

Школа ИШНПТ  
 Направление подготовки 15.03.01  
Машиностроение Отделение школы (НОЦ)  
Материаловедение

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
<b>Разработка технологии изготовления детали «Червяк»</b>

УДК 621.81-2-047.84

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л61	Тогушаков Денис Александрович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Петровский Евгений Николаевич	-		

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Трубченко Татьяна Григорьевна	Канд.экон.наук, доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Мезенцева Ирина Леонидовна	-		

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
15.03.01	Ефременков Егор Алексеевич	Канд. Техн. наук		

## Планируемые результаты обучения по программе

Код результата	Результат обучения*
Общие по направлению подготовки (специальности)	
P1	Способность применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире; умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, основы теоретического и экспериментального исследования в комплексной инженерной деятельности с целью моделирования объектов и технологических процессов в машиностроении, используя стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования машиностроительной и сварочной продукции.
P2	Демонстрировать понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации; использование для решения коммуникативных задач современных технических средств и информационных технологий.
P3	Способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля, осознавать перспективность интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования, уметь критически оценивать свои достоинства и недостатки.
P4	Способность эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, осведомленность в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на машиностроительных и строительно-монтажных производствах.
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на предприятиях машиностроительного, строительно-монтажного комплекса и в отраслевых научных организациях, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований
P7	Умение проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения и сварочного производства
P8	Умение применять стандартные методы расчета деталей и узлов машиностроительных изделий и конструкций, выполнять проектно-конструкторские работы, составлять и оформлять проектную и технологическую документацию соответственно стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов,

	организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.
Профиль 3 (Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств)	
P11	Умение применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных и строительно-монтажных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий, умение применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении и строительстве, применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.
P12	Умение обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроительного производства, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий.

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

Школа ИШНПТ

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 Машиностроение

Отделение школы (НОЦ) Материаловедение

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

Ефременков Е.А.

(Подпись)      (Дата)      (Ф.И.О.)

### ЗАДАНИЕ

#### на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л61	Тогущаков Денис Александрович

Тема работы:

Разработка технологии изготовления детали "Червяк"	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:

--	--

#### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p><b>Исходные данные к работе</b>  <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p><i>Чертёж детали "Червяк"</i></p> <p><i>Технологический процесс изготовления</i></p> <p><i>детали 500 шт./год</i></p> <p><i>Сталь 40Х</i></p> <p><i>Особых требований нет</i></p>
---	--

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b> (аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</p>	<p><i>Технологическая часть: Определение типа производства, анализ технологичности конструкции детали, разработка маршрутного техпроцесса, размерный анализ, расчёт режимов резания, расчёт основного времени.</i></p> <p><i>Конструкторская часть: расчёт и проектирование приспособления.</i></p>
<p><b>Перечень графического материала</b> (с точным указанием обязательных чертежей)</p>	<p><i>Чертеж детали, размерный анализ технологического процесса, карта технологического процесса, чертеж приспособления.</i></p>

<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> (с указанием разделов)</p>	
<p><b>Раздел</b></p>	<p><b>Консультант</b></p>
<p><b>Технологическая часть</b></p>	<p>Петровский Евгений Николаевич</p>
<p><b>Конструкторская часть</b></p>	<p>Петровский Евгений Николаевич</p>
<p><b>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</b></p>	<p>Трубченко Татьяна Григорьевна</p>
<p><b>Социальная ответственность</b></p>	<p>Мезенцева Ирина Леонидовна</p>
<p><b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b></p>	
<p> </p>	
<p> </p>	
<p> </p>	

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

**Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):**

<p>Должность</p>	<p>ФИО</p>	<p>Ученая степень, звание</p>	<p>Подпись</p>	<p>Дата</p>
<p>Старший преподаватель</p>	<p>Петровский Евгений Николаевич</p>	<p>-</p>	<p> </p>	<p> </p>

**Задание принял к исполнению студент:**

<p>Группа</p>	<p>ФИО</p>	<p>Подпись</p>	<p>Дата</p>
<p>3-8Л61</p>	<p>Тогушаков Денис Александрович</p>	<p> </p>	<p> </p>

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 100 с., 8 рис., 20 табл., 18 источников.

*Ключевые слова:*

Технология машиностроения, технологический процесс, режущие инструменты, Червячный вал, режимы резания, ЧПУ, резьбошлифовальная, финансовый менеджмент, социальная ответственность.

*Объектом исследования является:*

Технология изготовления детали типа «Червячный вал» редуктора.

*Цель работы:*

- разработка технологического процесса изготовления детали «Червячный вал».
- разработка приспособления, назначение режимов резания и инструмента для обработки, расчет экономических показателей.

*В процессе проектирования проводились:*

- расчет заготовки;
- расчет технологических размеров, общих и операционных припусков;
- размерный анализ техпроцесса;
- расчет режимов резания и норм времени для операций техпроцесса.
- расчет точности, сил закрепления приспособления.

*В результате проектирования:*

- рассчитаны уточненные технологические размеры;
- даны рекомендации по выбору режимов резания, режущего инструмента и оборудования;

*Степень внедрения:*

На стадии обсуждения с конструкторским отделом.

## Содержание

Введение.....	8
1. Технологическая часть. ....	9
1.1 Исходные данные. ....	9
1.2 Анализ технологичности конструкции детали. ....	10
1.3. Определение типа, форм и методов организации работ. ....	10
1.4. Выбор исходной заготовки. ....	12
1.5. Проектирование технологического процесса изготовления детали.....	12
1.6. Расчет припусков на технологические операции .....	19
1.7. Размерный анализ спроектированного технологического процесса. ....	27
1.8. Расчет режимов резания .....	28
1.9. Нормирование технологического процесса. ....	51
2. Конструкторская часть .....	55
2.1. Служебное назначение приспособления. ....	55
2.2. Исходные данные приспособления. ....	55
2.3. Кинематическая схема приспособления.....	56
2.4. Расчет силы закрепления детали и выбор цилиндра. Расчет на точность. Расчет слабого звена на прочность. ....	56
3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение. 62	
3.1. Актуальность исследований.....	62
3.2. SWOT анализ технологического процесса изготовления детали «Червяк» 66	
3.3. Планирование научно-исследовательских работ.....	70
3.4. Смета затрат на научно-техническое исследование.....	73
3.5. Определение ресурсной ресурсосберегающей, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности разрабатываемого проекта.....	79
4. Социальная ответственность .....	83
4.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	83
4.2. Производственная безопасность.....	85
4.3. Экологическая безопасность.....	91
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	92
Заключение .....	96
Список используемых источников.....	97
Приложение А .....	99
Графическая часть к ВКР .....	99

## **Введение.**

Червячные передачи широко применяются в промышленности любого рода. Это надежные и довольно компактные конструкции, служащие для передачи вращательного движения с большими передаточными отношениями, обладают такими достоинствами как: плавность работы, малошумность, самоторможение и повышенная кинематическая точность.

Червяки различают на глобоидные, конволюнтные, трапециедальные и архимедовы.

По количеству заходов разделяют: однозаходные и многозаходные.

Задачей курсовой работы является разработка технологического процесса на изготовление четырехзаходного червячного вала с архимедовым профилем.



# 1. Технологическая часть.

## 1.1 Исходные данные.

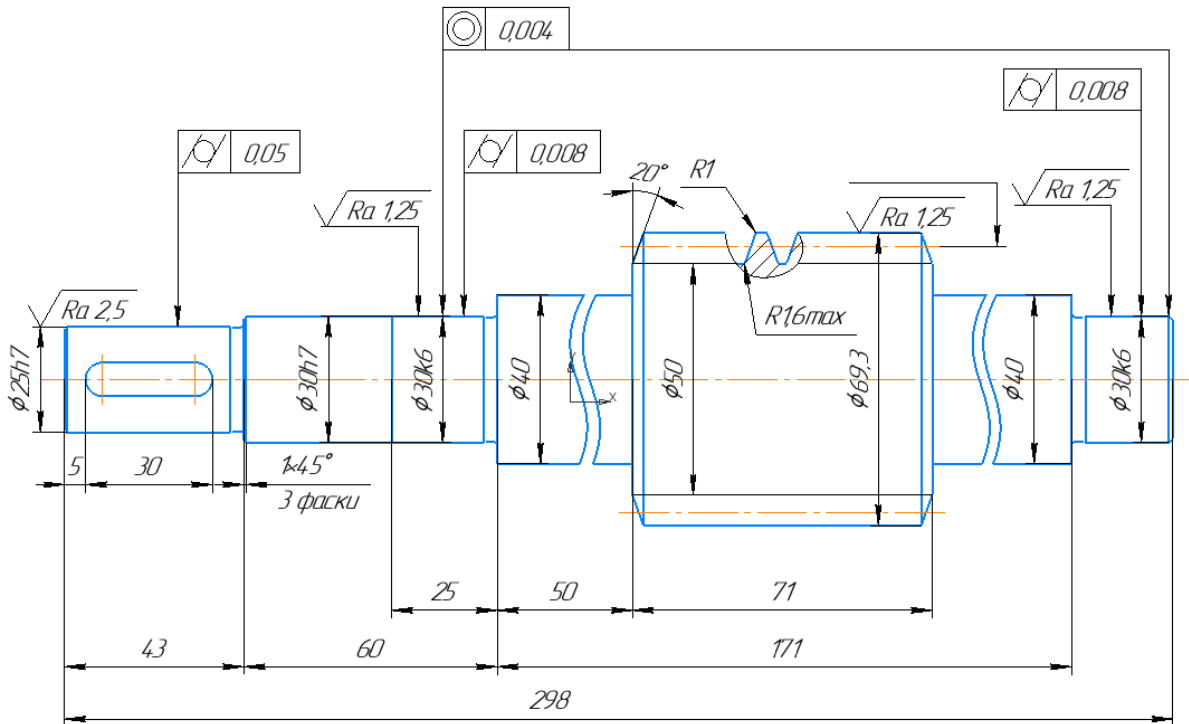


Рис 1. Чертеж детали «Червячный вал».

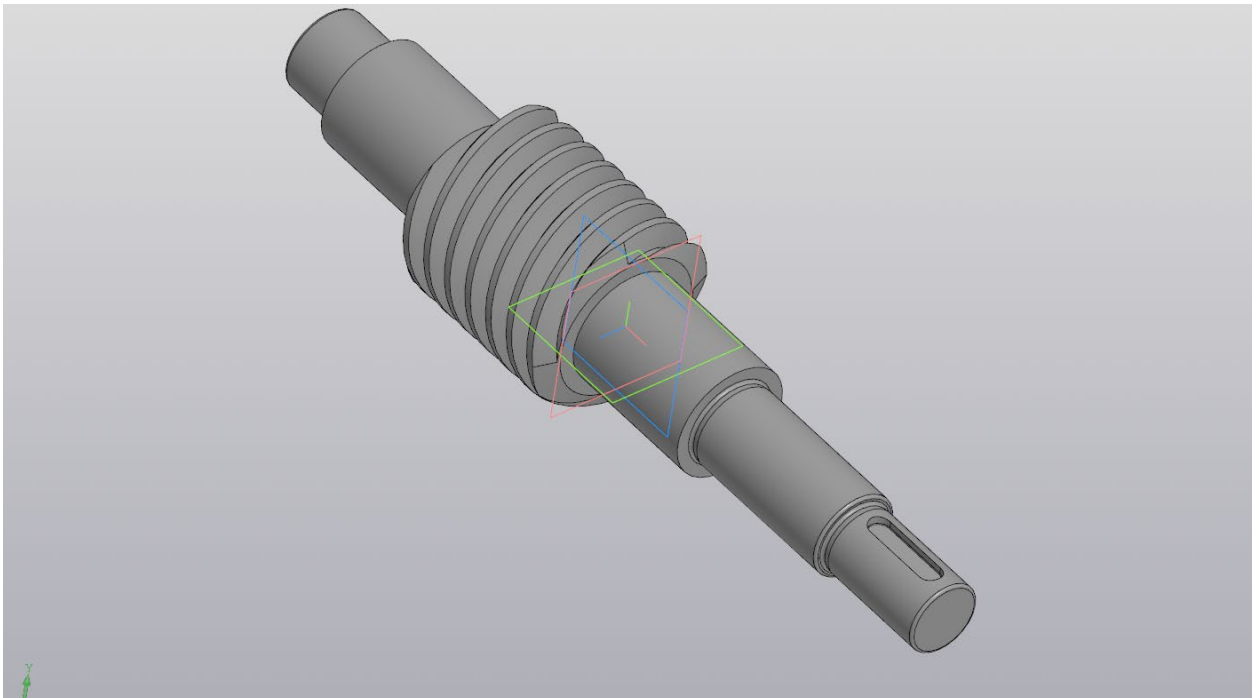


Рис 2. 3D модель детали «Червячный вал».

Характеристика материала детали стали 40Х.

- Термообработка: закалка с последующим отпуском
- Твердость:  $HV 10^{-1} = 217 \text{ МПа}$
- Свариваемость материала: трудносвариваемая. Способы сварки: РДС, ЭШС, необходимы подогрев и последующая термообработка.
- Температураковки, °С: начала 1250, конца 800. Сечения до 350 мм охлаждаются на воздухе.
- Флокеночувствительность: чувствительна.
- Склонность к отпускной хрупкости: склонна.

### **1.2 Анализ технологичности конструкции детали.**

Данная деталь имеет конструкцию типа: вал, что является одним из типовых форм детали. Все поверхности, которые необходимо получить при обработке, имеют свободный доступ. На детали имеются несколько цилиндрических ступеней, канавки под выход шлифовального круга, центровые отверстия на торцах, шпоночный паз и четыре винтовые канавки червяка. Все поверхности, которые необходимо получить при обработке, имеют свободный доступ. На детали имеются поверхности, которые можно использовать в качестве технологических баз.

Материал, из которого изготавливается наше тело вращения – 40Х, а требуемая твердость 37...39 HRC.

С учетом изложенного можно сделать вывод, что конструкция нашей детали – технологична.

### **1.3. Определение типа, форм и методов организации работ.**

Тип производства определяем по коэффициенту закрепления операций.

$$K_{з.о.} = \frac{t_{\partial}}{t_{ис}}$$

Такт выпуска определяем по формуле

$$t_{\partial} = \frac{60 * \Phi_{Д}}{N}$$

$$t_{\partial} = \frac{60 * 4029}{500} = 483.5 \text{ мин} ,$$

Среднее штучно-калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса:

$$t_{ус} = \frac{\sum_{i=1}^n t_{ui}}{m} ,$$

Штучно-калькуляционное время  $i$ -ой основной операции определяем по рекомендациям приложения [1, с.147]:

$$t_{ui} = \phi_{ki} * T_{oi} ,$$

В качестве основных операций выберем 4 операции ( $n=3$ ): 2 токарные с ЧПУ (черновая и чистовая), 1 шлифовальную и 1 фрезерную.

$$T_{r1} =$$

$$\begin{aligned} & (0,17*163*(71+67+63+59+55+51+47+45)+0,17*103*(40+36+35)+0,17*43*30+0, \\ & ,17*43*28+0,17*60*34+0,17*50*44+0,037*(34^2-28^2)+0,037*(44^2- \\ & 34^2)+0,037*(70^2- \\ & 44^2)+0,17*147*71+0,17*74*(67+63+59+55+51+47+45)+0,17*24*(41+37+35)+0, \\ & 17*24*34+0,17*50*44+0,17*73*70+0,037*(44^2-34^2))+0,037*(70^2-44^2))*10^{-3} \\ & ^3=(12691,18+1943,61+219,3+204,68+346,8+374+13,76+28,86+109,67+1774,3+4 \\ & 868,46+461,04+138,72+374+868,7+28,86+109,67)*10^{-3}=24,37; \\ & t_{ш2}=2.14*24.37=52.15; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & T_{r2}=(0,17*25*43+0,037*(31^2-25^2)+0,17*31*60+0,037*(40^2- \\ & 31^2)+0,17*50*40+0,037*(70^2-40^2)+0,17*31*24+0,037*(40^2- \\ & 31^2)+0,17*40*50+0,037*(70^2-40^2)+0,017*71*70)*10^{-3} \\ & ^3=(126.48+26.64+340+122.1+844.9+182,75+12,43+316,2+23,64+340+122,1)*10^{-3} \\ & ^3=2.45; \\ & t_{ш2}=2.14*2.45=5.17; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & T_{ш1}=(0,15*35*30+0,15*30*25+0,15*71*69,3+0,15*30*24)*10^{-3} \\ & ^3=(157,5+112,5+738,04+108)*10^{-3}=1,12; \end{aligned}$$

$$T_{ш3}=2.1*1.12=2,35;$$

$$T_{ф1}=(6*30*2+4*30)*10^{-3}=(480)*10^{-3}=0,48;$$

$$T_{ш3}=1.84*0.48=0.88;$$

Определяем среднее штучно-калькуляционное время технологической операции:

$$t_{шс} = \frac{52.15+5.17+2.35+0.88}{4} = 15.13\text{мин};$$

Коэффициент закрепления операций следовательно:

$$K_{з0} = \frac{483,5}{15,13} = 31,95;$$

Так как полученный Кз.о. лежит в интервале от 20 до 40, следовательно тип производства будет мелкосерийным.

#### 1.4. Выбор исходной заготовки.

$$G_{дет}=3,517 \text{ кг};$$

$$G_{заг} = 10,585\text{кг};$$

$$C = 55100\text{руб/т};$$

$$C_{заг}=M*C_i-(M-m)*C_{отх}/1000;$$

$$C_{отх}=18000 \text{ руб/т};$$

где М – масса заготовки, кг;  $C_i$  – цена 1 кг материала заготовки, руб; m – масса готовой детали, кг;  $C_{отх}$  – цена 1 тонны отходов, руб.

Таким образом себестоимость заготовки, получаемой методом сортового проката будет равна:

$$C_{заг} = \frac{10,585*55100 - (10,585 - 3,157)*18000}{1000} = 716,93\text{руб};$$

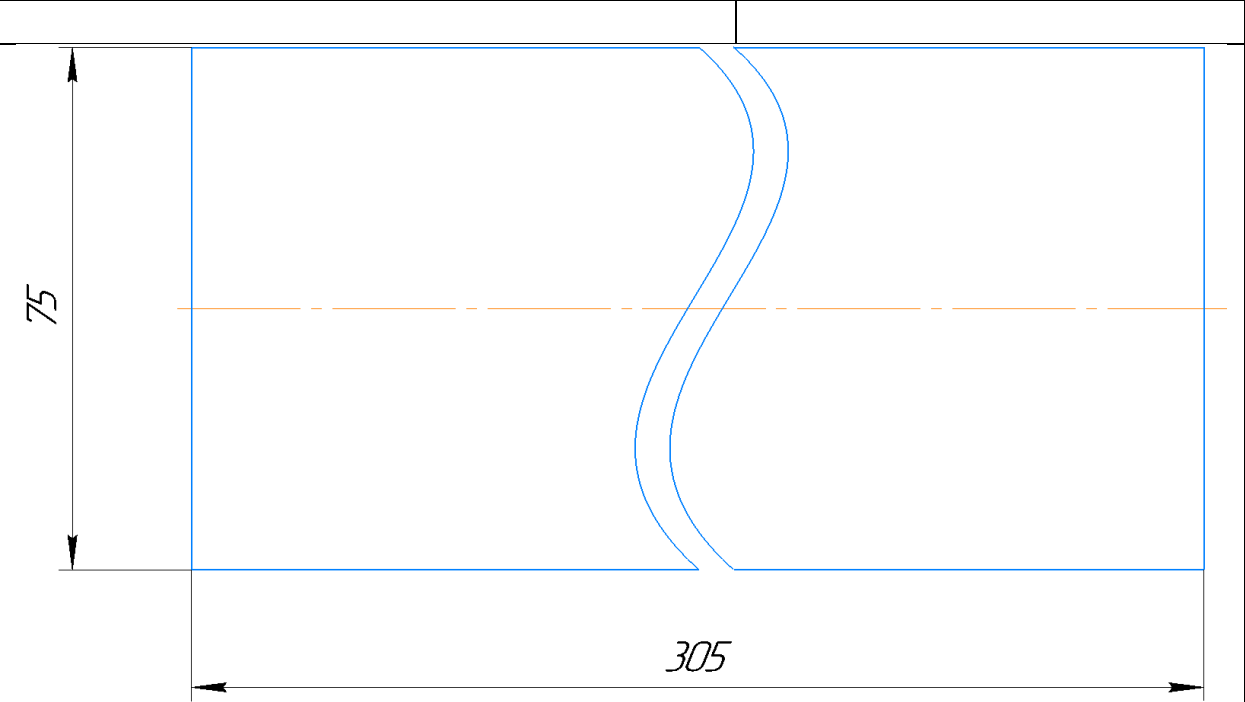
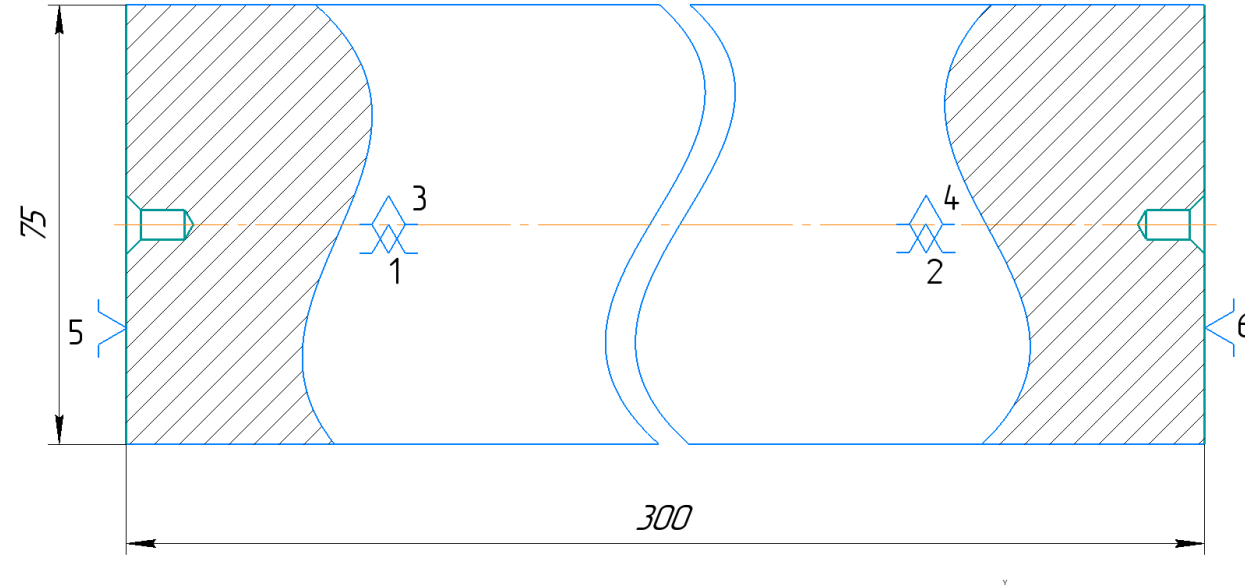
#### 1.5. Проектирование технологического процесса изготовления

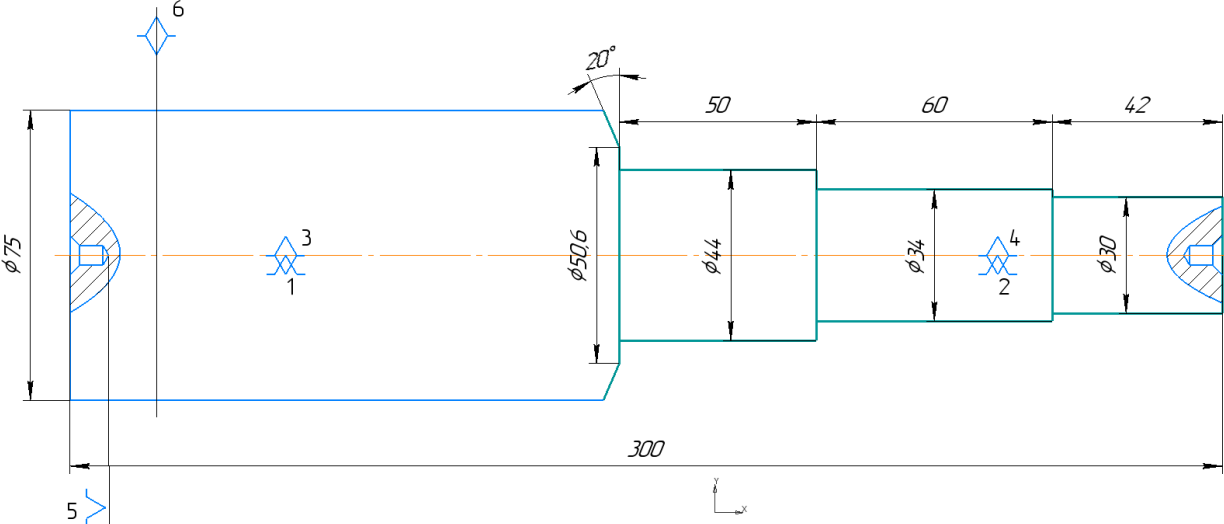
детали

Таблица 1.

