



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
Разработка технологического процесса изготовления детали “Вал-шестерня”

УДК 621.81-2-043.61

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А92	Немлиенко Тимур Сергеевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Заведующий кафедрой - руководитель отделения машиностроения	Моховиков Алексей Александрович	К.Т.Н. доцент		

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
Доцент	Кащук Ирина Вадимовна	К.Т.Н. доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП/ОПОП, должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ефременков Е.А.	К.Т.Н. доцент		

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 стандартов, 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
4A92	Немлиенко Тимур Сергеевич

Тема работы:

Разработка технологического процесса изготовления детали “Вал-шестерня”	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	03.02.2023 №34-102/с

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

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе (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.)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Чертёж детали “Вал-шестерня”; 2. Тип производства – мелкосерийное.
<p>Перечень разделов пояснительной записки подлежащих исследованию, проектированию и разработке (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)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Разработка технологического процесса изготовления детали “Вал-шестерня”; 2. “Социальная ответственность”; 3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.
<p>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Чертёж детали; 2. Размерный анализ; 3. Комплект технологической документации; 4. Карты наладки; 5. Сборочный чертёж специального

	<i>приспособления;</i> б. Спецификация к специальному приспособлению.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
<i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
“Социальная ответственность”	Черемискина М. С.
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Кашук И.В.

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
Заведующий кафедрой - руководитель отделения машиностроения	Моховиков Алексей Александрович	к.т.н. доцент		

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А92	Немлиенко Тимур Сергеевич		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 114 страниц, 12 рисунков, 32 таблиц, 9 источников, 4 приложения.

Ключевые слова: технологическая подготовка производства, технологический процесс, числовое программное управление, управляющая программа, средства технологического оснащения.

Цель работы – разработка технологического процесса изготовления детали «Вал-шестерня» с разработкой комплекта технологической документации.

В процессе выполнения работы были рассмотрены следующие разделы: Технологическая подготовка производства; Проектирование технологического процесса изготовления детали; Социальная ответственность, Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.

В разделе «Проектирование технологического процесса» были рассмотрены следующие этапы: анализ технологичности; способ получения заготовки; проектирование технологического маршрута; расчет припусков на обработку; проектирование технологических операций; размерный анализ технологического процесса; проектирование средств технологического оснащения.

В разделе «Социальная ответственность» были рассмотрены вредные факторы присущие разработке технологического процесса, выбрано наиболее вероятное ЧП и разработаны мероприятия по его устранению.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» рассчитана стоимость разработки технологического процесса.

Перечень стандартов, используемых при оформлении пояснительных записок и чертежей:

1. ГОСТ 2675-80 Патроны самоцентрирующие трехкулачковые;
2. ГОСТ Р 53924-2010 Полотна ленточных пил;
3. ГОСТ 14952-75 Сверла центровочные комбинированные;
4. ГОСТ 4010-77 Сверла спиральные с цилиндрическим хвостовиком. Короткая серия; 9
5. ГОСТ 2424-83 Круги шлифовальные;
6. ГОСТ 3.1109-82 Единая система технологической документации (ЕСТД). Термины и определения основных понятий;
7. ГОСТ 25347-82 Основные нормы взаимозаменяемости. единая система допусков и посадок;
8. ГОСТ 9389-75 Проволока стальная углеродистая пружинная;
9. ГОСТ 14733-69 Прихваты Г-образные;
10. ОНТП 14-93 “Нормы технологического проектирования предприятий машиностроения, приборостроения и металлообработки. Механообрабатывающие сборочные цехи.”
11. СП 2.2.3670-20 Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда;
12. ГОСТ 12.0.003-2015. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация (с Поправками);
13. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания;
14. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 09.03.2021).
15. Федеральный закон от 28.12.2013 № 426-ФЗ (ред. От 30.12.2020) «О специальной оценке условий труда».

16. Федеральный закон от 30.03.1999 № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения».
17. Федеральный закон "Об отходах производства и потребления" от 24.06.1998 N 89-ФЗ (ред. 01.03.2022)
18. Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 30.04.2021) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" 20 Постановление Правительства РФ от 31 декабря 2020 года N 2398 «Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий»
19. СП 12.13130.2009 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности (с Изменением N 1).

Содержание

1	Разработка технологического процесса.....	11
1.1	Анализ технологичности детали	11
1.2	Способ получения заготовки	15
1.3	Проектирование технологического маршрута.....	17
1.3	Расчёт припусков на механическую обработку.....	19
1.4	Проектирование технологического процесса	29
1.5	Уточнение технологических баз и схемы закрепления	39
1.6	Уточнение перехода.....	40
1.7	Выбор средств технологического оснащения.....	41
1.8	Выбор и расчёт режимов резания.....	48
1.9	Нормирование технологических переходов.....	55
1.10	Размерный анализ	62
1.11	Проектирование гибкого производственного модуля.....	64
2	Проектирование специального приспособления	67
2.1	Разработка принципиальной схемы приспособления	67
2.2	Разработка схемы базирования.....	68
2.3	Расчет требуемых усилий зажима	70
	«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ».....	76
	Введение.....	78
3.1	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	79
3.2	Производственная безопасность	80
	Повышенный уровень шума	82
	Недостаточная освещенность	82

Нервно-психические перегрузки	83
Отклонение показателей микроклимата в закрытом помещении.....	83
Зрительное напряжение	83
3.3 Экологическая безопасность.....	84
3.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	85
Вывод по разделу	87
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	89
Введение.....	89
4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	
4.2 Планирование научно-исследовательских работ.....	94
4.3 Бюджет проектной работы	101
4.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности ПР	106
Список литературы	110
Приложение А	111
Приложение Б.....	112
Приложение В.....	113
Приложение Г	114

1 Разработка технологического процесса

1.1 Анализ технологичности детали

Технологичность конструкции – совокупность свойств конструкции изделия, проявляемых в возможности оптимальных затрат труда, средств, материалов и времени при технологической подготовке производства, изготовлении, эксплуатации, ремонте и утилизации по сравнению с соответствующими показателями однотипных конструкций изделий того же назначения при обеспечении установленных значений показателей качества и принятых условий изготовления, эксплуатации и ремонта.

Основные цели анализа технологичности заключаются в выявление недостатков конструкции, а также возможное улучшение технологичности рассматриваемой конструкции.

Деталь «Вал-шестерня» изготавливается из стали 40Х по ГОСТ 4543-71. Химический состав материала приведен в таблице 1.

Таблица 1.1 – Химический состав стали 40Х.

Массовая доля элементов, %								
Fe	C	Si	Mn	Cr	P	S	Ni	Cu
					не более			
97	0,36-0,44	0,17-0,37	0,5-0,8	0,8-1,1	0,030	0,035	0,30	0,30

Сталь 40Х – конструкционная легированная сталь используется для изготовления улучшаемых деталей, обладающих повышенной прочностью – валы, оси, плунжеры, вал-шестерни, кулачковые/коленчатые валы и др. Основную часть этого материала составляет железо – 97%, также в состав входит 1% хрома, основная задача которого – повышать устойчивость к коррозии. Хромистые стали можно применять в условиях повышенной влажности, добавление хрома – самый доступный способ сделать сталь нержавеющей. Также хром повышает прочность и твердость стали при минимальном влиянии на пластичность. Концентрация углерода в данной марки стали согласно

маркировки составляет 0,4%. Углерод отвечает за упрочнение, чем меньше углерода в составе, тем материал пластичнее, ухудшает обрабатываемость и свариваемость, также при увеличении его концентрации уменьшает пластичность и сопротивление удару. Также в составе сплава присутствует большая концентрация магния и кремния (0,5-0,8% и 0,17-0,37% соответственно). Основным назначением кремния является удаление частиц кислорода, водорода и азота из состава сплава, что позволяет уменьшить пористость и количество газовых раковин, которые оказывают сильное влияние на прочность стали. Марганец способствует удалению серы и положительно влияет на качество поверхности, а также снижает вероятность образования трещин во время горячей обработки давлением, в больших количествах ухудшает обрабатываемость стали, так как увеличивает твёрдость. В Сталь 40X входят и другие элементы, такие как никель, хром и медь (0,2-0,3% каждый), положительно влияющие на свойства данного материала (увеличивают коррозионную стойкость), фосфор, который повышает хладноломкость, но при этом улучшается отделение стружки, и сера, улучшающая обрабатываемость (0,035-0,04% каждый), которые являются вредными типами примесей (повышают хрупкость, понижают вязкость и устойчивость к ударным нагрузкам, повышает красноломкость, увеличивает истираемость).

Сталь 40X обладает хорошими эксплуатационными свойствами применительно для данной детали и легко поддается обработке резанием.

Колесо коническое с круговым зубом относится к типу деталей цилиндрической формы. В конструкции детали присутствуют зубья, эвольвентные шлицы, резьба, а также углубление под шестигранник. Ко всем обрабатываемым поверхностям имеется свободный доступ режущего инструмента. В конструкции детали отсутствуют плоскости, расположенные под тупым или острым углом, а также отсутствуют отверстия, но есть углубление под шестигранник.

Наибольший квалитет точности обрабатываемых поверхностей – 6, что позволяет обработать деталь на станках экономически достижимой точности. Самый высокий параметр шероховатости – Ra 0,8.

При механической обработке будут использоваться операции: токарная, токарная с ЧПУ, фрезерная, долбежная, внутришлифовальная, зубофрезерная.

Чертеж обрабатываемой детали имеет все необходимые сведения, дающие полное представление о детали, т.е. все проекции, размеры и сечения. На чертеже указаны все размеры с необходимыми отклонениями, требуемая шероховатость обрабатываемых поверхностей. Указаны сведения о материале детали.

APM FEM анализ.

Также был проведён статический анализ детали в АПМ приложении программы Компас 3D. Сложность при выполнении такого расчёта для деталей типа вал, вал-шестерня заключается в отсутствии исходных данных, в частности прилагаемых сил в процессе работы на зубья, а также шлицы.

В связи с тем, что габаритные размеры детали сравнительно малы, были определены оптимальные варианты нагрузки, приложенной к зубу, входящему в зацепление – 150 Н, и шлицам 200 Н.

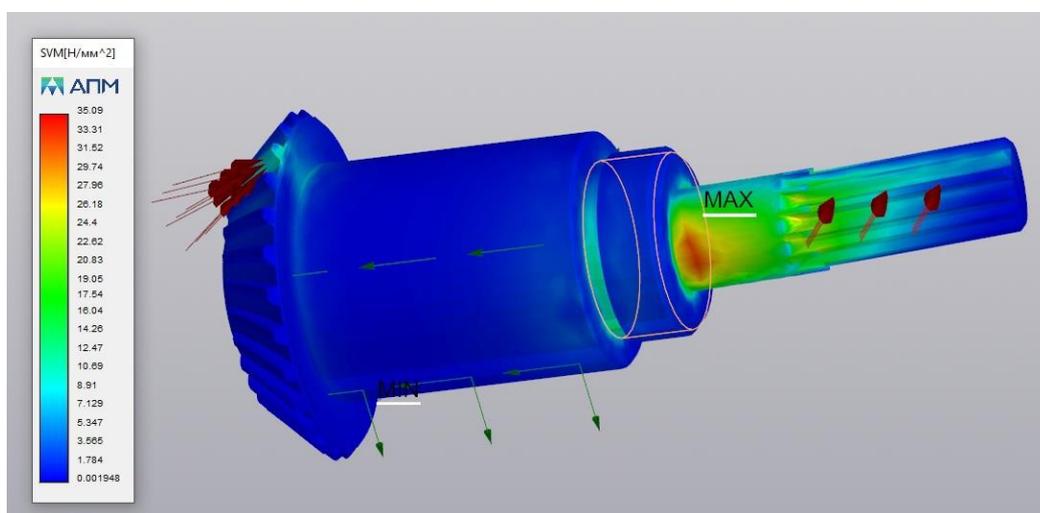


Рисунок 1 – результат статического анализа детали “Вал-шестерня”.

1.2 Способ получения заготовки

Получение заготовки из нужного материала является первым этапом изготовления детали. Методы выполнения заготовок для деталей машин определяются назначением и конструкцией, материалом, техническими требованиями, масштабом и серийностью выпуска. Заготовка по возможности должна быть максимально приближена к форме и размерам готовой детали. Это делается для уменьшения расхода материала, электроэнергии и времени изготовления.

В зависимости от материала, назначения детали и требуемой точности изготовления заготовки получают ковкой, литьем, штамповкой, прокаткой, высадкой, волочением и другими способами [4]. В качестве заготовок для деталей в мелкосерийном производстве обычно применяют недорогой полуфабрикат – прокат: круг, пруток, труба, лист, уголок, швеллер [2].

Для представленной детали целесообразно рассмотреть три способа получения заготовки:

- 1) Прокат;
- 2) Ковка;
- 3) Штамповка.

Определим коэффициент использования металла для перечисленных случаев.

Коэффициент использования материала (КИМ) определяется по формуле:

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

где q – массы готовой детали;

Q – масса исходной заготовки.

Согласно данным КОМПАС-3D V20 определим массу готовой детали, а также заготовок:

$$q = 0,34 \text{ кг.}$$

Для проката – $Q = 1,7$ кг, тогда:

$$K = \frac{q}{Q} = \frac{0,34}{1,7} = 0,2$$

Для поковки – $Q = 0,8$ кг, тогда:

$$K = \frac{q}{Q} = \frac{0,34}{0,8} = 0,42$$

Для штамповки – $Q = 0,5$ кг, тогда:

$$K = \frac{q}{Q} = \frac{0,34}{0,5} = 0,68$$

Сравнивая коэффициенты, можно сделать вывод, что предпочтительней будет использование заготовок, полученных с помощью штамповки. Но прокат является экономически выгодным. Данный вариант более предпочтителен, поскольку горячекатаный прокат является самым дешёвым и доступным вариантом с учётом мелкосерийного производства.

1.3 Проектирование технологического маршрута

Маршрут представляет собой последовательность прохождения заготовки детали по цехам и производственным участкам предприятия в ходе производственного процесса.

Последовательность операций для изготовления заданной детали «Вал-шестерня» согласно техническим требованиям, условиям производства и требуемым параметрам точности представлена в таблице 3.

Таблица 1.2 – Технологический маршрут изготовления детали «Вал-шестерня».

005	Заготовительная
010	Токарная
015	Токарная с ЧПУ
020	Контрольная
025	Токарная с ЧПУ
030	Контрольная
035	Шлицефрезерная
040	Слесарная
045	Промывочная
050	Контрольная
055	Круглошлифовальная
060	Промывочная
065	Контрольная
070	Зубофрезерная
075	Промывочная
080	Слесарная
085	Контрольная
090	Термическая
095	Зубошлифовальная

Продолжение таблицы 1.2 – Технологический маршрут изготовления детали «Вал-шестерня».

100	Промывочная
105	Термическая
110	Круглошлифовальная
115	Полировальная
120	Долбежная
125	Слесарная
130	Контрольная
135	Промывочная
140	Контрольная
145	Консервация

1.3 Расчёт припусков на механическую обработку

При проектировании технологических процессов механической обработки заготовок необходимо установить оптимальные припуски, которые обеспечили бы заданную точность и качество обрабатываемых поверхностей [2].

Припуском на обработку называется толщина слоя материала, удаляемого с поверхности заготовки для достижения заданных свойств обрабатываемой поверхности.

Минимальные припуски на обработку z_{min} определяются двумя методами: нормативным и расчетно-аналитическим.

При нормативном методе значения z_{min} находят непосредственно по таблицам, которые составлены путем обобщения и систематизации производственных данных.

При расчетно-аналитическом методе, z_{min} находят путем суммирования отдельных составляющих, что позволяет наиболее точно учесть конкретные условия обработки.

Минимальный промежуточный припуск при обработке диаметра $13h6mm$:

$$2 \cdot z_{i \min} = 2 \cdot \left(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right),$$

где Rz_{i-1} – высота неровностей на предшествующем переходе;

h_{i-1} – глубина дефектного поверхностного слоя на предшествующем переходе;

$\Delta_{\Sigma i-1}$ – суммарные отклонения расположения поверхностей и в некоторых случаях отклонения формы поверхностей;

ε_i – погрешность установки заготовки на выполняемом переходе.

Пространственное отклонение:

$$\Delta_{\Sigma i-1} = \sqrt{\Delta_{\Sigma k}^2 + \Delta_{\Sigma n}^2},$$

где $\Delta_{\Sigma k}$ – величина кривизны заготовки,

$$\Delta_{\Sigma k} = \Delta_k \cdot l,$$

где Δ_k – удельная величина кривизны заготовки из проката,

l – длина заготовки.

$$\Delta_{\Sigma k} = \Delta_k \cdot l = 17 \cdot 1,7 = 28,9 \text{ мкм.}$$

$\Delta_{\Sigma \Pi}$ – удельная кривизна заготовки из проката

$$\Delta_{\Sigma \Pi} = 0,25 \cdot \sqrt{T^2 + 1},$$

где T – допуск на размер базы заготовки,

$$\Delta_{\Sigma \Pi} = 0,25 \cdot \sqrt{T^2 + 1} = 0,25 \cdot \sqrt{0,62^2 + 1} = 0,29 \text{ мкм (черновое точение),}$$

$$\Delta_{\Sigma \Pi} = 0,25 \cdot \sqrt{T^2 + 1} = 0,25 \cdot \sqrt{0,62^2 + 1} = 0,29 \text{ мкм (чистовое точение),}$$

$$\Delta_{\Sigma \Pi} = 0,25 \cdot \sqrt{T^2 + 1} = 0,25 \cdot \sqrt{0,62^2 + 1} = 0,29 \text{ мкм (шлифовка),}$$

$$\Delta_{\Sigma i-1} = \sqrt{\Delta_{\Sigma k}^2 + \Delta_{\Sigma \Pi}^2} = \sqrt{28,9^2 + 0,29^2} = 28,9 \text{ мкм.}$$

Величину остаточных общих пространственных отклонений после выполнения черновой обработки находим по формуле:

$$\Delta_{\text{ост}} = k_y \cdot \Delta_{\text{заг}},$$

где k_y – коэффициент уточнения формы,

Для всех операций:

$$\Delta_{\text{ост}} = k_y \cdot \Delta_{\text{заг}} = 0,02 \cdot 28,9 = 0,58 \text{ мкм.}$$

Остаточные пространственные отклонения после получистовой обработки:

$$\Delta_{\text{ост}} = k_y \cdot \Delta_{\text{ч}} = 0,02 \cdot 0,58 = 0,012 \text{ мкм.}$$

Погрешность установки:

$$\varepsilon_i = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2},$$

где ε_6 – погрешность базирования в призме, $\varepsilon_6 = 100$ мкм,

в самоцентрирующемся токарном патроне $\varepsilon_6 = 0$ мкм,

ε_3 – погрешность закрепления в призме, $\varepsilon_3 = 60$ мкм.

в самоцентрирующемся токарном патроне $\varepsilon_6 = 0$ мкм,

$$\varepsilon_i = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2} = \sqrt{100^2 + 60^2} = 116,6 \text{ мкм.}$$

Минимальный припуск при черновом точении:

$$2 \cdot z_{i \min} = 2 \cdot \left(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right) = 2 \cdot \left(100 + 125 + \sqrt{0,58^2 + 0^2} \right) \\ = 451 \text{ мкм.}$$

Минимальный припуск при получистовом точении:

$$2 \cdot z_{i \min} = 2 \cdot \left(40 + 75 + \sqrt{0,58^2 + 0^2} \right) = 231 \text{ мкм.}$$

Минимальный припуск при чистовом точении:

$$2 \cdot z_{i \min} = 2 \cdot \left(10 + 50 + \sqrt{0,58^2 + 0^2} \right) = 121 \text{ мкм.}$$

Максимальный припуск при черновом точении:

$$2 \cdot z_{i \max} = 2 \cdot z_{i \min} + Td_{i-1} + Td_i = 451 + 700 + 270 = 1421 \text{ мкм.}$$

Максимальный припуск при получистовом точении:

$$2 \cdot z_{i \max} = 2 \cdot z_{i \min} + Td_{i-1} + Td_i = 231 + 270 + 110 = 611 \text{ мкм.}$$

Максимальный припуск при чистовом точении:

$$2 \cdot z_{i \max} = 2 \cdot z_{i \min} + Td_{i-1} + Td_i = 121 + 110 + 143 = 374 \text{ мкм.}$$

Определяем предельные промежуточные размеры d_{\min} и d_{\max} по формулам:

$$D_{\max i-1} = D_{i \min} - 2 \cdot z_{\min i},$$

$$D_{\min i-1} = D_{\max i-1} - TD_{i-1}.$$

Производим расчет фактических предельных значений припусков $2z_{\max}$ как разность наименьших размеров и $2z_{\min}$ как разность наибольших предельных размеров на предшествующем и выполняемом переходах [6, с.56]

Таблица 1.3 – Припуски на обработку размера Ø13d9 мм.

Наименование детали – Колесо коническое с круговым зубом. Материал – сталь 40Х Элементарная поверхность для расчета припуска – Ø13d9 мм									
Элементарная поверхность детали и технологический маршрут ее обработки	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2z_{min}$, мкм	Расчетный припуск $2z_{max}$, мкм	Допуск на изготовление ТД, мкм	Принятые размеры по переходам, мм	
	Rz	h	Δ	ϵ				D_{max}	D_{min}
Точение черновое	120	100	0,58	60	451	1421	270	13,935	13,259
Точение получистовое	40	50	0,58	0	231	611	110	13,324	13,028
Точение чистовое	15	40	0,58	0	121	374	143	12,95	12,907

Проверка расчета $z_{o max} - z_{o min} = 253 = T_z - T_d = 253$ мкм

Минимальный промежуточный припуск при обработке отверстия Ø15H14 мм:

$$2 \cdot z_{i min} = 2 \cdot \left(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma i-1}^2 + \epsilon_i^2} \right),$$

где Rz_{i-1} – высота неровностей на предшествующем переходе;

h_{i-1} – глубина дефектного поверхностного слоя на предшествующем переходе;

$\Delta_{\Sigma i-1}$ – суммарные отклонения расположения поверхностей и в некоторых случаях отклонения формы поверхностей;

ϵ_i – погрешность установки заготовки на выполняемом переходе.

Пространственное отклонение:

$$\Delta_{\Sigma i-1} = \sqrt{\Delta_{\Sigma k}^2 + \Delta_{\Sigma n}^2},$$

где $\Delta_{\Sigma k}$ – величина кривизны заготовки,

$$\Delta_{\Sigma k} = \Delta_k \cdot l,$$

где Δ_k – удельная величина кривизны заготовки из проката,

l – длина заготовки.

$$\Delta_{\Sigma k} = \Delta_k \cdot l = 1 \cdot 100 = 100 \text{ мкм.}$$

$\Delta_{\Sigma n}$ – удельная кривизна заготовки из проката

$$\Delta_{\Sigma n} = 0.25 \cdot \sqrt{T^2 + 1},$$

где T – допуск на размер базы заготовки,

$$\Delta_{\Sigma\Pi} = 0.25 \cdot \sqrt{T^2 + 1} = 0.25 \cdot \sqrt{0.36^2 + 1} = 0.26 \text{ мкм},$$

$$\Delta_{\Sigma\Pi} = 0.25 \cdot \sqrt{T^2 + 1} = 0.25 \cdot \sqrt{0.43^2 + 1} = 0.27 \text{ мкм (чистовом точение),}$$

$$\Delta_{\Sigma i-1} = \sqrt{\Delta_{\Sigma\kappa}^2 + \Delta_{\Sigma\Pi}^2} = \sqrt{0.9^2 + 0.26^2} = 0.93 \text{ мкм.}$$

Величину остаточных общих пространственных отклонений после выполнения черновой обработки находим по формуле:

$$\Delta_{\text{ост}} = k_y \cdot \Delta_{\text{заг}},$$

где k_y – коэффициент уточнения формы,

Для всех операций:

$$\Delta_{\text{ост}} = k_y \cdot \Delta_{\text{заг}} = 0.06 \cdot 0.93 = 0.058 \text{ мкм.}$$

Погрешность установки:

$$\varepsilon_i = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2},$$

где ε_6 – погрешность базирования, $\varepsilon_6 = 0$ мкм,

ε_3 – погрешность закрепления, $\varepsilon_3 = 0$ мкм.

$$\varepsilon_i = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2} = 0 \text{ мкм.}$$

Минимальный припуск при черновом растачивании:

$$\begin{aligned} 2 \cdot z_{i \min} &= 2 \cdot \left(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right) = 2 \cdot \left(40 + 90 + \sqrt{0.58^2 + 0^2} \right) \\ &= 261,1 \text{ мкм.} \end{aligned}$$

Минимальный припуск при получистовом растачивании:

$$2 \cdot z_{i \min} = 2 \cdot \left(40 + 60 + \sqrt{0.58^2 + 0^2} \right) = 201,1 \text{ мкм.}$$

Минимальный припуск при чистовом растачивании:

$$2 \cdot z_{i \min} = 2 \cdot \left(40 + 50 + \sqrt{0.58^2 + 0^2} \right) = 181,1 \text{ мкм.}$$

Максимальный припуск при черновом точении:

$$2 \cdot z_{i \max} = 261,1 + 360 + 430 = 1051,1 \text{ мкм.}$$

Максимальный припуск при получистовом растачивании:

$$2 \cdot z_{i \max} = 201,1 + 360 + 430 = 991,1 \text{ мкм.}$$

Максимальный припуск при чистовом растачивании:

$$2 \cdot z_{i \max} = 181,1 + 360 + 430 = 971,1 \text{ мкм.}$$

Определяем предельные промежуточные размеры d_{\min} и d_{\max} по формулам:

$$D_{\max i-1} = D_{i \min} - 2 \cdot z_{\min i},$$

$$D_{\min i-1} = D_{\max i-1} - TD_{i-1}.$$

Производим расчет фактических предельных значений припусков $2z_{\max}$ как разность наименьших размеров и $2z_{\min}$ как разность наибольших предельных размеров на предшествующем и выполняемом переходах [, с.].

Таблица 1.4 – Припуски на обработку размера Ø15H14 мм.

Наименование детали – Колесо коническое с круговым зубом. Материал – сталь 40Х									
Элементарная поверхность для расчета припуска – Ø15H14 мм									
Элементарная поверхность детали и технологический маршрут ее обработки	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2z_{\min}$, мкм	Расчетный припуск $2z_{\max}$, мкм	Допуск на изготовление TD, мкм	Принятые размеры по переходам, мм	
	Rz	h	Δ	ϵ				D_{\max}	D_{\min}
Растачивание черновое	40	80	0.93	51	261,1	1051,1	430	15.362	13.848
Растачивание получистовое	30	50	0.93	—	201,1	991,1	430	15.302	13.948
Растачивание чистовое	20	30	—	—	181,1	971,1	430	15.282	13.928
Проверка расчета $z_{o \max} - z_{o \min} = 70 = T_z - T_d = 70 \text{ мкм}$									

Минимальный промежуточный припуск при обработке отверстия 100IT14 мм:

$$z_{i \min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma i-1}^2 + \epsilon_i^2},$$

где Rz_{i-1} – высота неровностей на предшествующем переходе;

h_{i-1} – глубина дефектного поверхностного слоя на предшествующем переходе;

$\Delta_{\Sigma i-1}$ – суммарные отклонения расположения поверхностей и в некоторых случаях отклонения формы поверхностей;

ϵ_i – погрешность установки заготовки на выполняемом переходе.

Пространственное отклонение:

$$\Delta_{\Sigma i-1} = \sqrt{\Delta_{\Sigma k}^2 + \Delta_{\Sigma \Pi}^2},$$

где $\Delta_{\Sigma k}$ – величина кривизны заготовки,

$$\Delta_{\Sigma k} = \Delta_k \cdot l,$$

где Δ_k – удельная величина кривизны заготовки из проката,

l – длина заготовки.

$$\Delta_{\Sigma k} = \Delta_k \cdot l = 1 \cdot 100 = 100 \text{ мкм.}$$

$\Delta_{\Sigma \Pi}$ – удельная кривизна заготовки из проката

$$\Delta_{\Sigma \Pi} = 0.25 \cdot \sqrt{T^2 + 1},$$

где T – допуск на размер базы заготовки,

$$\Delta_{\Sigma \Pi} = 0.25 \cdot \sqrt{T^2 + 1} = 0.25 \cdot \sqrt{0.36^2 + 1} = 0.26 \text{ мкм,}$$

$$\Delta_{\Sigma \Pi} = 0.25 \cdot \sqrt{T^2 + 1} = 0.25 \cdot \sqrt{0.43^2 + 1} = 0.27 \text{ мкм,}$$

$$\Delta_{\Sigma i-1} = \sqrt{\Delta_{\Sigma k}^2 + \Delta_{\Sigma \Pi}^2} = \sqrt{0.9^2 + 0.26^2} = 0.93 \text{ мкм.}$$

Величину остаточных общих пространственных отклонений после выполнения черновой обработки находим по формуле:

$$\Delta_{\text{ост}} = k_y \cdot \Delta_{\text{заг}},$$

где k_y – коэффициент уточнения формы,

Для всех операций:

$$\Delta_{\text{ост}} = k_y \cdot \Delta_{\text{заг}} = 0.06 \cdot 0.93 = 0.058 \text{ мкм.}$$

Погрешность установки:

$$\varepsilon_i = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2},$$

где ε_6 – погрешность базирования, $\varepsilon_6 = 100$ мкм,

ε_3 – погрешность закрепления, $\varepsilon_3 = 200$ мкм.

$$\varepsilon_i = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2} = \sqrt{100^2 + 200^2} = 223 \text{ мкм.}$$

Минимальный припуск при отрезке на ленточнопильном станке:

$$\begin{aligned} z_{i \min} &= Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma i-1}^2 + \varepsilon_i^2} = 120 + 150 + \sqrt{0.93^2 + 223^2} \\ &= 493 \text{ мкм.} \end{aligned}$$

Минимальный припуск при подрезании торца:

$$z_{i \min} = 40 + 80 + \sqrt{0.93^2 + 0^2} = 121 \text{ мкм.}$$

Минимальный припуск при подрезании второго торца:

$$z_{i \min} = 40 + 80 + \sqrt{0.93^2 + 0^2} = 121 \text{ мкм.}$$

Максимальный припуск при отрезке на ленточнопильном станке:

$$z_{i \max} = 493 + 500 = 993 \text{ мкм.}$$

Максимальный припуск при подрезании торца:

$$z_{i \max} = 121 + 500 + 140 = 761 \text{ мкм.}$$

Максимальный припуск при подрезании торца:

$$z_{i \max} = 121 + 140 + 140 = 401 \text{ мкм.}$$

Таблица 1.5 – Припуски на обработку размера 100IT12 мм

Наименование детали – Колесо коническое с круговым зубом. Материал – сталь 40X Элементарная поверхность для расчета припуска – 100 _{0.35} мм									
Элементарная поверхность детали и технологический маршрут ее обработки	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск Z_{\min} , МКМ	Расчетный припуск Z_{\max} , МКМ	Допуск на изготовление TD, МКМ	Принятые размеры по переходам, мм	
	Rz	h	Δ	ϵ				a_{\max}	a_{\min}
Отрезка заготовки от длинного прутка	120	150	0,93	223	-	-	500	101,162	99,892
Обточка правого торца заготовки	40	80	0,93	0	121	761	140	100,401	99,771
Обточка левого торца заготовки	40	80	—	0	121	401	140	100	99,65
Проверка расчета $z_{o \max} - z_{o \min} = 280 = T_3 - T_d = 280$ мкм									

Таблица 1.6 – Табличные припуски на механообработку.

Наименование операций	Табличное значение припуска, мм	Допуск, мкм	Шероховатость
Поверхность $\varnothing 30k6 \begin{pmatrix} +0.018 \\ +0.002 \end{pmatrix}$			
Черновое точение (h14)	1,1	430	Ra 6,3
Получистовое точение (h12)	0,45	110	Ra 3,2
Чистовое точение (h9)	0,2	27	Ra 2,5
Черновое шлифование (h8)	0,3	18	Ra 1,6
Чистовое шлифование (k6)	0,1	13	Ra 0,8
Поверхность $\varnothing 12h12 \begin{pmatrix} -0,18 \end{pmatrix}$			
Черновое точение(h14)	0,6	430	Ra 6,3
Получистовое точение (h13)	0,2	150	Ra 3,2
Чистовое точение (h12)	0,1	180	Ra 1,6
Наружная резьба M24 $\begin{pmatrix} -0,37 \end{pmatrix}$			
Нарезание резьбы (h14)	1,1	370	Ra 6,3

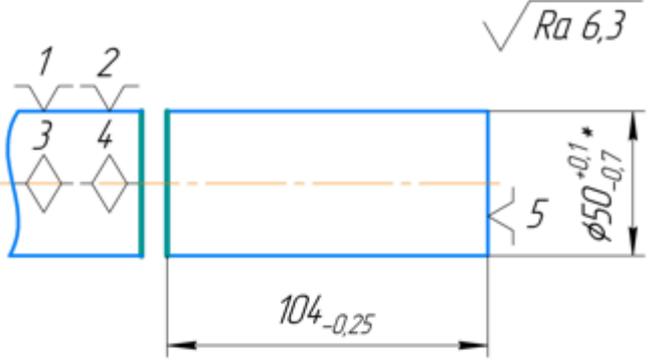
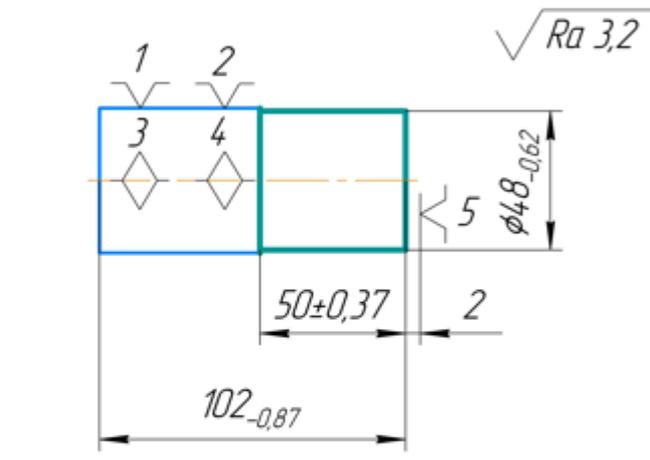
Окончание таблицы 1.6 – Табличные припуски на механообработку.

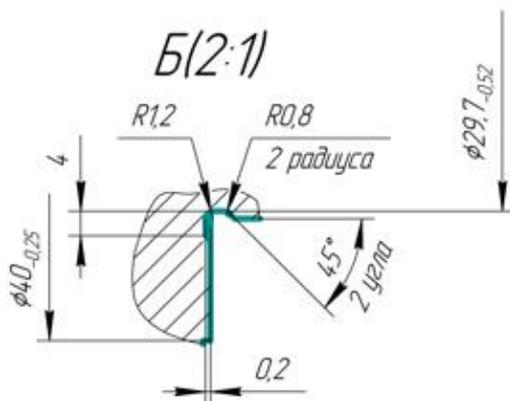
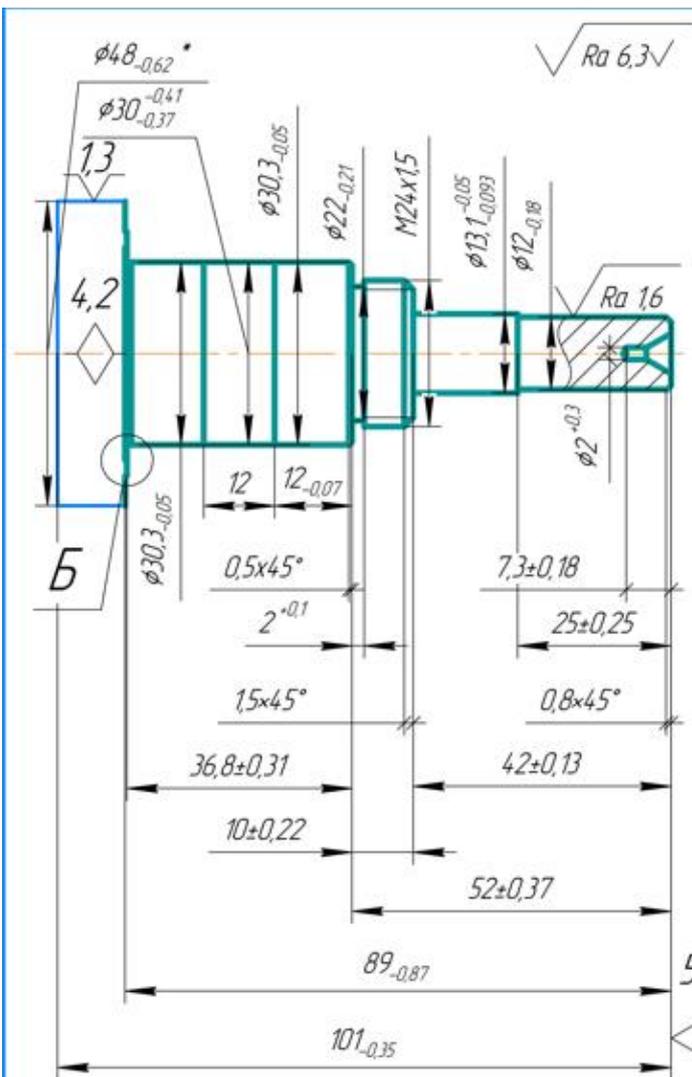
Коническая поверхность под зубья			
Черновое точение (h14)	1,1	180	Ra 6,3
Получистовое точение (h12)	0,45	180	Ra 3,2
Чистовое точение (h9)	0,2	180	Ra 2,5
Зубья			
Фрезерование	0,2	0,22	Ra 3,2
Шлифование	0,1	0,22	Ra 1,6

1.4 Проектирование технологического процесса

На основе ранее представленного тех. маршрута был разработан технологический процесс изготовления детали “Вал-шестерня”, таблица 7.

