 \times p \times \eta \times 0,91}};$$

$$D = \sqrt{\frac{1940}{0,785 \times 0,40 \times 0,85 \times 0,91}} = 89,4 \text{ мм}$$

Принимаем ближайшее большее значение диаметра цилиндра согласно стандартных значений $Q_{ц} = 100$ мм, $d_{ш} = 25$ мм.

Определяем фактическое усилие на приводе

$$Q_{ц} = 0,785 \times (D^2 - d^2) \times p \times \eta;$$

$$Q_{ф} = 0,785 \cdot (100^2 - 25^2) \cdot 0,4 \cdot 0,91 = 2679 \text{ Н}$$

2.4. Расчет на точность

Определяем допускаемую погрешность приспособления

$$\varepsilon_{пр} \leq JT - K_T \sqrt{(k_{r1} \times \varepsilon_{\sigma})^2 + \varepsilon_z^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_u^2 + \varepsilon_{ни}^2 + (k_{T2} \omega)^2}$$

где $JT = 0,5$ мм – допуск радиального биения размер 200,5 мм = 0,5 мм

$K_T = 1,0 \div 1,2$ – коэффициент, учитывающий отклонение рассеяния значений составляющих величин от закона нормального распределения;

$K_{T1} = 0,8 \div 0,85$ – коэффициент, учитывающий уменьшение предельного значения погрешности базирования при работе на настроенных станках;

$K_{T2} = 0,6 \div 1,0$ – поправочный коэффициент учитывающий долю погрешности обработки в суммарной погрешности вызываемой факторами, не зависящими от приспособления;

ε_B – погрешность базирования;

ε_z – погрешность закрепления;

ε_y – погрешность установки приспособления на станке;

ε_u – погрешность, вызванная износом установочных элементов приспособления;

ε_{nu} – погрешность перекоса (смещения) инструмента;

ω – экономическая погрешность обработки данным методом;

$\varepsilon_\delta = 0$ мкм (так как установка на самоцентрирующейся оправке с упором в торец)

$\varepsilon_z = 80$ мкм зажим по обработанной поверхности

$\varepsilon_y = 0,02$ мм = 20 мкм несоосность оси патрона и оси шпинделя

$\varepsilon_u = U$;

Приблизительно износ установочных элементов определяется по формуле

$$U = U_0 \times k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 ;$$

где U_0 – средний износ установочных элементов при базовом числе установок

k_1 - коэфф. учитывающий влияние материала заготовки

k_2 - коэфф. учитывающий влияние оборудования

k_3 - коэфф. учитывающий условия обработки

k_4 - коэфф. учитывающий число установок заготовки отличающихся от принятого

$U_0 = 0,135$ для закаленных губок из стали 40Х

$k_1 = 0,97$ при обработке незакаленных сталей

$k_2 = 1,25$ обработка на специальном оборудовании

$k_3 = 0,94$ обработка стали с применением СОЖ

$k_4 = 1,3$ при числе контактов в год = 60000 для $K_{11} = 0,85$

$$U = 0,135 \times 0,97 \times 1,25 \times 0,94 \times 1,30 = 0,200$$

$\varepsilon_{nu} = 0$ нет перекоса инструмента или не влияет на качество обработки;

$\omega = 300$ мкм экономическая погрешность обработки данным методом

Допускаемая погрешность приспособления составит

$$e_{\text{пр}} < 0,5 - 1,2 \times \sqrt{(0,8 \times 0,0)^2 + 0,08^2 + 0,02^2 + 0,200^2 + 0^2 + (0,6 \times 0,30)^2} = 0,162 \text{ мм}$$

Следовательно, допустимое радиальное биение зажимной поверхности кулачков оправки должно находиться в пределах 0,162 мм

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа		ФИО	
4A92		Енин Денис Сергеевич	
Школа	Инженерная школа новых производственных технологий	Отделение (НОЦ)	Машиностроение
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Тема ВКР:

Технологическая подготовка производства детали «Стойка» на станках с ЧПУ

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>Введение</p> <ul style="list-style-type: none"> – Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения. – Описание рабочей зоны (рабочего места) при эксплуатации 	<p>Объект исследования: производственный технологический процесс изготовления детали типа «Стойка»</p> <p>Область применения: поддержка в заданном положении деталей, узлов, механизмов, опирающиеся на неё</p> <p>Рабочая зона: производственное помещение</p> <p>Размеры помещения 100х20х14м</p> <p>Количество и наименование оборудования рабочей зоны: два вертикально – фрезерных станка с ЧПУ, два шлифовальных станка, слесарная зона, промывочная и зона консервации</p> <p>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне: фрезерные операции, слесарные операции, консервация, шлифование</p>
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p>ГОСТ 21889-76 Система "Человек-машина". Кресло человека-оператора Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 01.03.2022)</p> <p>ГОСТ 12.2.032-78 рабочее место при выполнении работ сидя</p> <p>ГОСТ 12.2.033-78 Рабочее место при выполнении работ стоя</p> <p>ГОСТ 22269-76 Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места</p> <p>ГОСТ 12.1.005-88 Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны</p>
<p>2. Производственная безопасность при эксплуатации:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов 	<p>Вредные производственные факторы:</p> <p>Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны</p> <p>Повышенный уровень шума</p> <p>Недостаточная освещенность</p> <p>Острые кромки, заусенцы, шероховатость на поверхности заготовок, инструментов и оборудования</p> <p>Опасные производственные факторы:</p> <p>Повышенное значение напряжения в электрической цепи</p> <p>Движущиеся машины, механизмы заготовки 94 пожар</p> <p>Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов:</p> <p>Защитные очки, рабочая форма, маска, светильники, вентиляция, пожарные выходы, огнетушители, специальные</p>

	наушники
3. Экологическая безопасность при эксплуатации	<i>Воздействие на селитебную зону: шум</i> <i>Воздействие на литосферу: отходы металла, стружки</i> <i>Воздействие на гидросферу: слив СОЖ</i> <i>Воздействие на атмосферу: пыль, пожар</i>
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации	Возможные ЧС: пожар, взрыв баллонов с газами Наиболее типичная ЧС: пожар
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Черемискина Мария Сергеевна			24.04.23

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А92	Енин Денис Сергеевич		24.04.23

3 Социальная ответственность

3.1. Введение

Целью данной ВКР является составление технологической подготовки производства детали «Втулка гидроцилиндра» на станках с ЧПУ. Объектом исследования данного раздела примем потенциальное производственное помещениена территории Томской области.

При изготовлении детали используются металлообрабатывающее оборудование, что влечет за собой множество вредных и опасных для рабочего факторов. Проанализируем природу их возникновения и влияние на человека. На основе действующих нормативных документов будут приведены рекомендации по минимизации данного вредного влияния.

Также рассмотрим влияние производственного процесса на окружающую среду. Выявим предполагаемые источники загрязнения окружающей среды, возникающие в результате разработки и реализации, спроектированного производства.

Далее разберем возможные чрезвычайные ситуаций, которые могут возникнуть на производстве, и источники их возникновения. Также разработаем превентивные меры по предупреждению их возникновения.

3.2. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации

Учет рабочего времени сотрудников обязателен согласно Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 01.03.2022) [20], а потому организовать его необходимо каждому работодателю. Исходя из Статьи 91 ТК РФ:

Рабочее время - время, в течение которого работник в соответствии с правилами внутреннего трудового распорядка и условиями трудового договора должен исполнять трудовые обязанности.

Нормальная продолжительность рабочего времени не может превышать 40 часов в неделю. Для работников, занятых на работах с вредными или опасными условиями труда, где установлена сокращенная продолжительность рабочего времени, максимально допустимая продолжительность ежедневной работы не может превышать: при 36-часовой рабочей неделе - 8 часов; при 30- часовой рабочей неделе менее - 6 часов.

Выплата заработной платы производится в денежной форме в валюте Российской Федерации. В случаях, предусмотренных законодательством Российской Федерации о валютном регулировании и валютном контроле, выплата заработной платы может производиться в иностранной валюте.

Согласно Статье 147 ТК РФ оплата труда работников, занятых на работах вредными или опасными условиями труда, устанавливается в повышенном размере. Минимальный размер повышения оплаты труда работникам, занятым на работах с вредными или опасными условиями труда, составляет 4 процента тарифной ставки, установленной для различных видов работ с нормальными условиями труда.

Минимальный размер оплаты труда устанавливается одновременно на всей территории Российской Федерации федеральным законом и не может быть ниже величины прожиточного минимума трудоспособного населения.

Каждый работодатель должен произвести обязательное социальное страхование работников от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний. Это описано в Статье 214 Обязанности работодателя в области охраны труда

Информирование работников об условиях и охране труда на их рабочих местах, о существующих профессиональных рисках и их уровнях, а также о мерах по защите от воздействия вредных или опасных производственных факторов, имеющихся на рабочих местах, о предоставляемых им гарантиях, полагающихся им компенсациях и средствах индивидуальной защиты, об использовании приборов, устройств, оборудования или комплексов приборов, устройств, оборудования, обеспечивающих дистанционную видео-, аудио- или иную фиксацию процессов производства работ, в целях контроля за безопасностью производства работ;

При проектировании рабочей зоны в производственных условиях работодатель должен позаботиться о создании комфортной рабочей среды. Согласно ГОСТ 21889-76 Система "Человек-машина". Кресло человека - оператора:

- кресло должно обеспечивать длительное поддержание основной рабочей позы в процессе трудовой деятельности.
- в конструкции кресла должны регулироваться высота поверхности сиденья и угол наклона спинки. При необходимости должны регулироваться также следующие параметры: высота спинки, высота подлокотников, угол наклона подлокотников, высота подголовника, высота подставки для ног, угол наклона подставки для ног.
- регулировка параметров может быть плавной или ступенчатой. Шаг ступенчатой регулировки для линейных параметров - 15-25 мм.
- кресло человека-оператора должно способствовать ослаблению вибрационных воздействий в полосе резонансных для человека частот и ударных воздействий до уровня допустимых.

3.3. Производственная безопасность

Производственная безопасность – это система организационных мероприятий технических средств, уменьшающих вероятность воздействия на рабочих, опасных производственных факторов до приемлемого уровня. Для определения опасных факторов на данном производстве воспользуемся классификацией опасных и вредных производственных факторов по ГОСТ 12.0.003-2015.

Проанализировав всевозможные опасные и вредные факторы на данном производстве, занесем их в таблицу 1, приведем нормативные документы, которые регламентируют действие каждого выявленного фактора.

Перечень опасных факторов приведем в таблице 1.

Таблица 25- Опасные факторы при проведении технологических операций

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Нормативные документы
Опасные и вредные производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего	СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений
Повышенный уровень и другие неблагоприятные характеристики шума	ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности
Отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения	СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение

Отсутствие или недостатки необходимого искусственного освещения	СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение
Опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током	ГОСТ 12.1.019-2017 Электробезопасность

Приведем допустимые нормы с необходимой размерностью, а также средства индивидуальной и коллективной защиты для минимизации воздействия фактора

3.4. Анализ вредных факторов рабочей зоны

Далее более подробно разберем источники возникновения и воздействие на организм человека вредных и опасных факторов. Выявим допустимые нормы влияния факторов, а также рассмотрим средства индивидуальной и коллективной защиты, направленные на минимизацию влияния факторов.

1) Отклонения параметров микроклимата.

Отклонение микроклиматических параметров воздушной среды на рабочем месте заготовительной операции могут возникнуть при недостаточном отоплении в холодное время года и при недостаточной вентиляции воздуха в теплое время года. Все это может негативно сказываться на производственном процессе и состоянии организма рабочего.

Температура воздушной среды ниже оптимальной способствует развитию простудных заболеваний, ознобу, снижению двигательной активности, нарушению координации и способности выполнять точные операции. Температура воздушной среды выше оптимальной способствует учащённому дыханию и сердцебиению, головным болям, чрезмерному потоотделению, которое приводит к нарушению водно-солевому балансу.

Оптимальные величины приведены в таблице - 2 для рабочих мест производственных помещений, связанных с работами среднего класса по уровню энергозатрат согласно СанПиН 1.2.3685-21.

Таблица 3.2 - Оптимальные показатели микроклимата на рабочих местах

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Пб (233-290)	17-19	16-20	60-40	0,2
Теплый	Пб (233-290)	19-21	18-22	60-40	0,2

Для поддержания постоянной температуры на рабочих местах в производственных помещениях в теплое время года должны присутствовать системы вентилирования и кондиционирования воздуха, а холодное время года система отопления.

2) Повышенный уровень шума.

Данный фактор на заготовительной операции возникает в ходе работы ленточнопильного станка, а также производственного оборудования соседних рабочих мест и участков. Отрезание заготовки, как правило, сопровождается громким скрежетом и лязгом, которые на протяжении длительного времени заполняют производственное помещение.

Работающий в таких условиях шумового воздействия испытывает

раздражительность, головную боль, головокружение, снижение памяти, повышенную утомляемость, понижение аппетита и нарушение сна. Длительное воздействие шума, уровень которого превышает допустимые значения, также может привести к заболеванию слухового аппарата, сопровождающийся частичной или полной потерей слуха [21].

Согласно ГОСТ 12.1.003-2014 максимальный уровень шума в производственных помещениях 80 дБ. В качестве средств уменьшения влияния шума используются противошумные наушники и вкладыши.

3) Отсутствие или недостаток необходимого естественного и искусственного освещения.

Одним из важнейших гигиенических требований к освещенности рабочих мест является обеспечение функции зрения человека, которая находится в прямой зависимости от степени и равномерности освещенности рассматриваемого предмета. При неравномерной или недостаточной освещенности быстро наступает зрительное утомление, снижаются внимание и работоспособность, повышается возможность производственного травматизма.

Работодателю важно обеспечить правильное освещение производственного помещения. Достаточная освещенность способствует качественному выполнению работы, сохраняет здоровье трудящихся, обеспечивает безопасность и предотвращает брак. Поэтому крайне важно выбрать правильное решение для освещения цеха согласно СП 52.13330.2016.

3.5. Опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током

Электронасыщенность современного производства формирует электрическую опасность, источником которой могут быть электрические сети, электрифицированное оборудование и инструмент, вычислительная и организационная техника, работающая на электричестве.

Электрический ток, протекая через тело человека, производит термическое, электролитическое, биологическое, механическое и световое воздействие. Термическое воздействие характеризуется нагревом кожи, тканей вплоть до ожогов. Электролитическое воздействие заключается в электролитическом разложении жидкостей, в том числе и крови. Биологическое действие электрического тока проявляется в нарушении биологических процессов, протекающих в организме человека, и сопровождается разрушением возбуждением тканей, и судорожным сокращением мышц. Механическое действие приводит к разрыву ткани, а световое - к поражению глаз. Для предотвращения влияния данного фактора на предприятии должны соблюдаться правила и нормы по электробезопасности [22].

Электробезопасность - система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту персонала от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

Ключевые правила электробезопасности при эксплуатации электрооборудования и станков требуют, чтобы при их применении в ходе технологического процесса производилось в соответствии с рекомендациями и указаниями производителя. Это значит, что сотрудники, которые производят его эксплуатацию, обязаны быть ознакомлены с инструкцией или руководством, которое описывает правила работы с этим типом техники. Кроме этого, для безопасной работы аппаратуры важно следить за выполнением следующих условий:

1) своевременное выполнение профилактических испытаний и планового технического обслуживания, обеспечивающего бесперебойное функционирование оборудования в течение всего срока его службы;

2) безотлагательная остановка и выполнение текущего и капитального ремонта при выходе из строя узлов, компонентов или деталей конструкции техники, поскольку продолжение эксплуатации с такой проблемой может стать причиной более существенной поломки или аварии с причинением значительного вреда материальным активам, а также здоровью и жизни работников;

допуск к работе на оборудовании только тех сотрудников, которые прошли профильную подготовку и получили навыки эксплуатации такой техники. Рассматриваемое производственное помещение согласно правил устройства электроустановок (ПУЭ) [23] относится ко 2-ой категории по двум признакам: токопроводящая пыль (металлическая); возможность, одновременно прикоснуться к станку или другому оборудованию с одной стороны и металлическим частям (корпусам) электрооборудования или открытым проводящим частям с другой.

