

Школа – Инженерная школа новых производственных технологий  
 Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение  
 Отделение школы (НОЦ) – Материаловедения

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

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

УДК 621.81–2–047.84

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л61	Иванова Мария Алексеевна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Цыганков Роман Сергеевич	-		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Трубченко Татьяна Григорьевна	Кандидат экономических наук, доцент		16.05.2021

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Мезенцева Ирина Леонидовна	-		19.05.2021

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

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

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

Школа – Инженерная школа новых производственных технологий  
 Направление подготовки (специальность) – 15.03.01 Машиностроение  
 Отделение школы (НОЦ) – Материаловедения

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП  
 \_\_\_\_\_ Ефременков Е.А.  
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

<b>Бакалаврской работы</b>	
<b>Группа</b> (бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации) Студенту:	<b>ФИО</b>
3-8ЛБ1	Иванова Мария Алексеевна

Тема работы:

<b>Разработка технологии изготовления детали «Вал ведущий»</b>	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:

--	--

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<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>	Чертеж детали, годовая программа выпуска
--	--

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>  <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Обзор научно-технической литературы, определение типа производства, анализ конструкции детали на технологичность, выбор исходной заготовки, составление маршрута операций, размерный анализ ТП, расчет припусков и технологических размеров, расчет режимов резания и норм времени, конструирование специального приспособления для операции фрезерования.</p>
<p><b>Перечень графического материала</b>  <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Чертеж детали (1 лист формата А1), сконструированное специальное приспособление (1 лист формата А2, 2 листа формата А4 со спецификацией), размерный анализ (1 лист формата А1), карта технологического процесса (2 листа формата А1).</p>

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**

*(с указанием разделов)*

Раздел	Консультант
Технологический и конструкторский	Цыганков Роман Сергеевич
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Трубченко Татьяна Григорьевна
Социальная ответственность	Мезенцева Ирина Леонидовна

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	16.12.2020
---	------------

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

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Цыганков Р.С.	-		16.12.2020

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л61	Иванова М.А.		16.12.2020

## Реферат

Выпускная квалификационная работа разработки технологии изготовления детали «вал ведущий» содержит 120 страниц, 15 рисунков, 21 таблицу, 14 источников.

Ключевыми словами являются: вал ведущий, технологический процесс, производство, механическая обработка, оборудование, инструмент, режимы, машиностроение.

Объектом исследования является технология изготовления детали типа «Вал ведущий».

Цель ВКР: разработка оптимального, рационального, экономично-эффективного процесса производства детали «Вал ведущий».

При разработке технологии проводилось: построение схемы припуска, определение припусков, построение размерных схем, расчеты режимов резания, расчеты норм времени, проектирование оснастки, анализ полученных результатов.

В результате проектирования технологии изготовления: был осуществлен выбор заготовки, определен класс серийности, разработан технологический процесс, определены припуски на обработку, рассчитаны режимы резания и нормы времени, а также сконструирована оснастка для сверления отверстий.

Разработанный технологический маршрут состоит из 10 операций.

Выполненный производственный процесс изготовления детали «Вал ведущий» будет интересен для производственных компаний.

Экономическая значимость работы: подобран оптимальный вариант для изготовления детали типа «Вал ведущий» в условиях крупносерийного производства, удовлетворяющий всем требованиям. В процессе выполнения была рассчитана стоимость научного исследования.

## Оглавление

Техническое задание.....	7
1.ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИПА ПРОИЗВОДСТВА.....	8
2.АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ КОНСТРУКЦИИ ДЕТАЛИ.....	12
3. ВЫБОР ВИДА И СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАГОТОВКИ.....	15
4. СТРУКТУРА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА.....	17
5. ВЫБОР МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ .....	21
6. РАЗМЕРНЫЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ .....	25
7. РАСЧЕТ ДОПУСКОВ, ПРИПУСКОВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАЗМЕРОВ.....	28
7.1. Допуски технологических размеров. Осевое направление.....	28
7.2.Допуски технологических размеров. Диаметральное направление .....	29
7.3. Расчет минимальных припусков на технологические размеры.....	30
7.4. Расчет осевых технологических размеров.....	32
7.5. Расчет диаметральных технологических размеров.....	34
8. РАСЧЕТЫ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ.....	37
9. РАСЧЕТ НОРМЫ ВРЕМЕНИ.....	65
10. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ.....	79
10.1 Разработка приспособления для фрезерной операций технологического процесса изготовления детали .....	79
10.2 Принцип работы приспособления .....	79
Вывод по технологическому и конструкторскому разделу:.....	84
РАЗДЕЛ «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ».....	87
Введение.....	87
«ПРАВОВЫЕ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ».....	88
Режим рабочего времени .....	88
Производственная безопасность .....	88
Анализ опасных и вредных производственных факторов.....	89
Экологическая безопасность .....	92
Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	93
Выводы по разделу .....	94
Список используемых источников.....	95
РАЗДЕЛ «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ».....	97
ОЦЕНКА КОММЕРЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА И ПЕРСПЕКТИВНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ С ПОЗИЦИИ РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТИ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ.....	97

1.1. Потенциальные потребители результатов исследования.....	97
1.2. Анализ конкурентных технических решений.....	99
1.3. SWOT-анализ.....	101
2. ПЛАНИРОВАНИЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ.....	107
2.1 Структура работ в рамках научно-исследовательской работы.....	107
2.2. Определение трудоемкости выполняемых работ.....	108
2.3 Разработка графика проведения научного исследования.....	109
2.4. Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....	111
2.4.1 Расчет материальных затрат.....	111
2.4.2 Расчёт амортизационных отчислений.....	113
2.4.3 Основная заработная плата исполнительской темы.....	114
2.4.4 Дополнительная заработная плата исполнительской темы.....	115
2.4.5 Отчисления во внебюджетные фонды.....	116
2.4.6 Накладные расходы.....	116
2.4.7 Бюджет затрат НТИ.....	116
Заключение.....	117
Список используемых источников.....	118
Приложение А "Чертеж детали "	
Приложение Б "Размерный анализ"	
Приложение В "Чертеж сборки приспособления"	
Приложение Г "Карта технологического процесса"	



## 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИПА ПРОИЗВОДСТВА

Тип производства определим по формуле:

$$K_{з.о} = \frac{t_{в}}{T_{ср}} \quad (1)$$

где,  $t_{в}$  – такт выпуска детали, (мин);

$T_{ср}$  – среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса, (мин).

Формула для определения такта выпуска детали:

$$t_{в} = \frac{F_{г}}{N_{г}},$$

где  $F_{г}$  – годовой фонд времени работы оборудования, мин.;

$N_{г}$  – годовая программа выпуска деталей.

Годовой фонд времени работы оборудования определяем по табл.5 [1, стр.23] – при односменном режиме работы:  $F_{г} = 2030$  ч.

Тогда

$$t_{в} = \frac{F_{г}}{N_{г}} = \frac{2030 \times 60}{3000} = 41,6 \text{ мин};$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса:

$$T_{ср} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.к i}}{n}, \quad (2)$$

Где  $T_{ш.к i}$  – штучно-калькуляционное время  $i$ -ой основной операции, мин.;

$n$  – Количество основных операций.



Основными операциями по изготовлению детали «Вал ведущий» являются 5 операций (значит  $n=5$ ): 2 Токарно-винторезные, Вертикально-фрезерная и 2 круглошлифовальные (указаны в операционной карте).

Штучно-калькуляционное время  $i$ -ой основной операции определяем по рекомендациям, указанным в приложении 1 [1, стр.173]:

$$T_{шт.ки} = \varphi_{к.і} * T_{о.і}, \quad (3)$$

Где  $\varphi_{к.і}$  – коэффициент  $i$ -ой основной операции, который зависит от вида станка и от типа предполагаемого производства;

$T_{о.і}$  – основное технологическое время  $i$ - ой операции, минуты.

Для двух токарных операций определяем время:  $\varphi_{к.1} = \varphi_{к.2} = 1,36$ ;

для фрезерной операции определяем время:  $\varphi_{к.3} = 1,51$ ;

для круглошлифовальных определяем время:  $\varphi_{к.4} = \varphi_{к.5} = 1,55$

Основное технологическое время на изготовление детали определяем по рекомендациям, указанным в приложении 1 [1, стр. 172], где указано, что время напрямую зависит от длины и диаметра детали и вида обработки.

Основное технологическое время первой токарной операции (черновая подрезка торца, сверлить центровое отверстие, точить наружную поверхность «начерно» - «начисто», нарезать резьбу).

$$\begin{aligned} T_{0.1} &= 0,00037(D^2-d^2) + 0,00052dl + 0,00017dl + 0,00010dl + 0,00019dl + \\ &0,00017dl + 0,00010dl = 0,00037(53^2-0^2) + 0,00052 \cdot 6,3 \cdot 13,2 + 0,00017 \cdot 52 \cdot 440 + \\ &0,00010 \cdot 50 \cdot 440 + 0,00019 \cdot 48 \cdot 50 + 0,00017 \cdot 48 \cdot 50 + 0,00017 \cdot 46 \cdot 50 + \\ &0,00010 \cdot 45 \cdot 50 = 1,04 + 0,04 + 3,9 + 2,2 + 0,46 + 0,4 + 0,4 + 0,4 = 8,84 \text{ минут} \end{aligned}$$

Штучно-калькуляционное время токарной операции:

$$T_{шт.к.1} = \varphi_{к.1} \times T_{0.1} = 1,36 \times 9,72 = \mathbf{12,02 \text{ минут}}$$

Основное технологическое время второй токарной операции (черновая подрезка торца, точить наружную поверхность «начерно» - «начисто», точить внутренний диаметр, нарезать резьбу)

$$\begin{aligned}
T_{0.2} &= 0,00037(D^2-d^2) + 0,00017dl + 0,00010dl + 0,00018dl + 0,0004dl + \\
&+ 0,00019dl = 0,00037(72^2-0^2) + 0,00017 \cdot 72 \cdot 120 + 0,00010 \cdot 69 \cdot 120 + \\
&+ 0,00017 \cdot 67 \cdot 86 + 0,00017 \cdot 65 \cdot 86 + 0,00017 \cdot 63 \cdot 86 + 0,00010 \cdot 60,5 \cdot 86 + \\
&+ 0,00010 \cdot 59,5 \cdot 109 + 0,00010 \cdot 60,5 \cdot 111 + 0,00017 \cdot 58,5 \cdot 110 + \\
&0,00010 \cdot 56,6 \cdot 110 + 0,0004 \cdot 15,4 \cdot 60 + 0,00019 \cdot 18 \cdot 50 = 1,92 + 1,5 + 0,83 + 9,8 + \\
&0,95 + 0,92 + 0,9 + 0,65 + 0,67 + 1,09 + 0,62 + 0,37 + 0,2 = 20,42
\end{aligned}$$

Штучно-калькуляционное время токарной операции:

$$T_{шт.к.2} = \varphi_{к.2} \times T_{0.2} = 1,36 \times 20,42 = \mathbf{27,8 \text{ минут}}$$

Основное технологическое время третьей фрезерной операции  
(фрезеровать паз)

$$T_{0.3} = 0,006l = 0,006 \cdot 107 \cdot 10 = 6,42 \text{ мин}$$

Штучно-калькуляционное время фрезерной операции:

$$T_{шт.к.3} = \varphi_{к.3} \times T_{0.3} = 1,51 \times 6,42 = \mathbf{9,7 \text{ минут}}$$

Основное технологическое время четвертой шлифовальной операции  
(шлифовать поверхность)

$$\begin{aligned}
T_{0.4} &= 0,00007dl = 0,00007 \cdot 60 \cdot 86 + 0,00007 \cdot 50 \cdot 440 + 0,00007 \cdot 44,5 \cdot 50 = \\
&0,36 + 1,54 + 0,15 = 2,05 \text{ мин}
\end{aligned}$$

Штучно-калькуляционное время шлифовальной операции:

$$T_{шт.к.4} = \varphi_{к.4} \times T_{0.4} = 1,55 \times 2,05 = \mathbf{3,1 \text{ мин}}$$

Основное технологическое время пятой шлифовальной операции  
(шлифовать поверхность)

$$T_{0.5} = 0,00007dl = 0,00007 \cdot 55,6 \cdot 110 = 0,42 \text{ мин}$$

Штучно-калькуляционное время шлифовальной операции:

$$T_{шт.к.5} = \varphi_{к.5} \times T_{0.5} = 1,55 \times 0,42 = \mathbf{0,7 \text{ мин}}$$

Среднее штучно-калькуляционное время на выполнение основных операций технологического процесса изготовления детали «Вал ведущий» определяем по формуле (2):

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.ки}}{n} = \frac{12,02+27,8+9,7+3,1+0,7}{5} = \frac{53,32}{5} = \mathbf{10,6 \text{ мин}}$$

Определим по формуле тип производства:

$$K_{3,0} = \frac{t_{\epsilon}}{T_{cp}} = \frac{41,6}{10,6} = 3,9 = 4$$

Исходя из того, что  $K_{3,0} = 4$ , тип производства является **крупносерийным**.

## 2.АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ КОНСТРУКЦИИ ДЕТАЛИ

В процессе выполнения ВКР, так же, как и в производственных условиях, любая конструкция должна быть проанализирована. Деталь – «Вал ведущий» представляет собой тело вращения ступенчатой формы, служащий для передачи вращательного движения. Вал имеет большие габариты и вес – длину 1074 мм максимальный диаметр 69мм и 19,98 кг. Конструктивно наиболее ответственными являются поверхности, от точности которых зависит правильность установки в узле.

- Конусная поверхность диаметром 55,6к6 мм под углом  $4^{\circ} \pm 5'$ , к такому типу поверхности выставляют высокие требования по точности размера (квалитет точности 6, имеют предельные отклонения  $\frac{+0,060}{+0,041}$  мм), шероховатость поверхности (Ra 2,5 мкм) и допуск взаимного расположения поверхностей (соосность поверхности диаметра 55,6к6 мм относительно диаметра 60к6 мм не более 0,05 мм). Шпоночный паз на конусе размерами 16x105x5 с допуском расположения параллельности 0,02мм.

- Два диаметра 60к6, эти поверхности имеют требования по точности размера (квалитет точности 6, имеют предельные отклонения  $\frac{+0,0021}{+0,002}$  мм), шероховатость поверхностей (Ra 2,5 мкм) и допуск взаимного расположения поверхностей (соосность поверхности диаметра 60 относительно второго диаметра 60 не более 0,05мм).

- Наружная поверхность диаметром 50f9 имеет требования по точности размера (квалитет точности 9, имеют предельные отклонения  $\frac{-0,10}{-0,12}$  мм), шероховатость поверхности (Ra 2,5 мкм).

- Наружные диаметры 69мм и 59,5 мм имеют требования (квалитет точности 14, допуск Td 0,074 мм), шероховатость поверхности (Ra 6,3 мкм).

- Метрическая резьба М48 с шагом 2 выполняется по качеству точности 6g.

- Внутренне отверстие с метрической резьбой М18 длиной 50мм, выполняется по качеству точности 7Н

- Центровое отверстие диаметром 6,3 мм длиной 13,2 мм с углом конуса  $60^{\circ}$ , для последующего базирования в центрах и выполнения операций по механообработке.

- Для упрощения установки сопрягаемых деталей на поверхностях предусмотрены фаски. Кроме этого, фаски необходимы для устранения острых кромок, которые могли быть получены на предыдущих операциях и для точности базирования.

- Для удобства проведения чистовой обработки – шлифования поверхности, предусмотрены канавки под выход шлифовального круга.

Согласно с данными чертежа деталь «Вал ведущий» будет выполняться из стали 40Х ГОСТ 4543-71 – это конструкционная легирующая сталь, отличается сложной свариваемостью. Преимуществом стали 40Х является высокая твердость и прочность, структура стали может выдерживать существенную нагрузку и во время эксплуатации, сталь не подвергается разрушению. Сталь 40Х отличается такими положительными качествами, как:

- Достаточно высокая коррозионная стойкость, которая включает в себя состав хрома.

- Высокие прочностные показатели. Измеряется твердость в разных показателях, часто применяется HRC и HB. Показатель твердости соответствует значению 217 МПа.

- При выборе наиболее подходящего материала особое внимание уделяется удельному весу. Плотностью стали 40Х является  $7820 \text{ кг/м}^3$ .

В таблице 1 и 2 приведены механические свойства и химический состав:

Химический состав, в %

Таблица 1. Химический состав

Углерод	Кремний	Марганец	Сера	Фосфор	Никель	Медь	Хром
			Не более				
0,36-0,44	0,17-0,37	0,50-0,80	0-0,035	0-0,035	0-0,30	0-0,3	0,8-1,1

Таблица 2. Механические свойства

Предел текучести, МПа	Предел прочности, МПа	Относительное уд- линение, %	Относительное су- жение, %.
785	980	10	45

Проанализировав предъявляемые требования к точности размеров, точности их взаимного расположения и шероховатости поверхностей, можно сделать вывод, что данные требования обусловлены служебным назначением конструктивных частей вала.