Таблица 1.7 – технологический процесс изготовления детали “Вал-шестерня”

Операционный эскиз	Содержание
 <p>1. *Размер для справок.</p>	<p>005 Заготовительная</p> <p>Закрепить заготовку в призмах. Базы: наружный диаметр, торец. 1. Отрезать заготовку, выдерживая размеры согласно эскизу. 2. Снять заготовку.</p>
 <p>1. Подрезать торец в размер $102_{-0,87}$ мм. 2. Точить диаметр $48_{-0,62}$ мм на длину $50_{\pm 0,37}$ мм. 3. Снять заготовку.</p>	<p>010 Токарная Установ А.</p> <p>Установить заготовку в трёхкулачковый патрон. Базы: наружный диаметр. 1. Подрезать торец в размер $102_{-0,87}$ мм. 2. Точить диаметр $48_{-0,62}$ мм на длину $50_{\pm 0,37}$ мм. 3. Снять заготовку.</p>



015 Токарная с ЧПУ
Установ А.

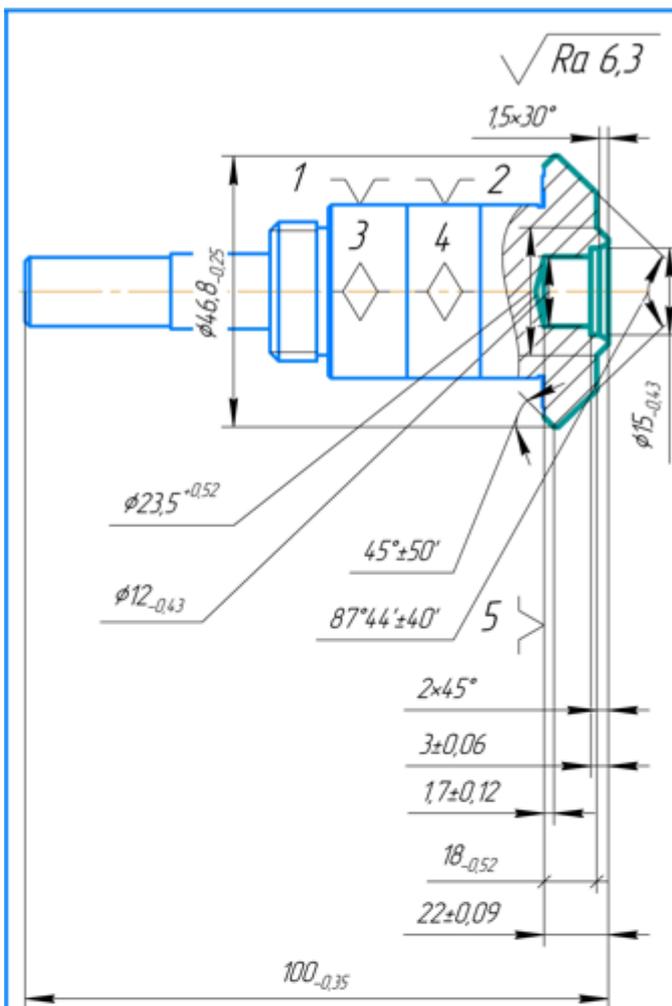
Установить заготовку в трёхлапчатый патрон.
Базы: наружный диаметр $48_{-0,62}$ мм, торец.

1. Подрезать торец в размер $101_{-0,35}$ мм.
2. Центровать торец, выдерживая размеры $7,3 \pm 0,18$, $\phi 2^{+0,3}$.
3. Точить диаметр $40_{-0,25}$ мм на длину $89_{-0,87}$ мм.
4. Точить диаметр $30,3_{-0,05}$ мм на длину $88,7_{-0,87}$ мм.
5. Точить диаметр $30_{-0,37}^{+0,41}$ мм на длину $12_{-0,07}$, 2 места.
6. Точить диаметр $23,84_{-0,22}$ мм на длину $52 \pm 0,37$ мм.
7. Точить диаметр $13,1_{-0,093}^{+0,05}$ мм на длину $42 \pm 0,13$ мм.
8. Точить диаметр $12_{-0,18}$ мм на длину $25 \pm 0,25$ мм.
9. Точить фаску $0,8 \times 45^\circ$ мм.
10. Точить фаску $1,5 \times 45^\circ$ мм.
11. Точить фаску $1 \times 45^\circ$ мм.
12. Точить канавку длиной $2^{+0,3}$ на глубину 1 мм.
13. Точить канавку согласно контуру, выдерживая размеры показанные на виде Б.
14. Нарезать резьбу M24x15 на длину 8 мм.
15. Снять заготовку.

1. *Размер для справк.

020 Контрольная

1. Контролировать размеры полученные на предыдущей операции.



025 Токарная с ЧПУ

Установ Б.

Установить заготовку в трёхкулачковый патрон.

Базы: наружный диаметр, торец.

1. Подрезать торец в размер 100_{-0,35} мм.

2. Центровать отверстие диаметром 2^{+0,3} мм.

3. Сверлить отверстие диаметром 8 мм на длину 11±0,09 мм.

4. Расточить диаметр 12_{-0,43} мм на длину 11±0,09 мм.

5. Расточить диаметр 15_{-0,43} мм на длину 3±0,06 мм.

6. Точить диаметр 46,8_{-0,25} мм на длину 22_{-0,52} мм.

7. Точить коническую поверхность, выдерживая угол 87°44'±40'.

8. Точить диаметр 23,5^{+0,52} мм на длину 2±0,12 мм.

9. Точить фаску 2x45°.

10. Точить коническую поверхность, выдерживая угол 45°±50' на длину 17±0,12 мм.

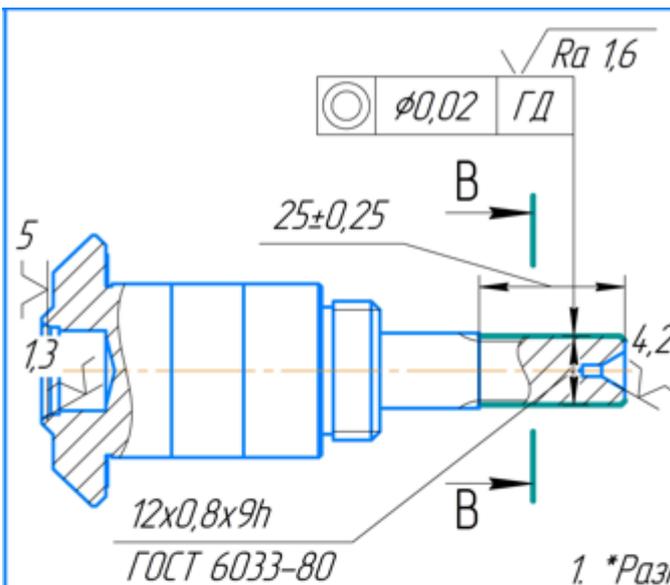
11. Точить фаску 1,5x30°.

12. Снять заготовку.

1. *Размер для справок.

030 Контрольная

1. Контролировать размеры полученные на предыдущей операции.



035 Шлицефрезерная

Установ А.

Установить заготовку в
в центра

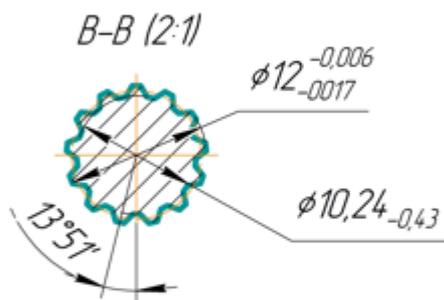
Базы: центровочные отверстия.

1. Нарезать шлицы согласно
эскизу.

2. Снять заготовку.

1. *Размер для справок.

Модуль шлицев	<i>m</i>	0,8
Число шлицев	<i>z</i>	13
Тип шлицев	-	эвольвентный
Угол профиля шлицев	β	35°
Исходный контур	-	ГОСТ 6033-80
Смещение исходного контура	<i>x_m</i>	0,36
Диаметр делительной окружности	<i>d</i>	10,4
Диаметр средней окружности	<i>d_s</i>	11,12
Номинальная делительная окружная толщина зуба вала в измеряемом сечении	<i>s</i>	1,672 ^{-0,05} _{-0,11}



040 Слесарная

1. Заусенцы снять, острые кромки притупить.

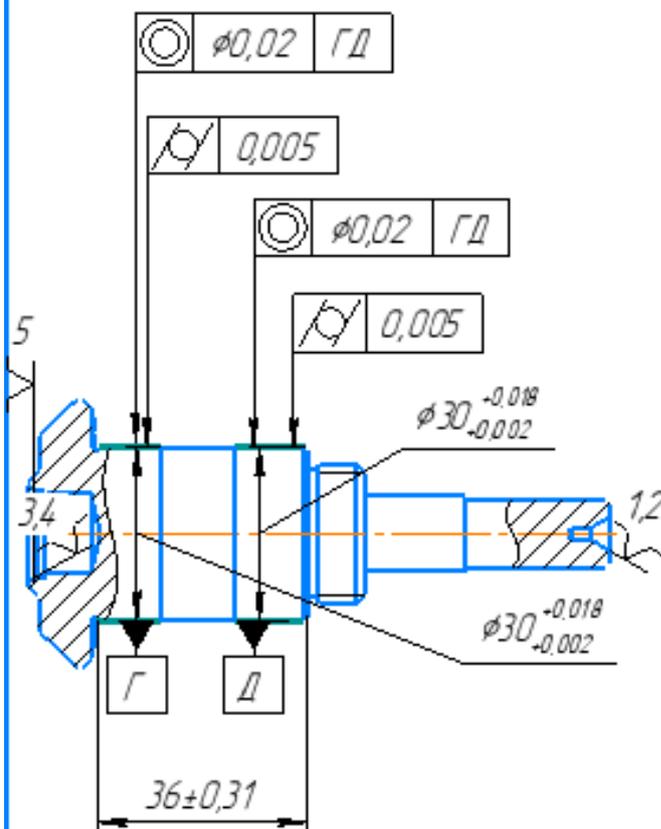
045 Промывочная

1. Промыть деталь по ТТП 01279-00002.

050 Контрольная

1. Контролировать размеры полученные на предыдущей операции.

$\sqrt{Ra\ 0,8}$



*055 Круглошлифовальная
Установ А*

*Установить заготовку в центра.
Базы: центровочные отверстия.*

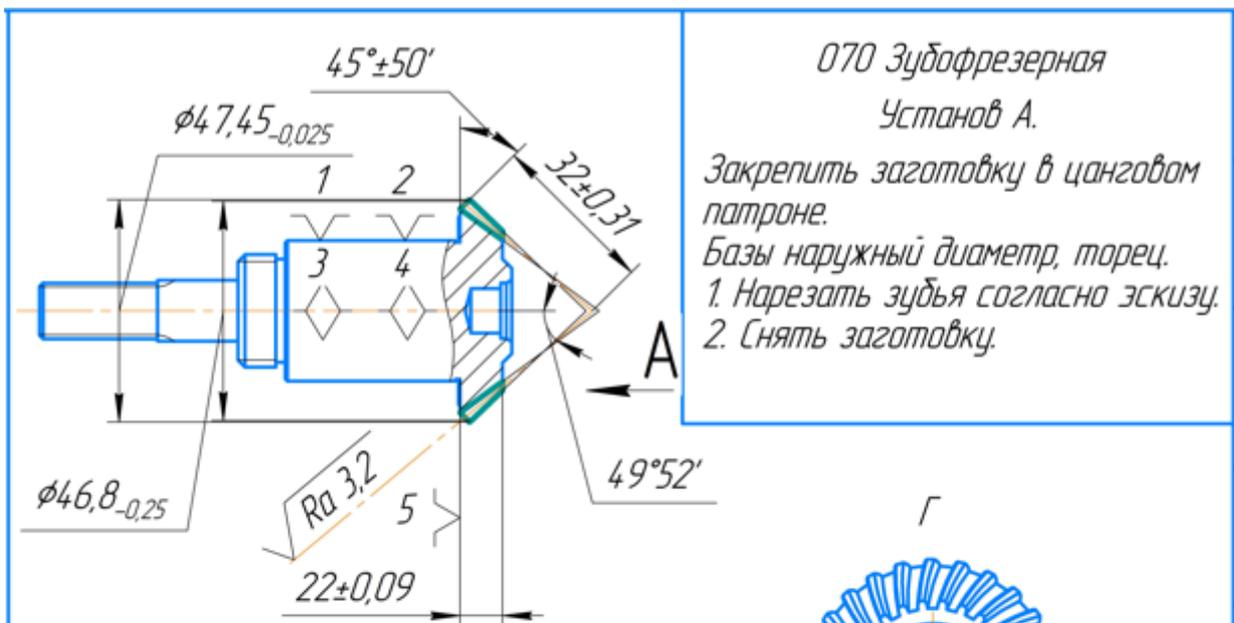
- 1 Шлифовать поверхность
согласно эскизу, выдерживая
допуски формы и расположения, а
также размеры $\phi 30_{-0,018}^{-0,002}$ мм,
 $36 \pm 0,31$ мм.*
- 2 Снять заготовку.*

060 Промывочная

- 1. Промыть деталь по ТТП 01279-00002.*

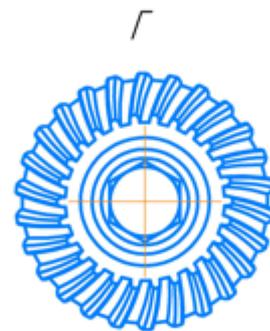
065 Контрольная

- 1. Контролировать размеры полученные на предыдущей операции*



070 Зубофрезерная
Установ А.

Закрепить заготовку в цанговом патроне.
Базы наружный диаметр, торец.
1. Нарезать зубья согласно эскизу.
2. Снять заготовку.



Модуль нормальный средний	m_z	1,25
Число зубьев	z	26
Тип зуба	-	круговой
Осевая форма зуба	-	II
Средний угол наклона зубьев	β_z	35°
Направление линии зуба	-	Левое
Исходный контур	-	ГОСТ 16202-81
Коэффициент изменения расчётной толщины зуба	x_c	0,261
Угол делительного конуса	δ	45°
Степень точности по ГОСТ 1758-81	-	7-С
Делительная толщина зуба по хорде в измерительном сечении	s	$2,545_{-0,11}^{-0,05}$
Высота по делительной хорды зуба в измерительном сечении	h_b	1,508
Допуск на биение зубчатого венца	F_f	0,036
Предельное отклонение шага	$\pm f_n$	$\pm 0,014$
Гарантированный боковой зазор в передаче	$f_{n, \min}$	0,062

Относительные размеры суммарного пятна контакта в передаче	по высоте зуба	-	не менее 60%
	по длине зуба	-	не менее 55%
Межосевой угол			90°
Внешний окружной модуль	$m_{\text{вк}}$		1,7141
Угол конуса впадин	δ_1		$39^{\circ}25'56''$
Внешнее конусное расстояние	R_e		32
Среднее конусное расстояние	R		28,054
Средний делительный диаметр	d		39,675
Внешняя высота зуба	h_e		3,526
Номинальный диаметр зубонарезной головки	d_z		100
Развод резцов	W_z		0,5

075 Промывочная

1. Промыть деталь по ТТП 01279-00002.

080 Слесарная

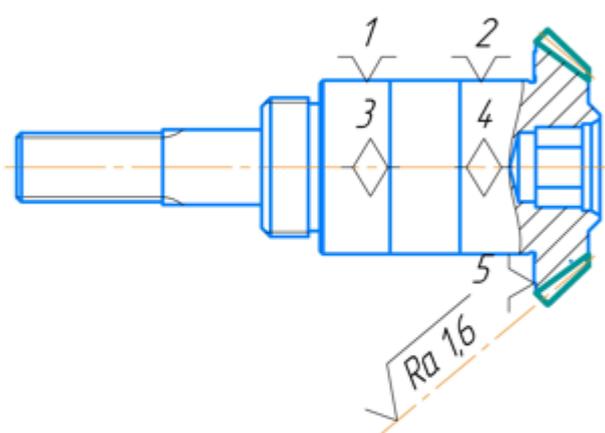
1. Заусенцы снять, острые кромки притупить.

085 Контрольная

1. Контролировать размеры полученные на предыдущей операции.

090 Термическая

1. Закалка зубьев ТВЧ, на глубину 0,8-1,2 мм, твердость 48-57 HRC.



095 Зубошлифовальная

Установ А.

Закрепить заготовку в цанговом патроне.

Базы наружный диаметр, торец.

1. Шлифовать зубья согласно эскизу.

2. Снять заготовку.

100 Промывочная

1. Промыть деталь по ТТП 01279-00002.

105 Термическая

1. Закалка $\phi 13$ ТВЧ, на глубину 0,8...1,0 мм, твердость 40-45 HRC.

	<p>110 Круглошлифовальная Установ А.</p> <p>Установить заготовку в центра. Базы: центровочные отверстия.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Шлифовать поверхность согласно эскизу. 2. Снять заготовку.
	<p>115 Полировальная Установ А.</p> <p>Установить заготовку в центра. Базы: центровочные отверстия.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Полировать поверхность согласно эскизу. 2. Снять заготовку.
	<p>120 Долбежная Установ А.</p> <p>Закрепить заготовку в специальном приспособлении. Базы: наружный диаметр, торец.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Долбить шестигранник согласно эскизу. 2. Снять заготовку.

125 Слесарная

- 1. Заусенцы снять, острые кромки притупить.*

130 Контрольная

- 1. Контролировать размеры полученные на предыдущей операции.*

135 Промывочная

- 1. Промыть детали по ТТП 01279-00002.*

140 Контрольная

- 1. Контролировать размеры полученные на предыдущих операциях.*

145 Консервация

- 1. Консервировать деталь по ТТП 01279-00001, вариант 1.*
- 2. Сдать деталь на СГД.*

1.5 Уточнение технологических баз и схемы закрепления

Операция 010 Токарная базирование происходит по наружному диаметру в трёхкулачковом патроне.

Операция 015 Токарная с ЧПУ (Установ А) в качестве базы используется $\varnothing 48_{-0,62}$ мм, базирование в трёхкулачковом патроне.

Операция 025 Токарная с ЧПУ (Установ А). Базирование по диаметру $\varnothing 30,3_{-0,1}$, упор в торец.

Операция 035 Шлицефрезерная. Базирование по диаметру $\varnothing 30,3_{-0,1}$, а также торец и центровочное отверстие.

Операция 055 Круглошлифовальная. Базирование в центрах.

Операция 070 Зубофрезерная. Базирование по диаметру $\varnothing 30k6$, а также торец.

Операция 095 Зубошлифовальная. Базирование по диаметру $\varnothing 30k6$, упор торец.

Операция 110 Круглошлифовальная. Базирование в центрах.

Операция 115 Полировальная. Базирование в центрах.

Операция 120 Долбёжная базирование по наружному диаметру $\varnothing 30k6$, упор в торец, закрепление в специальном зажимном устройстве.

1.6 Уточнение перехода

Технологический переход – это завешенная часть технологической операции, которая характеризуется постоянством используемого инструмента и поверхностей, образованных обработкой и соединяемых в процессе сборки.

Уточним содержание переходов, ходов и установов для фрезерной и плоскошлифовальной операций.

Таблица 1.8 – Уточнение технологических переходов.

Операция	Описание
010 Токарная	Установ А Точить диаметр $\varnothing 48$ на длину 50 мм, 1 проход.
015 Токарная с ЧПУ	Установ А Обрабатывать деталь по контуру.
025 Токарная с ЧПУ	Установ А Обрабатывать деталь по контуру.
035 Шлицефрезерная	Установ А Нарезать шлицы, 6 проходов.
055 Круглошлифовальная	Установ А Шлифовать диаметр 30 на длину 36 мм, 2 прохода.
070 Зубофрезерная	Установ А Нарезать зубья, 6 проходов.
095 Зубошлифовальная	Установ А Шлифовать зубья, 2 прохода на зуб.
110 Круглошлифовальная	Установ А Шлифовать диаметр 13 на длину 17 мм, 2 прохода.
115 Полировальная	Установ А Полировать диаметр 13 на длину 17 мм, 2 прохода.
120 Долбёжная	Установ А 1) Долбить шестигранник, 6 проходов.

1.7 Выбор средств технологического оснащения

Разработка технологического процесса неразрывно связана с выбором средств технологического оснащения (станков, приспособлений и инструментов).

Средства технологического оснащения — это совокупность орудий производства, необходимых для осуществления технологического процесса.

Выбор оборудования для заданной операции производится с учетом габаритов обрабатываемой заготовки и достигаемой точности [2, с. 202]. Помимо этого, необходимо выбирать оборудование наиболее универсальное и с наименьшей стоимостью. Выбор должен начинаться со стандартного оснащения. Если стандартного оснащения недостаточно, то подбирается и проектируется специальное оснащение.

Произведем подбор средств технологического и контрольно-измерительного оснащения, для материального обеспечения производственного участка. Выбранные средства занесем в таблицу 7.

Таблица 1.9 – Средства технологического оснащения.

Операция	Оборудование	Средства оснащения
005 Заготовительная	Автоматический ленточнопильный станок Аллигатор-280А	Полотно для ленточной пилы по металлу М42 3505*27*0,9
010 Токарная	Станок токарный JET GHB-1330A DRO	Трёхкулачковый патрон 7100-0001 (ГОСТ 2675-80) Резец DGTL 2020-4 Резец PDJNR 2020К-11 Пластина DNMG 110404-TF IC530N

Продолжение таблицы 1.9 – Средства технологического оснащения.

Операция	Оборудование	Средства оснащения
015 Токарная с ЧПУ	Токарный станок с ЧПУ Shandong СК6136	Автоматический токарный патрон КРС803С80 Адаптер SMD20 для сверла с цилиндрическим хвостовиком Сверло 2317-0004 ГОСТ 14952-75 Резец PDJNR 2020К-11 Пластина DNMG 110404-TF IC530N Резец SUXCL 2020К-10 Пластина CC95MT 100504-SM IC8150 Держатель осевых токарных резцов 20x20 мм типа ВОР Резец SEL 2020 К16 Пластина 16EL А 60 Резец GEHSR 20-2 Пластина GEPI 2-0.10 IC908
020 Контрольная	Стол контрольный	Калибр-кольцо М24х1,5 6g ГОСТ 18465-73 Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93; Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89; Штангенциркуль ШЦ-II-125-0,05 ГОСТ 166-89;

Продолжение таблицы 1.9 – Средства технологического оснащения.

Операция	Оборудование	Средства оснащения
025 Токарная с ЧПУ	Токарный станок с ЧПУ Shandong СК6136	Автоматический токарный патрон КРС803С80 Сверло по металлу Р6М5 2301-3568 ГОСТ 10903-77 Держатель сверил ø32 мм типа ВОТ Переходная втулка SC 32Т12А Держатель осевых токарных резцов 20х20 мм типа ВОТ Резец PDJNR 2020К-11 Пластина DNMG 110404-TF IC530N Резец SUXCL 2020К-10 Пластина CC95MT 100504-SM IC8150 Резец S10K STFCL-11 Пластина TCMT 110204-19 Резец S10K STFCL-11 Пластина TCMT 110202-F3P
030 Контрольная	Стол контрольный	Угломер типа 2-2 ГОСТ 5378-88 Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93; Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89; Штангенциркуль ШЦ-II-125-0,05 ГОСТ 166-89;

Продолжение таблицы 1.9 – Средства технологического оснащения.

035 Шлицефрезерная	Шлицефрезерный станок УВ6016	Фреза 2520-0665 0,8 А ГОСТ 6637-80 Оправка 30-16 ГОСТ 32832,4-2014 Калибр-кольцо 1-12х6gх0,8х9h ГОСТ 24969-81
040 Слесарная	Верстак слесаря	Верстак W160.WS1/F2.010 Напильник 2820-0076 ГОСТ 1465-80
045 Промывочная	Спирто-бензиновая ванна	Спирто-бензиновая смесь
050 Контрольная	Стол контрольный	Калибр-кольцо 1-12х6gх0,8х9h ГОСТ 24969-81 Штангенциркуль ШЦ-П- 150-0,05 ГОСТ 166-89;
055 Круглошлифоваль- ная	Круглошлифовальный станок 3Л174	Цанга 7010-0035-d 30 ГОСТ 2876-80 Круг шлифовальный Б 14А 25х20х6 ГОСТ 2424-83 Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93 Микрометр МК25 ГОСТ 6507-90; Микрометр МК50 ГОСТ 6507-90.
060 Промывочная	Спирто-бензиновая ванна	Спирто-бензиновая смесь
065 Контрольная	Стол контрольный	Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93 Микрометр МК25 ГОСТ 6507-90; Микрометр МК50 ГОСТ 6507-90.

Продолжение таблицы 1.9 – Средства технологического оснащения.

070 Зубофрезерная	Зуборезный станок УКД2212	Цанга 7010-0035-d 30 ГОСТ 2876-80 Комплект головок 2553-0003 ГОСТ 24904-81
075 Промывочная	Спирто-бензиновая ванна	Спирто-бензиновая смесь
080 Слесарная	Верстак слесаря	Верстак W160.WS1/F2.010 Напильник 2820-0076 ГОСТ 1465-80
085 Контрольная	Стол контрольный	Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93 Биениемер Б10М ГОСТ 8137-81; Штангензубомер с нониусом тип ШЗН ТУ 2-034-773-2004; Эвольвентомер универсальный РН-100.
090 Термическая	УИН для ТВЧ закалки деталей и сквозного нагрева заготовок "ТЕСЛАЙН 100Z-ЕМ2013"	Цанга 7010-0035-d 30 ГОСТ 2876-80)
095 Зубошлифовальная	Зубошлифовальный станок для конических колес с круговыми зубьями 5А872	Цанга 7010-0035-d 30 ГОСТ 2876-80 Круг чашечный цилиндрический 6-30x30x8-3
100 Промывочная	Спирто-бензиновая ванна	Спирто-бензиновая смесь
105 Термическая	УИН для ТВЧ закалки деталей и сквозного нагрева заготовок "ТЕСЛАЙН 100Z-ЕМ2013"	Цанга 7010-0035-d 30 ГОСТ 2876-80)

Продолжение таблицы 1.9 – Средства технологического оснащения.

<p>110 Круглошлифовальная</p>		<p>Цанга 7010-0035-d 30 ГОСТ 2876-80 Круг шлифовальный 1 25x20x6 14А 10-П С2 7 К1А 80 м/с Б 1 кл. ГОСТ 2424-83; Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93.</p>
<p>115 Полировальная</p>	<p>Круглошлифовальный станок 3Л174</p>	<p>Круг полировальный 40x 20,0x 16 14А 25-Н М R 25м/с 2 кл. ГОСТ Р 51967—2002; Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93</p>
<p>120 Долбежная</p>	<p>Долбежный станок S315TGI</p>	<p>Специальное приспособление (зажимное устройство) Резец долбежный 2182- 0604 ГОСТ 10046-72 Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93; Штангенциркуль ШЦ-I- 125-0,1 ГОСТ 166-89;</p>

Окончание таблицы 1.9 – Средства технологического оснащения.

Операция	Оборудование	Средства оснащения
125 Слесарная	Верстак слесаря	Верстак W160.WS1/F2.010 Напильник 2820-0076 ГОСТ 1465-80
130 Контрольная	Стол контрольный	Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93; Штангенциркуль ШЦ-I- 125-0,1 ГОСТ 166-89; Штангенциркуль ШЦ-II- 125-0,05 ГОСТ 166-89;
135 Промывочная	Моечная машина AM500 T	Раствор по ТТП 01279- 00002.
140 Контрольная	Контрольный стол	Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93; Штангенциркуль ШЦ-I- 125-0,1 ГОСТ 166-89; Штангенциркуль ШЦ-II- 125-0,05 ГОСТ 166-89;
145 Консервация		Материалы по ТТП 60270- 00001, вариант 1.

1.8 Выбор и расчёт режимов резания

035 Шлицефрезерная

Таблица 1.10 – вводных данные для расчёта силы резания при нарезании ШЛИЦОВ.

$h_{\text{до обр.}} = 12 \text{ мм}$	$h_{\text{после}} = 10,24 \text{ мм}$
Материал режущей части Iscar IC70, аналог T15K6	Материал заготовки – Сталь 40X, $\sigma_B = 655 \text{ МПа}$

1. Рассчитаем глубину резания по формуле:

$$t = h_1 - h = 12 - 10,24 = 1,76 \text{ мм},$$

2. Определим подачу на зуб по таблице 33 [1, стр.283]:

$$S_z = 0,12 - 0,18 \text{ мм/зуб} = 0,15 \text{ мм/зуб},$$

3. Стойкость выбирается в диапазоне 80 – 400 мин, для червячной фрезы диаметром 50 мм принимаем 120 мин.

4. Рассчитаем скорость резания по формуле [1, стр.282]:

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_V,$$

Где коэффициент K_V определяется по формуле:

$$K_V = K_{Mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv} = 0,65 \cdot 1 \cdot 0,65 = 0,42;$$

$$K_{Mv} = \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_v} \cdot K_r = \left(\frac{750}{655}\right)^1 \cdot 1 = 1,14,$$

C_V, m, x, y, q, u, p – определяются по таблице 39 [1, стр.286]:

$$C_V = 12, m = 0,26, x = 0,3, y = 0,25, q = 0,3, p = 0, u = 0;$$

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_V = \frac{12 \cdot 50^{0,3}}{120^{0,26} \cdot 1,76^{0,3} \cdot 0,15^{0,25} \cdot 4,34^0 \cdot 12^0} \cdot 1,14$$

$$= 116,9 \frac{\text{М}}{\text{МИН}},$$

5. Определим частоту вращения по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D_{\text{фр}}} = \frac{1000 \cdot 116,9}{3,14 \cdot 50} = 744,6 \text{ об/мин};$$

6. Определим значение подачи по формуле [1, стр.282]:

$$S = S_z \cdot n \cdot z = 12 \cdot 110 \cdot 0,15 = 198 \text{ мм/об};$$

7. Далее рассчитаем силы резания [1, стр.271]:

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

Где коэффициент K_{Mp} рассчитывается по формуле [1, стр.271]:

$$K_{Mp} = \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^n = \left(\frac{750}{655} \right)^{0,3} = 1,04$$

$$C_p = 47, x = 0,86, y = 0,72, u = 0,1, q = 0,86, w = 0, n = 1,1;$$

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^n \cdot z}{D^y \cdot n^w} \cdot K_{Mp} = \frac{10 \cdot 47 \cdot 1,76^{0,86} \cdot 0,15^{0,72} \cdot 4,34^{1,1} \cdot 12}{50^{0,72} \cdot 110^0} \cdot 1,04$$

$$= 731 \text{ Н};$$

Для уменьшения данной силы можно изменить глубину резания, подачу и увеличить число оборотом. Также можно выполнить фрезерование в 2 прохода.

8. Рассчитаем крутящий момент на шпинделе по формуле [1, стр.290]:

$$M = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{731 \cdot 50}{2 \cdot 100} = 182,8 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

где D – диаметр фрезы, мм.

015 Токарная с ЧПУ

Таблица 1.11 – вводные данные для расчёта режимов резания при точении.

D _{заготовки.} = 50 мм	D _{после обр.} = 40 мм	L = 48 мм
Шероховатость Ra 3,2	Материал инструмента T5K10	Материал заготовки Сталь 40X

Решение:

1. Рассчитаем глубину резания по формуле:

$$t = \frac{D_{\text{заг}} - D_{\text{дет}}}{2} = \frac{50 - 40}{2} = 5 \text{ мм},$$

2. Определим подачу по таблице в зависимости от требуемой шероховатости (Ra 3.2), а также радиусу при вершине (0.4 мм):

$$S = 0,25 \text{ мм/об},$$

3. Стойкость выбирается в диапазоне 30 – 45 мин, принимаем 30 мин.
4. Рассчитаем скорость резания по формуле [1, стр.265]:

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S_{\text{ст}}^y} \cdot K_V,$$

где коэффициент K_V определяется по формуле:

$$K_V = K_{Mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{ив} = 1,14 \cdot 0,9 \cdot 1 = 1,03;$$

K_{nv} – поправочный коэффициент, учитывающий состояние заготовки;

K_{Mv} – поправочный коэффициент, учитывающий физико-механические свойства, стали;

$K_{ив}$ – поправочный коэффициент, учитывающий влияние инструментального материала на скорость резания;

$$K_{Mv} = K_{\Gamma} \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{655}\right)^1 = 1,14,$$

C_V, m, x, y – определяются по таблице 17 [1, стр.269]:

$$C_V = 350, m = 0,2, x = 0,15, y = 0,35;$$

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S_{\text{ст}}^y} \cdot K_V = \frac{350}{30^{0,2} \cdot 5^{0,15} \cdot 0,25^{0,35}} \cdot 1,03 = 91,3 \text{ м/мин},$$

5. Определим частоту вращения по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D_{\text{заг}}} = \frac{1000 \cdot 177,5}{3,14 \cdot 50} = 1131 \text{ об/мин};$$

6. Далее рассчитаем силы резания [1, стр.271]:

$$P_z = 10 \cdot C_{pz} \cdot t^x \cdot S_{\text{ст}}^y \cdot V_{\phi}^n \cdot K_p$$

где коэффициент K_p рассчитывается по формуле [1, стр.271]:

$$K_p = K_{Mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}$$

$$K_{Mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{655}{750}\right)^{0,75} = 0,9$$

Коэффициенты $K_{\varphi p}, K_{\gamma p}, K_{\lambda p}, K_{rp}$ – выбираются по таблицам 9, 10, 11 [1, стр.264, 265, 275]:

$$K_p = K_{Mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,9;$$

$$C_{pz} = 300, x = 1, y = 0,75, n = -0,15;$$

$$P_z = 10 \cdot C_{pz} \cdot t^x \cdot S_{\text{ст}}^y \cdot V_{\phi}^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 5^1 \cdot 0,6^{0,75} \cdot 177,5^{-0,15} \cdot 0,9 = 4232 \text{ Н};$$

$$C_{px} = 339, x = 1, y = 0,5, n = -0,4;$$

$$P_x = 10 \cdot C_{px} \cdot t^x \cdot S_{\text{ст}}^y \cdot V_{\phi}^n \cdot K_p = 10 \cdot 339 \cdot 5^1 \cdot 0,6^{0,5} \cdot 177,5^{-0,4} \cdot 0,9 = 1489 \text{ Н};$$

$$C_{py} = 243, x = 0,9, y = 0,6, n = -0,3;$$

$$P_y = 10 \cdot C_{py} \cdot t^x \cdot S_{ст}^y \cdot V_{\phi}^n \cdot K_p = 10 \cdot 339 \cdot 5^{0,9} \cdot 0,6^{0,6} \cdot 177,5^{-0,3} \cdot 0,9 = 2021 \text{ Н}$$

Для уменьшения сил, возникающих во время резания, рекомендуется разбить обработку на два прохода, уменьшив глубину резания с 5 до 2,5 мм.

025 Токарная с ЧПУ

Таблица 1.12 – Вводные данные для расчёта режимов резания при сверлении.