Группа допуска по электробезопасности на рабочем месте заготовительной операции должен быть – не ниже III. Персонал, осуществляющий оперативное управление и обслуживание электроустановок (осмотр, техническое обслуживание, оперативные переключения, подготовку рабочего места, допуск к работе и надзор за работающими в электроустановке, выполнение работ в порядке текущей эксплуатации) с обязательным утверждением приказом по предприятию.

3.6. Экологическая безопасность

Металлическая стружка является продуктом обработки различных металлических деталей с помощью разного рода технологического оборудования. В процессе работы с деталями на заводах и предприятиях может образовываться большое количество стружки, которое при попадании в окружающую среду влечет засобой пагубное влияние. Все выбросы должны соответствовать требованиям к качеству почвы и грунтов согласно

СанПиНу 2. 1.3684-21

Оксиды железа после процесса окисления, ржавления и превращения в порошок ржавчины несут опасность для роста растений. При попадании в соленые воды процесс распада ускоряется и до появления вреда от отходов достаточно пройдет двум годам. Ионы металлов не только сохраняются в почве, но и несут опасность для здоровья, если на этих почвах производится сельскохозяйственное выращивание культур.

Металлическую стружка — это очень большое количество отходов, которые могут успешно применяться в процессе повторной переработки для получения новых металлических заготовок. Это позволит уменьшить загрязнение окружающей среды и сэкономить на запасах руды, которые неограниченные.

При сборе стружки следует учитывать то, что она имеет небольшую плотность и загрязнена всевозможными примесями: СОЖ, масло, влага и т.д. Даже при непродолжительном хранении во влажной среде, стружка интенсивно ржавеет и слеживается, что снижает ее металлургическую ценность. Поэтому перед отправкой на переработку стружку следует тщательно просушить и спрессовать.

3.7. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Наиболее вероятным ЧС на производстве является возникновение пожара при несоблюдении норм пожарной безопасности или вследствие неисправности электрических цепей. С целью предупредительных мероприятий по противодействию данной ЧС были разработаны следующие мероприятия: порядок действий должностного лица при возникновении пожара и план эвакуации.

Согласно СП 12.13130.2009 По взрывопожарной и пожарной опасности помещению присвоена категория Г исходя из характеристики веществ и материалов, находящихся в помещении: Негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени, и (или) горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива.

Порядок действий должностного лица ответственного за пожарную безопасность, при возникновении пожара (согласно утвержденным МЧС Правилам ППБ № 01-03):

- дублирует информацию о пожаре, ставит в известность вышестоящее начальство;
- организует спасение людей из зоны пожара;
 - отвечает за отключение электроэнергии, остановку работы всех устройств и оборудования, технологических процессов производства, прекращение всех остальных видов работ (кроме тех, которые связаны с ликвидацией возгорания);
 - удаляет на безопасное расстояние всех людей, не принимающих участие в пожаротушении;
- осуществляет руководство до прибытия работников МЧС;
 - следит за безопасностью работников, осуществляющих тушение огня, от поражения током, удушья, ожогов и т.д.;
 - одновременно организует перевозку ценного оборудования,

имущества предприятия. Для предотвращения ЧС в виде пожара необходимо использовать следующие меры:

- утвердить ответственное лицо/отдел организующую работу по обеспечению противопожарной безопасности на производстве;
- производить подробный инструктаж для сотрудников по пожарной безопасности;
- обеспечить помещения предприятия средствами тушения возгораний, а также автоматическими средствами по обнаружению возгораний;
- разработать и разместить планы эвакуации при пожаре на видных местах.

3.8. Вывод по разделу

В данном разделе были рассмотрены правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности в рамках потенциального производства. Далее проведен анализ опасных и вредных факторов на рабочем месте заготовительной операции, который выявил источники их возникновения и влияние на организм человека. Были приведены допустимые нормы влияния факторов, а также разработаны решения, позволяющие снизить их влияние на работающих. Рабочему помещению была присвоена 2-я категория по электробезопасности, а также рабочему персоналу присвоена группа не ниже 3-ей по охране труда по эксплуатации электроустановок и 2-я категория тяжести труда. По взрывопожарной и пожарной опасности помещению присвоена категория Г. В том числе, выявлены опасные факторы производства и их воздействие на экологию окружающей среды. Производству присвоена 2-я категория по влиянию на окружающую среду, оказывающая умеренное негативное влияние. В результате анализа разработан ряд рекомендаций по обеспечению оптимальных условий труда и охране окружающей среды.

3.9. Заключение

В ходе выполнения ВКР была выполнена технологическая подготовка производства детали «Втулка гидроцилиндра», которое заключается в: проектировании технологического процесса, маршрута, операций, а также в выборе средств технологического оснащения. Проведен выбор и расчет режимов обработки, припусков и норм времени. Разработаны управляющие программы для обработки на станках с ЧПУ и карты наладок. Так же для нескольких операций было спроектировано специальное приспособление, позволяющее необходимым образом установить и закрепить заготовку.

Далее была изученная финансовая составляющая работы в разделе финансового менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения. Для оценки затрат на реализацию проекта проведены расчеты бюджета, который составляет 204 017,6руб

Затем в разделе социальной ответственности были рассмотрены правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности для потенциального производства. Для обеспечения безопасности здоровья и жизни рабочих проанализированы опасные и вредные факторы на рабочем месте заготовительной операции, в результате чего определены причины их возникновения и влияние на организм человека. Были приведены допустимые нормы влияния факторов, а также разработаны решения, позволяющие снизить их влияние на работающих.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
4А92	Енин Денис Сергеевич

Школа	ИШНПТ	Отделение Школа	Отделение машиностроения
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
<i>1. Стоимость ресурсов научного исследования (ПР): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<p>Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска</p> <p>Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ</p>
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Норма амортизационных отчислений на специальное оборудование
<i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Отчисления во внебюджетные фонды 30 %
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<i>1. Анализ конкурентных технических решений (ПР)</i>	<p>Расчет конкурентоспособности</p> <p>SWOT-анализ</p>
<i>2. Формирование плана и графика разработки и внедрения (ПР)</i>	Структура работ. Определение трудоемкости. Разработка графика проведения исследования.

3. Составление бюджета инженерного проекта (ИР)	Расчет бюджетной стоимости проектной разработки.
4. Оценка ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности (ИР)	Интегральный финансовый показатель. Интегральный показатель ресурсоэффективности. Интегральный показатель эффективности.

Перечень графического материала

1. Оценка конкурентоспособности ИР
2. Матрица SWOT
3. Диаграмма Ганта
4. Бюджет НИ
5. Основные показатели эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	24.04.23
--	----------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кашук Ирина Вадимовна	Доцент		24.04.23

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А92	Енин Д.С.		24.04.23

4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1 Введение

Основная цель данного раздела – оценить перспективность исследования, провести финансовую и коммерческую оценку ценности конечного продукта, представленного в рамках ВКР.

Коммерческая ценность определяется не только наличием более высоких технических характеристик над конкурентными разработками, но и тем, насколько быстро разработчик сможет ответить на следующие вопросы – будет ли продукт востребован на рынке, какова будет цена и бюджет НИ, какое время будет необходимо для продвижения продукта на рынок.

Данный раздел, предусматривает рассмотрение следующих задач:

- Оценка коммерческого потенциала разработки;
- Планирование проектной разработки;
- Расчет бюджета проектной разработки;
- Определение ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности исследования.

Целью ВКР является технологическая подготовка производства изготовления детали «Стойка» на станках с ЧПУ.

4.2. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности ресурсосбережения 2.1.1 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 7 – Сравнение конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурент способность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
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. Уровень шума	0,1	4	3	3	0,4	0,3	0,3
6. Безопасность	0,05	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	0,05	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	0,05	4	4	2	0,4	0,4	0,2
5. Послепродажное обслуживание	0,1	2	2	1	0,02	0,02	0,01
6. Срок выхода на рынок	0,1	2	2	2	0,02	0,02	0,01
7. Наличие сертификации разработки	0,1	0	4	4	0	0,04	0,04
Итого	1	46	46	41	3,8	3,36	3,03

Расчет конкурентоспособности, на примере стабильности срабатывания, определяется по формуле:

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

где K – конкурентоспособность проекта; B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл показателя.

Разработка:

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

Конкуренты:

$$K = \sum B_i \cdot i = 46 \cdot 3,36 = 154,56$$

$$K = \sum B_i \cdot i = 41 \cdot 3,03 = 124,23$$

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.

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.

• **Технология QuaD**

Таблица 8 – Оценочная карта для сравнения конкурентных решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (3x2)
1	2	3	4	5	
Показатели оценки качества разработки					
1. Энергоэффективность	0,1	70	100	0,7	0,07
2. Ремонтопригодность	0,05	70	100	0,7	0,035
3. Надежность	0,1	50	100	0,5	0,05
4. Унифицированность	0,1	60	100	0,8	0,08
5. Уровень материалоемкости разработки	0,1	50	100	0,5	0,05
6. Уровень шума	0,05	70	100	0,7	0,014

7. Безопасность	0,08	50	100	0,5	0,04
8. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,1	70	100	0,7	0,07
9. Простота эксплуатации	0,1	70	100	0,7	0,07
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
10. Конкурентоспособность продукта	0	70	100	0,7	0,07
11. Уровень проникновения на рынок	0,1	70	100	0,7	0,07
12. Перспективность рынка	0,01	50	100	0,5	0,05
13. Цена	0,1	70	100	0,7	0,03
14. Послепродажное обслуживание	0,01	50	100	0,5	0,002
15. Срок выхода на рынок	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

$$P_{\text{ср}} = \sum V_i \cdot B_i = 890 \cdot 0,605 = 538,45$$

где $P_{\text{ср}}$ – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки; V_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 621,6, разработка перспективна.

4.3. SWOT-анализ

Для исследования внешней и внутренней среды проекта, в этой работе проведен SWOT-анализ с детальной оценкой сильных и слабых сторон исследовательского проекта, а также его возможностей и угроз.

SWOT – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT- анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта

Первый этап, составляется матрица SWOT, в которую описаны слабые и сильные стороны проекта и выявленные возможности и угрозы для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде, приведены в таблице 2.

Таблица 9 – Матрица SWOT-анализа

Сильные стороны	Слабые стороны
С1. Низкая цена исходного сырья.	Сл1. Отсутствие ссылок и материалов для соответствующих научных исследований.
С2. Использование современного оборудования	Сл2. Долгое время подготовки образца, используемого при проведении научного исследования.
С3. Более свежая информация, которая была использована для разработки проекта.	Сл3. Высокие требования к экспериментальному оборудованию.

С4. Экологичность технологии.	Сл4. Высокая стоимость оборудования
С5. Наличие опытного руководителя	Сл5. Вероятность получения брака.
Возможности	Угрозы
В1. Использование оборудования ИШНПТ ТПУ и ИФПМ СО РАН.	У1. Снижение стоимости разработок конкурентов.
В2. Появление потенциального спроса на новые разработки.	У2. Появление новых конкурентных технологий
В3. Возможность автоматизации технологического процесса	
В4. Уменьшение себестоимости выпускаемой продукции	

На втором этапе на основании матрицы SWOT строятся интерактивные матрицы возможностей и угроз, позволяющие оценить эффективность проекта, а также надежность его реализации. Соотношения параметров представлены в таблицах 4.3–4.6.

Таблица 10 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и сильные стороны»

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

	B3	-	+	-	+	-
	B4	+	+	-	-	-

Таблица 11 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и слабые стороны»

Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	B1	-	-	+	+	+
	B2	-	-	-	-	-
	B3	-	-	-	-	-
	B4	-	-	-	-	-

Таблица 12 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и сильные стороны»

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

Таблица 13 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и слабые стороны»

Слабые стороны проекта						
-------------------------------	--	--	--	--	--	--

Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	У1	-	-	-	+	+
	У2	-	-	-	-	-

Результаты анализа представлены в итоговую таблицу 4.7.

Таблица 14 – Итоговая таблица SWOT-анализа

	Сильные стороны научно- исследовательского проекта	Слабые стороны научно- исследовательского проекта
	<p>С1. Низкая цена исходного сырья.</p> <p>С2. Наличие опытного руководителя</p> <p>С3. Использование современного оборудования</p> <p>С4. Экологичность технологии</p> <p>С5. Квалифицированный персонал.</p>	<p>Сл1. Отсутствие ссылок и материалов для соответствующих научных исследований.</p> <p>Сл2. Долгое время подготовки образца, используемого при проведении научного исследования.</p> <p>Сл3. Высокие требования к экспериментальному оборудованию.</p> <p>Сл4. Высокая стоимость оборудования</p>

		Сл5. Вероятность получения брака.
<p>Возможности</p> <p>В1. Использовании оборудования ИНШПТ ТПУ и ИФПМ СО РАН.</p> <p>В2. Появление потенциально го спроса на новые разработки.</p> <p>В3 Возможность автоматизаци и технологическ ого процесса</p> <p>В4. Уменьшение себестоимост и выпускаемой продукции</p>	<p>Направления развития</p> <p>При использовании современного оборудования и УП обеспечивается автоматизация процесса, что приводит к уменьшению себестоимости продукции;</p> <p>Использование современного оборудования побуждает введение дополнительных требований к сертификации продукции</p>	<p>Сдерживающие факторы</p> <p>Использование новейшего оборудования для удовлетворения требований исследований, также может уменьшить экспериментальную ошибку и предотвратить появление брака.</p>

Угрозы	Угрозы развития	Уязвимости:
<p>У1. Снижение стоимости разработок конкурентов.</p> <p>У2. Появление новых конкурентных технологий</p>	<p>Несмотря на снижение стоимости разработок конкурентов, наши продукты имеют лучшие механические свойства, больше перспектив развития.</p> <p>Наши продукты обладают лучшими механическими свойствами, являются более привлекательными мировом рынке.</p>	<p>Введение систем совершенствования производственных процессов для снижения погрешности и неопределенности.</p>

В результате SWOT-анализа показано, что на преимущества разрабатываемой технологии преобладают над ее недостатками. Данные недостатки, которые на данный момент на практике не устранены, но в теории уже есть возможности для их устранения. Результаты анализа учтены в дальнейшей научно-исследовательской разработке.

4.4 Планирование проекта по разработке установки

Структура работ в рамках проекта

Планирование комплекса научно-исследовательских работ осуществляется в порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение количества исполнителей для каждой из работ;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Для оптимизации работ удобно использовать классический метод линейного планирования и управления.

Результатом такого планирования является составление линейного графика выполнения всех работ. Порядок этапов работ и распределение исполнителей для данной научно-исследовательской работы, приведен в таблице 9.

Таблица 15 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ работ	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель, Инженер
Выбор	2	Подбор и изучение материалов по теме	Руководитель темы, Инженер
	3	Составление маршрута техпроцесса	Инженер

направления исследований	4	Расчет припусков	Руководитель, инженер
	5	Выбор средств технологического оснащения	Инженер
Теоретические и экспериментальные исследования	6	Расчет режимов резания	Инженер
	7	Нормирование переходов	Инженер
	8	Проектирование технологических операций	Инженер
	9	Размерный анализ	Инженер
Обобщение и оценка результатов	10	Разработка управляющих программ	Инженер
Разработка технической документации и проектирование Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	11	Проектирование приспособления	Инженер
	12	Разработка карт наладок	Инженер
	13	Разработка комплекта технологической документации	Инженер
	14	Составление пояснительной записки (эксплуатационнотехнической документации)	Инженер

4.5 Определение трудоемкости выполнения работ

При проведении научных исследований основную часть стоимости разработки составляют трудовые затраты, поэтому определение трудоемкости проводимых работ является важным этапом составления сметы.