Операции, оборудование и режущий инструмент.

005 Заготовительная	1) Отрезать пруток в размер 305
Оборудование: Ленточнопильный станок ProtechBS – 331 DSA	Режущий инструмент: полотно Honsberg M4234x1,1x4180

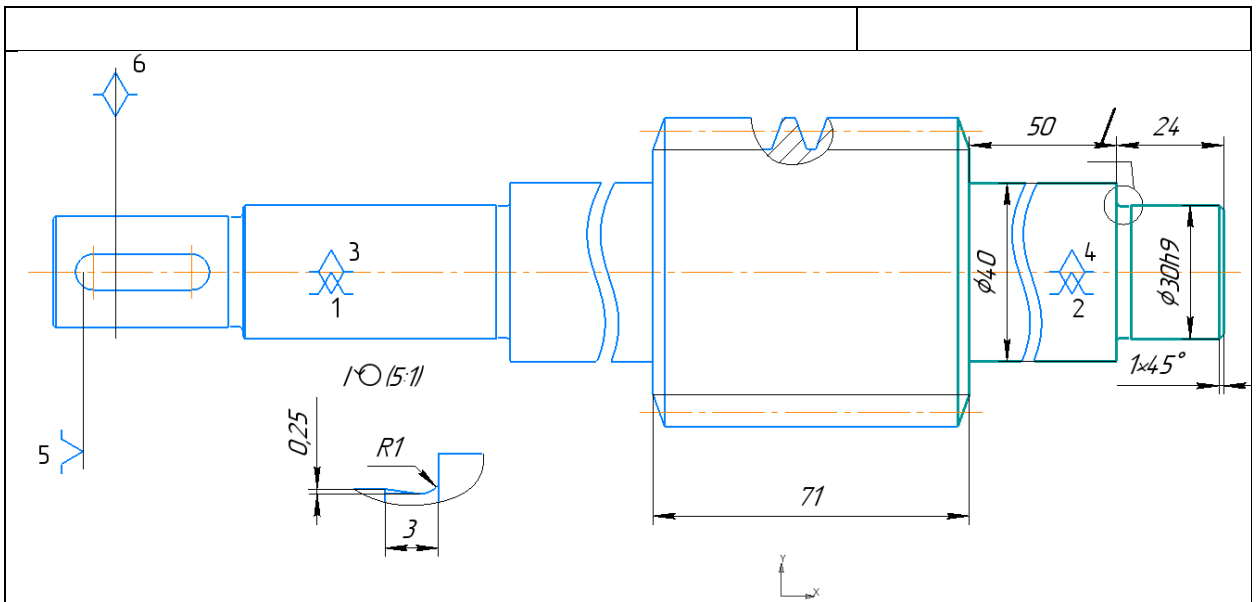
	
010 Фрезерно-центровальная	1) Отфрезеровать торцы заготовки в размер 300,6 2) Сверлить центровочные отверстия
Оборудование: Станок сверлильно-центровальный 2Г942	Режущий инструмент: 1) Торцевая фреза Coromill 245 2) Центровочное сверло 3.15
	
015 Токарная ЧПУ	1) Точить указанные поверхности
Оборудование: MAZAK Smart i-300	Режущий инструмент: 1) Резец проходной наружный Sandvick MWLNR 16 4D

	Пластина: CG3210 2) Резец проходной наружный QS-PDJNR 12 4C Пластина: DNMG 15 06 04- MF 2015
	
020 Токарная ЧПУ	1) Точить указанные поверхности 2) Нарезать предварительно винтовые канавки червяка
Оборудование: MAZAK Smart i-300	Режущий инструмент: 1) Резец проходной наружный Sandvick MWLNR 16 4D Пластина: CG3210 2) Резец проходной наружный QS-PDJNR 12 4C Пластина: DNMG 15 06 04-MF 2015 3) Державка CoroCut® 1-2 QS

		для отрезки и обработки канавок Пластина: CR 4325
025 Слесарная		1) Опилить заусенцы
Оборудование: Верстак слесарный		Инструмент: 1) Шабер цеховой
030 Термическая		
Печь камерная закалочная СНО-3.5/11		
035 Пескоструйная		
040 Правочная		1) Обработать торцы вала в размер 298 2) Зенковать центровочные отверстия
Оборудование: Станок сверлильно-центровальный 2Г942		Режущий инструмент: 1) Торцевая фреза Coromill 245 2) Зенкер ГОСТ 21540- 76

045Токарная ЧПУ	1) Обработать указанные поверхности
Оборудование: MAZAK Smart i-300	Режущий инструмент: 1) Резец проходной наружный Sandvick MWLNR 16 4D Пластина: CG3210 2) Резец проходной наружный QS-PDJNR 12 4C Пластина: DNMG 15 06 04-MF 2015
050 Токарная	1) Обработать указанные поверхности
Оборудование: MAZAK Smart i-300	Режущий инструмент: 1) Резец проходной наружный Sandvick MWLNR 16 4D Пластина: CG3210 2) Резец проходной наружный QS-PDJNR 12 4C Пластина: DNMG 15 06 04-MF 2015



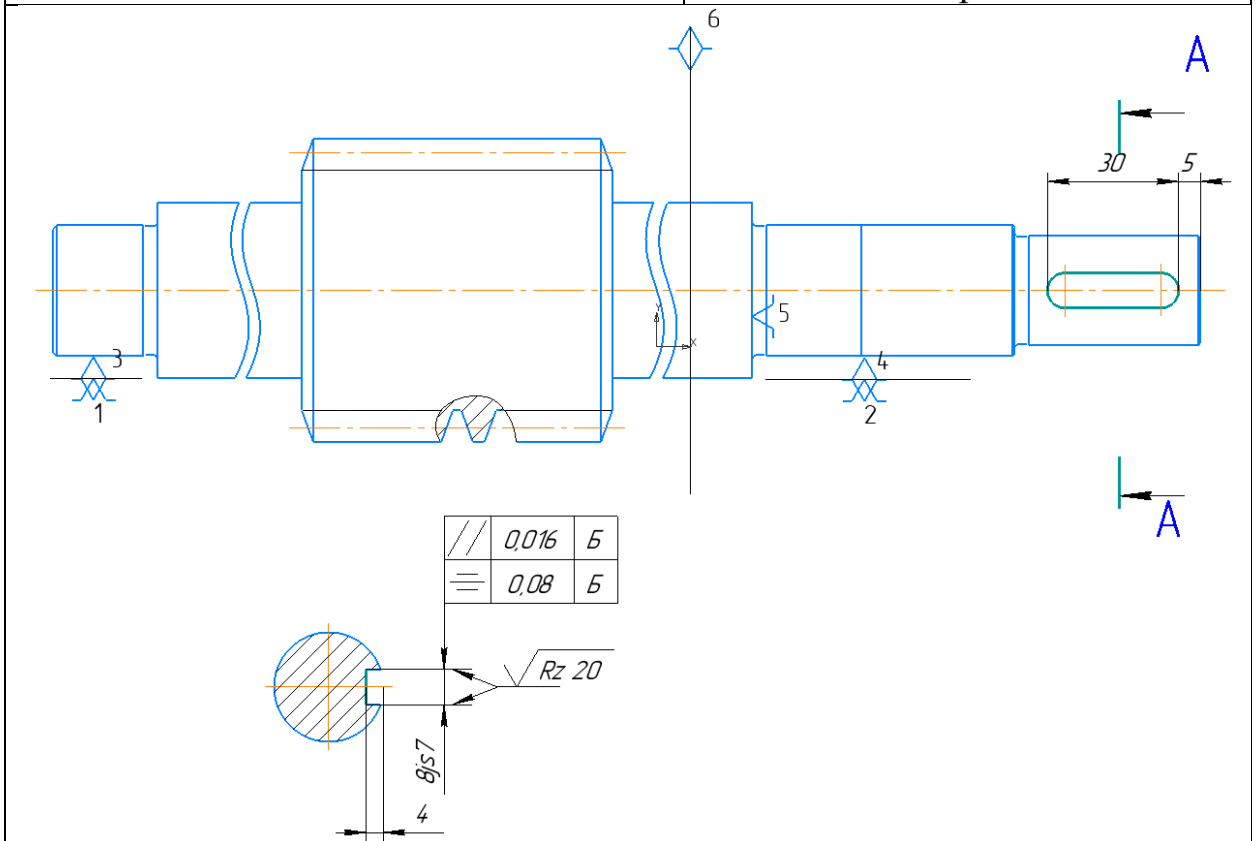


055 Фрезерная

1) Фрезеровать шпоночный паз окончательно

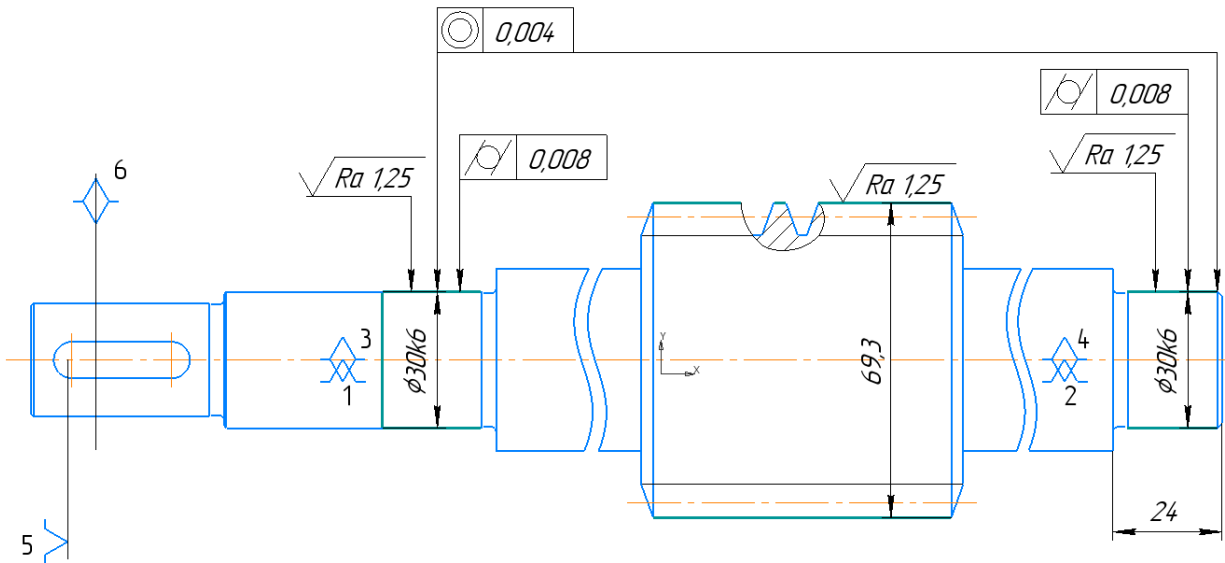
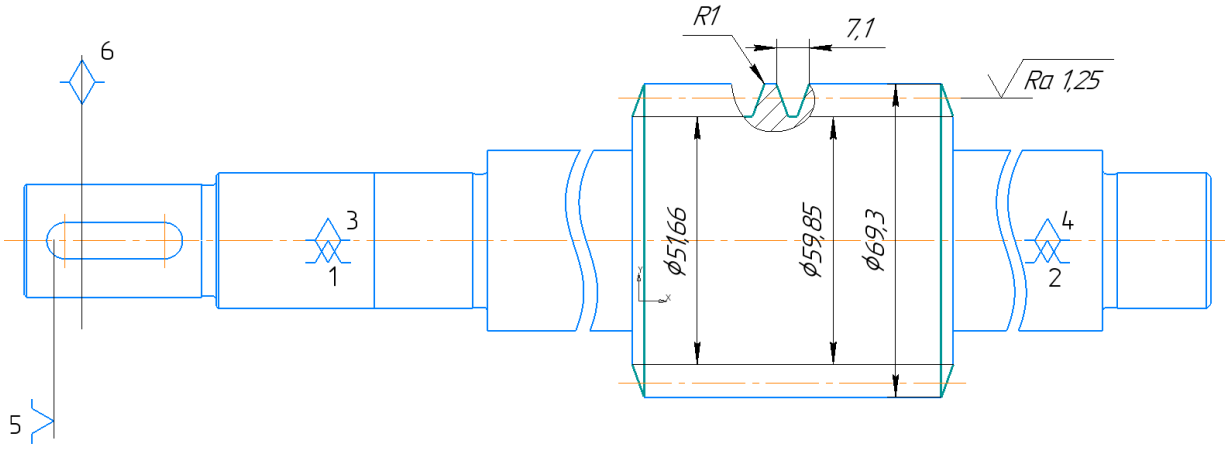
Оборудование:  
Станок DMU-50

Режущий инструмент:  
1) Концевая фреза  
Sandvick CoroMill Plura d =  
6mm  
Патрон цанговый



060 Шлифовальная

1) Шлифовать  
шейки вала

	<p>2) Шлифовать вершины витков червяка 3) Полировать шейки вала</p>
<p>Оборудование: Универсальный круглошлифовальный станок BCA-1R52 NC</p>	<p>Абразивный инструмент: 1) 40НСМ25К53 5А1 ГОСТ 2424-83</p>
 <p>Technical drawing of a worm gear shaft. The shaft has a central section with a diameter of 69.3 mm and a length of 24 mm. It features a worm gear with a pitch diameter of 69.3 mm. The drawing includes grinding marks (1, 2, 3, 4) and surface finish specifications: <math>\sqrt{Ra 1,25}</math> for the grinding areas and <math>Rz 0,008</math> for the polished areas. A circular runout specification of 0.004 is shown at the top. Chamfers are indicated with a 60-degree angle (6) and a chamfer length of 5 (5).</p>	
<p>065 Резбошлифовальная</p>	<p>1) Шлифовать витки червяка</p>
<p>Оборудование: Резбошлифовальный станок 5K822В</p>	<p>Абразивный инструмент: 1) А9960Js12V</p>
 <p>Technical drawing of a worm gear shaft. The shaft has a central section with a diameter of 69.3 mm and a length of 7.1 mm. It features a worm gear with a pitch diameter of 69.3 mm. The drawing includes grinding marks (1, 2, 3, 4) and surface finish specifications: <math>\sqrt{Ra 1,25}</math> for the grinding areas. Chamfers are indicated with a 60-degree angle (6) and a chamfer length of 5 (5). A fillet radius of R1 is shown at the end of the shaft. The drawing also shows diameters of 51.66 mm and 59.85 mm for different sections of the shaft.</p>	
<p>070 Контрольная 075 Упаковочная</p>	

## 1.6. Расчет припусков на технологические операции

Теперь рассчитаем припуски на механическую обработку и межоперационные размеры детали. Заготовка получена путем обработки проката в центрах, имеет точность IT14 и шероховатость Ra40.

Таблица 2.

Таблица диаметров

	Размер, мм			Допуск, мкм		Шер-ть, мкм
	НОМ	min	max	min	max	
1	25h7	24.979	25	-0.021	0	10
2	30h7	29.979	30	-0.021	0	3.2
3	30k6	30.015	30.002	0.002	0.015	6.3
4	40h14	39.38	40	-0.62	0	25
5	40h14	39.38	40	-0.62	0	25
6	30k6	30.015	30.002	0.002	0.015	6.3

Средний диаметр ступенчатого вала:

$$d_{\text{ср}} = \frac{27.6 \cdot 42.3 + 32.4 \cdot 60.1 + 42.4 \cdot 49.6 + 72.3 \cdot 74.6 + 42.4 \cdot 49.6 + 32.4 \cdot 24}{300.6} = 44.9 \text{ мм};$$

Таблица 3.

Расчет припуска на механическую обработку посадочной поверхности под подшипник Ø30к6.

Технологические переходы при обработке	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск	Расчетный размер, мм	Допуск	Предельные размеры, мм		Предельные значения припусков, мкм	
	$R_{z(i-1)}$	$T_{(i-1)}$	$\rho_{(i-1)}$	$\varepsilon_i$				$d_{\text{mi}}$	$d_{\text{ma}}$	$Z_{\text{inp min}}$	$Z_{\text{inp max}}$
	1)							$d_{\text{mi}}$ <i>нп</i>	$d_{\text{ma}}$ <i>хп</i>	$Z_{\text{inp min}}$	$Z_{\text{inp max}}$

поверхности					Z <sub>i</sub> mi n, МКМ						
Цилиндрическая поверхность вала Ø30к6											
Исходная заготовка – IT14	150	250	107 0	-	-	33.4 6	520	33.4 6	33.9 8	-	-
Черновое точение – h12	40	50	65	-	2*14 70	30.5 2	250	30.5 2	30.7 7	2940	3210
Чистовое точение – h9	10	40	43	-	2*15 5	30.2 1	52	30.2 1	30.2 8	310	490
Круглое шлифова ние – к6	6.3	15	22	-	2*93	30,0 02	13	30,0 02	30,0 15	208	265
										3458	3965
Проверка: 520-13=507; 3965-3458=507											

Суммарное пространственное отклонение

$$\rho_z = \sqrt{\rho_{см}^2 + \rho_{кор}^2 + \rho_{ц}^2};$$

$\rho_{см}$  - пространственное отклонение, определяемое смещением одних участков поверхности относительно других.  $\rho_{см} = 1\text{мм}$ .

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

$\rho_{кор} = \Delta_k * l = 0,5 * 25 = 0.125\text{мм}$ . ( $\Delta_k$  - удельная кривизна заготовки на 0,5мм длины, l – длина участка вала от обрабатываемой шейки до ближайшего торца).

$\rho_{ц}$  – пространственное отклонение, выражающееся в погрешности зацентровки.

$$\rho_{ц} = \sqrt{(\delta / 2)^2 + 0,25^2} = \sqrt{(0,52 / 2)^2 + 0,25^2} = 0,361 \text{ мм};$$

Находим суммарное пространственное отклонение:

$$\rho_{з} = \sqrt{\rho_{см}^2 + \rho_{кор}^2 + \rho_{ц}^2} = \sqrt{1^2 + 0,125^2 + 0,361^2} = 1,07 \text{ мм};$$

**Остаточные пространственные отклонения последующих переходов определяем по формулам:**

После чернового точения:  $\rho = 0,06\rho_{з} = 65 \text{ мкм};$

После чистового точения:  $\rho = 0,04\rho_{з} = 43 \text{ мкм};$

После чернового точения:  $\rho = 0,02\rho_{з} = 22 \text{ мкм};$

**Расчет минимальных припусков производим по основной формуле:**

$$2z_{\min} = 2(Rz(i-1) + T(i-1) + \rho(i-1));$$

$$2z_{\min 1} = 2(150 + 250 + 1070) = 2 * 1470 \text{ мкм};$$

$$2z_{\min 2} = 2(40 + 50 + 65) = 2 * 155 \text{ мкм};$$

$$2z_{\min 3} = 2(10 + 40 + 43) = 2 * 93 \text{ мкм};$$

**Расчет расчетного размера:**

$$d_{p3} = 30,02 + 0,186 = 30,206 \approx 30,21 \text{ мм};$$

$$d_{p2} = 30,21 + 0,31 = 30,52 \text{ мм};$$

$$d_{p1} = 30,52 + 2,94 = 33,46 \text{ мм};$$

Определяем межпереходные размеры: по ГОСТ 7505-89 допуск на заготовку, полученную обдиркой на токарном станке и после термообработки, перераспределяем так, чтобы 1/3 его была направлена в тело:

$$\varnothing 33,46 \begin{matrix} +0,35 \\ -0,17 \end{matrix};$$

Размер после чернового точения по h12  $\varnothing 30,52_{-0,25};$

Размер после чистового точения по h9:  $\varnothing 30,21_{-0,52};$

Размер после круглого шлифования:  $\varnothing 30 \begin{matrix} +0,015 \\ +0,002 \end{matrix};$

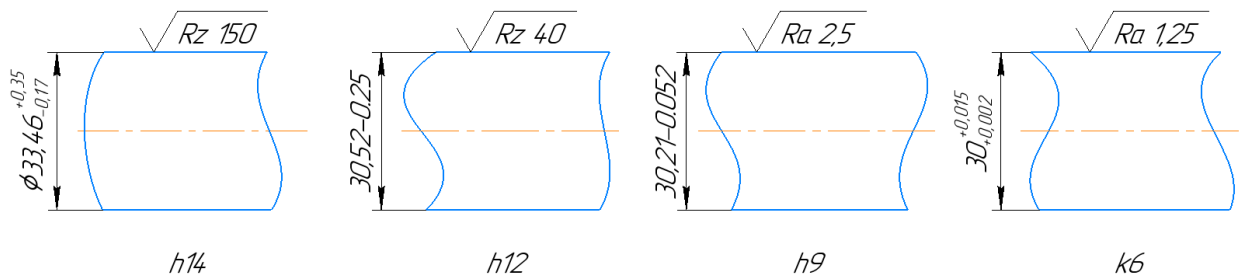


Рис 3. Количество переходов для цилиндрической поверхности Ø30к6.

Таблица 4.

Расчет припуска на механическую обработку посадочной поверхности под муфту Ø25h7.

Технологические переходы при обработке поверхности	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $Z_i$ , мкм	Расчетный размер, мм	Допуск	Предельные размеры, мм		Предельные значения припусков, мкм	
	$R_{z(i-1)}$	$T_{(i-1)}$	$\rho_{(i-1)}$	$\varepsilon_i$				$d_{min}$	$d_{max}$	$Z_{in}$	$Z_{out}$
Цилиндрическая поверхность вала Ø25h7											
Исходная заготовка – IT14	150	250	1080	-	-	28.27	520	28.27	28.79	-	-
Черновое точение – h10	50	50	65	-	2*1480	25.31	84	25.31	25.39	2960	3400
Чистовое точение – h7	10	40	43	-	2*165	24.979	21	24.979	25	331	390
										3291	3790

Проверка:  $520-21=499$ ;  $3790-3291=499$

Суммарное пространственное отклонение

$$\rho_z = \sqrt{\rho_{см}^2 + \rho_{кор}^2 + \rho_{ц}^2};$$

$\rho_{см}$  - пространственное отклонение, определяемое смещением одних участков поверхности относительно других.  $\rho_{см} = 1$  мм.

$\rho_{кор}$  - пространственное отклонение выражающееся в короблении детали.

$\rho_{кор} = \Delta_k * l = 0,5 * 42,3 = 0,21$  мм. ( $\Delta_k$  - удельная кривизна заготовки на 0,5 мм длины,  $l$  - длина участка вала от обрабатываемой шейки до ближайшего торца).