Чертёж детали «Вал ведущий» содержит все необходимые разрезы, которые дают полную информацию о форме и размерах. Размеры и требования чертежа отражают все поверхности, указаны необходимые допуски на изготовление.

### 3. ВЫБОР ВИДА И СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАГОТОВКИ

Вид заготовки определяется с помощью таких характеристик как: конструкция детали, ее назначение и материал, программа по выпуску заготовок, технические требования, а также программа экономического производства. Вид заготовки определяет способ изготовления заготовки, припуски для обработки заготовки, позволяют рассчитать размеры и вычислить допуски на неточность. При выборе способа изготовления заготовки, необходимо сделать так, чтобы размер заготовки в наименьшей степени отличался от размера уже изготовленной детали, для уменьшения трудозатрат и сокращения производственного цикла обработки.

Требуемой заготовкой для изготовления детали "Вал ведущий" является поковка (заготовка, которая получается путемковки или горячей объемной штамповкой металла). В качестве заготовок для такого типа деталей как «Вал ведущий» в большинстве случаев выбирают или прокат, или штамповку. В редких случаях применяют отливку: если изготавливают большие валы из чугуна. Сортовой прокат используют для изготовления средних и мелких деталей с небольшими перепадами диаметров по ступеням вала (до 10-15 мм на 100 мм длины). Штамповку используют для изготовления средних и крупных валов непростой конфигурации, с большой разностью между диаметрами, а также, если имеются специальные требования к структуре металла и при очень больших объемах выпуска заготовок.

Заготовку изготавливают на кривошипных прессах. Метод горячей объемной штамповки является наиболее производительным, по сравнению со штамповкой на молотах: примерно в 2-3 раза. При этом на 20-35% снижается объем допусков и припусков. Кроме того, для того, чтобы получить заготовку, уменьшается расход используемого материала на 10-15%. Все допуски и припуски для изготовления заготовки, производимой на кривошипных прессах, рассчитывается в соответствии с ГОСТ 7505-89.

Берем деталь с массой 19.98кг

Рассчитываем массу заготовки (поковки):

$$m_{\text{заг}} = m_{\text{д}} * K_p \quad (4)$$

где  $K_p$  данный расчетный коэффициент равен 1,5

$$m_{\text{заг}} = 19,98 * 1,5 = 29.97\text{кг}$$

Тип штамповки открытый, для такой штамповки свойственен класс точности Т4, сталь 40Х относится к группе М2 – сталь, которая содержит углерод свыше 0,35 до 0,65% включительно.

Сложность изготовления имеет степень С2( $G_{\text{п}}/G_{\text{ф}}=0,6$ ), зная массу заготовки и детали вычисляем исходя из  $m = c \cdot V$ .

$$V = m / c \quad (5)$$

где  $c$  – плотность материала 7820кг/м<sup>3</sup>.

$$V_{G_{\text{п}}} = 19,98 / 7820 = 0,002;$$

$$V_{G_{\text{ф}}} = 29,97 / 7820 = 0,003;$$

$$G_{\text{п}}/G_{\text{ф}} = 0,002 / 0,003 = 0,6$$

На разъеме штампа поверхность имеет плоскую форму(П).

Берём исходный индекс, который равен 7 (рисунок 2)

При штамповке, уклоны наружных поверхностей имеют угол 5°

Закругления характеризуются минимальным радиусом 5 мм.

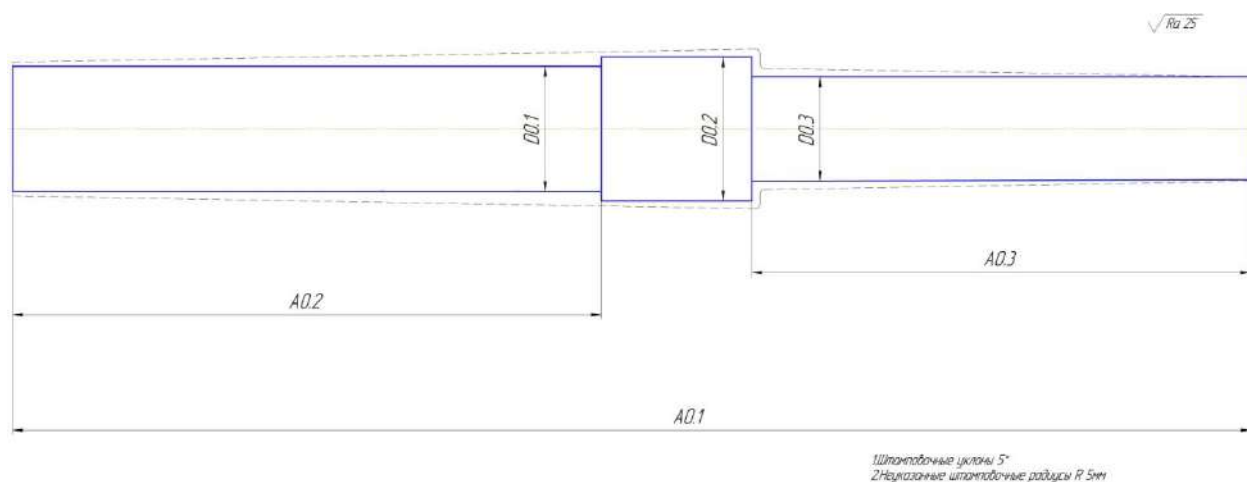


Рисунок 2. Эскиз заготовки изготовления



#### 4. СТРУКТУРА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Маршрут обработки детали разрабатывают, анализируя требования конструкторской документации и принятый вид заготовки. Приступая к составлению технологического маршрута, в первую очередь нужно наметить план обработки - структуру операций. Технологический маршрут представлен в таблице 3:

План обработки:

Заготовка (штамповка)

005.Заготовительная

010.Токарно-винторезная

015. Токарно-винторезная

020.Вертикально-фрезерная

025. Слесарная

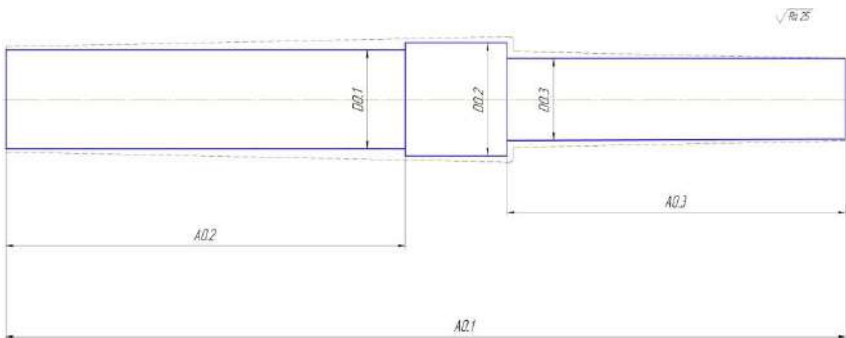
030.Круглошлифовальная

035.Круглошлифовальная

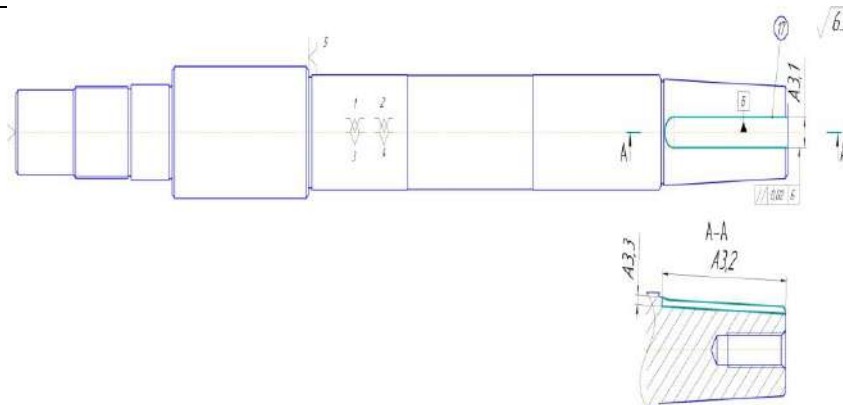
040. Промывочная

045. Контрольная

Таблица 3 – Технологический маршрут

Но мер	Эскиз изготовления	Наименование и содержание операции и переходов, оборудование
005		<p><b>Заготовительная</b></p> <p>1.Штамповать, выдерживая размеры: A<sub>01</sub>, A<sub>02</sub>, A<sub>03</sub>, D<sub>01</sub>, D<sub>02</sub>, D<sub>03</sub>.</p>

010		<p><b>Токарно-винторезная</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Подрезать торец 1 выдерживая размер <math>A_{1.1}</math>.</li> <li>2. Сверлить центровое отверстие 9, выдерживая размеры <math>A_{1.2}</math>, <math>A_{1.3}</math> <math>D_{1.1}</math>. <math>D_{1.2}</math>, <math>\beta 60^\circ</math></li> <li>3. Подрезать торец 4 выдерживая размер <math>A_{1.4}</math>, <math>A_{1.5}</math>,</li> <li>5. Точить наружную поверхность 5 выдерживая размер <math>D_{1.2}</math>.</li> <li>6. Точить наружную поверхность 6, выдерживая размеры <math>A_{1.6}</math>, <math>D_{1.3}</math>, <math>D_{1.4}</math>.</li> <li>7. Точить резьбу <math>M48</math>, выдерживая размеры <math>A_{1.7}</math>, <math>A_{1.8}</math>, <math>A_{1.9}</math>, <math>D_{1.5}</math>, <math>D_{1.6}</math>.</li> <li>8. Точить наружную поверхность 8, выдерживая размеры <math>A_{1.10}</math>, <math>A_{1.11}</math>, <math>A_{1.12}</math>, <math>D_{1.7}</math>.</li> </ol>
015		<p><b>Токарно-винторезная</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Подрезать торец 10 выдерживая размер <math>A_{2.1}</math>.</li> <li>2. Сверлить центровое отверстие,</li> </ol>

		<p>выдерживая размеры <math>A_{1.2}, A_{1.3}, D_{1.1}, \beta 60^\circ</math></p> <p>3.Точить резьбу М18, выдерживая размеры <math>A_{2.2}, A_{2.3}, A_{2.3'}, D_{2.1}, D_{2.2}</math>.</p> <p>5.Точить наружную поверхность 13, выдерживая размеры <math>A_{2.3}, A_{2.4}, A_{2.5}, D_{2.3}, D_{2.4}, D_{2.4}'</math>.</p> <p>6.Точить наружную поверхность 14, выдерживая размеры <math>A_{2.7}, D_{2.5}</math>.</p> <p>7.Точить наружную поверхность 15, выдерживая размеры <math>A_{2.8}, A_{2.9}, A_{2.10}, D_{2.6}, 4^\circ 10'</math></p>
020		<p><b>Вертикально-фрезерная</b></p> <p>1.Фрезеровать паз 17, выдерживая размеры: <math>A_{3.1}, A_{3.2}, A_{3.3}</math></p>
025		<p><b>Слесарная</b></p> <p>1.Снять заусенцы</p> <p>2.Притупить острые кромки</p>

030		<p><b>Круглошлифовальная</b></p> <p>1. Шлифовать поверхность 18, выдерживая размеры <math>A_{4.1}</math>, <math>D_{4.1}</math>.</p> <p>2. Шлифовать поверхность 19, выдерживая размеры <math>A_{4.2}</math>, <math>D_{4.2}</math>.</p> <p>3. Шлифовать поверхность 20, выдерживая размеры <math>A_{4.3}</math>, <math>\beta 4^{\circ}5'</math></p>
035		<p><b>Круглошлифовальная</b></p> <p>1. Шлифовать поверхность 20, выдерживая размер <math>D_{5.1}</math>, <math>A_{5.1}</math>.</p> <p>2. Шлифовать поверхность 21, выдерживая размер <math>D_{5.2}</math>, <math>A_{5.2}</math>.</p>
040		<p><b>Промывочная</b></p> <p>1. Промыть деталь в моющем растворе</p> <p>2. Продуть деталь сжатым воздухом</p>
045		<p><b>Контрольная</b></p> <p>1. Контролировать размеры детали согласно чертежу.</p>

## 5. ВЫБОР МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ

При разработке технологического процесса изготовления выбор станков осуществляют, ориентируясь на оборудование, имеющееся в цехах. В условиях крупносерийного производства подбор станков для выполнения осуществляют по таким критериям, как: тип производства, габариты рабочей зоны, количество размещаемых инструментов, мощность двигателя. При обработке детали «Вал ведущий» используют следующее оборудование:

### 1. Токарно-винторезный станок 16К20:

Габариты и масса станка: 2795x1190x1150, 3010кг

Основные параметры станка:

- наибольшая масса заготовки, обрабатываемой в центрах – 460...1300кг;
- наибольшая масса заготовки, обрабатываемой в патроне 200кг;
- наибольший диаметр заготовки над станиной 400мм;
- высота оси центров над плоскими направляющими станины 215мм;
- наибольший диаметр заготовки обрабатываемой над суппортом 220мм;
- наибольшая длина заготовки, устанавливаемой в центрах 710,100,1400,2000мм;
- наибольшее расстояние от оси центров до кромки резцедержателя 225мм;
- наибольший диаметр сверла при сверлении стальных деталей 25мм;
- наибольшая масса заготовки, обрабатываемой в центрах 460...1300кг;
- наибольшая масса заготовки, обрабатываемой в патроне 200кг.
- частота вращения шпинделя в прямом направлении 12,5...1600 об/мин;
- наибольший крутящий момент на шпинделе 1000Н;

- наибольшая длина продольного перемещения 645,935,1335,1935мм;
- наибольшая длина поперечного перемещения 300мм;
- скорость быстрых продольных перемещений 3800 мм/мин;
- скорость быстрых поперечных перемещений 1900 мм/мин;
- максимально допустимая скорость перемещений при работе по упорам 250 мм/мин;
- минимально допустимая скорость перемещения каретки (суппорта) 10мм/мин;
- цена деления лимба продольного перемещения 1 мм;
- цена деления лимба поперечного перемещения 0,05 мм;
- диапазон продольных подач 0,05..2,8 мм/об;
- диапазон поперечных подач 0,025...1,4 мм/об;
- электродвигатель главного привода 11кВт

## 2. Вертикально консольно-фрезерный станок 6Т12

Габариты и масса станка: 2280x1965x2265, 3250 кг;

Основные параметры станка:

- размеры поверхности стола 1250x320 мм;
- наибольшая масса обрабатываемой детали 400кг;
- наибольший продольный ход стола по (X) 800мм;
- наибольший поперечный ход стола по (Y) 320мм;
- наибольший вертикальный ход стола по (Z) 420мм;
- расстояние от торца шпинделя до поверхности стола 30..450мм;

- расстояние от оси шпинделя до вертикальных направляющих станины (вылет) 380мм;
- расстояние от края стола до вертикальных направляющих станины 380мм;
- частота вращения шпинделя 31,5...1600 об/мин;
- перемещение пиноли шпинделя 70мм;
- перемещение пиноли шпинделя на одно деление лимба 0,05мм;
- перемещение стола на одно деление лимба (продольное, поперечное, вертикальное) 0,05мм;
- перемещение стола на один оборот лимба (продольное, поперечное/вертикальное) 6/2 мм;
- электродвигатель главного движения 7,5кВт.

### 3. Станок круглошлифовальный 3А164

Габариты и масса станка: 6000x2550x1585 ,10005 кг;

Основные параметры станка:

- максимальный диаметр устанавливаемой заготовки 400мм;
- максимальная длина устанавливаемой заготовки 2000мм;
- максимальный диаметр шлифования при номинальном диаметре шлифовального круга (в люнете 120мм, без люнета 360мм);
- максимальная длина шлифования 1800мм;

- высота центров над столом 210мм;
- Максимальная длина перемещения стола, мм 1800
- ручное перемещение стола, за 10 оборотов маховика (ускоренное  $145\pm 2$  мм, замедленное  $37\pm 1$ мм)
- минимальный ход стола от гидросистемы (при сведенных упорах) 8 мм;
- скорость перемещения стола от гидросистемы (регулируется бесступенчато): на режиме шлифования 0,1...4 м/мин., на режиме правки 0,1...2,5 м/мин.
- максимальный угол поворота верхнего стола: по часовой стрелке  $2^{\circ}$ , против часовой стрелки  $4^{\circ}$ ;
- цена деления шкалы поворота стола:  $0,15^{\circ}$ ; конусность 25мм;
- частота вращения шпинделя шлифовальной бабки 890 об/мин;
- скорость резания, не более 35 м/сек;
- периодическая подача шлифовальной бабки максимальная  $0,030\pm 0,0025$ мм, минимальная  $0,0025\pm 0,0006$ мм;
- цена деления лимба поперечной подачи 0,005мм;
- электродвигатель главного движения 17 кВт.



## **6. РАЗМЕРНЫЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ**

Целью размерного анализа процесса изготовления детали является верное и аргументированное определение промежуточных и окончательных размеров, допусков на них. В данном расчете нуждаются линейные размеры, связывающие неоднократно обрабатываемые противоположащие поверхности. Расчет припусков на такие поверхности производят методами расчетно-аналитическим или табличным, затрудняет определение промежуточных технологических размеров и их отклонений. Теория размерных цепей дает верное решение этой задачи.

Последовательный размерный анализ процесса изготовления состоит из нескольких этапов:

- разработка размерной схемы технологического процесса
- выявление технологических размерных цепей
- расчет технологических размерных цепей

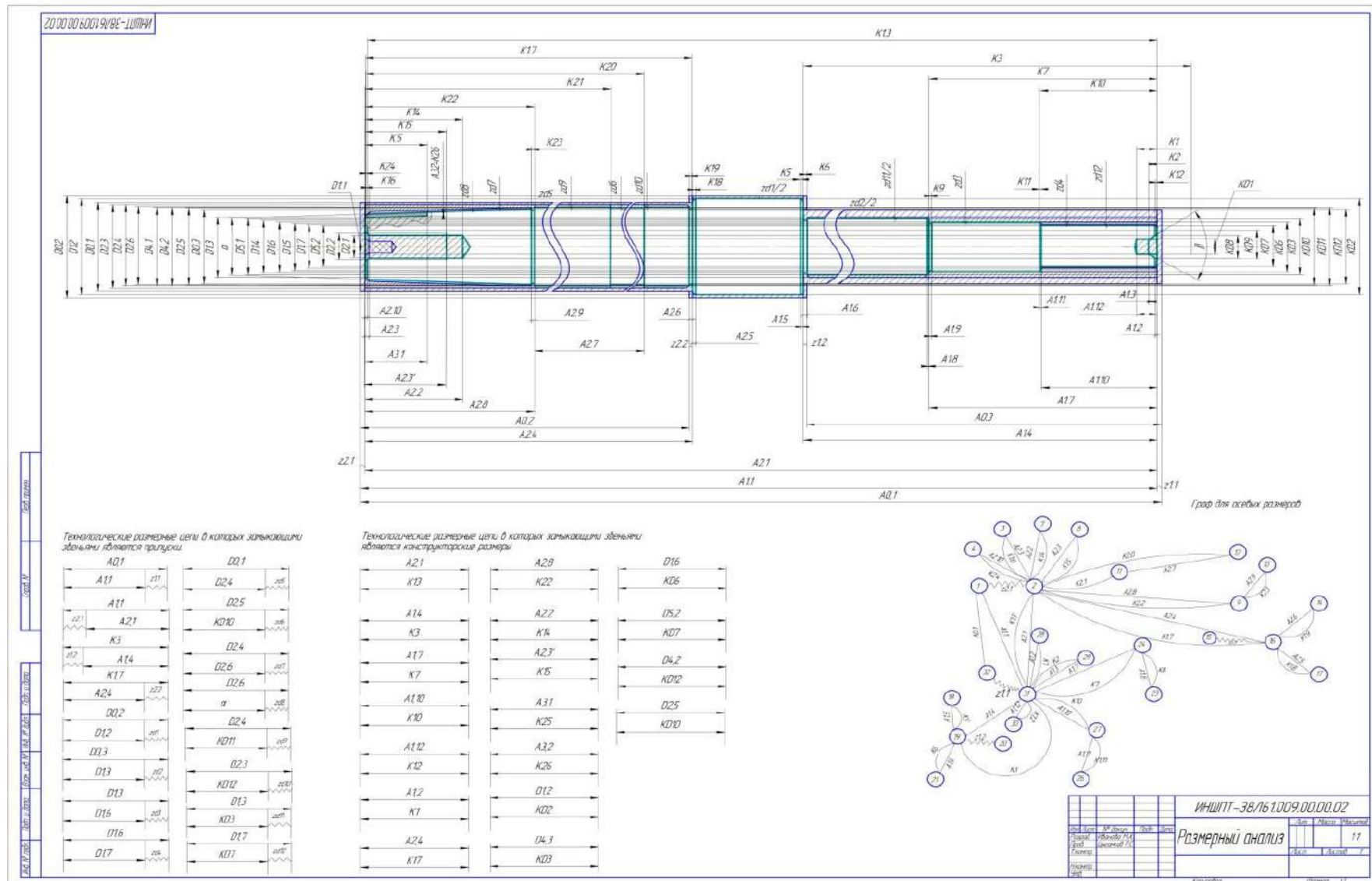


Рисунок 3. Размерная схема осевых и диаметральных размеров технологического процесса

Для того, чтобы облегчить составление размерных цепей, на базе размерной схемы строится граф-дерево. Технология построения графического дерева подробно излагается в [18, стр. 29]. Граф-дерево для размерной схемы изготовления детали типа «Вал ведущий» представлено на рисунке 4.

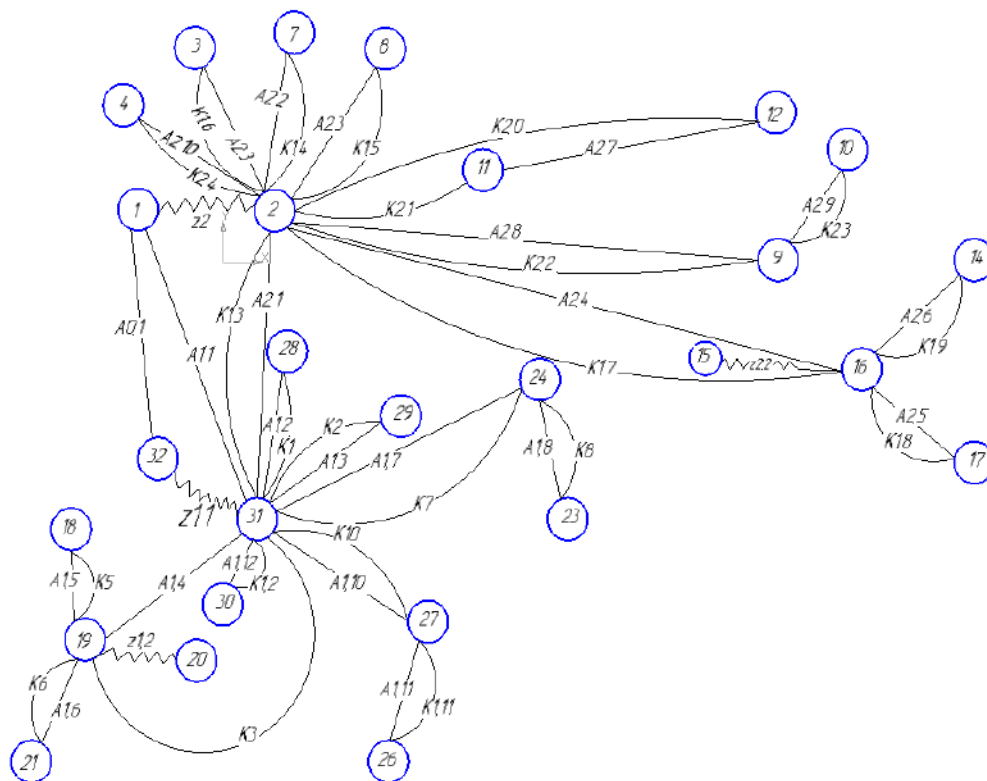


Рисунок 4. Графическое дерево технологических размерных цепей.

В данном примере число поверхностей:  $\Pi=27$ ,

Число технологических размеров:  $A = 26$ ,

Число конструкторских размеров:  $K = 23$ ,

Число припусков:  $Z = 4$ .

$$\Pi=A+1=26+1=27,$$

$$A=K+Z=23+4=27$$

Значит, размерная схема построена, верно.

## 7. РАСЧЕТ ДОПУСКОВ, ПРИПУСКОВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАЗМЕРОВ

### 7.1. Допуски технологических размеров. Осевое направление

В зависимости от исходного индекса 8, который установлен по ГОСТ 7505-89, и который определяется согласно п. 3.2 ( $TA_{01} = 2$  мм – на сторону), выбираем основные припуски на механическую обработку поковок. Линейные размеры и шероховатости поверхности детали устанавливаются по таблице 3 ГОСТ 2789.

Определим значения остальных допусков на осевые размеры: допуски на размеры при механической обработке складываются из точности формы и расположения поверхностей заготовки и погрешностей механической обработки и закрепления, допуски определяются по формуле:

$$TA_i = \omega_{ci} + \rho_{ui} + \varepsilon_{zi} \quad (6)$$

$$TA_{0,1} = 4 \text{ мм}$$

$$TA_{0,2} = TA_{0,3} = 2 \text{ мм}$$

$$TA_{1,1} = \omega_{c1,1} + \rho_{u0,1} = 0,3 + 1 = 1,3 \text{ мм}$$

$$TA_{2,1} = TK13 = 1,55 \text{ мм}$$

$$TA_{1,4} = TK3 = 0,875 \text{ мм}$$

$$TA_{2,4} = TK17 = 0,775 \text{ мм}$$

где  $\omega_c$  – средняя статистическая погрешность механической обработки;  
[2, стр 65]

$\rho_u$  – суммарная точность геометрической формы и расположения поверхностей при механической обработке на предшествующем переходе (операции).

$\varepsilon_3$  – погрешность закрепления заготовок; [2,стр 78].

## **7.2. Допуски технологических размеров. Диаметральное направление**

Определим значения остальных допусков на диаметральные размеры:

$$TD01 = TD02 = TD03 = \rho_0 = 2,0 \text{ мм}$$

$\rho_0$  – погрешность формы, полученная на предыдущей операции (основной припуск на механическую обработку, (на сторону) ГОСТ 7505-89))

$$TD1,3 = TD1,6 = TD1,7 = TD1,2 = TD1,4 = \omega_c + \rho_0 = 0,3 + 0,3 = 0,6 \text{ мм}$$

Где  $\omega_c$  - статистическая погрешность на токарно-винторезном станке

$\rho_0$  - погрешность формы, полученная на предыдущей операции.

$$TD2,3 = TD2,4 = TD2,6 = \omega_c + \rho_0 = 0,3 + 0,3 = 0,6 \text{ мм}$$

Где  $\omega_c$  - статистическая погрешность на токарно-винторезном станке.

$\rho_0$  - погрешность формы, полученная на предыдущей операции.

$$TD2,5 = KD10 = 0,74 \text{ мм}$$

$$TD2,6 = K\alpha$$

$$TD4,1 = KD11 = 0,019 \text{ мм}$$

$$TD4,2 = KD12 = 0,019 \text{ мм}$$

$$TD5,1 = KD3 = 0,062 \text{ мм}$$

$$TD5,2 = KD7 = 0,0620 \text{ мм}$$

### 7.3. Расчет минимальных припусков на технологические размеры

**Расчет минимальных припусков на диаметральные технологические размеры:**

Минимальный припуск на обрабатываемый диаметр определяется по формуле из:[2, стр 42]

$$2z_{min} = 2 ( R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} ) \quad (7)$$

где  $z_{min}$  - минимальный припуск на обработку поверхности вращения, мкм;

$R_{z_{i-1}}$  - шероховатость с предыдущего перехода, мкм;

$h_{i-1}$  - толщина дефектного поверхностного слоя, сформированного с предыдущего перехода, мкм;

$\rho_{i-1}$  - суммарная погрешность формы, полученная на предшествующем переходе, мкм;

Суммарное значение пространственных отклонений определяется по формуле:

$$\rho = \rho_{кор}, \text{ мкм}$$

где  $\rho_{кор}$  – погрешность коробления, мкм

$$\rho_{кор} = \Delta k \cdot l, \text{ мкм}$$

где  $\Delta k$  – удельная кривизна обрабатываемой поверхности, мкм/мм

$\varepsilon_i$  - погрешность установки и закрепления перед рассматриваемой обработкой (во время рассматриваемой обработки), мкм

$$\rho_{\text{кор}} = 1,5 \cdot 118 = 177 \text{ мкм}; \varepsilon_{\delta D1.2} = 0, \varepsilon_{yD1.2} = \varepsilon_{zD1.2} = 420 \text{ мкм}.$$

$$Z_{d.1\text{min}} = Z_{d.1\text{min}} = 2 \cdot \left( 250 + 200 + \sqrt{177^2 + 420^2} \right) = 1810 \text{ мкм}.$$

Где  $Rz_{i-1}$  - шероховатость, полученная на заготовительной операции;

$h_{i-1}$  - толщина дефектного поверхностного слоя, полученная на заготовительной операции;

$\varepsilon_i$  - погрешность установки в трехкулачковый патрон.

$\rho_{i-1}$  - суммарная погрешность формы, полученная на предшествующем переходе, мкм;

$$Z_{d.2\text{min}} = Z_{d.2\text{min}} = 2 \cdot \left( 50 + 50 + \sqrt{660^2 + 420^2} \right) = 1764 \text{ мкм}.$$

$$Z_{d.3\text{min}} = Z_{d.3\text{min}} = 2 \cdot \left( 50 + 50 + \sqrt{75^2 + 420^2} \right) = 1052 \text{ мкм}.$$

$$Z_{d.4\text{min}} = Z_{d.4\text{min}} = 2 \cdot \left( 50 + 50 + \sqrt{75^2 + 420^2} \right) = 1052 \text{ мкм}.$$

$$Z_{d.5\text{min}} = Z_{d.5\text{min}} = 2 \cdot \left( 50 + 50 + \sqrt{129^2 + 420^2} \right) = 1078 \text{ мкм}.$$

$$Z_{d.6\text{min}} = Z_{d.6\text{min}} = 2 \cdot \left( 50 + 50 + \sqrt{163,5^2 + 420^2} \right) = 1100 \text{ мкм}.$$

$$Z_{d.7\text{min}} = Z_{d.7\text{min}} = 2 \cdot \left( 50 + 50 + \sqrt{165^2 + 420^2} \right) = 1102 \text{ мкм}.$$

**Расчет минимальных припусков на осевые технологические размеры:**

$$Z_{i\text{min}} = Rz_{i-1} + T_{i-1} + \rho_{i-1} \quad (8)$$

$$\rho = \rho_{\text{кор}}, \text{ мкм}$$

$$\rho_{\text{кор}} = \Delta k \cdot d, \text{мкм}$$

$$z_{1.1\text{min}} = 250 + 200 + 79,5 = 529,5 \text{мкм}$$

$$z_{2.1\text{min}} = 250 + 200 + 94,5 = 544,5 \text{мкм}$$

$$z_{1.2\text{min}} = z_{2.2\text{min}} = 250 + 200 + 108 = 558 \text{мкм}$$

#### 7.4. Расчет осевых технологических размеров

Производим расчет методом среднего значения поля допуска:

##### Размер $A_{2.4}$

$$A_{2.4} = K17 = 416 \pm 0,775 \text{мм}$$

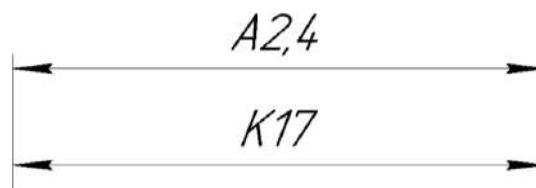


Рис.5.Размерная схема

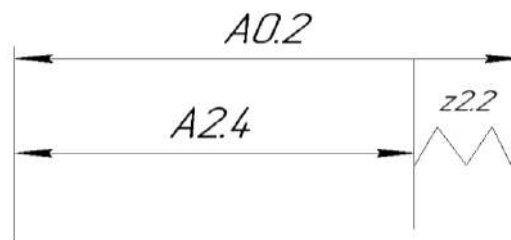


Рис.6.Размерная схема

##### Размер $A_{0.2}$

Рассчитываем среднее значение припуска

$$z_{2.2\text{cp}} = z_{2.2\text{min}}(A_{0.2} + A_{2.4})/2 = 0.53 (420 + 418)/2 = 0.2 \text{мм}$$

Рассчитываем среднее значение технологического размера  $A_{0.2}$ :



$A_{0.2} = A_{2.4} + z_{2.2cp} = 418+0.2 = 418.2$  – округляем значение технологического размера  **$A_{0.2} = 418_{\pm 0.2}$  мм**

$$Z_{2.2} = A_{0.2} - A_{2.4} = 418_{\pm 0.2} - 417_{\pm 0.775} = 1 \pm 1_{\text{мм}}$$

### Размер $A_{1.4}$

$$A_{1.4} = K3 = 540 \pm 0,875 \text{ мм}$$

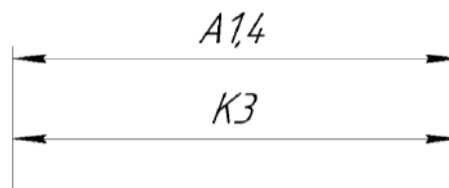


Рис.7.Размерная схема



Рис.8.Размерная схема

### Размер $A_{0.3}$

Рассчитываем среднее значение припуска

$$Z_{1.1cp} = z_{1.1min}(A_{0.3} + A_{1.4})/2 = 0.58(544 + 542)/2 = 0.2 \text{ мм}$$