Для определения, ожидаемого (среднего) значения трудоемкости использована следующая формула:

$$t_{\text{ож}i} = \frac{3t_{\text{мин}i} + 2t_{\text{макс}i}}{5}, \quad (25)$$

где $t_{\text{ож}i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы, человеко-дни;

$t_{\text{мин}i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, человеко-дни;

$t_{\text{макс}i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, человеко-дни.

Зная величину ожидаемой трудоемкости, можно определить продолжительность каждой i -ой работы в рабочих днях T_{pi} , при этом учитывается параллельность выполнения работ разными исполнителями. Данный расчёт позволяет определить величину заработной платы.

$$T = \frac{t_{\text{ож}i}}{P_i \cdot \overline{Ч_i}}, \quad (26)$$

где T_{pp} – продолжительность одной работы, рабочие дни;

$t_{\text{ож}i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, человеко-дни;

$Ч_{\text{н}}$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Для перевода длительности каждого этапа из рабочих в календарные дни, необходимо воспользоваться формулой (27):

$$T_{ki.инж} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (27)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – календарный коэффициент

Календарный коэффициент определяется по формуле:

$$k_{\text{кал.инж}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1,48 \quad (28)$$

кал вых пр

где $T_{\text{кал}}$ – общее количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – общее количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ – общее количество праздничных дней в году.

Расчеты временных показателей проведения научного исследования обобщены в таблице 2.9.

Таблица 2.9 - Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях		Длительность работ в календарных днях		
	t _{min} , чел-дни		t _{max} , чел-дни		t _{ожид} , чел-дни		T _{рi}		T _{кi}		
	Научный	Инженер	Научный	Инженер	Научный	Инженер	Научный	руководитель	Инженер	Научный	руководитель
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1. Составление и утверждение технического задания	1	-	2	-	1,4	-	1,4	-	2	-	
2. Выбор способов обработки	1	1	2	2	1,4	1,4	0,7	0,7	1	1	
3. Анализ технологичности конструкции детали	1	1	1	2	1	1,4	0,5	0,7	1	1	
4. Выбор заготовки	-	1	-	2	-	1,4	-	1,4	-	2	
5. Составление технологического процесса	4	20	6	25	4,8	22	2,4	11	4	16	
6. Расчет припусков на обработку	-	2	-	4	-	2,8	-	2,8	-	4	

Продолжение таблицы 2.9

7. Выбор и расчет режимов резания	-	2	-	5	-	3,2	-	3,2	-	5
8. Нормирование технологических переходов	-	2	-	4	-	2,8	-	2,8	-	4
9. Размерный анализ	-	3	-	4	-	3,4	-	3,4	-	5
10. Составление технологической документации	-	15	-	20	-	17	-	17	-	17
11. Разработка 3D модели	-	1	-	2	-	1,4	-	1,4	-	2
12. Проектирование и расчет приспособления	-	10	-	15	-	17	-	17	-	17
13. Расчет 3D моделей в САЕ системе	-	1	-	2	-	1,4	-	1,4	-	2
14. Оценка качества исполнения	2	2	4	4	2,8	2,8	1,4	1,4	2	2
ИТОГО:	9	61	15	91	11,4	59,6	6,4	64,2	10	78

4.6. Разработка графика проведения научного исследования

На основе таблицы 2.9 составлен календарный план-график выполнения проекта с использованием диаграммы Ганта (таблица 2.10).

Таблица 2.10 – Диаграмма Ганта

	Вид работ	Исполнители	Т _к , № кал. дн.	Продолжительность выполнения работ													
				от февр.			март			апрель			май			июнь	
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель	2														
2	Выбор способов обработки	Научный руководитель	1														
		Инженер	1														

Продолжение таблицы 2.10

3	Анализ технологичности конструкции детали	Научный руководитель	1	■															
		Инженер	1	■															
4	Выбор заготовки	Инженер	2	■															
5	Составление технологического процесса	Научный руководитель	4	■															
		Инженер	16	■	▨														
6	Расчет припусков на обработку	Инженер	4					▨											
7	Выбор и расчет режимов резания	Инженер	5					▨											
8	Нормирование технологических переходов	Инженер	4					▨											
9	Размерный анализ	Инженер	5					▨											
10	Составление технологической документации	Инженер	17					▨											
11	Разработка 3D модели	Инженер	2					▨											
12	Проектирование и расчет приспособления	Инженер	17					▨											
13	Расчет 3D моделей в САЕ системе	Инженер	2																■
14	Оценка качества исполнения	Научный руководитель	2																■
		Инженер	2																▨

▨ - Инженер

■ - Научный руководитель

4.7 Бюджет проектной разработки

При планировании бюджета научно-технического исследования учитывались все виды расходов, связанных с его выполнением. В этой работе использовать следующую группировку затрат по следующим статьям:

- материальные затраты научно-исследовательской работы (НИР);
- затраты на специальное оборудование для экспериментальных работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы НИР.

4.8. Расчет материальных затрат проекта

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей

$$З_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m Ц_i \cdot N_{расх\ i} ,$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования; $N_{расх\ i}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.); $Ц_i$ – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.); k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы. Для остальных позиций произведем аналогичный расчет. Материальные затраты, необходимые для данной разработки, заносятся в таблицу 12.

Материальные затраты — это затраты организации на приобретение сырья и материалов для создания готовой продукции.

4.9. Расчет амортизации специального оборудования

При выполнении научно-исследовательского проекта использовался ПЭВМ - Асер. Срок полезного использования данного ноутбука по паспорту составляет 3 года.

Таблица 18

№	Наименование оборудования	Кол-во, шт.	Срок полезного использования, лет	Цены единицы оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость оборудования, тыс. руб.	Амортизация, руб.
1	ПЭВМ Acer Nitro 5	1	3	65	65	10725
2	Принтер HP LaserJet Pro M203dn	1	3	14,6	14,6	2409
3	Второй монитор LG 24МК430Н	1	3	16,5	16,5	2723
Итого				96,1 тыс. руб.		15857

Расчет амортизации проводится следующим образом:

Норма амортизации определяется по следующей формуле:

$$H_A = \frac{1}{n}, \quad (3.6)$$

где n – срок полезного использования в годах.

Амортизация определяется по следующей формуле:

$$A = \frac{H_A I}{12} \cdot t, \quad (3.7)$$

где I – итоговая сумма, тыс. руб.;

t – время использования, мес.

Рассчитаем норму амортизации для ноутбука, с учётом того, что срок полезного использования составляет 3 года:

$$H_A = \frac{1}{n} = \frac{1}{3} = 0,33.$$

Общую сумму амортизационных отчислений находим следующим образом:

Для ноутбука:

$$A = \frac{H_A}{12} \cdot m = \frac{0,33 \cdot 65000}{12} \cdot 6 = 10725 \text{ р 6}$$

Для принтера:

$$A = \frac{H_A}{12} \cdot m = \frac{0,33 \cdot 14600}{12} \cdot 6 = 2409 \text{ р 6}$$

Для монитора:

$$A = \frac{H_A}{12} \cdot m = \frac{0,33 \cdot 16500}{12} \cdot 6 = 2723 \text{ р 6}$$

4.10. Основная заработная плата исполнителей темы

Основная заработная плата исполнителей темы

Заработная плата работников, непосредственно занятых выполнением НИИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$Зп = Зосн + Здоп,$$

где Зосн – основная заработная плата; Здоп – дополнительная заработная плата (12-20 % от Зосн)

Основная заработная плата (Зосн) руководителя рассчитывается по следующей формуле:

$$Зосн = Зд \cdot Тр$$

где Зосн – основная заработная плата одного работника; Тр – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. Дн. (табл. 9); Здн – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{дн} = \frac{З_{м} \cdot М}{F_{д}},$$

где Зм – месячный должностной оклад работника, руб.; М – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб. Дня М =11,2 месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48 раб. Дней М=10,4 месяца, 6-дневная неделя; Fд – действительный годовой фонд рабочего времени научно- технического персонала, раб. дн. (таблица 13).

Таблица 19 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	366	366
Количество нерабочих дней	52	52
- выходные дни	14	14
- праздничные дни		
Потери рабочего времени	48	48
- отпуск	0	0
- невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени	252	252

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{тс} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p ,$$

где $Z_{тс}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

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

k_d – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15-20 % от $Z_{тс}$);

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Тарифная заработная плата $Z_{тс}$ находится из произведения тарифной ставки работника 1-го разряда $T_{ci} = 600$ руб. на тарифный коэффициент k_t и учитывается по единой для бюджетных организации тарифной сетке. Для предприятий, не

относящихся к бюджетной сфере, тарифная заработная плата (оклад) рассчитывается по тарифной сетке, принятой на данном предприятии.

Расчёт основной заработной платы приведён в табл. 14.

Таблица 20 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$Z_{тс}$, руб.	$k_{пр}$	$k_{д}$	$k_{р}$	$Z_{м}$, руб	$Z_{дн}$, руб.	$T_{р}$, раб. дн.	$Z_{осн}$, руб.
Руководитель	26 300	0,3	0,2	1,3	51 285	2279,3	14,8	33734
Инженер	1 7500	0,3	0,2	1,3	3 412,5	140,8	114,8	16163,84
Итого $Z_{осн}$								49897,84

Дополнительная заработная плата исполнителей

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн}$$

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

Руководитель:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,12 \cdot 33734 = 4048 \text{ руб.}$$

Инженер:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,12 \cdot 16163,84 = 1939,6 \text{ руб.}$$

Итого: 5987 руб.

4.11 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников. Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}),$$

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

Общая ставка взносов составляет в 2022 году – 30% (ст. 425, 426 НК РФ):

- 22 % – на пенсионное страхование;
- 5,1 % – на медицинское страхование;
- 2,9 % – на социальное страхование. При этом сумма взносов к уплате

зависит от того, превысил доход установленный лимит или нет.

Отчисления во внебюджетные фонды рекомендуется представлять в табличной форме (табл. 15).

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.	Величина отчислений во внебюджетные фонды, руб.
Руководитель проекта	33734	4048	11334,6
Инженер	16163,84	1939,6	15551,23
Итого			26885,8

4.12. Накладные расходы

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

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 7) \cdot k_{\text{нр}},$$

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

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

$$Z_{\text{накл}} = 141828 \cdot 0,16 = 22692,5 \text{ руб.}$$

4.13. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в табл. 16.

Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
1. Материальные затраты НИИ	1530	Пункт 3.4.1
2. Амортизация	15857	Пункт 3.3.2
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей проекта	49897,84	Пункт 3.3.3
4. Дополнительная заработная плата исполнителей темы	5987	Пункт 3.3.3
5. Отчисления во внебюджетные фонды	26885,8	Пункт 3.3.4
6. Накладные расходы	22692,5	Пункт 3.4.5
7. Бюджет затрат НИИ	122850	Сумма ст. 1-

4.14. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Для определения эффективности разработки рассчитан интегральный показатель эффективности проекта путем определения интегральных показателей финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности проекта получен в процессе оценки бюджета затрат трех вариантов исполнения стенда. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принят за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

В качестве аналогов данного проекта рассмотрены:

1) Стенд для вибрационного контроля подшипников качения с механическим модулем радиального и осевого нагружения;

2) Стенд для вибрационного контроля подшипников качения с гидравлическим модулем радиального и осевого нагружения.

Интегральный финансовый показатель разработки рассчитывается как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (3.17)$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения.

$\Phi_{\text{текущ.проект}} = 122850$ руб., $\Phi_{\text{исп.1}} = 124670$ руб., $\Phi_{\text{исп.2}} = 129356$ руб.

$$I_{\text{финр}}^{\text{пр}} = \frac{681144,5}{911550,5} = 0,75 \ 0,94$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{п.2}} = \frac{650107,5}{911550,5} = 0,71 \ 0,96$$

$$I_{\text{и п.2}} = \frac{I_{\text{и п.2}}}{m \cdot x} = \frac{911550,5}{911550,5} = 1,1$$

В результате расчета консолидированных финансовых показателей по трем вариантам разработки, вариант 1, который разрабатывается в ВКР, наиболее приближен к наименьшему варианту исполнения 2.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов выполнения НИР (I_{pi}) определен путем сравнительной оценки их характеристик, распределенных с учетом весового коэффициента каждого параметра (таблица 3.17).

Таблица 23 – Сравнительная оценка характеристик вариантов НИР

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Исп.2	Исп.3
1. Безопасность при использовании установки	0,1	4	4	4
2. Стабильность работы	0,2	5	4	4
3. Технические характеристики	0,4	5	3	3
4. Механические свойства	0,2	5	4	5
5. Материалоёмкость	0,1	5	3	3
ИТОГО	1	4,9	3,7	3,3

Расчет интегрального показателя для разрабатываемого проекта:

$$I_{p1} = 0,1 \cdot 4 + 0,2 \cdot 5 + 0,4 \cdot 5 + 0,2 \cdot 5 + 0,1 \cdot 5 = 4,9;$$

$$I_{p1} = 0,1 \cdot 4 + 0,2 \cdot 4 + 0,4 \cdot 3 + 0,2 \cdot 4 + 0,1 \cdot 5 = 3,7;$$

$$I_{p1} = 0,1 \cdot 4 + 0,2 \cdot 4 + 0,4 \cdot 3 + 0,2 \cdot 3 + 0,1 \cdot 3 = 3,3.$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки вычисляется на основании показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.i} = \frac{I_{р-исп.i}}{I_{исп.i} \cdot I_{финр}} \quad .18)$$

$$I_{исп.1} = \frac{4,9}{0,75} = 6,5; \quad I_{исп.2} = \frac{3,7}{0,71} = 5,2; \quad I_{исп.3} = \frac{3,3}{1} = 3,3;$$

Далее интегральные показатели эффективности каждого варианта проекта сравнивались с интегральными показателями эффективности других вариантов с целью определения сравнительной эффективности проекта (таблица 3.18).

Таблица 24 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Текущий проект	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,94	0,96	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,9	3,7	3,3
3	Интегральный показатель эффективности	6,5	5,2	3,3
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,8	0,51

Сравнение среднего интегрального показателя сопоставляемых вариантов позволило сделать вывод о том, что наиболее финансово- и ресурсоэффективным является вариант 1 (текущий проект). Наш проект является более эффективным по сравнению с конкурентами.

Выводы по разделу

В результате выполнения целей раздела можно сделать следующие выводы:

1. Результатом анализа конкурентных технических решений является выбор одного из вариантов реализации проекта как наиболее подходящего и оптимального по сравнению с другими.

2. В ходе планирования для руководителя и инженера был разработан график реализации этапа работ, который позволяет оценивать и планировать рабочее время исполнителей. Определено следующее: общее количество календарных дней для выполнения работ составляет 162 дней; общее количество календарных дней, в течение которых работал инженер, составляет 144 дней; общее количество календарных дней, в течение которых работал руководитель, составляет 18 дней;

3. Для оценки затрат на реализацию проекта разработан проектный бюджет, который составляет 122850 руб ;

4. Результат оценки эффективности ПР показывает следующие выводы:

1) значение интегрального финансового показателя ПР составляет 0,94, что является показателем того, что ПР является финансово выгодной по сравнению с аналогами;

2) значение интегрального показателя ресурсоэффективности ПР составляет 4,9, по сравнению с 3,7 и 3,3;

3) значение интегрального показателя эффективности ПР составляет 6,5, по сравнению с 5,2 и 3,3, и является наиболее высоким, что означает, что техническое решение, рассматриваемое в ПР, является наиболее эффективным вариантом исполнения.

Заключение

В ходе выполнения ВКР была выполнена технологическая подготовка производства детали «Стойка», которое заключается в проектировании технологического процесса, маршрута, операций, а также в выборе средств технологического оснащения. Проведен выбор и расчет режимов обработки, припусков и норм времени. Разработаны управляющие программы для обработки станках с ЧПУ и карты наладок. Также для нескольких операций было спроектировано специальное приспособление, позволяющее необходимым образом установить и закрепить заготовку.