$D_{отв.} = 12 \text{ мм}$	Глубина сверления $L = 11 \text{ мм}$	
Шероховатость $Ra \ 6,3$	Материал инструмента Iscar HSS GE, аналог P6M5	Материал заготовки Сталь 40X

1. Определим глубину резания по формуле [1, с. 276]:

$$t = 0,5 \cdot D = 0,5 \cdot 8 = 4 \text{ мм,}$$

2. Определим подачу S согласно таблице [1, с. 277, табл. 25]:

$$S = 0,25 - 0,28 \text{ мм/об} = 0,26 \text{ мм/об,}$$

3. Определим скорость резания для сверления по формуле:

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_V,$$

Значение коэффициентов определяется по таблице [1, с. 278, табл. 28] для этого выберем материал режущей части инструмента P6M5:

$$C_V = 14,7, q = 0,25, y = 0,55, m = 0,125,$$

Значение стойкости T определяется по таблице [1, с. 279, табл. 30]:

$$T = 45 \text{ мин,}$$

Коэффициент K_V определяется по формуле [1, с. 276]:

$$K_V = K_{Mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{lv} = 1,14 \cdot 1 \cdot 1 = 1,14$$

K_{nv} – поправочный коэффициент, учитывающий состояние заготовки;

K_{Mv} – поправочный коэффициент, учитывающий физико-механические свойства, стали;

K_{lv} – поправочный коэффициент, учитывающий глубину сверления;

$$K_{Mv} = K_{\Gamma} \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{655}\right)^1 = 1,14,$$

$$V = \frac{14,7 \cdot 12^{0,25}}{45^{0,125} \cdot 0,26^{0,55}} \cdot 1,14 = 24,6 \text{ м/мин},$$

4. Определим частоту вращения n шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 24,6}{3,14 \cdot 12} = 652,9 \text{ об/мин};$$

5. Определим крутящий момент M , Н · м, и осевую силу, Н, при сверлении:

$$M = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p;$$

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p.$$

Коэффициенты определяются по таблице [1, с. 281, табл. 32]:

$$C_M = 0,0345, q = 2, y = 0,8,$$

$$C_p = 68, q = 1, y = 0,7,$$

Значение коэффициента K_p зависит только от материала обрабатываемой заготовки и определяется выражением $K_p = K_{Mp}$.

$$K_{Mv} = K_{\Gamma} \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{655}\right)^1 = 1,14,$$

$$M = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,0345 \cdot 12^2 \cdot 0,26^{0,8} \cdot 1,14 = 19,3 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 68 \cdot 12^1 \cdot 0,26^{0,7} \cdot 1,14 = 3623 \text{ Н}.$$

Таблица 1.13 – Табличные значения режимов резания.

Операция	S, мм/об	t, мм	T, мин	V, м/мин	n, об/мин
010 Токарная (Подрезка торца)	0,2	1	120	65	2000
010 Токарная (Черновая)	0,3	1	120	65	500
015 Токарная с ЧПУ (Получистовая)	0,2	1	195	156	1200
015 Токарная с ЧПУ (Чистовая)	0,1	0,5	207	192	2100
015 Токарная с ЧПУ (Резьба)	1,5	0,15	120	70	900
025 Токарная с ЧПУ (Расточка получистовая)	0,25	1	195	178	1500
025 Токарная с ЧПУ (Расточка чистовая)	0,15	0,5	207	195	2000
055 Круглошлифовальная	0,05	0,125	220	30	500
070 Зубофрезерная	2,5	0,7	250	48	1000
095 Зубошлифовальная	0,05	0,15	220	30	500
110 Круглошлифовальная	0,05	0,1	220	30	500
115 Полировальная	0,01	0,05	220	30	500
120 Долбёжная	0,7	0,5	-	25	700

1.9 Нормирование технологических переходов

Расчёт нормы оперативного времени рассчитывается по формуле:

$$T_{оп} = T_о + T_в$$

где $T_о$ – основное время,

$T_в$ – вспомогательное время.

$$T_о = T_м = \frac{L \cdot i}{S_{min}}$$

где $T_м$ – машинное время,

L – длина пути инструмента,

i – число ходов,

S_{min} – подача (мм/мин).

$$L = l + l_1 + l_2$$

где l – длина обрабатываемой поверхности,

l_1 – величина врезания,

l_2 – величина перебега/схода инструмента.

$T_{ш.к.}$ — штучно-калькуляционное время, это и есть технически обоснованная норма времени на выполнение операции.

$$T_{ш.к.} = T_{ш} + \frac{T_{п.з.}}{n}$$

где $T_{п.з.}$ — подготовительно-заключительное время, необходимое на ознакомление исполнителя с чертежом, получение консультаций у мастера, настройку станка и приспособлений,

n – количество заготовок в партии,

$T_{ш}$ – норма штучного времени.

$$T_{ш} = T_{оп} \cdot \left(1 + \frac{K}{100}\right)$$

где K – процент оперативного времени на обслуживание рабочего места и на отдых/личные потребности рабочего.

Норма выработки в штуках изделий:

$$H_B = \frac{T_{CM}}{T_{Ш}}$$

где T_{CM} – продолжительность смены.

Рассчитаем приведённые выше показатели для операции 015 Токарная с ЧПУ:

1) Черновая обработка

$$L = l + l_1 + l_2 = 89 + 3 = 92 \text{ мм}$$

$$T_o = \frac{L \cdot i}{S_{min}} = \frac{92 \cdot 2}{300} = 0,3$$

$$T_o = \frac{91,7 \cdot 1}{300} = 0,29$$

$$T_o = \frac{55 \cdot 1}{300} = 0,17$$

$$T_o = \frac{45 \cdot 1}{300} = 0,14$$

$$T_o(\text{общ.}) = 0,3 + 0,29 + 0,17 + 0,14 = 0,9$$

2) Получистовая обработка

$$T_o = \frac{91 \cdot 1}{240} = 0,36$$

$$T_o = \frac{55 \cdot 1}{240} = 0,21$$

$$T_o = \frac{45 \cdot 1}{240} = 0,18$$

$$T_o = \frac{3 \cdot 1}{240} + \frac{2 \cdot 1}{240} + \frac{1,8 \cdot 1}{240} + \frac{1 \cdot 1}{240} = 0,03$$

$$T_o(\text{общ.}) = 0,36 + 0,21 + 0,18 + 0,03 = 0,78$$

3) Чистовая обработка

$$T_o = \frac{91 \cdot 1}{200} = 0,44$$

$$T_o = \frac{55 \cdot 1}{200} = 0,26$$

$$T_o = \frac{45 \cdot 1}{200} = 0,21$$

$$T_o = \frac{28 \cdot 1}{200} = 0,13$$

$$T_o(\text{общ.}) = 0,44 + 0,26 + 0,21 + 0,13 = 1,04$$

4) Нарезание резьбы:

$$T_o = \frac{10 \cdot 10}{400} = 0,25$$

Общее основное время:

$$T_o = 0,25 + 0,9 + 0,78 + 1,04 = 2,97 \text{ мин}$$

Вспомогательное время, согласно рекомендациям []:

$$T_B = 1 + 0,75 + 0,8 + 0,6 = 3,15 \text{ мин}$$

$$T_{\text{оп}} = 2,97 + 3,15 = 6,12 \text{ мин}$$

$$T_{\text{ш}} = T_{\text{оп}} \cdot \left(1 + \frac{K}{100}\right) = 6,12 \cdot \left(1 + \frac{45}{100}\right) = 8,9 \text{ мин}$$

Норма времени:

$$H_B = \frac{T_{\text{см}}}{T_{\text{ш}}} = \frac{480}{6,3} = 133 \text{ шт}$$

Таблица 1.14 – Нормирование.

№ оп.	Содержание операции	Время, мин
005	Заготовительная	
	1. Подготовительно-заключительное время	8
	2. Вспомогательное время	12
	3. Основное время	15
	4. Время на обслуживание рабочего места, отдых	5
	5. Норма штучного времени	15
010	Токарная	
	1. Подготовительно-заключительное время	15
	2. Вспомогательное время	4,5
	3. Основное время	2
	4. Время на обслуживание рабочего места, отдых	7
	5. Норма штучного времени	28,5
015	Токарная с ЧПУ	
	1. Подготовительно-заключительное время	9
	2. Вспомогательное время	3,15
	3. Основное время	2,97
	4. Время на обслуживание рабочего места, отдых	3,4
	5. Норма штучного времени	13,2

Продолжение таблица 1.14 – Нормирование.

020	Контрольная 1. Подготовительно-заключительное время 2. Вспомогательное время 3. Основное время 4. Время на обслуживание рабочего места, отдых Норма штучного времени	7 4 10 3 24
025	Токарная с ЧПУ 1. Подготовительно-заключительное время 2. Вспомогательное время 3. Основное время 4. Время на обслуживание рабочего места, отдых 5. Норма штучного времени	12 3 3,27 1,4 30,8
030	Контрольная 1. Подготовительно-заключительное время 2. Вспомогательное время 3. Основное время 4. Время на обслуживание рабочего места, отдых 5. Норма штучного времени	7 4 10 3 24
035	Шлицифрезерная 1. Подготовительно-заключительное время 2. Вспомогательное время 3. Основное время 4. Время на обслуживание рабочего места, отдых 5. Норма штучного времени	12 9,1 12 4 16
040	Слесарная 1. Подготовительно-заключительное время 2. Вспомогательное время 3. Основное время 4. Время на обслуживание рабочего места, отдых 5. Норма штучного времени	1 2 4 3 10
045	Промывочная 1. Подготовительно-заключительное время 2. Вспомогательное время 3. Основное время 4. Время на обслуживание рабочего места, отдых 5. Норма штучного времени	2 3 10 5 22

Продолжение таблица 1.14 – Нормирование.

050	Контрольная 1. Подготовительно-заключительное время 2. Вспомогательное время 3. Основное время 4. Время на обслуживание рабочего места, отдых 5. Норма штучного времени	2 0,5 2 3 7,5
055	Круглошлифовальная 1. Подготовительно-заключительное время 2. Вспомогательное время 3. Основное время 4. Время на обслуживание рабочего места, отдых 5. Норма штучного времени	7 0,9 9 1,9 10
060	Промывочная 1. Подготовительно-заключительное время 2. Вспомогательное время 3. Основное время 4. Время на обслуживание рабочего места, отдых 5. Норма штучного времени	2 3 10 5 22
065	Контрольная 1. Подготовительно-заключительное время 2. Вспомогательное время 3. Основное время 4. Время на обслуживание рабочего места, отдых 5. Норма штучного времени	2 0,5 2 3 7,5
070	Зубофрезерная 1. Подготовительно-заключительное время 2. Вспомогательное время 3. Основное время 4. Время на обслуживание рабочего места, отдых 5. Норма штучного времени	5 8 25 6 30
075	Промывочная 1. Подготовительно-заключительное время 2. Вспомогательное время 3. Основное время 4. Время на обслуживание рабочего места, отдых 5. Норма штучного времени	2 3 10 5 22
080	Слесарная 1. Подготовительно-заключительное время 2. Вспомогательное время 3. Основное время 4. Время на обслуживание рабочего места, отдых 5. Норма штучного времени	1 2 4 3 10

Продолжение таблица 1.14 – Нормирование.

085	Контрольная 1. Подготовительно-заключительное время 2. Вспомогательное время 3. Основное время 4. Время на обслуживание рабочего места, отдых 5. Норма штучного времени	5 4 8 2 19
090	Термическая 1. Подготовительно-заключительное время 2. Вспомогательное время 3. Основное время 4. Время на обслуживание рабочего места, отдых 5. Норма штучного времени	10 2,2 25 2 30
095	Зубошлифовальная 1. Подготовительно-заключительное время 2. Вспомогательное время 3. Основное время 4. Время на обслуживание рабочего места, отдых 5. Норма штучного времени	11 7 15 3,6 30
100	Промывочная 1. Подготовительно-заключительное время 2. Вспомогательное время 3. Основное время 4. Время на обслуживание рабочего места, отдых 5. Норма штучного времени	2 3 10 5 22
105	Термическая 1. Подготовительно-заключительное время 2. Вспомогательное время 3. Основное время 4. Время на обслуживание рабочего места, отдых 5. Норма штучного времени	10 2,2 25 2 30
110	Круглошлифовальная 1. Подготовительно-заключительное время 2. Вспомогательное время 3. Основное время 4. Время на обслуживание рабочего места, отдых 5. Норма штучного времени	7 0,9 9 1,9 10
115	Полировальная 1. Подготовительно-заключительное время 2. Вспомогательное время 3. Основное время 4. Время на обслуживание рабочего места, отдых 5. Норма штучного времени	7 0,9 9 1,9 10

Окончание таблица 1.14 – Нормирование.

120	<p>Долбёжная</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Подготовительно-заключительное время 2. Вспомогательное время 3. Основное время 4. Время на обслуживание рабочего места, отдых 5. Норма штучного времени 	<p>12</p> <p>7,8</p> <p>6</p> <p>5</p> <p>15</p>
125	<p>Слесарная</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Подготовительно-заключительное время 2. Вспомогательное время 3. Основное время 4. Время на обслуживание рабочего места, отдых 5. Норма штучного времени 	<p>1</p> <p>2</p> <p>4</p> <p>3</p> <p>10</p>
130	<p>Контрольная</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Подготовительно-заключительное время 2. Вспомогательное время 3. Основное время 4. Время на обслуживание рабочего места, отдых 5. Норма штучного времени 	<p>2</p> <p>0,5</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>7,5</p>
135	<p>Промывочная</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Подготовительно-заключительное время 2. Вспомогательное время 3. Основное время 4. Время на обслуживание рабочего места, отдых 5. Норма штучного времени 	<p>2</p> <p>3</p> <p>10</p> <p>5</p> <p>22</p>
140	<p>Контрольная</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Подготовительно-заключительное время 2. Вспомогательное время 3. Основное время 4. Время на обслуживание рабочего места, отдых 5. Норма штучного времени 	<p>7</p> <p>3</p> <p>24</p> <p>7,7</p> <p>38</p>
145	<p>Консервация</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Подготовительно-заключительное время 2. Вспомогательное время 3. Основное время 4. Время на обслуживание рабочего места, отдых 5. Норма штучного времени 	<p>10</p> <p>4</p> <p>10</p> <p>3</p> <p>27</p>

1.10 Размерный анализ

Главная задача размерного анализа технологического процесса – правильное и обоснованное определение промежуточных и окончательных размеров и допусков на них для обрабатываемой детали.

Расчет линейных технологических размеров производится для точных поверхностей из условия обеспечения минимальных припусков на обработку.

Рассчитаем размерную цепь для линейного габаритного размера.

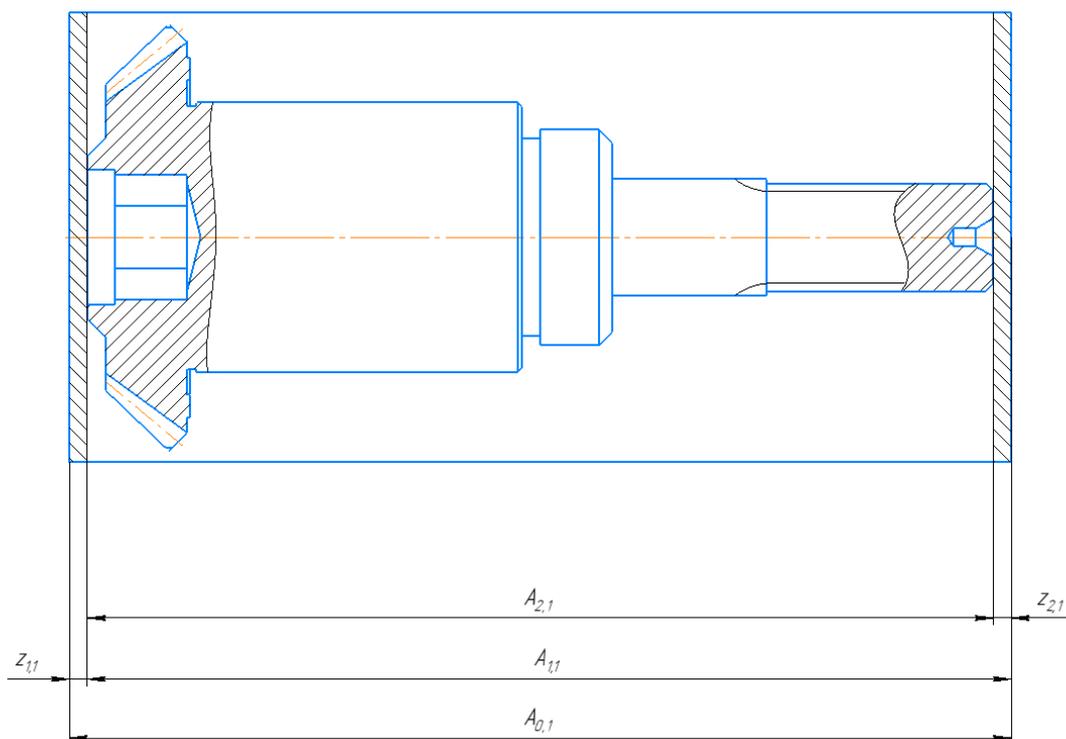


Рисунок 5 – размерная цепь.

Припуск в данном случае равен:

$$z_{1,1} = A_{0,1} - A_{1,1}$$

$$z_{1,1} = 104_{-0,25} - 102_{-0,87} = 2_{-0,25}^{+0,87}$$

$$z_{2,1} = A_{1,1} - A_{2,1}$$

$$z_{2,1} = 101_{-0,35} - 100_{-0,35} = 1_{-0,35}^{+0,35}$$

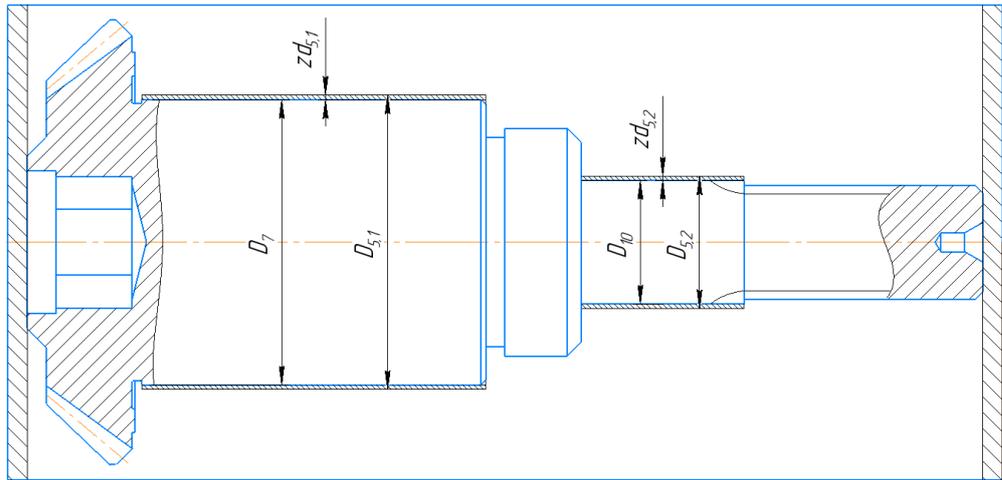


Рисунок 6 – диаметральные припуски.

Значения припусков на шлифовку для диаметра $30^{+0,018}_{-0,002}$:

$$zd_{5,1} = D_{5,1} - D_7$$

$$zd_{5,1} = 30,3_{-0,039} - 30^{+0,018}_{-0,002} = 0,3^{+0,002}_{-0,057}$$

1.11 Проектирование гибкого производственного модуля

Автоматизация производственных процессов остается генеральной линией развития и модернизации в сфере промышленного производства на протяжении многих десятилетий. Понятие «автоматизация» предполагает, что машинам, приборам и станкам помимо собственно производственной функции передаются функции управления и контроля, которые до этого выполнялись человеком. Современное развитие технологий позволяет автоматизировать не только физический, но и интеллектуальный труд, если он основан на формальных процессах.

Для производства детали “Вал-шестерня” при увеличении серийности целесообразно произвести автоматизацию перемещения заготовок между станками. В качестве элементов автоматизации следует использовать роботы-манипуляторы и конвейерные линии.

Роботы будут обеспечивать быстрое и безошибочное перемещение заготовки из зоны обработки станка до конвейера и наоборот, подачу в зону резания станка, что нивелирует человеческий фактор, уменьшит травматизм на производстве и количество рабочих, так как для обслуживания нескольких рабочих мест может обеспечить один человек.



Рисунок 11 – Коллаборативный робот Rozum PULSE 90.

PULSE — это 6-осевой коллаборативный робот-манипулятор. Подходит для автоматизации любых повторяющихся операций. Применяется на производствах, в сфере услуг и развлечений, в лабораториях и университетах.

Роботы-манипуляторы идеальны для автоматизации повторяющихся задач с незначительными изменениями параметров процесса, таких как: упаковка и складирование, загрузка/разгрузка станков с ЧПУ.

Основные характеристики:

- Максимальная полезная нагрузка – 4 кг.
- Рабочий радиус – 900 мм.
- Условия эксплуатации – 0...35 град.
- Вес робота – 13,6 кг.

Согласно ОНТП 14-93 “Нормы технологического проектирования предприятий машиностроения, приборостроения и металлообработки. Механообрабатывающие сборочные цехи.” Расстояние между различными элементами ГПМ и несущими конструкциями варьируется от 500 до 3000 мм и зависит от множества факторов, таких как тип станка, тип накопителя,

количество станков и т.д. Расстояние между элементами должно подчиняться принципам безопасности и технологичности обслуживания. Оптимальный вариант теоретической компоновки представлен на рисунке 12.

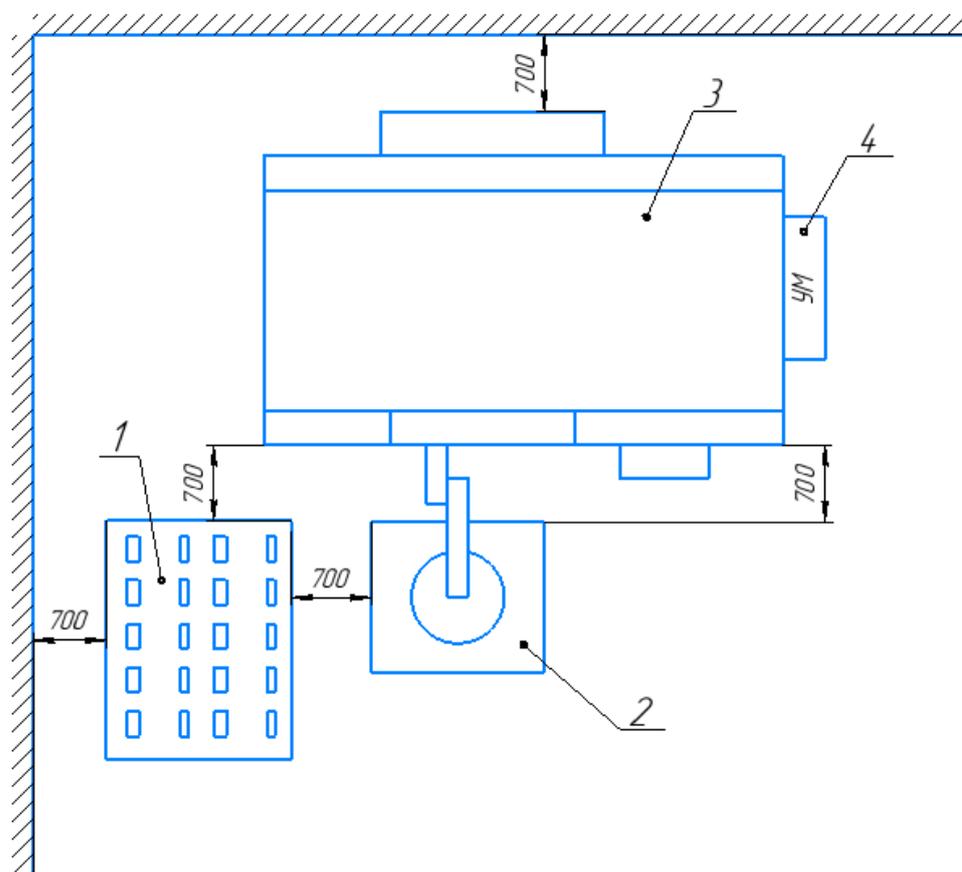


Рисунок 12 – схема гибкого производственного модуля.

- 1 – накопитель конвейерного типа;
- 2 – токарный станок с ЧПУ;
- 3 – Коллаборативный робот Rozum PULSE 90;
- 4 – управляющий модуль.

2 Проектирование специального приспособления

2.1 Разработка принципиальной схемы приспособления

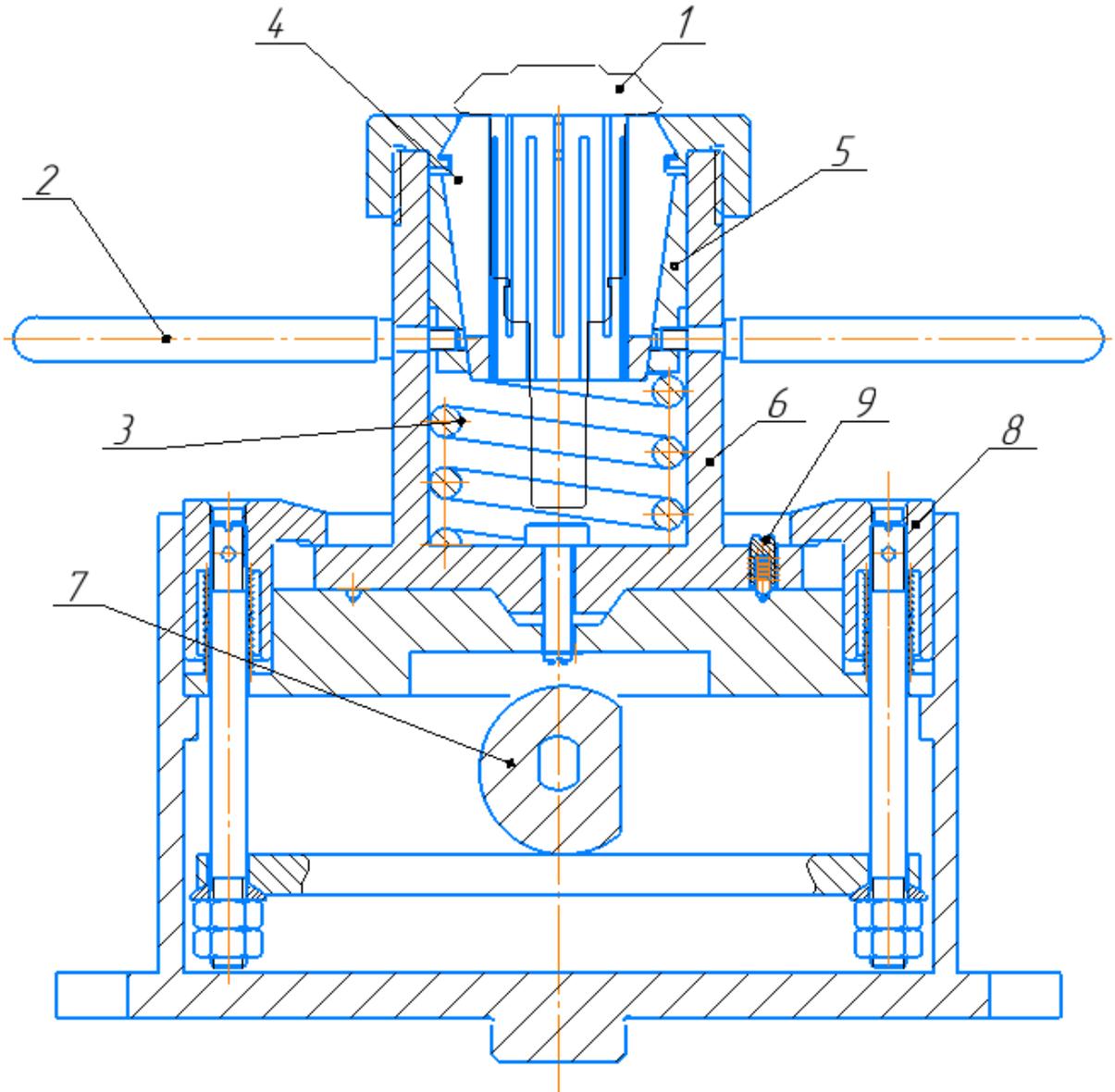


Рисунок 7 – принципиальная схема приспособления. 1 – заготовка, 2 – рычаг, 3 – пружина, 4 – цанговый патрон, 5 – втулка, 6 – корпус, 7 – кулачок, 8 – захваты фиксирующие, 9 – винт-фиксатор.

Принцип работы приспособления строится на раскрытии лепестков цанги путём перемещения втулки 5, которая будет сжимать пружину 3 для раскрытия лепестков цанги. В корпусе приспособления 6 выполнен спиральный паз, по которому перемещается рычаг 2 для помещения заготовки 1 в цангу ER50-d32 4. Также дополнительно будет реализована схема поворота с использованием пары

трения. Кулачковым механизм 7 позволит фиксировать в систему в осевом направлении с помощью прихватов 8, шаг определяет положение канавок, а также винт-фиксатор 9 с подпружиненным шариком.

Усилие, необходимое для закрепления заготовки, будет создано пружиной. Для расчёта силы создаваемой пружиной используется онлайн-калькулятор [1], результаты которого будут приложены ниже.

2.2 Разработка схемы базирования

При механической обработке заготовок, особенно сложной конфигурации, возникает необходимость менять их положение. Если при установке в новом положении меняются базы, то возникают отклонения от перпендикулярности, параллельности, соосности и другие погрешности между ранее и вновь обработанными поверхностями. Каждая новая смена баз увеличивает эти погрешности. В пределах одной операции, когда обработка ведется с одного установа, они минимальны. Таким образом, на протяжении всего технологического процесса необходимо соблюдать принцип постоянства баз. При механической обработке изделий для повышения точности расположения поверхностей число баз на всех операциях должно быть минимальным, и, если это возможно, следует использовать одну и ту же базу. В пределах одной операции необходимо стремиться вести обработку с одного установа.

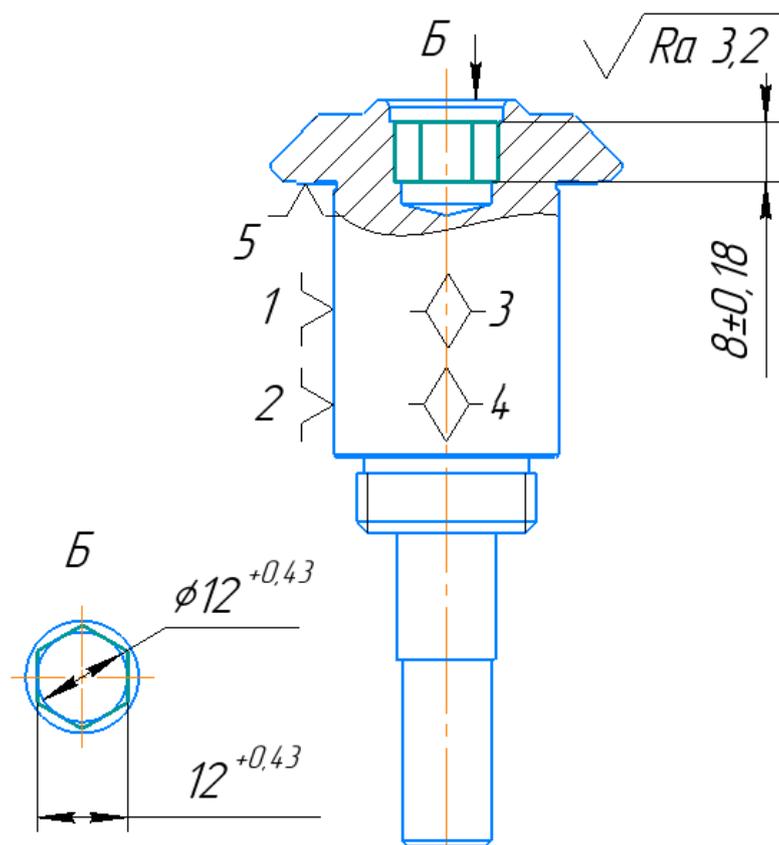


Рисунок 8 – схема базирования операции 120 Долбёжная.

Закрепление происходит по наружному диаметру $\varnothing 30$ мм в специальном приспособлении. Упор в нижний торец.

Схема базирования состоит из двойной направляющей, которая лишает четырёх степеней свободы – перемещений вдоль двух координатных осей и поворотов вокруг этих осей. А также опорной базы, которая лишает одну степень свободы - перемещения вдоль одной координатной оси или поворота вокруг оси.

2.3 Расчет требуемых усилий зажима

Осевое усилие Q , необходимое для затягивания цанги, обеспечивающее силу зажима P_2 рассчитывается по формуле:

$$Q = (P_1 + P_2) \operatorname{tg}(\alpha + \varphi),$$

где P_1 – сила, сжимающая лепестки цанги до их соприкосновения с поверхностью заготовки;

P_2 – сила зажима заготовки всеми лепестками цанги;

$\alpha = 30^\circ$ – половина угла конуса цанги;

φ – угол трения:

$$\varphi = \operatorname{arctg} f_1 = \operatorname{arctg} 0,15 = 8,53^\circ;$$

$f_1 = 0,15$ – коэффициент трения конусной поверхности.

Сила, сжимающая лепестки цанги до их соприкосновения с поверхностью заготовки, рассчитывается по формуле:

$$P_1 = 3 \frac{EJfz}{l^3},$$

где $E = 2,1 \cdot 10^6$ кг/см² – модуль упругости стали, идущей на изготовление цанги;

$l = 5,55$ см – расстояние от плоскости задела лепестка цанги до середины зажимающего конуса цанги;

f – стрела прогиба лепестка ($f = \delta$);

$\delta = 0,1$ см – зазор между цангой и заготовкой (до начала зажима);

$z = 8$ – число лепестков цанги;

J – момент инерции в сечении заделанной части лепестка, рассчитываемый по формуле:

$$J = \frac{D^3 S}{8} \left(\alpha_1 + \sin \alpha_1 \cdot \cos \alpha_1 - \frac{2 \sin^2 \alpha_1}{\alpha_1} \right),$$

где $\alpha_1 = 45^\circ$ – угол сегмента лепестка цанги;

$D = 5,2$ см – наружный диаметр лепестков цанги;

$S = 0,6$ см – толщина лепестка цанги.

Подставим значение J в формулу для расчета P_1 :

$$\begin{aligned}
 P_1 &= 3,375 \frac{ED^3 S f_z}{l^3} \left(0,0174 \frac{\alpha_1}{2} + \sin \alpha_1 \cdot \cos \alpha_1 - 229,88 \frac{\sin^2 \alpha_1}{\alpha_1} \right) \\
 &= 3,375 \frac{2,1 \cdot 10^6 \cdot 5,2^3 \cdot 0,6 \cdot 0,1 \cdot 8}{5,55^3} \left(0,0174 \cdot \frac{45^\circ}{2} + \sin 45^\circ \cdot \cos 45^\circ \right. \\
 &\quad \left. - 229,88 \frac{\sin^2 45^\circ}{45^\circ} \right) = 1718 \text{ Н.}
 \end{aligned}$$

Проведем расчет силы зажима заготовки всеми лепестками цанги:

$$P_2 = \frac{1}{f} \sqrt{\frac{M^2}{r^2} + q^2 K},$$

где M – момент резания, Н·м;

$q = 2751 \text{ Н}$ – составляющая часть усилия, приложенного при резании, сдвигающая заготовку вдоль оси;

$r = 0,015$ – радиус заготовки на участке зажима, м;

$K = 1,5 \dots 2$ – коэффициент запаса.

Момент резания определяется по формуле:

$$M = P_z r_1 = 4458 \cdot 0,006 = 26,748 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

где $P_z = 4458 \text{ Н}$ – сила резания, стремящаяся повернуть заготовку относительно цанги;

$r_1 = 0,006 \text{ м}$ – расстояние от оси до точки приложения силы резания.

$$P_2 = \frac{1}{f} \sqrt{\frac{M^2}{r^2} + q^2 \cdot K} = \frac{1}{0,01} \sqrt{\frac{26,748^2}{0,015^2} + 2751^2 \cdot 1,5} = 1783 \text{ Н.}$$

Осевое усилие:

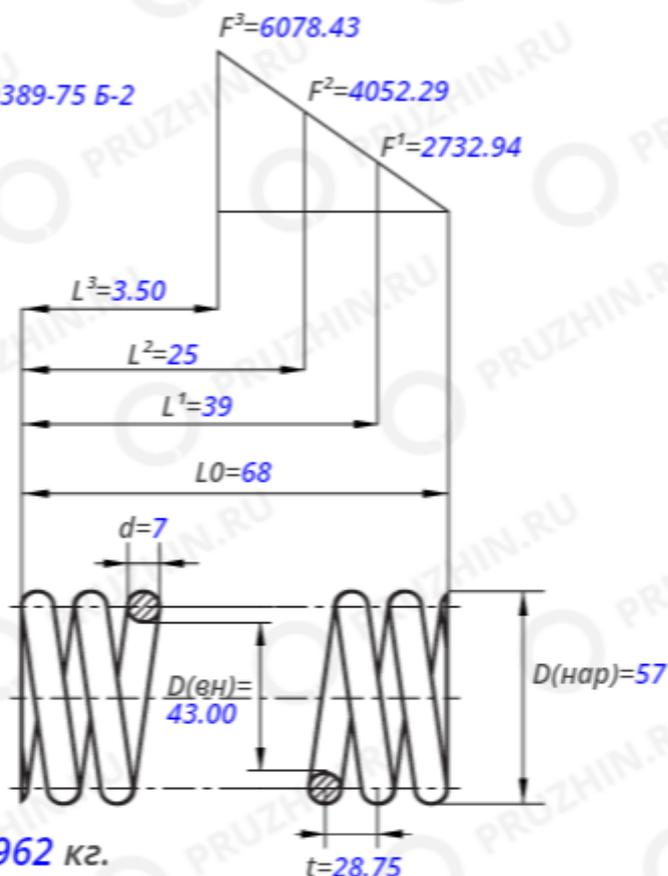
$$Q = (P_1 + P_2) \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi) = (1718 + 1783) \cdot \operatorname{tg}(30^\circ + 8,53^\circ) = 2785 \text{ Н.}$$

Рассчитаем конфигурацию пружины, для создания необходимого усилия.