$\rho_{ц}$  - пространственное отклонение, выражающееся в погрешности зацентровки.

$$\rho_{ц} = \sqrt{(\delta / 2)^2 + 0,25^2} = \sqrt{(0,52 / 2)^2 + 0,25^2} = 0,361$$
 мм;

Находим суммарное пространственное отклонение:

$$\rho_z = \sqrt{\rho_{см}^2 + \rho_{кор}^2 + \rho_{ц}^2} = \sqrt{1^2 + 0,21^2 + 0,361^2} = 1,08$$
 мм;

Остаточные пространственные отклонения последующих переходов определяем по формулам:

$$\text{После чернового точения: } \rho = 0,06\rho_z = 65 \text{ мкм};$$

$$\text{После чистового точения: } \rho = 0,04\rho_z = 43 \text{ мкм};$$

Расчет минимальных припусков производим по основной формуле:

$$2z_{\min} = 2(Rz(i-1) + T(i-1) + \rho(i-1));$$

$$2z_{\min 1} = 2(150 + 250 + 1080) = 2 * 1480 \text{ мкм};$$

$$2z_{\min 2} = 2(50 + 50 + 65) = 2 * 165 \text{ мкм};$$

Расчет расчетного размера:

$$d_{p2} = 24,979 + 0,33 = 25,309 \approx 25,31 \text{ мм};$$

$$d_{p1} = 25,31 + 2,96 = 28,27 \text{ мм};$$

Определяем межпереходные размеры: по ГОСТ 7505-89 допуск на заготовку, полученную обдиркой на токарном станке и после термообработки, перераспределяем так, чтобы 1/3 его была направлена в тело:

$\varnothing 28,27^{+0,35}_{-0,17}$ ;

Размер после черного точения по h10:  $\varnothing 25,31_{-0,084}$ ;

Размер после чистового точения по h7:  $\varnothing 25_{-0,021}$ ;

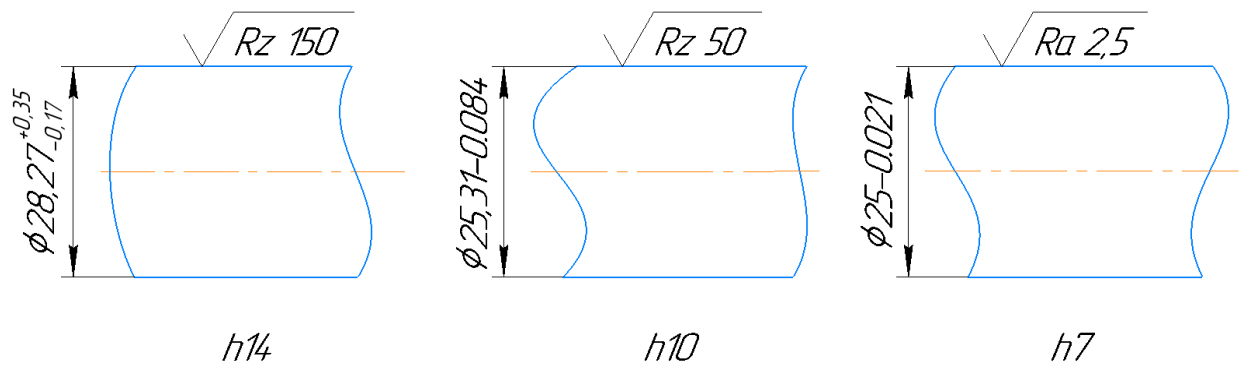


Рис 4. Количество переходов для цилиндрической поверхности  $\varnothing 25h7$ .



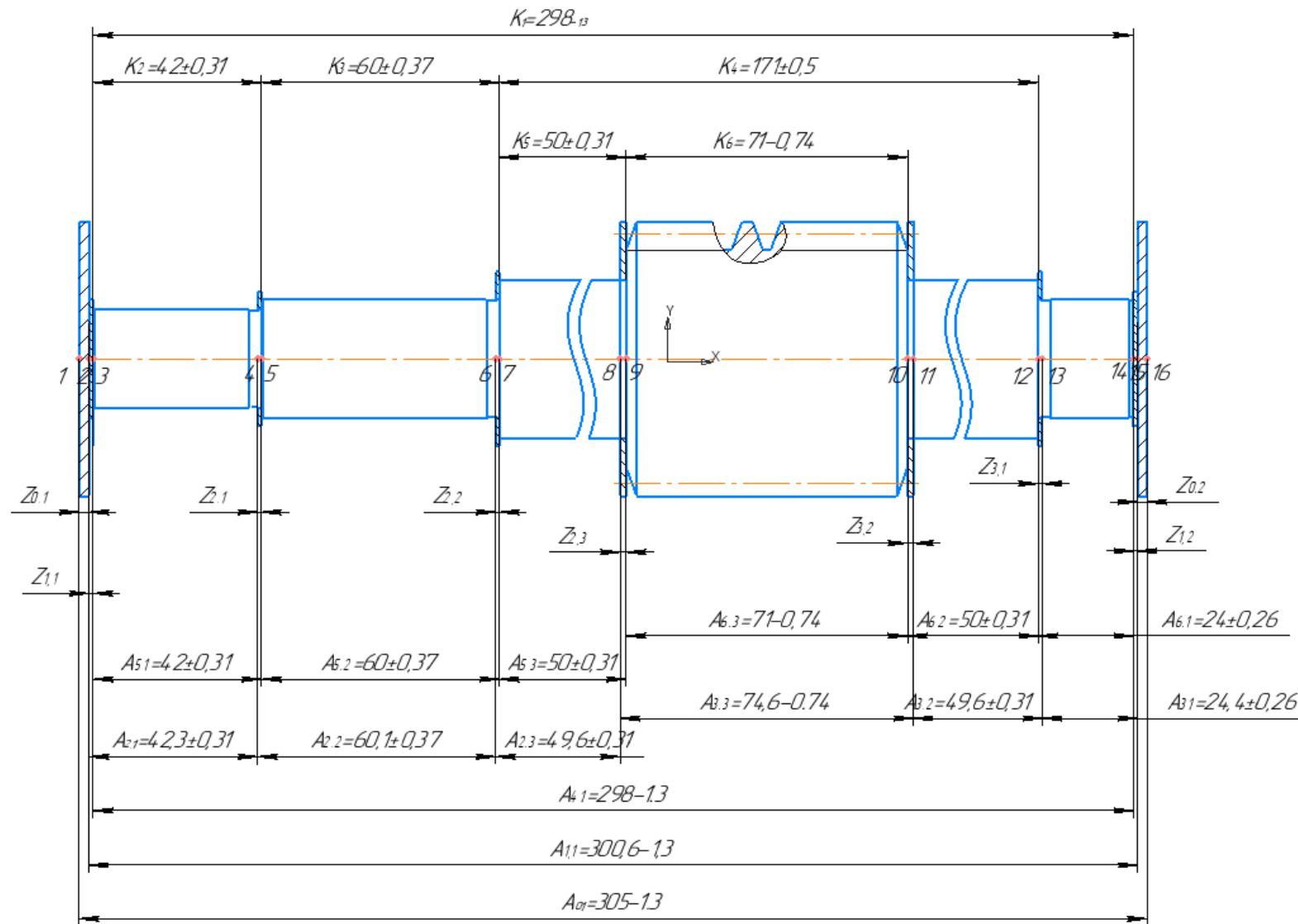


Рис. 5 Размерная схема детали «Червяк» в продольном направлении.

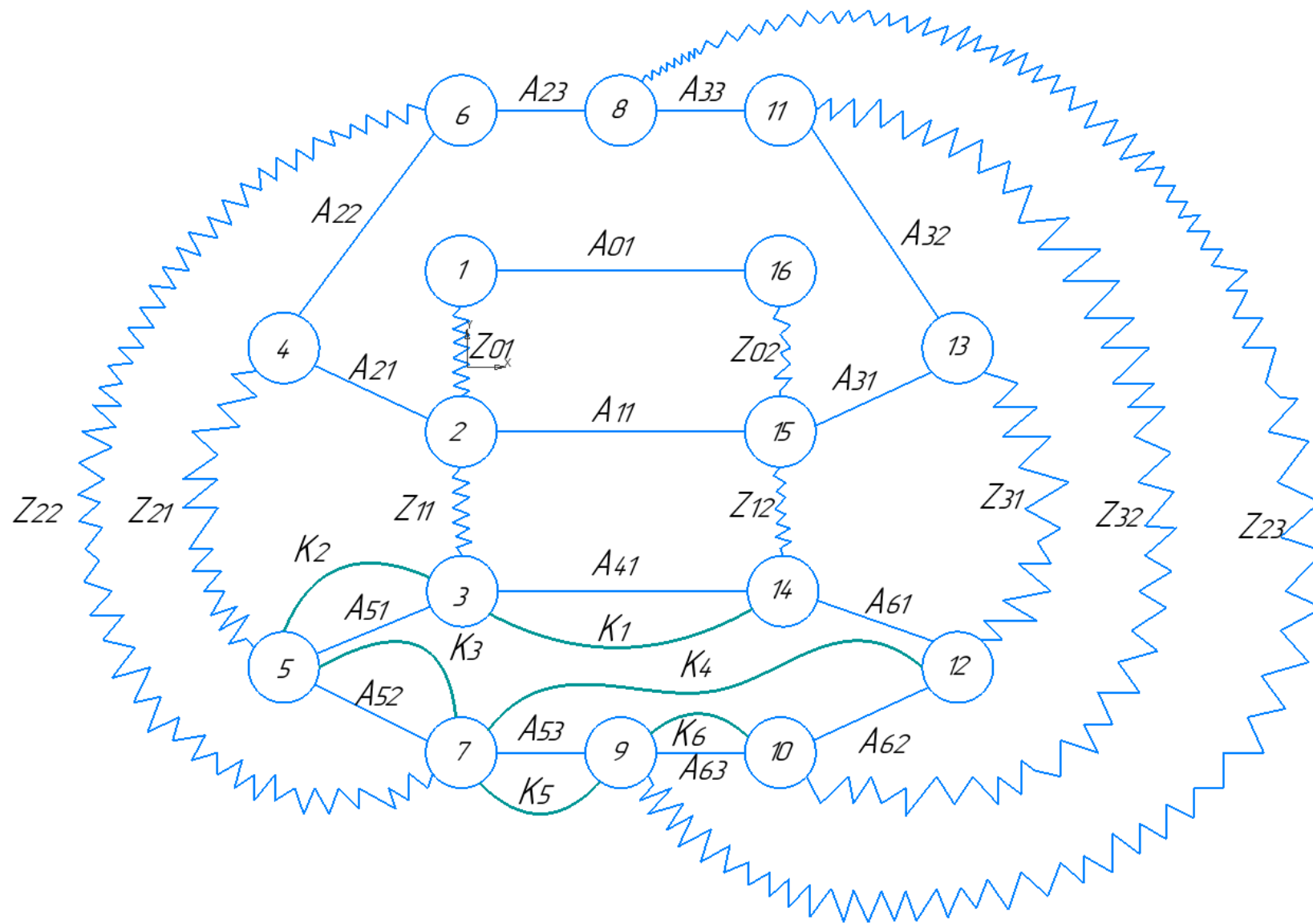
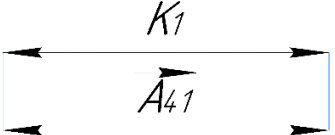
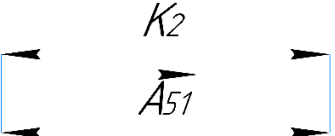
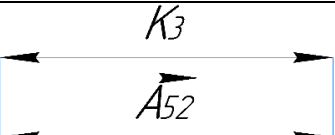
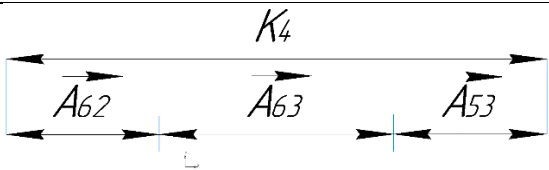

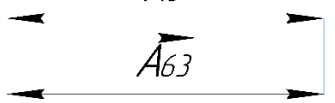


Рис. 6 Граф технологических размерных цепей.

**1.7. Размерный анализ спроектированного технологического процесса.**

Таблица 5

№	Размер	Схема размерной цепи	Уравнение РЦ
1	$K_1=298_{-1,3}$		$K_1 = A_{41} = 298_{-1,3}$
2	$K_2=42_{-0,31}^{+0,31}$		$K_2 = A_{51} = 42_{-0,31}^{+0,31}$
3	$K_3=60_{-0,37}^{+0,37}$		$K_3 = A_{52} = 60_{-0,37}^{+0,37}$
4	$K_4=171_{-1}$		$K_4 = A_{62} + A_{63} + A_{53} = 50_{-0,31}^{+0,31} + 71_{-0,74} + 50_{-0,31}^{+0,31} = 171_{-1}$
5	$K_5=50_{-0,31}^{+0,31}$		$K_5 = A_{53} = 50_{-0,31}^{+0,31}$
6	$K_6=71_{-0,74}$		$K_6 = A_{63} = 71_{-0,74}$

## 1.8. Расчет режимов резания

005 Заготовительная

Отрезать пруток в р-р 305<sub>-1,3</sub>;

Тип пилы: Твердосплавная;

Шаг пилы: 5/8 ТРІ;

Форма зубьев: Т / К;

Скорость пиления:  $V = 45$  м/мин;

Подача:  $S = 100$  мм/мин;

$$T_{\text{осн}} = \frac{L}{S} = \frac{75}{100} = 0.75 \text{ мин} = 45 \text{ с.}$$

010 Фрезерно-Центровальная

1. Фрезеровать торцы с обеих сторон.

Длина заготовки 305мм, Диаметр Ø75, диаметр фрезы  $D = 100$ мм, число зубьев 6.

$$\text{Глубина резания } l = \frac{l_{\text{заг}} - l_{\text{дет}}}{2} = \frac{305 - 300,6}{2} = 2,2 \text{ мм};$$

Ширина фрезерования:  $B_1 = B_2 = 75$ мм;

Подача на зуб:  $S_z = 0.07 \dots 0,18$ мм/зуб, принимаем  $S_z = 0,15$ мм/зуб;

Максимальная подача:

$$S_m = S_z * n * z = 0.15 * 712 * 6 = 640,8 \text{ мм/мин}$$

Период стойкости:

$$T = 180 \text{ мин};$$

Скорость резания:

$$V_1 = V_2 = \frac{C_v * D^q}{T^m * t^x * S_z^y * B^u * z^p} * k_v = \frac{332 * 100^{0,2}}{180^{0,2} * 2,2^{0,1} * 0,15^{0,4} * 75^{0,4} * 6^0} * 1,06 = 109,8 \text{ м/мин};$$

Общий поправочный коэффициент на скорость резания:

$$k_v = k_{Mv} * k_{Пv} * k_{Иv} = 1,32 * 0,8 * 1 = 1,06;$$

Частота вращения фрез:

$$n = \frac{1000 * V_u}{\pi * D} = \frac{1000 * 109,8}{3,14 * 100} = 350 \text{ об/мин};$$

Сила резания:

$$P_z = \frac{10 * C_p * t^x * S_z^y * B^u * z}{D^q * n^w} * k_{Mp} = \frac{10 * 825 * 2.2^1 * 0.15^{0.75} * 75^{1.1} * 6}{100^{1.3} * 350^{0.2}} * 0,71 = 1,6 \text{кН};$$

$$K_{Mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right) = \left(\frac{530}{750}\right) = 0,71;$$

Мощность, затрачиваемая на резание:

$$N_{рез} = \frac{P_z * V}{1000} = \frac{1600 * 1,83}{1000} = 2,93 \text{кВт};$$

Определение основного технологического (машинного) времени:

$$T_o = \frac{L_p}{S_M} = \frac{77}{640.8} = 0.12 \text{мин} = 7,2 \text{с};$$

Где  $L_p = l_{31} + B + l_{32} = 1 + 75 + 1 = 77 \text{мм};$

2. Сверлить центровочные отверстия:

$D = 3.15 \text{мм}; l = 7 \text{мм};$

Глубина сверления:  $t = 0.5D = 1.575 \text{мм};$

Подача  $S = 0.1 \text{мм/об};$

Частота вращения шпинделя:

$n = 350 \text{об/мин};$

Основное время:

$$T_o = \frac{L_p}{S_M} = \frac{7}{35} = 0.2 \text{мин} = 12 \text{с};$$

015 Токарная ЧПУ

Подача  $S = 0.25 \text{мм/об};$

Частота вращения шпинделя:  $n = 5000 \text{об/мин};$

1. Точить пруток по корке по эскизу:

1й проход:

Глубину резания при продольном точении назначаем  $t = 2,5 \text{мм}$  (и далее);

Период стойкости твердосплавного резца  $T = 90 \text{мин};$

Поправочный коэффициент  $k_v$ :

$$k_v = k_{mv} * k_{iv} * k_{Ev} * k_{fv} * k_{ov} = 1.41 * 0.8 * 1 * 0.9 * 1 = 1.02;$$

$$k_{mv} = k_A \left(\frac{750}{530}\right) = 1.41;$$

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^{mv} t^{xv} S^{yv}} k_v = \frac{420}{90^{0,2} * 2,5^{*0,15} 0,25^{0,2}} * 1,02 = 193 \text{ м/мин};$$

Принимаем постоянную  $V=125 \text{ м/мин}$  и ограничение по количеству оборотов  $n_{\max}=700 \text{ об/мин};$

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 * V}{\pi D} = \frac{1000 * 125}{3,14 * 70} = 560 \text{ об/мин};$$

Главная составляющая силы резания:

$$P_z = C_{Pz} * t^{Y_{pz}} * V^{n_{Pz}} * k_{Pz} = 300 * 2,5^1 * 0,25^{0,75} * 125^{-0,15} = 128,5 \text{ кгс} = 1260 \text{ Н};$$

$$k_{Pz} = k_{Mpz} * k_{фpz} * k_{yPz} * k_{APz} = 0,97 * 0,94 * 1 * 1 = 0,912;$$

Мощность, затрачиваемая при резании:

$$N_{рез} = \frac{P_z * V}{1000} = \frac{1260 * 2,1}{1000} = 2,6 \text{ кВт};$$

Длина рабочего хода:

$$L = L_p + L_z = 151,9 + 1 = 152,9 \text{ мм};$$

Основное время:

$$T_o = \frac{L_p}{S_o * n} = \frac{152,9}{0,25 * 560} = 1,09 \text{ мин} = 65,5 \text{ с};$$

2й проход:

$$n = \frac{1000 * V}{\pi D} = \frac{1000 * 125}{3,14 * 65} = 612 \text{ об/мин};$$

Длина рабочего хода:

$$L = L_p + L_z = 151,9 + 1 = 152,9 \text{ мм};$$

Основное время:

$$T_o = \frac{L_p}{S_o * n} = \frac{152,9}{0,25 * 612} = 0,99 \text{ мин} = 59,9 \text{ с};$$

3й проход:

$$n = \frac{1000 * V}{\pi D} = \frac{1000 * 125}{3,14 * 60} = 663 \text{ об/мин};$$

Длина рабочего хода:

$$L = L_p + L_z = 151,9 + 1 = 152,9 \text{ мм};$$

Основное время:

$$T_o = \frac{L_p}{S_o * n} = \frac{152.9}{0,25 * 663} = 0.92 \text{мин} = 55.3 \text{с};$$

4й проход:

$$n = \frac{1000 * V}{\pi D} = \frac{1000 * 125}{3.14 * 55} = 723 \text{об/мин};$$

так как полученное значение оборотов превышает принятое максимальное – далее в расчетах используем  $n=700$ об/мин;

Длина рабочего хода:

$$L = L_p + L_z = 151,9 + 1 = 152,9 \text{мм};$$

Основное время:

$$T_o = \frac{L_p}{S_o * n} = \frac{152,9}{0,25 * 700} = 0.87 \text{мин} = 52,4 \text{с};$$

5й проход:

$$n = 700 \text{об/мин};$$

Длина рабочего хода:

$$L = L_p + L_z = 151,9 + 1 = 152,9 \text{мм};$$

Основное время:

$$T_o = \frac{L_p}{S_o * n} = \frac{152,9}{0,25 * 700} = 0.87 \text{мин} = 52,4 \text{с};$$

6й проход:

$$n = 700 \text{об/мин};$$

Длина рабочего хода:

$$L = L_p + L_z = 151,9 + 1 = 152,9 \text{мм};$$

Основное время:

$$T_o = \frac{L_p}{S_o * n} = \frac{152,9}{0,25 * 700} = 0.87 \text{мин} = 52,4 \text{с};$$

7й проход:

$$n = 700 \text{об/мин};$$

Длина рабочего хода:

$$L = L_p + L_z = 151,9 + 1 = 152,9 \text{мм};$$

Основное время:

$$T_o = \frac{L_p}{S_o * n} = \frac{152,9}{0,25 * 700} = 0,87 \text{мин} = 52,4 \text{с};$$

8й проход:

$$n = 700 \text{об/мин};$$

Длина рабочего хода:

$$L = L_p + L_z = 102,3 + 1 = 103,3 \text{мм};$$

Основное время:

$$T_o = \frac{L_p}{S_o * n} = \frac{103,3}{0,25 * 700} = 0,59 \text{мин} = 35,4 \text{с};$$

9й проход:

$$n = 700 \text{об/мин};$$

Длина рабочего хода:

$$L = L_p + L_z = 102,3 + 1 = 103,3 \text{мм};$$

Основное время:

$$T_o = \frac{L_p}{S_o * n} = \frac{103,3}{0,25 * 700} = 0,59 \text{мин} = 35,4 \text{с};$$

10й проход:

$$n = 700 \text{об/мин};$$

Длина рабочего хода:

$$L = L_p + L_z = 42,2 + 1 = 43,2 \text{мм};$$

Основное время:

$$T_o = \frac{L_p}{S_o * n} = \frac{43,2}{0,25 * 700} = 0,25 \text{мин} = 14,81 \text{с};$$

Чистовой проход:

$$\text{Шейка } D = 27,6 \text{мм}; L = 42,3 \text{мм};$$

Глубину резания при продольном точении назначаем  $t = 0,8 \text{мм};$

Период стойкости твердосплавного резца  $T = 90 \text{мин};$

Поправочный коэффициент  $k_v$ :

$$k_v = k_{mv} * k_{iv} * k_{Ev} * k_{fv} * k_{ov} = 1,41 * 0,8 * 1 * 0,9 * 1 = 1,02;$$



$$k_{mv} = k_A \left( \frac{750}{530} \right) = 1.41;$$

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^{mv} f^{xv} S^{yv}} k_v = \frac{420}{90^{0,2} * 0,8^{*0,15} 0,15^{0,2}} * 1,02 = 258 \text{ м/мин};$$

Принимаем постоянную  $V=150$  м/мин и ограничение по количеству оборотов

$$n_{\max} = 700 \text{ об/мин};$$

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 * V}{\pi D} = \frac{1000 * 150}{3.14 * 27,6} = 1729 \text{ об/мин};$$

принимаем  $n_{\max} = 700$  об/мин;

Длина рабочего хода:

$$L = L_p + L_z = 42,3 + 1 = 43,2 \text{ мм};$$

Основное время:

$$T_o = \frac{L_p}{S_o * n} = \frac{43,2}{0,15 * 700} = 0.41 \text{ мин} = 24,6 \text{ с};$$

Шейка  $D=32,4$  мм;  $L=60,1$  мм;

Частота вращения шпинделя:

$$n = 700 \text{ об/мин};$$

Длина рабочего хода:

$$L = L_p = 60,1 \text{ мм};$$

Основное время:

$$T_o = \frac{L_p}{S_o * n} = \frac{60,1}{0,15 * 700} = 0.57 \text{ мин} = 34,3 \text{ с};$$

Шейка  $D=42,4$  мм;  $L=49,6$  мм;

Частота вращения шпинделя:

$$n = 700 \text{ об/мин};$$

Длина рабочего хода:

$$L = L_p = 49,6 \text{ мм};$$

Основное время:

$$T_o = \frac{L_p}{S_o * n} = \frac{49,6}{0,15 * 700} = 0.47 \text{мин} = 28,3 \text{с};$$

Подрезка торца от Ø27,6 до Ø32,4

V=150м/мин; t=2,4мм; n=700об/мин; S=0.15мм/об;

$$T_o = \frac{L_p}{S_o * n} = \frac{2,4}{0,15 * 700} = 0.023 \text{мин} = 1,37 \text{с};$$

Подрезка торца от Ø32,4 до Ø42,4

V=150м/мин; t=5мм; n=700об/мин; S=0.15мм/об;

$$T_o = \frac{L_p}{S_o * n} = \frac{5}{0,15 * 700} = 0.047 \text{мин} = 2,8 \text{с};$$

Подрезка торца от Ø42,4 до Ø75

V=150м/мин; t=16,3мм; n=700об/мин; S=0.15мм/об;

$$T_o = \frac{L_p}{S_o * n} = \frac{16,3}{0,15 * 700} = 0.15 \text{мин} = 9,3 \text{с};$$

Итого, общее время на операцию

$$T_{\text{общ}} = 65,5 + 59,9 + 55,3 + 52,4 + 52,4 + 52,4 + 52,4 + 35,4 + 35,4 + 14,81 + 24,6 + 34,3 + 28,3 + 1,37 + 2,8 + 9,3 = 576,9 \text{с} = 9,6 \text{мин};$$

## 020 Токарная ЧПУ

Скорость резания принимаем такую же, как и в предыдущей токарной операции, следовательно сила резания и мощность остаются те же самые.