Далее была изучена финансовая составляющая работы в разделе финансового менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

Затем в разделе социальной ответственности были рассмотрены правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности для потенциального производства. Для обеспечения безопасности здоровья и жизни рабочих проанализированы опасные и вредные факторы на рабочем месте заготовительной операции, в результате чего определены причины их возникновения и влияние на организм человека. Были приведены допустимые нормы влияния факторов, а также разработаны решения, позволяющие снизить их влияние на работающих.

Список литературы

1. Проектирование заготовок деталей машин [Электронный ресурс] // URL: <https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/43783/1/pzdm-2016.pdf> (дата обращения 23.02.2022)
2. Должиков В.П. Разработка технологических процессов механообработки в мелкосерийном производстве: Учебное пособие. – Томск: изд. ТПУ, 2003 – 324 с.
3. Чинков Е. П., Багинский А. Г. Материаловедение и технология конструкционных материалов: Учебное пособие. – 2-е изд., испр. и доп. – Томск: Изд-во ТПУ, 2009. –180 с.
4. Гуляев А.П. Металловедение. Учебник для вузов. 6-е изд., перераб. и доп. М.: Металлургия, 1986. 554 с.
5. Кувалдин Ю.И. Расчет припусков и промежуточных размеров при обработке резанием: учебное пособие для практических занятий, курсового и дипломного проектирования / Ю.И.Кувалдин, В.Д.Перевощиков. – Киров: Изд-во ВятГУ, 2005. – 163 с.
6. Каталог станков (ПОЛИТЕХ СТАНКИ). Ленточнопильный станок S-280 [Электронный ресурс] // URL: https://www.ctanku.ru/catalog/lentochnopilnye_stanki/lentochnopilnyy-standok-s-naklonnoy-ramoy-s-280.html (дата обращения 10.02.2022)
7. Каталог станков (СТАНКОМАШСТРОЙ). Токарный станок СТ 16к20 [Электронный ресурс] // URL: <https://tomsk.16k20.ru/catalog/tokarnye-stanki/st-16k20/> (дата обращения 10.02.2022)
8. Каталог станков (СТАНКОМАШСТРОЙ). Токарный станок с ЧПУ СК7525 (А/С) [Электронный ресурс] // URL: <https://16k20.ru/catalog/tokarnye-stanki-s-chpu/CK7525-CK7525A-CK7525C/> (дата обращения 10.02.2022)
9. Вертикально-сверлильный станок Z5030 [Электронный ресурс] // URL: <https://16k20.ru/catalog/sverlilnye-stanki/Z5030-Z5035/> (дата обращения 10.02.2022)

- 10.Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. С74 Т. 2 /Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова.- 4-е изд., перераб. и доп.- М.: Машиностроение, 1985. 496 с., ил.
- 11.Ю.В. Барановский. Режимы резания металлов. Справочник. Изд. 3-е, переработанное и дополненное. М., «Машиностроение», 1972.
- 12.Силантьева Н.А. Техническое нормирование труда в машиностроении. Учебник для учащихся машиностроительных техникумов. М: Машиностроение, 1921. – 184 с., ил.;
- 13.Нормирование технологических процессов [Электронный ресурс] // URL: http://osntm.ru/normir_tpr.html (дата обращения 30.02.2022)
- 14.Должиков В.П. Основы программирования и наладки станков с ЧПУ: учебное пособие / В.П. Должиков; Томский политехнический университет. – 2-е изд., перераб. и доп. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 143с.
- 15.Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: учебное пособие / В.Ф. Скворцов. – 2-е издание. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 91 с. ISBN 5–98298–450–7
- 16.Проектирование и расчет станочных и контрольно-измерительных приспособлений в курсовых и дипломных проектах: учеб. Пособие / И.Н. Аверьянов, А.Н. Болотеин, М.А. Прокофьев; – Рыбинск: РГАТА, 2010. – 220с. ил.
- 17.Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. С74 Т. 1 /Под ред. А.М. Дальского, А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова, А.Г. Сулова. - 5-е изд., исправл.- М.: Машиностроение, 1,2003 г. 912 с., ил.

18. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 01.03.2022) [Электронный ресурс] // URL: <https://docs.cntd.ru/document/901807664> (дата обращения 17.04.2022)
19. Влияние шума на организм человека. Профилактика вредного воздействия шума на производстве [Электронный ресурс] // URL: <https://cge28.ru/noise/> (дата обращения 17.04.2022)
20. Воздействие электрического тока на человека [Электронный ресурс] // URL: <https://www.art-talant.org/publikacii/18942-vozdeystvie-elektricheskogo-toka-na-cheloveka> (дата обращения 17.04.2022)
21. Правила устройства электроустановок [Электронный ресурс] // URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200030216> (дата обращения 17.04.2022)

Приложение А

Чертеж детали «Стойка»

Приложение Б

Комплект технологической документации

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

ИШНПТ-4А82008.06

1

ТПУ

ИШНПТ-4А82008.06

ИШНПТ 4А92

Стойка

1

1

1

«Национальный исследовательский

СОГЛАСОВАНО

Лысак И.А.

/

УТВЕРЖДАЮ

Лысак И.А.

/

КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ

на технологический процесс детали "Стойка"

ОТК

/

Исполнитель: Енин Д.С.

/

Внедрен в производство

Акт № _____

ТЛ

Титульный лист

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--

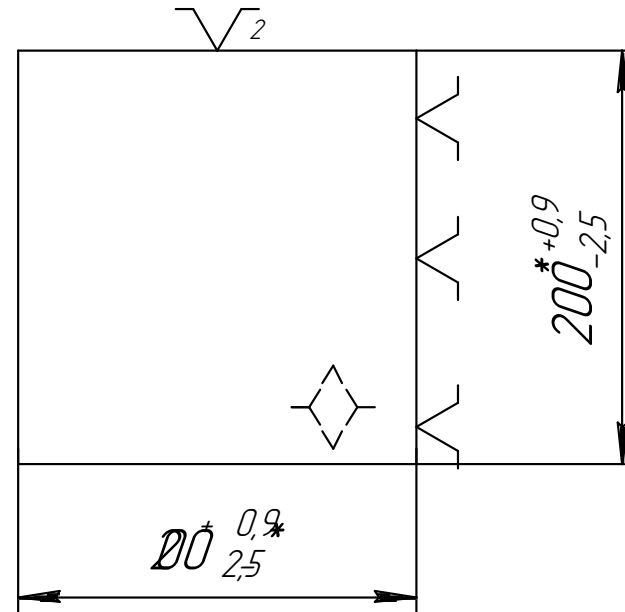
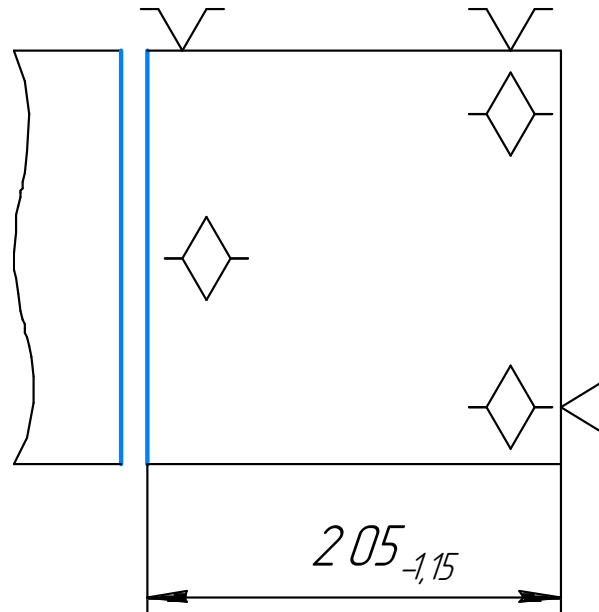
--	--	--	--	--

				ТП-001	10	1
--	--	--	--	--------	----	---

Разраб.	Енин Д.С.	22.03.2023
Проверил	Лысак И.А.	
Нормировал		
Н.контр.	Должиков В.П.	01.04.2023