Расчет пружин сжатия

www.pruzhin.ru

Материал: ГОСТ 9389-75 Б-2



Вариант оформления опорных витков	Поджаты, зашлифованы
Диаметр средний (D ср.)	50.00 мм
Диаметр внутренний (D вн.)	43.00 мм
Количество витков полное (n1)	4.00 шт
Предварительная нагрузка (F ¹)	2732.94 Н
Рабочая нагрузка (F ²)	4052.29 Н
Максимальная нагрузка (F ³)	6078.43 Н
Длина при соприкосновении витков (L ³)	3.50 мм
Жесткость пружины (с)	94.24 Н/мм
Шаг (t)	28.75 мм
Развертка пружины	628.00 мм
Масса пружины (m1)	0.18962 кг
Вес партии пружин (m2)	0.19 кг

Copyright © 2023, калькулятор разработан для сайта www.pruzhin.ru, Все права защищены.

Рисунок 9 – конфигурация необходимой пружины.

Расчёт оси на срез.

Формула для расчёта оси:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi \cdot i \cdot z \cdot \tau_{\text{ср}}}},$$

где d – диаметр оси, мм;

$S = 2785$ – нагрузка на срез, Н;

$i = 1$ – число плоскостей среза;

$z = 1$ – количество осей;

$\tau_{\text{ср}} = 490$ – допустимой напряжение, в МПа.

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 2785}{3,14 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 490}} = 5 \text{ мм},$$

Расчёт винта на срез

Формула для расчёта оси:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi \cdot i \cdot z \cdot \tau_{\text{ср}}}},$$

где d – диаметр винта, мм;

$S = 2785$ – нагрузка на срез, Н;

$i = 1$ – число плоскостей среза;

$z = 3$ – количество винтов;

$\tau_{\text{ср}} = 500$ – допустимой напряжение, в МПа.

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 2785}{3,14 \cdot 1 \cdot 3 \cdot 500}} = 2,76 \text{ мм},$$

Округлим полученное значение. Необходимы винты М3.

Расчёт кулачка для фиксации приспособления в осевом направлении:

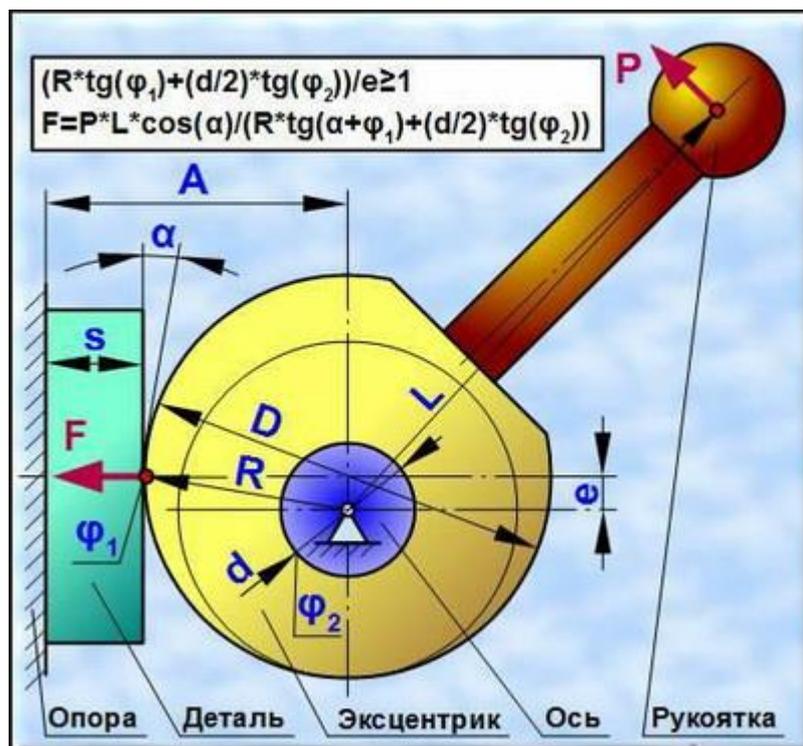


Рисунок 10 – схема кулачка.

Находим угол трения “деталь-эксцентрик”:

$$\varphi_1 = \arctg(f_1)$$

где $f_1 = 0,15$ – коэффициент трения "деталь - эксцентрик", значение коэффициента трения «деталь - эксцентрик» соответствующее случаю «сталь по стали без смазки».

$$\varphi_1 = \arctg(0,15) = 8,53^\circ$$

Находим угол трения "ось - эксцентрик":

$$\varphi_2 = \arctg(f_2)$$

где $f_2 = 0,12$ – коэффициент трения "ось - эксцентрик", значение коэффициента трения «ось - эксцентрик» соответствующее случаю «сталь по стали со смазкой».

$$\varphi_2 = \arctg(0,12) = 6,84^\circ$$

Уменьшение трения в обоих местах повышает силовую эффективность механизма, но уменьшение трения в области контакта детали и кулачка ведет к исчезновению самоторможения.

Находим максимальный угол кругового клина:

$$\alpha = \operatorname{arctg} \left(\frac{2 \cdot e}{D} \right)$$

где, $e = 2$ – эксцентриситет кулачка, мм; для обеспечения самоторможения на стальных поверхностях желательно выполнять условие: $D/e > 15$. В ГОСТ 9061-68: $D/e = 20$.

$D = 38$ – диаметр эксцентрика, мм.

$$\alpha = \operatorname{arctg} \left(\frac{2 \cdot 2}{38} \right) = 6^\circ$$

Тогда радиус-вектор точки контакта будет равен:

$$R = \frac{D}{2 \cdot \cos \alpha} = \frac{38}{2 \cdot 0,99} = 19,1 \text{ мм}$$

А расстояние от оси эксцентрика до опоры, соответственно будет:

$$A = s + R \cdot \cos \alpha$$

где, s – толщина зажимаемой детали, мм.

$$A = 10 + 19,1 \cdot 0,99 = 28,9 \text{ мм}$$

Условием самоторможения является выполнение соотношения:

$$e \leq R \cdot f_1 + D/2 \cdot f_2$$

$$e \leq 19,1 \cdot 0,15 + 38/2 \cdot 0,12$$

$$2 \leq 5,1$$

Условие выполняется – самоторможение обеспечивается.

Усилие зажима можно найти по формуле:

$$F = \frac{P \cdot L \cdot \cos \alpha}{R \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1) + d/2 \cdot \operatorname{tg} \varphi_2}$$

где, $P = 100$ – усилие на рукоятке, Н;

d – диаметр оси, мм;

$L = 100$ – длина рукоятки, мм.

$$F = \frac{100 \cdot 100 \cdot 0,99}{19,1 \cdot 0,26 + 5 \cdot 0,12} = 1779 \text{ Н.}$$

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа 4A92		ФИО Немлиенко Тимур Сергеевич	
Школа	Инженерная школа новых производственных технологий	Отделение (НОЦ)	Отделение машиностроения
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 «Машиностроение»

Тема ВКР:

Разработка технологического процесса изготовления детали «Вал-шестерня»	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
Введение – Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения	Объект исследования: технологический процесс изготовления детали «Вал-шестерня»; Область применения: машиностроение (зубчатые передачи); Рабочая зона: офис; Размеры помещения: 20 м ² Количество и наименование оборудования рабочей зоны: персональный компьютер, принтер; Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне: разработка технологического процесса, проектирование средств технологического оснащения, расчеты и анализы технологической разработки, оформление технологической документации.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения: – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	– «Трудовой кодекс Российской Федерации» от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 19.12.2022); – ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.
2. Производственная безопасность при разработке проектного решения: – Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов	Вредные производственные факторы: – повышенный уровень шума на рабочем месте; – недостаточная освещенность рабочей зоны; – умственное перенапряжение, в том числе вызванное информационной нагрузкой; – отклонения показателей микроклимата на рабочем месте; – зрительное напряжение. Опасные производственные факторы: – повышенное напряжение в электрической сети. Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов: – стабилизатор напряжения; – термогигрометр.
3. Экологическая безопасность при разработке проектного решения	Воздействие на литосферу: – образование отходов от использования компьютеров и периферийных устройств. Воздействие на гидросферу: – стоковые отходы. Воздействие на атмосферу: – использование освещения, в котором присутствует тяжелый металл.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при разработке проектного решения	Возможные ЧС: – пожар; – эпидемия; – внезапное обрушение зданий и сооружений;

	– природные бедствия. 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	–		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А92	Немлиенко Тимур Сергеевич		

Введение

При выполнении выпускной квалификационной работы основной объем занимает разработка технологического процесса изготовления детали “Вал-шестерня”. В разделе «Социальная ответственность» исследуем сам процесс технологической разработки изготовления детали со стороны влияния вредных и опасных факторов на человека и окружающую среду во время инженерно-технологической деятельности.

Основным рабочим местом при технологической разработке детали служит технологическое бюро. Работа производится за компьютерной техникой, что влечет за собой ряд вредных и опасных факторов, которые связаны с офисной, сидячей работой. Деятельность инженера-технолога сопряжена с огромными интеллектуальными и психологическими нагрузками. Долгая работа в плохо вентилируемом помещении, с высоким уровнем шума, неустойчивой температурой и влажностью воздуха, а также неудовлетворительным уровнем освещения негативно сказывается на самочувствии работника, следствием чего может стать падение производительности труда. В данном разделе рассматриваются вредные и опасные факторы, которые могут оказывать негативное и пагубное воздействие на человека. На основе действующих нормативных документов даются рекомендации по обеспечению подходящих рабочих условий труда и охране окружающей среды.

3.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Ключевые законные гарантии в части предоставления производственной безопасности регламентирует Трудовой кодекс Российской Федерации [1]. Основная работа инженера-технолога производится в кабинете за рабочим столом, оборудованном компьютером. Этот вид деятельности причисляется ко второму классу тяжести труда, при котором на работника воздействуют вредные и опасные производственные факторы, значение воздействия которых не превосходят уровни, установленные нормативами условий труда, а измененное функциональное положение организма сотрудника возобновляется во время регламентированного отдыха или к началу следующего рабочего дня [2].

Согласно ст. 94 ТК РФ [1], нормальная продолжительность рабочего времени не может превышать 40 часов в неделю при пятидневной рабочей неделе с двумя выходными с 8-ми часовым рабочим днем с часовым перерывом на обед. В соответствии со ст. 108 ТК РФ [1], в течение рабочего дня работнику должен быть предоставлен перерыв для отдыха и питания продолжительностью не более двух часов и не менее 30 минут, который в рабочее время не включается.

В соответствии со ст. 115 ТК РФ работодатель должен предоставить работнику ежегодный основной оплачиваемый отпуск продолжительностью 28 календарных дней, по соглашению этот отпуск может быть разделен на две части, при этом одна из частей не может быть менее 14 дней [1].

Согласно ст. 22 ТК РФ работодатель обязан обеспечить безопасность и условия труда, соответствующие государственным нормативным требованиям охраны труда, а также обеспечить работника оборудованием, инструментами, технической документацией и иными средствами, необходимыми для исполнения ими трудовых обязанностей [1].

Согласно СП 2.2.3670-20 площадь на одно постоянное рабочее место пользователей персональных компьютеров на базе плоских дискретных экранов (жидкокристаллические, плазменные) должно быть не менее 4,5 м, а оснащение

светопроницаемых конструкций и оконных проёмов должно позволять регулировать параметры световой среды в помещении, а персональные компьютеры следует размещать таким образом, чтобы показатели освещенности не превышали установленных гигиенических нормативов утвержденных в соответствии с 30.03.1999 № 52-ФЗ [3].

Основные требования к рабочей поверхности, рабочему стулу и подставке для ног приведены в ГОСТ Р 50923-96.

3.2 Производственная безопасность

Производственная безопасность – система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих или уменьшающих вероятность воздействия на работающих опасных травмирующих производственных факторов, возникающих в рабочей зоне в процессе трудовой деятельности. Для идентификации вероятных опасных факторов используется ГОСТ 12. 003-2015 «Опасные и вредные производственные Анализ возможных опасных и вредных факторов при инженерно-технологической работе представлен в таблице 1.

Таблица 2.1 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы	Нормативные документы
Повышенный уровень шума на рабочем месте;	ГОСТ 12.1.003-2014 «Система безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности».
Недостаточная освещенность рабочей зоны;	СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение».
Умственное перенапряжение, в том числе вызванное информационной нагрузкой;	Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 09.03.2021).
Отклонения показателей микроклимата на рабочем месте;	СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания.
Зрительное напряжение.	ГОСТ Р 50948-2001 «Средства отображения информации индивидуального пользования. Общие эргономические требования и требования к безопасности»
Повышенное напряжение в электрической сети	ГОСТ Р 56749-2015” Общие требования к электронным системам бытового назначения и для зданий, и к системам автоматизации и управления для зданий”

Повышенный уровень шума

Место работы для инженера-технолога машиностроительной отрасли представляет собой промышленное предприятие, где в свою очередь кабинеты технологов и конструкторов могут быть расположены в здании изготовления/сборки деталей для обхода и контроля жизненного цикла деталей. В процессе функционирования производства источниками шума могут являться всевозможные механизмы и машины, внутрицеховой и внутризаводской транспорт, система вентиляции и т.д.

Распространенные средства индивидуальной защиты (СИЗ) от шума – это пробки, наушники, вкладыши и шлемы. Принцип действия этих аксессуаров – защита непосредственно органов слуха человека. Максимально герметично закрывая уши, СИЗ служат барьерами от чрезмерно громких звуков, не позволяя разрушать слуховую и нервную системы человека, прописано в СП 51.13330.2011.

Недостаточная освещенность

Освещение рабочего места при работе с ПК играет важную роль и занимает не последнее место среди вредных производственных факторов. Плохое освещение негативно воздействует на зрение, приводит к быстрому утомлению, снижает работоспособность, вызывает дискомфорт, является причиной головной боли и бессонницы. Правильное формирование системы освещения напрямую влияет на работоспособность и стимулирует высшую нервную деятельность.

При эксплуатации компьютера к основному, общему освещению устанавливаются дополнительные светильники и лампы местного освещения, служащие для поддержания комфортной работы без напряжения зрительной системы.

Нервно-психические перегрузки

Нервно-психические перегрузки психические перегрузки включают в себя ряд сдвигов психофизиологического состояния человека, являющиеся результатом работы и приводящие к усталости и переутомлению работника.

Во избежание представленных проявлений следует время от времени менять деятельность на более расслабляющую, делать маленькие перерывы в течение рабочего дня для размышления на свободные темы, нормализовать распорядок сна, сделать разминку и в целом не забывать про активный отдых. Таким образом, кардинально снизится риск всевозможных заболеваний, развивающихся на нервной почве и несущих в себе потерю работоспособности и различной степени переутомляемость.

Отклонение показателей микроклимата в закрытом помещении

Понятие микроклимат включает в себя такие показатели как температура, влажность и скорость движения воздуха. Данные показатели напрямую влияют на здоровье и самочувствие человека, при неблагоприятных условиях снижается производительность труда, проявляются различные заболевания, ухудшается мозговая деятельность, которая является основной в данной сфере.

Для регулирования данных показателей следует предусмотреть в рабочем помещении кондиционирующие устройства, вытяжные системы, увлажняющие приборы, а также обогревательные устройства.

Зрительное напряжение

Одна из главных специфик работы за компьютером является видоизмененный тип чтения информации, отличающийся от обычного. При работе с экраном монитора у работника угол наклона головы практически отсутствует, взгляд находится параллельно спереди, и пользователь смотрит прямо на источник люминесцирующего света. Зрение вынуждены работать в

напряженном для него режиме долгий период времени, что приводит к ухудшению зрения, увеличению внутричерепного давления и проблем с шейными позвонками. Рекомендация по рабочему месту за ПК приведена в разделе «Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности».

3.3 Экологическая безопасность

Образование отходов представляет собой неотъемлемую часть производственных процессов. Утильсырьём загрязняют окружающую среду и образуют высочайшие концентрации ядовитых веществ. В случае инженерно-технологической разработки также будут возникать отходы, связанные с работой в офисе, которые в свою очередь обладают пагубным влиянием на атмосферу и гидросферу.

Атмосфера:

Люминесцентные лампочки имеют негативное воздействие на атмосферу, относятся к отходам первого класса опасности содержания опасного вещества из-за ртути, испарение которой в закрытом помещении может привести к отравлению человека.

Гидросфера:

Воды, которые загрязнены разнообразными производственными отходами называются сточными, для их удаления с промышленных предприятий и с территорий населенных пунктов оборудуются специальные канализационные системы. Неочищенные сточные воды — это воды населенных пунктов с ухудшенными показателями, с объектов производственного назначения, так же к сточным водам относятся атмосферные осадки (град, снег, дождь), которые свободно или через систему канализации выводятся для переработки, вторичного использования. В стоках содержатся различные органические вещества, которые при попадании в водоемы начинают гнить и ухудшают

санитарное состояние как водоемов, так и окружающего воздуха и являются причиной и источниками распространения болезнетворных бактерий.

Литосфера:

Компьютерная периферия в основном состоит из пластмассы и пластика, период разложения которых доходит до одной тысячи лет, что производит негативное воздействие на литосферу. Также при большом сроке эксплуатации подлежат замене персональные компьютеры, в частности микросхемы, содержащие различные опасные вещества, такие как свинец, литий, кадмий, бериллий.

Для исключения негативного воздействия на окружающую среду отходы подлежат утилизации на законодательном уровне согласно Федеральному закон "Об отходах производства и потребления" от 24.06.1 998 N 89ФЗ [4]. Утилизация включает в себя термическую обработку в специальных устройствах, а также с помощью шредера и размольной мельницы.

3.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Согласно ГОСТ 12.0.003-2015 существует несколько типов ЧС: техногенные, биологические, экологические и социальные. Офисная работа может подразумевать только техногенные чрезвычайные ситуации, но не исключены и природные ЧС, не зависящие от человека.

Стоит рассмотреть следующие ЧС при инженерно-технологической разработке: пожар, взрыв, выброс химических опасных веществ, (например, аргон для сварки), внезапное обрушение зданий и сооружений, авария на коммунальных системах жизнеобеспечения, природные бедствия.

При работе в технологическом бюро (а именно за компьютером) основной ЧС является пожар, причиной которого может быть короткое замыкание, вследствие неисправности приборов или несоблюдения техники безопасности. Пожарная безопасность осуществляется системой

предотвращения пожара и системой пожарной защиты. В каждом служебном помещении обязательно должен быть «План эвакуации людей при пожаре», который регламентирует действия персонала в случае возникновения возгорания и указывает места расположения, а также безопасное движение к выходам.

Обеспечение пожарной безопасности осуществляется в соответствие с Федеральным законом от 22.07.2008 N 123-ФЗ [5].

Для обеспечения тушения пожара в начальной стадии его возникновения стоит использовать система пожарных водопроводов и аппараты пожаротушения (смонтированные в зданиях стационарные установки, предназначенные для тушения пожара без участия людей, и огнетушители - пенные ОХВП-10 и углекислотные ОУ-2 по одному на каждые 700 м² площади, ящики с песком 1 на 500 м² площади).

Для обеспечения пожарной безопасности используют негорючие и трудногорючие вещества и материалы взамен пожароопасных, предотвращают распространение пожара за пределы очага, применяют средства пожаротушения. К числу координационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности относятся информирование сотрудников о правилах пожарной безопасности, разработка и введение норм и правил пожарной безопасности, инструкций о системе работы с пожароопасными предметами, организация противопожарной сигнализации [4].

Вывод по разделу

В данном разделе были изучены правовые и организационные вопросы обеспечения производственной и экологической безопасности, безопасности при чрезвычайных ситуациях. Перечисленные сферы могут оказывать влияние на здоровье человека, на окружающую среду, а также приводить к аварийным и опасным ситуациям.

В результате выполнения данной работы был проведён анализ с учётом нормативно-правовых законодательных актов, экологической безопасности, безопасности жизнедеятельности и охраны труда.

В ходе проделанной работы были выявлены опасные и вредных факторы, возникающих при работе в заданных условиях и их последующие решения или минимизация вреда для здоровья человека. Были приняты меры по оптимизации экологической обстановки и уменьшению её загрязнения. Выявлены возможные ЧС и приняты меры по исключению или сведению к минимуму возможного ущерба.

Категория помещений по взрывопожарной и пожарной опасности согласно СП 12.13130.2009 – В3, офисное помещение является пожароопасным (наличием в офисных помещениях горючих и трудногорючих материалов и веществ, которые при контакте с воздухом горят без образования взрывоопасных смесей).

Категория объекта, оказывающего значительное негативное воздействие на окружающую среду для самого офиса, где основное местоположение инженера технолога, согласно правительственному постановлению, является IV категорией [19].

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
4А92	Немлиенко Тимур Сергеевич

Школа	ИШНПТ	Отделение школы (НОЦ)	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>	Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска. Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ.
<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. Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ПР)</i>	Расчет конкурентоспособности. SWOT-анализ.
<i>2. Формирование плана и графика разработки и внедрения ПР</i>	Структура работ. Определение трудоемкости. Разработка графика проведения исследования.
<i>3. Составление бюджета инженерного проекта (ПР)</i>	Расчет бюджетной стоимости проектной разработки.
<i>4. Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности ПР и потенциальных рисков</i>	Интегральный финансовый показатель. Интегральный показатель ресурсоэффективности. Интегральный показатель эффективности.

Перечень графического материала

<ol style="list-style-type: none"> 1. Оценка конкурентоспособности ПР; 2. Матрица SWOT; 3. Диаграмма Ганта; 4. Бюджет ПР; 5. Основные показатели эффективности ПР.

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Кашук Ирина Вадимовна	к.т.н. доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А92	Немлиенко Тимур Сергеевич		

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Введение

Основная цель раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» – оценить перспективность развития, финансовую и коммерческую ценность конечного продукта. Коммерческая ценность определяется не только наличием более высоких технических характеристик над конкурентными разработками, но и тем, насколько продукт отвечает современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения, а также соотношению цена–качество.

Для достижения поставленной цели необходимо решить ряд задач:

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

В данном разделе приводятся организация и планирование работ по разработке технологического процесса изготовления детали «Вал-шестерня», затраты на проектную работу, также анализ востребованности конечного продукта.

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

4.1.1 Анализ конкурентных технических решений

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

В ходе исследования были рассмотрены два конкурирующих технологических процесса:

1) Технологический процесс изготовления детали «Вал-шестерня» с использованием шлицефрезерного станка и червячной фрезы;

2) Технологический процесс изготовления детали «Вал-шестерня» с использованием универсального горизонтально-фрезерного станка и модульной фрезы.

В таблице 4.1 показано сравнение разработок с точки зрения технических и экономических критериев оценки эффективности.

Таблица 3.1 – Сравнение конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Точность	0,1	5	5	4	0,5	0,5	0,4
2. Коэффициент брака	0,08	4	4	4	0,32	0,32	0,32
3. Уровень автоматизации	0,18	5	5	3	0,9	0,9	0,54
4. Надежность	0,05	5	5	4	0,25	0,25	0,2
5. Потребность в специальной оснастке	0,14	4	4	5	0,56	0,56	0,7
6. Производительность	0,14	5	5	4	0,7	0,7	0,56
7. Безопасность	0,06	4	4	4	0,24	0,24	0,24
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Себестоимость	0,12	4	4	4	0,48	0,48	0,48
2. Энергоемкость	0,05	4	4	4	0,2	0,2	0,2
3. Удобство обслуживания	0,08	5	4	5	0,4	0,32	0,4
Итого	1	45	44	41	4,25	4,17	4,04

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i, \quad (4.1)$$

где K – конкурентоспособность разработки;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Проведенный анализ показал, что представленная разработка является наиболее актуальной и перспективной в сравнении с конкурентной.

4.1.2 SWOT-анализ

Один из самых распространенных комплексных анализов проектов – SWOT-анализ. Он позволяет выявить и структурировать сильные и слабые стороны разработки, а также потенциальные возможности и угрозы. Достигается это за счет сравнения внутренних сил и слабостей процесса с возможностями, которые дает внешняя среда.

SWOT-анализ проводится в несколько этапов. В рамках первого этапа составляется матрица SWOT, в которой описываются слабые и сильные стороны проекта и выявленные возможности и угрозы для его реализации (таблица 4.2).

Таблица 3.2 – Матрица SWOT-анализа

Сильные стороны	Слабые стороны
С1. Использование современного оборудования	Сл1. Требуется высокая квалификация рабочих
С2. Актуальность ТП	Сл2. Необходимость спец. станков
С3. Высокое качество продукции	Сл3. Трудности мелкосерийного производства
	Сл4. Высокая конкуренция
Возможности	Угрозы
В1. Улучшение качества продукции	У1. Отсутствие спроса
В2. Уменьшение себестоимости	У2. Налаженное производство конкурентов
В3. Увеличение серийности производства	

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 3.3 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и сильные стороны»

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

Таблица 3.4 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и слабые стороны»

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

Таблица 3.5 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и сильные стороны»

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

Таблица 3.6 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и слабые стороны»

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

В рамках третьего этапа составляется итоговая матрица, которая представлена в таблице 4.7.

Таблица 3.7 – Итоговая таблица SWOT-анализа

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта</p> <p>С1. Использование современного оборудования</p> <p>С2. Актуальность ТП</p> <p>С3. Высокое качество продукции</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта</p> <p>Сл1. Требуется высокая квалификация рабочих</p> <p>Сл2. Необходимость в спец. оборудовании</p> <p>Сл3. Трудности мелкосерийного производства</p> <p>Сл4. Высокая конкуренция</p>
<p>Возможности</p> <p>В1. Улучшение качества продукции</p> <p>В2. Уменьшение себестоимости</p> <p>В3. Увеличение серийности производства</p>	<p>В результате получения высокого качества продукции рост спроса, соответственно, увеличение серийности производства.</p>	<p>Отсутствие квалифицированного персонала влияет на получение качественных изделий.</p>
<p>Угрозы</p> <p>У1. Отсутствие спроса</p> <p>У2. Налаженное производство конкурентов</p>	<p>Отсутствие спроса может свести на нет все сильные стороны.</p>	<p>Специальное/узконаправленное оборудование является узким горлом при переналадке производства, т. к. выполняет только определенные функции, способствует снижению спроса на продукцию в целом.</p>

В результате SWOT-анализа показано, что на преимущества разрабатываемой технологии преобладают над ее недостатками. Угрозы являются общими и могут относиться к любому производству. 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.

4.2 Планирование научно-исследовательских работ

4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование проекта направлено на разработку плана проекта, в котором определены все действия, необходимые для осуществления проекта. В данном разделе необходимо составить перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, провести распределение исполнителей по видам работ.

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ;
- определение исполнителей для каждой из работ;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения проектной работы.

Для оптимизации работ удобно использовать классический метод линейного планирования и управления, представленный в таблице 4.8.

Таблица 3.8 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель
Выбор способа решения поставленной задачи	2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер
	3	Выбор методов исследования	Инженер
	4	Календарное планирование работ	Инженер
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Подбор нормативных документов	Инженер
	6	Анализ технологичности детали, выбор способа получения заготовки и проектирование технологического маршрута	Инженер
	7	Расчет припусков на механическую обработку	Инженер
	8	Проектирование технологического процесса, уточнение технологических баз, схем закрепления и переходов	Инженер

Окончание таблицы 3.8 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
	9	Выбор средств технологического оснащения	Инженер
	10	Выбор и расчет режимов резания, размерный анализ	Инженер
	11	Нормирование технологических переходов	Инженер
	12	Проектирование автоматизированной оснастки	Инженер
	13	Проектирование гибкого производственного модуля	Инженер
Обобщение и оценка результатов	14	Оценка эффективности полученных результатов	Инженер, научный руководитель
	16	Анализ и оценка финансовой составляющей, эффективности производства и применения проектируемого изделия	Инженер
	17	Анализ и оценка социальной ответственности	Инженер
Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	18	Составление пояснительной записки	Инженер
	19	Составление технической и конструкторской документации	Инженер

4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаях образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

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

$$t_{ож\ i} = \frac{3t_{min\ i} + 2t_{max\ i}}{5}, \quad (4.2)$$

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

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

$t_{\max i}$ – 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.

$$T_{pi} = \frac{t_{ож i}}{Ч_i}, \quad (4.3)$$

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

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

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

4.2.3 Разработка графика проведения работ

Планирование проекта направлено на разработку плана проекта, в котором определены все действия, необходимые для осуществления проекта.

Для иллюстрации графика работ научного исследования зачастую используется диаграмма Ганта, отличающаяся своей простотой и в то же время наглядностью. Использование данного способа целесообразно, так как объем работ является сравнительно небольшим.

Диаграмма Ганта – это тип столбчатых диаграмм (гистограмм), который используется для иллюстрации календарного плана проекта, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения работ.

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

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (4.4)$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

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

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (4.5)$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году ($T_{\text{кал}} = 365$ дней);

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году ($T_{\text{вых}} = 104$ дней);

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году. ($T_{\text{пр}} = 14$)

Значения $T_{\text{кал}}$, $T_{\text{вых}}$, $T_{\text{пр}}$ взяты для пятидневной рабочей недели.

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = \frac{365}{247} = 1,5$$

Таблица 3.9 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоемкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{pi}		Длительность работ в календарных днях T_{ki}	
	$t_{\min i}$, чел-дни		$t_{\max i}$, чел-дни		$t_{\text{ож} i}$, чел-дни					
	Научный руководитель	Инженер	Научный руководитель	Инженер	Научный руководитель	Инженер	Научный руководитель	Инженер	Научный руководитель	Инженер
1. Составление и утверждение ТЗ	2	–	4	–	2,8	–	2,8	–	4	–
2. Подбор и изучение материалов по теме	–	4	–	5	–	4,4	–	4,4	–	6
3. Выбор методов исследований	–	1	–	3	–	1,8	–	1,8	–	3
4. Календарное планирование работ по теме	–	1	–	2	–	1,4	–	1,4	–	2
5. Подбор нормативных документов	–	2	–	5	–	3,2	–	3,2	–	6
6. Анализ технологичности детали, выбор способа получения заготовки и проектирование технологического маршрута	–	4	–	8	–	5,6	–	5,6	–	10
7. Расчет припусков на механическую обработку	–	3	–	5	–	3,8	–	3,8	–	6

Окончание таблицы 3.9 – Временные показатели проведения научного исследования

8. Проектирование технологического процесса, уточнение технологических баз, схем закрепления и переходов	–	10	–	14	–	11,6	–	11,6	–	20
9. Выбор средств технологического оснащения	–	2	–	3	–	2,4	–	2,4	–	5
10. Выбор и расчет режимов резания, размерный анализ	–	2	–	3	–	2,4	–	2,4	–	4
11. Нормирование технологических переходов	–	1	–	2	–	1,4	–	1,4	–	3
12. Проектирование автоматизированной оснастки	–	5	–	10	–	7	–	7	–	13
13. Проектирование гибкого производственного модуля	–	3	–	5	–	3,8	–	3,8	–	6
14. Оценка эффективности полученных результатов	1	–	3	–	1,8	–	1,8	–	3	–
15. Анализ и оценка финансовой составляющей, эффективности производства и применения проектируемого изделия	–	4	–	6	–	5,8	–	4,8	–	10
16. Анализ и оценка социальной ответственности	–	2	–	4	–	2,8	–	2,8	–	4
17. Составление пояснительной записки	–	5	–	7	–	5,8	–	5,8	–	9
18. Составление технической и конструкторской документации	–	11	–	15	–	13,2	–	8,2	–	18
Итого	3	60	7	97	4,6	76,4	4,6	70,4	7	120

На основе табл. 15.9 составлен календарный план-график выполнения проекта с использованием диаграммы Ганта (таблица 15.10).

Таблица 3.10 – Календарный план график проведения работ

№	Вид работ	Исп.	T_{ki} кал. дн.	Продолжительность работ												
				февраль			март			апрель			май			
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	Составление и утверждение ТЗ	Науч. рук.	4	■												
2	Подбор и изучение материалов по теме	Инж.	6		■											
3	Выбор методов исследований	Инж.	3			■										
4	Календарное планирование работ по теме	Инж.	2			■										
5	Подбор нормативных документов	Инж.	6			■										
6	Анализ технологичности детали, выбор способа получения заготовки и проектирование технологического маршрута	Инж.	10			■										
7	Расчет припусков на механическую обработку	Инж.	6				■									
8	Проектирование технологического процесса, уточнение технологических баз, схем закрепления и переходов	Инж.	20					■	■	■						
9	Выбор средств технологического оснащения	Инж.	5								■					

Окончание таблицы 3.10 – Календарный план график проведения работ

10	Выбор и расчет режимов резания, размерный анализ	Инж.	4																
11	Нормирование технологических переходов	Инж.	3																
12	Проектирование автоматизированной оснастки	Инж.	13																
13	Проектирование гибкого производственного модуля	Инж.	6																
14	Оценка эффективности полученных результатов	Науч. рук.	3																
15	Анализ и оценка финансовой составляющей, эффективности производства и применения проектируемого изделия	Инж.	10																
16	Анализ и оценка социальной ответственности	Инж.	4																
17	Составление пояснительной записки	Инж.	9																
18	Составление технической и конструкторской документации	Инж.	18																

В результате выполнения подраздела был разработан план-график выполнения этапов работ для руководителя и инженера, позволяющий оценить и спланировать рабочее время исполнителей, а также рассчитано количество дней, в течение которых работал каждый из исполнителей.

4.3 Бюджет проектной работы

При планировании бюджета ПР должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В этой работе использовать следующую группировку затрат по следующим статьям:

- материальные затраты проектной работы (ПР);
- затраты на оборудование для проведения работ;
- основная заработная плата исполнителей;
- дополнительная заработная плата исполнителей;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы ПР.

4.3.1 Расчет материальных затрат проведения проектной работы

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта.

Таблица 3.11 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб	Итого затраты, руб
Упаковка бумаги А4 (500 шт)	шт.	1	490	490
Картридж для лазерного принтера	шт.	1	3290	3290
Комплект канцелярских принадлежностей	шт.	2	370	740
Услуги связи	мес.	4	1000	4000
Всего за материалы, руб.				8 520

4.3.2 Расчет амортизации специального оборудования

Расчет сводится к определению амортизационных отчислений, так как оборудование было приобретено до начала выполнения данной работы и эксплуатировалось ранее, поэтому при расчете затрат на оборудовании учитываем только рабочие дни по данной теме.

Расчет амортизации проводится следующим образом:

Норма амортизации рассчитывается по формуле

$$H_A = \frac{1}{n}, \quad (4.7)$$

где n – срок полезного использования в количестве лет.

Амортизация оборудования рассчитывается по формуле

$$A = \frac{H_A \cdot I}{12} \cdot t, \quad (4.8)$$

где I – итоговая сумма, тыс. руб.;

t – время использования, мес.

Таблица 3.12 – Затраты на оборудование

№	Наименование оборудования	Кол-во, шт.	Срок полезного использования, лет	Цены единицы оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость оборудования, тыс. руб.
1	ПЭВМ (OMEN)	1	3	72	72
2	МФУ	1	5	13,5	13,5
Итого				85,5 тыс. руб.	

Норма амортизации для ПЭВМ:

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

Норма амортизации для МФУ:

$$H_A = \frac{1}{n} = \frac{1}{5} = 0,2.$$

Амортизация ПЭВМ:

$$A = \frac{H_A \cdot I}{12} \cdot t = \frac{0,33 \cdot 72000}{12} \cdot 4 = 7920 \text{ руб.}$$

Амортизация МФУ:

$$A = \frac{H_A \cdot И}{12} \cdot m = \frac{0,2 \cdot 13500}{12} \cdot 4 = 900 \text{ руб.}$$

4.3.3 Основная заработная плата исполнителей

Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок.

Основная заработная плата одного работника рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{дн}} \cdot T_p, \quad (4.9)$$

где $З_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата, руб.;

T_p – продолжительность работ, выполняемых работником, раб.дн.
(таблица 4.9).

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}}, \quad (4.10)$$

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

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

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

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дней.