V=125м/мин;

$n_{\text{max}} = 700 \text{об/мин};$

S=0.25мм/об;

1й проход:

$$n = \frac{1000 * V}{\pi D} = \frac{1000 * 125}{3.14 * 71,6} = 556 \text{об/мин};$$

Длина рабочего хода:

$$L = L_p + L_z = 148,6 + 1 = 149,6 \text{мм};$$

Основное время:

$$T_o = \frac{L_p}{S_o * n} = \frac{149,6}{0,25 * 556} = 1,07 \text{мин} = 64,6 \text{с};$$

2й проход:

$$n = \frac{1000 * V}{\pi D} = \frac{1000 * 125}{3,14 * 66,6} = 597 \text{об/мин};$$

Длина рабочего хода:

$$L = L_p + L_z = 73,9 + 1 = 74,9 \text{мм};$$

Основное время:

$$T_o = \frac{L_p}{S_o * n} = \frac{74,9}{0,25 * 597} = 0,51 \text{мин} = 30,1 \text{с}$$

3й проход:

$$n = \frac{1000 * V}{\pi D} = \frac{1000 * 125}{3,14 * 61,6} = 645 \text{об/мин};$$

Длина рабочего хода:

$$L = L_p + L_z = 73,9 + 1 = 74,9 \text{мм};$$

Основное время:

$$T_o = \frac{L_p}{S_o * n} = \frac{74,9}{0,25 * 645} = 0,46 \text{мин} = 27,8 \text{с};$$

4й проход:

$$n = \frac{1000 * V}{\pi D} = \frac{1000 * 125}{3,14 * 56,6} = 702 \text{об/мин} = 700 \text{об/мин};$$

Длина рабочего хода:

$$L = L_p + L_z = 73,9 + 1 = 74,9 \text{мм};$$

Основное время:

$$T_o = \frac{L_p}{S_o * n} = \frac{74,9}{0,25 * 700} = 0,43 \text{мин} = 25,7 \text{с};$$

5й проход:

$$n = 700 \text{об/мин};$$

Длина рабочего хода:

$$L = L_p + L_z = 73,9 + 1 = 74,9 \text{мм};$$

Основное время:

$$T_o = \frac{L_p}{S_o * n} = \frac{74,9}{0,25 * 700} = 0,43 \text{мин} = 25,7 \text{с};$$

6й проход:

$$n = 700 \text{ об/мин};$$

Длина рабочего хода:

$$L = L_p + L_z = 73,9 + 1 = 74,9 \text{мм};$$

Основное время:

$$T_o = \frac{L_p}{S_o * n} = \frac{74,9}{0,25 * 700} = 0,43 \text{мин} = 25,7 \text{с};$$

7й проход:

$$n = 700 \text{ об/мин};$$

Длина рабочего хода:

$$L = L_p + L_z = 73,9 + 1 = 74,9 \text{мм};$$

Основное время:

$$T_o = \frac{L_p}{S_o * n} = \frac{74,9}{0,25 * 700} = 0,43 \text{мин} = 25,7 \text{с};$$

8й проход:

$$n = 700 \text{ об/мин};$$

Длина рабочего хода:

$$L = L_p + L_z = 24,3 + 1 = 25,3 \text{мм};$$

Основное время:

$$T_o = \frac{L_p}{S_o * n} = \frac{25,3}{0,25 * 700} = 0,144 \text{мин} = 8,67 \text{с};$$

9й проход:

$$n = 700 \text{ об/мин};$$

Длина рабочего хода:

$$L = L_p + L_z = 24,3 + 1 = 25,3 \text{мм};$$

Основное время:

$$T_o = \frac{L_p}{S_o * n} = \frac{25,3}{0,25 * 700} = 0,144 \text{мин} = 8,67 \text{с};$$

Чистовое точение:

Принимаем постоянную  $V=150\text{м/мин}$  и ограничение по количеству оборотов

$n_{\text{max}}=700\text{об/мин}$ ;

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 * V}{\pi D} = \frac{1000 * 150}{3.14 * 27,6} = 1729\text{об/мин};$$

принимаем  $n_{\text{max}}=700\text{об/мин}$ ;

Шейка  $D=32,4\text{мм}$ ;  $L=24,4\text{мм}$ ;

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 * V}{\pi D} = \frac{1000 * 150}{3.14 * 32,4} = 1473\text{об/мин};$$

принимаем  $n_{\text{max}}=700\text{об/мин}$ ;

Длина рабочего хода:

$$L=L_p + L_z=24,4+1=25,4\text{мм};$$

Основное время:

$$T_o = \frac{L_p}{S_o * n} = \frac{25,4}{0,15 * 700} = 0.241\text{мин}=14,51\text{с};$$

Шейка  $D=42,4\text{мм}$ ;  $L=49,6\text{мм}$ ;

$n=700\text{ об/мин}$ ;

Длина рабочего хода:

$$L=L_p=49,6\text{мм};$$

Основное время:

$$T_o = \frac{L_p}{S_o * n} = \frac{50,6}{0,15 * 700} = 0,481\text{мин}=28,9\text{с};$$

Шейка  $D=70\text{мм}$ ;  $L=74\text{мм}$ ;

$$n = \frac{1000 * V}{\pi D} = \frac{1000 * 150}{3.14 * 70} = 682\text{об/мин};$$

Длина рабочего хода:

$$L=L_p =74\text{мм};$$

Основное время:

$$T_o = \frac{L_p}{S_o * n} = \frac{74}{0,15 * 682} = 0,723\text{мин}=43,4\text{с};$$

Подрезка торца от Ø32,4 до Ø42,4

V=150м/мин; t=5мм; n=700об/мин; S=0.15мм/об;

$$T_o = \frac{L_p}{S_o * n} = \frac{5}{0,15 * 700} = 0.047 \text{мин} = 2,85 \text{с};$$

Подрезка торца от Ø42,4 до Ø70

V=150м/мин; t=13,8мм; n=700об/мин; S=0.15мм/об;

$$T_o = \frac{L_p}{S_o * n} = \frac{13,8}{0,15 * 700} = 0.13 \text{мин} = 7,9 \text{с};$$

Итого, общее время на операцию

$$T_{\text{общ}} = 64,6 + 30,1 + 27,8 + 25,7 * 4 + 8,67 + 14,51 + 28,9 + 43,4 + 2,85 + 7,9 = 331,5 \text{с} = 5,52 \text{мин}$$

;

Также была разработана подпрограмма для нарезания витков червяка:

O001

T0101

#1=69,3 (D NARUGNYI)

#2=54.8 (D ВНУТРЕННИЙ)

#3=7,9( Hканавки)

#4=2 (H REZCA)

#5=20 (UGOL PROFILYA)

#6=0.1 (Съем по X)

#7=[[#6/2]\*[tan[#5]]] (Съем по Z)

#10=[[#3-#4]/2] (Общий съем по Z)

S300M3

(1заход)

G0Z-50.

X75.Z-50.M8

WHILE[#1GE#2]DO1

#8=#4

WHILE[#8LE#10]DO2

G0X75.

Z-50.

W[#10-[#4-0.4]]

X#1

G32X#1Z-130.F39.58

G0X75.

Z-50.

W-[#10-[#4-0.4]]

X#1  
G32X#1Z-130.F39.58  
G0X75.  
Z-50.  
#8=#8+#4  
END2  
G0X75.Z-50.

X#1  
G32X#1Z-130.F39.58  
G0X75.  
Z-50.  
G0X75.Z-50.

W#10

X#1  
G32X#1Z-130.F39.58  
G0X75.  
Z-50.  
W-#10

X#1  
G32X#1Z-130.F39.58  
G0X75.  
Z-50.

#1=#1-#6

#10=#10-#7

END1

Далее – тот же самый цикл со смещением резца по оси Z на четверть хода витка.

025 Слесарная

030 Термическая

035 Пескоструйная

040 Фрезерно-центровальная

1. Фрезеровать торцы с обеих сторон.

Длина заготовки 305мм, Диаметр Ø75, диаметр фрезы D=100мм, число зубьев 6.

$$\text{Глубина резания } l = \frac{l_{\text{заг}} - l_{\text{дет}}}{2} = \frac{305 - 300,6}{2} = 2,2 \text{ мм};$$

Ширина фрезерования:  $V_1 = 27,6 \text{ мм}; V_2 = 32,4 \text{ мм};$

Подача на зуб:  $S_z = 0.07 \dots 0,18 \text{ мм/зуб}$ , принимаем  $S_z = 0,1 \text{ мм/зуб};$

Максимальная подача:

$$S_m = S_z * n * z = 0.1 * 712 * 6 = 427 \text{ мм/мин}$$

Период стойкости:

$$T=180\text{мин};$$

Скорость резания:

$$V_1=V_2=\frac{C_v * D^q}{T^m * t^x * S_z^y * B^u * z^p} * k_v = \frac{332 * 100^{0.2}}{180^{0.2} * 1,4^{0.1} * 0,1^{0.4} * 32,4^{0.4} * 6^0} * 1,06$$

$$=189\text{м/мин};$$

Общий поправочный коэффициент на скорость резания:

$$k_v=k_{Mv} * k_{Пv} * k_{Иv}=1,32 * 0,8 * 1=1,06;$$

Частота вращения фрез:

$$n = \frac{1000 * V_u}{\pi * D} = \frac{1000 * 189}{3.14 * 100} = 602\text{об/мин};$$

Определение основного технологического (машинного) времени:

$$T_o = \frac{L_p}{S_M} = \frac{34,4}{427} = 0.08\text{мин}=4,8\text{с};$$

$$\text{Где } L_p=l_{31}+B+l_{32}=1+32,4+1=34,4\text{мм};$$

2. Зенкеровать центровочные отверстия:

$$D=10\text{мм}; l=2,5\text{мм};$$

$$\text{Глубина зенкования: } t=0.5D=5\text{мм};$$

$$\text{Подача } S=0.1\text{мм/об};$$

Частота вращения шпинделя:

$$n=500\text{об/мин};$$

Основное время:

$$T_o = \frac{L_p}{S_M} = \frac{5}{50} = 0.1\text{мин}=6\text{с};$$

045 Токарная

Черновое точение:

Точение шейки  $\varnothing 25,31$

Принимаем  $V=150\text{м/мин}$ ;  $S=0.2\text{мм/об}$ .

Точение шейки  $\varnothing 25,31$

$$n = \frac{1000 * V}{\pi D} = \frac{1000 * 150}{3.14 * 25.31} = 1901\text{об/мин};$$



Длина рабочего хода:

$$L=L_p+L_3=43+1=44\text{мм};$$

Основное время:

$$T_o=\frac{L_p}{S_o * n} = \frac{44}{0,2 * 1901} = 0.11\text{мин}=6.94\text{с}$$

Подрезка торца с Ø25,31 до Ø30,52

$$n = \frac{1000 * V}{\pi D} = \frac{1000 * 150}{3.14 * 25.31} = 1901\text{об/мин};$$

Длина рабочего хода:

$$L=(D-d)/2=43+1=2.605\text{мм};$$

Основное время:

$$T_o=\frac{L_p}{S_o * n} = \frac{2.605}{0,2 * 1901} = 0.007\text{мин}=0.41\text{с}$$

Точение шейки Ø30,52

$$n = \frac{1000 * V}{\pi D} = \frac{1000 * 150}{3.14 * 30,52} = 1564\text{об/мин};$$

Длина рабочего хода:

$$L=L_p = 59,95\text{мм};$$

Основное время:

$$T_o=\frac{L_p}{S_o * n} = \frac{59,95}{0,2 * 1564} = 0.19\text{мин}=11,5\text{с}$$

Подрезка торца с Ø30,52 до Ø40,8

$$n = \frac{1000 * V}{\pi D} = \frac{1000 * 150}{3.14 * 30,52} = 1564\text{об/мин};$$

Длина рабочего хода:

$$L=(D-d)/2=5,14\text{мм};$$

Основное время:

$$T_o=\frac{L_p}{S_o * n} = \frac{5,14}{0,2 * 1564} = 0.016\text{мин}=0.98\text{с}$$

Точение шейки Ø40,8

$$n = \frac{1000 * V}{\pi D} = \frac{1000 * 150}{3.14 * 40,8} = 1170\text{об/мин};$$

Длина рабочего хода:

$$L=L_p=49,95\text{мм};$$

Основное время:

$$T_o = \frac{L_p}{S_o * n} = \frac{49,95}{0,2 * 1170} = 0.231\text{мин} = 12,8\text{с}$$

Подрезка торца с  $\varnothing 40,8$  до  $\varnothing 70$

$$n = \frac{1000 * V}{\pi D} = \frac{1000 * 150}{3.14 * 40,8} = 1170\text{об/мин};$$

Длина рабочего хода:

$$L=(D-d)/2=14,6\text{мм};$$

Основное время:

$$T_o = \frac{L_p}{S_o * n} = \frac{14,6}{0,2 * 1170} = 0,062\text{мин} = 3,7\text{с}$$

Чистовое точение

Точить фаску  $1 \times 45^\circ$

$$n = \frac{1000 * V}{\pi D} = \frac{1000 * 170}{3.14 * 24} = 2254\text{об/мин};$$

Длина рабочего хода:

$$L=L_p + L_z = 1+1=2\text{мм};$$

Основное время:

$$T_o = \frac{L_p}{S_o * n} = \frac{2}{0,1 * 2254} = 0.009\text{мин} = 0,53\text{с}$$

Точить шейку вала  $\varnothing 25h7$ :

$$n = \frac{1000 * V}{\pi D} = \frac{1000 * 170}{3.14 * 25} = 2254\text{об/мин};$$

Длина рабочего хода:

$$L=L_p-L_k-L_1=43-3-0,5=39,5\text{мм};$$

Основное время:

$$T_o = \frac{L_p}{S_o * n} = \frac{39,5}{0,1 * 2254} = 0.17\text{мин} = 10.4\text{с}$$

Точить канавку на  $\varnothing 25h7$ :

$$n = \frac{1000 * V}{\pi D} = \frac{1000 * 170}{3.14 * 24,5} = 2208 \text{об/мин};$$

Длина рабочего хода:

$$L = L_p = 3 \text{мм};$$

Основное время:

$$T_o = \frac{L_p}{S_o * n} = \frac{3}{0,1 * 2208} = 0.013 \text{мин} = 0.81 \text{с}$$

Подрезка торца с  $\varnothing 24,5$  до  $\varnothing 30,21$

$$n = \frac{1000 * V}{\pi D} = \frac{1000 * 170}{3.14 * 24,5} = 2208 \text{об/мин};$$

Длина рабочего хода:

$$L = (D-d)/2 - L_f = (30,21 - 24,5)/2 - 0,5 = 2.35 \text{мм};$$

Основное время:

$$T_o = \frac{L_p}{S_o * n} = \frac{2.35}{0,1 * 2208} = 0.01 \text{мин} = 0.63 \text{с};$$

Точить фаску  $1 \times 45^\circ$

$$n = \frac{1000 * V}{\pi D} = \frac{1000 * 170}{3.14 * 29,21} = 1852 \text{об/мин};$$

Длина рабочего хода:

$$L = L_p = 1 \text{мм};$$

Основное время:

$$T_o = \frac{L_p}{S_o * n} = \frac{1}{0,1 * 1852} = 0.009 \text{мин} = 0,53 \text{с}$$

Точить шейку вала  $\varnothing 30,21$ :

$$n = \frac{1000 * V}{\pi D} = \frac{1000 * 170}{3.14 * 30,21} = 1791 \text{об/мин};$$

Длина рабочего хода:

$$L = L_p - L_k - L_1 = 60 - 3 - 0,5 = 56,5 \text{мм};$$

Основное время:

$$T_o = \frac{L_p}{S_o * n} = \frac{56,5}{0,1 * 1791} = 0.315 \text{мин} = 18.92 \text{с};$$

Точить канавку на  $\varnothing 30,21$ :

$$n = \frac{1000 * V}{\pi D} = \frac{1000 * 170}{3.14 * 29,71} = 1822 \text{ об/мин};$$

Длина рабочего хода:

$$L = L_p = 3 \text{ мм};$$

Основное время:

$$T_o = \frac{L_p}{S_o * n} = \frac{3}{0,1 * 1822} = 0.016 \text{ мин} = 0.98 \text{ с};$$

Подрезка торца с  $\varnothing 29,71$  до  $\varnothing 40$ :

$$n = \frac{1000 * V}{\pi D} = \frac{1000 * 170}{3.14 * 29,71} = 1822 \text{ об/мин};$$

Длина рабочего хода:

$$L = (D - d) / 2 = (40 - 29,71) / 2 = 5,15 \text{ мм};$$

Основное время:

$$T_o = \frac{L_p}{S_o * n} = \frac{5,15}{0,1 * 1822} = 0.03 \text{ мин} = 1,7 \text{ с};$$

Точить шейку вала  $\varnothing 40$ :

$$n = \frac{1000 * V}{\pi D} = \frac{1000 * 170}{3.14 * 40} = 1352 \text{ об/мин};$$

Длина рабочего хода:

$$L = L_p = 50 \text{ мм};$$

Основное время:

$$T_o = \frac{L_p}{S_o * n} = \frac{50}{0,1 * 1352} = 0.37 \text{ мин} = 22.19 \text{ с};$$

Подрезка торца с  $\varnothing 40$  до  $\varnothing 50$ :

$$n = \frac{1000 * V}{\pi D} = \frac{1000 * 170}{3.14 * 40} = 1352 \text{ об/мин};$$

Длина рабочего хода:

$$L = (D - d) / 2 = (50 - 40) / 2 = 5 \text{ мм};$$

Основное время:

$$T_o = \frac{L_p}{S_o * n} = \frac{5}{0,1 * 1352} = 0.037 \text{ мин} = 2,2 \text{ с};$$

Точение конической пов-ти с  $\varnothing 50$  до  $\varnothing 70$ :

$$n = \frac{1000 * V}{\pi D} = \frac{1000 * 170}{3.14 * 50} = 1082 \text{об/мин};$$

Длина рабочего хода:

$$L = ((D-d)/2) / \cos 20 = ((70-50)/2) / 0.939 = 10.64 \text{мм};$$

Основное время:

$$T_o = \frac{L_p}{S_o * n} = \frac{10.64}{0.1 * 1082} = 0.098 \text{мин} = 5.9 \text{с};$$

Итого, общее время на операцию

$$T_{\text{общ}} = 6.94 + 0.41 + 11.5 + 0.98 + 12.8 + 3.7 + 0.53 + 10.4 + 0.81 + 0.63 + 0.53 + 18.92 + 0.98 + 1.7 + 22.19 + 2.2 + 5.9 = 101.12 \text{с} = 1.68 \text{мин};$$

050 Токарная

Черновое точение:

Точение шейки  $\varnothing 30,52$

$$n = \frac{1000 * V}{\pi D} = \frac{1000 * 150}{3.14 * 30,52} = 1564 \text{об/мин};$$

Длина рабочего хода:

$$L = L_p = 24 \text{мм};$$

Основное время:

$$T_o = \frac{L_p}{S_o * n} = \frac{24}{0,2 * 1564} = 0.07 \text{мин} = 4.6 \text{с};$$

Подрезка торца с  $\varnothing 30,52$  до  $\varnothing 40,8$

$$n = \frac{1000 * V}{\pi D} = \frac{1000 * 150}{3.14 * 30,52} = 1564 \text{об/мин};$$

Длина рабочего хода:

$$L = (D-d)/2 = 5,14 \text{мм};$$

Основное время:

$$T_o = \frac{L_p}{S_o * n} = \frac{5,14}{0,2 * 1564} = 0.016 \text{мин} = 0.98 \text{с}$$

Точение шейки  $\varnothing 40,8$

$$n = \frac{1000 * V}{\pi D} = \frac{1000 * 150}{3.14 * 40,8} = 1170 \text{об/мин};$$

Длина рабочего хода:

$$L=L_p=49,95\text{мм};$$

Основное время:

$$T_o = \frac{L_p}{S_o * n} = \frac{49,95}{0,2 * 1170} = 0.231\text{мин} = 12,8\text{с}$$

Подрезка торца с  $\varnothing 40,8$  до  $\varnothing 70$

$$n = \frac{1000 * V}{\pi D} = \frac{1000 * 150}{3.14 * 40,8} = 1170\text{об/мин};$$

Длина рабочего хода:

$$L=(D-d)/2=14,6\text{мм};$$

Основное время:

$$T_o = \frac{L_p}{S_o * n} = \frac{14,6}{0,2 * 1170} = 0,062\text{мин} = 3,7\text{с}$$

Чистовое точение:

Точить фаску  $1 \times 45^\circ$

$$n = \frac{1000 * V}{\pi D} = \frac{1000 * 170}{3.14 * 29,21} = 1852\text{об/мин};$$

Длина рабочего хода:

$$L=L_p=1\text{мм};$$

Основное время:

$$T_o = \frac{L_p}{S_o * n} = \frac{1}{0,1 * 1852} = 0.009\text{мин} = 0,53\text{с}$$

Точить шейку вала  $\varnothing 30,21$ :

$$n = \frac{1000 * V}{\pi D} = \frac{1000 * 170}{3.14 * 30,21} = 1791\text{об/мин};$$

Длина рабочего хода:

$$L=L_p-L_k-L_l=24-3-0,5=20,5\text{мм};$$

Основное время:

$$T_o = \frac{L_p}{S_o * n} = \frac{20,5}{0,1 * 1791} = 0.11\text{мин} = 6.86\text{с};$$

Точить канавку на  $\varnothing 30,21$ :

$$n = \frac{1000 * V}{\pi D} = \frac{1000 * 170}{3.14 * 29,71} = 1822\text{об/мин};$$

Длина рабочего хода:

$$L=L_p=3\text{мм};$$

Основное время:

$$T_o = \frac{L_p}{S_o * n} = \frac{3}{0,1 * 1822} = 0.016\text{мин} = 0.98\text{с};$$

Подрезка торца с Ø29,5 до Ø40:

$$n = \frac{1000 * V}{\pi D} = \frac{1000 * 170}{3.14 * 29,71} = 1822\text{об/мин};$$

Длина рабочего хода:

$$L=(D-d)/2=(40-29,71)/2=5,15\text{мм};$$

Основное время:

$$T_o = \frac{L_p}{S_o * n} = \frac{5,15}{0,1 * 1822} = 0.03\text{мин} = 1,7\text{с};$$

Точить шейку вала Ø40:

$$n = \frac{1000 * V}{\pi D} = \frac{1000 * 170}{3.14 * 40} = 1352\text{об/мин};$$

Длина рабочего хода:

$$L=L_p=50\text{мм};$$

Основное время:

$$T_o = \frac{L_p}{S_o * n} = \frac{50}{0,1 * 1352} = 0.37\text{мин} = 22.19\text{с};$$

Подрезка торца с Ø40 до Ø50:

$$n = \frac{1000 * V}{\pi D} = \frac{1000 * 170}{3.14 * 40} = 1352\text{об/мин};$$

Длина рабочего хода:

$$L=(D-d)/2=(50-40)/2=5\text{мм};$$

Основное время:

$$T_o = \frac{L_p}{S_o * n} = \frac{5}{0,1 * 1352} = 0.037\text{мин} = 2,2\text{с};$$

Точение конической пов-ти с Ø50 до Ø70:

$$n = \frac{1000 * V}{\pi D} = \frac{1000 * 170}{3.14 * 50} = 1082\text{об/мин};$$

Длина рабочего хода:

$$L = ((D-d)/2) / \cos 20 = ((70-50)/2) / 0.939 = 10.64 \text{ мм};$$

Основное время:

$$T_o = \frac{L_p}{S_o * n} = \frac{10.64}{0.1 * 1082} = 0.098 \text{ мин} = 5.9 \text{ с};$$

Итого, общее время на операцию

$$T_{\text{общ}} = 4.6 + 0.98 + 12.8 + 3.7 + 0.53 + 6.86 + 0.98 + 1.7 + 22.19 + 2.2 + 5.9 = 62.44 \text{ с} = 1.04$$

мин;

055 Фрезерная

Предварительное фрезерование с врезанием под углом:

$$V = 126 \text{ м/мин}; F_z = 0.037 \text{ мм}; n = 5040 \text{ об/мин};$$

Сила резания:

$$P_z = \frac{10 * C_p * t^x * S_z^y * B^u * Z}{D^q * n^w} * k_{Mp} = \frac{10 * 101 * 4^{0.38} * 0.0462^{0.28} * 8^{-0.05} * 4}{6^{0.17} * 5040^0} * 0.35 = 576 \text{ Н};$$

Мощность резания:

$$N_{\text{рез}} = \frac{P_z * V}{1020 * 60} = \frac{576 * 126}{1020 * 60} = 1.18 \text{ кВт};$$

$$S_m = F_z * z * n = 0.037 * 4 * 5040 = 746 \text{ м/мин};$$

$$T_o = \frac{L}{S_m} * i = \frac{30}{746} * 3 = 0.12 \text{ мин} = 7.24 \text{ с};$$

Чистовая обработка стенки:

$$V = 200 \text{ м/мин}; F_z = 0.07 \text{ мм}; n = 6500 \text{ об/мин};$$

$$S_m = F_z * z * n = 0.07 * 4 * 6500 = 1820 \text{ м/мин};$$

$$T_o = \frac{L}{S_m} * i = \frac{69.12}{1820} * 1 = 0.037 \text{ мин} = 2.27 \text{ с};$$

Чистовая обработка основания:

$$V = 160 \text{ м/мин}; F_z = 0.0462 \text{ мм}; n = 6430 \text{ об/мин};$$

$$S_m = F_z * z * n = 0.0462 * 4 * 6430 = 1188 \text{ м/мин};$$

$$T_o = \frac{L}{S_m} * i = \frac{30}{1188} * 1 = 0.025 \text{ мин} = 1.51 \text{ с};$$

Общее время:

$$T_{\text{общ}} = 7.24 + 0.8 + 1.51 = 13.4 \text{ с}.$$

060 Слесарная



065 Круглошлифовальная:

1. Шлифовать шейку  $\varnothing 30 \times 6 \ L=24$ :

Параметры круга:

ПП 400×40×127 33А 40Н СМ2 5 К5 35м/с А 1кл. ГОСТ 2424-83.