Рассчитываем среднее значение технологического размера  $A_{0.2}$ :

$A_{0.3} = A_{1.4} + z_{1.1cp} = 542+0.2 = 542.2$  – округляем значение технологического размера  **$A_{0.3} = 542_{\pm 0.2}$  мм**

$$Z_{1.1} = A_{0.3} - A_{1.4} = 542_{\pm 0.2} - 541_{\pm 0.875} = 1 \pm 1 \text{ мм}$$

## 7.5. Расчет диаметральных технологических размеров



Рисунок 9. Размерная схема

$$D_{1,2} = KD_2 = 69_{-0,74}$$

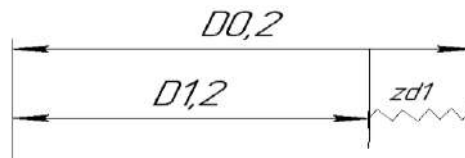


Рисунок 10. Размерная схема

Рассчитываем среднее значение припуска:

$$Zd_{1cp} = zd_{1min} + (T_{d_{1,2}} + T_{d_{0,2}})/2 = 1.81 + (0,74+0,74)/2 = 2.55 \text{ мм}$$

Рассчитываем среднее значение технологического размера  $D_{01}$ :

$$D_{0,1} = D_{1,2} + zd_{1cp} = 69 + 2.55 = 71,55$$

$$Zd_{01} = D_{01} - D_{12} = 71,55 - 69_{-0,74} = 2,5_{-0,74} \text{ мм}$$

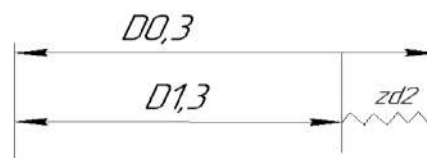


Рис.11. Размерная схема

Рассчитываем среднее значение припуска:

$$Zd_{2cp} = zd_{2min} + (T_{d_{1,3}} + T_{d_{0,3}})/2 = 1.76 + (0,5+0,1)/2 = 2.06 \text{ мм}$$

Рассчитываем среднее значение технологического размера D01:

$$D_{0.3} = D_{1.3} + z_{d_{2cp}} = 50,5 + 2,06 = 52,56$$

$$Z_{d_{01}} = D_{0.3} - D_{1.3} = 52,56 - 50,5_{-0,1} = 2_{-0,1}$$



Рисунок 12. Размерная схема

$$D_{1.6} = KD6 = (M48 \times 2 - 6g) \begin{matrix} -0.32 \\ -0.4 \end{matrix}$$

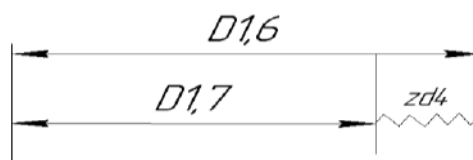


Рисунок 13. Размерная схема

Рассчитываем среднее значение припуска:

$$Z_{d_{4cp}} = z_{d_{4min}} + (T_{d_{1.7}} + T_{d_{1.6}})/2 = 1,05 + (0,5 + 0,32)/2 = 1,46 \text{ мм}$$

Рассчитываем среднее значение технологического размера D01:

$$D_{1.6} = D_{1.7} + z_{d_{4cp}} = 45 + 1,46 = 46,46$$

$$Z_{d_4} = D_{1.6} - D_{1.7} = 48 - 46,46_{-0,1} = 2,46_{-0,1}$$

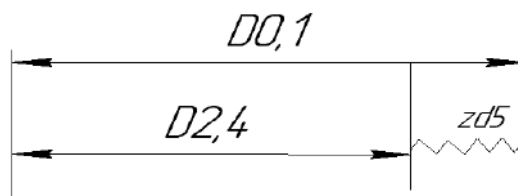


Рисунок 14. Размерная схема

Рассчитываем среднее значение припуска:

$$Zd_{5cp} = zd_{5min} + (T_{d2.4} + T_{d0.1})/2 = 1.07 + (0,5+0,1)/2 = 1,37\text{мм}$$

Рассчитываем среднее значение технологического размера D01:

$$D_{0.1} = D_{2.4} + zd_{5cp} = 60,5 + 1,37 = 61,87$$

$$Zd_5 = D_{0.1} - D_{2.4} = 61,87 - 60,5_{-0,1} = 1,87_{-0,1}$$

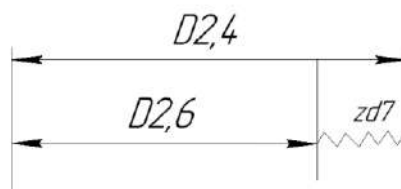


Рисунок 15. Размерная схема

Рассчитываем среднее значение припуска:

$$Zd_{7cp} = zd_{7min} + (T_{d2.4} + T_{d2.6})/2 = 1.1 + (0,5+0,1)/2 = 1,4\text{мм}$$

Рассчитываем среднее значение технологического размера D01:

$$D_{2.4} = D_{2.6} + zd_{7cp} = 56,1 + 1,4 = 57,5$$

$$Zd_7 = D_{2.4} - D_{2.6} = 60,5 - 57,5_{-0,1} = 3_{-0,1}$$

## 8. РАСЧЕТЫ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ

При определении элементов режимов резания учитывают:

- характер обработки;
- размер и тип инструмента;
- материал режущей части инструмента;
- материал заготовки;
- состояние заготовки;
- тип оборудования;
- состояние оборудования.

Операция 010:

**Подрезать торец L 1074мм**

Станок – токарно-винторезный 16К20 (универсальный)

Режущий инструмент – резец проходной Т15К6

1. Задаем глубину резания равную припуску на обработку  $t=1,8$  мм
2. Задаем подачу:  $S_m=0,16$  мм/об стр. [5,стр 268 табл.15]
3. Рассчитываем скорость резания по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^{m_t} x^{s_y}} K_v \quad (9)$$

Период стойкости инструмента принимаем:  $T=60$ мин

Значение коэффициентов принимаем:  $C_v=420$ ;  $m=0,20$ ;  $x=0,15$ ;  $y=0,20$

Коэффициент  $K_v$ :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PIV} \cdot K_{IIV}, \quad (10)$$

где  $K_{MV}$  – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{sv}$  – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{IV}$  – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

$$K_{MV}=0,9; K_{SV}=0,8; K_{TV}=1.$$

$$K_V = 0,9 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,72$$

Определим скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{340}{60^{0,20} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,16^{0,20}} \cdot 0,72 = 144,8 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов для шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 144,8}{3,14 \cdot 69} = 668 \text{ об/мин.}$$

Действительная скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 69 \cdot 668}{1000} = 144,7 \text{ м/мин.}$$

Составляющая силы  $P_Z$  определяется по формуле:

$$P_Z = 10 \cdot C_{PZ} \cdot t^{X_Z} \cdot S^{Y_Z} \cdot V^{n_Z} \cdot K_{MP}, \quad (11)$$

где  $C_{PZ}$ ,  $X_Z$ ,  $Y_Z$ ,  $n_Z$ ,  $q$ ,  $W$  – эмпирические коэффициент и показатели степеней

$$C_{PZ} = 408; X_Z = 0,72; Y_Z = 0,8; n_Z = 0;$$

$K_{MP} = 0,75$  – коэффициент, учитывающий влияние качества заготовки

$$P_Z = 10 \cdot 408 \cdot 1,81^{0,72} \cdot 0,16^{0,8} \cdot 144,7^0 \cdot 0,75 = 1076 \text{ Н}$$

Далее проверим мощность выбранного станка. Эффективную мощность, затрачиваемую на резание, рассчитывают по формуле:

$$N_{\text{рез}} = \frac{P_Z \cdot V}{60 \cdot 1000}, \quad (\text{кВт}) \quad (12)$$

$$N_{\text{рез}} = \frac{1076 \cdot 144,7}{60 \cdot 1000} = 2,59$$

Итоговый результат сравнивают с паспортной мощностью:

$$N_{\text{рез}} \leq N_{\text{шп}},$$

где  $N_{\text{шп}} = N_{\text{пас}} \cdot \eta,$

$N_{\text{пас}}$  – мощность по паспорту станка,

$\eta$  – КПД по паспорту станка.

Т.к.  $N_{\text{пас}} = 11$  кВт,  $\eta = 0,75$ , то

$$N_{\text{шп}} = 11 \cdot 0,75 = 8,25 \text{ кВт}$$

$$N_{\text{рез}} = 2,59 < N_{\text{шп}} = 8,25$$

**Сверлить центровое отверстие Ø6,3x13,2 и снять фаску Ø13,2x5,98 под углом 60°**

Режущий инструмент – центровочное комбинированное сверло Р6М5

1. Задаем глубину резания, равную  $t = 0,5/D = 3,15$  мм

2. Задаем подачу:  $S = 0,15$  мм/об [5, стр. 277 табл.25]

3. Рассчитываем скорость резания для сверления по формуле:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} K_v \quad (13)$$

Период стойкости инструмента принимаем:  $T = 60$  мин.

Значения коэффициентов:  $C_v = 7,0$ ;  $m = 0,20$ ;  $q = 0,40$ ;  $y = 0,70$ . [5, стр. 278 табл.28]

Коэффициент  $K_v$ :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{SV} \cdot K_{TV},$$

$$K_{MV} = 0,9; K_{SV} = 0,8; K_{TV} = 1.$$

$$K_v = 0,9 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,72$$

Скорость резания:

$$V = \frac{7,0 \cdot 6,3^{0,40}}{60^{0,20} \cdot 0,15^{0,70}} \cdot 0,72 = 18,07 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 18,07}{3,14 \cdot 6,3} = 913,5 \text{ об/мин.}$$

Действительная скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 6,3 \cdot 913,5}{1000} = 180 \text{ м/мин.}$$

Рассчитаем осевую силу

$$K_p = K m_p = 0,75$$

$$P_0 = 10 C_p D^q s^y K_p = 10 \cdot 68 \cdot 6,3^{0,40} \cdot 0,15^{0,50} \cdot 0,75 = 403 \text{ Н}$$

Рассчитаем крутящий момент

$$M_{кр} = 10 C_M D^q s^y K_p = 10 \cdot 0,0345 \cdot 6,3^{0,40} \cdot 0,15^{0,50} \cdot 0,75 = 0,2 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Рассчитаем мощность резания

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{0,2 \cdot 763}{9750} = 0,01 \text{ кВт}$$

**Подрезать торец L 540 снять фаску 2x45°**

Режущий инструмент – резец проходной T15K6

1. Задаем глубину резания равную припуску на обработку  $t = 1,81 \text{ мм}$
2. Задаем подачу:  $S_m = 0,16 \text{ мм/об стр.}$  [5, стр 268 табл.15]
3. Рассчитываем скорость резания по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T m_t x s y} K_v \quad (14)$$

Период стойкости инструмента принимаем:  $T = 60 \text{ мин}$



Значение коэффициентов принимаем:  $C_v = 420$ ;  $m = 0,20$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,20$

Коэффициент  $K_v$ :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV},$$

$$K_{MV} = 0,9; K_{SV} = 0,8; K_{TV} = 1.$$

$$K_v = 0,9 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,72$$

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{420}{60^{0,20} \cdot 1,81^{0,15} \cdot 0,16^{0,20}} \cdot 0,72 = 178,9 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 178,9}{3,14 \cdot 69} = 825,7 \text{ об/мин.}$$

Действительная скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 69 \cdot 825,7}{1000} = 178,8 \text{ м/мин.}$$

Составляющая силы  $P_Z$  определяется по формуле:

$$P_Z = 10 \cdot C_{PZ} \cdot t^{X_Z} \cdot S^{Y_Z} \cdot V^{n_Z} \cdot K_{MP}, \quad (15)$$

где  $C_{PZ}$ ,  $X_Z$ ,  $Y_Z$ ,  $n_Z$ ,  $q$ ,  $W$  – эмпирические коэффициент и показатели степеней

$$C_{PZ} = 408; X_Z = 0,72; Y_Z = 0,8; n_Z = 0;$$

$K_{MP} = 0,75$  – коэффициент, учитывающий влияние качества заготовки

$$P_Z = 10 \cdot 408 \cdot 1,81^{0,72} \cdot 0,16^{0,8} \cdot 178,8^0 \cdot 0,75 = 1076 \text{ Н}$$

Далее проверим мощность выбранного станка, выбранного предварительно. Эффективную мощность, которая затрачивается на резание, рассчитываем по формуле:

$$N_{\text{рез}} = \frac{P_z \cdot V}{60 \cdot 1000}, \text{ (кВт)} \quad (16)$$

$$N_{\text{рез}} = \frac{1076 \cdot 178,8}{60 \cdot 1000} = 3,2$$

Полученный результат сравнивают с паспортной мощностью:

$$N_{\text{рез}} \leq N_{\text{шп}},$$

где  $N_{\text{шп}} = N_{\text{пас}} \cdot \eta$ ,

$N_{\text{пас}}$  – мощность по паспорту станка,

$\eta$  – КПД по паспорту станка.

Т.к.  $N_{\text{пас}} = 11$  кВт,  $\eta = 0,75$ , то

$$N_{\text{шп}} = 11 \cdot 0,75 = 8,25 \text{ кВт}$$

$$N_{\text{рез}} = 3,2 < N_{\text{шп}} = 8,25$$

### **Точить наружную поверхность Ø69x118**

Режущий инструмент – резец проходной отогнутый Т15К6

1. Задаем глубину резания, равную припуску на обработку  $t = 2$  мм
2. Задаем подачу:  $S_M = 0,16$  мм/об [5, стр. 266 табл.11]
3. Рассчитываем скорость резания по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v \quad (17)$$

Период стойкости инструмента принимаем:  $T=60$  мин.

Значения коэффициентов:  $C_v=420$ ;  $m=0,20$ ;  $x=0,15$ ;  $y=0,20$

Коэффициент  $K_v$ :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{SV} \cdot K_{TV},$$

$$K_{MV} = 0,9; K_{SV} = 0,8; K_{TV} = 1.$$

$$K_v = 0,9 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,72$$

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{420}{60^{0,20} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,16^{0,20}} \cdot 0,72 = 511 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 511}{3,14 \cdot 69} = 2358 \text{ об/мин.}$$

Действительная скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 69 \cdot 2358}{1000} = 510 \text{ м/мин.}$$

Составляющая силы  $P_Z$  определяется по формуле:

$$P_Z = 10 \cdot C_{PZ} \cdot t^{X_Z} \cdot S^{Y_Z} \cdot V^{n_Z} \cdot K_{MP}, \quad (18)$$

где  $C_{PZ}$ ,  $X_Z$ ,  $Y_Z$ ,  $n_Z$ ,  $q$ ,  $W$  – эмпирические коэффициент и показатели степеней

$$C_{PZ} = 300; X_Z = 1,0; Y_Z = 0,75; n_Z = -0,15;$$

$K_{MP} = 0,75$  – коэффициент, учитывающий влияние качества заготовки

$$P_Z = 10 \cdot 300 \cdot 1,81^{1,00} \cdot 0,16^{0,75} \cdot 510^{-0,15} \cdot 1 = 529,4 \text{ Н}$$

Далее проверим мощность выбранного станка, выбранного предварительно. Эффективную мощность, которая затрачивается на резание, рассчитываем по формуле:

$$N_{\text{рез}} = \frac{P_z \cdot V}{60 \cdot 1000}, (\text{кВт}) \quad (19)$$

$$N_{\text{рез}} = \frac{529,4 \cdot 510}{60 \cdot 1000} = 4,5$$

Полученный результат сравнивают с паспортной мощностью:

$$N_{\text{рез}} \leq N_{\text{шп}},$$

где  $N_{\text{шп}} = N_{\text{пас}} \cdot \eta$ ,

$N_{\text{пас}}$  – мощность по паспорту станка,

$\eta$  – КПД по паспорту станка.

Т.к.  $N_{\text{пас}} = 11$  кВт,  $\eta = 0,75$ , то

$$N_{\text{шп}} = 11 \cdot 0,75 = 8,25 \text{ кВт}$$

$$N_{\text{рез}} = 4,5 < N_{\text{шп}} = 8,25$$

### **Точить наружную поверхность Ø50x440 с канавкой Ø48**

Режущий инструмент – резец проходной отогнутый Т15К6

1. Задаем глубину резания, равную припуску на обработку  $t = 1,76$  мм
2. Задаем подачу:  $S_M = 0,9$  мм/об [5, стр. 266 табл.11]
3. Рассчитываем скорость резания по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v \quad (20)$$

Период стойкости инструмента принимаем:  $T=60$  мин.