Должностной оклад работника за месяц:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}}, \quad (4.11)$$

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

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент ($k_{\text{пр}} = 0,3$);

$k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок ($k_{\text{д}} = 0,2$);

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

Должностной оклад научного руководителя:

$$Z_M = Z_{TC} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p = 28000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 54\,600 \text{ руб.}$$

Должностной оклад инженера:

$$Z_M = Z_{TC} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p = 23000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 44\,850 \text{ руб.}$$

Среднедневная заработная плата научного руководителя:

$$Z_{дн} = \frac{Z_M \cdot M}{F_d} = \frac{54600 \cdot 11,2}{247} = 2475,8 \text{ руб.}$$

Среднедневная заработная плата инженера:

$$Z_{дн} = \frac{Z_M \cdot M}{F_d} = \frac{44850 \cdot 11,2}{247} = 2033,7 \text{ руб.}$$

Таблица 3.13 – Баланс рабочего времени исполнителей

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней - выходные дни - праздничные дни	106/12	106/12
Потери рабочего времени - отпуск - невыходы по болезни	42/15	28/7
Действительный годовой фонд рабочего времени	190	212

Таблица 3.14 – Расчет основной заработной платы исполнителей

Исполнители	Z_{TC} , руб	$k_{пр}$	k_d	k_p	Z_M , руб	$Z_{дн}$, руб	T_p , раб. дн	$Z_{осн}$, руб
Руководитель	28000	0,3	0,2	1,3	54600	2475,8	4,6	11388,7
Инженер	23000	0,3	0,2	1,3	44850	2033,7	70,4	143172,5
Итого								154561,2

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн}, \quad (4.12)$$

$k_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы ($k_{доп} = 0,12$).

Для руководителя:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,12 \cdot 11388,7 = 1\,366,6 \text{ руб.}$$

Для инженера:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} = 0,12 \cdot 143172,5 = 17\,180,7 \text{ руб.}$$

4.3.4 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:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (4.13)$$

где $k_{\text{внеб}} = 0,3$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды.

Для руководителя:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 0,3 \cdot (11388,7 + 1\,366,6) = 3\,826,6 \text{ руб.}$$

Для инженера:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 0,3 \cdot (143172,5 + 17\,180,7) = 48\,106 \text{ руб.}$$

4.3.5 Накладные расходы

Накладные расходы включают в себя следующие расходы: печать ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи и т.д. Сумма 5 статьи затрат, рассчитанных выше, приведена в таблице ниже и используются для расчета накладных расходов.

Таблица 3.15 – Группировка затрат по статьям

Статьи					
1	2	3	4	5	6
Амортизация	Сырье, материалы	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Отчисления на социальные нужды	Итого без накладных расходов
8 820	8 520	154 561,2	18 547,3	51 932,6	242 381,1

Величина накладных расходов определяется по формуле (4.14):

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 5) \cdot k_{\text{пр}} = 242381,1 \cdot 0,2 = 48\,476,22,$$

(4.14)

где $k_{пр}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величина коэффициента принимается равной 0,2.

4.3.6 Бюджет проектной работы

На основании полученных данных по отдельным статьям затрат составляется калькуляция плановой себестоимости ПР «Разработка технологического процесса изготовления детали «Вал-шестерня»» по форме, приведенной в таблице 4.16.

Таблица 3.16 – Группировка затрат по статьям

№	Наименование статьи	Сумма, руб.		Примечание
		Текущий проект	Исп.2	
1	Материальные затраты	8 520	15 630	Пункт 4.3.1
2	Затраты на специальное оборудование	85 500	148 000	Пункт 4.3.2
3	Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	154 561,2	154 561,2	Пункт 4.3.3
4	Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	18 547,3	26 339,1	Пункт 4.3.3
5	Отчисления во внебюджетные фонды	51 932,6	51 932,6	Пункт 4.3.4
6	Накладные расходы	48 476,22	66 889,3	Пункт 4.3.5
Бюджет затрат НИР		367 537,32	463 336,53	Сумма ст. 1–6

4.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности ПР

В качестве аналога данной НИР рассмотрен:

1) Измененный тип производства (измененный способ получения заготовки):

Интегральный финансовый показатель разработки рассчитывается как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} \quad (4.15)$$

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

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

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения.

$\Phi_{\text{текущ.проект}} = 367\,537,32$ руб, $\Phi_{\text{исп.2}} = 463\,336,53$ руб.

$$I_{\text{финр}}^{\text{тек.пр.}} = \frac{\Phi_{\text{тек.пр.}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{367\,537,32}{463\,336,53} = 0,79$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.2}} = \frac{\Phi_{\text{исп.2}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{463\,336,53}{463\,336,53} = 1.$$

В результате расчета консолидированных финансовых показателей по двум вариантам разработки текущий проект с небольшим перевесом признан считается более приемлемым с точки зрения финансовой эффективности.

Эффективность проекта определяется с помощью интегрального показателя по следующей формуле:

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

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

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

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

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведен в таблице 15.17.

Таблица 3.17 – Сравнительная оценка характеристик проекта

Критерии \ Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2
1. Надежность	0,3	4	5
2. Материалоемкость	0,2	5	4
3. Сложность исполнения	0,1	4	4
4. Качество исполнения	0,15	5	5
5. Производительность	0,2	4	5
6. Энергосбережение	0,05	3	4
Итого	1	4,16	4,5

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности:

$$I_{p1} = 4 \cdot 0,3 + 5 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,2 + 3 \cdot 0,05 = 4,3;$$

$$I_{p2} = 5 \cdot 0,3 + 4 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,05 = 4,65.$$

Таким образом наиболее эффективным вариантом технологического процесса является второе исполнение.

Выводы по разделу

Таким образом, в результате проведенных исследований, установлено, что разработанный технологический процесс изготовления детали «Вал-шестерня» экономичен, энергоэффективен, характеризуется высокой производительностью, поэтому данный научно-исследовательский проект является конкурентноспособным. Задачи поставленные в данном разделе выпускной квалификационной работы выполнены, а именно:

1) была выявлена конкурентоспособность мелкосерийного производства изготовления детали. Преимуществом данного техпроцесса является высокая производительность при относительно низкой цене;

2) приведен SWOT-анализ, в котором рассматриваются все сильные и слабые стороны проекта, а также возможности и угрозы, связанные с проектом. Возможность получать качественную и конкурентоспособную продукцию позволяет выйти на внутренний рынок, но имеется риск потери спроса;

3) был распланирован график НИР;

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

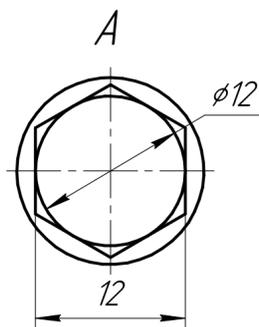
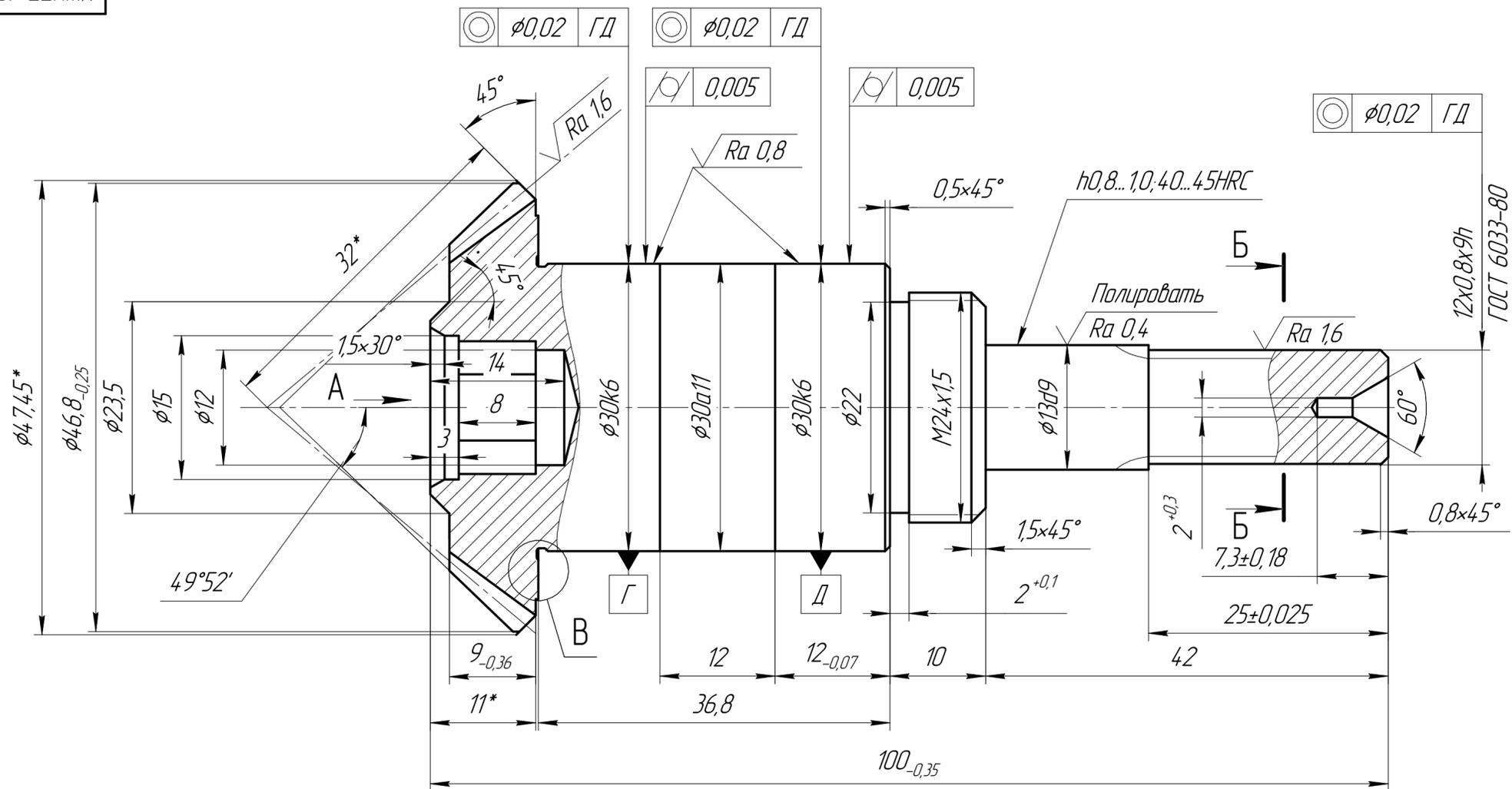
5) рассчитан бюджет НИР - 367 537,32 руб.

Список литературы

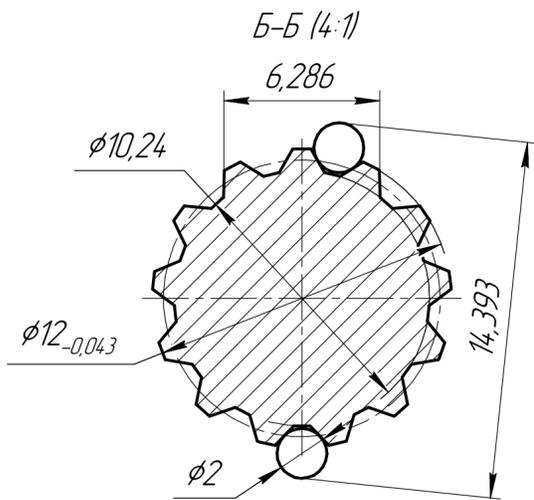
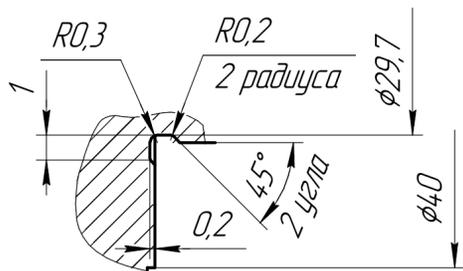
1. Косилова А.Г., Мещерякова Р.К. Справочник технолога машиностроителя в 2 томах. - 2 изд. - Москва: Машиностроение, 1986;
2. Должиков В. П. Разработка технологических процессов механообработки в мелкосерийном производстве. - Томск: ТПУ, 2003. – 328 с.;
3. Должиков В. П. Основы программирования и наладки станков с ЧПУ. - 2-е изд. - Томск: ТПУ, 2011. – 143 с.;
4. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков. - 6-е изд. - Москва: Машиностроение, 1971. – 383 с.;
5. Барановский Ю. В. Режимы резания металлов. Справочник. - 3-е изд. - Москва: Машиностроение, 1972. – 523 с.
6. Скворцов В. Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей. - 2-е изд. - Томск: ТПУ, 2009. – 91 с.
7. Сильвестров Б.Н. Справочник молодого зуборезчика. - 2-е изд. - Москва: Машиностроение, 1988. - 389 с.
8. Горохов В. А. Проектирование и расчет приспособлений: Учебное пособие для студентов вузов машиностроительных специальностей. - 3-е изд. - Москва: Машиностроение, 1986. - 296 с.
9. Справочник инструментальщика / И.А. Ординарцев, Г.В. Филлипов, Н.А. Шевченко и др.; под общ. ред. И.А. Ординарцева. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1987. – 846 с.;

Приложение А

Чертёж детали



В



1. Зубья 48...57 HRC на глубину 0,8...1,2 мм.
2. Острые кромки притупить.

3. Неуказанные предельные отклонения H14, h14, ± IT14.

3. *Размер для справок.

Таблица 1

Модуль нормальный средний	m_z	1,25	
Число зубьев	z	26	
Тип зуба	-	круговой	
Осевая форма зуба	-	II	
Средний угол наклона зубьев	β_z	35°	
Направление линии зуба	-	Левое	
Исходный контур	-	ГОСТ 16202-81	
Коэффициент изменения расчетной толщины зуба	x_c	0,261	
Угол делительного конуса	δ	45°	
Степень точности по ГОСТ 1758-81	-	7-С	
Делительная толщина зуба по хорде в измерительном сечении	s	2,545 ^{-0,05} _{-0,11}	
Высота по делительной хорды зуба в измерительном сечении	h_δ	1,508	
Допуск на биение зубчатого венца	F_f	0,036	
Предельное отклонение шага	$\pm f_n$	±0,014	
Гарантированный боковой зазор в передаче	$f_{n, \min}$	0,062	
Относительные размеры суммарного пятна контакта в передаче	по высоте зуба	-	не менее 60%
	по длине зуба	-	не менее 55%
Межосевой угол	\angle	90°	
Внешний окружной модуль	$m_{\text{ге}}$	1,7141	
Угол конуса впадин	δ_1	39°25'56"	
Внешнее конусное расстояние	R_e	32	
Среднее конусное расстояние	R	28,054	
Средний делительный диаметр	d	39,675	
Внешняя высота зуба	h_e	3,526	
Номинальный диаметр зубонарезной головки	d_z	100	
Развод резцов	W_z	0,5	

ИШНПТ-10Б91035.00.00.00			
Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Немлиенко		
Проб.	Маховиков		
Т.контр.			
Н.контр.			
Чтв.			
Вал-шестерня		Лит.	Масса
		ч	0,34
		Лист 1	Листов 2
Сталь 40X ГОСТ 4543-2016		ТПУ ИШНПТ Группа 4A92	
Копирова		Формат А2	

Перв. полим.

Справ. №

КОМПАС-3D v20. Учебная версия © 2021 КОМПАС-Системы проектирования, Россия. Все права защищены. Инв. № докум. Подп. и дата. Инв. № докум. Подп. и дата. Инв. № докум. Подп. и дата.

ИШНПТ-10Б91035.00.00.00

Таблица 2

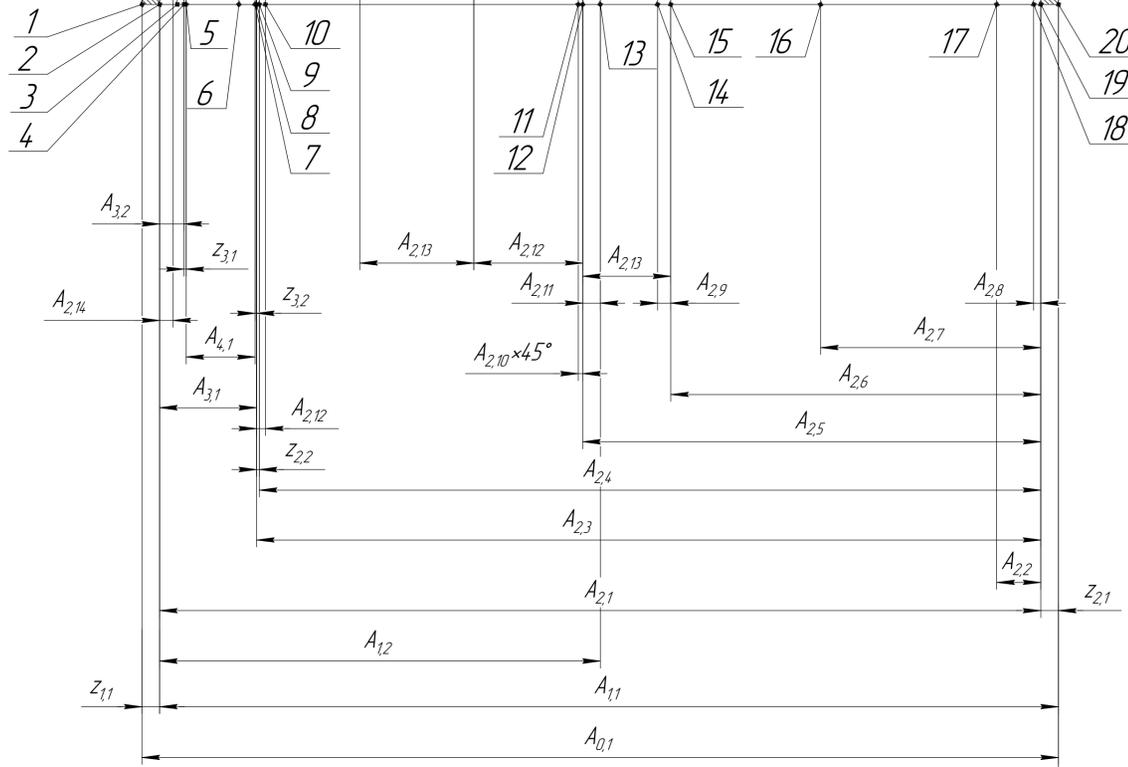
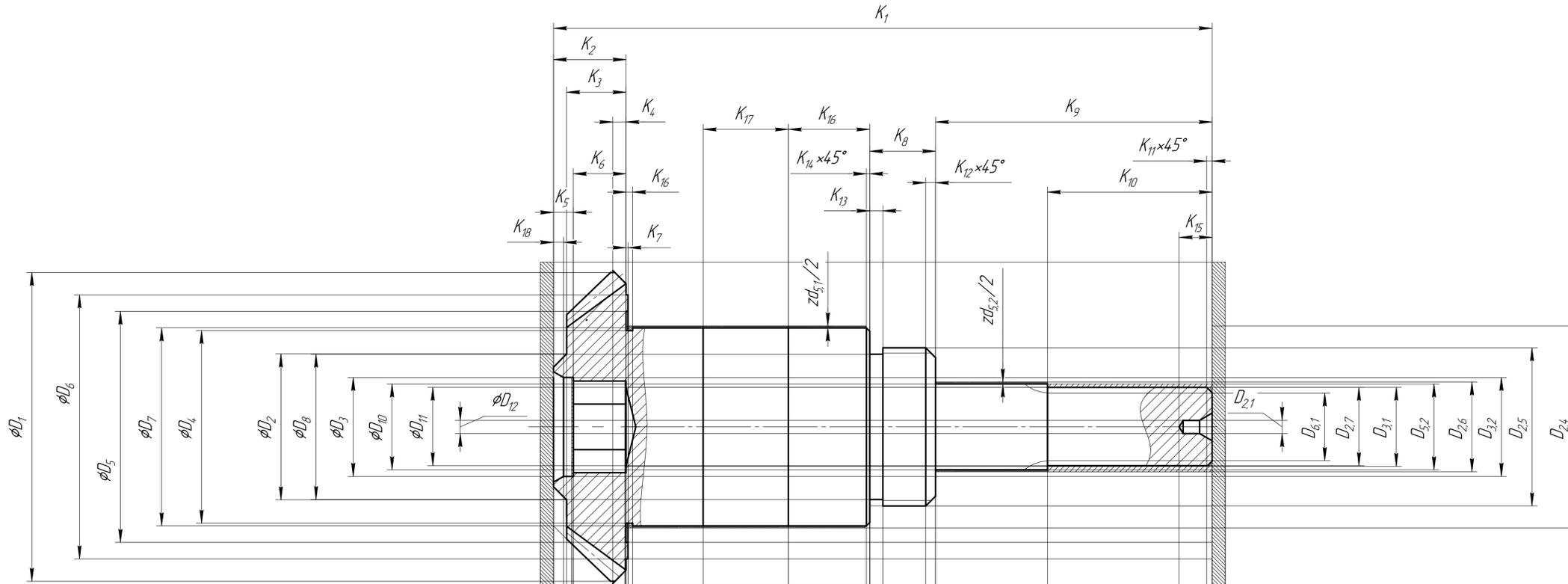
Модуль шлицев	m	0,8
Число шлицев	z	13
Тип шлицев	-	эвольвентный
Угол профиля шлицев	β	35°
Исходный контур	-	ГОСТ 6033-80
Смещение исходного контура	xm	0,36
Диаметр делительной окружности	d	10,4
Диаметр средней окружности	ds	11,12
Номинальная делительная окружная толщина зуба вала в измеряемом сечении	s	1,672 ^{-0,05} _{-0,11}

Приложение Б

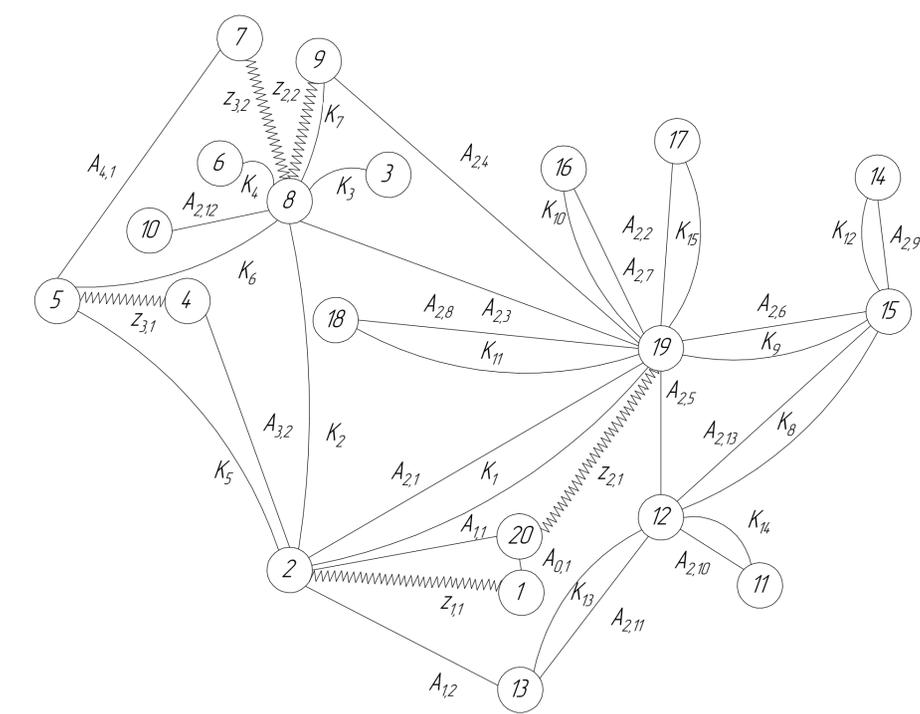
Размерный анализ

Линейные размеры
 Количество технологических размеров $A = 21$
 Количество конструкторских размеров $K = 15$
 Количество поверхностей $\Pi = 20$
 Количество припусков $z = 4$

Правила правильного составления размерной схемы:
 Условие 1. Количество технологических размеров минус 1 равно количеству поверхностей.
 $A - 1 = \Pi$
 $21 - 1 = 20$
 Условие 2. Сумма конструкторских размеров и припусков равна количеству технологических размеров.
 $K + z = A$
 $16 + 5 = 21$



Граф технологических цепей

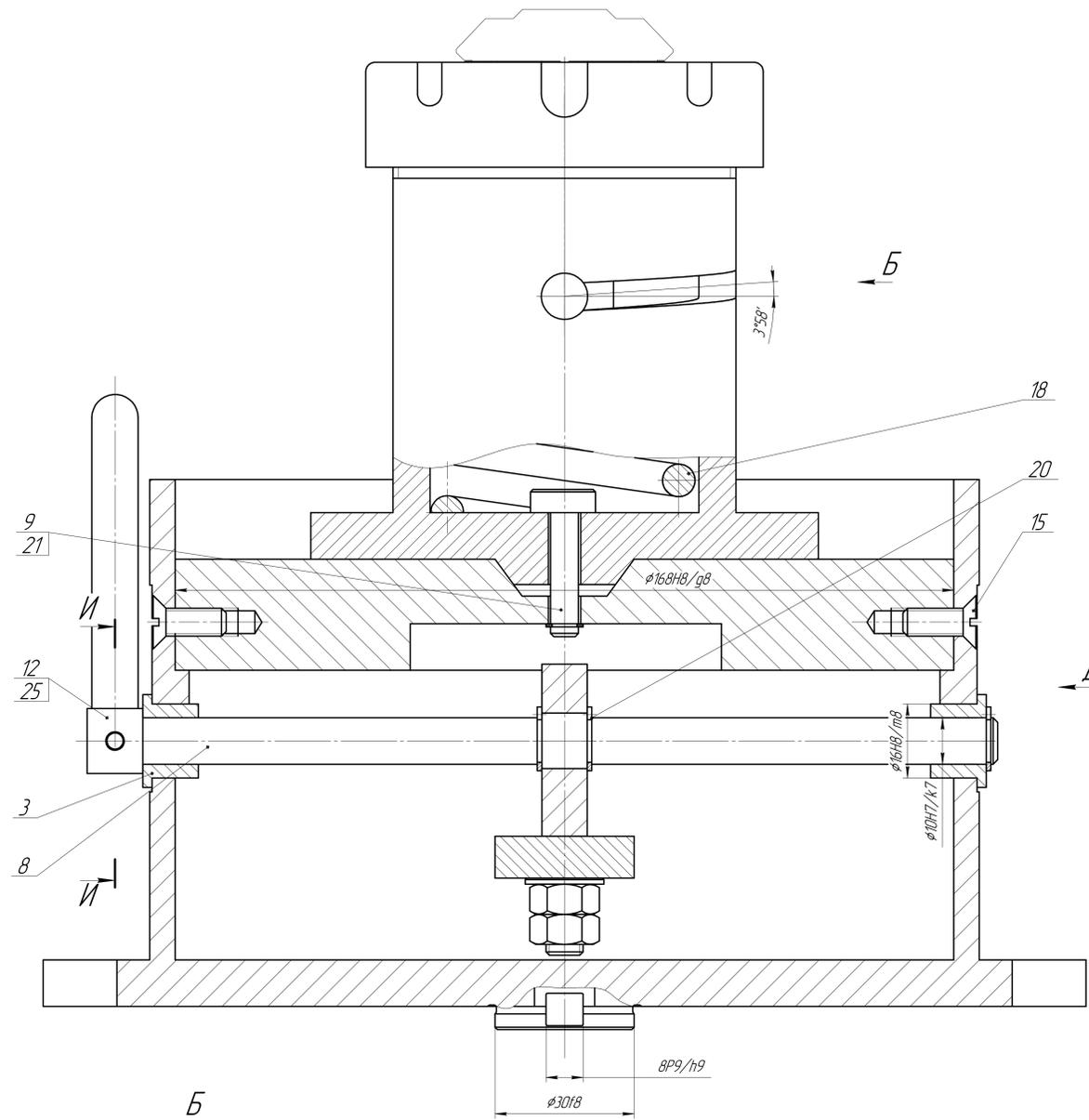
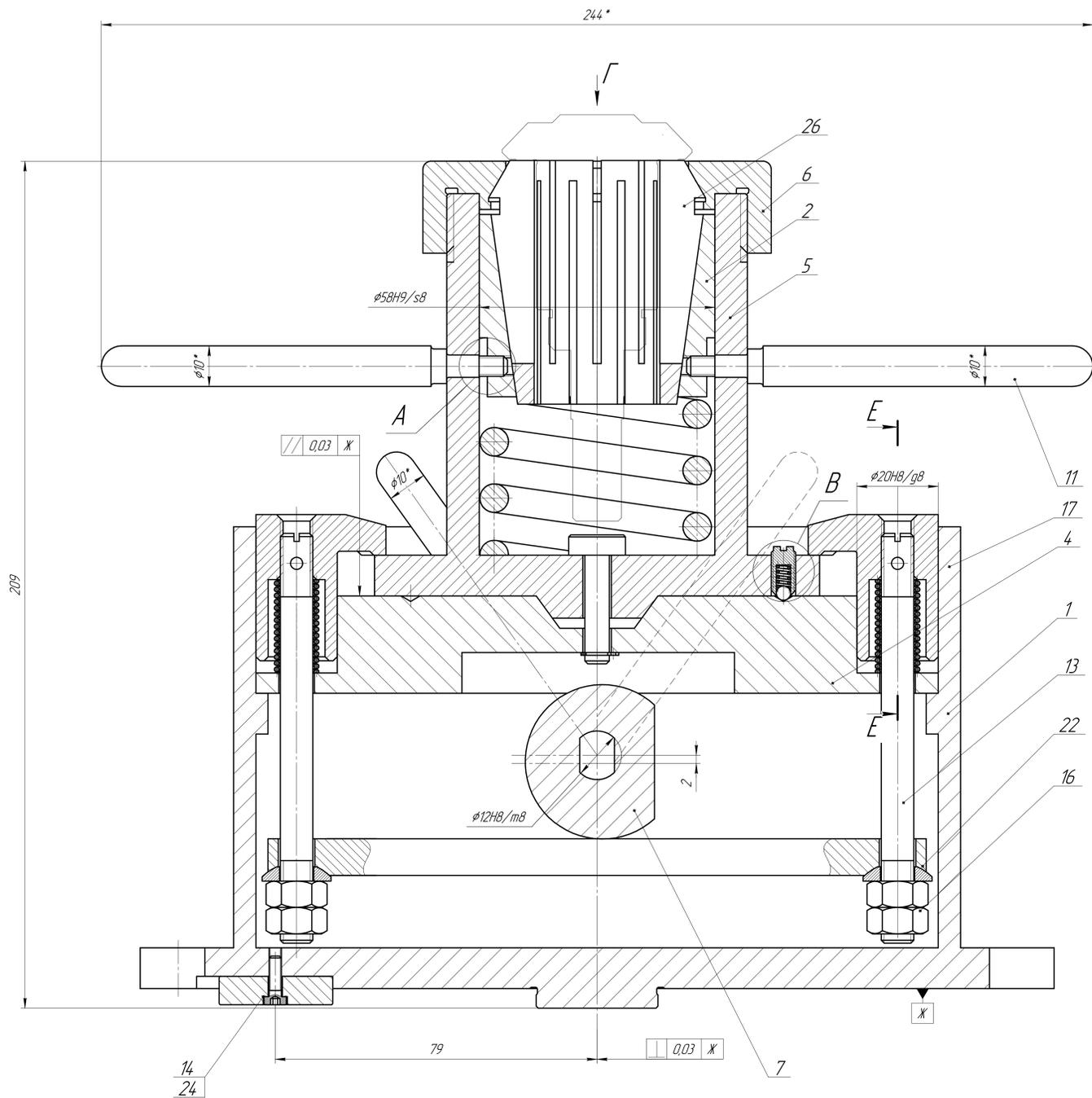


ИШНПТ-10691035.00.00.00
 Разработчик: ИШНПТ
 Проверен: ИШНПТ
 Утвержден: ИШНПТ
 Дата: 2021.02.10
 Масштаб: 2,5:1
 Формат: А1

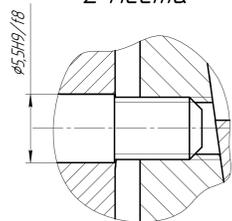
ИШНПТ-10691035.00.00.00				Лист	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Размерный анализ	
Разработчик	ИШНПТ	ИШНПТ	ИШНПТ	ИШНПТ	Лист	Листов 1
Проверен	ИШНПТ	ИШНПТ	ИШНПТ	ИШНПТ	ТПУ ИШНПТ	
Технический	ИШНПТ	ИШНПТ	ИШНПТ	ИШНПТ	Группа 4A92	
Исполнитель	ИШНПТ	ИШНПТ	ИШНПТ	ИШНПТ	Формат А1	
Утв.	ИШНПТ	ИШНПТ	ИШНПТ	ИШНПТ	Копирован	

Приложение В

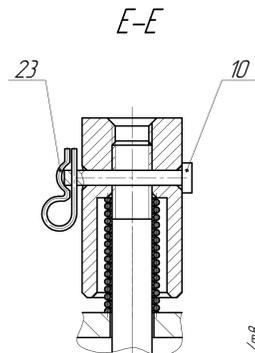
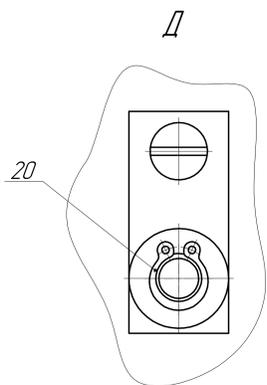
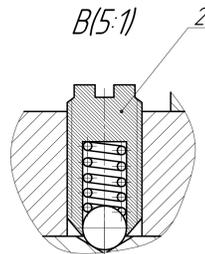
Сборочный чертёж приспособления



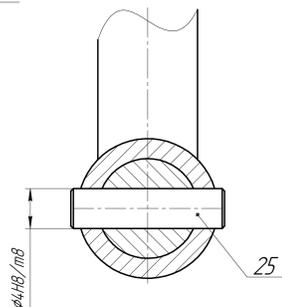
A(5:1)
2 места



B(5:1)



И-И(2:1)



Технические характеристики

- 1 Усилие зажима обеспечиваемое пружиной Q=2827 Н;
- 2 Диапазон зажима заготовок 30...32 мм;
- 3 Ход рукоятки в вертикальном направлении = 4 мм;
- 4 Ход рукоятки в горизонтальном направлении = 90°;
- 5 Точность центрирования заготовки = 0,05 мм;
- 6 Количество позиций приспособления = 6.

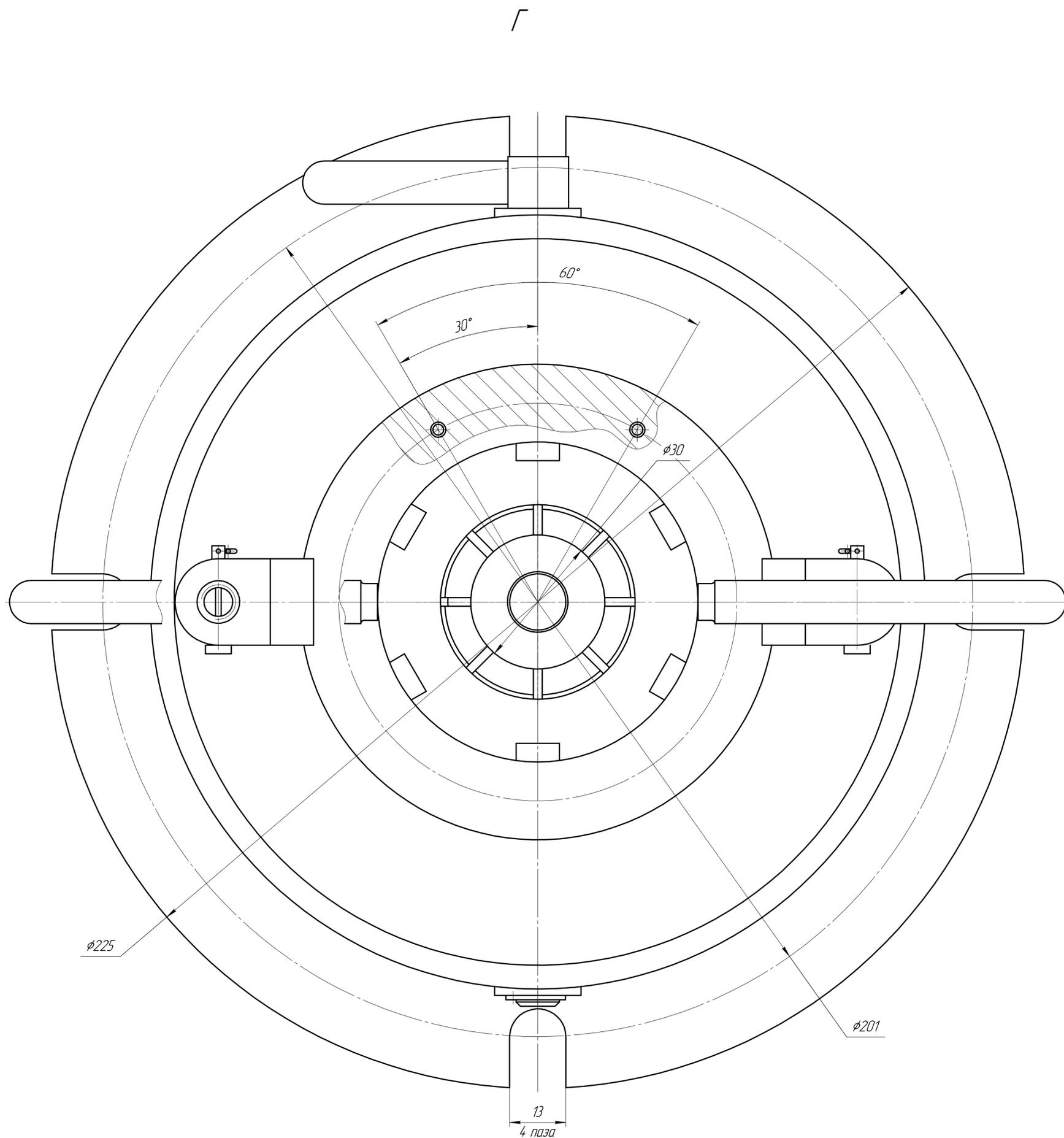
Технические требования

- 1 *Размеры для справок.
- 2 Перед установкой пружины нанести смазку EFELE MG-214.
- 3 Перед установкой оси поз. 8 внутреннюю полость втулки бронзой поз. 2 смазать литевой смазкой AVS AVK-729.