ТПУ	ИШНПТ-4А82008.06	-	200025.00001
МИН	Стойка	61	04 22 005

$\sqrt{Ra\ 6.3}$



**Размеры для справок*

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

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

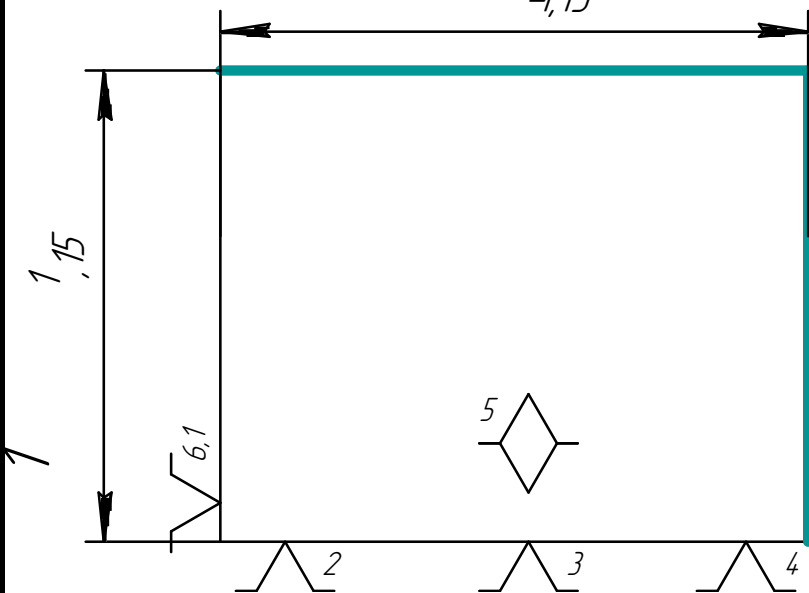
--	--	--	--	--	--

							ТП-001	2	
							ИШНПТ-4А82008.06	200025.00001	030

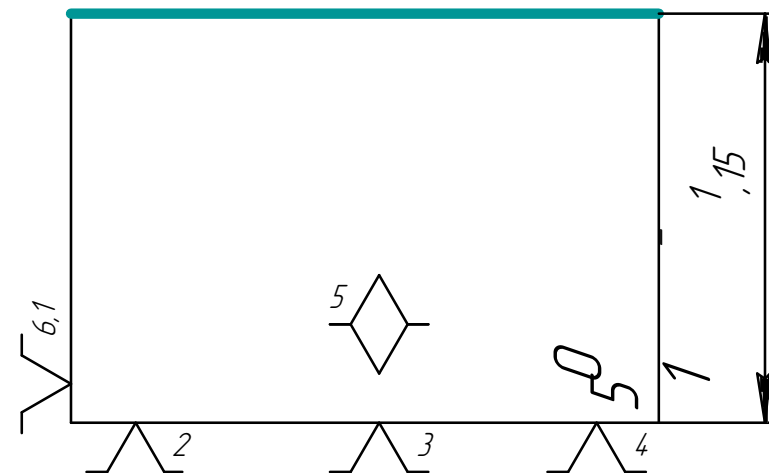
$\sqrt{Ra\ 6.3}$

Установ А

200_{-1,15}



Установ Б

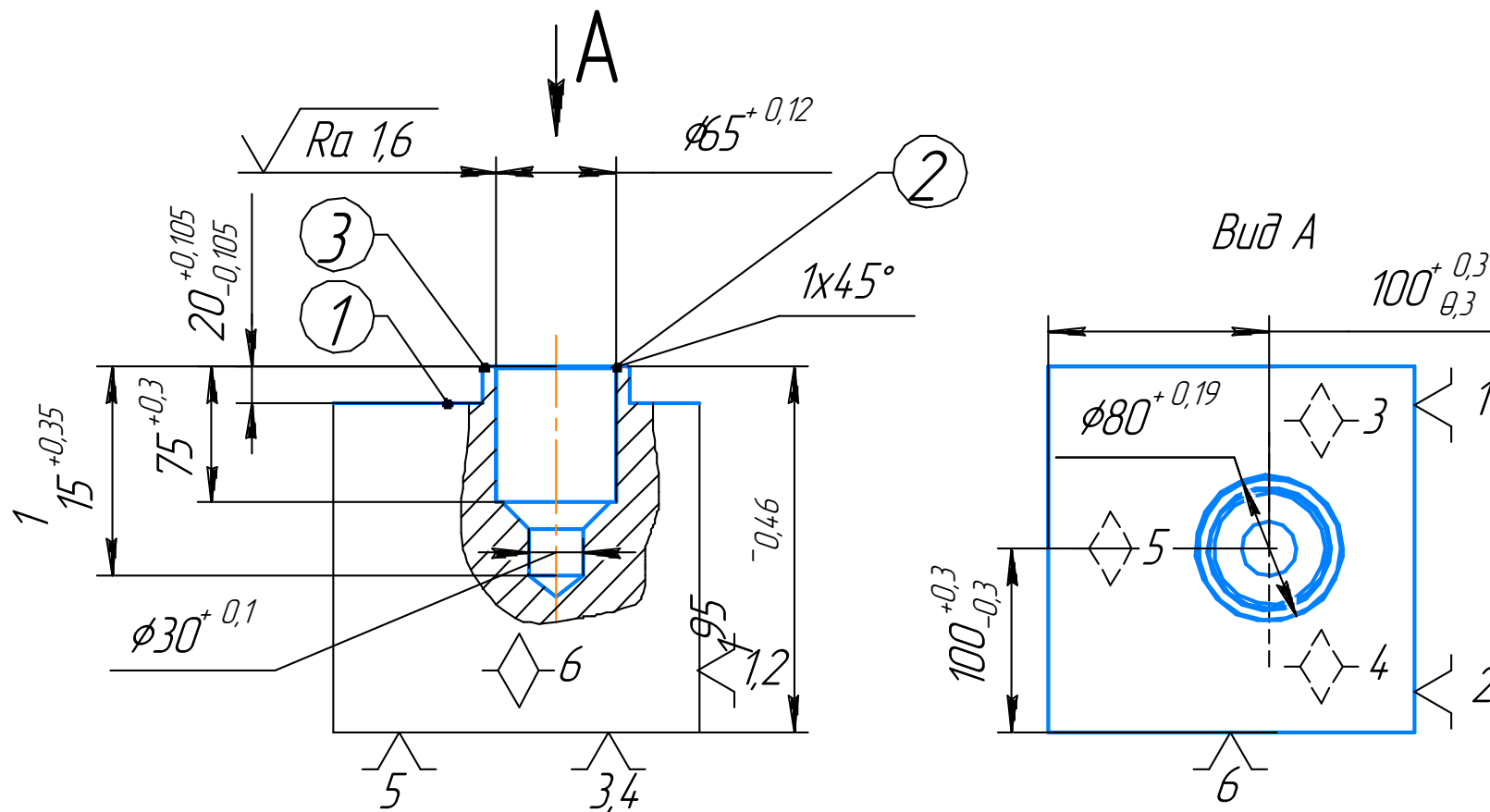


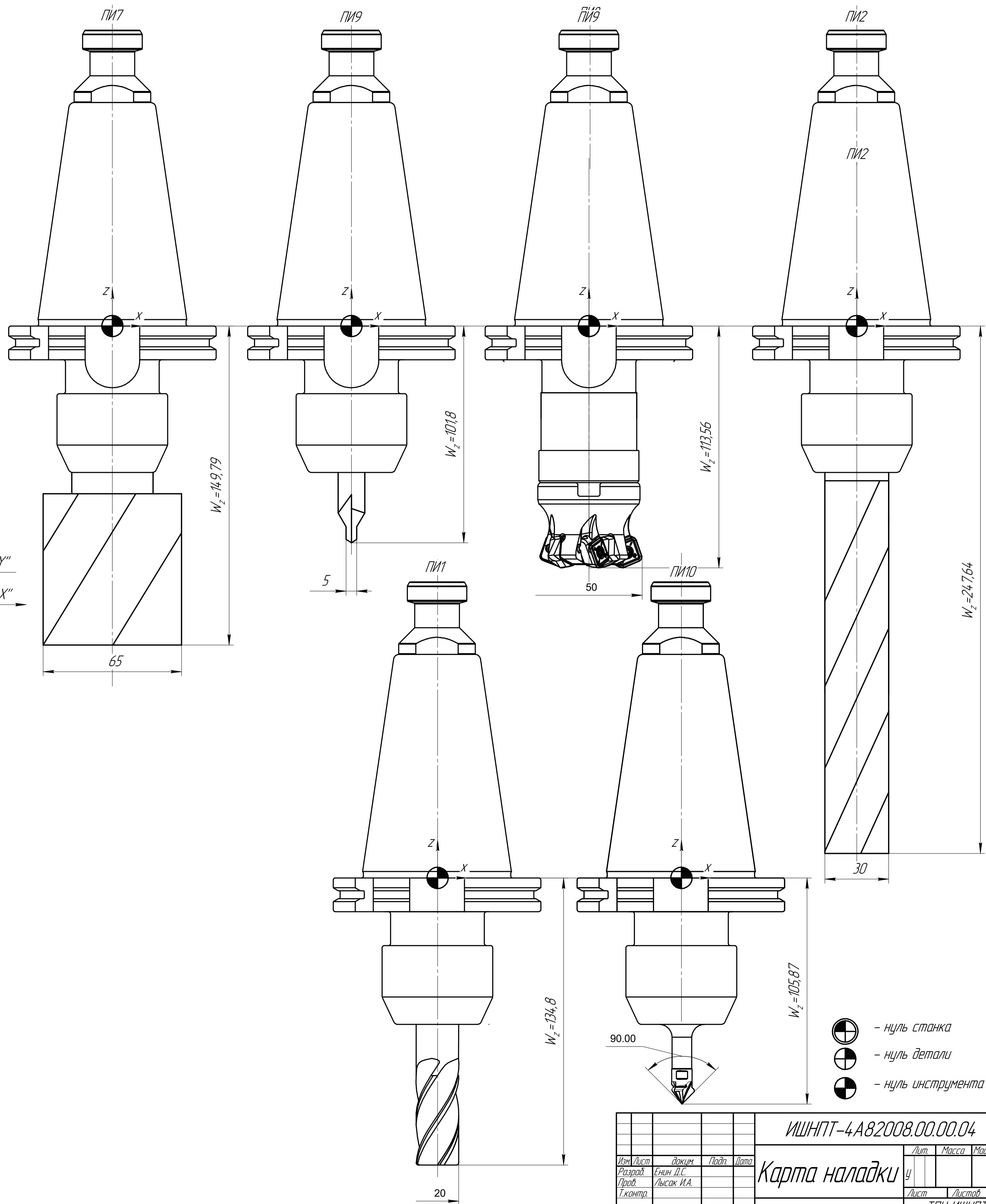
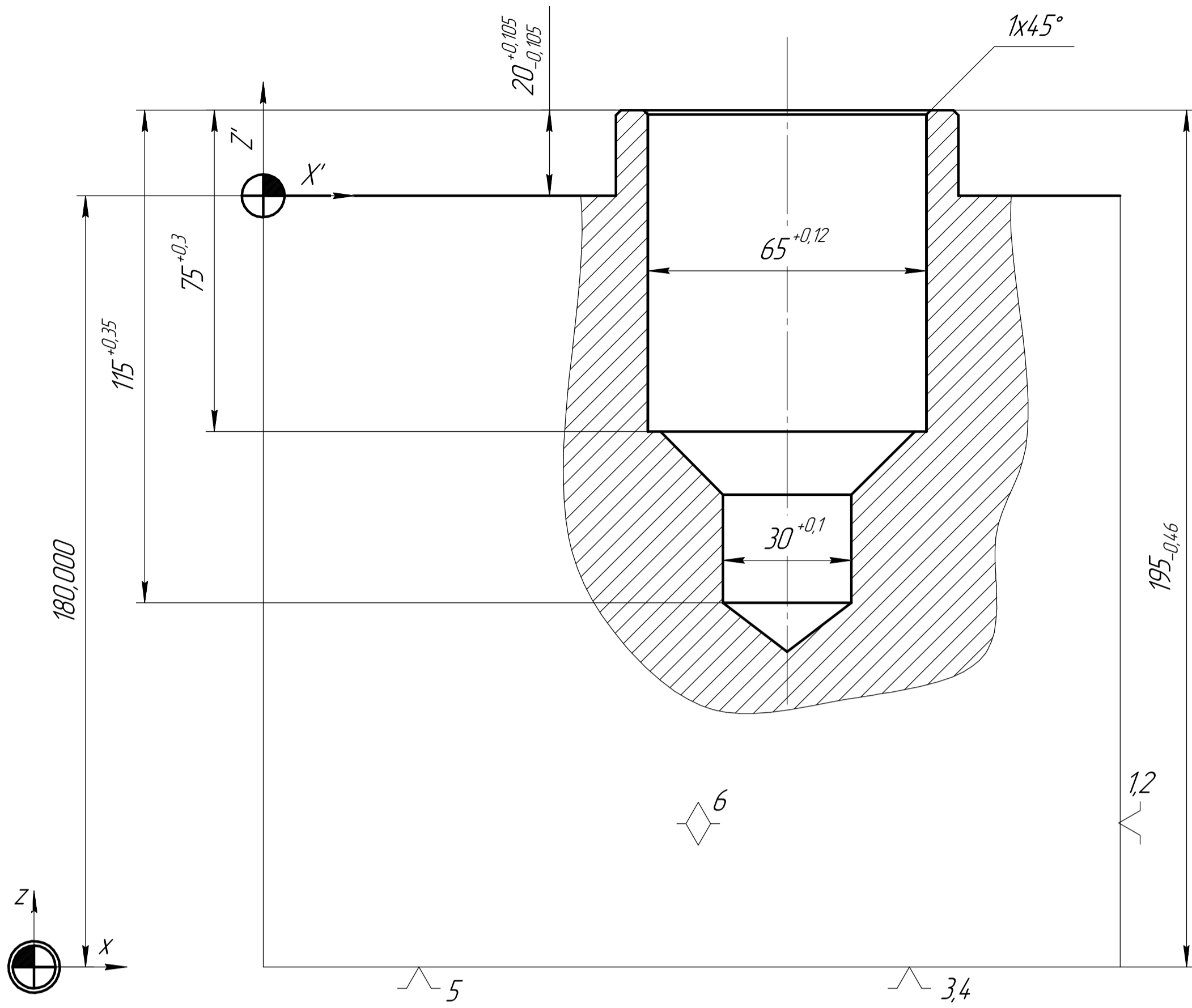
Дубл.			
Взам.			
Подл.			

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

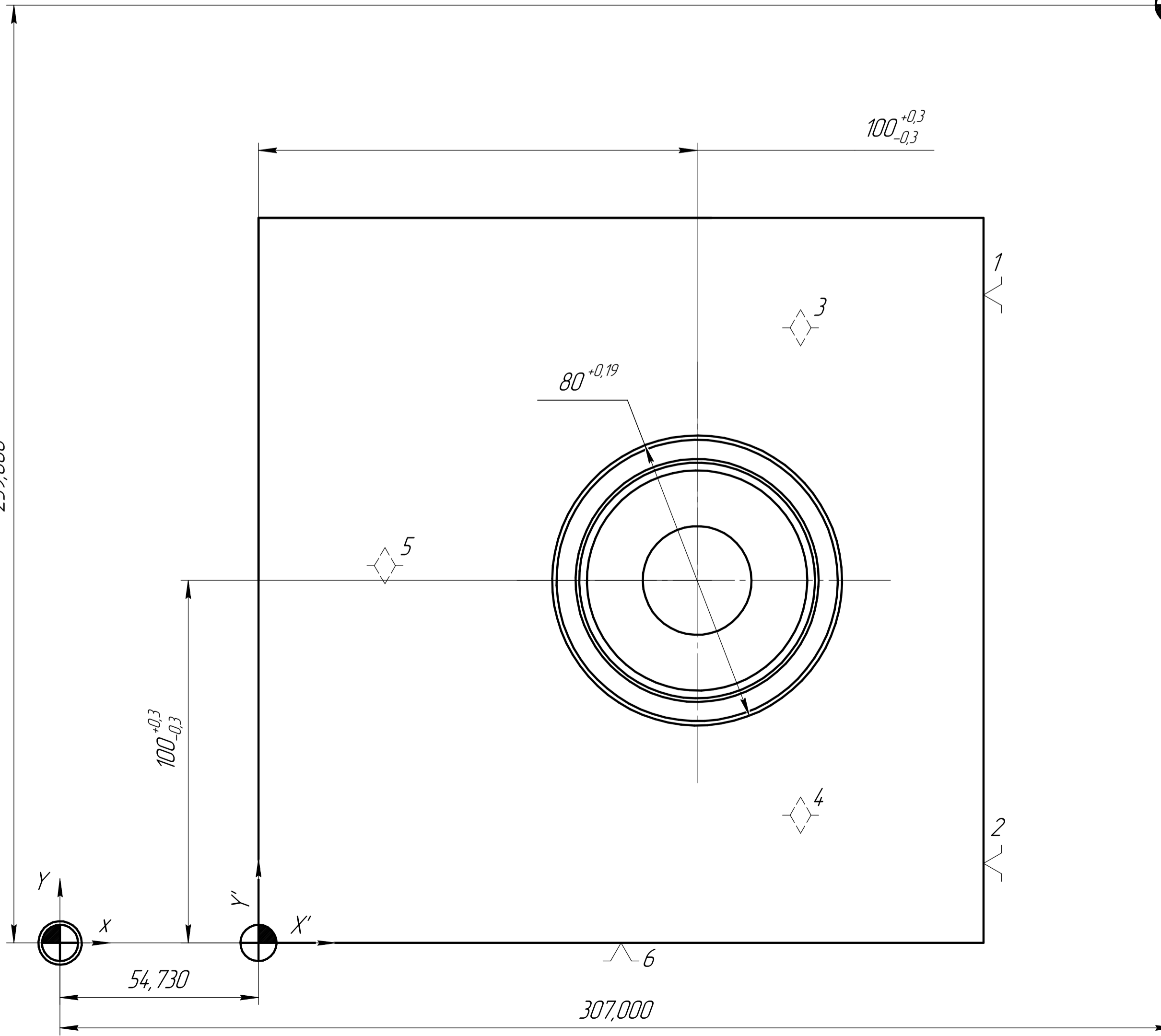
								ТП-001	3	
								ИШНПТ-4А82008.06	200025.00001	010

$\sqrt{Ra\ 3.2}$





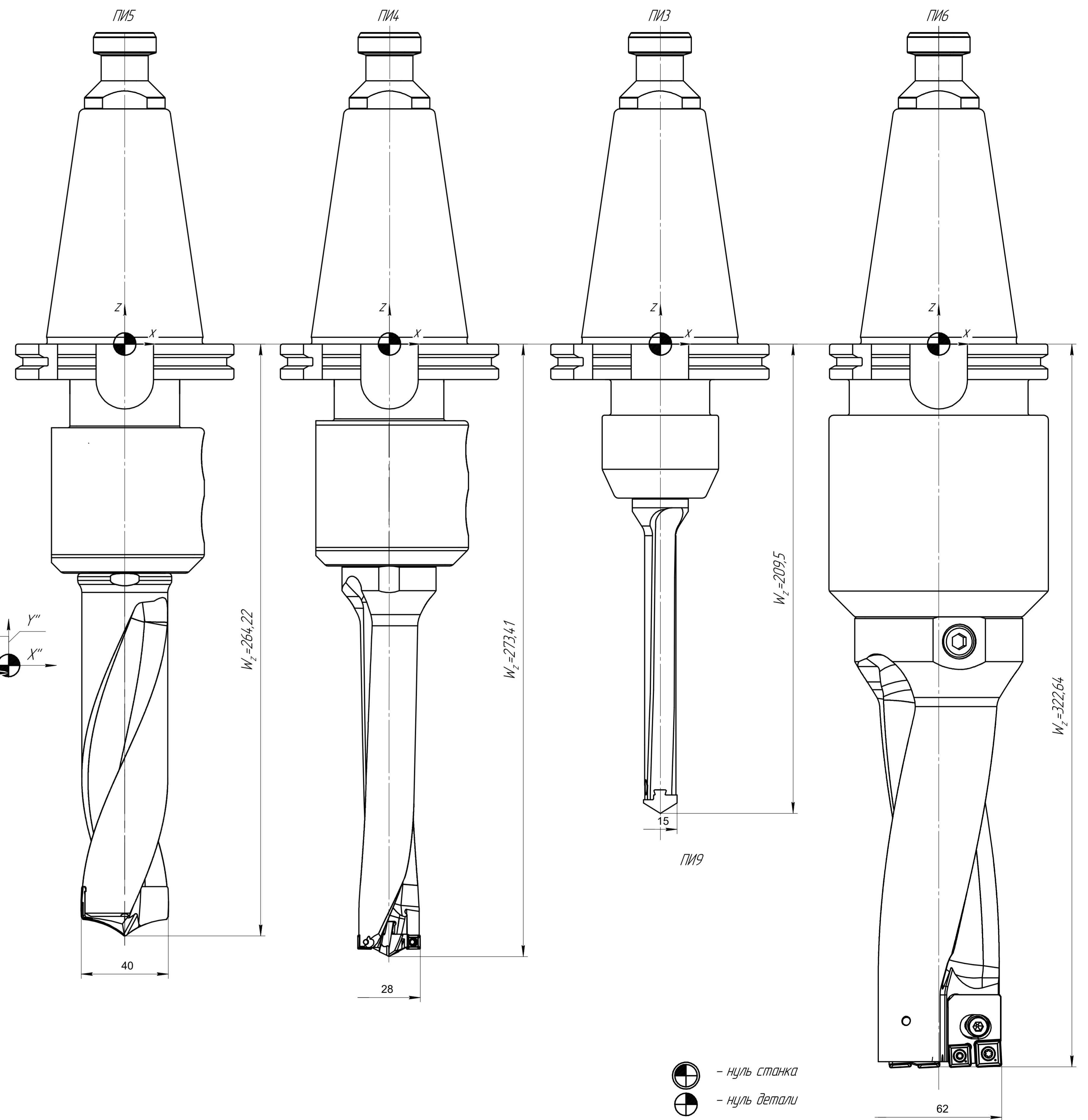
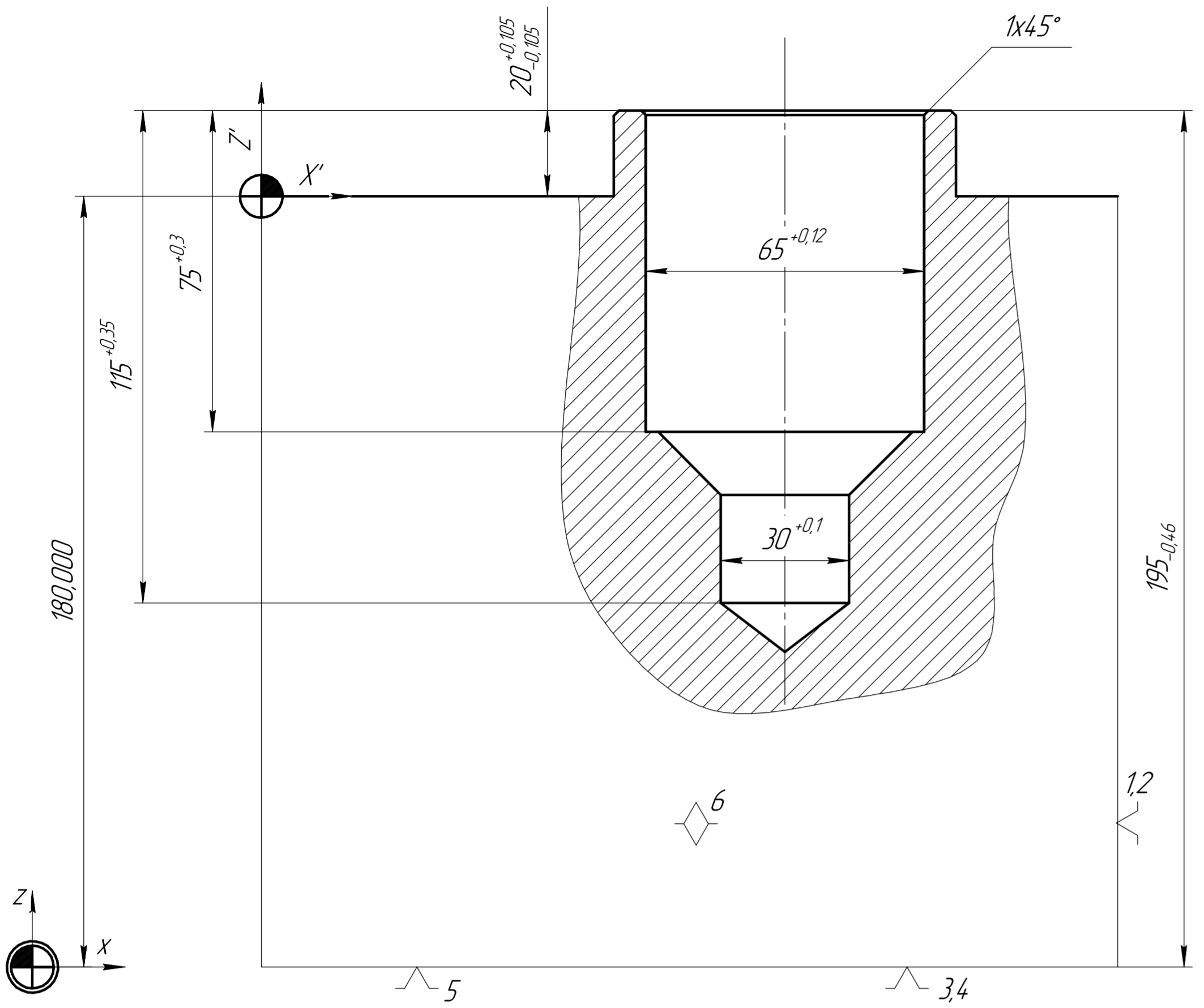
- ноль станка
- ноль детали
- ноль инструмента