Значения коэффициентов:  $C_v= 340$ ;  $m = 0,20$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,45$

Коэффициент  $K_v$ :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{SV} \cdot K_{TV},$$

$$K_{MV} = 0,9; K_{SV} = 0,8; K_{TV} = 1.$$

$$K_V = 0,9 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,72$$

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{340}{60^{0,20} \cdot 1,76^{0,15} \cdot 0,9^{0,45}} \cdot 0,72 = 565,4 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 565,4}{3,14 \cdot 50} = 3601 \text{ об/мин.}$$

Действительная скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 50 \cdot 3601}{1000} = 565,3 \text{ м/мин.}$$

Составляющая силы  $P_Z$  определяется по формуле:

$$P_Z = 10 \cdot C_{PZ} \cdot t^{X_Z} \cdot S^{Y_Z} \cdot V^{n_Z} \cdot K_{MP}, \quad (21)$$

где  $C_{PZ}$ ,  $X_Z$ ,  $Y_Z$ ,  $n_Z$ ,  $q$ ,  $W$  – эмпирические коэффициент и показатели степеней

$$C_{PZ} = 300; X_Z = 1,0; Y_Z = 0,75; n_Z = -0,15;$$

$K_{MP} = 0,75$  – коэффициент, учитывающий влияние качества заготовки

$$P_Z = 10 \cdot 300 \cdot 1,76^{1,00} \cdot 0,9^{0,75} \cdot 565,3^{-0,15} \cdot 0,75 = 1384 \text{ Н}$$

Далее проверим мощность выбранного станка, выбранного предварительно. Эффективную мощность, которая затрачивается на резание, рассчитываем по формуле:

$$N_{\text{рез}} = \frac{P_Z \cdot V}{60 \cdot 1000}, \text{ (кВт)} \quad (22)$$

$$N_{\text{рез}} = \frac{1384 \cdot 565,3}{60 \cdot 1000} = 1,3$$

Полученный результат сравнивают с паспортной мощностью:

$$N_{\text{рез}} \leq N_{\text{шп}},$$

где  $N_{\text{шп}} = N_{\text{пас}} \cdot \eta$ ,

$N_{\text{пас}}$  – мощность по паспорту станка,

$\eta$  – КПД по паспорту станка.

Т.к.  $N_{\text{пас}} = 11$  кВт,  $\eta = 0,75$ , то

$$N_{\text{шп}} = 11 \cdot 0,75 = 8,25 \text{ кВт}$$

$$N_{\text{рез}} = 1,3 < N_{\text{шп}} = 8,25$$

**Нарезать резьбу М48х2-6гх50, снять фаску 2х45° с канавкой Ø 46х3 с R1**

Режущий инструмент – резец резьбонарезной Т15К6.

Задаем подачу  $S$ , равную шагу резьбы  $P = 2$ , и глубину резания  $t$  равную высоте профиля резьбы, делённую на количество рабочих ходов (проходов) резца [5, стр. 294 табл.45]  $t = 0,812/2 = 0,406$

2. Скорость резания, м/мин, при нарезании крепежной резьбы резцами с пластинами из твердого сплава:

$$V = \frac{C_v i^x}{T^m S^y} K_v, \quad (23)$$

$$V = \frac{244 \cdot 6}{50^{0,20} \cdot 2^{0,20}} \cdot 0,47 = 297 \text{ м/мин}$$

Значения коэффициента  $C_v = 244$

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{CV},$$

где  $K_{MV}$  – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{ПВ}$  – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{CV}$  – коэффициент, учитывающий способ нарезания резьбы (принимают равным 1,0, если резьба нарезается черновым и чистовым резцами; и 0,75, если резьба нарезается одним чистовым резцом).

$$K_{MV} = 0,7; K_{ПВ} = 0,9; K_{CV} = 0,75.$$

$$K_V = 0,7 \cdot 0,9 \cdot 0,75 = 0,47.$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 297}{3,14 \cdot 48} = 5855 \text{ об/мин.}$$

Действительная скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 48 \cdot 5855}{1000} = 882,4 \text{ м/мин.}$$

Составляющая силы  $P_Z$  определяется по формуле:

$$P_Z = \frac{10 \cdot C_p \cdot P_y}{l^n} K_p = \frac{10 \cdot 244 \cdot 2}{2} \cdot 0,75 = 1830 \text{ Н}$$

Далее проверим мощность выбранного станка, выбранного предварительно. Эффективную мощность, которая затрачивается на резание, рассчитываем по формуле:

$$N_{\text{рез}} = \frac{P_Z \cdot V}{60 \cdot 1000}, \text{ (кВт)} \quad (24)$$

$$N_{\text{рез}} = \frac{1830 \cdot 882,4}{60 \cdot 1000} = 2,69$$

Полученный результат сравнивают с паспортной мощностью:

$$N_{\text{рез}} \leq N_{\text{шп}},$$

где  $N_{\text{шп}} = N_{\text{пас}} \cdot \eta$ ,

$N_{\text{пас}}$  – мощность по паспорту станка,

$\eta$  – КПД по паспорту станка.

Т.к.  $N_{\text{пас}} = 11$  кВт,  $\eta = 0,75$ , то

$$N_{\text{шп}} = 11 \cdot 0,75 = 8,25 \text{ кВт}$$

$$N_{\text{рез}} = 2,69 < N_{\text{шп}} = 8,25$$

**Точить наружную поверхность Ø44.5x50 снять 2 фаски 2x45°**

Режущий инструмент – резец проходной отогнутый Т15К6

1. Задаем глубину резания, равную припуску на обработку  $t = 1,05$  мм
2. Задаем подачу:  $S_M = 0,9$  мм/об [5, стр. 266 табл.11]
3. Рассчитываем скорость резания по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S_y} K_v \quad (25)$$

Период стойкости инструмента принимаем:  $T=60$  мин.

Значения коэффициентов:  $C_v= 340$ ;  $m = 0,20$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,45$

Коэффициент  $K_v$ :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{SV} \cdot K_{TV},$$

$$K_{MV} = 0,9; K_{SV} = 0,8; K_{TV} = 1.$$

$$K_v = 0,9 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,72$$

Скорость резания:



$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{340}{60^{0,20} \cdot 1,05^{0,15} \cdot 0,9^{0,45}} \cdot 0,72 = 116,5 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 116,5}{3,14 \cdot 44,5} = 833,7 \text{ об/мин.}$$

Действительная скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 44,5 \cdot 833,7}{1000} = 116,4 \text{ м/мин.}$$

Составляющая силы  $P_Z$  определяется по формуле:

$$P_Z = 10 \cdot C_{PZ} \cdot t^{X_Z} \cdot S^{Y_Z} \cdot V^{n_Z} \cdot K_{MP}, \quad (26)$$

где  $C_{PZ}$ ,  $X_Z$ ,  $Y_Z$ ,  $n_Z$ ,  $q$ ,  $W$  – эмпирические коэффициент и показатели степеней

$$C_{PZ} = 300; X_Z = 1,0; Y_Z = 0,75; n_Z = -0,15;$$

$K_{MP} = 0,75$  – коэффициент, учитывающий влияние качества заготовки

$$P_Z = 10 \cdot 300 \cdot 1,05^{1,00} \cdot 0,9^{0,75} \cdot 116,4^{-0,15} \cdot 0,75 = 1043 \text{ Н}$$

Далее проверим мощность выбранного станка, выбранного предварительно. Эффективную мощность, которая затрачивается на резание, рассчитываем по формуле:

$$N_{\text{рез}} = \frac{P_Z \cdot V}{60 \cdot 1000}, \quad (\text{кВт}) \quad (27)$$

$$N_{\text{рез}} = \frac{1043 \cdot 116,4}{60 \cdot 1000} = 2,02$$

Полученный результат сравнивают с паспортной мощностью:

$$N_{\text{рез}} \leq N_{\text{шп}},$$

где  $N_{\text{шп}} = N_{\text{пас}} \cdot \eta$ ,

$N_{\text{пас}}$  – мощность по паспорту станка,

$\eta$  – КПД по паспорту станка.

Т.к.  $N_{\text{пас}} = 11$  кВт,  $\eta = 0,75$ , то

$$N_{\text{шп}} = 11 \cdot 0,75 = 8,25 \text{ кВт}$$

$$N_{\text{рез}} = 2,02 < N_{\text{шп}} = 8,25$$

Операция 015:

### **Подрезать торец L 1074мм**

Станок – токарно-винторезный 16К20 (универсальный)

Режущий инструмент – резец проходной Т15К6

1. Задаем глубину резания равную припуску на обработку  $t = 2$  мм
2. Задаем подачу:  $S_m = 0,16$  мм/об стр. [5, стр 268 табл.15]
3. Рассчитываем скорость резания по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T m t^x S y} K_v \quad (28)$$

Период стойкости инструмента принимаем:  $T = 60$  мин

Значение коэффициентов принимаем:  $C_v = 420$ ;  $m = 0,20$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,20$

Коэффициент  $K_v$ :

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Pv} \cdot K_{Iv},$$

$K_{Mv} = 0,9$ ;  $K_{Sv} = 0,8$ ;  $K_{tv} = 1$ .

$$K_v = 0,9 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,72$$

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T m t^x S y} K_v = \frac{340}{60^{0,20} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,16^{0,20}} \cdot 0,72 = 144,8 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 144,8}{3,14 \cdot 69} = 668 \text{ об/мин.}$$

Действительная скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 69 \cdot 668}{1000} = 144,7 \text{ м/мин.}$$

Составляющая силы  $P_Z$  определяется по формуле:

$$P_Z = 10 \cdot C_{PZ} \cdot t^{X_Z} \cdot S^{Y_Z} \cdot V^{n_Z} \cdot K_{MP}, \quad (29)$$

где  $C_{PZ}$ ,  $X_Z$ ,  $Y_Z$ ,  $n_Z$ ,  $q$ ,  $W$  – эмпирические коэффициент и показатели степеней

$$C_{PZ} = 408; X_Z = 0,72; Y_Z = 0,8; n_Z = 0;$$

$K_{MP} = 0,75$  – коэффициент, учитывающий влияние качества заготовки

$$P_Z = 10 \cdot 408 \cdot 1,81^{0,72} \cdot 0,16^{0,8} \cdot 144,7^0 \cdot 0,75 = 1076 \text{ Н}$$

Далее проверим мощность выбранного станка, выбранного предварительно. Эффективную мощность, которая затрачивается на резание, рассчитываем по формуле:

$$N_{\text{рез}} = \frac{P_Z \cdot V}{60 \cdot 1000}, \quad (\text{кВт}) \quad (30)$$

$$N_{\text{рез}} = \frac{1076 \cdot 144,7}{60 \cdot 1000} = 2,59$$

Полученный результат сравнивают с паспортной мощностью:

$$N_{\text{рез}} \leq N_{\text{шп}},$$

где  $N_{\text{шп}} = N_{\text{пас}} \cdot \eta$ ,

$N_{\text{пас}}$  – мощность по паспорту станка,

$\eta$  – КПД по паспорту станка.

Т.к.  $N_{\text{нас}} = 11$  кВт,  $\eta = 0,75$ , то

$$N_{\text{шп}} = 11 \cdot 0,75 = 8,25 \text{ кВт}$$

$$N_{\text{рез}} = 2,59 < N_{\text{шп}} = 8,25$$

**Сверлить центровое отверстие  $\text{Ø}6,3 \times 13,2$  и снять фаску  $\text{Ø}13,2 \times 5,98$  под углом  $60^\circ$**

Режущий инструмент – центровочное комбинированное сверло Р6М5

1. Задаем глубину резания, равную  $t = 0,5/D = 3$  мм
2. Задаем подачу:  $S = 0,15$  мм/об [5, стр. 277 табл.25]
3. Рассчитываем скорость резания для сверления по формуле:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m S^y} K_v (31)$$

Период стойкости инструмента принимаем:  $T = 60$  мин.

Значения коэффициентов:  $C_v = 7,0$ ;  $m = 0,20$ ;  $q = 0,40$ ;  $y = 0,70$ . [5, стр. 278 табл.28]

Коэффициент  $K_v$ :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{SV} \cdot K_{TV},$$

$$K_{MV} = 0,9; K_{SV} = 0,8; K_{TV} = 1.$$

$$K_v = 0,9 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,72$$

Скорость резания:

$$V = \frac{7,0 \cdot 6,3^{0,40}}{60^{0,20} \cdot 0,15^{0,70}} \cdot 0,72 = 18,07 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 18,07}{3,14 \cdot 6,3} = 913,5 \text{ об/мин.}$$

Действительная скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 6,3 \cdot 913,5}{1000} = 180 \text{ м/мин.}$$

Рассчитаем осевую силу

$$K_p = K_{m_p} = 0,75$$

$$P_0 = 10C_p D^q S^y K_p = 10 \cdot 68 \cdot 6,3^{0,40} \cdot 0,15^{0,50} \cdot 0,75 = 403 \text{ Н}$$

Рассчитаем крутящий момент

$$M_{кр} = 10C_M D^q S^y K_p = 10 \cdot 0,0345 \cdot 6,3^{0,40} \cdot 0,15^{0,50} \cdot 0,75 = 0,2 \text{ Н·м}$$

Рассчитаем мощность резания

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{0,2 \cdot 763}{9750} = 0,01 \text{ кВт}$$

**Нарезать резьбу М 18-7Нх50 снять фаску 2х45° и 2,5х45°**

Режущий инструмент – резец резьбонарезной Т15К6.

Задаем подачу S, равную шагу резьбы P = 2, и глубину резания t равную высоте профиля резьбы, делённую на количество рабочих ходов (проходов) резца [5, стр. 294 табл.45]  $t = 0,812/2 = 0,406$

2. Скорость резания, м/мин, при нарезании крепежной резьбы резцами с пластинами из твердого сплава:

$$V = \frac{C_v i^x}{T^m S^y} K_v, \quad (32)$$

$$V = \frac{244 \cdot 6}{50^{0,20} \cdot 2^{0,20}} \cdot 0,47 = 297 \text{ м/мин}$$

Значения коэффициента  $C_v = 244$

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{CV},$$

где  $K_{MV}$  – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{ПV}$  – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{CV}$  – коэффициент, учитывающий способ нарезания резьбы (принимают равным 1,0, если резьба нарезается черновым и чистовым резцами; и 0,75, если резьба нарезается одним чистовым резцом).

$$K_{MV} = 0,7; K_{ПV} = 0,9; K_{CV} = 0,75.$$

$$K_v = 0,7 \cdot 0,9 \cdot 0,75 = 0,47.$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 297}{3,14 \cdot 18} = 5254 \text{ об/мин.}$$

Действительная скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 18 \cdot 5254}{1000} = 296,9 \text{ м/мин.}$$

Составляющая силы  $P_Z$  определяется по формуле:

$$P_Z = \frac{10 \cdot C_p \cdot P_y}{l^n} K_p = \frac{10 \cdot 244 \cdot 2}{2} \cdot 0,75 = 1830 \text{ Н}$$

Далее проверим мощность выбранного станка, выбранного предварительно. Эффективную мощность, которая затрачивается на резание, рассчитываем по формуле:

$$N_{\text{рез}} = \frac{P_Z \cdot V}{60 \cdot 1000}, \text{ (кВт)} \quad (33)$$

$$N_{\text{рез}} = \frac{1830 \cdot 296,9}{60 \cdot 1000} = 8$$

Полученный результат сравнивают с паспортной мощностью:

$$N_{\text{рез}} \leq N_{\text{шп}},$$

где  $N_{\text{шп}} = N_{\text{пас}} \cdot \eta$ ,

$N_{\text{пас}}$  – мощность по паспорту станка,

$\eta$  – КПД по паспорту станка.

Т.к.  $N_{\text{пас}} = 11$  кВт,  $\eta = 0,75$ , то

$$N_{\text{шп}} = 11 \cdot 0,75 = 8,25 \text{ кВт}$$

$$N_{\text{рез}} = 8 < N_{\text{шп}} = 8,25$$

**Точить наружную поверхность Ø60x86 с канавкой 3 R1 и снять фаску 2x45°**

Режущий инструмент – резец проходной отогнутый T15K6

1. Задаем глубину резания, равную припуску на обработку  $t = 1,07$  мм
2. Задаем подачу:  $S_M = 0,9$  мм/об [5, стр. 266 табл.11]
3. Рассчитываем скорость резания по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S_y} K_v \quad (34)$$

Период стойкости инструмента принимаем:  $T=60$  мин.