				ИШНПТ-10691035.01.00.00СБ		
Изм.	Дата	Исполн.	Лист	Масса	Максимум	
Разработ.		Н.И.Иванов	9	64,8	21	
Проект.		М.И.Иванов	Лист	Титульный лист		
Исполн.			Лист	Титульный лист		
Своб.			Лист	Титульный лист		

Специальное приспособление
Сборочный чертеж

ИШНПТ
Группа 4A92



ИШНПТ-10Б91035.01.00.00СБ
 Изм. № 001
 Дата: 2021.08.04
 Автор: И.И.И.
 Проверка: И.И.И.
 Дата: 2021.08.04
 Не для коммерческого использования

КОМПАС-3D v20 Учебная версия © 2021 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание		
						<u>Документация</u>				
		A4			ИШНПТ-10Б91035.00.00.00ПЗ	Пояснительная записка	1			
		A0			ИШНПТ-10Б91035.00.00.00СБ	Сборочный чертёж	1			
						<u>Детали</u>				
Справ. №		Б4	1		ИШНПТ-10Б91035.00.00.01	Втулка	1			
		Б4	2		ИШНПТ-10Б91035.00.00.02	Втулка бронзовая	2			
		Б4	3		ИШНПТ-10Б91035.00.00.03	Диск установочный	1			
		Б4	4		ИШНПТ-10Б91035.00.00.04	Корпус	1			
		Б4	5		ИШНПТ-10Б91035.00.00.05	Корпус	1			
		Б4	6		ИШНПТ-10Б91035.00.00.06	Крышка	1			
		Б4	7		ИШНПТ-10Б91035.00.00.07	Кулачок	1			
		Б4	8		ИШНПТ-10Б91035.00.00.08	Ось	1			
		Б4	9		ИШНПТ-10Б91035.00.00.09	Ось	1			
		Б4	10		ИШНПТ-10Б91035.00.00.10	Ось	1			
		Б4	11		ИШНПТ-10Б91035.00.00.11	Рычаг	2			
		Б4	12		ИШНПТ-10Б91035.00.00.12	Рычаг	1			
		Б4	13		ИШНПТ-10Б91035.00.00.13	Шпилька	2			
						<u>Стандартные изделия</u>				
			14			Винт М3-6x8,5,68 ГОСТ 11738-84	1			
			15			Винт М6-6x16,44 ОСТ 92-0727-72	2			
			16			Гайка М8-7Н.06ХН28МДТ ОСТ 26-2038-96	4			
			17			Прихват 7011-0728 ГОСТ 14.733-69	2			
			18			Пружина 1086-1009 ГОСТ 18793-80	1			
					ИШНПТ-10Б91035.00.00.00					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Специальное приспособление			Лит.	Лист	Листов
	Разраб.							Немлиенко	У	1
Проб.								ТПУ ИШНПТ Группа 4А92		
Н.контр.										
Утв.										

КОМПАС-3D v20 Учебная версия © 2021 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		19		Пружина 1086-0784 ГОСТ 18793-80	2	
		20		Кольцо А10.65Г ГОСТ 13942-86	3	
		21		Кольцо А6.50 ХГА ГОСТ 13942-86	1	
		22		Шайба 7019-0392 ГОСТ 13438-68	2	
		23		Шплинт 3-16 DIN 11024	2	
		24		Шпонка 8x7x28 ГОСТ 10748-79	1	
		25		Штифт 4x14 ГОСТ 3128-70	1	
				<u>Прочие изделия</u>		
		26		Цанга ER50-d32 DIN 6499	1	
		27		Фиксатор пружинный с шариком (Арт. КО315)	1	

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ИШНПТ-10Б91035.00.00.00	Лист
						2

Приложение Г

Комплект технологической документации

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

ИШНПТ-10Б91035.00.00.00	1
-------------------------	---

НИ ТПУ

ИШНПТ-10Б91035.00.00.00

ИШНПТ ОМШ 4А92

Вал-шестерня

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

"НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ"

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ООП

Ефременков Е.А.

КОМПЛЕКТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

РУКОВОДИТЕЛЬ

Заведующий кафедрой – руководитель
отделения машиностроения

Моховиков А.А.

Студент гр. 4А92

Немлиенко Т.С.

АКТ № 14-82 от 25

Руководство № 14.26

Т/1

1

Дубл.																			
Взам.																			
Подп.																			
												ТПУ.0104.1.000001			4	4			
Разраб.	Немлиенко				НИ ТПУ				ИШНПТ-10Б91035.00.00.00				ИШНПТ ОМШ 4А92						
Провер.																			
Утв.																			
Н.контр.									Вад-шестерня										
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции				Обозначение документа										
Б					Код, наименование оборудования				СМ	Граф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тп.з	Тшт.
A51	7	13	06	120	Долбежная														
B52					Долбежный станок по металлу 7402				2	40240	3		1	1	1	500		12	30,8
A53	7	11	14	125	Слесарная														
B54					Верстак W160.WS1/F2.010				2	14311	1		1	10	10	500		10	22
A55	7	9	15	130	Контрольная														
B56					Стол контрольный ГОСТ Р 58863-2020				4	12968	4		1	1	1	500		15	12
A57	7	11	14	135	Промывочная														
B58					Моечная машина AM500 T				2	17405	1		1	10	10	500		10	22
A59	7	9	15	140	Контрольная														
B60					Стол контрольный ГОСТ Р 58863-2020				4	12968	4		1	1	1	500		15	12
A61	7	9	16	145	Консервация														
B62					Материалы по ТТП 60270-00001, вариант 1				4	39297	1		1	1	1	500		10	6,7
63																			
64																			
65																			
66																			
67																			

МК

Не для коммерческого использования

5

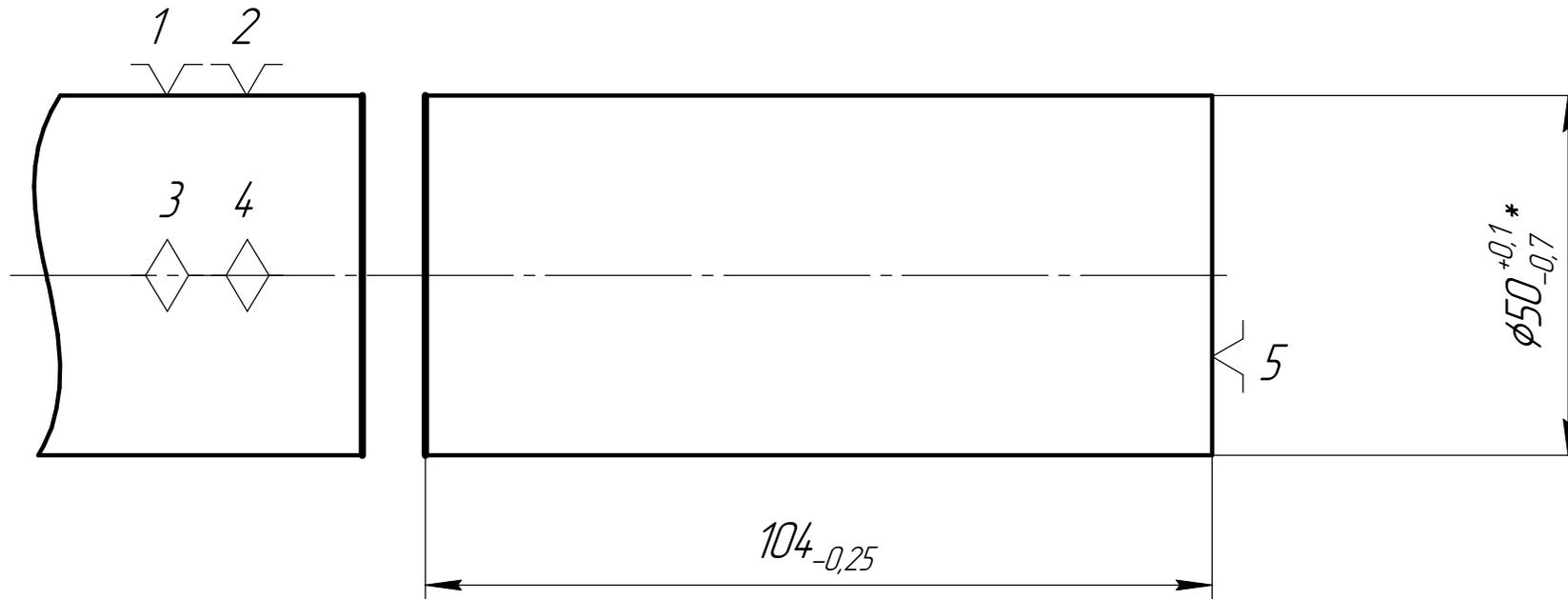
КОМПАС-3D v20 Учебная версия © 2021 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

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

ИШНПТ-10Б91035.00.00.00	12	1
-------------------------	----	---

Разраб.	Немлиенко			НИ ТПУ	ИШНПТ-10Б91035.00.00.00		ИШНПТ ОМШ 4А92
Провер.	Моховиков						
Утв.							
Н.контр.				Вал-шестерня			7 5 01 005

 $\sqrt{Ra\ 6,3}$


*Размер для справок

КЭ

6

Дубл.																			
Взам.																			
Подп.																			

ИШНПТ-10Б91035.00.00.00

1

1

Разраб.	Немлиенко			НИ ТПУ	ИШНПТ-10Б91035.00.00.00															
Провер.	Моховиков																			
Утв.																				
Н.контр.				Вал-шестерня										7	5	01	005			

Наименование операции

Материал

Твердость

ЕВ

МД

Профиль и размеры

МЗ

КОИД

005 Заготовительная

Сталь 40Х ГОСТ 4543-2016

212-248 НВ

к2

1,6

Круг $\phi 50 \times 3000$

-

1

Оборудование, устройство с ЧПУ

Обозначение программы

То

Тв

Тп.з

Тшт

СОЖ

Автоматический ленточнопильный станок Аллигатор-280А

-

15

12

8

15

3% Укринол ТУ 387852-76

р

ПИ

D или B

L

t

i

s

n

v

0 01 А. Закрепить заготовку в призмах. Базы-наружный диаметр, торец.

Т 02 Призма 7033-0037 ГОСТ 12195-66.

0 03 1. Отрезать заготовку, выдерживая размеры согласно эскизу.

Т 04 Полотно для ленточной пилы по металлу М42 3505x27x0,9.

р 05 - - 104_{-0,25} 50 1 0,15 2000 30

0 06 2. Контролировать полученные размеры и шероховатость поверхностей согласно эскизу.

Т 07 Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1-1 ГОСТ 166-89.

Т 08 Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93.

09

10

11

12

13

OK

Не для коммерческого использования

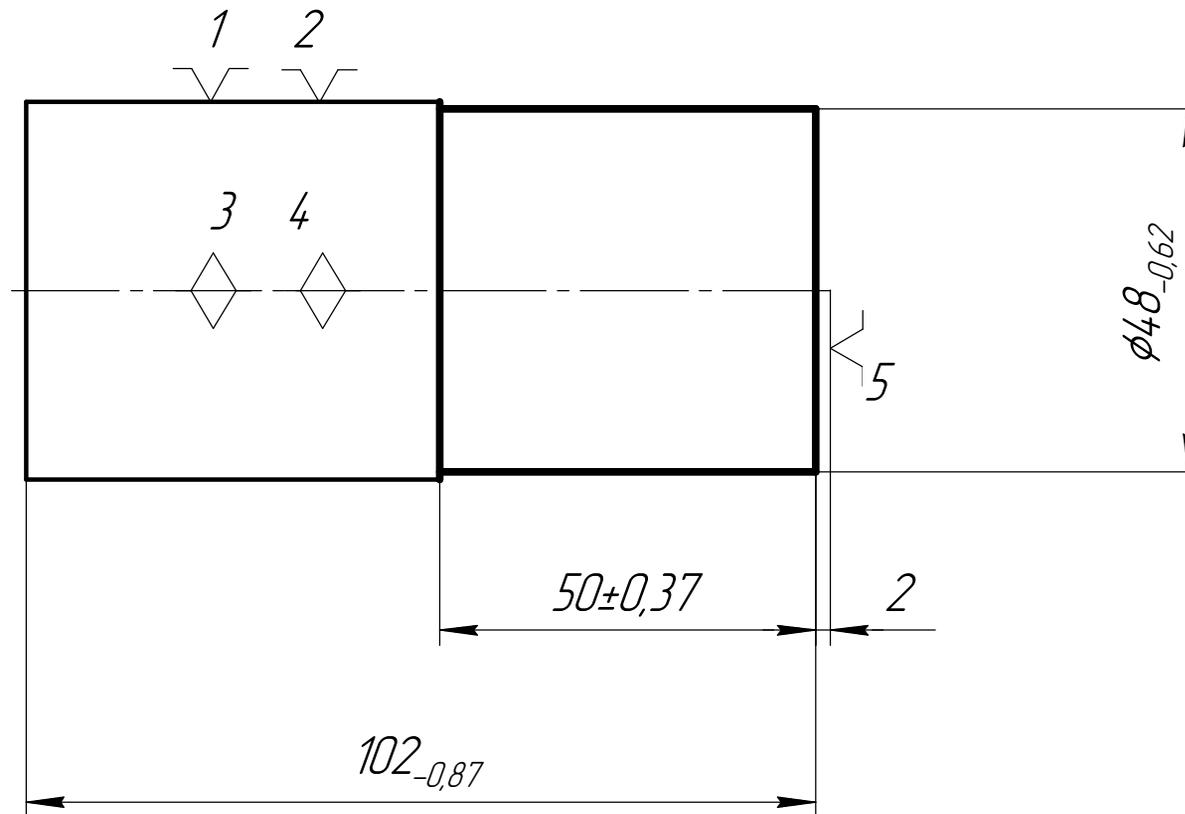
7

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

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

ИШНПТ-10Б91035.00.00.00	12	2
-------------------------	----	---

Разраб.	Немлиенко			НИ ТПУ	ИШНПТ-10Б91035.00.00.00		ИШНПТ ОМШ 4А92
Провер.	Моховиков						
Утв.							
Н.контр.				Вал-шестерня			7 12 02 010

 $\sqrt{Ra\ 6,3}$


Дубл.														
Взам.														
Подп.														

ИШНПТ-10Б91035.00.00.00 1 1

Разраб.	Немлиенко			НИ ТПУ	ИШНПТ-10Б91035.00.00.00		ИШНПТ ОМШ 4А92
Провер.	Моховиков						
Утв.							
Н.контр.				Вал-шестерня			7 12 02 010

Наименование операции		Материал	Твёрдость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД
010 Токарная		Сталь 40Х ГОСТ 4543-2016	212 НВ	к2	0,65	Круг $\phi 50 \times 104$		1,6	1
Оборудование, устройство с ЧПУ		Обозначение программы		Т _а	Т _в	Т _{п.з}	Т _{шт}	СОЖ	
Станок токарный JET GHB-1330A DRO		-	2,0	4,5	15,0	28,5	3% Укринол ТУ 387852-76		

р	ПИ	Д или В	L	t	i	s	n	v	
0 01	А. Установить заготовку в трёхкулачковый патрон. Базы: наружный диаметр, торец.								
0 02	1. Подрезать торец в размер $102_{-0,87}$ мм.								
Т 02	Трёхкулачковый патрон 7100-0001 ГОСТ 2675-80.								
Т 03	Резец DGTL 2020-4 IC530N								
р 04	-	$102_{-0,87}$	$2 \pm 0,13$	2	1	0,2	1500	65	
0 05	2. Точить диаметр $48_{-0,62}$ мм на длину $50 \pm 0,37$ мм.								
Т 06	Резец PDJNR 2020K-11.								
Т 07	Пластина DNMG 110404-TF IC530N								
р 08	-	$48_{-0,62}$	$50 \pm 0,37$	1	1	0,05	1500	100	
0 09	3. Снять заготовку.								
Т 10	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1-1 ГОСТ 166-89.								
Т 11	Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93.								
12									

OK

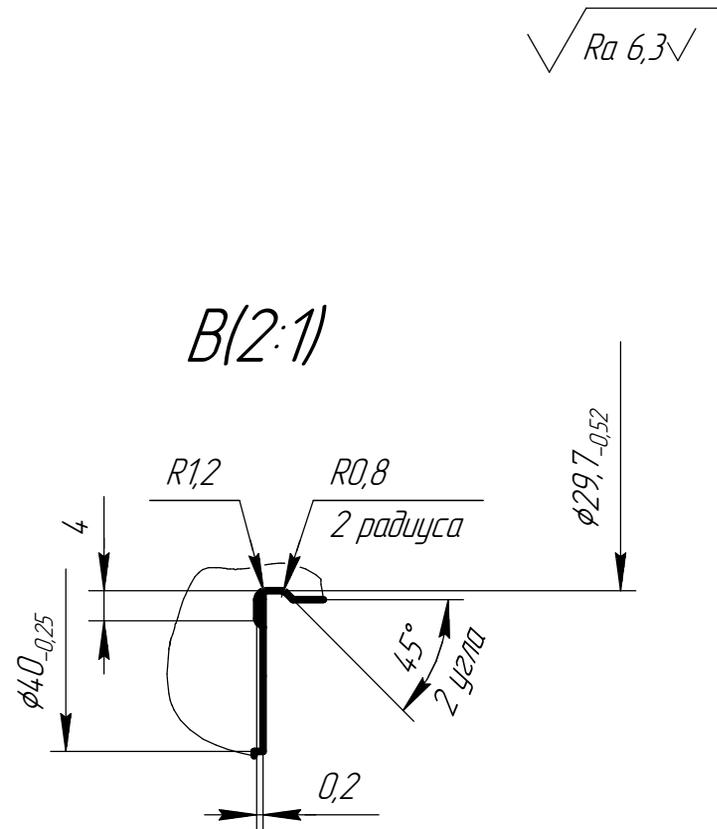
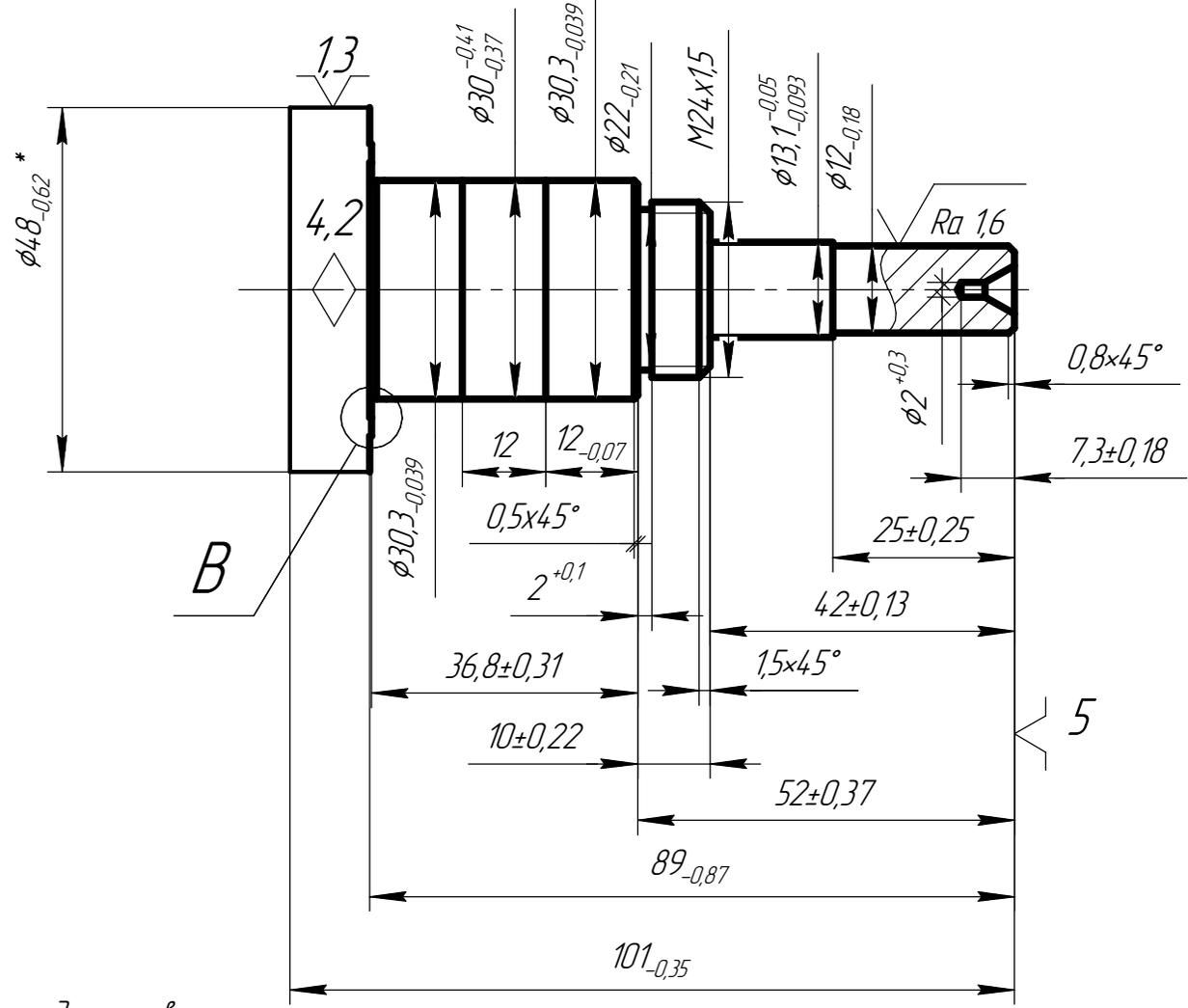
Не для коммерческого использования

9

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

ИШНПТ-10Б91035.00.00.00 12 3

Разраб.	Немлиенко		НИ ТПУ	ИШНПТ-10Б91035.00.00.00		ИШНПТ ОМШ 4А92
Провер.	Моховиков					
Утв.						
Н.контр.			Вал-шестерня			7 12 03 015



*Размер для справок

КОМПАС-3D v20 Учебная версия © 2021 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

Дубл.																						
Взам.																						
Подп.																						
														ИШНПТ-10Б91035.00.00.00			5	1				
Разраб.	Немлиенко					НИ ТПУ		ИШНПТ-10Б91035.00.00.00								ИШНПТ ОМШ 4А92						
Провер.	Моховиков																					
Утв.																						
Н.контр.								Вал-шестерня				7	12	03	015							
Наименование операции				Материал				Твёрдость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД						
015 Токарная с ЧПУ				Сталь 40Х ГОСТ 4543-2016				212-248 НВ		к2	0,65	Круг $\phi 50 \times 104$			0,81	1						
Оборудование, устройство с ЧПУ				Обозначение программы				Т _а	Т _в	Т _{п.з}	Т _{шт}	СОЖ										
Токарный станок с ЧПУ Shandong SK6136				0000-0015				2,97	3,15	9	13,2	3% Укринол ТУ 387852-76										
р					ПИ	D или B		L	t	i	s	n	v									
0 01	А. Установить заготовку в трёхкулачковый патрон. Базы: наружный диаметр $48_{-0,62}$ мм.																					
T 02	Автоматический токарный патрон КРС803С80.																					
0 03	1. Подрезать торец в размер $101_{-0,35}$ мм.																					
T 04	Резец GEHSR 20-2.																					
T 05	Пластина GEP1 2-0.10 IC908.																					
р 06					1	$101_{-0,35}$		$2 \pm 0,13$	2	1	0,03	1500	65									
0 07	2. Центровать торец, выдерживая размеры $2,5 \pm 0,12$, $\phi 2^{+0,25}$, 60° .																					
T 08	Адаптер SMD20 для сверла с цилиндрическим хвостовиком.																					
T 9	Держатель осевых токарных резцов 20x20 мм типа BOT																					
T 10	Сверло 2317-0004 ГОСТ 14952-75.																					
р 11					2	$\phi 2^{+0,3}$			4,5	1	0,25	1500	25									
0 12	3. Точить диаметр $40_{-0,25}$ мм на длину $89_{-0,87}$ мм.																					
T 13	Резец PDJNR 2020K-11.																					
OK																						11
Не для коммерческого использования																						

Дубл.																				
Взам.																				
Подп.																				
														ИШНПТ-10Б91035.00.00.00			5	2		
Разраб.	Немлиенко			НИ ТПУ			ИШНПТ-10Б91035.00.00.00					ИШНПТ ОМШ 4А92								
Провер.	Моховиков																			
Утв.																				
Н.контр.							Вал-шестерня					7	12	03	015					
р				ПИ	D или B	L	t	i	s	n	v									
T 14	Пластина DNMG 110404-TF IC530N																			
р 15				1	40 _{-0,25}	89 _{-0,87}	2,5	2	0,25	1131	91									
O 16	4. Точить диаметр 30,3 _{-0,039} мм на длину 88,7 _{-0,87} мм.																			
T 17	Резец PDJNR 2020K-11.																			
T 18	Пластина DNMG 110404-TF IC530N.																			
T 19	Резец SUXCL 2020K-10																			
T 20	Пластина CC95MT 100504-SM IC8150																			
р 21				3	40 _{-0,25}	89 _{-0,87}	2,5	2	0,25	1131	91									
р 22				4	30,3 _{-0,039}	88,7 _{-0,87}	0,2	1	0,05	2100	192									
O 23	5. Точить диаметр 23,84 _{-0,22} мм на длину 52±0,37 мм.																			
T 24	Резец PDJNR 2020K-11.																			
T 25	Пластина DNMG 110404-TF IC530N.																			
р 26				3	23,84 _{-0,22}	52±0,37	0,5	3	0,15	1200	156									
O 27	6. Точить диаметр 13,1 _{-0,43} мм на длину 42±0,13 мм.																			
T 28	Резец PDJNR 2020K-11.																			
T 29	Пластина DNMG 110404-TF IC530N.																			
T 30	Резец SUXCL 2020K-10																			
OK																				12
Не для коммерческого использования																				

КОМПАС-3D v20 Учебная версия © 2021 ООО "АКСОН-Системы Проектирования", Россия. Все права защищены.

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

ИШНПТ-10Б91035.00.00.00 5 4

Разраб.	Немлиенко			НИ ТПУ	ИШНПТ-10Б91035.00.00.00			ИШНПТ ОМШ 4А92
Провер.	Моховиков							
Утв.								

Н.контр.				Вал-шестерня					7	12	03	015
----------	--	--	--	--------------	--	--	--	--	---	----	----	-----

р		ПИ	D или B	L	t	i	s	n	v
---	--	----	---------	---	---	---	---	---	---

Т 48	Пластина DNMG 110404-TF IC530N.											
------	---------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

р 49		4	1±0,4	1	1	1	0,05	1500	70
------	--	---	-------	---	---	---	------	------	----

О 50	12. Точить канавку длиной $2^{+0,3}$ на глубину $2±0,12$ мм.											
------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Т 51	Резец GEHSR 20-2											
------	------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Т 52	Пластина GEP1 2-0.10 IC908											
------	----------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

р 53		5	2±0,12	$2^{+0,3}$	2	1	0,03	2000	100
------	--	---	--------	------------	---	---	------	------	-----

О 54	13. Точить канавку согласно контуру, выдерживая размеры показанные на виде Б.											
------	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Т 55	Резец PDJNR 2020K-11.											
------	-----------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Т 56	Пластина DNMG 110404-TF IC530N.											
------	---------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

р 57		5	1,1±0,12	$1^{+0,25}$	1,1	1	0,03	2000	100
------	--	---	----------	-------------	-----	---	------	------	-----

О 58	14. Нарезать резьбу M24x1,5 на длину $8_{-0,36}$ мм.											
------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Т 59	Резец 2660-0001 ГОСТ 18885-73.											
------	--------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Т 60	Пластина 13031-0026 T15K6 ГОСТ 25393-90.											
------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

р 61		6	M24	$8_{-0,36}$	0,15	1	1,5	900	70
------	--	---	-----	-------------	------	---	-----	-----	----

О 62	14. Снять заготовку.											
------	----------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

О 63	15. Контролировать полученные размеры и шероховатость поверхностей согласно эскизу.											
------	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Т 64	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89.											
------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

OK

Не для коммерческого использования

14

КОМПАС-3D v20 Учебная версия © 2021 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

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

ИШНПТ-10Б91035.00.00.00	5	5
-------------------------	---	---

Разраб.	Немлиенко			НИ ТПУ	ИШНПТ-10Б91035.00.00.00		ИШНПТ ОМШ 4А92
Провер.	Моховиков						
Утв.							

Н.контр.				Вал-шестерня				7	12	03	015
----------	--	--	--	--------------	--	--	--	---	----	----	-----

р		ПИ	D или B	L	t	i	s	п	v
---	--	----	---------	---	---	---	---	---	---

Т 65 Штангенциркуль ШЦ-II-125-0,05-1 ГОСТ 166-89.

Т 66 Штангенциркуль ШЦ-I-150-0,02 ГОСТ 166-89.

Т 67 Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93.

Т 68 Калибр-кольцо М24х1,5 6г ГОСТ 18465-73.

69

70

71

72

73

74

75

76

77

78

79

80

81

ОК

Не для коммерческого использования

КОМПАС-3D v20 Учебная версия © 2021 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

		<i>Исполнение 1</i>		<i>0000-0015</i>	<i>5</i>	<i>1</i>
		<i>НИ ТПУ</i>	<i>ИШНПТ-10Б91035.00.00.00</i>		<i>ИШНПТ 4А92</i>	
		<i>1</i>	<i>Токарная с ЧПУ</i>			<i>015</i>
		<i>Оборудование, устройства ЧПУ</i>		<i>Особые указания</i>		
		<i>Токарный станок с ЧПУ Shandong SK6136</i>				
		<i>Кодирование информации, содержание кадра</i>				
		<i>N10 T1 D1</i>	<i>N290 X20.915</i>			
		<i>N20 M6</i>	<i>N300 Z-88.7</i>			
		<i>N30</i>	<i>N310 X21.896</i>			
		<i>N40 G1 Z10 F1000</i>	<i>N320 X22.196 Z-88.4</i>			
		<i>N50 X32.943</i>	<i>N330 Z1.007 F2</i>			
		<i>N70 G1 G95 Z0 X-0.24 M8 F0,25</i>	<i>N340 X19.896</i>			
		<i>N80</i>	<i>N350 Z-88.4 F0.25</i>			
		<i>N90 Z9.8</i>	<i>N360 X20.896</i>			
		<i>N100 Z10.1 F0.25</i>	<i>N370 X21.196 Z-88.1</i>			
		<i>N110 X32.943</i>	<i>N380 Z1.007 F0.25</i>			
		<i>N120 G1 Z10 F1000</i>	<i>N390 X18.896</i>			
		<i>N130 X23.896</i>	<i>N400 Z-88.4 F0.25</i>			
		<i>N140 Z1.007</i>	<i>N410 X19.896</i>			
		<i>N150 G1 X22.896 F0.25</i>	<i>N420 X20.196 Z-88.1</i>			
		<i>N160 Z-88.7 F0.25</i>	<i>N430 Z1.007 F0.25</i>			
		<i>N170 X22.906</i>	<i>N440 X17.896</i>			
		<i>N180 X23.554 Z-88.051</i>	<i>N450 Z-88.4 F0.25</i>			
		<i>N190 X23.896</i>	<i>N460 X18.896</i>			
		<i>N200 X24.196 Z-87.751</i>	<i>N470 X19.196 Z-88.1</i>			
		<i>N210 Z1.007 F0.25</i>	<i>N480 Z1.007 F0.25</i>			
		<i>N220 X21.896</i>	<i>N490 X16.896</i>			
		<i>N230 Z-88.7 F0.25</i>	<i>N500 Z-88.4 F0.25</i>			
		<i>N240 X22.896</i>	<i>N510 X17.896</i>			
		<i>N250 X23.196 Z-88.4</i>	<i>N520 X18.196 Z-88.1</i>			
		<i>N260 Z1.007 F0.25</i>	<i>N530 Z1.007 F0.25</i>			
		<i>N270 X20.896</i>	<i>N540 X15.896</i>			
		<i>N280 Z-88.4 F0.25</i>	<i>N550 Z-52.313 F0.25</i>			
<i>Дубл.</i>	<i>Взам.</i>	<i>ККИ</i>	<i>Вал-шестерня</i>			<i>16</i>

Исполнение 1

0000-0015

5

2

НИ ТПУ

ИШНПТ-10Б91035.00.00.00

ИШНПТ 4А92

Кодирование информации, содержание кадра

N560 X15.9 Z-52.317

N860 X11.283

N570 Z-88.4

N870 X11.896 Z-42.313

N580 X16.896

N880 X12.196 Z-42.013

N590 X17.196 Z-88.1

N890 Z1.007 F0.25

N600 Z1.007 F0.25

N900 X9.896

N610 X14.896

N910 Z-4.1.7 F0.25

N620 Z-51.7 F0.25

N920 X10.896

N630 X15.283

N930 X11.196 Z-4.1.4

N640 X15.896 Z-52.313

N940 Z1.007 F0.25

N650 X16.196 Z-52.013

N950 X8.896

N660 Z1.007 F0.25

N960 Z-4.1.7 F0.25

N670 X13.896

N970 X9.896

N680 Z-51.7 F0.25

N980 X10.196 Z-4.1.4

N690 X14.896

N990 Z1.007 F0.25

N700 X15.196 Z-51.4

N1000 X7.896

N710 Z1.007 F0.25

N1010 Z-4.1.7 F0.25

N720 X12.896

N1020 X8.896

N730 Z-43.313 F0.25

N1030 X9.196 Z-4.1.4

N740 X12.9 Z-43.317

N1040 Z1.007 F0.25

N750 Z-51.7

N1050 X6.896

N760 X13.896

N1060 Z-0.613 F0.25

N770 X14.196 Z-51.4

N1070 X6.9 Z-0.617

N780 Z1.007 F0.25

N1080 Z-24.7

N790 X11.896

N1090 X7.4

N800 Z-42.313 F0.25

N1100 Z-4.1.7

N810 X12.896 Z-43.313

N1110 X7.896

N820 X13.196 Z-43.013

N1120 X8.196 Z-4.1.4

N830 Z1.007 F0.25

N1130 Z1.007 F0.25

N840 X10.896

N1140 X5.896

N850 Z-4.1.7 F0.25

N1150 Z0.3 F0.25

ККИ

Вал-шестерня

17

Исполнение 1

0000-0015

5

3

НИ ТПУ

ИШНПТ-10Б91035.00.00.00

ИШНПТ 4А92

Кодирование информации, содержание кадра

N1160 X5.983

N1460 Z0.949 F0.5

N1170 X6.896 Z-0.613

N1470 X0.783 Z0.3

N1180 X7.196 Z-0.313

N1480 X0.896

N1190 Z1.007 F0.25

N1490 X1.196 Z0.6

N1200 X4.896

N1500 Z0.707 F2

N1210 Z0.3 F0.25

N1510 X-0.166

N1220 X5.896

N1520 Z0.649 F0.5

N1230 X6.196 Z0.6

N1530 X0.483 Z0

N1240 Z1.007 F0.25

N1540 X5.683

N1250 X3.896

N1550 X6.6 Z-0.917

N1260 Z0.3 F0.25

N1560 Z-25

N1270 X4.896

N1570 X7.1

N1280 X5.196 Z0.6

N1580 Z-42

N1290 Z1.007 F0.25

N1590 X10.983

N1300 X2.896

N1600 X12.6 Z-43.617

N1310 Z0.3 F0.25

N1610 Z-52

N1320 X3.896

N1620 X14.983

N1330 X4.196 Z0.6

N1630 X15.6 Z-52.617

N1340 Z1.007 F0.25

N1640 Z-88.7

N1350 X1.896

N1650 X20.615

N1360 Z0.3 F0.25

N1660 Z-89

N1370 X2.896

N1670 X22.606

N1380 X3.196 Z0.6

N1680 X23.254 Z-88.351

N1390 Z1.007 F0.25

N1690 X23.596

N1400 X0.896

N1700 G0 Z10 F0.25

N1410 Z0.3 F0.25

N1710 G1 X0 D0 F1000

N1420 X1.896

N1720 G1 Z-150 F1000

N1430 X2.196 Z0.6

N1730 M1

N1440 Z1.007 F0.25

N1740 T4 D3

N1450 X0.134

N1750 M6

ККИ

Вал-шестерня

18

Исполнение 1

0000-0015

5

4

НИ ТПУ

ИШНПТ-10Б91035.00.00.00

ИШНПТ 4А92

Кодирование информации, содержание кадра

N1760

N2060 Z2.121

N1770 S200 M3

N2070 G1 X-0.4 Z0 F0.03

N1780 G1 Z10 F1000

N2080 X4.966

N1790 X5.2 F0.15

N2090 X6 Z-1.034

N1800 Z3

N2100 Z-25

N1810 G1 G94 X5.083 Z-0.117 M8 F0.15

N2110 X6.5

N1820 X6 Z-1.034

N2120 Z-42

N1830 Z-25

N2130 X10.266

N1840 X6.5

N2140 X12 Z-43.734

N1850 Z-42

N2150 Z-51.944

N1860 X10.266

N2160 X14.209

N1870 X12 Z-43.734

N2170 X15 Z-52.734

N1880 Z-52

N2180 Z-88.414

N1890 X14.284

N2190 X14.97 Z-88.848

N1900 X15.018 Z-52.734

N2200 X17.086 Z-88.7

N1910 Z-88.704

N2210 X20.015

N1920 X20.015

N2220 Z-89

N1930 Z-89

N2230 X20.389

N1940 X20.389

N2240 G18 G2 X22.11 Z-87.279

N1950 X22.91 Z-86.879

I=AC(20.389) K=AC(-87.279)