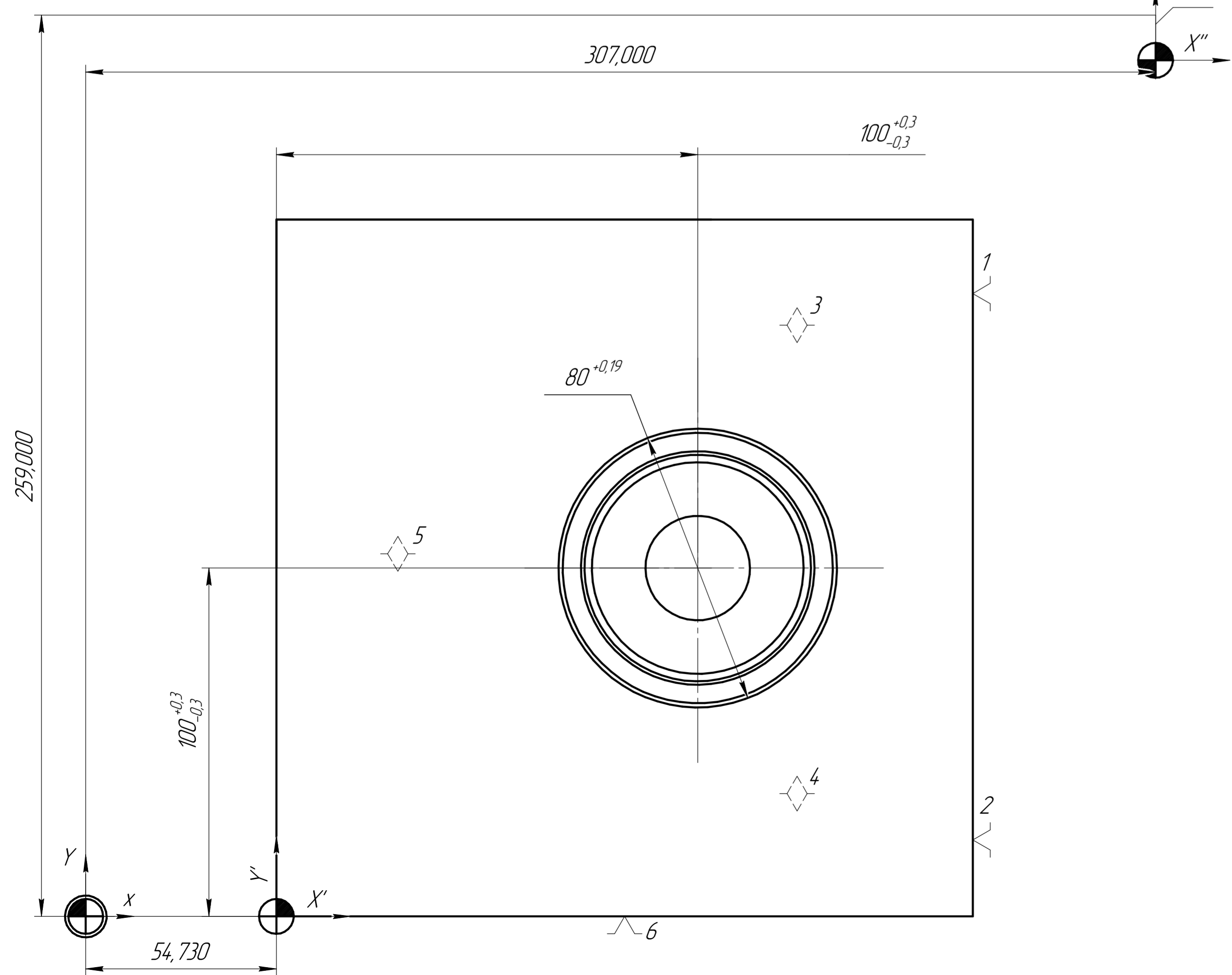
ИШНПТ-4А82008.00.00.04				Лист	Масса	Масштаб
Карта наладки				у		1:1
Изм.	Лист	доким.	Подп.	Дата	Лист	Листов 1
Разраб.	Енин Д.С.				ТПУ ИШНПТ	
Проб.	Лысок И.А.				Группа 4А92	
Т.контр.					Формат А1	
Исполн.					Копирован	
Утв.					Формат А1	

КОМПАС-3D 12 © 2020 ООО «СПИД-Системы проектирования». Россия. Все права защищены.
 Имя файла: ИШНПТ-4А82008.00.00.04. Имя листа: ИШНПТ-4А82008.00.00.04.01. Имя документа: ИШНПТ-4А82008.00.00.04.01.01.

$\sqrt{Ra\ 3.2\ \sqrt{1}}$



- нуль станка
- нуль детали
- нуль инструмента



ИШНПТ-4А82008.00.00.03				Лист	Масса	Масштаб
Карта наладки				у		1:1
Изм.	Лист	Вакум	Подп.	Дата		
Разраб.	Енин Д.С.					
Проб.	Лысак И.А.					
Т.контр.						
Н.контр.						
Утв.						
Копировал				Лист	Листов	1
				ТПУ ИШНПТ		
				Группа 4А92		
				Формат	А1	

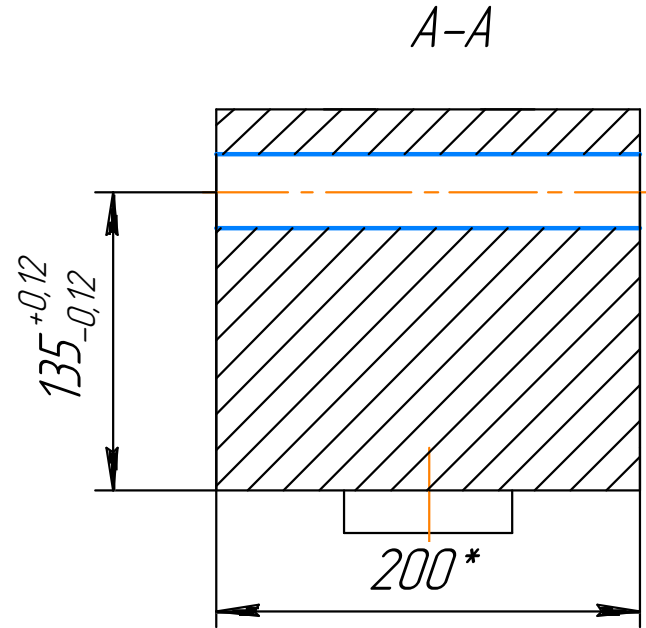
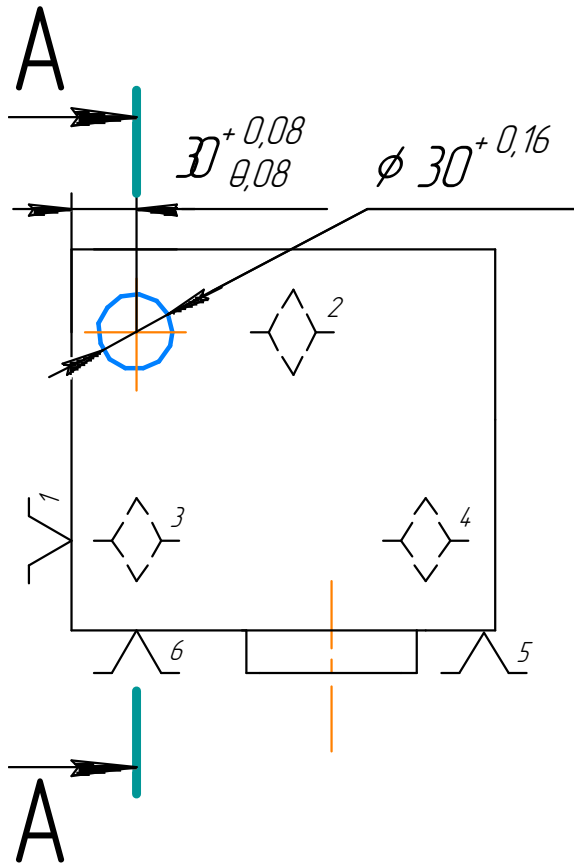
ИШНПТ-4А82008.00.00.03
 ТПУ ИШНПТ
 Группа 4А92
 Формат А1
 Копировал