Скорость шлифовального круга:  $V_k=32.5\text{м/с}$ ;

Скорость вращения заготовки:  $V_{з.о}=35\text{м/мин}=0,58\text{м/с}$ ;

Частота вращения заготовки:

$$n_3 = \frac{1000 * V_з}{\pi * d_3} = \frac{1000 * 35}{3.14 * 30} = 371 \text{об/мин};$$

Продольная подача:

$$S_o = (0.2 \dots 0.4) V = 0.3 * 40 = 12 \text{мм/об};$$

$$V_{S_o} = \frac{S_o * n_3}{1000} = \frac{12 * 371}{1000} = 4.46 \text{м/мин} = 0,074 \text{м/с};$$

Глубина прохода: принимаем  $t=0.01\text{мм}$ ;

Основное время:

$$T_o = \frac{L_{заг} * h}{n_3 * S_o * t} = \frac{24 * 0.21}{371 * 12 * 0.01} = 0,11 \text{мин} = 6,8 \text{с}.$$

2. Шлифовать шейку  $\varnothing 30 \times 6 \ L=25$ :

Параметры круга:

ПП 400×40×127 33А 40Н СМ2 5 К5 35м/с А 1кл. ГОСТ 2424-83.

Скорость шлифовального круга:  $V_k=32.5\text{м/с}$ ;

Скорость вращения заготовки:  $V_{з.о}=35\text{м/мин}=0,58\text{м/с}$ ;

Частота вращения заготовки:

$$n_3 = \frac{1000 * V_з}{\pi * d_3} = \frac{1000 * 35}{3.14 * 30} = 371 \text{об/мин};$$

Продольная подача:

$$S_o = (0.2 \dots 0.4) V = 0.3 * 40 = 12 \text{мм/об};$$

$$V_{S_o} = \frac{S_o * n_3}{1000} = \frac{12 * 371}{1000} = 4.46 \text{м/мин} = 0,074 \text{м/с};$$

Глубина прохода: принимаем  $t=0.01\text{мм}$ ;

Основное время:

$$T_o = \frac{L_{заг} * h}{n_3 * S_o * t} = \frac{25 * 0.21}{371 * 12 * 0.01} = 0,11 \text{ мин} = 7 \text{ с.}$$

3. Шлифовать вершины витков червяка Ø69,3 L=64мм:

Параметры круга:

ПП 400×40×127 33А 40Н СМ2 5 К5 35м/с А 1кл. ГОСТ 2424-83.

Скорость шлифовального круга:  $V_k = 32.5 \text{ м/с}$ ;

Скорость вращения заготовки:  $V_{з.о} = 35 \text{ м/мин} = 0,58 \text{ м/с}$ ;

Частота вращения заготовки:

$$n_3 = \frac{1000 * V_z}{\pi * d_3} = \frac{1000 * 35}{3.14 * 69,3} = 161 \text{ об/мин};$$

Продольная подача:

$$S_o = (0.2 \dots 0.4) V = 0.3 * 40 = 12 \text{ мм/об};$$

$$V_{S_o} = \frac{S_o * n_3}{1000} = \frac{12 * 161}{1000} = 1,92 \text{ м/мин} = 0,032 \text{ м/с};$$

Глубина прохода: принимаем  $t = 0.015 \text{ мм}$ ;

Основное время:

$$T_o = \frac{L_{заг} * h}{n_3 * S_o * t} = \frac{64 * 0,7}{161 * 12 * 0.015} = 1,54 \text{ мин} = 92,75 \text{ с.}$$

070 Резьбошлифовальная

1. Шлифовать винтовые канавки червяка:

Скорость шлифовального круга:  $V_k = 35 \text{ м/с}$ ;

Скорость вращения заготовки:  $V_{з.о} = 15 \text{ м/мин} = 0,33 \text{ м/с}$ ;

Частота вращения заготовки:

$$n_3 = \frac{1000 * V_z}{\pi * d_3} = \frac{1000 * 15}{3.14 * 70} = 68 \text{ об/мин};$$

Продольная подача равна ходу витка:

$$S_o = P_z = 39.85 \text{ мм/об};$$

$$V_{S_o} = \frac{S_o * n_3}{1000} = \frac{39.85 * 68}{1000} = 2.7 \text{ м/мин} = 0,045 \text{ м/с};$$

Глубина прохода: принимаем  $t = 0.015 \text{ мм}$ ;

Основное время:

$$T_o = \frac{L_{заг} * h}{n_3 * S_o * t} = \frac{70 * 0,7}{68 * 39.58 * 0.015} = 1,21 \text{ мин} = 73 \text{ с.}$$

075 Контрольная

080 Упаковочная

### 1.9. Нормирование технологического процесса.

Формула для расчета штучно-калькуляционного времени в мелко- и среднесерийном производствах:

$$T_{шт} = T_{ум} + \frac{T_{п.з}}{n};$$

где:  $t_{шт}$  - штучное время, мин;

$t_{п.з}$  - подготовительно-заключительное время, мин;

$n$  - размер партии деталей.

010 Фрезерно-центровая

Основное время:  $T_o = 0.32$  мин;

Время на установку и снятие детали, закрепление ее и открепление  
 $T_{у.с.} + T_{з.о.} = 0,136$  мин.

Подготовительно-заключительное время:

установка приспособления – 5 мин;

установка фрез – 4 мин;

получение и сдача инструмента и приспособлений – 7 мин:

$$T_{п.з} = 5 + 4 + 7 = 16 \text{ мин};$$

Время на приемы управления:

включить и выключить станок кнопкой – 0,01 мин;

поворот барабана 2 раза – 0,11 мин:  $T_{уп} = 0,11 + 0,01 = 0,12$  мин;

Вспомогательное время:

$$T_{в} = (0,136 + 0,12) * 1,85 = 0,46 \text{ мин};$$

Оперативное время:

$$T_{оп} = 0,32 + 0,46 = 0,78 \text{ мин};$$

Время на обслуживание рабочего места и отдых составляет 6% оперативного:

$$T_{от} = 0,78 * 0,06 = 0,047 \text{ мин};$$

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{от} = 0,78 + 0,047 = 0,827 \text{ мин};$$

$$T_{шт.к.} = T_{шт} + \frac{T_{н.з}}{n} = 0,827 + \frac{16}{500} = 0,86;$$

010 Токарная ЧПУ

$$T_{осн} = 9,6 \text{ мин};$$

Подготовительно-заключительное время:

установка резцов – 8 мин;

установка кулачков – 8 мин;

получение и сдача инструмента и приспособлений – 7 мин:

$$T_{п.з} = 8 + 8 + 7 = 23 \text{ мин};$$

Время на установку, снятие, закрепление и открепление детали:  $T_{yc} + T_{zo} = 0,08$  мин.

Время на приемы управления:

включить и выключить станок кнопкой – 0,01 мин;

Поворот револьверной головки: 0,015 мин;

Подвод и отвод инструмента: 0,03 мин;

$$T_{уп} = 0,01 + 0,015 + 0,03 = 0,045 \text{ мин};$$

Время на измерение детали при 50% контроле:

$$T_{изм} = 0,22 * 0,5 = 0,11 \text{ мин};$$

Поправочный коэффициент для среднесерийного производства:  $k = 1,85$ ;

Вспомогательное время:  $T_{в} = (0,08 + 0,045 + 0,11) * 1,85 = 0,44$  мин.

Оперативное время:

$$T_{оп} = 9,6 + 0,44 = 10,4 \text{ мин};$$

Время на отдых составляет 6% оперативного:

$$T_{от} = \frac{10,4 * 6}{100} = 0,62 \text{ мин};$$

Время на организационное обслуживание:

$$T_{орг} = \frac{10,4 * 1,7}{100} = 0,18 \text{ мин};$$

Время на техническое обслуживание рабочего места:

$$T_{тех.об.} = \frac{2,5 * 4}{90} = 0,125 \text{ мин};$$

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{от} + T_{орг} + T_{тех.об.} = 10,4 + 0,62 + 0,18 + 0,125 = 11,32 \text{ мин};$$

$$T_{шт.к.} = T_{шт} + \frac{T_{н.з}}{n} = 11,32 + \frac{23}{500} = 11,37 \text{ мин};$$

060 Круглошлифовальная:

$$T_{осн} = 1,93 \text{ мин};$$

Подготовительно-заключительное время:

Установка приспособления – 7 мин;

установка круга – 4 мин;

получение и сдача инструмента и приспособлений – 7 мин:

$$T_{п.з} = 7 + 4 + 7 = 18 \text{ мин};$$

Время на установку, снятие, закрепление и открепление детали:  $T_{yc} + T_{зо} = 0,136 \text{ мин}.$

Время на приемы управления:

включить и выключить станок кнопкой – 0,01 мин;

Подвести круг к детали в вертикальном направлении: 0,11 мин;

Подвести круг к детали в продольном направлении: 0,03 мин;

$$T_{уп} = 0,01 + 0,11 + 0,03 = 0,15 \text{ мин};$$

Время на измерение детали при 50% контроле:

$$T_{изм} = 0,22 * 0,5 = 0,11 \text{ мин};$$

Поправочный коэффициент для среднесерийного производства:  $k = 1,85$ ;

Вспомогательное время:  $T_{в} = (0,136 + 0,15 + 0,11) * 1,85 = 0,73 \text{ мин}.$

Оперативное время:

$$T_{оп} = 1,93 + 0,73 = 2,66 \text{ мин};$$

Время на отдых (6%):

$$T_{от.об.} = 2,66 * 0,06 = 0,16 \text{ мин};$$

Время на организационное обслуживание:

$$T_{орг} = \frac{2,66 * 1,7}{100} = 0,045 \text{ мин};$$

Время на техническое обслуживание рабочего места:

$$T_{тех.об.} = 2,66 * 0,05 = 0,133 \text{ мин};$$

Штучное время:

$$T_{шт} = 2,66 + 0,16 + 0,045 + 0,133 = 2,99 \text{ мин};$$

$$T_{шт.к.} = T_{шт} + \frac{T_{н.з}}{n} = 2,82 + \frac{18}{500} = 3,03 \text{ мин};$$

Остальные операции технологического процесса вычислялись аналогичным образом и приведены в таблице 6.

Таблица 6.

Сводная таблица данных о нормировании тех. Процесса

Номер	Наименование операции	Основное	Вспомогательное	Оперативное время	Время на обслуживание	Штучное время	Величина	Штучно-калькуляци
005	Заготовительная	1,22	0,36	1,58	0,16	1,74	500	1,77
010	Фрезерно-центровальная	0,32	0,46	0,78	0,047	0,827		0,86
015	Токарная ЧПУ	9,6	0,44	10,4	0,925	11,32		11,37
020	Токарная ЧПУ	53,5	0,45	53,94	3,72	57,65		57,7
025	Слесарная	0,4	0,13	0,43	0,01	0,44		0,45
030	Термическая	5	0,02	5,02	0,01	5,12		5,12
035	Пескоструйная	0,4	0,13	0,43	0,01	0,44		0,45
040	Фрезерно-центровальная	0,13	0,46	0,59	0,035	0,62		0,66
045	Токарная ЧПУ	1,68	0,64	2,32	0,22	2,51		2,56
050	Токарная ЧПУ	1,04	0,64	1,68	0,34	1,9		1,94
055	Фрезерная	0,22	0,205	0,425	0,175	0,55		0,59
060	Слесарная	0,4	0,13	0,43	0,01	0,44		0,45
065	Круглошлифовальная	1,93	0,73	2,66	0,34	2,99		3,03

070	Резьбошлифовальная	4,84	2,92	3,02	0,34	3,35		3,4
075	Контрольная							
080	Упаковочная							

## **2. Конструкторская часть**

### **Проектирование станочного приспособления.**

#### **2.1. Служебное назначение приспособления.**

Приспособление, разработанное для фрезерной операции (055) предназначено для зажима обрабатываемой детали в призмах. Обрабатываемая деталь устанавливается в призмы, после чего осуществляется прижим детали прихватом (рычаг), на который в свою очередь оказывает воздействие шток пневмоцилиндра, что исключает возможность проворачивания и перемещения вдоль оси вала. Главное требование, которое необходимо обеспечить, является достаточная сила прижима. На ряду с предыдущим требованием нужно обеспечить точность и прочность всех элементов приспособления.

#### **2.2. Исходные данные приспособления.**

Мощность, затрачиваемая на резание:  $N_{рез}=1,18\text{кВт}$ ;

Сила резания  $P_z=576\text{Н}$ ;

Диаметр шейки вала в призме:  $d=30\text{мм}$ ;

Давление сжатого воздуха в системе:  $p=0.5\text{Мпа}$ ;

### 2.3. Кинематическая схема приспособления.

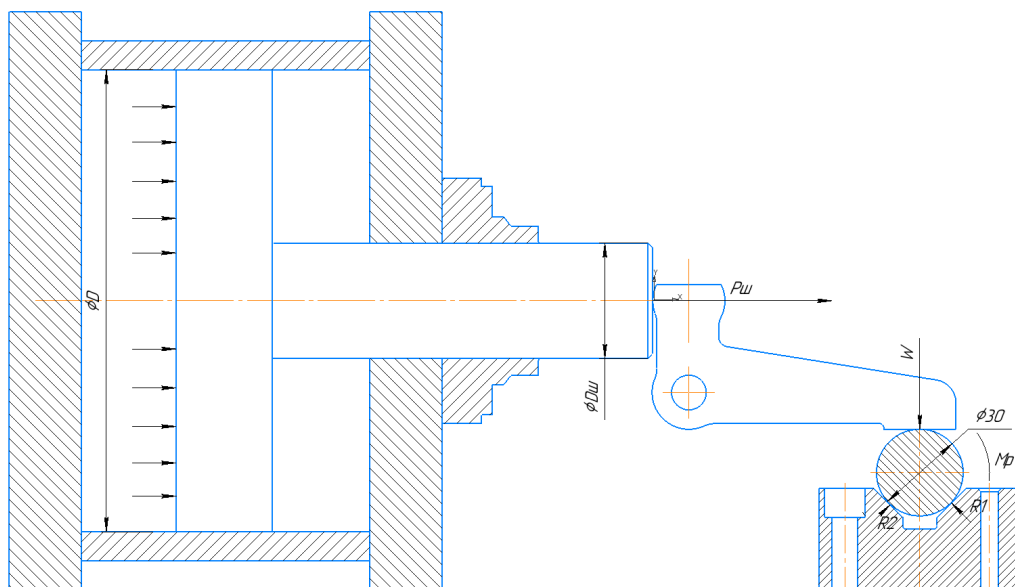


Рис. 7 – Кинематическая схема приспособления.

### 2.4. Расчет силы закрепления детали и выбор цилиндра. Расчет на точность. Расчет слабого звена на прочность.

#### 1. Расчет силы закрепления.

Уравнение равновесия заготовки на основании кинематической схемы:

$KM_p = M_{mp.1} + M_{mp.2} = W_{f1}r + W_{fnp}r$ , исходя из формулы сила зажима будет выглядеть:

$$W = \frac{kM_p}{r(f_1 + f_{np})};$$

Где  $f_1 = 0,25$  – коэф-т трения между прихватом и деталью.

$$f_{np} = f_1 \frac{1}{\sin(\alpha / 2)} = 0.25 \frac{1}{\sin(45)} = 0.35;$$

$M_p = P_z r = 576 * 0.015 = 8.64 \text{ Нм}$  – момент обработки;

$$k = k_0 k_1 k_2 k_3 k_4 = 1.5 * 1.3 * 1.2 * 1.2 * 1 = 2.808.$$

$k_0 = 1,5$  - гарантированный коэффициент запаса,  $k_1 = 1,3$  – коэффициент, учитывающий возрастание сил обработки при затуплении инструмента,  $k_2 = 1,2$  – коэффициент, учитывающий неравномерность сил резания, из-за непостоянства снимаемого припуска.

$k_3 = 1,2$  – коэффициент, учитывающий изменение сил обработки при



прерывистом резании (для торцевого фрезерования).  $k_4=1$  – коэффициент, учитывающий непостоянство развиваемых приводами сил зажима.

Потребная сила зажима:

$$W = \frac{kM_p}{r(f_1 + f_{np})} = \frac{2.808 * 8.64}{0.015 * (0.25 + 0.35)} = 2695 \text{ Н.}$$

Находим силу приспособления:

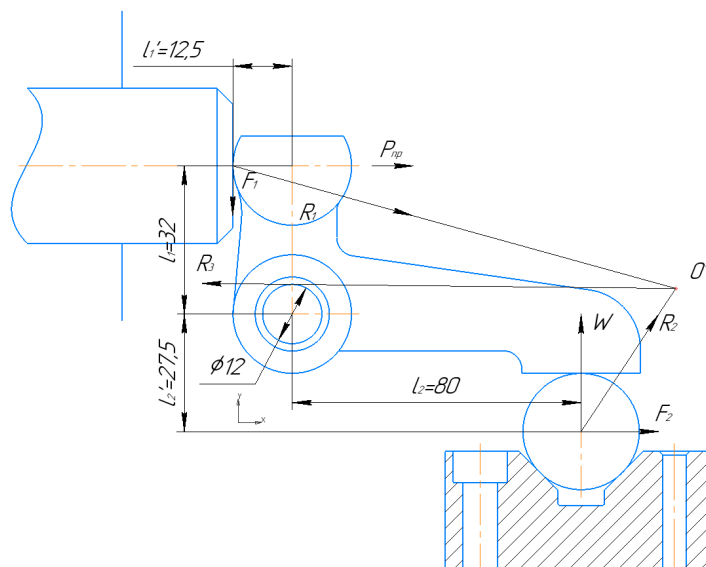


Рис. 8 – Схема сил приспособления.

Уравнение равновесия рычага:  $\Sigma M_0 = 0$ ;

$$-P_{np}l_1 + F_1l_1' + R_3\rho + Wl_2 + F_2l_2' = 0;$$

$$F_1 = P_{np}f_1; \quad F_2 = P_{np}f_2; \quad R_3 = 0.4P_{np} + 0.96W;$$

Радиус круга трения в цапфе:

$$R = f' r = 0.2 * 6 = 1.2 \text{ мм.}$$

$$P_{np} = \frac{W(l_2 + f_2l_2' + 0.96\rho)}{l_1 + f_1l_1' + 0.4\rho} = \frac{2695 * (80 + 0.25 * 27.5 + 0.96 * 1.2)}{32 + 0.15 * 12.5 + 0.4 * 1.2} = 6905 \text{ Н;}$$

Сила на штоке пневмоцилиндра:

$$P_{ш} = \frac{\pi}{4} D^2 p \eta - P_n, \text{ откуда диаметр цилиндра}$$

$$D = \sqrt{\frac{4(P_{ш} + P_n)}{\pi p \eta}} = \sqrt{\frac{4(6905 + 299)}{3.14 * 0.5 * 10^6 * 0.9}} = 0.142 \text{ м} = 142 \text{ мм}$$

Где,  $P_{пр} = P_{ш}$  - сила на штоке,  $P_n$  - сила сопротивления возвратной пружины,  $p$  - давление сжатого воздуха,  $\eta$  - КПД цилиндра.

$$P_n = c \Delta x = 14,93 * 20 = 299 \text{ Н}$$

Принимаем цилиндр с  $D = 160 \text{ мм}$ , из ряда стандартных,  $d_{шт} = 40 \text{ мм}$ .

## 2. Расчет слабого звена на прочность.

Наиболее нагруженным звеном в системе является ось, вокруг которой делает поворот рычаг.

Сила, действующая на ось равна реакции:

$$R_3 = 0.4 P_n + 0.96 W = 0.4 * 6905 + 0.96 * 2695 = 5349,2 \text{ Н};$$

Ось воспринимает радиальную нагрузку, которая будет создавать напряжение среза в оси на стыке рычага и места крепления оси.

Условие прочности оси на срез:  $\tau_{ср} \leq [\tau_{ср}]$ ;

$$\tau_{ср} = \frac{R_3}{S_n} = \frac{R_3}{\pi d^2 / 4} = \frac{5349.2}{3.14 * 0.012^2 / 4} = 47.3 \text{ МПа}$$

$[\tau_{ср}] = 85 \text{ МПа}$  – допустимое напряжение среза стали 45 после отжига.

$\tau_{ср} = 47,3 \leq [\tau_{ср}] = 85$ , следовательно прочность элемента будет достаточной.

## 3. Расчет на точность.

Точность обработки заготовок в значительной степени зависят от правильного назначения требований к точности изготовления приспособлений.

На точность обработки влияет ряд технологических факторов, вызывающих суммарную погрешность. Наиболее существенными из них являются:

$\varepsilon_{\delta}$  - погрешность базирования заготовки в приспособлении;

$\varepsilon_{\varepsilon}$  - погрешности, возникающие в результате деформации заготовки при

закреплении;

$\varepsilon_{yc}$  – погрешность установки приспособления на станке;

$\varepsilon_{np}$  – погрешности, возникающие в результате неточности изготовления приспособления;

$\varepsilon_{ц}$  – погрешности вызываемые в результате износа деталей приспособления;

$W$  – табличное значение средней экономической точности для рассматриваемого метода обработки детали в приспособлении.  $W$

Суммарная погрешность обработки определяется как сумма всех перечисленных выше составляющих и должна быть меньше допуска на размер детали, а их разность представляет собой допустимую погрешность изготовления приспособления:

$$\Sigma \varepsilon_{об} \leq T; \varepsilon_{об} \leq T - \Sigma \varepsilon_{об}$$

Таким образом, погрешность, допустимая для данного приспособления и вызываемая неточностью его изготовления, может быть определена по формуле:

$$\varepsilon_{np} \leq T - K \sqrt{(K_1 \varepsilon_b)^2 + \varepsilon_s^2 + \varepsilon_{yc}^2 + \varepsilon_u^2 + (K_2 W)^2};$$

где  $K$  – коэффициент уменьшения погрешности  $\varepsilon_{\delta}$  вследствие не абсолютного равенства действительных размеров установочной поверхности:

$$K_1 = 0.8 - 0.85; \quad K_2 = 0.6 - 0.8;$$

Погрешность базирования  $\Sigma \delta$  – отклонение фактически достигнутого положения заготовки при базировании от требуемого.

Погрешность базирования для данной схемы установки:

$$\varepsilon_{\delta} = 0,5ITd \left( \frac{1}{\sin \alpha} + 1 \right);$$

где ITd – допуск на размер;

$2\alpha=90^\circ$ -угол призмы;

$$\mathcal{E}_\delta = 0,5 * 0,0052 * \left(\frac{1}{0,707} + 1\right) = 0,0062 \text{ мм} = 6,2 \text{ мкм};$$

Погрешность закрепления для чистовой обработки  $\mathcal{E}_3=0,05 \text{ мм}$ ;

Погрешность  $\mathcal{E}_{yc}$  появляется при перекосе и смещении приспособления в станке. В мелкосерийном производстве данная погрешность выводится до значения  $\mathcal{E}_{yc}=0,01-0,02 \text{ мм}$  и остается постоянной на протяжении обработки партии деталей.

Погрешности, возникающие в результате износа деталей приспособления  $\mathcal{E}_u$  можно определить в зависимости от числа контактов заготовок с установочными элементами приспособлений.