N1960 G1 Z10 F1000

N2250 G1 Z10 M9 F1000

N1970 G1 X0 F1000

N2260 G1 X0 D0 F1000

N1980 G1 Z-150 F1000

N2270 G1 Z-150 F1000

N1990 M1

N2280 M1

N2000 T7 D2

N2290 T10 D5

N2010 M6

N2300 M6

N2020

N2310

N2030 S200 M3

N2320 G01 Z10 F1000

N2040 G1 Z10 F1000

N2330 X16

N2050 X-2.121

N2340 Z-52.25

ККИ

Вал-шестерня

19

Исполнение 1

0000-0015

5

5

НИ ТПУ

ИШНПТ-10Б91035.00.00.00

ИШНПТ 4А92

Кодирование информации, содержание кадра

N2350 G1 X14.833 M8 F1.5

N2360 G1 X16 F1000

N2370 G1 Z-52.1 F1.5

N2380 X14.683 F1.5

N2390 X14.758 Z-52.175

N2400 G1 X16 F1000

N2410 G1 Z-52.4 F1.5

N2420 X14.983 F1.5

N2430 X15.058 Z-52.325

N2440 G1 X16 F1000

N2450 G1 Z-52.5 F1.5

N2460 X14.883 F1.5

N2470 X14.383 Z-52

N2480 X11

N2490 G1 X16 F1000

N2500 G1 X11 F1000

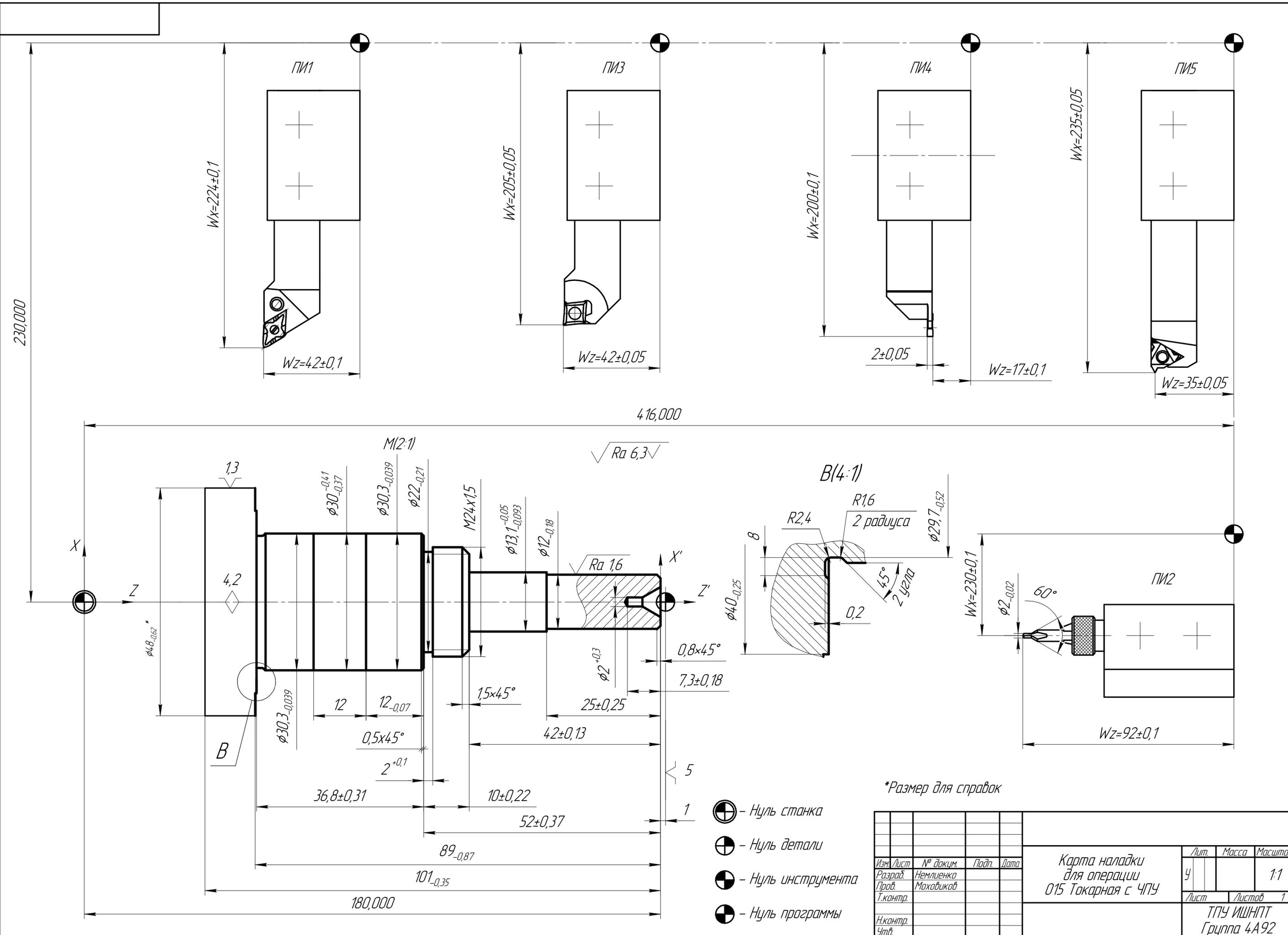
N2510 G1 X16 F1000

N2520 M5

N2530 Z10

N2540 M30

Справ. №
 Подп. и дата
 Инв. № детали
 Подп. и дата
 Инв. № детали
 Подп. и дата
 Инв. № детали
 Подп. и дата



*Размер для справок

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Немленко			У		1:1
Проб.		Маховиков			Лист	Листов	1
Т.контр.					ТПУ ИШНПТ Группа 4А92		
Н.контр.					Формат А2		
Чтв.					Копировал		

Дубл.																				
Взам.																				
Подп.																				
														ИШНПТ-10Б91035.00.00.00		1	1			
Разраб.	Немлиенко			НИ ТПУ		ИШНПТ-10Б91035.00.00.00					ИШНПТ ОМШ 4А92									
Провер.	Моховиков																			
Утв.																				
Н.контр.						Вал-шестерня					2	5	02	020						
Наименование операции				Материал			Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД					
020 Контрольная				Сталь 40Х ГОСТ 4543-2016			212-248 НВ		к2	0,38	Круг $\phi 50 \times 104$			-	1					
Оборудование, устройство с ЧПУ				Обозначение программы			Т _а	Т _в	Т _{п.з}	Т _{шт}	СОЖ									
Стол контрольный ГОСТ Р 58863-2020				-			8	4	5	19	-									
р				ПИ	D или B		L	t	i	s	n	v								
0 01	1. Контролировать размеры полученные на предыдущей операции.																			
Т 02	Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93.																			
Т 03	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1-1 ГОСТ 166-89.																			
Т 04	Штангенциркуль ШЦ-II-125-0,05 ГОСТ 166-89.																			
Т 05	Угломер типа 2-2 ГОСТ 5378-88.																			
06																				
07																				
08																				
09																				
10																				
11																				
12																				
13																				

OK

Не для коммерческого использования

21

Дубл.																			
Взам.																			
Подп.																			

ИШНПТ-10Б91035.00.00.00 5 1

Разраб.	Немлиенко			НИ ТПУ	ИШНПТ-10Б91035.00.00.00			ИШНПТ ОМШ 4А92											
Провер.	Моховиков																		
Утв.																			
Н.контр.				Вал-шестерня							7	12	04	025					

Наименование операции		Материал	Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД
025 Токарная с ЧПУ		Сталь 40Х ГОСТ 4543-2016	212-248 НВ	к2	0,65	Круг $\phi 50 \times 104$		0,75	1
Оборудование, устройство с ЧПУ		Обозначение программы	То	Тв	Тп.з	Тшт	СОЖ		
Токарный станок с ЧПУ Shandong SK6136		0000-0020	3,27	3	12	30,8	3% Укринол ТУ 387852-76		

р		ПИ	Д или В	L	t	i	s	n	v
0 01	А. Закрепить заготовку в цанговом патроне. Базы: наружный диаметр, торец.								
Т 02	Цанга 7010-0035-d 30 ГОСТ 2876-80.								
0 03	1. Подрезать торец в размер $100_{-0,35}$ мм.								
Т 04	Резец GEHSR 20-2.								
Т 05	Пластина GEP1 2-0.10 IC908.								
р 06		1	$100_{-0,35}$	$2 \pm 0,13$	2	1	0,03	1500	65
0 07	2. Центровать торец диаметром $2^{+0,3}$ мм.								
Т 08	Адаптер SMD20 для сверла с цилиндрическим хвостовиком.								
Т 09	Держатель осевых токарных резцов 20x20 мм типа BOT								
Т 10	Сверло 2317-0004 ГОСТ 14952-75.								
р 11		1	$\phi 2^{+0,3}$		4,5	1	0,25	1500	25
0 12	3. Сверлить отверстие диаметром $8^{+0,36}$ мм на длину $11 \pm 0,09$ мм.								
Т 13	Держатель сверл $\phi 32$ мм типа BOT								

OK

Не для коммерческого использования

23

Дубл.																			
Взам.																			
Подп.																			
													ИШНПТ-10Б91035.00.00.00		5	2			
Разраб.	Немлиенко			НИ ТПУ		ИШНПТ-10Б91035.00.00.00					ИШНПТ ОМШ 4А92								
Провер.	Моховиков																		
Утв.																			
Н.контр.						Вал-шестерня					7	12	04	025					
р				ПИ	D или B	L	t	i	s	п	v								
T 14	Переходная втулка SC 32T12A																		
T 15	Сверло 2301-3568 P6M5 ГОСТ 10903-77.																		
р 16				2	$8^{+0,36}$	$11\pm 0,09$	11	1	0,26	650	25								
O 17	4. Расточить диаметр $12_{-0,43}$ мм на длину $11\pm 0,09$ мм.																		
T 18	Держатель осевых токарных резцов 20x20 мм типа BOT																		
T 19	Резец S10K STFCL-11																		
T 20	Пластина TCMТ 110204-19																		
T 21	Резец S10K STFCL-11																		
T 22	Пластина TCMТ 110202-F3P																		
р 23				3	$12_{-0,43}$	$11\pm 0,09$	1	4	0,15	1500	150								
р 24				4	$12_{-0,43}$	$11\pm 0,09$	0,3	1	0,05	2000	190								
O 25	5. Расточить диаметр $15_{-0,43}$ мм на длину $3\pm 0,06$ мм.																		
T 26	Держатель осевых токарных резцов 20x20 мм типа BOT																		
T 27	Резец S10K STFCL-11																		
T 28	Пластина TCMТ 110204-19																		
T 29	Резец S10K STFCL-11																		
T 30	Пластина TCMТ 110202-F3P																		
OK															24				
Не для коммерческого использования																			

КОМПАС-3D v20 Учебная версия © 2021 ООО "АСКОН Системы+проектирование", Россия. Все права защищены.

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

ИШНПТ-10691035.00.00.00 5 3

Разраб.	Немлиенко			НИ ТПУ	ИШНПТ-10691035.00.00.00		ИШНПТ ОМШ 4А92	
Провер.	Моховиков							
Утв.								
Н.контр.				Вал-шестерня				7 12 04 025

р	ПИ	D или B	L	t	i	s	п	v
р 31	3	15 _{-0,43}	3±0,06	1	3	0,15	1500	150
р 32	4	15 _{-0,43}	3±0,06	0,3	1	0,03	2000	190
О 33	6. Точить диаметр 46,8 _{-0,25} мм на длину 22 _{-0,52} мм.							
Т 34	Резец PDJNR 2020K-11.							
Т 35	Пластина DNMG 110404-TF IC530N.							
Т 36	Резец SUXCL 2020K-10							
Т 37	Пластина CC95MT 100504-SM IC8150							
р 38	1	47 _{-0,25}	22 _{-0,52}	1	1	0,12	1500	90
р 39	2	46,8 _{-0,25}	22 _{-0,52}	0,2	1	0,05	2100	190
О 40	7. Точить коническую поверхность, выдерживая угол 87°44'±40'.							
Т 41	Резец PDJNR 2020K-11.							
Т 42	Пластина DNMG 110404-TF IC530N.							
Т 43	Резец SUXCL 2020K-10							
Т 44	Пластина CC95MT 100504-SM IC8150							
р 45	1		22 _{-0,52}	1	1	0,12	1500	90
р 46	2		22 _{-0,52}	0,2	1	0,05	2100	190
О 47	8. Точить диаметр 23,5 ^{+0,52} мм на длину 2±0,12 мм.							

ОК

Не для коммерческого использования

25

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

ИШНПТ-10Б91035.00.00.00

5

4

Разраб. Немлиенко
 Провер. Моховиков
 Утв.

НИ ТПУ

ИШНПТ-10Б91035.00.00.00

ИШНПТ ОМШ 4А92

Н.контр.

Вал-шестерня

7 12 04 025

р	ПИ	D или B	L	t	i	s	п	v
T 48	Резец PDJNR 2020K-11.							
T 49	Пластина DNMG 110404-TF IC530N.							
T 50	Резец SUXCL 2020K-10							
T 51	Пластина CC95MT 100504-SM IC8150							
р 52	1		22 _{-0,52}	1	1	0,12	1500	90
р 53	2		22 _{-0,52}	0,2	1	0,05	2100	190
О 54	9. Точить фаску 2±0,4x45°.							
T 55	Резец PDJNR 2020K-11.							
T 56	Пластина DNMG 110404-TF IC530N.							
р 57	3	2±0,4	15	15	1	0,05	1500	70
О 58	10. Точить коническую поверхность, выдерживая угол 45°±50' на длину 1,7±0,12 мм.							
T 59	Резец PDJNR 2020K-11.							
T 60	Пластина DNMG 110404-TF IC530N.							
р 61	1		22 _{-0,52}	1	1	0,12	1500	90
О 62	11. Точить фаску 1,5x30°.							
T 63	Резец PDJNR 2020K-11.							
T 64	Пластина DNMG 110404-TF IC530N.							

OK

Не для коммерческого использования

26

КОМПАС-3D v20 Учебная версия © 2021 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

ИШНПТ-10Б91035.00.00.00 5 5

Разраб.	Немлиенко			НИ ТПУ	ИШНПТ-10Б91035.00.00.00		ИШНПТ ОМШ 4А92	
Провер.	Моховиков							
Утв.								
Н.контр.				Вал-шестерня				7 12 04 025

р	ПИ	D или B	L	t	i	s	n	v
р 65	1		22 _{-0,52}	1	1	0,12	1500	90
0 66	12. Снять заготовку							
0 67	13. Контролировать полученные размеры и шероховатость поверхностей согласно эскизу.							
Т 68	Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93.							
Т 69	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1-1 ГОСТ 166-89.							
Т 70	Штангенциркуль ШЦ-II-125-0,05 ГОСТ 166-89.							
Т 71	Угломер типа 2-2 ГОСТ 5378-88.							
72								
73								
74								
75								
76								
77								
78								
79								
80								
81								

OK

Не для коммерческого использования

27

Дубл.																				
Взам.																				
Подп.																				
													ИШНПТ-10Б91035.00.00.00	1	1					
Разраб.	Немлиенко			НИ ТПУ		ИШНПТ-10Б91035.00.00.00					ИШНПТ ОМШ 4А92									
Провер.	Моховиков																			
Утв.																				
Н.контр.						Вал-шестерня					2	5	02	030						
Наименование операции				Материал				Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД				
ОЗО Контрольная				Сталь 40Х ГОСТ 4543-2016				212-248 НВ		к2	0,6	Круг $\phi 50 \times 104$			-	1				
Оборудование, устройство с ЧПУ				Обозначение программы				Т _а	Т _в	Т _{п.з}	Т _{шт}	СОЖ								
Стол контрольный ГОСТ Р 58863-2020				-				2	0,5	2	7,5	-								
р				ПИ	D или B		L	t	i	s	n	v								
0 01	1. Контролировать полученные размеры и шероховатость поверхностей согласно эскизу.																			
Т 02	Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93.																			
Т 03	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1-1 ГОСТ 166-89.																			
Т 04	Штангенциркуль ШЦ-II-125-0,05 ГОСТ 166-89.																			
Т 05	Угломер типа 2-2 ГОСТ 5378-88.																			
06																				
07																				
08																				
09																				
10																				
11																				
12																				
13																				

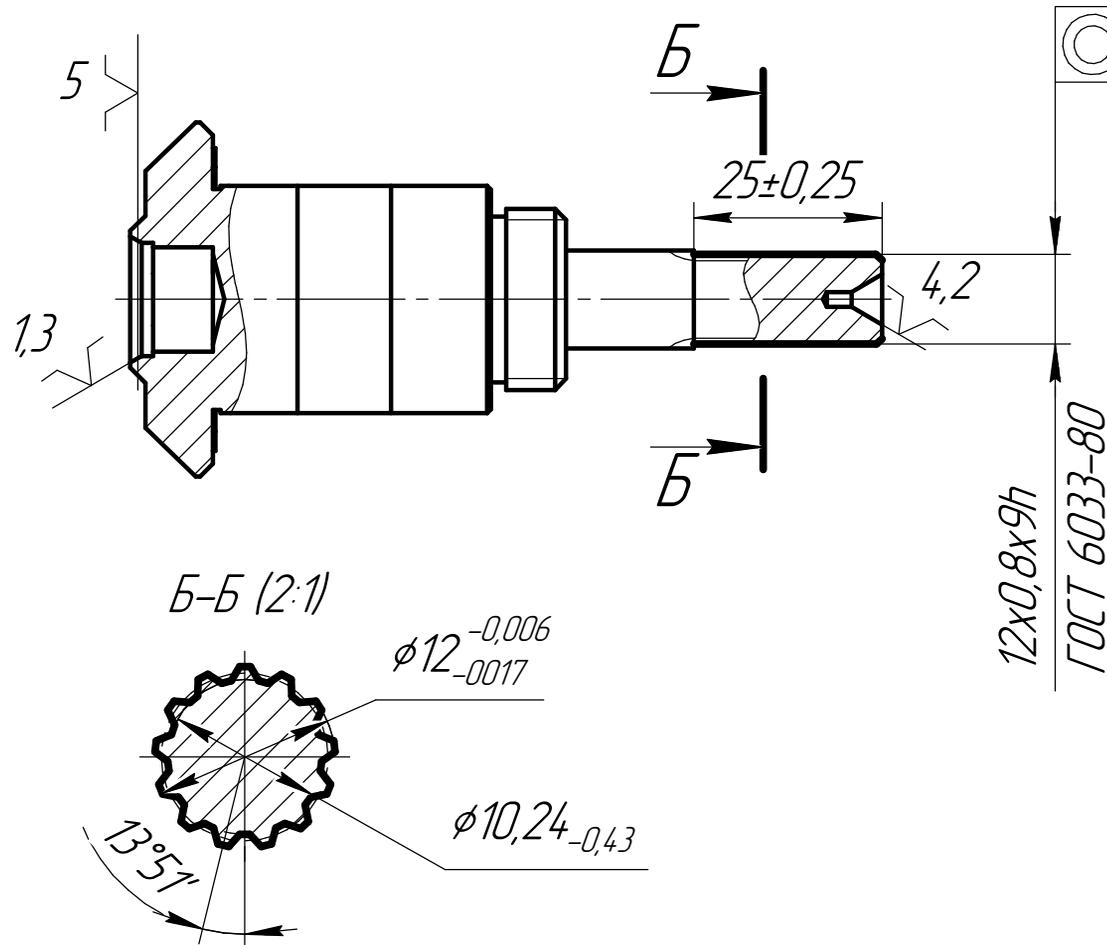
Дубл.			
Взам.			
Подп.			

ИШНПТ-10Б91035.00.00.00

12

5

Разраб.	Немлиенко			НИ ТПУ	ИШНПТ-10Б91035.00.00.00		ИШНПТ ОМШ 4А92
Провер.	Моховиков						
Утв.							
Н.контр.				Вал-шестерня			7 13 06 035



1. *Размер для справок.

Модуль шлицев	<i>m</i>	0,8
Число шлицев	<i>z</i>	13
Тип шлицев	-	эвольвентный
Угол профиля шлицев	β	35°
Исходный контур	-	ГОСТ 6033-80
Смещение исходного контура	<i>x_m</i>	0,36
Диаметр делительной окружности	<i>d</i>	10,4
Диаметр средней окружности	<i>d_s</i>	11,12
Номинальная делительная окружная толщина зуба вала в измеряемом сечении	<i>s</i>	1,672^{-0,05}_{-0,11}

*Размеры для справок

КЭ

35

Дубл.																				
Взам.																				
Подп.																				
														ИШНПТ-10Б91035.00.00.00		1	1			
Разраб.	Немлиенко					НИ ТПУ		ИШНПТ-10Б91035.00.00.00				ИШНПТ ОМШ 4А92								
Провер.	Моховиков																			
Утв.																				
Н.контр.								Вал-шестерня				7	13	10	035					
Наименование операции				Материал				Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД				
035 Шлицефрезерная				Сталь 40Х ГОСТ 4543-2016				212-248 НВ		к2	0,48	Круг $\phi 50 \times 104$			0,55	1				
Оборудование, устройство с ЧПУ				Обозначение программы				Т _а	Т _в	Т _{п.з}	Т _{шт}	СОЖ								
Шлицефрезерный станок YB6016				-				9	2	7	21	-								
р					ПИ	D или B		L	t	i	s	n	v							
0 01	А. Закрепить заготовку в центрах.																			
0 02	Базы: центровочное отверстие, фаски 1,5x60°.																			
Т 03	Центр GS-MT.																			
Т 04	Центр А-1-4-Н ГОСТ 8742 -75.																			
0 05	1. Нарезать шлицы согласно эскизу.																			
Т 06	Фреза 2520-0665 0,8 А ГОСТ 6637-80																			
Т 07	Оправка 30-16 ГОСТ 32832,4-2014.																			
р 08					-	12х6х0,8х9h		25±0,25	1,74	1	0,15	750	115							
0 09	2. Снять заготовку.																			
0 10	3. Контролировать полученные размеры и шероховатость поверхностей согласно эскизу.																			
Т 11	Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93.																			
Т 12	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1-1 ГОСТ 166-89.																			
Т 13	Калибр-кольцо 1-12х6х0,8х9h ГОСТ 24969-81.																			

OK

Не для коммерческого использования

36

Дубл.														
Взам.														
Подп.														

ИШНПТ-10Б91035.00.00.00 1 1

Разраб.	Немлиенко			НИ ТПУ	ИШНПТ-10Б91035.00.00.00		ИШНПТ ОМШ 4А92
Провер.	Моховиков						
Утв.							
Н.контр.				Вал-шестерня			2 5 02 040

Наименование операции		Материал	Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры	МЗ	КОИД
040 Слесарная		Сталь 40Х ГОСТ 4543-2016	212-248 НВ	к2		Круг $\phi 50 \times 104$		1
Оборудование, устройство с ЧПУ		Обозначение программы	То	Тв	Тп.з	Тшт	СОЖ	
Верстак W160.WS1/F2.010		-	6	4	3	15	-	

р	ПИ	D или B	L	t	i	s	n	v
0 01	1. Заусенцы снять, острые кромки притупить.							
Т 02	Напильник 2820-0076 ГОСТ 1465-80.							
03								
04								
05								
06								
07								
08								
09								
10								
11								
12								
13								

OK

Не для коммерческого использования

37

Дубл.																			
Взам.																			
Подп.																			
													ИШНПТ-10Б91035.00.00.00	1	1				
Разраб.	Немлиенко			НИ ТПУ		ИШНПТ-10Б91035.00.00.00				ИШНПТ ОМШ 4А92									
Провер.	Моховиков																		
Утв.																			
Н.контр.						Вал-шестерня				2	15	02	045						
Наименование операции				Материал			Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД				
045 Промывочная				Сталь 40Х ГОСТ 4543-2016			212-248 НВ		к2	0,31	Круг $\phi 50 \times 104$			-	1				
Оборудование, устройство с ЧПУ				Обозначение программы			Т _о	Т _в	Т _{п.з}	Т _{шт}	СОЖ								
Спирто-бензиновая ванна				-			10	3	2	22	-								
р				ПИ	Д или В	L	t	i	s	n	v								
0 01	1. Промыть деталь.																		
М 02	Раствор спирто-бензина (50/50).																		
03																			
04																			
05																			
06																			
07																			
08																			
09																			
10																			
11																			
12																			
13																			

OK

Не для коммерческого использования

38

Дубл.																				
Взам.																				
Подп.																				
													ИШНПТ-10Б91035.00.00.00		1	1				
Разраб.	Немлиенко					НИ ТПУ		ИШНПТ-10Б91035.00.00.00					ИШНПТ ОМШ 4А92							
Провер.	Моховиков																			
Утв.																				
Н.контр.								Вал-шестерня					2	5	02	050				
Наименование операции				Материал				Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД				
050 Контрольная				Сталь 40Х ГОСТ 4543-2016				212-248 НВ		к2	0,55	Круг $\phi 50 \times 104$			-	1				
Оборудование, устройство с ЧПУ				Обозначение программы				То	Тв	Тп.з	Тшт	СОЖ								
Стол контрольный ГОСТ Р 58863-2020				-				2	0,5	2	7,5	-								
р					ПИ	D или B		L	t	i	s	n	v							
0 01	1. Контролировать размеры полученные на предыдущих операциях.																			
Т 02	Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93.																			
Т 03	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1-1 ГОСТ 166-89.																			
Т 04	Калибр-кольцо 1-12х6дх0,8х9н ГОСТ 24969-81.																			
05																				
06																				
07																				
08																				
09																				
10																				
11																				
12																				
13																				

OK

Не для коммерческого использования

39

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

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

ИШНПТ-10Б91035.00.00.00

12

6

Разраб.	Немлиенко		
Провер.	Моховиков		
Утв.			

НИ ТПУ

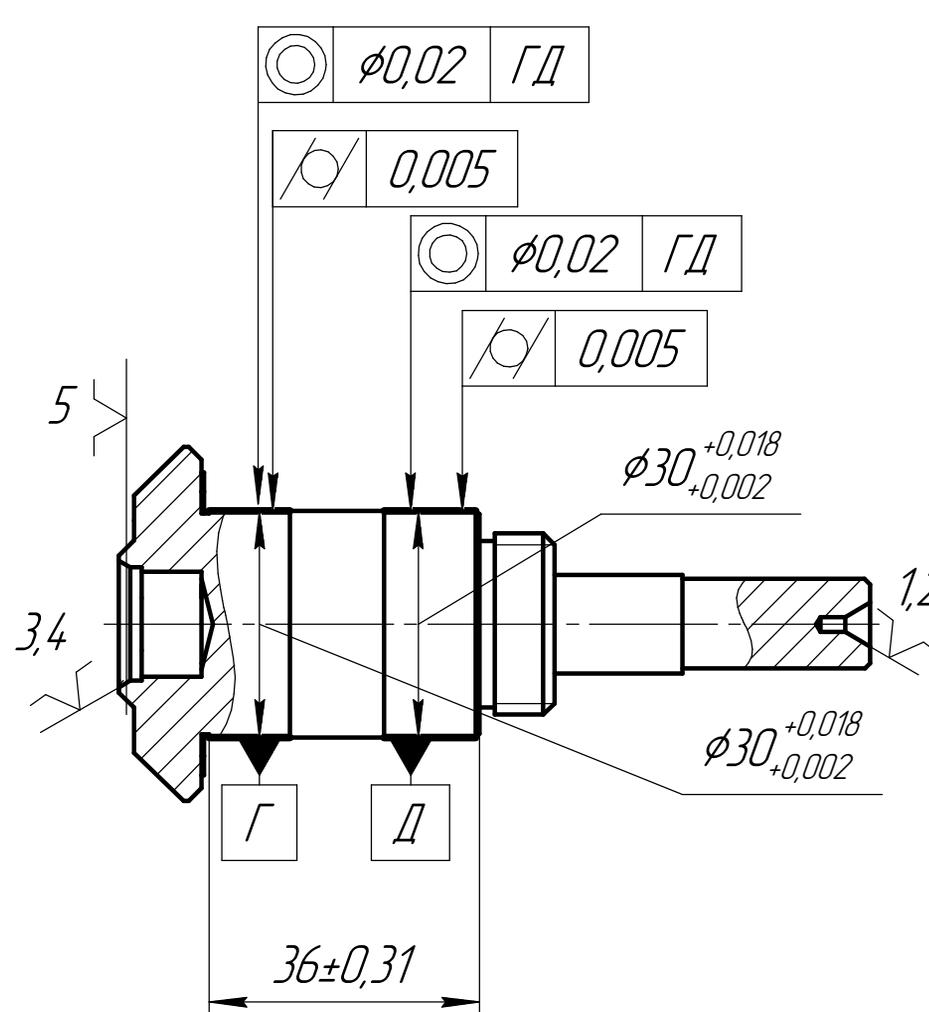
ИШНПТ-10Б91035.00.00.00

ИШНПТ ОМШ 4А92

Н.контр.			
----------	--	--	--

Вал-шестерня

7 | 3 | 08 | 055



√ Ra 0,8

*Размеры для справок

КЭ

40

Дубл.																			
Взам.																			
Подп.																			

ИШНПТ-10Б91035.00.00.00 2 1

Разраб.	Немлиенко			НИ ТПУ	ИШНПТ-10Б91035.00.00.00		ИШНПТ ОМШ 4А92
Провер.	Моховиков						
Утв.							
Н.контр.				Вал-шестерня			7 3 08 055

Наименование операции		Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД
055 Круглошлифовальная		Сталь 40Х ГОСТ 4543-2016		212-248 НВ	к2	0,55	Круг $\phi 50 \times 104$		0,6	1
Оборудование, устройство с ЧПУ		Обозначение программы		Т _а	Т _в	Т _{п.з}	Т _{шт}	СОЖ		
Круглошлифовальный станок 3/1174		-		9	2	7	21	-		

р		ПИ	Д или В	L	t	i	s	n	v	
0 01	А. Закрепить заготовку в центрах.									
0 02	Базы: центровочное отверстие, фаски 1,5x60°									
Т 03	Центр GS-MT									
Т 04	Центр А-1-4-Н ГОСТ 8742 -75.									
0 05	1. Шлифовать поверхности согласно эскизу.									
Т 06	Круг шлифовальный Б 14А 25x20x6 ГОСТ 2424-83.									
Т 07	Карандаш 3908-0051 ГОСТ 607-80.									
р 08		-	$30_{+0,002}^{+0,018}$	$36 \pm 0,31$	0,3	1	15	3000	80	
0 09	2. Снять заготовку.									
0 10	3. Контролировать полученные размеры и шероховатость поверхностей согласно эскизу.									
Т 11	Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93.									
Т 12	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1-1 ГОСТ 166-89.									
Т 13	Штангенциркуль ШЦ-II-125-0,05 ГОСТ 166-89.									

OK

Не для коммерческого использования

41

Дубл.																			
Взам.																			
Подп.																			

ИШНПТ-10Б91035.00.00.00 2 2

Разраб.	Немлиенко			НИ ТПУ	ОМШ.4А9210Б91.001				ИШНПТ ОМШ 4А92
Провер.	Моховиков								
Утв.									

Н.контр. Колесо коническое с круговым зубом 7 3 08 040

р ПИ D или B L t i s n v

Т 14	Микрометр МК25 ГОСТ ГОСТ 6507-90.
Т 15	Микрометр МК50 ГОСТ 6507-90.
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	

КОМПАС-3D v20 Учебная версия © 2021 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

Дубл.														
Взам.														
Подп.														

ИШНПТ-10Б91035.00.00.00 1 1

Разраб.	Немлиенко			НИ ТПУ	ИШНПТ-10Б91035.00.00.00		ИШНПТ ОМШ 4А92
Провер.	Моховиков						
Утв.							
Н.контр.				Вал-шестерня			2 15 02 060

Наименование операции		Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД
060 Промывочная		Сталь 40Х ГОСТ 4543-2016		212-248 НВ	к2	0,31	Круг $\phi 50 \times 104$		-	1
Оборудование, устройство с ЧПУ		Обозначение программы		Т _о	Т _в	Т _{п.з}	Т _{шт}	СОЖ		
Спирто-бензиновая ванна		-		10	3	2	22	-		

р		ПИ	Д или В	L	t	i	s	n	v
0 01	1. Промыть деталь.								
М 02	Раствор спирто-бензина (50/50).								
03									
04									
05									
06									
07									
08									
09									
10									
11									
12									
13									

OK

Не для коммерческого использования

43

Дубл.																				
Взам.																				
Подп.																				
														ИШНПТ-10Б91035.00.00.00		1	1			
Разраб.	Немлиенко			НИ ТПУ		ИШНПТ-10Б91035.00.00.00				ИШНПТ ОМШ 4А92										
Провер.	Моховиков																			
Утв.																				
Н.контр.						Вал-шестерня				2	5	02	065							
Наименование операции				Материал			Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД						
065 Контрольная				Сталь 40Х ГОСТ 4543-2016			212-248 НВ	к2	0,55	Круг $\phi 50 \times 104$			-	1						
Оборудование, устройство с ЧПУ				Обозначение программы			То	Тв	Тп.з	Тшт	СОЖ									
Стол контрольный ГОСТ Р 58863-2020				-			2	0,5	2	7,5	-									
р				ПИ	D или B		L	t	i	s	n	v								
0 01	1. Контролировать размеры полученные на предыдущих операциях.																			
Т 02	Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93.																			
Т 03	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1-1 ГОСТ 166-89.																			
Т 04	Штангенциркуль ШЦ-II-125-0,05 ГОСТ 166-89.																			
Т 05	Микрометр МК25 ГОСТ ГОСТ 6507-90.																			
Т 06	Микрометр МК50 ГОСТ 6507-90.																			
07																				
08																				
09																				
10																				
11																				
12																				
13																				

OK

Не для коммерческого использования

44

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

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

ИШНПТ-10Б91035.00.00.00

12

7

Разраб.	Немлиенко		
Провер.	Моховиков		
Утв.			
Н.контр.			