Значения коэффициентов:  $C_v= 340$ ;  $m = 0,20$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,45$

Коэффициент  $K_v$ :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{SV} \cdot K_{TV},$$

$$K_{MV}=0,9; K_{SV} = 0,8; K_{TV} = 1.$$

$$K_V = 0,9 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,72$$

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{340}{60^{0,20} \cdot 1,07^{0,15} \cdot 0,9^{0,45}} \cdot 0,72 = 116,5 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 116,5}{3,14 \cdot 60} = 618,3 \text{ об/мин.}$$

Действительная скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 60 \cdot 618,3}{1000} = 116,4 \text{ м/мин.}$$

Составляющая силы  $P_Z$  определяется по формуле:

$$P_Z = 10 \cdot C_{PZ} \cdot t^{X_Z} \cdot S^{Y_Z} \cdot V^{n_Z} \cdot K_{MP}, \quad (35)$$

где  $C_{PZ}$ ,  $X_Z$ ,  $Y_Z$ ,  $n_Z$ ,  $q$ ,  $W$  – эмпирические коэффициент и показатели степеней

$$C_{PZ} = 300; X_Z = 1,0; Y_Z = 0,75; n_Z = -0,15;$$

$K_{MP} = 0,75$  – коэффициент, учитывающий влияние качества заготовки

$$P_Z = 10 \cdot 300 \cdot 1,07^{1,00} \cdot 0,9^{0,75} \cdot 116,4^{-0,15} \cdot 0,75 = 1063 \text{ Н}$$

Далее проверим мощность выбранного станка, выбранного предварительно. Эффективную мощность, которая затрачивается на резание, рассчитываем по формуле:

$$N_{\text{рез}} = \frac{P_Z \cdot V}{60 \cdot 1000}, \text{ (кВт)}$$



$$N_{\text{рез}} = \frac{1063 \cdot 116,4}{60 \cdot 1000} = 2,06$$

Полученный результат сравнивают с паспортной мощностью:

$$N_{\text{рез}} \leq N_{\text{шп}},$$

где  $N_{\text{шп}} = N_{\text{пас}} \cdot \eta$ ,

$N_{\text{пас}}$  – мощность по паспорту станка,

$\eta$  – КПД по паспорту станка.

Т.к.  $N_{\text{пас}} = 11$  кВт,  $\eta = 0,75$ , то

$$N_{\text{шп}} = 11 \cdot 0,75 = 8,25 \text{ кВт}$$

$$N_{\text{рез}} = 2,06 < N_{\text{шп}} = 8,25$$

### **Точить наружную поверхность Ø59,5x109**

Режущий инструмент – резец проходной отогнутый Т15К6

1. Задаем глубину резания, равную припуску на обработку  $t = 1,1$  мм
2. Задаем подачу:  $S_M = 0,9$  мм/об [5, стр. 266 табл.11]
3. Рассчитываем скорость резания по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^{m_t} x^m y^m} K_v \quad (36)$$

Период стойкости инструмента принимаем:  $T=60$  мин.

Значения коэффициентов:  $C_v= 340$ ;  $m = 0,20$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,45$

Коэффициент  $K_v$ :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{SV} \cdot K_{TV},$$

$$K_{MV} = 0,9; K_{SV} = 0,8; K_{TV} = 1.$$

$$K_v = 0.9 \cdot 0.8 \cdot 1 = 0.72$$

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{340}{60^{0,20} \cdot 1,1^{0,15} \cdot 0,9^{0,45}} \cdot 0,72 = 116,5 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 116,5}{3,14 \cdot 59,5} = 623,5 \text{ об/мин.}$$

Действительная скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 59,5 \cdot 623,5}{1000} = 116,4 \text{ м/мин.}$$

Составляющая силы  $P_Z$  определяется по формуле:

$$P_Z = 10 \cdot C_{PZ} \cdot t^{X_Z} \cdot S^{Y_Z} \cdot V^{n_Z} \cdot K_{MP}, \quad (37)$$

где  $C_{PZ}$ ,  $X_Z$ ,  $Y_Z$ ,  $n_Z$ ,  $q$ ,  $W$  – эмпирические коэффициент и показатели степеней

$$C_{PZ} = 300; X_Z = 1,0; Y_Z = 0,75; n_Z = -0,15;$$

$K_{MP} = 0,75$  – коэффициент, учитывающий влияние качества заготовки

$$P_Z = 10 \cdot 300 \cdot 1,1^{1,00} \cdot 0,9^{0,75} \cdot 116,4^{-0,15} \cdot 0,75 = 1092 \text{ Н}$$

Далее проверим мощность выбранного станка, выбранного предварительно. Эффективную мощность, которая затрачивается на резание, рассчитываем по формуле:

$$N_{\text{рез}} = \frac{P_Z \cdot V}{60 \cdot 1000}, \quad (\text{кВт}) \quad (38)$$

$$N_{\text{рез}} = \frac{1092 \cdot 116,4}{60 \cdot 1000} = 2,1$$

Полученный результат сравнивают с паспортной мощностью:

$$N_{\text{рез}} \leq N_{\text{шп}},$$

где  $N_{\text{шп}} = N_{\text{пас}} \cdot \eta$ ,

$N_{\text{пас}}$  – мощность по паспорту станка,

$\eta$  – КПД по паспорту станка.

Т.к.  $N_{\text{пас}} = 11$  кВт,  $\eta = 0,75$ , то

$$N_{\text{шп}} = 11 \cdot 0,75 = 8,25 \text{ кВт}$$

$$N_{\text{рез}} = 2,1 < N_{\text{шп}} = 8,25$$

**Точить наружную поверхность Ø55,6x110 с канавкой 3 R1 и снять фаску 2x45°**

Режущий инструмент – резец проходной отогнутый T15K6

1. Задаем глубину резания, равную припуску на обработку  $t = 1,1$  мм
2. Задаем подачу:  $S_M = 0,9$  мм/об [5, стр. 266 табл.11]
3. Рассчитываем скорость резания по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S_y} K_v (39)$$

Период стойкости инструмента принимаем:  $T=60$  мин.

Значения коэффициентов:  $C_v= 340$ ;  $m = 0,20$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,45$

Коэффициент  $K_v$ :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{SV} \cdot K_{TV},$$

$$K_{MV} = 0,9; K_{SV} = 0,8; K_{TV} = 1.$$

$$K_v = 0,9 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,72$$

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{340}{60^{0,20} \cdot 1,1^{10,15} \cdot 0,9^{0,45}} \cdot 0,72 = 116,5 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 116,5}{3,14 \cdot 55,6} = 667,6 \text{ об/мин.}$$

Действительная скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 55,6 \cdot 667,6}{1000} = 116,5 \text{ м/мин.}$$

Составляющая силы  $P_Z$  определяется по формуле:

$$P_Z = 10 \cdot C_{PZ} \cdot t^{X_Z} \cdot S^{Y_Z} \cdot V^{n_Z} \cdot K_{MP}, \quad (40)$$

где  $C_{PZ}$ ,  $X_Z$ ,  $Y_Z$ ,  $n_Z$ ,  $q$ ,  $W$  – эмпирические коэффициент и показатели степеней

$$C_{PZ} = 300; X_Z = 1,0; Y_Z = 0,75; n_Z = -0,15;$$

$K_{MP} = 0,75$  – коэффициент, учитывающий влияние качества заготовки

$$P_Z = 10 \cdot 300 \cdot 1,1^{1,00} \cdot 0,9^{0,75} \cdot 116,5^{-0,15} \cdot 0,75 = 2117 \text{ Н}$$

Далее проверим мощность выбранного станка, выбранного предварительно. Эффективную мощность, которая затрачивается на резание, рассчитываем по формуле:

$$N_{\text{рез}} = \frac{P_Z \cdot V}{60 \cdot 1000}, \text{ (кВт)}$$

$$N_{\text{рез}} = \frac{2117 \cdot 116,5}{60 \cdot 1000} = 4,1$$

Полученный результат сравнивают с паспортной мощностью:

$$N_{\text{рез}} \leq N_{\text{шп}},$$

где  $N_{\text{шп}} = N_{\text{пас}} \cdot \eta$ ,

$N_{\text{пас}}$  – мощность по паспорту станка,

$\eta$  – КПД по паспорту станка.

Т.к.  $N_{\text{пас}} = 11$  кВт,  $\eta = 0,75$ , то

$$N_{\text{шп}} = 11 \cdot 0,75 = 8,25 \text{ кВт}$$

$$N_{\text{рез}} = 4,1 < N_{\text{шп}} = 8,25$$

Операция 020

### **Фрезеровать паз 16x105 глубиной 5**

Вертикально консольно-фрезерный станок 6Т12

Режущий инструмент – фреза концевая твердосплавная Т15К6

1. Задаем глубину резания, равную  $t = 3$  мм
2. Задаем подачу:  $S_m = 0,19$  мм/об [5, стр. 283 табл.33]
3. Рассчитываем скорость резания для фрезерования по формуле:

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_V \quad (41)$$

Период стойкости инструмента принимаем:  $T = 80$  мин.

Значения коэффициентов:  $C_V = 234$ ;  $q = 0,44$ ;  $m = 0,37$ ;  $x = 0,24$ ;  $y = 0,26$ ;

$u = 0,2$ ;  $p = 0,13$ . [5, стр.287, табл.39]

Коэффициент  $K_V$ :

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{SV} \cdot K_{TV},$$

$$K_{MV}=0,9; K_{SV}=0,8; K_{TV}=1.$$

$$K_V=0,9 \cdot 0,8 \cdot 1=0,72$$

Скорость резания:

$$V = \frac{234 \cdot 16^{0,44}}{80^{0,37} \cdot 3^{0,24} \cdot 0,19^{0,26} \cdot 16^{0,2} \cdot 4^{0,13}} \cdot 0,72 = \frac{772,2}{4,67} \cdot 0,72 = 119 \text{ м/мин}$$

Расчетная частота вращения фрезерного шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D \phi} = \frac{1000 \cdot 119}{3,14 \cdot 16} = 2368 \text{ об/мин.}$$

По паспорту фрезерного станка выбрать  $n_{ст}$  таким образом, чтобы выполнялось неравенство  $n_{ст} \leq n$  и рассчитать фактическую скорость фрезерования:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \phi \cdot n_{ст}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 16 \cdot 70}{1000} = 3,5 \text{ м/мин}$$

Расчитать окружную силу фрезерования по выражению:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^{xp} \cdot S_z^{yp} \cdot B_{\phi}^{up} \cdot Z}{D^{qp} \cdot n^{wp}} \cdot K_{MP}, \quad (42)$$

$C_p=12,5$  ;  $x=0,85$ ;  $y=0,75$ ;  $u=1$ ;  $q=0,73$ ;  $w=-0,13$  ;  $K_{MP}=0,75$

$$P_z = \frac{10 \cdot 3^{0,85} \cdot 0,19^{0,75} \cdot 16^{1,4}}{16^{0,73} \cdot 80^{-0,13}} \cdot 0,75 = \frac{10 \cdot 11,37 \cdot 4}{4,23} \cdot 0,75 = 80,6 \text{ Н}$$

Расчитаем крутящий момент:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 1000} = \frac{80,6 \cdot 16}{2 \cdot 1000} = 6,4 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Мощность фрезерования:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{80,6 \cdot 119}{61200} = 0,15 \text{ кВт}$$

Операция 030

Шлифовать 2 поверхности  $\varnothing 60 \frac{+0,021}{+0,002}$  х 86 ;  $\varnothing 60 \frac{+0,021}{+0,002}$  х 111 ; и  $\varnothing 55,6 \frac{+0,021}{+0,002}$  х 110;  $\alpha 4^\circ$

Станок круглошлифовальный 3А164

1. Назначаем круг ПП 350х50х160 15А 50 С2 7 К50 м/сА 1 кл  
ГОСТ 2424–83,

2. Глубина резания:  $t = 0,025$  мм

3. Подача:  $S_m = 0,024$

4.  $V_3 = 15$  м/мин,  $V_k = 30$  м/с

Определяем частоту вращения заготовки:

$$n = \frac{60 \cdot 1000 \cdot V_k}{\pi \cdot D_k} = \frac{60 \cdot 1000 \cdot 30}{3.14 \cdot 360} = 1592.3 \text{ мин}^{-1}$$

Частота вращения заготовки на диаметре  $d=60$

$$n = \frac{1000 \cdot V_k}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 30}{3.14 \cdot 60} = 160 \text{ мин}^{-1}$$

Частота вращения заготовки на диаметре  $d=55,6$

$$n = \frac{1000 \cdot V_k}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 30}{3.14 \cdot 55,6} = 171 \text{ мин}^{-1}$$

Скорость резания при шлифовании:  $V = \pi \cdot D \cdot n$  (м/мин)

на диаметре 60:  $V = 3.14 \cdot 60 \cdot 160 = 30,144$  м/мин

на диаметре 55,6:  $V = 3.14 \cdot 55.6 \cdot 171 = 29,853$  м/мин

Мощность резания:

$$N = C_n \cdot V^r \cdot t^x \cdot S^y \cdot d^q \quad (43)$$

$$N = 2,2 \cdot 15^{0.5} \cdot 0.025^{0.5} \cdot 0.7^{0.55} \cdot 60^0 = 1 \text{ кВт}$$

Операция 035

**Шлифовать поверхности  $\varnothing 50 \begin{smallmatrix} -0,087 \\ -0,021 \end{smallmatrix}$  х 440 и  $\varnothing 44,5 \begin{smallmatrix} -0,087 \\ -0,021 \end{smallmatrix}$  х 50**

Станок круглошлифовальный 3А164

1. Назначаем круг ПП 350х50х160 15А 50 С2 7 К50 м/сА 1 кл  
ГОСТ 2424–83,

2. Глубина резания:  $t = 0,025$  мм

3. Подача:  $S_m = 0,024$  мм/об

4.  $V_3 = 15$  м/мин,  $V_k = 30$  м/с

Определяем частоту вращения заготовки:

$$n = \frac{60 \cdot 1000 \cdot V_k}{\pi \cdot D_k} = \frac{60 \cdot 1000 \cdot 30}{3,14 \cdot 360} = 1592,3 \text{ мин}^{-1}$$

Частота вращения заготовки на диаметре  $d=50$

$$n = \frac{1000 \cdot V_k}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 30}{3,14 \cdot 50} = 191 \text{ мин}^{-1}$$

Частота вращения заготовки на диаметре  $d=44,5$

$$n = \frac{1000 \cdot V_k}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 30}{3,14 \cdot 44,5} = 215 \text{ мин}^{-1}$$

Скорость резания при шлифовании:  $V = \pi \cdot D \cdot n$  (м/мин)

на диаметре 50:  $V = 3,14 \cdot 50 \cdot 191 = 29,987$  м/мин

на диаметре 44,5:  $V = 3,14 \cdot 44,5 \cdot 215 = 30,041$  м/мин

Мощность резания:

$$N = C_n \cdot V^r \cdot t^x \cdot S^y \cdot d^q$$

$$N = 2,2 \cdot 15^{0,5} \cdot 0,025^{0,5} \cdot 0,7^{0,55} \cdot 60^0 = 1 \text{ кВт}$$



## 9. РАСЧЕТ НОРМЫ ВРЕМЕНИ

Для нормирования времени разработанного технологического процесса механической обработки партии деталей «Вал ведущий», необходимо рассчитать штучно-калькуляционное время по формуле:

$$T_{ш.к.} = T_o + T_v + T_{обсл} + T_{п} + T_{пз}/n \quad (44)$$

Где,  $T_o$  – основное время

$T_v$  – вспомогательное время (от основного  $0,15 * T_o$ )

$T_{обсл}$  – время обслуживания рабочего места ( $T_t + T_{орг}$ )

$T_{п}$  – время на личные потребности рабочего (2,5% от  $T_{оп}$ )

$T_{пз}$  – подготовительно-заключительное время ( $T_{пз} = T_{смены} = 8ч.$ ).

$n$  - 5000 дет. – годовая программа выпуска партии деталей.

Время обслуживания рабочего места:

Где  $T_t$  – время технического обслуживания (6% от  $T_{оп}$ );

$T_{орг}$  – время организационного обслуживания (0,6 - 8 % от  $T_{оп}$ ); ( $t_{пз} = t_{смены} = 8ч.$ ).

Основное время определяется по формуле:

$$T_o = \frac{L * i}{Sm} \quad (45)$$

Где  $i$  – число рабочих ходов

$Sm$  – минутная подача

$L$  – расчетная длина обработки

Расчет норм времени для 010 операции токарно-винторезной

Для токарных работ при точении наружной поверхности до упора расчет производится по формуле:

$$T_0 = \frac{L}{n \cdot S_0} \cdot i \quad (46)$$

где  $T_0$  - основное время на операцию (переход), мин;

$L$  - расчетная длина рабочего хода инструмента, мм;

$n$  - частота вращения шпинделя,  $\text{мин}^{-1}$  ;

$S_0$  - подача на оборот шпинделя, мм/об;

$i$  - число проходов инструмента.

Причем  $L = l + l_1 + l_2$

здесь  $l$  - длина обрабатываемой поверхности, мм;

$l_1$  - величина врезания инструмента, мм;

$l_2$  - величина пробега инструмента, мм.