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

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

								ТП-001	4	
								ИШНПТ-4А82008.06	200025.00001	030

$\sqrt{Ra\ 3.2}$



**Размеры для справок*

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

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

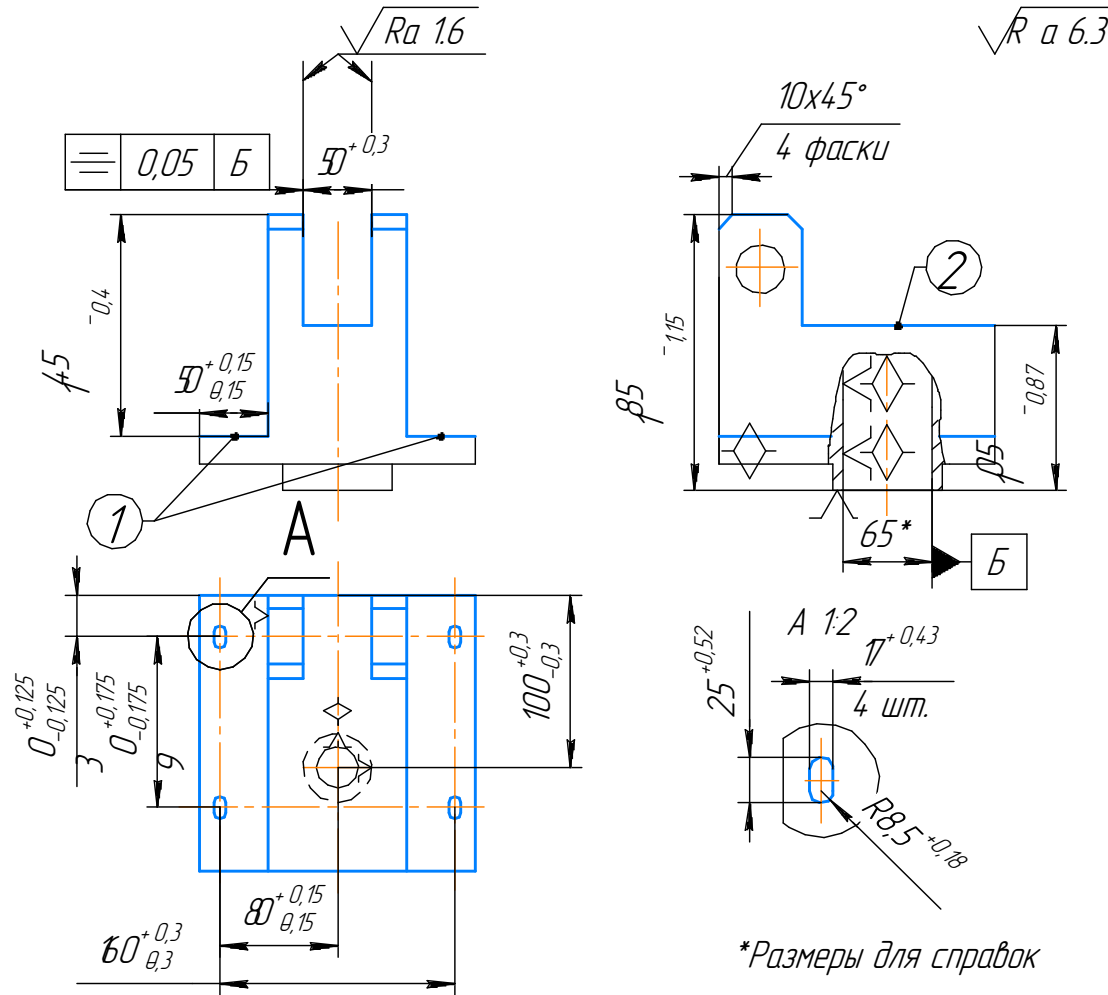
ТП-001

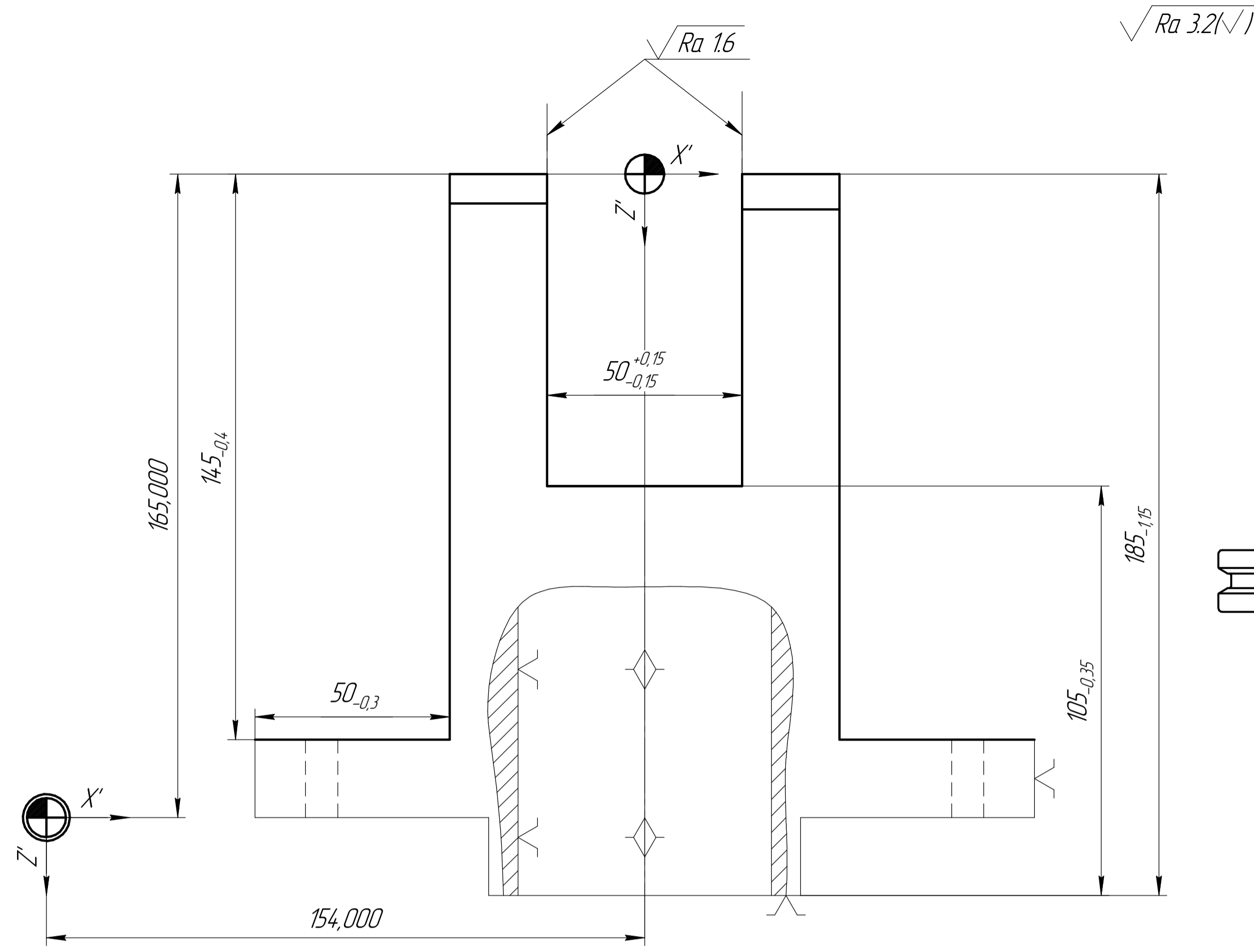
5

ИШНПТ-4А82008.06

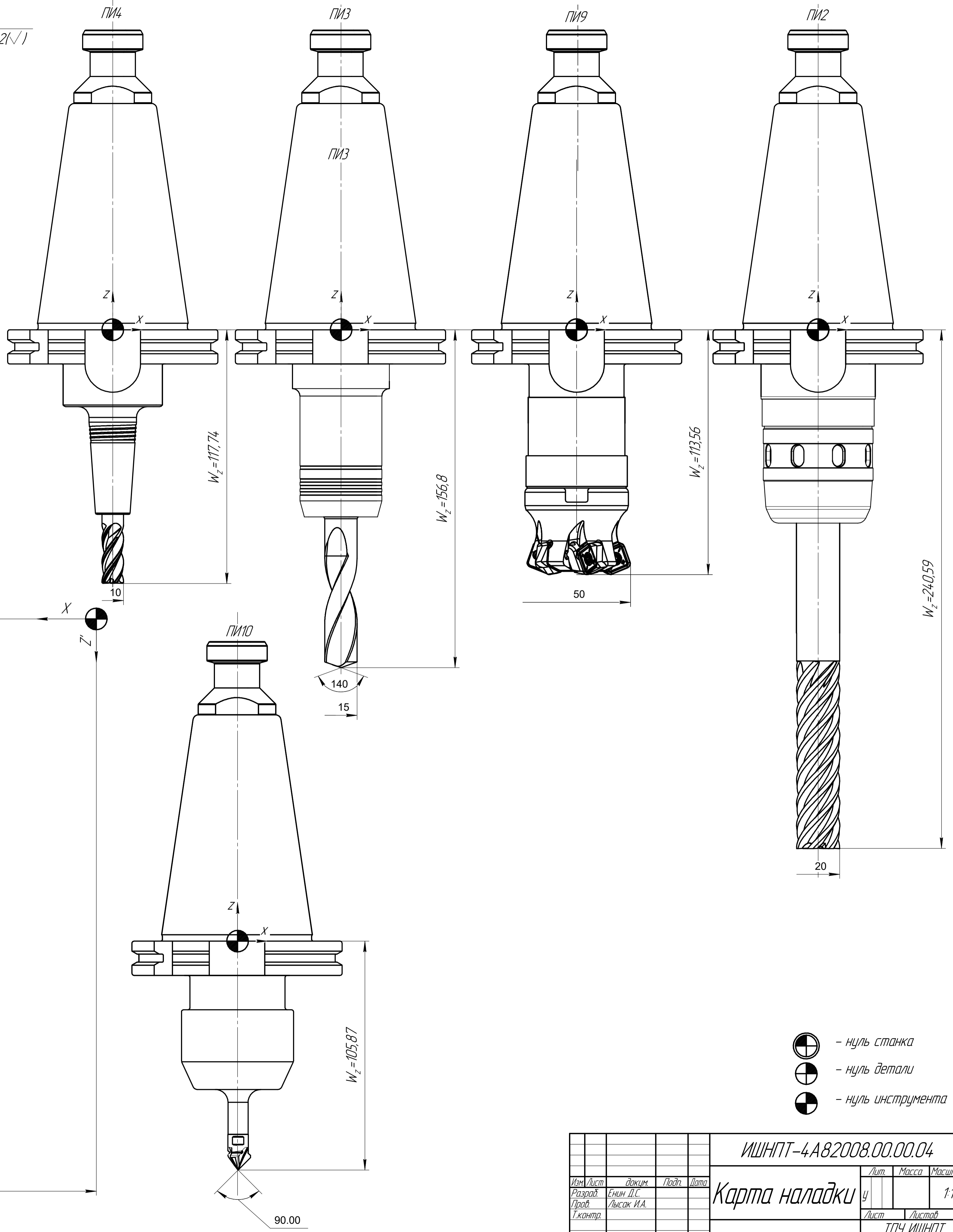
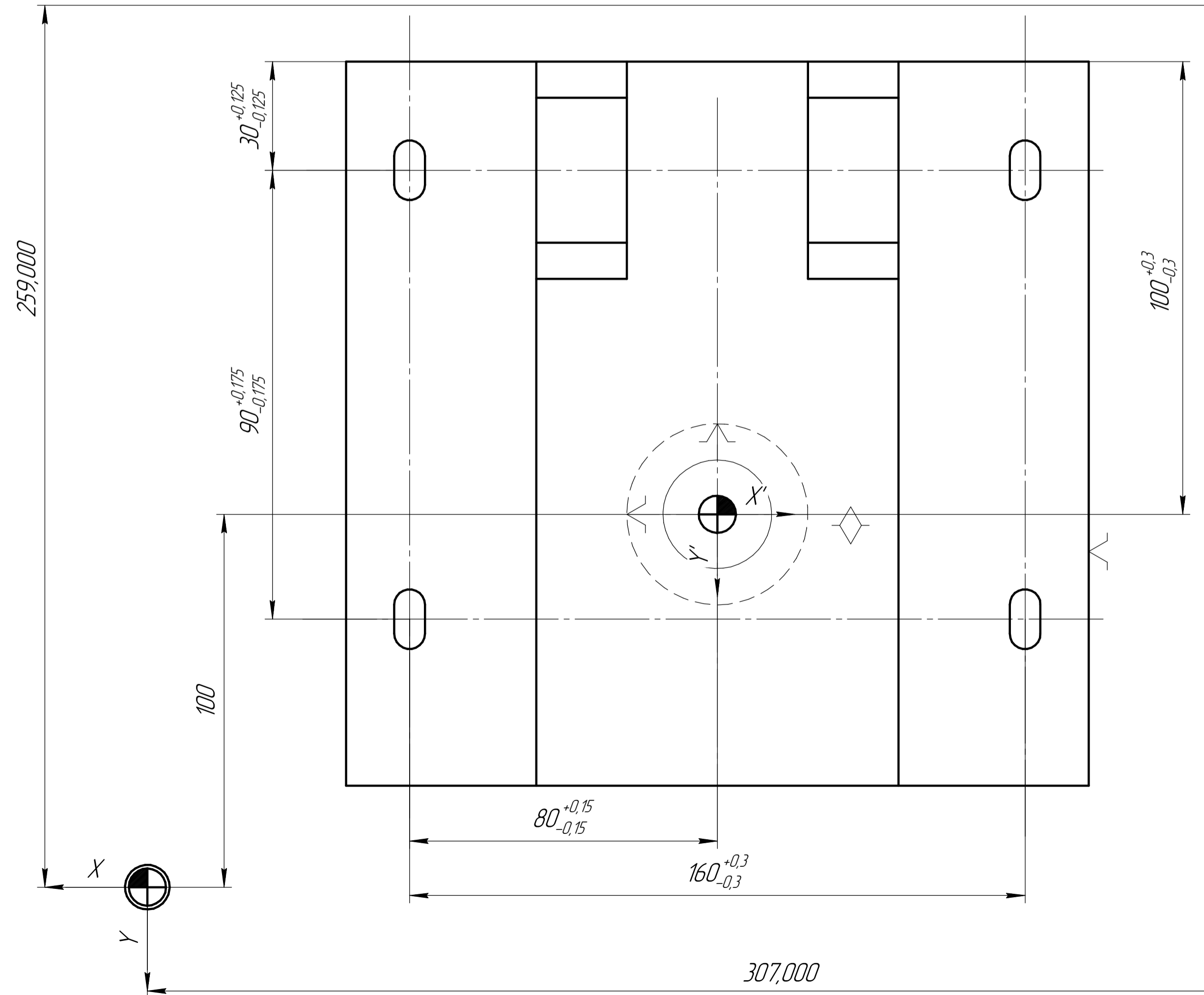
200025.00001

015





$\sqrt{Ra 3.2(\sqrt{1})}$



- ноль станка
- ноль детали
- ноль инструмента

ИШНПТ-4А82008.00.00.04				Лит	Масса	Масштаб
Карта наладки				у		1:1
Изм.	Лист	доким.	Подп.	Дата	Листов 1	
Разраб.	Енин Д.С.	Проб.	Лысок И.А.		ТПУ ИШНПТ	
Т.контр.					Группа 4А92	
Исполн.					Формат А1	
Утв.					Копировал	