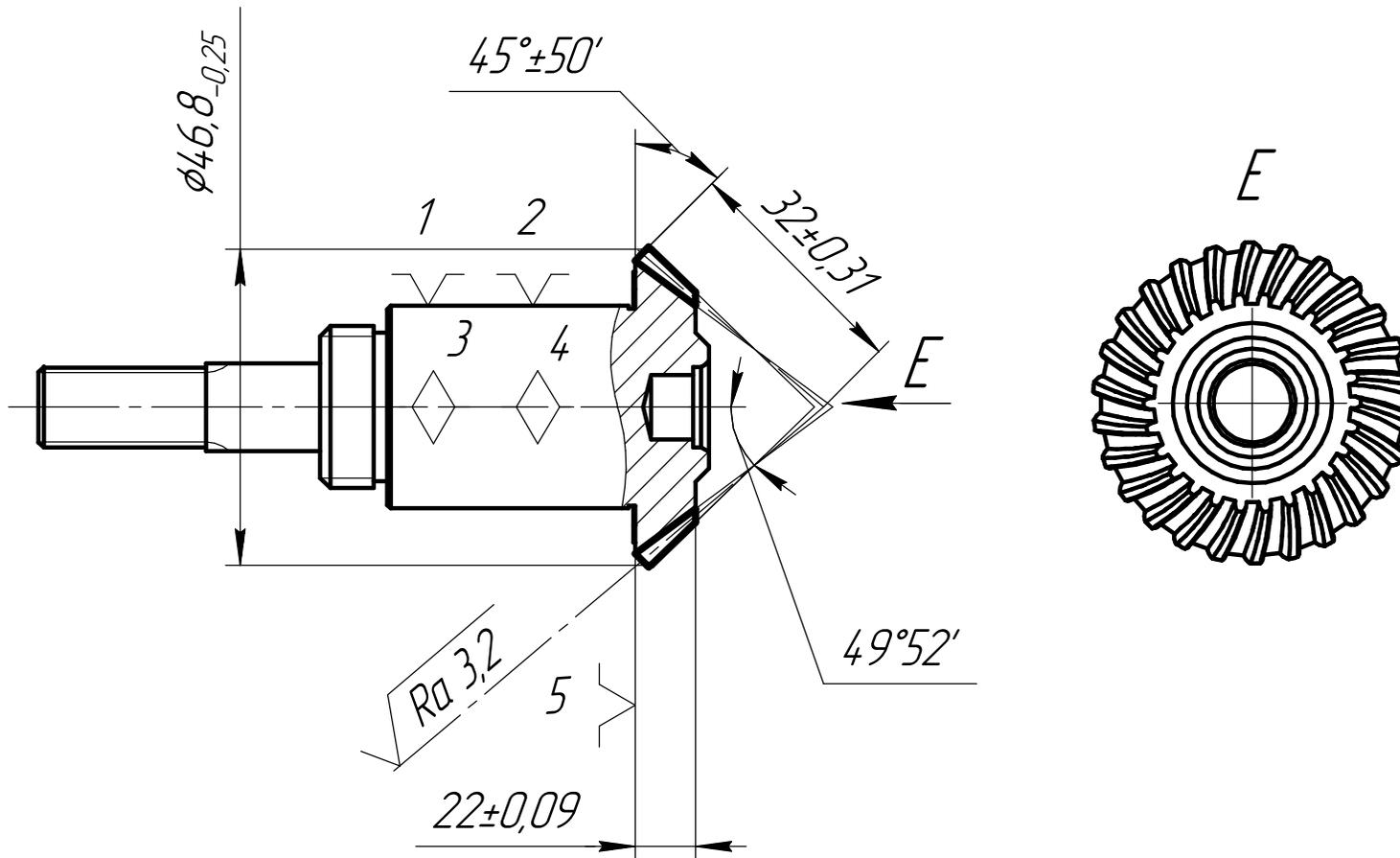
НИ ТПУ

ИШНПТ-10Б91035.00.00.00

ИШНПТ ОМШ 4А92

Вал-шестерня

7 | 13 | 10 | 070



Дубл.			
Взам.			
Подп.			

ИШНПТ-10Б91035.00.00.00

12

8

Разраб.	Немлиенко			НИ ТПУ	ИШНПТ-10Б91035.00.00.00		ИШНПТ ОМШ 4А92
Провер.	Моховиков						
Утв.							
Н.контр.				Вал-шестерня			7 9 07 070

Модуль нормальный средний	m_z	1,25	Направление линии зуба	-	Левое	Относительные размеры суммарного пятна контакта в передаче	по высоте зуба	-	не менее 60%
	Число зубьев	z	26	Исходный контур	-		ГОСТ 16202-81	по длине зуба	-
Тип зуба		-	круговой	Коэффициент изменения расчётной толщины зуба	x_c	0,261	Межосевой угол		Угол конуса впадин
	Осевая форма зуба	-		Угол делительного конуса	δ	45°		Внешнее конусное расстояние	
Средний угол наклона зубьев		β_z	35°	Степень точности по ГОСТ 1758-81	-	7-С	Среднее конусное расстояние		R
	Делительная толщина зуба по хорде в измерительном сечении	s	2,545 ^{-0,05} _{-0,11}	Высота по делительной хорде зуба в измерительном сечении	h_b	1,508		Внешняя высота зуба	
Допуск на биение зубчатого венца							F_f		0,036
	Предельное отклонение шага	$\pm f_n$	$\pm 0,014$	Развод резцов	W_z	0,5			
Гарантированный доковой зазор в передаче							$f_{n, \min}$	0,062	

КЭ

46

Дубл.														
Взам.														
Подп.														

ИШНПТ-10Б91035.00.00.00 1 1

Разраб.	Немлиенко			НИ ТПУ	ИШНПТ-10Б91035.00.00.00			ИШНПТ ОМШ 4А92
Провер.	Моховиков							
Утв.								
Н.контр.				Вал-шестерня				7 11 12 070

Наименование операции		Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД
070 Зубофрезерная		Сталь 40Х ГОСТ 4543-2016		212-248 НВ	к2	0,33	Круг $\phi 50 \times 104$		0,38	1
Оборудование, устройство с ЧПУ		Обозначение программы		Т _а	Т _в	Т _{п.з}	Т _{шт}	СОЖ		
Зуборезный станок YKD2212		-		9	2	7	21	-		

р		ПИ	Д или В	L	t	i	s	n	v	
0 01	А. Закрепить заготовку в цанговом патроне. Базы наружный диаметр 30, торец.									
0 02	Цанга 7010-0035-d 30 ГОСТ 2876-80.									
Т 03	1. Нарезать зубья согласно эскизу.									
Т 04	Комплект головок 2553-0003 ГОСТ 24904-81.									
р 05		-	-	-	0,3	8	0,1	1000	50	
0 06	2. Снять заготовку.									
Т 07	3. Контролировать полученные размеры и шероховатость поверхностей согласно эскизу.									
Т 08	Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93.									
Т 09	Штангенциркуль ШЦ-II-125-0,05 ГОСТ 166-89.									
Т 10	Биенимер Б10М ГОСТ 8137-81;									
Т 11	Штангензубомер с нониусом тип ШЗН ТУ 2-034-773-2004;									
Т 12	Эвольвентомер универсальный РН-100.									
13										

OK

Не для коммерческого использования

47

Дубл.																				
Взам.																				
Подп.																				
														ИШНПТ-10Б91035.00.00.00		1	1			
Разраб.	Немлиенко					НИ ТПУ		ИШНПТ-10Б91035.00.00.00								ИШНПТ ОМШ 4А92				
Провер.	Моховиков																			
Утв.																				
Н.контр.								Вал-шестерня				2	15	02	075					
Наименование операции				Материал				Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД				
075 Промывочная				Сталь 40Х ГОСТ 4543-2016				212-248 НВ		к2	0,31	Круг $\phi 50 \times 104$			-	1				
Оборудование, устройство с ЧПУ				Обозначение программы				То	Тв	Тп.з	Тшт	СОЖ								
Спирто-бензиновая ванна				-				10	3	2	22	-								
р					ПИ	D или B		L	t	i	s	n	v							
0 01	1. Промыть деталь.																			
М 02	Раствор спирто-бензина (50/50).																			
03																				
04																				
05																				
06																				
07																				
08																				
09																				
10																				
11																				
12																				
13																				

OK

Не для коммерческого использования

48

Дубл.																				
Взам.																				
Подп.																				

ИШНПТ-10Б91035.00.00.00

1

1

Разраб.	Немлиенко			НИ ТПУ	ИШНПТ-10Б91035.00.00.00			ИШНПТ ОМШ 4А92			
Провер.	Моховиков										
Утв.											
Н.контр.				Вал-шестерня				2	5	02	080

Наименование операции

Материал

Твердость

ЕВ

МД

Профиль и размеры

МЗ

КОИД

080 Слесарная

Сталь 40Х ГОСТ 4543-2016

212-248 НВ

к2

Круг $\phi 50 \times 104$

1

Оборудование, устройство с ЧПУ

Обозначение программы

Т₀Т_ВТ_{п.з}Т_{шт}

СОЖ

Верстак W160.WS1/F2.010

-

6

4

3

15

-

р

ПИ

D или B

L

t

i

s

n

v

0 01 1. Заусенцы снять, острые кромки притупить.

Т 02 Напильник 2820-0076 ГОСТ 1465-80.

03

04

05

06

07

08

09

10

11

12

13

OK

Не для коммерческого использования

49

Дубл.																				
Взам.																				
Подп.																				
														ИШНПТ-10Б91035.00.00.00		1	1			
Разраб.	Немлиенко					НИ ТПУ		ИШНПТ-10Б91035.00.00.00				ИШНПТ ОМШ 4А92								
Провер.	Моховиков																			
Утв.																				
Н.контр.								Вал-шестерня				2	5	02	085					
Наименование операции				Материал				Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД				
085 Контрольная				Сталь 40Х ГОСТ 4543-2016				212-248 НВ		к2	0,55	Круг $\phi 50 \times 104$			-	1				
Оборудование, устройство с ЧПУ				Обозначение программы				То	Тв	Тп.з	Тшт	СОЖ								
Стол контрольный ГОСТ Р 58863-2020				-				2	0,5	2	7,5	-								
р					ПИ	D или B		L	t	i	s	n	v							
0 01	1. Контролировать размеры полученные на предыдущих операциях.																			
Т 02	Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93.																			
Т 03	Штангенциркуль ШЦ-II-125-0,05 ГОСТ 166-89.																			
Т 04	Биениемер Б10М ГОСТ 8137-81;																			
Т 05	Штангензубомер с нониусом тип ШЗН ТУ 2-034-773-2004;																			
Т 06	Эвольвентомер универсальный РН-100.																			
07																				
08																				
09																				
10																				
11																				
12																				
13																				

OK

Не для коммерческого использования

50

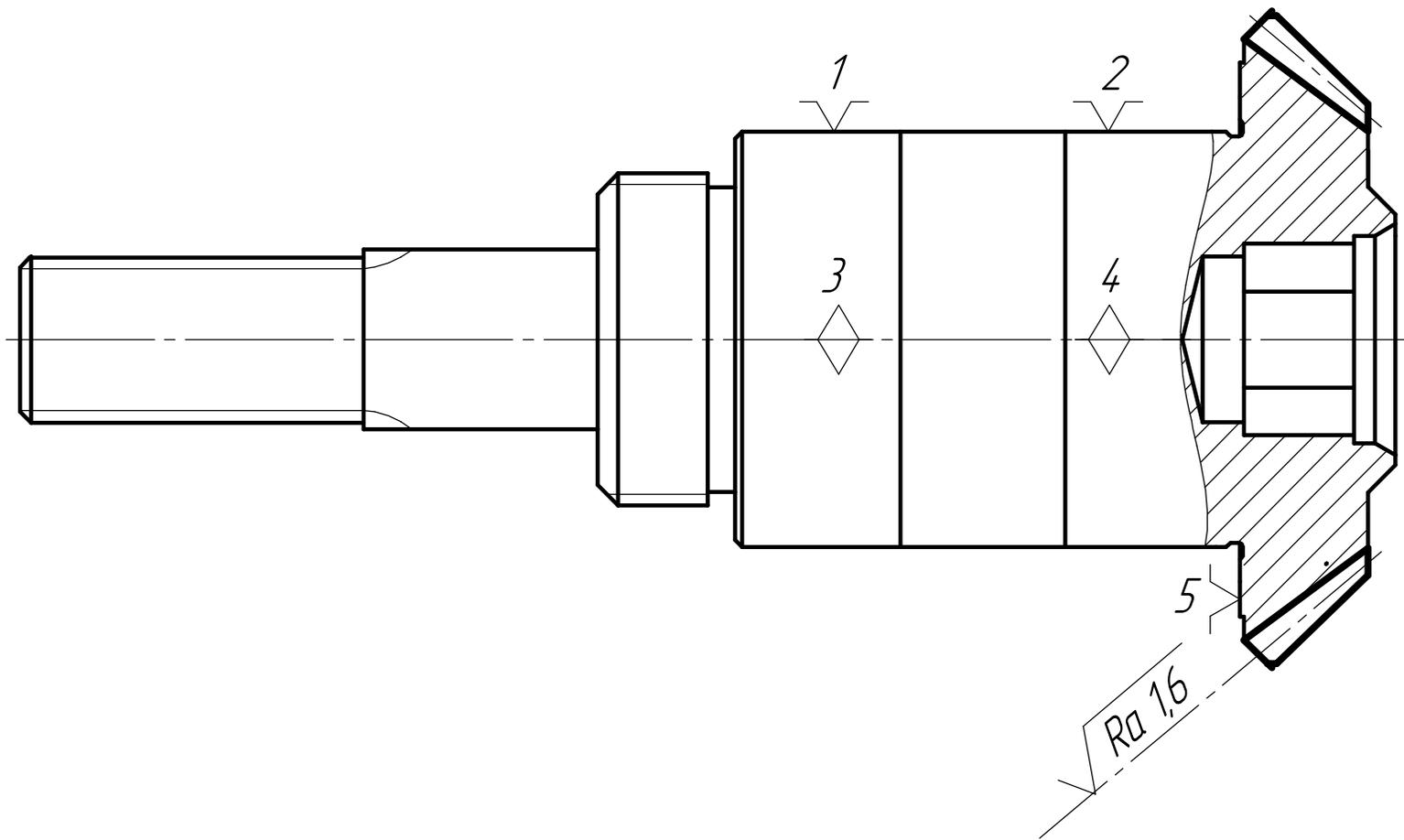
Дубл.			
Взам.			
Подп.			

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

ИШНПТ-10Б91035.00.00.00 12 9

Разраб.	Немлиенко			НИ ТПУ	ИШНПТ-10Б91035.00.00.00		ИШНПТ ОМШ 4А92
Провер.	Моховиков						
Утв.							

Н.контр. Вал-шестерня 7 11 12 095



КОМПАС-3D v20 Учебная версия © 2021 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

Дубл.																				
Взам.																				
Подп.																				
														ИШНПТ-10Б91035.00.00.00		1	1			
Разраб.	Немлиенко			НИ ТПУ		ИШНПТ-10Б91035.00.00.00					ИШНПТ ОМШ 4А92									
Провер.	Моховиков																			
Утв.																				
Н.контр.						Вал-шестерня					7	3	13	095						
Наименование операции				Материал			Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД					
095 Зубошлифовальная				Сталь 40Х ГОСТ 4543-2016			48-57 HRC		к2	0,31	Круг $\phi 50 \times 104$			0,33	1					
Оборудование, устройство с ЧПУ				Обозначение программы			Т _а	Т _в	Т _{п.з}	Т _{шт}	СОЖ									
Зубошлифовальный станок для конических колёс с круговым зубом 5А872				-			15	7	11	30	-									
р				ПИ	D или B		L	t	i	s	n	v								
0 01	А. Закрепить заготовку в центрах.																			
Т 02	Цанга 7010-0035-d 30 ГОСТ 2876-80.																			
0 03	1. Шлифовать зубья согласно эскизу.																			
Т 04	Круг чашечный цилиндрический 6-30x30x8-3.																			
р 05				-	-	-	0,03	8	0,05	500	30									
0 06	2. Снять заготовку.																			
0 07	3. Контролировать полученные размеры и шероховатость поверхностей согласно эскизу.																			
Т 08	Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93.																			
Т 09	Штангенциркуль ШЦ-II-125-0,05 ГОСТ 166-89.																			
Т 10	Биенимер Б10М ГОСТ 8137-81;																			
Т 11	Штангензубомер с нониусом тип ШЗН ТУ 2-034-773-2004;																			
Т 12	Эвольвентомер универсальный РН-100.																			
13																				
OK														53						
Не для коммерческого использования																				

КОМПАС-3D v20 Учебная версия © 2021 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

Дубл.																			
Взам.																			
Подп.																			

ИШНПТ-10Б91035.00.00.00

1

1

Разраб.	Немлиенко			НИ ТПУ	ИШНПТ-10Б91035.00.00.00			ИШНПТ ОМШ 4А92					
Провер.	Моховиков												
Утв.													
Н.контр.				Вал-шестерня				3	13	03	105		

Наименование операции		Материал	Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД
105 Термическая		Сталь 40Х ГОСТ 4543-2016	40-45 НРС	к2	0,33	Круг $\phi 50 \times 104$		0,33	1
Оборудование, устройство с ЧПУ		Обозначение программы	T _а	T _в	T _{п.з}	T _{шт}	СОЖ		
Установка индукционного нагрева ТЕСЛАЙН 100Z-EM2013		-	25	7	10	30	-		

р		ПИ	D или B	L	t	i	s	n	v
0 01	А. Закрепить заготовку в цанговом патроне. Базы наружный диаметр 30 мм.								
T 02	Цанга 7010-0035-d 30 ГОСТ 2876-80.								
0 03	1. Разместить заготовку в индукционную спираль, закаливать поверхность $\phi 13$, 6,5 минут на глубину 0,8...1,0 мм.								
0 04	2. Контролировать полученную глубину закалки методом травления макрошлифов.								
M 05	25% водный раствор азотной кислоты ГОСТ 4461-77.								
06									
07									
08									
09									
10									
11									
12									
13									

OK

Не для коммерческого использования

61

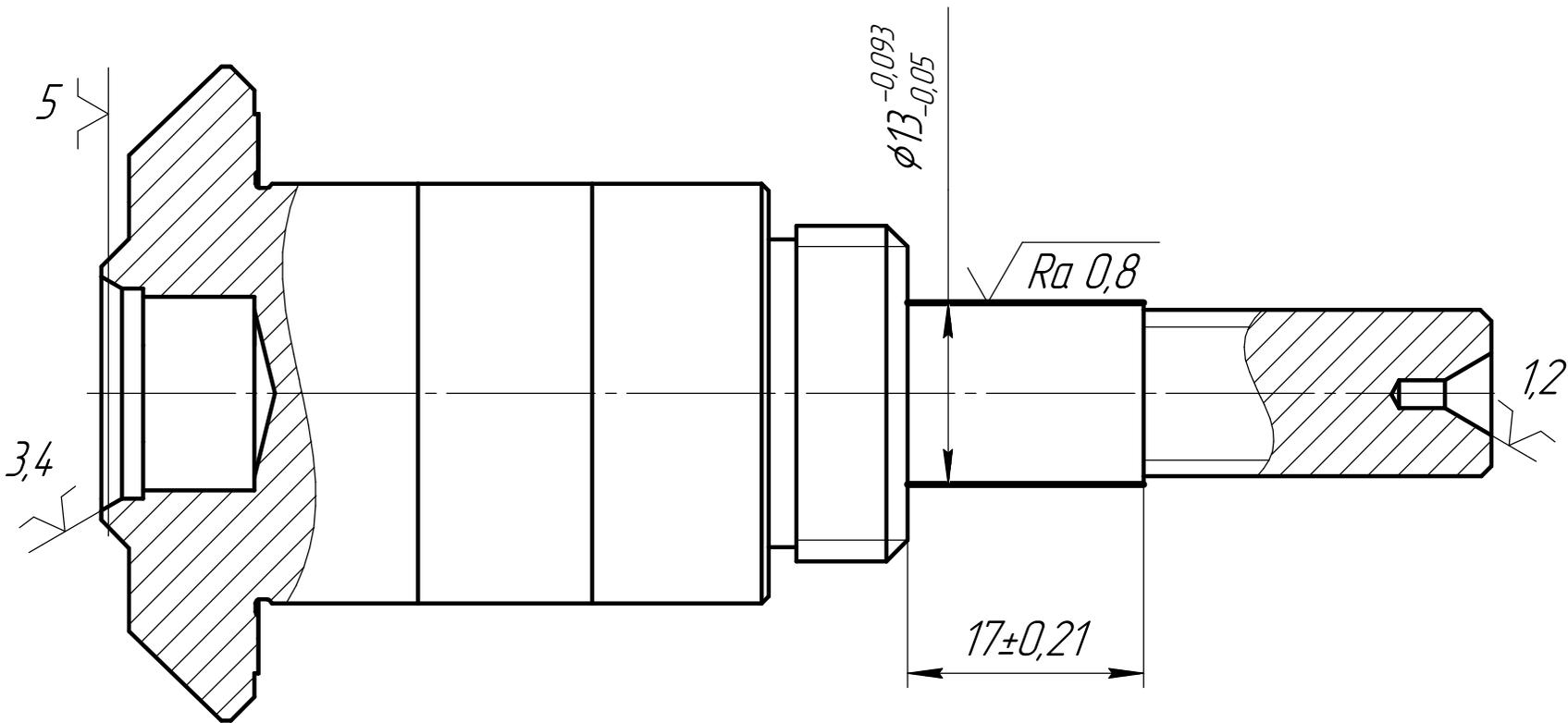
Дубл.			
Взам.			
Подп.			

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

ИШНПТ-10Б91035.00.00.00 12 10

Разраб.	Немлиенко			НИ ТПУ	ИШНПТ-10Б91035.00.00.00		ИШНПТ ОМШ 4А92
Провер.	Моховиков						
Утв.							

Н.контр.				Вал-шестерня			7	11	12	110
----------	--	--	--	--------------	--	--	---	----	----	-----



КОМПАС-3D v20 Учебная версия © 2021 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

Дубл.																				
Взам.																				
Подп.																				

ИШНПТ-10Б91035.00.00.00 2 1

Разраб.	Немлиенко			НИ ТПУ	ИШНПТ-10Б91035.00.00.00				ИШНПТ ОМШ 4А92			
Провер.	Моховиков											
Утв.												
Н.контр.				Вал-шестерня					7	3	08	110

Наименование операции		Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД
110 Круглошлифовальная		Сталь 40Х ГОСТ 4543-2016		212-248 НВ	к2	0,55	Круг $\phi 50 \times 104$		0,6	1
Оборудование, устройство с ЧПУ		Обозначение программы		Т _а	Т _в	Т _{п.з}	Т _{шт}	СОЖ		
Круглошлифовальный станок 3/1174		-		9	2	7	21	-		

р		ПИ	Д или В	L	t	i	s	n	v	
0 01	А. Закрепить заготовку в центрах.									
0 02	Базы: центровочное отверстие, фаски 1,5x60°									
Т 03	Центр GS-MT									
Т 04	Центр А-1-4-Н ГОСТ 8742 -75.									
0 05	1. Шлифовать поверхности согласно эскизу.									
Т 06	Круг шлифовальный Б 14А 25x20x6 ГОСТ 2424-83.									
Т 07	Карандаш 3908-0051 ГОСТ 607-80.									
р 08		-	-	17±0,21	0,1	1	10	3000	80	
0 09	2. Снять заготовку.									
0 10	3. Контролировать полученные размеры и шероховатость поверхностей согласно эскизу.									
Т 11	Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93.									
Т 12	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1-1 ГОСТ 166-89.									
13										

OK

Не для коммерческого использования

56

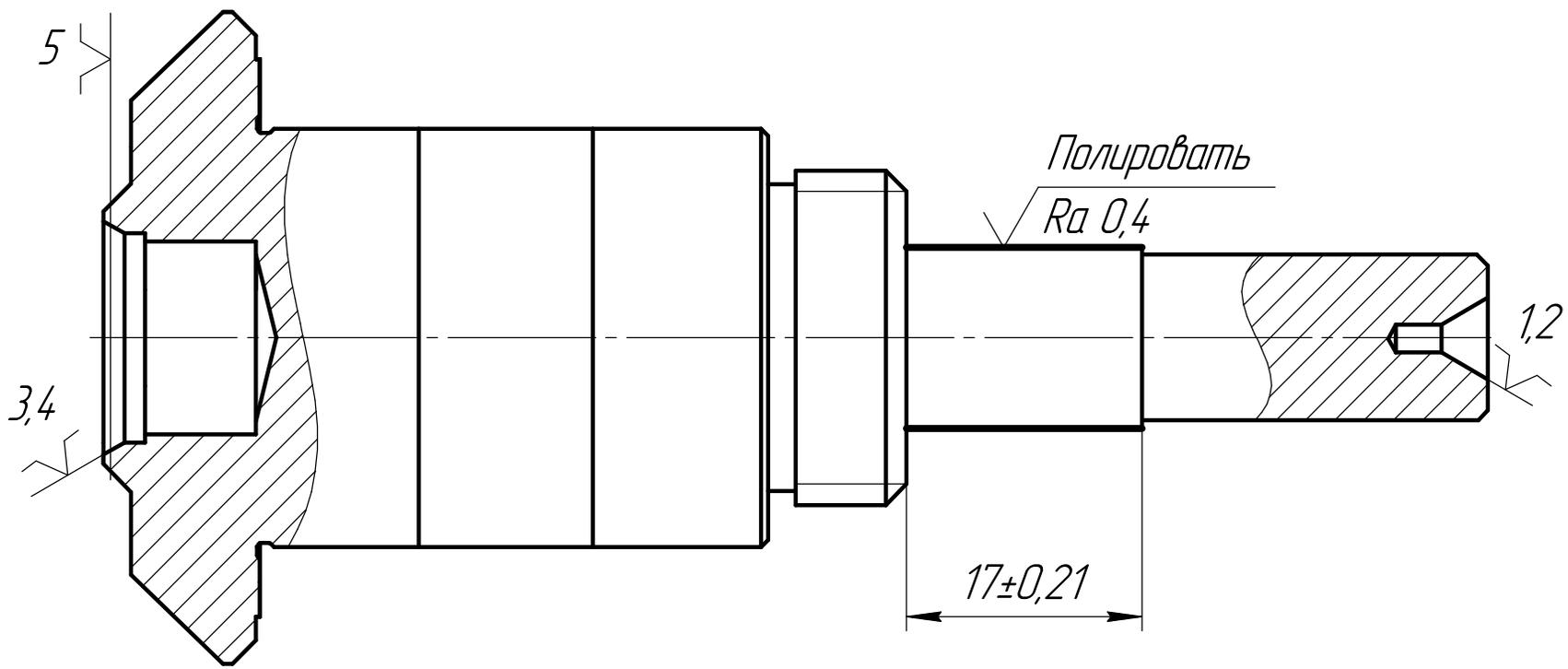
КОМПАС-3D v20 Учебная версия © 2021 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

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

ИШНПТ-10Б91035.00.00.00	12	11
-------------------------	----	----

Разраб.	Немлиенко			НИ ТПУ	ИШНПТ-10Б91035.00.00.00		ИШНПТ ОМШ 4А92
Провер.	Моховиков						
Утв.							
Н.контр.				Вал-шестерня			7 3 13 115



КОМПАС-3D v20 Учебная версия © 2021 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

Дубл.																			
Взам.																			
Подп.																			

ИШНПТ-10Б91035.00.00.00 1 1

Разраб.	Немлиенко			НИ ТПУ	ИШНПТ-10Б91035.00.00.00			ИШНПТ ОМШ 4А92
Провер.	Моховиков							
Утв.								
Н.контр.				Вал-шестерня				7 3 08 110

Наименование операции	Материал	Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры	МЗ	КОИД
110 Круглошлифовальная	Сталь 40Х ГОСТ 4543-2016	212-248 НВ	к2	0,55	Круг $\phi 50 \times 104$	0,6	1
Оборудование, устройство с ЧПУ	Обозначение программы	То	Тв	Тп.з	Тшт	СОЖ	
Круглошлифовальный станок 3/1174	-	9	2	7	21	-	

р	ПИ	Д или В	L	t	i	s	n	v
0 01	А. Закрепить заготовку в центрах.							
0 02	Базы: центровочное отверстие, фаски 1,5x60°.							
Т 03	Центр GS-MT							
Т 04	Центр А-1-4-Н ГОСТ 8742 -75.							
0 05	1. Полировать поверхность согласно эскизу.							
Т 06	Круг полировальный 40x 20,0x 16 14А 25-Н М R 25м/с 2 кл. ГОСТ Р 51967-2002.							
Т 07	Карандаш 3908-0051 ГОСТ 607-80.							
р 08	-	-	17±0,21	0,1	1	10	2000	25
0 09	2. Снять заготовку.							
0 10	3. Контролировать полученные размеры и шероховатость поверхностей согласно эскизу.							
Т 11	Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93.							
Т 12	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1-1 ГОСТ 166-89.							
13								

OK

Не для коммерческого использования

58

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

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

ИШНПТ-10Б91035.00.00.00

12

12

Разраб.	Немлиенко		
Провер.	Моховиков		
Утв.			
Н.контр.			

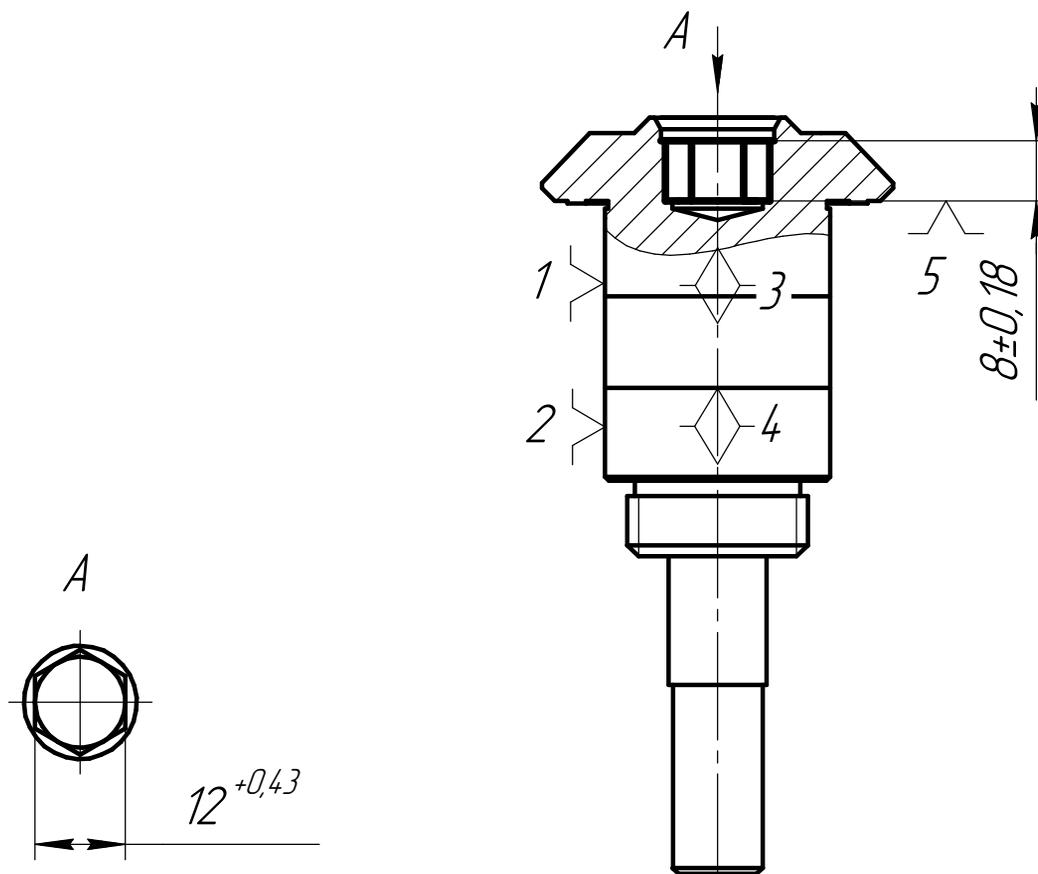
НИ ТПУ

ИШНПТ-10Б91035.00.00.00

ИШНПТ ОМШ 4А92

Вал-шестерня

7 | 3 | 13 | 120

 $\sqrt{Ra\ 6,3}$ 

Дубл.																				
Взам.																				
Подп.																				

ИШНПТ-10Б91035.00.00.00 1 1

Разраб.	Немлиенко			НИ ТПУ	ИШНПТ-10Б91035.00.00.00					ИШНПТ ОМШ 4А92			
Провер.	Моховиков												
Утв.													
Н.контр.				Вал-шестерня						7	13	06	120

Наименование операции		Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД
120 Долбежная		Сталь 40Х ГОСТ 4543-2016		212-248 НВ	к2	0,6	Круг $\phi 50 \times 104$		0,65	1
Оборудование, устройство с ЧПУ		Обозначение программы		То	Тв	Тп.з	Тшт	СОЖ		
Долбежный станок S315TG1		-		6	7,8	12	15	-		

р	ПИ	Д или В	L	t	i	s	n	v	
0 01	А. Закрепить заготовку в специальном приспособлении. Базы: наружный диаметр 30, торец.								
Т 02	Специально приспособление.								
0 03	1. Долбить шестигранник согласно эскизу.								
Т 04	Резец долбежный 2182-0604 ГОСТ 10046-72.								
р 05	-	$12^{+0,43}$	$8 \pm 0,18$	0,5	16	0,5	-	57	
0 06	2. Контролировать полученные размеры и шероховатость поверхностей согласно эскизу.								
Т 07	Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93.								
Т 08	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1-1 ГОСТ 166-89.								
09									
10									
11									
12									
13									

OK

Не для коммерческого использования

60

Дубл.														
Взам.														
Подп.														

ИШНПТ-10Б91035.00.00.00 1 1

Разраб.	Немлиенко			НИ ТПУ	ИШНПТ-10Б91035.00.00.00		ИШНПТ ОМШ 4А92
Провер.	Моховиков						
Утв.							
Н.контр.				Вал-шестерня			2 15 02 135

Наименование операции	Материал	Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры	МЗ	КОИД
135 Промывочная	Сталь 40Х ГОСТ 4543-2016	40-45 НРС	к2	0,31	Круг $\phi 50 \times 104$	-	1
Оборудование, устройство с ЧПУ	Обозначение программы	Т _о	Т _в	Т _{п.з}	Т _{шт}	СОЖ	
Моечная машина АМ500 Т	-	10	3	2	22	-	

р	ПИ	D или B	L	t	i	s	n	v
0 01	1. Промыть детали по ТТП 01279-00002.							
М 02	Раствор по ТТП 01279-00002.							
03								
04								
05								
06								
07								
08								
09								
10								
11								
12								
13								

OK

Не для коммерческого использования

62

Дубл.																				
Взам.																				
Подп.																				
														ИШНПТ-10Б91035.00.00.00		1	1			
Разраб.	Немлиенко					НИ ТПУ		ИШНПТ-10Б91035.00.00.00				ИШНПТ ОМШ 4А92								
Провер.	Моховиков																			
Утв.																				
Н.контр.								Вал-шестерня				2	5	02	140					
Наименование операции				Материал				Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД				
140 Контрольная				Сталь 40Х ГОСТ 4543-2016				212-248 НВ		к2	0,3	Круг $\phi 50 \times 104$			-	1				
Оборудование, устройство с ЧПУ				Обозначение программы				Т _а	Т _в	Т _{п.з}	Т _{шт}	СОЖ								
Стол контрольный ГОСТ Р 58863-2020				-				24	3	7	38	-								
р					ПИ	D или B		L	t	i	s	n	v							
0 01	1. Контролировать размеры согласно чертежу.																			
Т 02	Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93.																			
Т 03	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1-1 ГОСТ 166-89.																			
Т 04	Штангенциркуль ШЦ-II-125-0,05 ГОСТ 166-89.																			
Т 05	Угломер типа 2-2 ГОСТ 5378-88.																			
Т 06	Микрометр МК25 ГОСТ ГОСТ 6507-90.																			
Т 07	Микрометр МК50 ГОСТ 6507-90.																			
Т 08	Калибр-кольцо 1-12х6дх0,8х9h ГОСТ 24969-81.																			
Т 09	Биенимер Б10М ГОСТ 8137-81;																			
Т 10	Штангензубомер с нониусом тип ШЗН ТУ 2-034-773-2004;																			
Т 11	Эвольвентомер универсальный РН-100.																			
12																				
13																				

OK

Не для коммерческого использования

63

Дубл.																				
Взам.																				
Подп.																				
														ИШНПТ-10Б91035.00.00.00		1	1			
Разраб.	Немлиенко					НИ ТПУ		ИШНПТ-10Б91035.00.00.00								ИШНПТ ОМШ 4А92				
Провер.	Моховиков																			
Утв.																				
Н.контр.								Вал-шестерня				2 6 02 145								
Наименование операции				Материал				Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД				
145 Консервация				Сталь 40Х ГОСТ 4543-2016				212-248 НВ		к2	0,3	Круг $\phi 50 \times 104$			-	1				
Оборудование, устройство с ЧПУ				Обозначение программы				То	Тв	Тп.з	Тшт	СОЖ								
Материалы по ТТП 60270-00001, вариант 6. Склад готовых деталей.				-				10	4	10	27	-								
р					ПИ	D или B		L	t	i	s	n	v							
0 01	1. Консервировать детали по ТТП 60270-00001, вариант 6.																			
М 02	Раствор по ТТП 60210-00001.																			
0 03	2. Сдать детали на СГД.																			
04																				
05																				
06																				
07																				
08																				
09																				
10																				
11																				
12																				
13																				

OK

Не для коммерческого использования

64