Первая токарно-винторезная операция 010:

**Подрезать торец  $L$  1080 мм**

Расчетная длина обработки  $L = 1080 + 3 + 2 = 1085$  мм, минутная подача  $S_m = 0,9 \cdot 1000 = 900$  мм/мин, число рабочих ходов  $i = 1$ , тогда основное время:

$$T_0 = \frac{L \cdot i}{S_m} = 1,1 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время:

$$T_B = 0,15 \cdot T_0 = 0,16 \text{ мин.}$$

Оперативное время:

$$T_{\text{оп}} = T_o + T_b = 1,1 + 0,16 = 1,26$$

Время обслуживания рабочего места:

$$T_{\text{обсл}} = T_{\text{т}} + T_{\text{орг}} = 0,07T_{\text{оп}} + 0,19T_{\text{оп}} = 0,07 \cdot 1,26 + 0,1 \cdot 1,26 = 0,08 + 0,12 = 0,2 \text{ мин}$$

Время на личные потребности:

$$T_{\text{п}} = 0,06 \cdot T_o = 0,03 \text{ мин}$$

$$\text{Тогда: } T_{\text{ш.к.}} = T_o + T_b + T_{\text{обсл}} + T_{\text{п}} + T_{\text{пз}}/n = 1,26 + 0,16 + 0,2 + 0,03 + 0,002 = 1,65 \text{ мин}$$

### **Сверлить центровое отверстие Ø6,3x13,2**

Расчетная длина обработки  $L = 13,2 + 1 + 1 = 15,2$  мм, минутная подача  $S_m = 0,15 \cdot 1000 = 150$  мм/мин, число рабочих ходов  $i = 1$ , тогда основное время:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{S_m} = 0,1 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время:

$$T_b = 0,15 \cdot T_o = 0,015 \text{ мин.}$$

Оперативное время:

$$T_{\text{оп}} = T_o + T_b = 0,1 + 0,015 = 0,115$$

Время обслуживания рабочего места:

$$T_{\text{обсл}} = T_{\text{т}} + T_{\text{орг}} = 0,06T_{\text{оп}} + 0,08T_{\text{оп}} = 0,06 \cdot 0,115 + 0,08 \cdot 0,115 = 0,0009 + 0,0012 = 0,0021 \text{ мин}$$

Время на личные потребности:

$$T_{\text{п}} = 0,02 \cdot T_o = 0,002 \text{ мин}$$

$$\text{Тогда: } T_{\text{ш.к.}} = T_o + T_b + T_{\text{обсл}} + T_{\text{п}} + T_{\text{пз}}/n = 0,1 + 0,015 + 0,0021 + 0,002 + 0,09 = 0,2 \text{ мин}$$

### **Подрезать торец L 540 снять фаску 2x45°**

Расчетная длина обработки  $L = 540+3+2 = 545$  мм, минутная подача  $S_m = 0,16 \cdot 1000 = 160$  мм/мин, число рабочих ходов  $i = 1$ , тогда основное время:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{S_m} = 3,4 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время:

$$T_b = 0,15 \cdot T_o = 0,51 \text{ мин.}$$

Оперативное время:

$$T_{\text{оп}} = T_o + T_b = 3,4 + 0,51 = 3,91 \text{ мин}$$

Время обслуживания рабочего места:

$$T_{\text{обсл}} = T_{\text{т}} + T_{\text{орг}} = 0,2T_{\text{оп}} + 0,2T_{\text{оп}} = 0,2 \cdot 3,4 + 0,2 \cdot 3,4 = 1,36 \text{ мин}$$

Время на личные потребности:

$$T_{\text{п}} = 0,06 \cdot T_o = 0,2 \text{ мин}$$

$$\text{Тогда: } T_{\text{ш.к.}} = T_o + T_b + T_{\text{обсл}} + T_{\text{п}} + T_{\text{пз}}/n = 3,4 + 0,51 + 1,36 + 0,2 + 0,002 = 5,49 \text{ мин}$$

### **Точить наружную поверхность Ø69x118**

Расчетная длина обработки  $L = 69+3+2 = 74$  мм, минутная подача  $S_m = 0,16 \cdot 1000 = 160$  мм/мин, число рабочих ходов  $i = 2$ , тогда основное время:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{S_m} = 0,9 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время:

$$T_B = 0,15 * T_o = 0,13 \text{ мин.}$$

Оперативное время:

$$T_{оп} = T_o + T_B = 0,9 + 0,13 = 1,03 \text{ мин}$$

Время обслуживания рабочего места:

$$T_{обсл} = T_T + T_{орг} = 0,05T_{оп} + 0,07T_{оп} = 0,05 * 1,03 + 0,07 * 1,03 = 0,1 \text{ мин}$$

Время на личные потребности:

$$T_{п} = 0,06 * T_o = 0,05 \text{ мин}$$

$$\begin{aligned} \text{Тогда: } T_{ш.к.} &= T_o + T_B + T_{обсл} + T_{п} + T_{пз}/n = 0,9 + 0,13 + 0,1 + 0,05 + 0,002 \\ &= 0,56 \text{ мин} \end{aligned}$$

**Точить наружную поверхность Ø50x440 с канавкой Ø48**

Расчетная длина обработки  $L = 50 + 3 + 2 = 55$  мм, минутная подача  $Sm = 0,9 \cdot 1000 = 900$  мм/мин, число рабочих ходов  $i - 1$ , тогда основное время:

$$T_o = \frac{L * i}{Sm} = 0,46 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время:

$$T_B = 0,15 * T_o = 0,06 \text{ мин.}$$

Оперативное время:

$$T_{оп} = T_o + T_B = 0,46 + 0,06 = 0,52 \text{ мин}$$

Время обслуживания рабочего места:

$$T_{обсл} = T_T + T_{орг} = 0,02T_{оп} + 0,03T_{оп} = 0,02 * 0,52 + 0,03 * 0,52 = 0,02 \text{ мин}$$

Время на личные потребности:

$$T_{п} = 0,06 * T_o = 0,02 \text{ мин}$$

$$\text{Тогда: } T_{\text{ш.к.}} = T_o + T_b + T_{\text{обсл}} + T_{\text{п}} + T_{\text{пз}}/n = 0,46 + 0,06 + 0,02 + 0,02 + 0,002 = 0,56 \text{ мин}$$

**Нарезать резьбу М48х2-6gх50, снять фаску 2х45° с канавкой Ø 46х3 с R1**

Расчетная длина обработки  $L = 50+3+2 = 55$  мм, минутная подача  $S_m = 2 \cdot 13 = 26$  мм/мин, число рабочих ходов  $i = 1$ , тогда основное время:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{S_m} = 2,1 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время:

$$T_b = 0,15 \cdot T_o = 0,31 \text{ мин.}$$

Оперативное время:

$$T_{\text{оп}} = T_o + T_b = 2,1 + 0,31 = 0,65 \text{ мин}$$

Время обслуживания рабочего места:

$$T_{\text{обсл}} = T_{\text{т}} + T_{\text{орг}} = 0,1 T_{\text{оп}} + 0,1 T_{\text{оп}} = 0,1 \cdot 0,65 + 0,1 \cdot 0,65 = 0,12 \text{ мин}$$

Время на личные потребности:

$$T_{\text{п}} = 0,06 \cdot T_o = 0,12 \text{ мин}$$

$$\text{Тогда: } T_{\text{ш.к.}} = T_o + T_b + T_{\text{обсл}} + T_{\text{п}} + T_{\text{пз}}/n = 2,1 + 0,31 + 0,12 + 0,12 + 0,002 = 2,65 \text{ мин}$$

**Точить наружную поверхность Ø44.5х50 снять 2 фаски 2х45°**

Расчетная длина обработки  $L = 44,5+3+2 = 49,5$  мм, минутная подача  $S_m = 0,9 \cdot 900 = 810$  мм/мин, число рабочих ходов  $i = 4$ , тогда основное время:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{S_m} = 0,24 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время:

$$T_B = 0,15 * T_o = 0,036 \text{ мин.}$$

Оперативное время:

$$T_{оп} = T_o + T_B = 0,24 + 0,036 = 0,27 \text{ мин}$$

Время обслуживания рабочего места:

$$T_{обсл} = T_T + T_{орг} = 0,01T_{оп} + 0,01T_{оп} = 0,01 * 0,24 + 0,01 * 0,24 = 0,0048 \text{ мин}$$

Время на личные потребности:

$$T_{л} = 0,06 * T_o = 0,01 \text{ мин}$$

$$\text{Тогда: } T_{ш.к.} = T_o + T_B + T_{обсл} + T_{л} + T_{пз}/n = 0,24 + 0,036 + 0,0048 + 0,01 + 0,002 = 0,29 \text{ мин}$$

### **Подрезать торец L 1074мм**

Расчетная длина обработки  $L = 1074 + 3 + 2 = 1079$  мм, минутная подача  $S_m = 0,16 \cdot 1000 = 160$  мм/мин, число рабочих ходов  $i = 1$ , тогда основное время:

$$T_o = \frac{L * i}{S_m} = 6,7 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время:

$$T_B = 0,15 * T_o = 1 \text{ мин.}$$

Оперативное время:

$$T_{оп} = T_o + T_B = 6,7 + 1 = 7,7 \text{ мин}$$

Время обслуживания рабочего места:

$$T_{обсл} = T_T + T_{орг} = 0,4T_{оп} + 0,5T_{оп} = 0,4 * 7,7 + 0,5 * 7,7 = 3,08 + 3,85 = 6,93$$

МИН

Время на личные потребности:

$$T_{\Pi} = 0,06 * T_o = 0,4 \text{ мин}$$

$$\text{Тогда: } T_{\text{ш.к.}} = T_o + T_{\text{в}} + T_{\text{обсл}} + T_{\Pi} + T_{\text{пз}}/n = 6,7 + 1 + 6,93 + 0,4 + 0,002 = 15 \text{ мин}$$

**Нарезать резьбу М 18-7Нх50 снять фаску 2х45° и 2,5х45°**

Расчетная длина обработки  $L = 50+3+2 = 55$  мм, минутная подача  $S_m = 2 \cdot 13 = 26$  мм/мин, число рабочих ходов  $i = 1$ , тогда основное время:

$$T_o = \frac{L * i}{S_m} = 2,1 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время:

$$T_{\text{в}} = 0,15 * T_o = 0,31 \text{ мин.}$$

Оперативное время:

$$T_{\text{оп}} = T_o + T_{\text{в}} = 2,1 + 0,31 = 0,65 \text{ мин}$$

Время обслуживания рабочего места:

$$T_{\text{обсл}} = T_{\text{т}} + T_{\text{орг}} = 0,1T_{\text{оп}} + 0,1T_{\text{оп}} = 0,1 * 0,65 + 0,1 * 0,65 = 0,12 \text{ мин}$$

Время на личные потребности:

$$T_{\Pi} = 0,06 * T_o = 0,12 \text{ мин}$$

$$\text{Тогда: } T_{\text{ш.к.}} = T_o + T_{\text{в}} + T_{\text{обсл}} + T_{\Pi} + T_{\text{пз}}/n = 2,1 + 0,31 + 0,12 + 0,12 + 0,002 = 2,65 \text{ мин}$$

**Точить наружную поверхность Ø60х86 с канавкой 3 R1 и снять фаску 2х45°**

Расчетная длина обработки  $L = 60+3+2 = 65$  мм, минутная подача  $S_m = 0,9 \cdot 900 = 810$  мм/мин, число рабочих ходов  $i = 2$ , тогда основное время:

$$T_o = \frac{L * i}{S_m} = 0,1 \text{ мин.}$$



Вспомогательное время:

$$T_B = 0,15 * T_o = 0,01 \text{ мин.}$$

Оперативное время:

$$T_{оп} = T_o + T_B = 0,1 + 0,01 = 0,11 \text{ мин}$$

Время обслуживания рабочего места:

$$T_{обсл} = T_T + T_{орг} = 0,006 T_{оп} + 0,008 T_{оп} = 0,006 * 0,11 + 0,008 * 0,11 = 0,00154 \text{ мин}$$

Время на личные потребности:

$$T_{п} = 0,06 * T_o = 0,16 \text{ мин}$$

$$\text{Тогда: } T_{ш.к.} = T_o + T_B + T_{обсл} + T_{п} + T_{пз}/n = 0,1 + 0,01 + 0,00154 + 0,16 + 0,002 = 0,27 \text{ мин}$$

### **Точить наружную поверхность Ø59,5x109**

Расчетная длина обработки  $L = 59,5 + 3 + 2 = 62,7$  мм, минутная подача  $S_m = 0,9 \cdot 1000 = 900$  мм/мин, число рабочих ходов  $i = 2$ , тогда основное время:

$$T_o = \frac{L * i}{S_m} = 0,13 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время:

$$T_B = 0,15 * T_o = 0,01 \text{ мин.}$$

Оперативное время:

$$T_{оп} = T_o + T_B = 0,13 + 0,01 = 0,14 \text{ мин}$$

Время обслуживания рабочего места:

$$T_{обсл} = T_T + T_{орг} = 0,007 T_{оп} + 0,001 T_{оп} = 0,007 * 0,14 + 0,001 * 0,14 = 0,014 \text{ мин}$$

Время на личные потребности:

$$T_{\Pi} = 0,06 * T_o = 0,007 \text{ мин}$$

$$\text{Тогда: } T_{\text{ш.к.}} = T_o + T_B + T_{\text{обсл}} + T_{\Pi} + T_{\text{пз}}/n = 0,13 + 0,01 + 0,014 + 0,007 + 0,002 = 0,16 \text{ мин}$$

**Точить наружную поверхность Ø55,6x110 с канавкой 3 R1 и снять фаску 2x45°**

Расчетная длина обработки  $L = 55,6 + 3 + 2 = 60,6$  мм, минутная подача  $S_m = 0,9 \cdot 1000 = 900$  мм/мин, число рабочих ходов  $i = 5$ , тогда основное время:

$$T_o = \frac{L * i}{S_m} = 0,33 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время:

$$T_B = 0,15 * T_o = 0,05 \text{ мин.}$$

Оперативное время:

$$T_{\text{оп}} = T_o + T_B = 0,33 + 0,05 = 0,016 \text{ мин}$$

Время обслуживания рабочего места:

$$T_{\text{обсл}} = T_T + T_{\text{орг}} = 0,01 T_{\text{оп}} + 0,02 T_{\text{оп}} = 0,01 * 0,33 + 0,02 * 0,33 = 0,0099 \text{ мин}$$

Время на личные потребности:

$$T_{\Pi} = 0,06 * T_o = 0,019 \text{ мин}$$

$$\text{Тогда: } T_{\text{ш.к.}} = T_o + T_B + T_{\text{обсл}} + T_{\Pi} + T_{\text{пз}}/n = 0,33 + 0,05 + 0,0099 + 0,019 + 0,002 = 0,41 \text{ мин}$$

**Фрезеровать паз 16x105 глубиной 5**

Расчетная длина обработки  $L = 105 + 1 + 1 + 1 = 108$  мм, минутная подача  $S_m = 0,19 * 1600 = 190$  мм/мин, число рабочих ходов  $i = 3$ , тогда основное

время:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{Sm} = 324/190 = 1,7.$$

Вспомогательное время:

$$T_b = 0,15 \cdot T_o = 0,25 \text{ мин.}$$

Оперативное время:

$$T_{оп} = T_o + T_b = 1,7 + 0,25 = 1,95$$

Время обслуживания рабочего места:

$$T_{обсл} = T_t + T_{орг} = 0,1T_{оп} + 0,1T_{оп} = 0,1 \cdot 1,7 + 0,1 \cdot 1,7 = 0,17 + 0,17 = 0,34$$

МИН

Время на личные потребности:

$$T_{п} = 0,025 \cdot T_o = 0,04 \text{ мин}$$

$$\text{Тогда: } T_{ш.к.} = T_o + T_b + T_{обсл} + T_{п} + T_{пз}/n = 1,7 + 0,25 + 0,34 + 0,04 + 0,002 = 2,33 \text{ мин}$$

**Шлифовать 2 поверхности  $\varnothing 60 \frac{+0,021}{+0,002}$  х 86 ;  $\varnothing 60 \frac{+0,021}{+0,002}$  х 111 ; и  $\varnothing 55,6 \frac{+0,021}{+0,002}$  х 110;  $\alpha 4^0$**

Расчетная длина обработки  $L = 60 + 1 = 61$  мм, минутная подача  $Sm = 0,024 \cdot 1000 = 24$  мм/мин, число рабочих ходов  $i = 1$ , тогда основное время:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{Sm} = 61/24 = 2,5.$$

Вспомогательное время:

$$T_b = 0,15 \cdot T_o = 0,37 \text{ мин.}$$

Оперативное время:

$$T_{\text{оп}} = T_o + T_b = 2,5 + 0,37 = 0,92$$

Время обслуживания рабочего места:

$$T_{\text{обсл}} = T_{\text{т}} + T_{\text{орг}} = 0,15T_{\text{оп}} + 0,2T_{\text{оп}} = 0,15 \cdot 2,5 + 0,2 \cdot 2,5 = 0,37 + 0,5 = 0,87 \text{ мин}$$

Время на личные потребности:

$$T_{\text{п}} = 0,025 \cdot T_o = 0,06 \text{ мин}$$

$$\text{Тогда: } T_{\text{ш.к.}} = T_o + T_b + T_{\text{обсл}} + T_{\text{п}} + T_{\text{пз}}/n = 2,5 + 0,37 + 0,87 + 0,06 + 0,002 = 3,8 \text{ мин}$$