Для неразборных специальных приспособлений (НСП) число контактов можно принять равным 4X годовой программы. Тогда  $\mathcal{E}_u=0,063 \text{ мм}$ .

Погрешность приспособления:

$$\mathcal{E}_{np} \leq 0,14 - 1,2 \sqrt{(0,8 * 0,0062)^2 + 0,05^2 + 0,01^2 + 0,063^2 + (0,6 * 0,1)^2} = 0,0188 \text{ мм};$$

Таким образом, погрешность допустимая для проектируемого приспособления не должна превышать 0,0188 мм.

#### **4. Описание работы спроектированного приспособления.**

Приспособление состоит из установочных элементов – призм, в которые устанавливается заготовка, и зажимной части. Зажим осуществляется с помощью сжатого воздуха, который поступает в пневмоцилиндр и давит на поршень. От поршня усилие передается на шток, который действует на поворотный рычаг, рычаг поворачивается и прижимает заготовку сверху к призм.

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-8Л61	Тогушакову Денису Александровичу

<b>Школа</b>		<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	15.03.01 «Автоматизация технологических процессов и производств»

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Примерный бюджет проекта – 516 333,83 руб. В реализации проекта задействованы два человека: руководитель, инженер.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Накладные расходы 15%; Районный коэффициент 30%
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 30,1 %

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

1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	Описание потенциальных потребителей, анализ конкурентных технических решений, SWOT-анализ
2. Разработка устава научно-технического проекта	Планирование работ, разработка диаграммы Ганта, формирование бюджета затрат.
3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Оценка сравнительной эффективности исследования; Интегральный показатель ресурсоэффективности-4,3

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

1. Оценка конкурентоспособности НТИ
2. Матрица SWOT
3. График проведения и бюджет НТИ
4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ

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

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент ОСГН ШБИП	Трубченко Т.Г.	Доцент, к.э.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
3-8Л61	Тогушаков Денис Александрович		

### **3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

#### **3.1. Актуальность исследований**

Актуальность проведения экономического анализа по оценке деловой привлекательности научной разработки технологического процесса изготовления детали «Червяк» обусловлена тем, что в настоящее время проведение данного анализа позволяет вовремя устранить коммерчески малоэффективные варианты, следовательно, значительно повысить вероятность коммерциализации научной разработки. Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является определение перспективности и успешности научно-исследовательского проекта. Достижение цели обеспечивается решением задач:

- оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения;
- определение возможных альтернатив проведения научных исследований;
- планирование научно-исследовательских работ;
- определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

#### **3.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования.**










Для анализа потребителей услуг по разработке технологического процесса изготовления детали «Червяк» был рассмотрен целевой рынок и проведено его сегментирование.

Учитывая специфику результатов исследования, критериями сегментирования выбрана отрасль «машиностроение», выпускаемая продукция – «Червяк», используемый тип производства – мелкосерийное производство.

На основании этих критериев сформирована карта

сегментирования рынка услуг по разработке технологического процесса изготовления детали «Червяк».

Таблица 7 - Карта сегментирования рынка по разработке технологии изготовления детали «Червяк».

Критерии		Возможности станочного производства		
		Современное оборудование	Профессионализм персонала	Необходимое оборудование
Размер компании	Крупные			
	Серийные		 	 
	Мелкие			

АО ТОМЗЭЛ  
 АО «Манотомь»  
 АО «Сибмаш»



Из анализа карты, можно сделать вывод, что наиболее эффективным производством обладает АО «ТОМЗЭЛ», и не смотря на это остальные компании могут составить ему конкуренцию. Однако производство детали «Червяк» потребует от остальных компаний существенного финансового вложения как в развитие станочной базы так и в поиск новых профессиональных сотрудников.

### 3.1.2 Анализ конкурентных решений

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

пребывают в постоянном движении. Чтобы выявить ресурсоэффективность разработки и определить направления для ее будущего повышения, необходимо провести анализ конкурентных технических решений. Данный анализ проводится с помощью оценочной карты, которая приведена в таблице 8.

Таблица 8 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок).

Критерий оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б <sub>Т</sub>	Б <sub>К1</sub>	Б <sub>К2</sub>	К <sub>Т</sub>	К <sub>К1</sub>	К <sub>К2</sub>
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Качество	0,35	5	4	2	1,4	1,75	0,7
2. Способ изготовления	0,10	4	4	2	0,8	0,6	0,4
3. Износостойкость	0,02	4	4	3	0,08	0,08	0,02
4. Универсальность	0,05	4	5	4	0,15	0,25	0,2
5. Простота эксп-ии	0,08	5	5	3	0,4	0,4	0,24
6. Взаимозаменяемость	0,05	4	3	2	0,15	0,15	0,1

Продолжение таблицы 8

Экономические критерии оценки эффективности							
1. Цена	0,1	5	4	3	0,5	0,4	0,3
2. Окупаемость	0,05	4	3	4	0,5	0,1	0,25



3. Конкурентосп-ть	0,0 7	4	3	3	0,2 5	0,13	0,2
4. Себестоимость	0,1 3	4	3	4	0,5 2	0,39	0,65
Итого	1,0 0	43	38	30	4,0 2	4,05	2,86

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале (1-мин, 6-мах).

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле

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

где,  $K$  – конкурентоспособность технической разработки или конкурента

$B_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

Разработка технического решения АО «Томзэл» ( $K_T$ ):

$$K = 43 \cdot 4.02 = 172,86.$$

Разработка технического решения конкурентных предприятий:

АО «Манотомь» ( $K_1$ ):

$$K = 38 \cdot 4,05 = 153,9$$

ООО «Сибмаш» ( $K_2$ ):

$$K = 30 \cdot 2,86 = 85,8.$$

Проведя анализ, выяснили, что деталь «Червяк» конкурентоспособна. Также деталь является надежной, так как выполнена из стали 40Х. Деталь проста в эксплуатации, так как предназначена для определенного вида деятельности и выполнена по определенным требованиям. Цена детали в

рамках допустимой нормы. Разработка выполнялась в соответствии со стандартами ЕСТП.

### 3.2. SWOT анализ технологического процесса изготовления детали «Червяк»

С целью исследования внешней и внутренней среды проекта применением SWOT-анализ. Результаты первого этапа SWOT-анализа представлены в таблице 3.

Таблица 9. Матрица SWOT.

	<b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b>	<b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b>
	<p>С1. Высокая производительность труда.</p> <p>С2. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологическими процессами.</p> <p>С3. Низкая металлоемкость.</p> <p>С4. Конкурентоспособность проекта.</p>	<p>Сл1. Ограниченный круг потенциальных потребителей.</p> <p>Сл2. Узкоспециализированное назначение разработки.</p> <p>Сл3. Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания.</p> <p>Сл4. Неот-ть повышения квалиф-ии кадров пот-ых потребителей.</p>

Продолжение таблицы 9

<p><b>Возможности:</b></p> <p>В1. Занятие дополнительных ниш на рынке за счет усовершенствования технологии.</p> <p>В2. Снижение таможенных пошлин на сырье и материалы, используемые при научных исследованиях.</p> <p>В3. Появление доп-го спроса</p>	<p>-Автоматизировать некоторые процессы, что поможет снизить себестоимость продукта.</p> <p>-Повышение квалификации персонала.</p>	<p>- Снижение себестоимости продукции поможет найти новые рынки сбыта.</p> <p>- Снижение сроков поставки продукции.</p> <p>- Развитие и обучение персонала.</p>
---	--	---

<p>на новый продукт в связи с его экономичностью.</p> <p>В4. Использование инно-й инфраструктуры ТПУ.</p> <p>В5.Повышение стоимо-сти конкурентных раз-к</p>		
<p><b>Возможности:</b></p> <p>В1. Занятие дополнительных ниш на рынке за счет усовершенствования технологии.</p> <p>В2. Снижение таможенных пошлин на сырье и материалы.</p> <p>В3.Появление дополнительного спроса на новый продукт</p> <p>В4.Использование инновационной инфраструктуры ТПУ.</p> <p>В5. Повышение стоимости конкурентных разработок.</p>	<p>-Автоматизировать некоторые процессы, что поможет снизить себестоимость продукта.</p> <p>-Повышение квалификации персонала.</p>	<p>- Снижение себестоимости продукции поможет найти новые рынки сбыта.</p> <p>- Снижение сроков поставки продукции.</p> <p>- Развитие и обучение персонала.</p>

Продолжение таблицы 9

<p><b>Угрозы:</b></p> <p>У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства.</p> <p>У2. Развитая конкуренция технологий производства.</p> <p>У3. Ограничения на экспорт технологии.</p> <p>У4. Сложная финансовая ситуация в экономике</p>	<p>- Новая маркетинговая политика.</p> <p>- Разработка новой стратегии управления.</p>	<p>-Поставка образцов для демонстрации клиентам.</p> <p>- Усовершенствование средств контроля качества</p>
--	--	--

страны. У5. Наличие барьеров для входа на рынок.		
--	--	--

Из матрицы SWOT видно, что необходимо сделать упор на такие сильные стороны, как высокая производительность труда, более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологическими процессами, низкая металлоемкость, конкурентоспособность проекта, так как именно эти сильные стороны проекта связаны с наибольшим количеством возможностей. Что касается слабых сторон, необходимо обратить внимание на расширение круга потенциальных потребителей. Работа над этими недостатками позволит повысить конкурентоспособность, уменьшить влияние внешних угроз на проект.

Результаты второго этапа SWOT-анализа приведены в таблице 4.

Таблица 10 – Интерактивная матрица проекта.

Сильные стороны проекта					
Возможности проекта		С1	С2	С3	С4
	В1	0	+	0	+
	В2	-	+	0	+
	В3	0	+	+	-
	В4	+	0	+	-
	В5	-	+	0	+
Слабые стороны проекта					
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	В1	+	+	-	0
	В2	+	+	-	0
	В3	+	+	-	0
	В4	0	+	-	-

	B5	+	0	-	0
Сильные стороны проекта					
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4
	У1	0	+	+	-
	У2	0	+	+	+
	У3	0	+	-	+
	У4	-	+	-	0
	У5	0	+	+	+

Слабые стороны проекта					
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	У1	+	+	-	0
	У2	+	+	-	0
	У3	-	0	-	0
	У4	+	+	-	0
	У5	+	+	+	-

Из интерактивной матрицы SWOT мы видим, определенные пункты возможностей проекта сильно коррелируют с сильными сторонами, а именно В1В2В5С2С4, что указывает с большой вероятностью на единую природу возможностей.

Аналогичную картину наблюдаем во второй части таблицы: В1В2В3Сл1Сл2.

В третьей части: У2У5С2С3С4.

И в 4-й: У1У2У4У5Сл1Сл2.

### 3.3. Планирование научно-исследовательских работ

#### 3.3.1. Структура работ в рамках научного исследования

Составляем перечень этапов, в рамках проектирования технологического процесса изготовления детали «Червяк» и проводим распределение исполнителей по видам работ. Перечень этапов, работ и распределение исполнителей представлено в таблице 11.

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Руководитель, Инженер
	3	Составление маршрута техпроцесса	Инженер
	4	Расчет припусков	Инженер
	5	Выбор средств технологического оснащения	Инженер
Теоретические и экспериментальные исследования	6	Расчет режимов резания	Инженер
	7	Нормирование переходов	Инженер
Обобщение и оценка результатов	8	Размерный анализ	Инженер

Продолжение таблицы 11

Разработка технической документации и проектирование	9	Проектирование приспособления	Инженер
	10	Разработка карт наладок	Руководитель, Инженер
Оформление отчета, но НИР (комплекта документации по ВКР)	11	Составление пояснительной записки	Инженер

#### 3.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ.

С целью построения ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта длительность каждого из этапов работ из

рабочих дней переведена в календарные дни. Для определения, ожидаемого (среднего) значения трудоемкости работ используется следующая формула [1,с.20]:

(2)

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

где,  $t_{ож\ i}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы чел.-дн.;

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

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

Определим продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_{pi}$ , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями по формуле [1,с.20]:

$$T_{pi} = \frac{t_{ож\ i}}{ч\ i} \quad (3)$$

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

$t_{ож\ i}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дни.:

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

Все рассчитанные значения сведены в таблицу 12.


Таблица 12 – Временные показатели исследования.

Название работ	Трудоемкость работ						$T_{pi}$	
	$t_{min i}$ чел.-дни		$t_{max i}$ чел.-дни		$t_{ож i}$ чел.-дни			
	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер
Составление и утверждение технического задания	3	-	5	-	3,8	-	3,8	-
Подбор и изучение материалов по теме	5	5	7	7	7,8	7,8	3,9	3,9
Составление маршрута техпроцесса	-	12	-	14	-	12,8	-	12,8
Расчет припусков	-	12	-	14	-	12,8	-	12,8
Выбор средств технологического оснащения	-	10	-	12	-	10,8	10,8	-
Расчет режимов резания	-	10	-	12	-	10,8	-	10,8
Нормирование переходов	-	4	-	6	-	4,8	-	4,8
Размерный анализ	-	8	-	10	-	10,8	-	10,8
Проектирование приспособления	-	4	-	6	-	4,8	-	4,8
Разработка карт наладок	-	10	-	12	-	10,8	-	10,8
Составление пояснительной записки	-	8	-	10	-	8,8	-	8,8

На основе таблицы 12 построим горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения работ. График представлен в таблице 13.



Таблица 13 – График Ганта.

№	Вид работ	Исполнитель и	T <sub>ki</sub>	Продолжительность выполнения работ															
				февр			март			апр			май			июнь			
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	Составление и утверждение тех. задания	Руководитель	6	■															
2	Подбор и изучение материалов по теме	Руководитель, Инженер	6	■	■														
3	Составление маршрута ТП	Инженер	19			■													
4	Расчет припусков	Инженер	19				■												
5	Выбор средств технологического оснащения	Инженер	16					■											
6	Расчет режимов резания	Инженер	16						■	■									
7	Нормирование переходов	Инженер	7								■								
8	Размерный анализ	Инженер	16									■	■						
9	Проектирование приспособления	Инженер	7											■					
10	Разработка карт наладок	Инженер	16													■	■		
11	Составление пояснительной записки	Инженер	12															■	
				<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="width: 30%; text-align: center;">  </div> <div style="width: 65%; text-align: center;"> <p>Руководитель</p> <p>Инженер</p> </div> </div>															

**3.4. Смета затрат на научно-техническое исследование**  
**Смета затрат включает в себя следующие статьи:**

- материальные затраты;

- полная заработная плата исполнителей технического проекта;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

### 3.4.1. Расчет материальных затрат технического проекта.

В материальные затраты включаются затраты на канцелярские принадлежности, и т.п.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_M = \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхи} ; \quad (4)$$

где  $m$  – количество видов материальных ресурсов;

$N_{расхи}$  – количество материальных ресурсов  $i$ -го вида, планируемых к использованию (натур.ед.);

$C_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./натур.ед.);

Значения цен на материальные ресурсы установлены по данным, размещенным на сайте канцелярского магазина ООО «Канцлер»

Таблица 14 – Материальные затраты.

Наименование	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, руб.
Бумага	100	3,0	300
Ручка	2	47	94
Скоросшиватель	1	100	100
Степлер	1	225	225
USB накопитель	1	749	749
Печать Ч/Б	120	2,5	300
Итого			1768

### 3.4.2 Расчет амортизационных отчислений.

Написание выпускной квалификационной работы по плану занимает 5 месяцев. Для моделирования и проведения расчётов используется персональный компьютер первоначальной стоимостью 45 000 рублей. Срок полезного использования для офисной техники составляет от 2 до 3 лет.

Норма амортизации  $H_A$  рассчитывается как:

$$H_A = \frac{1}{T} \cdot 100\%, \quad (5)$$

где  $T$  – срок полезного использования, лет.

Если принять срок полезного использования равным 3 годам, тогда норма амортизации  $H_A$ :

$$H_A = \frac{1}{3} \cdot 100\% = 33,3\%.$$

Годовые амортизационные отчисления:

$$A_{год} = 45000 \cdot 0,33 = 14850. \quad (7)$$

Ежемесячные амортизационные отчисления:

$$A_{мес} = \frac{14850}{12} = 1237,5 \text{ руб.} \quad (8)$$

Итоговая сумма амортизации основных средств:

$$A = 1237,5 \cdot 5 = 4187,5 \text{ руб.}$$

(9)

### 3.4.3. Полная заработная плата исполнителей темы

В настоящую статью включается полная заработная плата научного руководителя и инженера, которая рассчитывается по формуле [1, стр. 26]:

$$Z_{п} = Z_{осн} + Z_{доп}; \quad (10)$$

где  $Z_{осн}$  – основная заработная плата;

$Z_{доп}$  – дополнительная заработная плата.

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

Основная заработная плата ( $Z_{осн}$ ) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия)

рассчитывается по следующей формуле [1,стр. 26]:

$$Z_{\text{осн}} = T_p \cdot Z_{\text{дн}}, \quad (11)$$

где  $Z_{\text{осн}}$  – основная заработная плата одного работника;

$T_p$  – продолжительность работ, выполняемых работником, раб. дн.

$Z_{\text{дн}}$  – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная рассчитывается по формуле [1,с.27]:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}$$

(12)

где  $Z_m$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

приотпуске в 28 раб. дня  $M = 11$  месяцев, 5-дневная неделя;

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

Месячный должностной оклад работника рассчитываем по формуле [1,с.27]:

$$Z_m = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}};$$

(13)

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

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

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

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

Таблица 15 - Расчет заработной платы.

Исполнитель и	Зтс руб.	кп р	кд	кр	Зм руб.	Здн руб.	ТР дн.	Зосн	Здоп	Итого, руб.
Руководитель	3750 0	0, 3	0, 5	1, 3	87750	3134	12	37 608	5 596	43 204
Инженер	2680 0	0, 3	0, 5	1, 3	62712	2240	134	300 160	45 069	345 229

#### 3.4.4. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).

В этой статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы [1,с.29]:

$$З_{внеб} = k_{внеб} \cdot (З_{осн} + З_{доп}) \quad (14)$$

где  $k_{внеб}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.), равен 30,1%.

Таблица 15 – Отчисления во внебюджетные фонды.

Исполнители	Коэффициент отчислений вовнебюджетные фонды
Руководитель	13 004,4
Инженер	103 913.92

### 3.4.5. Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. В нашем случае подсчитаем затраты электроэнергии.

Одноставочный тариф на электроэнергию 2,56 руб за 1 кВт/час.

Таблица 16 - Затраты на электроэнергию.

№	Наименование оборудования	Мощность, кВт/час	Время эксплуатации, час	Расход электроэнергии, руб.
1	Компьютер Lenovo IdeaPad 3	1	1749	4477
2	Услуги связи			550
Итого				5027

### 3.4.6. Формирование сметы затрат технического проекта

Рассчитанная величина затрат технического проекта является основой для формирования сметы затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку технического проекта продукции.

Определение бюджета затрат на технический проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 17.

Таблица 17 - Расчет сметы затрат технического проекта.

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
1. Материальные затраты	1768	Пункт 4.1
2. Затраты на амортизацию	4187.5	Пункт 4.2
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей проекта	388 433	Пункт 4.3
4. Отчисления во внебюджетные фонды	116 918.33	Пункт 4.4
5. Накладные расходы	5027	Пункт 4.5
Бюджет затрат	516 333.83	Сумма ст.4.1-4.5

### **3.5. Определение ресурсной ресурсосберегающей, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности разрабатываемого проекта.**

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом по формуле[1,с.32]:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i \quad (15)$$

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

$a_i$  - весовой коэффициент  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$b_i$  - балльная оценка  $i$ -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности проведем в форме таблицы (табл. 13) (Исп 2 - АО «Манотомь») (Исп 3 - АО «Сибмаш»).

Таблица 18 - Сравнительная характеристика вариантов исполнения проекта.

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,2	5	4	4
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,05	4	3	4
3. Безопасность	0,1	4	5	4
4. Энергосбережение	0,2	4	3	4
5. Надежность	0,3	5	4	3
6. Материалоемкость	0,15	4	3	3
ИТОГО	1	4.3	3,66	3

### Выводы по разделу

В ходе исследования провели анализ конкурентоспособности детали «Червяк» и произведен SWOT- анализ проекта, которые выявили его сильные и слабые стороны. Произведено планирование проекта м утверждением этапов работ и построен график Ганта; по итогам был установлен предполагаемый срок выполнения проекта данного проекта, который составил 140 дней.

Бюджет затрат на реализацию проекта составил 516 333.83 рублей



и которых материальные затраты составили 1768 рублей, затраты на амортизацию 4187,5 рублей, затраты по основной заработной плате исполнителей проекта 388 433 рублей, отчисления во внебюджетные фонды 116 918,33 рублей и накладные расходы 5 027 рублей.

Так же был определен показатель ресурсоэффективности (4,3) который говорит об эффективной реализации проекта. На основании полученных результатов выявлено, что реализация данного проекта является экономически целесообразной.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-8Л61	Тогушаков Денис Александрович

<b>Школа</b>	<b>ИНШПТ</b>	<b>Отделение (НОЦ)</b>	<b>Материаловедение</b>
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Тема ВКР:

Технологическая подготовка производства детали типа «Червяк»	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования: рабочее место оператора станков с ЧПУ; Область применения: автоматизация технологического процесса.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ; ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ.
<b>2. Производственная безопасность:</b> 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Вредные факторы: 1.1 Отклонения параметров микроклимата; 1.2 Недостаточная освещенность рабочей зоны; 1.3 Повышенный уровень шума на рабочем месте; Опасные факторы 2.1 Движущиеся машины и механизмы; 2.2 Повышенное значение напряжения в электрической цепи;
<b>3. Экологическая безопасность:</b>	Атмосфера: выбросы твердых частиц; Гидросфера: разлив нефтесодержащих продуктов; Литосфера: загрязнение почвы хим. веществами, отходами металлообработки.
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	Возможные ЧС: наводнения, ураганы, пожар, возгорания ГСМ. Наиболее типичная ЧС: пожар, сильные морозы.

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Мезенцева И. Л.	-		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л61	Тогушаков Д.А.		

## **4. Социальная ответственность**

### **Введение**

Выпускная квалификационная работа по теме «Разработка технологического процесса изготовления детали «Червяк»» выполняется в рамках научно-исследовательской работы для организации АО «Томзэл», г. Томск. Предприятие размещается по адресу: г. Томск, ул. Причальная 14а. Основной задачей данной работы является достижение оптимального уровня трудозатрат и экономической эффективности.

Задачей данного раздела является создание оптимальных норм для улучшения условий труда оператора станков с ЧПУ механического цеха, обеспечение производственной безопасности работника, сохранения работоспособности в процессе деятельности, а также охраны окружающей среды.

В части социальной ответственности разработана производственная безопасность. Проведен анализ выявленных опасных и вредных факторов при разработке проектируемого технологического процесса, экологическая безопасность, безопасность в чрезвычайных ситуациях, правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

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

Согласно ТК РФ, N 197 – ФЗ каждый работник обладает правом на:

- Рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда;
- Обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве;
- Обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты в соответствии с требованиями охраны труда заработной платы за счет средств работодателя;
- Гарантии и компенсации, установленные в соответствии с настоящим Кодексом, коллективным договором соглашением,

- локальным нормативным актом, трудовым договором, если он занят на работах с вредными и (или) опасными условиями труда;
- Повышенные или дополнительные гарантии и компенсации за работу на работах с вредными и (или) опасными условиями труда могут устанавливаться коллективным договором, локальным нормативным актом с учетом финансово-экономического положения работодателя.

Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны согласно

ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ:

- Эргономические требования к производственному оборудованию должны устанавливаться его соответствие антропометрическим, физиологическим, психофизиологическим и психологическим свойствам человека и обусловленным этими свойствами гигиеническим требованиям с целью сохранения здоровья человека и достижения высокой эффективности труда.

- Эргономические требования к производственному оборудованию должны устанавливаться к тем его элементам, которые сопряжены с человеком при выполнении им трудовых действий в процессе эксплуатации, монтажа, ремонта, транспортирования и хранения производственного оборудования.

- При установлении эргономических требований к производственному оборудованию необходимо рассматривать оборудование в комплексе со средствами технологической и в необходимых случаях организационной оснастки.

## 4.2. Производственная безопасность

В данном разделе рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места в соответствии с нормами производственной санитарии, техники производственной безопасности и охраны окружающей среды.