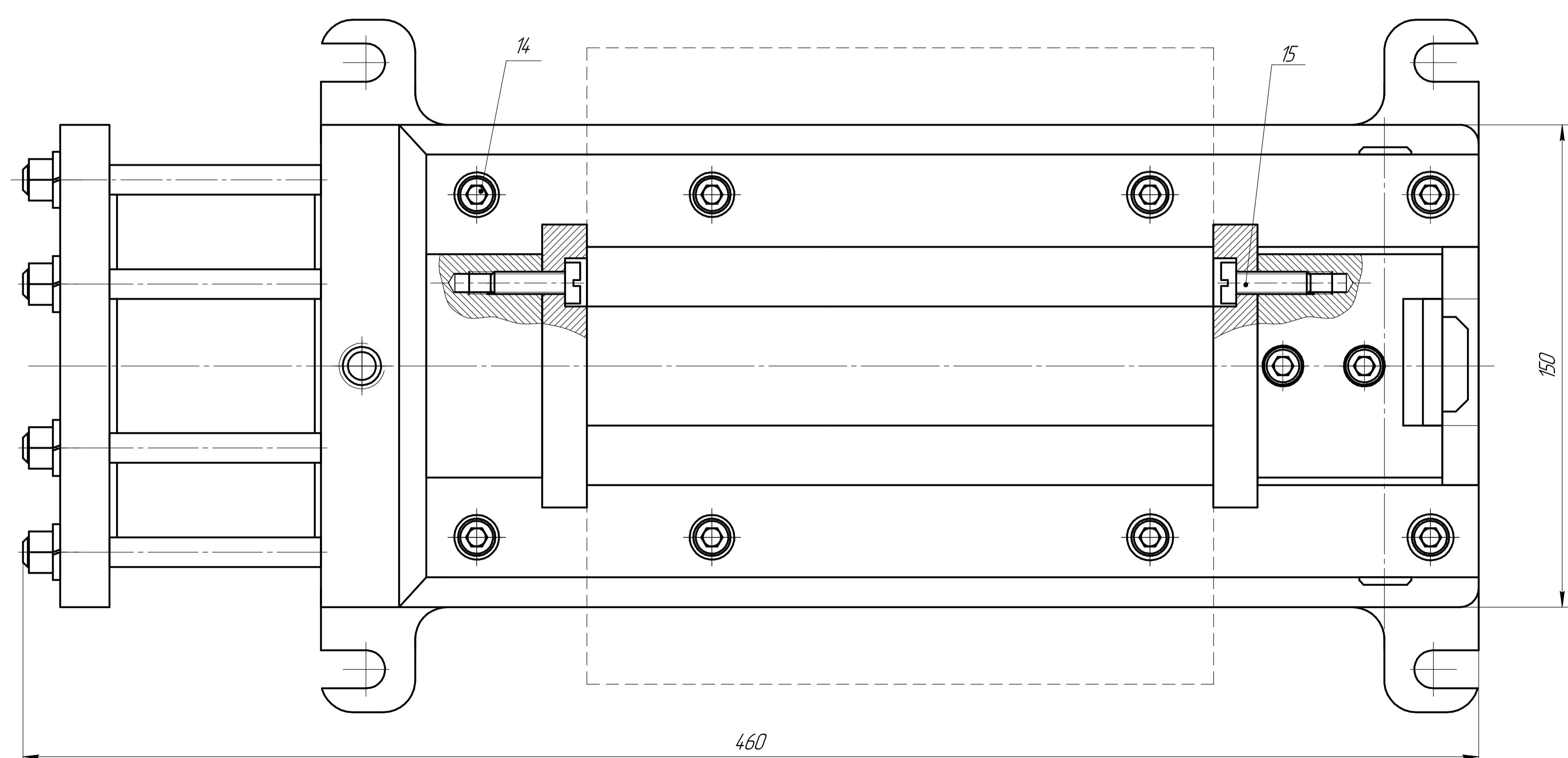
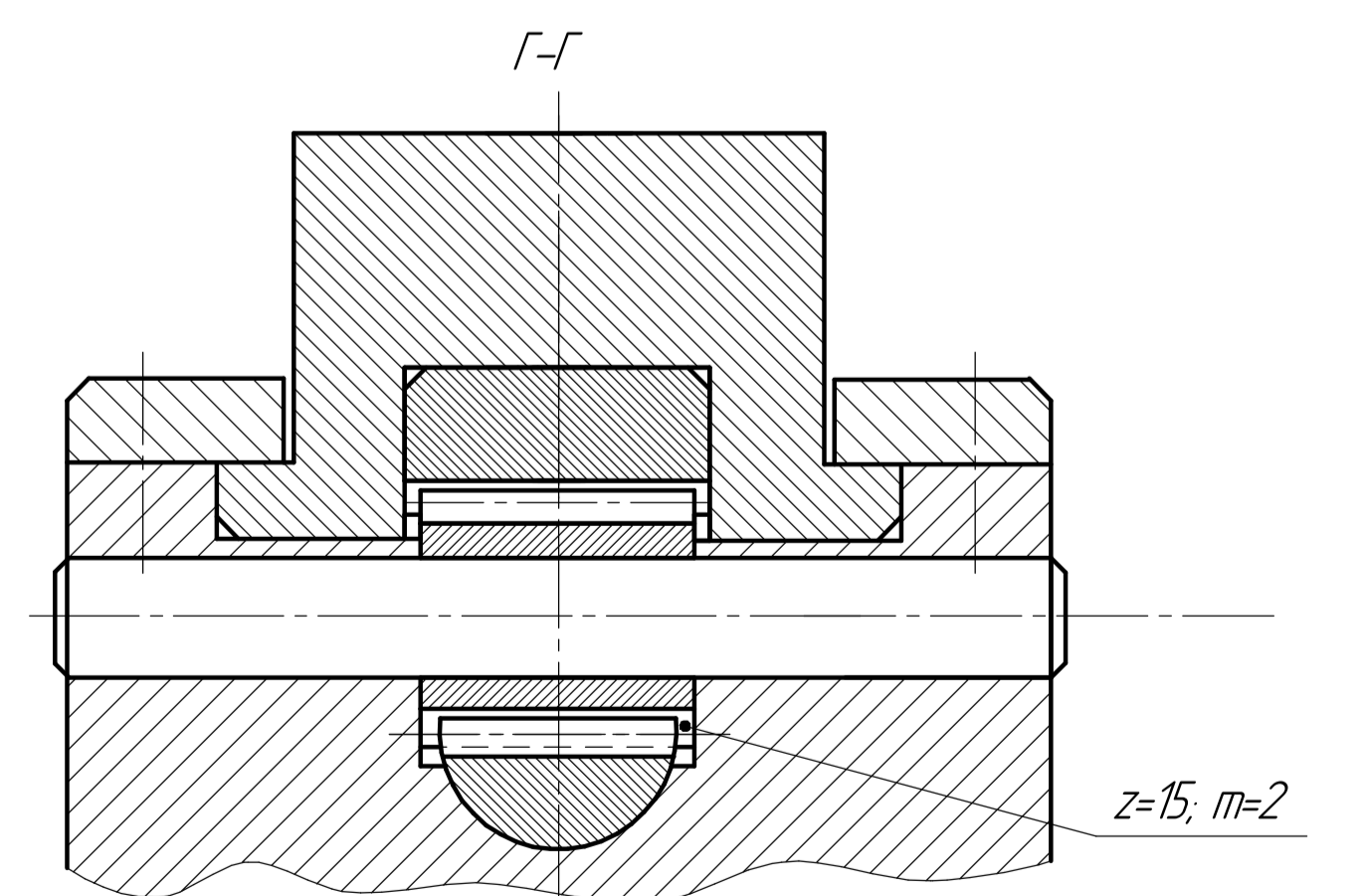
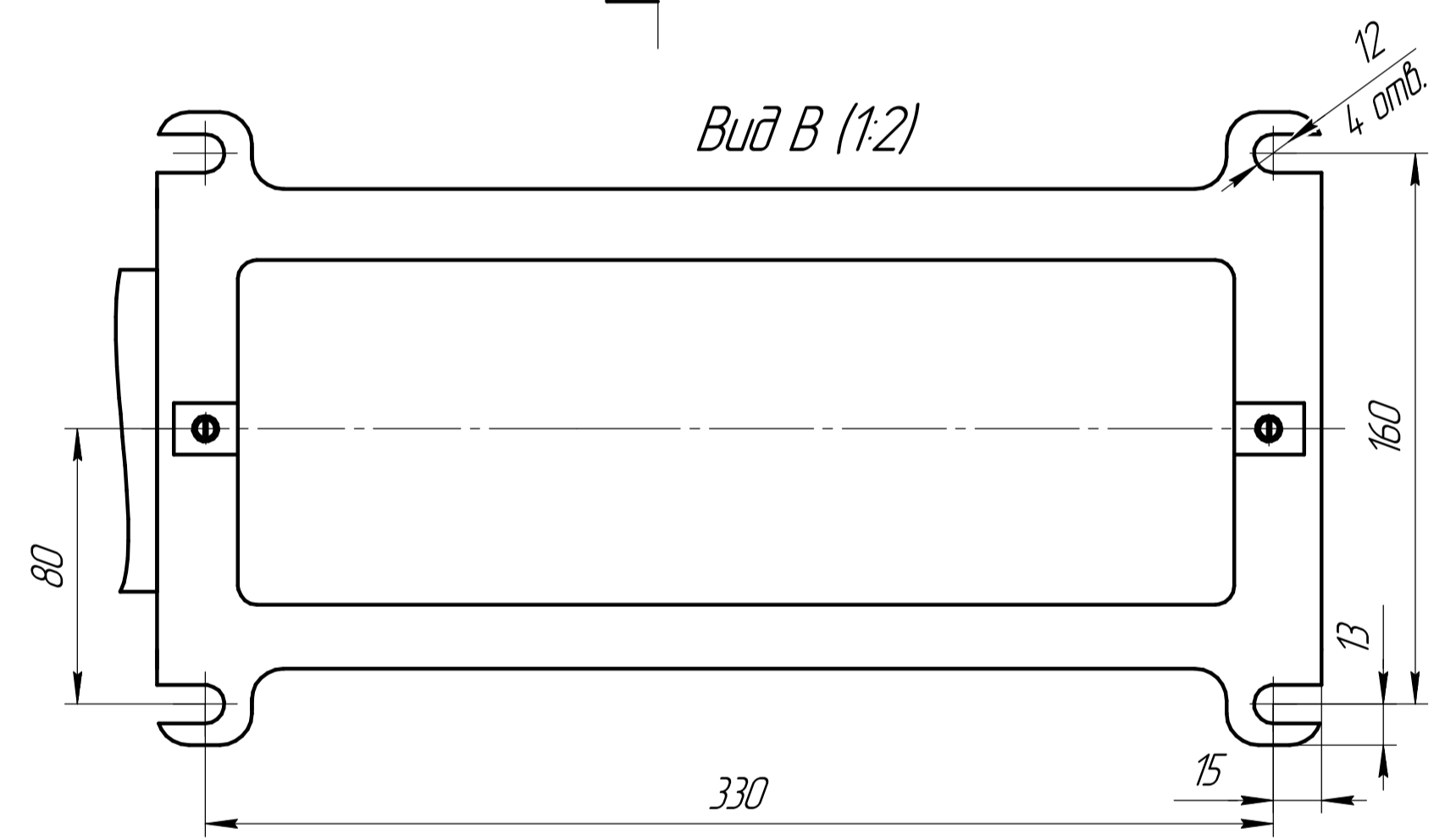
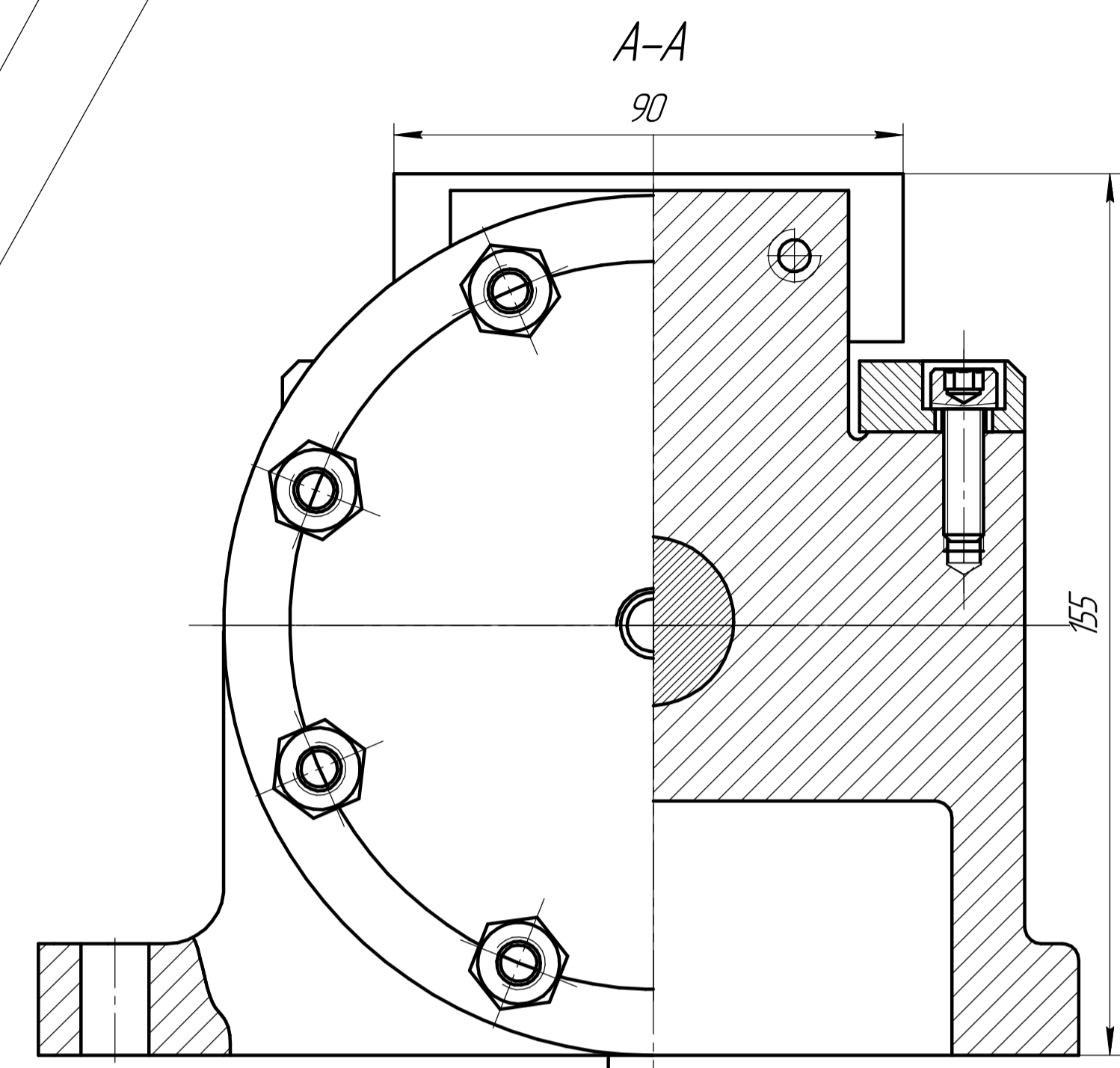
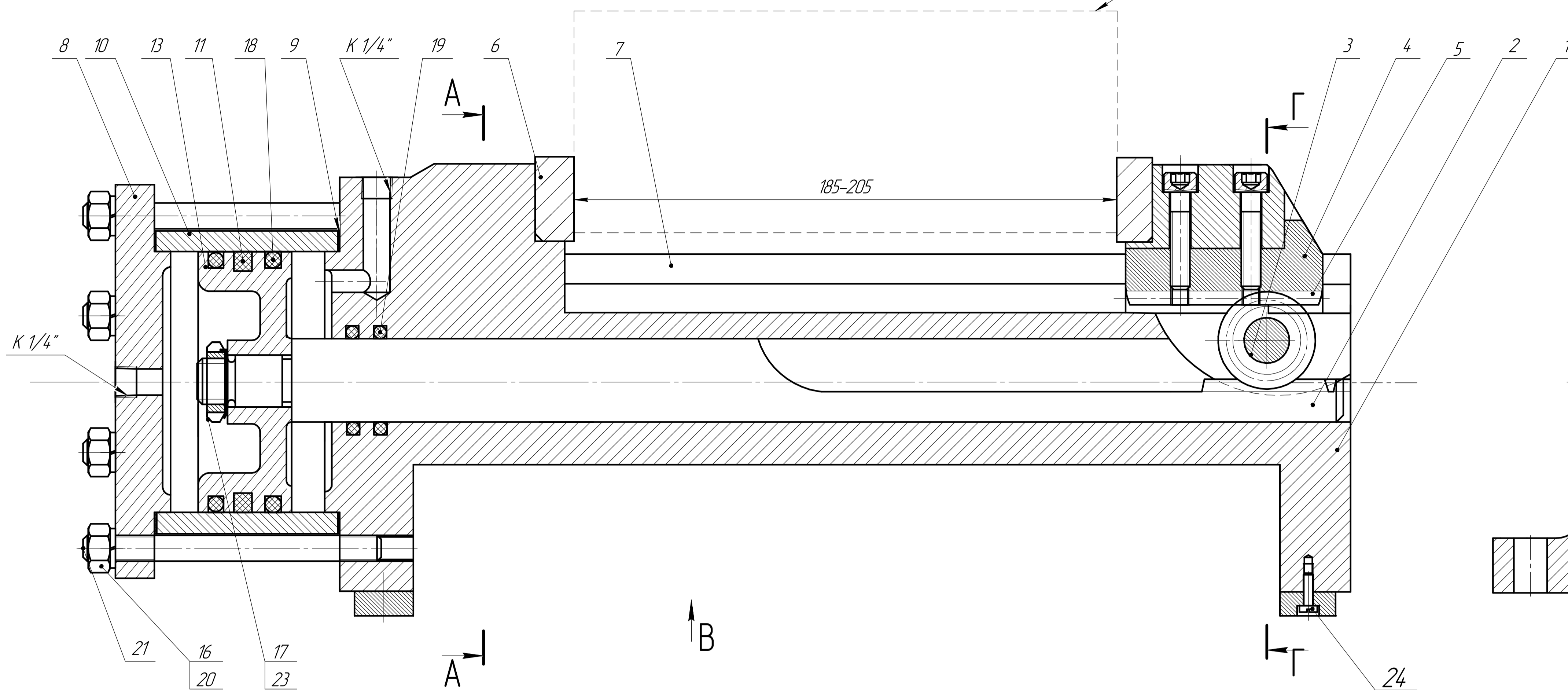
КОМПАС-3D 12 © 2022 ООО «ИПК-Системы проектирования». Россия. Все права защищены.
 Имя файла: ИШНПТ-4А82008.00.00.04. Имя листа: Лист 1. Имя документа: ИШНПТ-4А82008.00.00.04.

						ИШНГПТ-4А82008.06			
						(переход 1)			
						N100 G40 G17 G710 G94 G90 G60 G601 FNORM			
						N110 ;Start of Path			
						N280 ;Operation : FLOOR_FACING			
						N300 TRAFOOFI			
						N340 T="UGT0201_005"			
						N350 M6			
						N370 TRAFOOF			
						N480 G0 C0.0 A0.0			
						N490 G0 X-28. Y174.99969 Z188. S1061 D1 M3			
						N510 G1 Z185. M8 F250.			
						N520 X-25.			
						N530 ;Cutting			
						N540 X225.			
						N550 Y143.99981			
						N560 X-25.			
						N570 Y112.99994			
						N580 X225.			
						N590 Y82.00006			
						N600 X-25.			
						N610 Y51.00019			
						N620 X225.			
						N630 Y20.00031			
						N640 X-25.			
						N650 ;Retract Move			
							Разраб.	Енин Д.С.	
							Н.контр.		
Дубл.	Взам.	Подл.	ТИ						

Приложение В

Сборочный чертёж специального приспособления

Закрепляемая деталь



				ИШНПТ-4А82008.00.00.05		
Изм.	Лист	доким.	Подп.	Дата	Лист	Масса
Разраб.	Ельин Д.С.					1:1
Проб.	Лысок И.А.				Лист	Листов 1
Т.контр.						
Н.контр.						
Этп.						

Тиски
пневматические
поршневые

Копирабол

Формат А1

ИШНПТ-4А82008.00.00.05 © 2022 ООО «ИШНПТ-Системы пневматизации». Россия. Все права защищены.
Изд. 001. Лист 1 из 1. Дата: 15.05.2022. Проект: ИШНПТ-4А82008.00.00.05. Изменения: Нет.

Не для коммерческого использования

Инв. <input type="checkbox"/>	Подп. и дата
Взам. инв. <input type="checkbox"/>	Подп. и дата
Получ. инв. <input type="checkbox"/>	Подп. и дата

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Стандартные изделия</u>		
		14		Винт М8х22 ГОСТ 1491-80 Винты ГОСТ 11738-84	8	Сталь 35
		15		Винт М8х30	4	Сталь 35
		16		Гайка М8 ГОСТ 11871-88	8	Сталь 35
		17		Гайка кр. М16х15 ГОСТ 11871-88 Кольца ГОСТ 9633-73	1	Сталь 35
		18		Кольцо Н-100х0	2	Резина
		19		Кольцо Н-0х30	2	Резина
		20		Шайба пруж. 8Н ГОСТ 6402-70	8	Сталь 65Г
		21		Шпилька М8х120	8	Сталь 36
		22		Штифт цил. 16х130 ГОСТ 3128-70	1	Сталь 20
		23		Шайба пруж. 16Н ГОСТ 6402-70	1	Сталь 65Г
		24		Винт М4х15	2	Сталь 35

ИШНПТ-4А82008.00.00.05