На участке оборудованным станками могут возникнуть следующие опасные и вредные факторы:

Таблица 19. Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разраб отка	Изгото вление	Эксплу атация	
Отклонение параметров микроклимата	+	+	+	ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно- гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. [11]
Недостаточная освещенность рабочей зоны	+	+	+	СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05- 95*. [12]
Повышенный уровень шума на рабочем месте		+	+	ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. [13]

Продолжение таблицы 19.

<p>Движущиеся машины и механизмы</p>		<p>+</p>	<p>+</p>	<p>ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие треб-я без-ти. [14]</p>
<p>Повышенное значение напряжения в электрической цепи</p>	<p>+</p>	<p>+</p>	<p>+</p>	<p>ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов. [15] ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. [16]</p>

#### 4.2.1 Анализ выявленных вредных и опасных факторов

##### Отклонение параметров микроклимата

Состояние здоровья человека, его работоспособность в значительной степени зависят от микроклимата на рабочем месте. Микроклиматом производственных помещений называют климат внутренней среды данных помещений, который определяется совместно действующими на организм человека температурой, относительной влажностью и скоростью движения воздуха, а также температурой окружающих поверхностей. При пребывании человека в оптимальных микроклиматических условиях сохраняется нормальное функционирование организма без напряжения механизмов терморегуляции. При этом ощущается тепловой комфорт, что приводит к

высокому уровню работоспособности.

Согласно нормативному документу ГОСТ 12.1.005-88. устанавливается комплекс оптимальных и допустимых метеорологических условий для помещения рабочей зоны, включающий значение температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха.

Допустимые и оптимальные нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне помещения цеха, для оператора станков с ЧПУ (легкая Ib) приведены в таблице 2.

Таблица 20. Допустимые и оптимальные нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне помещения цеха

Категория работы	Период года	Температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость воздуха, м/с	
		оптим.	допуст.	оптим.	допуст.	оптим.	допуст.
Легкая, Ib	Холодный	21-23	17-24	40-60	не более 75	0,1	не более 0,2
	Теплый	22-24	21-28	40-60	60 (при 27°С)	0,2	0,1-0,3

**Недостаточная освещенность рабочей зоны.** Плохая освещенность.

Недостаточная освещенность рабочей зоны приводит к перенапряжению органов зрения, в результате чего снижается острота зрения, и человек быстро устает. Работает менее продуктивно, возникает потенциальная опасность несчастных случаев и, кроме того, длительное, плохое освещение может привести к профессиональным заболеваниям (близорукость и др.).

Причиной плохой освещенности в цехе является снижение уровня естественной освещенности в связи с загрязнением остекленных поверхностей световых проемов, стен и потолков.

Для обеспечения достаточной освещенности используется СП

52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\*, согласно которому при работе высокой точности (разряд III, подразряд В) освещенность рабочего места при системе комбинированного освещения должна составлять 750 лк, коэффициент пульсаций не более 10 %. Имеется необходимость в использовании локализованного искусственного освещения совместно с общим. При выполнении работ высокой точности общая освещенность должна составлять 200 лк, комбинированная освещенность – 300 лк.

**Повышенный уровень шума на рабочем месте.** Монотонный шум, вызванный работой станков. При обработке детали на токарных и фрезерных станках раздражающее действие на станочника оказывает шум в виде скрипа и свиста, обусловленный трением инструмента об обрабатываемые материалы, а также шум, возникающий при работе станков. Воздействие шума на организм может проявляться в виде специфического поражения органа слуха в сочетании с нарушениями со стороны различных органов и систем. Также монотонный шум может привести к ослаблению внимания станочника. Следствием этого могут быть ошибочные переключения станочного оборудования, а это приводит к тяжелым различным травмам. Предельно допустимый уровень шума в цехе должен быть не более 80дБА, что соответствует СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Допустимые уровни шума на рабочих местах относятся к широкополосному шуму.

**Движущиеся машины и механизмы.** Все части станка (машины), которые движутся в процессе выполнения работы, могут стать причиной аварий, связанных с телесными повреждениями и материальным ущербом. Опасность могут представлять как вращающиеся, так и линейные движения машины, а также источники энергии:

- *Движение вращения.* Даже гладкие вращающиеся валы могут захватить предмет одежды или, например, руку человека, что очень опасно. Опасность увеличивается, если у вращающегося вала есть выступающие части или неровные, острые поверхности, такие



как регулировочные винты, болты, щели, канавки или режущие кромки.

– *Линейное движение.* Вертикальное, горизонтальное и возвратно-поступательное движение может вызвать телесные повреждения различными путями: человек может получить тычок или удар от какой-нибудь части машины, он может попасть между частью машины и каким-либо другим объектом, он может получить порез от острой кромки или оказаться зажатым между движущейся частью и другим объектом.

**Опасность поражения электрическим током.** Возникает в результате соприкосновения с электрической цепью способной вызвать протекание тока по попавшей под напряжение части тела. Воздействие электрического тока может быть от легкого, едва ощутимого судорожного сокращения мышц пальцев рук, до прекращения работы сердца или легких, т. е. летальный исход. Безопасные номиналы:  $U=12-36$  В,  $I=0,1$  А,  $R=4$  Ом. Ощутимый (0,6-1,5 мА) – ощущается слабый зуд, при длительном действии вызывает неуверенность и ошибки в действиях. Неотпускающий (10-15 мА) вызывает сильную боль, судороги. Фибрилляционный (100 мА и более) глубоко проникает и воздействует на мышцы сердца. СИЗ - диэлектрические перчатки, изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками. КСЗ - диэлектрические коврики и дорожки, защитные ограждений (кожухов, крышек, сеток и т.д.).

#### **4.2.2. Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов**

Для создания благоприятных условий проводятся такие мероприятия, как естественная вентиляция помещения, кондиционирование воздуха в теплый период и отопление в холодный период.

Для обеспечения нормативных значений освещенности в помещениях следует проводить чистку стекол, оконных проемов и светильников не реже

двух раз в год и проводить своевременную замену перегоревших ламп. Для искусственного освещения могут быть использованы как лампы накаливания, так и газоразрядные лампы: люминесцентные и дуговые ртутные — ДРЛ.

Снижение шума в производственных помещениях является сложной задачей. Для снижения шума, излучаемого в изолируемое помещение,

используют такие архитектурно-строительные мероприятия, как повышение звукоизоляции перекрытий, стен, перегородок, дверей и окон. Для уменьшения шума от внутренних источников проектируют изоляцию рабочих мест от наиболее шумного оборудования. Для этого оборудование размещают по возможности в боксах, предусматривают над ним звукоизолирующие кожухи, а на пути распространения звуковых волн размещают акустические экраны и звукопоглощающие облицовки. При разработке планировочных решений зданий следует отделять малошумные помещения от помещений с интенсивными источниками шума.

Движущиеся части производственного оборудования, являющиеся возможным источником травмоопасности, должны быть ограждены или расположены так, чтобы исключалась возможность прикасания к ним работающего или использованы другие средства (например, двуручное управление), предотвращающие травмирования.

К основным мерам защиты от поражения током относятся обеспечение недоступности токоведущих частей (изоляция токоведущих частей, ограждения); электрическое разделение сети (разделяющие трансформаторы); применение малых напряжений использование двойной изоляции; защитное заземление; защитное зануление; защитное отключение; применение специальных защитных средств; организация безопасной эксплуатации электроустановок.

Защитное заземление - преднамеренное электрическое соединение с землей металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением. Область применения заземления - трехфазные трехпроводные

сети до 1000В с изолированной нейтралью. Заземления могут быть естественными (трубопроводы) и искусственными (вертикальные и горизонтальные электроды).

В качестве СИЗ применяются: различные диэлектрические инструменты; диэлектрическая обувь и перчатки.

### **4.3. Экологическая безопасность**

Охрана окружающей среды - это комплексная проблема и наиболее активная форма её решения - это сокращение вредных выбросов промышленных предприятий через полный переход к безотходным или малоотходным технологиям производства.

Для перехода к безотходным производствам по изготовлению детали «Червяк», необходимо осуществлять все работы в электронном виде, без использования принтеров соответственно бумаги.

Так же необходимо позаботиться о отдельных контейнерах для отходов техногенного характера: отдельные баки для металлической стружки, отработанной СОЖ, масел, использованных фильтров.

Для очистки воздуха от пыли, т.е. для отделения твердых частиц от газовой фазы рекомендуется установить сухой пылеуловитель (цилиндрический или конический циклон), электрофильтр.

Необходимо заключить договор с компанией, вывозящей отходы, чтобы она обеспечивала доставку разделенных отходов фирмам, занимающимся переработкой отходов.

Также необходимо утилизировать средства освещения. Все известные сегодня способы утилизации (демеркуризации) люминесцентных ламп очень трудоемки, опасны, энергозатратны и экономически нецелесообразны: стоимость подобной операции практически сравнима со стоимостью новой лампы. В Новосибирской государственной академии водного транспорта разработали способ очистки: специальный химический раствор позволяет полностью удалить все опасные компоненты люминофорного слоя со стекла, и после дальнейшей переработки, использовать их повторно, как, впрочем, и

само стекло, и цоколи.

Также для поддержания экологического равновесия в природе, на территории завода проводятся мероприятия по озеленению территории предприятия.

В результате использования воды в технологических целях на механическом участке будут образовываться сточные воды. Основными примесями сточных вод являются пыль, металлические и абразивные частицы, масла и растворители, входящие в состав СОЖ. Для одновременной очистки сточных вод от твердых частиц и маслопродуктов рекомендуется применение комбинированного напорного гидроциклона.

В целях уменьшения (исключения) загрязнения сточных вод компонентами отработанной СОЖ, последнюю рекомендуется использовать многократно. С этой целью отработанная (загрязненная) СОЖ подвергается очистке. Для очистки СОЖ от твердых частиц (пыли, стружки) предлагается установить напорный гидроциклон с эффективностью очистки не менее 80%.

#### **4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Производство находится в городе Томске с континентально-циклоническим климатом. Природные явления (землетрясения, наводнения, засухи, ураганы и т. д.), в данном городе маловероятны.

Возможными ЧС на объекте в данном случае, могут быть аномально низкая температура воздуха и пожары.

**Аномально низкая температура воздуха.** Для Сибири в зимнее время года характерны морозы. Достижение критически низких температур приведет к авариям систем теплоснабжения и жизнеобеспечения, приостановке работы, обморожениям и даже жертвам среди населения. В случае перемерозки труб должны быть предусмотрены запасные обогреватели. Их количества и мощности должно хватать для того, чтобы работа на производстве не прекратилась. Должен иметься запасной служебный транспорт для доставки рабочих на предприятие. Сотрудники должны быть обеспечены зимним набором СИЗ.

**Пожары.** На предприятии на основе типовых правил пожарной безопасности для промышленных предприятий разрабатываются объектовые и цеховые противопожарные инструкции. В этих инструкциях определены основные требования пожарной безопасности для данного цеха или участка производства.

Согласно Техническому регламенту о требованиях пожарной безопасности, помещения и здания по взрывопожарной и пожарной опасности классифицируются на категории А, Б, В, Г и Д. Рассматриваемый цех относится пожароопасной категории В (в цехе применяются горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудно горючие вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть).

Средства пожаротушения подразделяют на первичные, стационарные и передвижные (пожарные автомобили).

В помещении цеха устанавливается пожарный инвентарь, в который входит (согласно ВППБ 01-02-95 РД 153-34,0-03,301-00) такие первичные средства пожаротушения, как (из расчета на 800 м<sup>2</sup> занимаемой площади):

- ручные углекислотные огнетушители ОУ-2 (2 шт.), ОУ-5 (1 шт.);
- пенный огнетушитель (2 шт.);
- ящик с песком;
- асбест;
- ведра;
- лопаты и багор.

Кроме того, в некоторых помещениях цеха используются стационарные установки пожаротушения.

В рассматриваемом цехе возможен пожар Классов В (пожар горючих жидкостей и плавящихся твердых веществ) и Е (пожар, связанный с горением электроустановок).

Для локализации небольших загораний обслуживающий персонал до прибытия передвижных средств пожаротушения должен использовать первичные средства пожаротушения, находящиеся на пожарных щитах.

Первичные средства пожаротушения размещаются вблизи мест наиболее вероятного их применения, на виду, в безопасном при пожаре месте, с обеспечением к ним свободного доступа.

В цехе используются пожарные гидранты надземного типа. Гидранты обозначены указательной табличкой. Пожарный рукав и вся необходимая арматура располагается рядом с гидрантом в специальном шкафу. План эвакуации (рис.1) располагается в установленных требованиями местах.

На предприятии используется система автоматической пожарной безопасности, основанная на датчиках различных видов (дымовые, тепловые, датчики пламени). В случае возникновения пожара, срабатывает система оповещения — подается световой и звуковой сигнал об опасности. Кроме того, появляются светящиеся табло с указанием аварийных выходов и схем эвакуации людей. Одновременно срабатывает система пожаротушения (порошковые устройства пожаротушения), а устройство связи, передает информацию на пульт централизованного наблюдения.

### **Выводы по разделу**

В данном разделе, в пункте правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности были изложены режимы труда и отдыха работника согласно трудовому кодексу. Проведен анализ вредных факторов, к которым относятся повышенный уровень шума на рабочем месте, отклонение показателей микроклимата, недостаточная освещенность рабочей зоны, Повышенный уровень шума и повышенное значение напряжения в электрической цепи. В результате анализа были предложены организационные мероприятия по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на работающего.

Еще была рассмотрена экологическая безопасность, указаны источники загрязнения атмосферы, гидросферы, литосферы и основные загрязнители. В пункте безопасности был произведен краткий анализ возможных чрезвычайных ситуаций (ЧС), которые могут возникнуть при разработке, производстве или эксплуатации проектируемого решения.

## **Заключение**

В результате проделанной мной работы, по проектированию маршрутной технологии на изготовление детали «Червяк», были освоены и отточены следующие навыки: определение типа производства, составление маршрутной карты, выполнение размерного анализа и построение графа технологических размерных цепей, расчет припусков на обработку, назначение и расчет режимов резания, нормирование ТП, конструирование и расчет станочного приспособления.

Также был получен опыт углубленный опыт работы со справочной машиностроительной литературой.

Получен навык выявления и анализа вредных и опасных факторов производства, а именно на рабочем месте оператора станков с ЧПУ. Определены погубные факторы на воздействие на окружающую среду и предложены меры по снижению данного воздействия.

Были освоены навыки анализа конкурентоспособности и SWOT-анализа, выявления слабых и сильных сторон проектируемого решения. Выполнение работы фиксировалось в графике Ганта, и по итогу ее длительность составила 140 дней.



## Список используемых источников

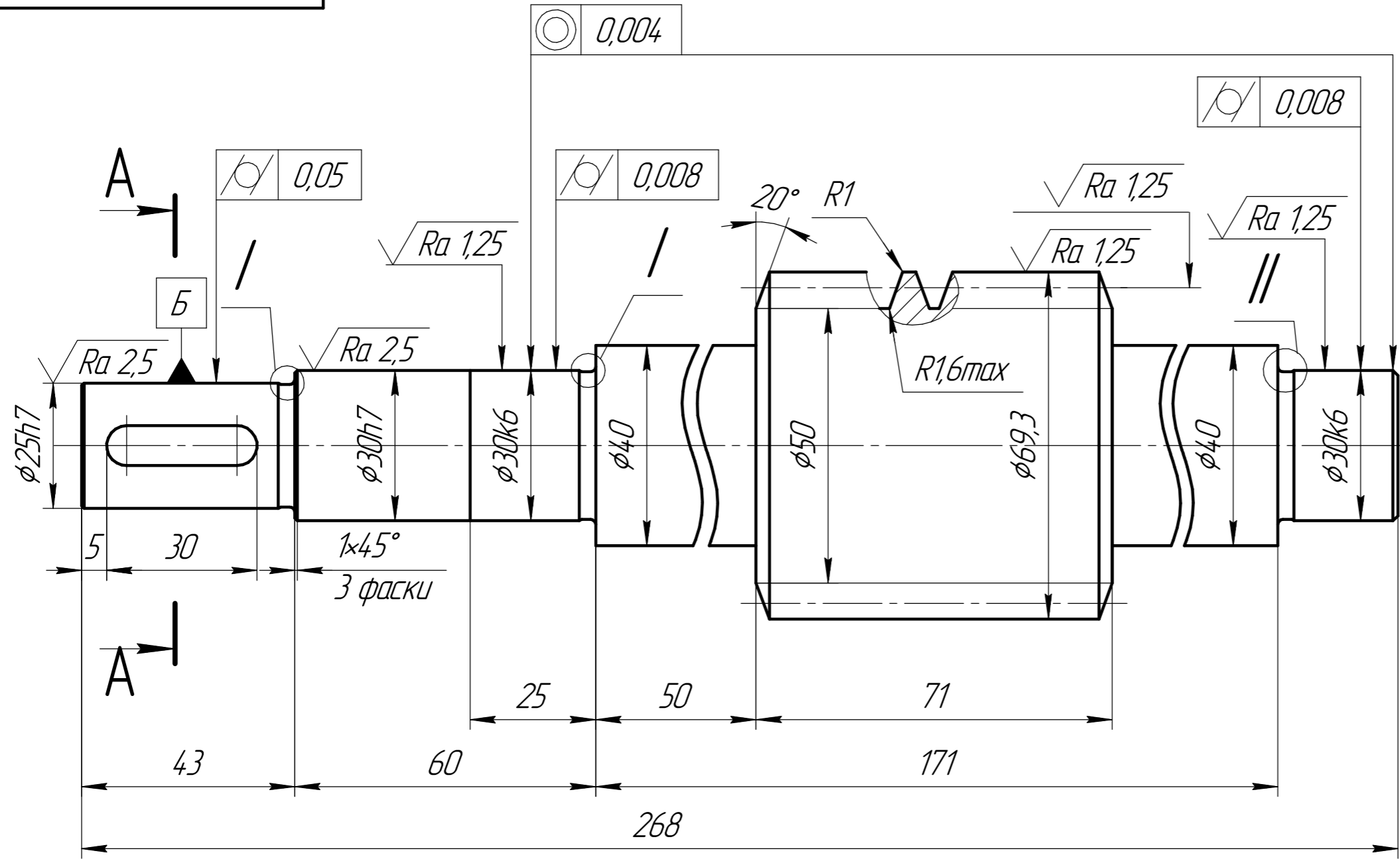
1. Горбачевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – М.: ООО ИД «Альянс», 2015. – 256 с.
2. Скворцов В.Ф. Основы технологии машиностроения: Учебное пособие./В.Ф Скворцов.-2-е изд.- М.: ИНФА-М, 2016- 330с.
3. Анурьев В.И. Справочник конструктора машиностроителя: В 3 т. Т. 1. – М.: Машиностроение, 2001. – 920 с.: ил.
4. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2 /Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова.— 4-е изд., перераб. и доп.— М.: Машиностроение, 1985. 496 с.
5. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2006. – 100 с.
6. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с ЧПУ. Часть 1. Нормативы времени. Нормативно-производственное издание. – М: Экономика, 1990. – 206с., илл.
7. Резьбошлифовальные работы. Тульпа С.М. 352 с. 1965.
8. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: Справочник / Баранчиков В.И., Жаринов А.В., Юдина Н.Д., Садыхов А.И. и др.; Под общ. ред. В.И. Баранчикова. – М.: Машиностроение, 1990.
9. Основы конструирования приспособлений в машиностроении. Корсаков В.С. – М.: Машиностроение 1971г. – 288с.
10. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсо-сбережение: учебно-методическое пособие. Видяев И.Г., Серикова Г.Н., Гаврикова Н.А. Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 36
11. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
12. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\*.

13. ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
14. ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.
15. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
16. ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление.
17. Приспособления для металлорежущих станков. М.А. Ансеров 1975. 657 с.

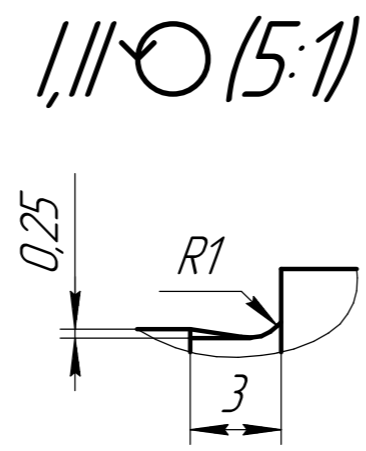
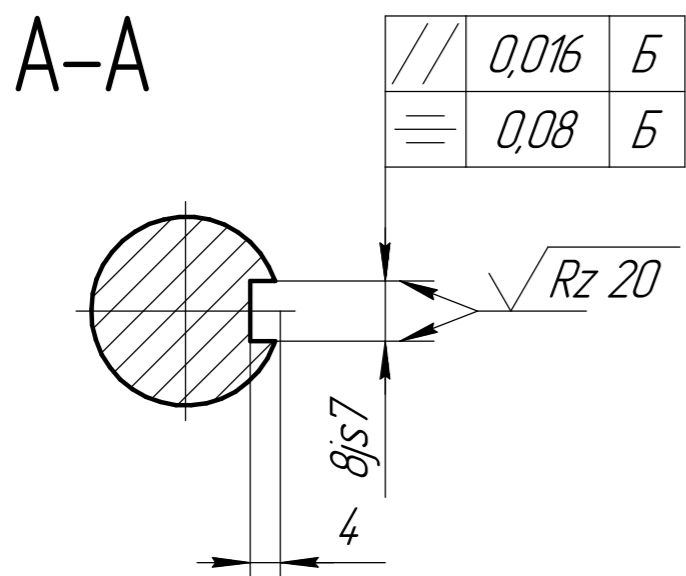
**Приложение А**  
**Графическая часть к ВКР**

ИНШПТ-38/16.121.001

√ Ra 6,3 (√)

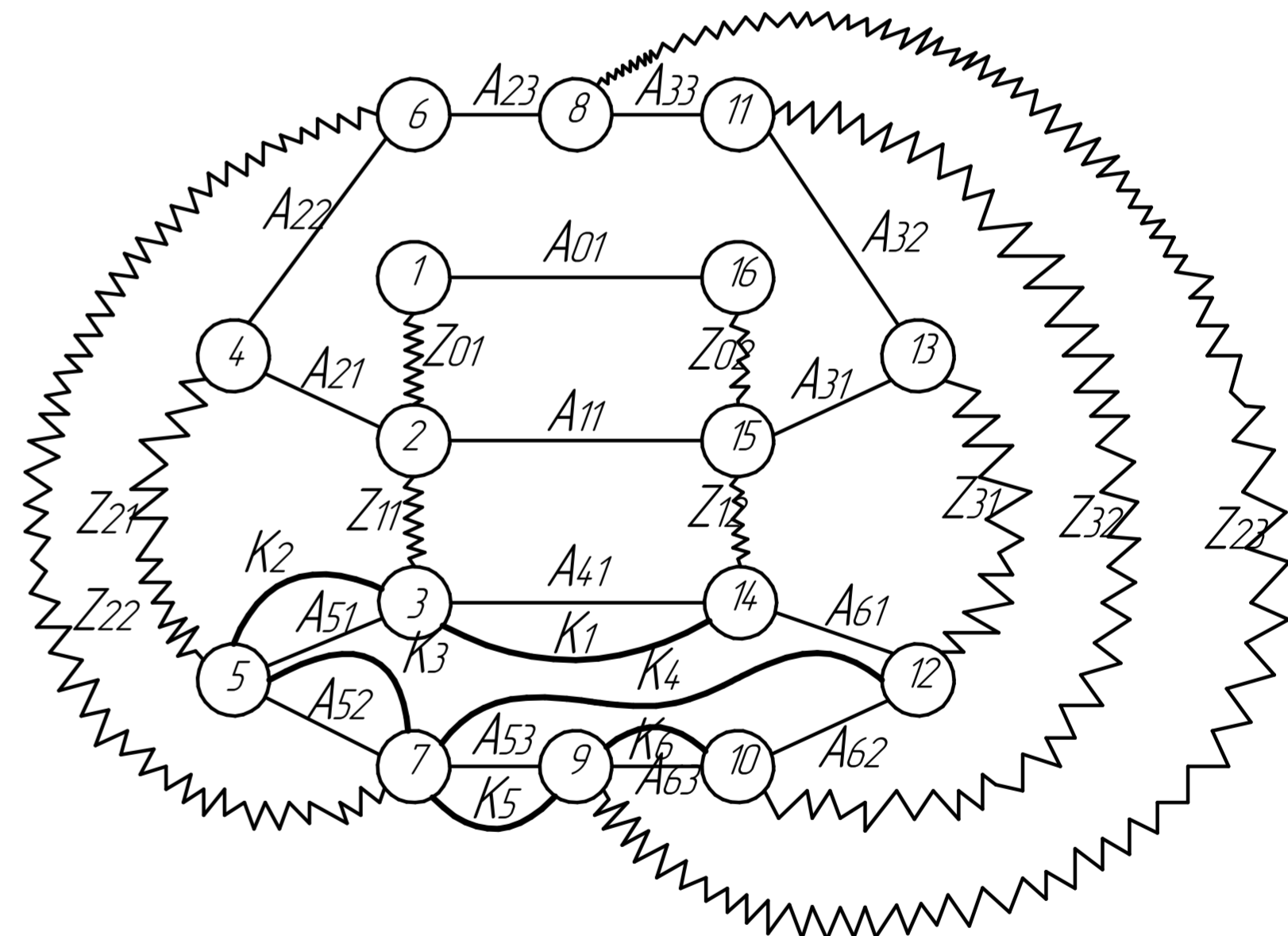
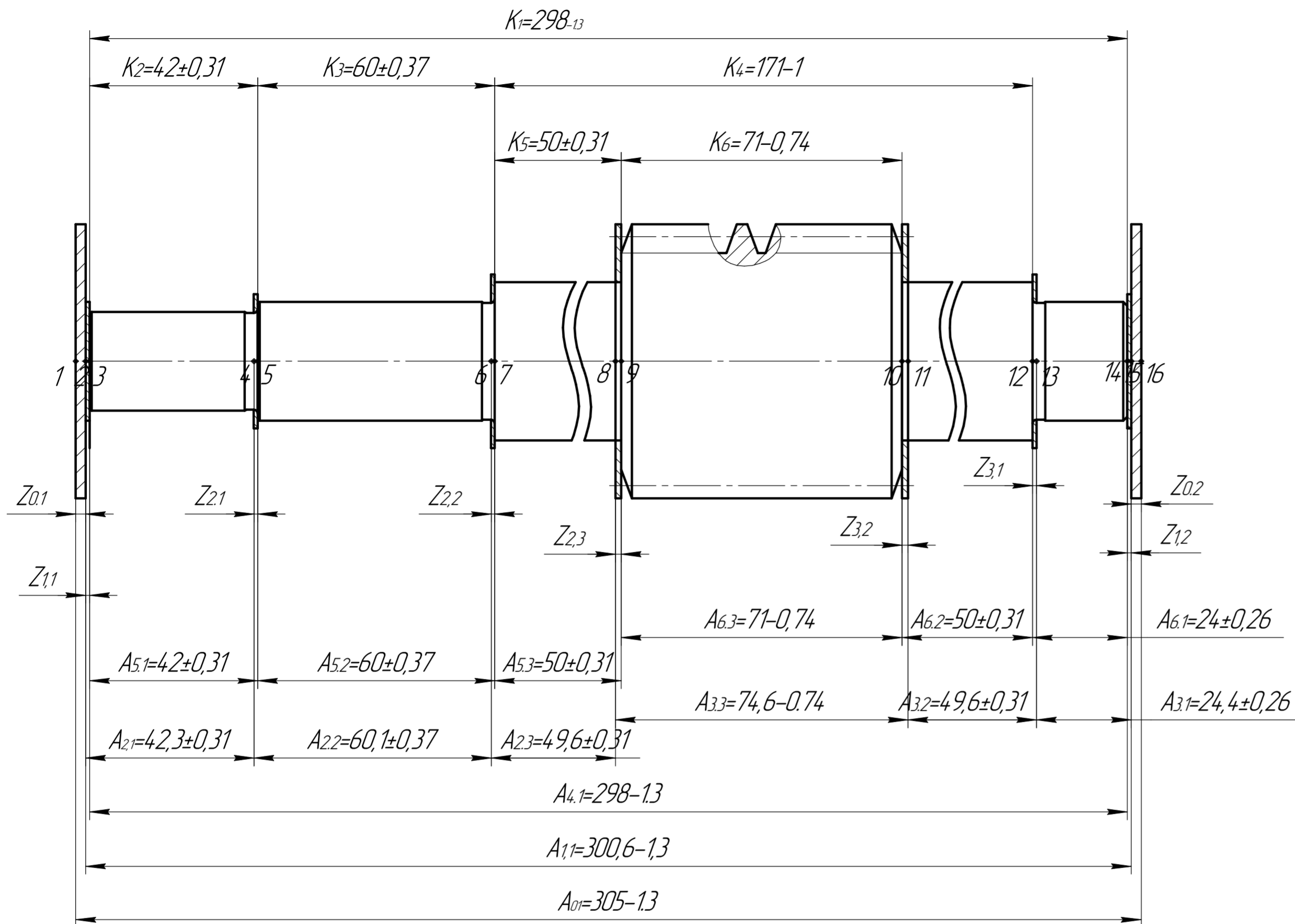


Модуль	m	3,15
Число витков	Z1	4
Вид червяка	-	ZA
Делительный угол подъема	$\gamma$	11°18'60"
Направление линии витка	-	правое
Исходный червяк	-	ГОСТ 19036-94
Степень точности	-	7-Г
Делительная толщина по хорде	Sa1	4,85
Высота до хорды	d1	3,154
Делительный диаметр	d1	63
Ход витка	Pz1	39,58



1 37...39 HRC  
 2 Неуказанные предельные отклонения размеров: отверстий H14, валов h14, стальных +IT14/2.

ИНШПТ-38/16.121.001			
Червяк		Лит.	Масса
Сталь 40X ГОСТ 4543-71		Масштаб	1:1
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.
Разраб.	Тогуцаков	Дата	29.01.21
Проб.	Петровский	Дата	29.01.21
Т.контр.			
Н.контр.			
Утв.			
Лист		Листов 1	



Изм. № подл. Подп. и дата  
 Взам. инв. № Инв. № дроб. Подп. и дата  
 Справ. №  
 Перв. примен.

				ИНШПТ-38/16.121.008		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса
Разраб.		Тогушжаков		05.06.21	у	
Проб.		Петровский		05.06.21	Лист	Листов
Т.контр.						1
Н.контр.						
Утв.						
					Размерный анализ	
					1:1	
					Формат А2	

# СМ. чертеж

Карта технологического процесса

Материал	Код атт. величины	Масса детали, кг	Заготовка			
			Код и вид	Профиль Размеры	Кол.	Масса, кг
Сталь 40Х ГОСТ 4543-71	003	3,57	Прокат круглый	305x75	500	10,58

Номер операции	перехода	Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз	Оборудование	Приспособление	Инструмент		Наличие оснастки: абраз., детали	Число рабочих ходов	Диаметр или ширина в направлении подачи, мм	Длина в направлении подачи, мм	Глубина резания, мм	Режим обработки				Нормы времени					
						режущий	измерительный						mm/об	mm/мин	Частота аб./мин	скорость резания, м/мин	T <sub>0</sub>	T <sub>вс</sub>	T <sub>пз</sub>	T <sub>шт</sub>	T <sub>шт.к</sub>	
005	1	Отрезать заготовку, выдерживая размер 1		Ленточный станок ProtelBS 331 DSA		полотно Hopsberg M4.23x114180	Штангенциркуль ШЦ-II-500-01 ГОСТ 166-89	-	1	75	75	75	-	100	-	45	1,22	0,36	15	1,22	1,77	
010	1	Фрезеровать заготовку выдерживая размер 1		Станок сверлильно-центровальный 2Г942	Торцевая фреза Soramil 24,5	Штангенциркуль ШЦ-II-500-01 ГОСТ 166-89	-	1	75	75	75	0,8	225	350	110	0,12			0,46	16	0,83	0,86
	2	Центровать торцы 2 и 3					Центровочное сверло 5	-	1	5	7	7	0,1	35	350	35	0,2					
015	1	Точить поверхности, выдерживая p-ры 1-8		Точильный станок с ЧПУ MAZAK I-300	Патрон 3-х кулачковый самоцентрирующийся Kitadama B-206, правый центр, задний центр станка	Резец проходной наружный QS-PD/1R 12 4C Пластина: DNMG 15 06 04-MF 2015	Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166-89		7	44	152,9	2,5				6,5						
									2	34	103,3	2,5	0,25		700	125	1,18					
									1	29,2	43,2	2,5					0,24					
									1	27,6	42,3	0,8				0,41	9,6		23	11,32	11,37	
									1	27,6	24	0,1				0,023						
									1	32,4	60,1	0,8		700	150	0,57						
									1	32,4	5	0,1	0,15			0,047						
									1	42,4	49,6	0,8				0,47						
									1	42,4	16,3	0,1				0,15						

# СМ. ЧЕРТЕЖ

Карта технологического процесса

Материал	Кажд. велич. кг	Масса детали, кг	Заготовка		
Наименование, марка			Код и вид	Профиль Размеры	Кол.
Сталь 40Х ГОСТ 4543-71	003	3,57	Прокат круглый	305x75	10,58

Номер операции	перехода	Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз	Оборудование	Приспособление	Инструмент		Наличие обломок обраб. детали	Число рабочих ходов	Диаметр или шаг в направлении подачи, мм	Длина в направлении подачи, мм	Глубина резания, мм	Режим обработки		Нормы времени												
						режущий	измерительный						mm/об	mm/мин	Частота об/мин	Скорость резания, м/мин	T <sub>0</sub>	T <sub>вс</sub>	T <sub>пз</sub>	T <sub>шт</sub>	T <sub>шт.к</sub>						
020	Токарная ЧПУ	1 Точить поверхности, выдерживая размеры 1-9 2 Нарезать червяк, выдерживая размеры 10 и 11		Токарный станок с ЧПУ MAZAK I-300	Патрон 3-х кулачковый самоцентрирующийся Китарава В-206, плавающий, задний центры станка	Резец Sandvik	Штангенциркуль ШЦ-И-250-0,05 ГОСТ 166-89		1	716	14,96					1,07											
						Резец QS-PD/MR 16 40	Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-89		6	44	74,9	2,5	0,25	700	125	2,7											
						Резец QS-PD/MR 12 4С			1	324	25,4	16				0,24											
						Резец Sandvik			1	324	5	0,1				0,05											
025	1	Слесарная Зачистить заусенцы, Притупить острые кромки		Верстак слесарный	Шабёр цепадный											0,4	0,13	0,44	0,45								
030	1	Термическая Калить до 37.39 HRC		Печь камерная закалочная ЧНО-3,5/11											5	0,02	5,12	5,12									
035	1	Пескоструйная Снять окалину		Пескоструйная камера											0,4	0,13	0,44	0,45									
040	Фрезерно-центровальная	1 Фрезеровать торцы детали, выдерживая размер 1 2 Зенковать отверстие, выдерживая размеры 2-4		Станок сверлильно- центровальный 2Г94,2	Тисы стальные	Торцевая фреза Согапит 24,5	Штангенциркуль ШЦ-III-500-0,1 ГОСТ 166-89		1	324	324	324	0,1	4,27	602	189	0,08										
						Зенкер ГОСТ 21540-76			1	10	2,5	2,5	0,1	500	160	0,1	0,46	16	0,62	0,66							

ИШПТ-38/6121.003

Маршрутная  
технология

Лист	Масса	Масштаб
у		1:1
Листов	Листов	1





# СМ. ЧЕРТЕЖ

Материал	Код атт. величины	Масса детали, кг	Заготовка			
			Код и вид	Профиль Размеры	Кол.	Масса, кг
Сталь 40Х ГОСТ 4543-70	003	3,57	Прокат круглый	305x75	500	10,58

Номер операции	перехода	Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз	Оборудование	Приспособление	Инструмент		Наличие обработки деталей	Число рабочих ходов	Диаметр или шаг в направлении подачи, мм	Длина в направлении подачи, мм	Глубина резания, мм	Режим обработки		Нормы времени					
						режущий	измерительный						mm/об	mm/мин	Частота об/мин	Скорость резания, м/мин	T <sub>0</sub>	T <sub>вс</sub>	T <sub>пз</sub>	T <sub>шт</sub>
055 Фрезерная ЧПУ	1	Фрезеровать шпоночный паз, выдерживая размеры 1-4		Фрезерный станок с ЧПУ DMU 50	Пневмопржим ТДА5615	Концевая фреза Salvisick CogaMill P1uga d = 6mm Патрон цапговый	ГОСТ 9038-83 концевые меры длины штатгенциркуль ШШ-1-125-011 ГОСТ 166-89 микрометр гладкий 0-25 ГОСТ 6507-90		3	7,8	29,8	1,3	0,18	5040	126	0,12	0,205	23	0,55	0,59
	1	Слесарная Зачистить заусенцы, Притупить острые кромки		Верстак слесарный	Шаблер цеховый			1	8	69,12	0,1	0,28	6500	200	0,037	0,4	0,13	0,44	0,45	
	1	Шлифовать поверхность, выдерживая размер 1		Универсальный круглошлифовальный станок БСА-1R52 NC	Патрон подающий	ПП 40044,04127 33А 40Н СМ2 5 К5 35м/с А 1кл. ГОСТ 2424-83	Скоба рычажная СРП 25-50 ГОСТ 11098-75 (1 мм) Микрометр гладкий 50-75 ГОСТ 6507-90 Образцы шероховатости ГОСТ 9378-73	10	30	24	0,01	12	371	4,46	0,11	1,76	18	2,99	3,03	
2	Шлифовать поверхность, выдерживая размер 2	10						30	25	0,01	12	371	4,46	0,11						
3	Шлифовать поверхность, выдерживая размер 3	24						69,3	64	0,015	12	161	1,92	1,54						

См. чертеж

Материал

Наименование, марка

Сталь 40Х  
ГОСТ 4543-71

Код ед-  
величины

Масса де-  
тали, кг

Заготовка

Код и вид

Профиль  
Размеры

Кол.

Масса,  
кг

003

3,57

Прокат  
круглый

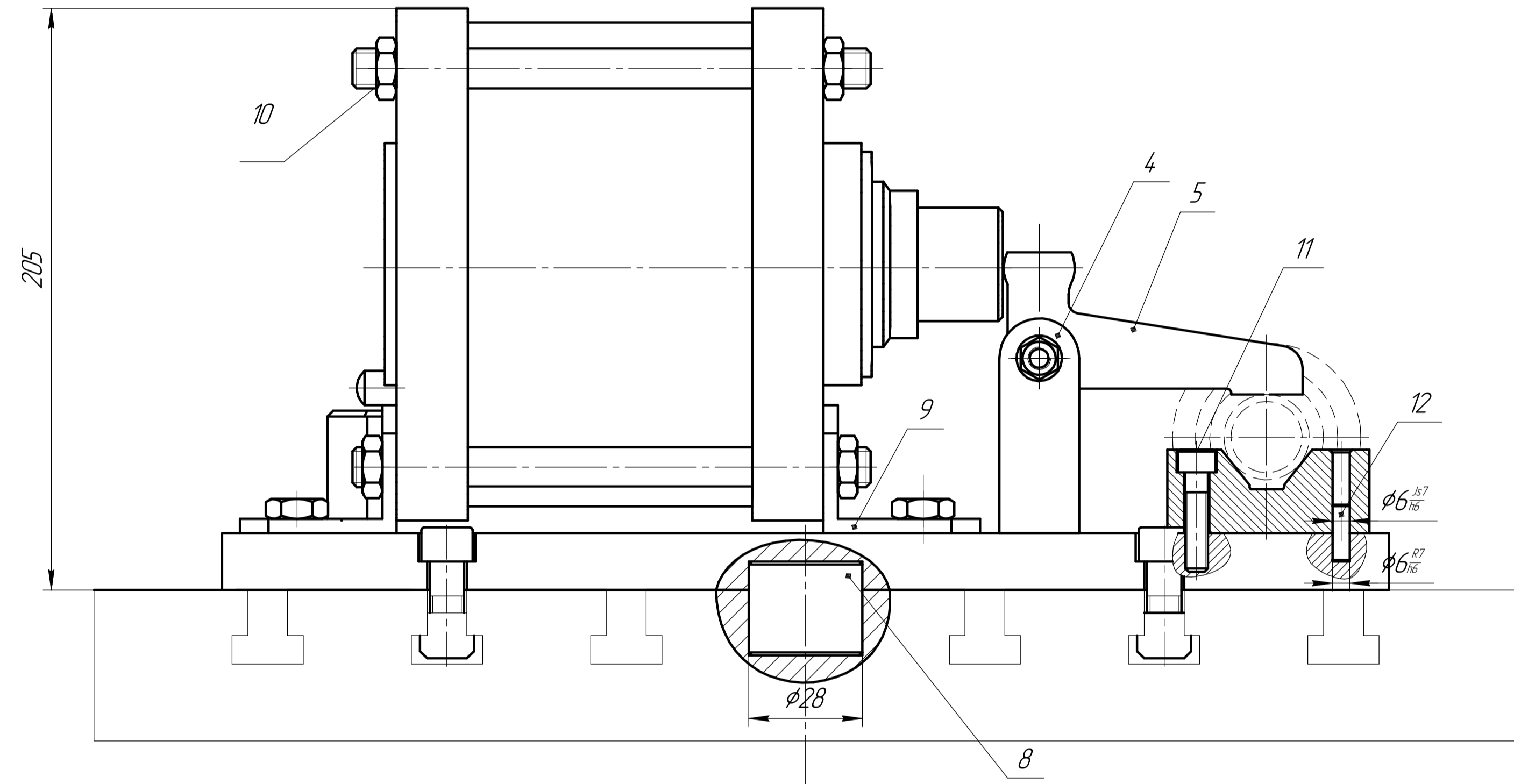
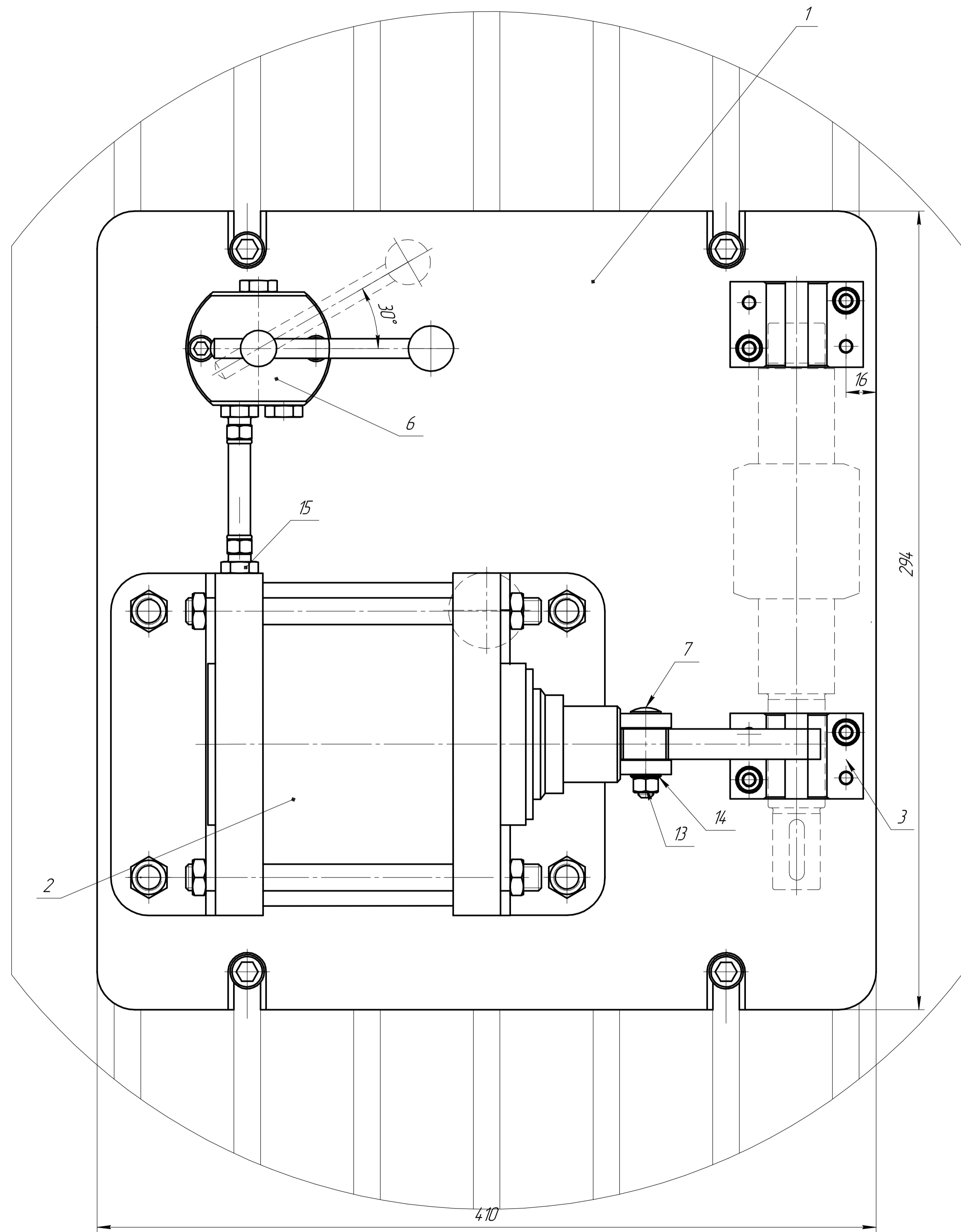
305x75

500

10,58

Номер	Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз	Оборудование	Инструмент		Приспособление	Наличие оборудования: обраб. детали	Число рабочих ходов	Диаметр или шаг и направление подачи, мм	Длина в направлении подачи, мм	Глубина резания, мм	Режим обработки			Нормы времени						
				режущий	измерительный							Подача		Т <sub>0</sub>	Т <sub>вс</sub>	Т <sub>пз</sub>	Т <sub>шт</sub>	Т <sub>шт.к</sub>			
												мм/об	мм/мин						Частота об/мин	Скорость резания, м/мин	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
070	1 Шлифовать червяк, выдерживая размеры 1-4		Резишлифовальный станок 5К822В	Патрон поводковый	A9960.052V	Образцы шероховатости ГОСТ 9378-73 Штангенциркуль ШЗН 18 ГОСТ 1643-81		120	51.66	70	0,015	39,85	68	2,7	4,84	0,34	18	3,35	3,4		
075	1 Контрольная Контролировать размеры, согласно чертежу																				
080	1 Упаковочная																				

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ИШПТТ-38/16121.006		
Разраб.	Лист	Технический	Петровский	15.06.21	Маршрутная технология		
Провер.	Лист	Листов	1	1	Лист	Листов	1
Т.контр.							
Н.контр.							
Утв.							



1 Выдержать параллельность призм не более 0,018мм

				ИНШПТ-3-8/16121008.		
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Лист	Масса
					у	15,2
Разраб.	Тогощак		15.06.21		Листов	11
Проб.	Петровский		15.06.21		Лист	Листов 1
Т.контр.						
И.контр.						
Утв.						
				Пневмоприжим		
				Гр. 3-8/161		
				Копирабал		
				Формат А1		

Лист № 1  
Лист № 2  
Лист № 3  
Лист № 4  
Лист № 5  
Лист № 6  
Лист № 7  
Лист № 8  
Лист № 9  
Лист № 10  
Лист № 11  
Лист № 12  
Лист № 13  
Лист № 14  
Лист № 15

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документация</i>						
<i>Сборочный чертеж</i>						
<i>Детали</i>						
		1	ИНШПТ-39/61.21.01.00.01	Плита	1	
		2		Пневмоцилиндр 160x40 ГОСТ 15608-70	1	
		3		Призма ГОСТ 12196-66	2	
		4	ИНШПТ-39/61.21.01.00.02	Стойка	1	
		5		Рычаг ГОСТ 7018-0400	1	
		6		Кран распределительный	1	
		7	ИНШПТ-39/61.21.01.00.03	Палец	1	
		2	ИНШПТ-39/61.21.01.00.04	Банка	1	
		9	ИНШПТ-39/61.21.01.00.05	Лапа	2	
<i>Стандартные изделия</i>						
		5		Гайка М14х1,5 6Н ГОСТ 5916-70	12	
		11		Винт М8-6dх35 ГОСТ 11738-84	6	
		12		Штифт	4	
		13		Гайка М8 ГОСТ 15526-70	1	
<b>ВКР.15.03.01</b>						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.		Тогуцаков			Лит.	Лист
Проб.		Петровский				1
Н.контр.					Листов	
Утв.					2	
<b>ПНЕВМОПРИЖИМ</b>					<b>Гр. 3-8/61</b>	