Расчетная длина обработки  $L = 55,6 + 1 = 56,6$  мм, минутная подача  $S_m = 0,024 \cdot 1000 = 24$  мм/мин, число рабочих ходов  $i - 1$ , тогда основное время:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{S_m} = 61/24 = 2,3.$$

Вспомогательное время:

$$T_b = 0,15 \cdot T_o = 0,34 \text{ мин.}$$

Оперативное время:

$$T_{\text{оп}} = T_o + T_b = 2,5 + 0,34 = 0,86$$

Время обслуживания рабочего места:

$$T_{\text{обсл}} = T_{\text{т}} + T_{\text{орг}} = 0,13T_{\text{оп}} + 0,18T_{\text{оп}} = 0,13 \cdot 2,3 + 0,18 \cdot 2,3 = 0,29 + 0,41 = 0,7 \text{ мин}$$

Время на личные потребности:

$$T_{\text{п}} = 0,025 \cdot T_o = 0,05 \text{ мин}$$

$$\text{Тогда: } T_{\text{ш.к.}} = T_o + T_b + T_{\text{обсл}} + T_{\text{п}} + T_{\text{пз}}/n = 2,3 + 0,34 + 0,7 + 0,05 + 0,002 = 3,3 \text{ мин}$$

**Шлифовать поверхности  $\varnothing 50 \frac{-0,087}{-0,021}$  и  $\varnothing 44,5 \frac{-0,087}{-0,021}$**

Расчетная длина обработки  $L = 50+1 = 51$  мм, минутная подача  $S_m = 0,024*1000 = 24$  мм/мин, число рабочих ходов  $i - 1$ , тогда основное время:

$$T_o = \frac{L*i}{S_m} = 51/24 = 2,1.$$

Вспомогательное время:

$$T_B = 0,15*T_o = 0,03 \text{ мин.}$$

Оперативное время:

$$T_{оп} = T_o + T_B = 2,1+0,03 = 0,12$$

Время обслуживания рабочего места:

$$T_{обсл} = T_T + T_{орг} = 0,12T_{оп} + 0,16T_{оп} = 0,12*2,1 + 0,16*2,1 = 0,25 + 0,33 = 0,58 \text{ мин}$$

Время на личные потребности:

$$T_{п} = 0,025*T_o = 0,05 \text{ мин}$$

$$\text{Тогда: } T_{ш.к.} = T_o + T_B + T_{обсл} + T_{п} + T_{пз}/n = 2,1 + 0,03 + 0,57 + 0,05 + 0,002 = 2,7 \text{ мин}$$

Расчетная длина обработки  $L = 44,5+1 = 45,5$  мм, минутная подача  $S_m = 0,024*1000 = 24$  мм/мин, число рабочих ходов  $i - 1$ , тогда основное время:

$$T_o = \frac{L*i}{S_m} = 45,5/24 = 1,8.$$

Вспомогательное время:

$$T_B = 0,15*T_o = 0,27 \text{ мин.}$$

Оперативное время:

$$T_{\text{оп}} = T_o + T_b = 1,8 + 0,27 = 2,07$$

Время обслуживания рабочего места:

$$T_{\text{обсл}} = T_T + T_{\text{орг}} = 0,1T_{\text{оп}} + 0,1T_{\text{оп}} = 0,1 \cdot 1,8 + 0,1 \cdot 1,8 = 0,29 = 0,36 \text{ мин}$$

Время на личные потребности:

$$T_{\text{л}} = 0,025 \cdot T_o = 0,045 \text{ мин}$$

$$\text{Тогда: } T_{\text{ш.к.}} = T_o + T_b + T_{\text{обсл}} + T_{\text{л}} + T_{\text{пз}}/n = 1,8 + 0,27 + 0,36 + 0,045 + 0,002 = 2,47 \text{ мин}$$

## **10. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ**

### **10.1 Разработка приспособления для фрезерной операций технологического процесса изготовления детали**

Целью раздела конструкторской части является разработка приспособления для фрезерной операции, определения погрешностей базирования, а также сил закрепления детали.

Объектом разработки будет являться приспособление для фрезерной операции, в которой осуществляется фрезерование шпоночного паза на конусной поверхности детали.

### **10.2 Принцип работы приспособления**

Приспособление предназначено для фрезерования шпоночного паза на поверхности конуса под углом  $2^\circ$ , выполняя базирование детали и закрепление в двух местах для исключения смещения детали и получения требований, установленных в чертеже.

Принцип использования приспособления: использование на универсальном вертикально-фрезерном консольном станке модели 6Т12. На основании 1 необходимо установить призмы 3 (2шт. – из-за большого габарита по длине вала), которые нужно закрепить при помощи болтов 7 и штифтов позиции 10. Произвести установку Упора 5 и неподвижного упора 4 с помощью болтов 9, штифтов 10, служащих для сдвига изделия в упор 4 торцом детали. При закреплении приспособления необходимо надежно зажать основание на столе станка с помощью стандартных болтов и гаек в количестве 6шт. Закрепить рукоятку 2 для регулирования по длине детали. Затем установить деталь «Вал ведущий» на призмы отрегулировать рукояткой до упора. После прихватить прижимами 6 деталь и закрепить винтами 8.









Деталь устанавливается на установочные элементы. Прижимается к установочным элементам силой  $Q$ , а сила резания  $P$  действует перпендикулярно к детали, то есть стремится сдвинуть заготовку с установочных элементов. Получаемую силу резания уравнивает сила трения  $F_{тр}$ , создаваемая силой  $Q$ .

$$F_{тр} = f \cdot Q$$

Где  $f$  – коэффициенты трения между трущимися поверхностями ( $f$  трения стали по стали = 0,1)

$$F_{тр} = 0,1 \cdot 489,51 = 48,95 \text{ Н}$$

Вследствие того, что сила трения возникает между заготовкой и зажимом, и между заготовкой и установочными элементами – в двух местах, окончательная сила трения будет рассчитана по формуле:

$$F_{тр} = Q \cdot f_1 + Q \cdot f_2 = Q \cdot (f_1 + f_2)$$

где  $f_1$  - коэффициент трения между заготовкой и зажимом; ( $f_1 = 0.1-0.15$ )

$f_2$  - коэффициент трения между заготовкой и установочными элементами.

$$(f_2 = 0.18+0.3)$$

$$F_{тр} = 489.51 \cdot (0.15+0.3) = 220.2 \text{ Н}$$

Учитывая коэффициент запаса  $k$  и условие равенства сил получим:

$$k \cdot P = Q \cdot (f_1 + f_2) \rightarrow Q = \frac{k \cdot P}{f_1 + f_2} = \frac{4.9 \cdot 489.51}{0.45} = 5409 \text{ Н}$$

Коэффициент запаса сил зажима

$$k = k_0 \cdot k_1 \dots \cdot k_6 = \sum_0^6 k_i = 1.5 \cdot 1 \cdot 1.7 \cdot 1 \cdot 1.3 \cdot 1 \cdot 1.5 = 4.9$$

### **Вывод по технологическому и конструкторскому разделу:**

При выполнении выпускной квалификационной работы был разработан технологический процесс изготовления детали «Вал ведущий». Определен тип производства, произведен анализ технологичности, выбор вида заготовки для данной детали является штамповка, проведен размерный анализ, подобрано оборудование, приспособление, режущий инструмент для обработки детали. Определены режимы и нормы времени.

Спроектировано специальное приспособление для фрезеровки паза на конусе в качестве оптимизации технологического процесса.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-8Л61	Иванова Мария Алексеевна

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

Тема ВКР:

<b>Разработка технологического процесса «Вал ведущий»</b>	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования является рабочее место исполнителей участка механообработки, кабинеты ИТР. Область применения: Выполнение технологического процесса по изготовлению детали «Вал ведущий».
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	1. Трудовым кодексом РФ, законом от 30.12.2001 № 197-ФЗ.
<b>2. Производственная безопасность:</b> 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Вредные факторы: - повышенные уровни шума; - недостаточная освещенность рабочей зоны; Опасные факторы: - острые кромки, - заусенцы поверхностей заготовок, инструментов и оборудования, - электрический ток
<b>3. Экологическая безопасность:</b>	Гидросфера: использованная смазочно-охлаждающая жидкость для механической обработки деталей. Атмосфера: загрязнение воздуха. Литосфера: твердые отходы.
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	Возможные ЧС: разрушение зданий и сооружений производственного назначения, аварии в системах жизнеобеспечения.

	Наиболее типичная ЧС: Пожар.
--	------------------------------

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	29.03.2021
--	------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Мезенцева Ирина Леонидовна	-		17.05.2021

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л61	Иванова Мария Алексеевна		17.05.2021

## РАЗДЕЛ «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

### Введение

Целью выпускной квалификационной работы является разработка технологического процесса детали «Вал ведущий». Географическое место положения объекта для изготовления детали по ВКР - г. Томск Коларовский тракт 8/1 ООО «Завод точной механики».

Изделие «Вал ведущий» будет изготавливаться на производственном участке в механическом цеху. В процессе изготовления будут участвовать – работники универсальных станков, технологический отдел производства, и инженерно-технический персонал механического участка (мастера, ОТК и т.д.).

В данном разделе необходимо рассмотреть вопросы по организации рабочих мест в соответствии с нормами производственной санитарии, техники производственной безопасности, охраны окружающей среды и пожарной безопасности.

Под рабочим местом понимается зона для изготовления детали, оснащенная необходимыми техническими средствами, в которой осуществляется трудовая деятельность исполнителя или группы исполнителей, совместно выполняющих одну работу или операцию. При проектировании рабочих мест необходимо так же учитывать освещенность, шум, Это необходимо, как для качественного изготовления изделия детали «Вал ведущий», так и для состояния здоровья исполнителей. При проектировании рабочих мест ИТР необходимо уделить внимание охране окружающей среды, а в частности организации безотходного производства.

## **«ПРАВОВЫЕ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ»**

### **Режим рабочего времени**

В соответствии с Трудовым кодексом РФ, законом от 30.12.2001 № 197-ФЗ (редакция от 30.04.2021) нормальная продолжительность рабочего времени не может превышать 40 часов в неделю. В настоящее время в ООО «Завод точной механики» введен сменный график работ, для бесперебойной работы оборудования и выполнения плановых задач в установленные сроки, и этот график обеспечивает условия, установленные ТК РФ. [1].

### **Производственная безопасность**

Производственная безопасность – это система организационных мероприятий и технических средств, уменьшающих вероятность воздействия на рабочих, опасных производственных факторов до приемлемого уровня. Для определения опасных факторов на данном производстве воспользуемся классификацией опасных и вредных производственных факторов по ГОСТ 12.0.003-15. [2]. Приведем допустимые нормы с необходимой размерностью, а также средства индивидуальной и коллективной защиты для минимизации воздействия фактора. При производстве детали «Вал ведущий» на участке цеха используется следующее оборудование: токарные, фрезерные и шлифовальные станки, а так же помещения ИТР персонала. Перечень всех опасных и вредных факторов при изготовлении, проектировании и эксплуатации детали «Вал ведущий» на приведены ниже в таблице 1.



Таблица 1 – Опасные и вредные факторы

Факторы ГОСТ12.0.003-2015	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
Вредные факторы				
1. Повышенный уровень шума на рабочем месте.	-	+	+	Уровень шума на рабочих местах. СН.2.2.4/2.1.8.562-96
2. Недостаточная освещенность рабочей зоны	+	+	+	Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СП 52.13330.2016
Опасные факторы				
1.Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие (например, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования) части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним.	-	+	+	Р 2.2.2006-05 Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.
2. Электробезопасность	+	+	+	Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ

### Анализ опасных и вредных производственных факторов

Выявленными вредными факторами на этапе изготовления детали «Вал ведущий» являются:

**- Повышенный уровень шума на рабочем месте.**

Источником возникновения данного фактора являются работающие оборудование и станки. Воздействием на организм являются заболевания и отклонения состояния здоровья. У работника будет всегда повышенное кровеносное давление, учащённый пульс и дыхание, нарушения координации движения, а также ухудшение слуха. СН.2.2.4/2.1.8.562-96. [4].

Максимальный уровень звука постоянного шума на рабочих местах изготовления детали «Вал ведущий» не должен превышать 80 дБ. В нашем случае этот параметр соответствовал значению 75дБ. При значениях выше допустимого уровня необходимо предусмотреть СКЗ и СИЗ.

СКЗ - устранение причин шума или существенное его ослабление в источнике образования; изоляция источников шума от окружающей среды средствами звуко- и виброизоляции, звуко- и вибропоглощения; применение средств, снижающих шум и вибрацию на пути их распространения;

СИЗ - применение спецодежды, спецобуви и защитных средств органов слуха: наушники, беруши, антифоны.

В нашем случае на момент исследования мест изготовления деталей «Вал ведущий», шум не превышал допустимых норм. Но при работе всего оборудования при большой загруженности данный фактор может произойти (так же имеются сверхчувствительные сотрудники). Во избежание нанесения вреда здоровью работающему персоналу необходимо выдать наушники, внести в перечень средств защиты для всех работников механического цеха.

Источником возникновения данного фактора является режущий инструмент, изготовленные детали и отходы. Воздействием на организм являются повреждения конечностей. Для защиты от данного вида повреждений организацией предусмотрены СИЗ (обувь, перчатки), а так же ежедневные проверки по ТБ перед началом работ ИТР персоналом механического цеха.

***- Недостаточная освещенность рабочей зоны***

Работая при недостаточной освещенности, люди могут ощущать усталость глаз и переутомление, что приводит к снижению работоспособности. В ряде случаев это может привести к ухудшению физического состояния. Нормирование естественного и искусственного освещения производится по СанПиН 1.2.3685-21 [3]. в зависимости от разряда зрительной работы (наименьший размер объекта различения), от контраста объекта различия с фоном и от характеристики фона. Также существует нормирование коэффициента пульсации освещенности для каждого типа ламп. В производственных помещениях, в случаях преимущественной работы с деталями, допускается применение системы комбинированного освещения (к общему освещению дополнительно устанавливаются светильники местного освещения, предназначенные для освещения зоны расположения деталей, инструментов и тд.). В соответствии с СанПиН 1.2.3685-21 [3] определяем, что вид работ относится к работам средней точности, следовательно, освещенность на рабочих поверхностях столов в зоне размещения детали должна быть 400-500 лк. В случаях, при освещенности, не достигающей 400-500 лк, следует пересмотреть проектировку размещения устройств освещения, либо заменить устройства освещения.

Выявленными опасными факторами на этапе изготовления детали «Вал ведущий» являются:

***- Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие (например, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования) части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним.***

***- Электрический ток***

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

средствами и способами защиты от поражения электрическим током являются: недоступность токоведущих частей для случайного прикосновения; защитное заземление, зануление или отключение; вывешивание предупреждающих надписей; контроль над состоянием изоляции электрических установок. Требования электробезопасности электроустановок производственного и бытового назначения на стадиях проектирования, изготовления, монтажа, наладки, испытаний и эксплуатации, а также технические способы и средства защиты, обеспечивающие электробезопасность электроустановок различного назначения приведены в ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ «Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты».[6].

### **Экологическая безопасность**

В результате изготовления детали «Вал ведущий», выявлены следующие источники загрязнения окружающей среды:

- Загрязнение гидросферы
- Загрязнение атмосферы
- Твердые отходы

Рассмотрим источники загрязнений, и найдем пути решения по отдельности для каждого. Загрязнение гидросферы может произойти в результате выброса СОЖ в сточные воды. Во избежание проблемы возможны несколько путей решения:

- Механические методы очистки сточных вод. Традиционно в группу методов механической очистки включают процеживание, отстаивание, осветление во взвешенном слое осадка, фильтрование, центробежные методы.
- Захоронение сточных вод. Высококонцентрированные и токсичные сточные воды многих отраслей промышленности, например: концентрированные рассолы установок опреснения; сточные воды, содержащие металлоорганические, в частности, ртутьорганические

соединения, для которых ещё не разработаны достаточно эффективные и экономичные методы, могут быть захоронены в глубоких подземных горизонтах.

В данном производстве предполагается использовать метод фильтрации жидких отходов. Загрязнение атмосферы может произойти в результате попадания СОЖ на нагретые поверхности заготовок, а также металлообрабатывающего оборудования. Во избежание проблем, связанных с загрязнением атмосферы можно прибегнуть к методам очистки воздуха: В данном производстве предполагается использовать метод окислительно – восстановительных процессов, в результате которых образуются новые экологически менее опасные продукты. Твердые отходы в виде стружки, снятой с материала заготовки предполагается сдавать в пункты сдачи металлолома, еженедельно.

### **Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

По степени огнестойкости место изготовления детали «Вал ведущий» относится к 1-й степени огнестойкости по СП 112.13330.2011 Пожарная безопасность зданий и сооружений. (Докипедия: СП 112.13330.2011 Пожарная безопасность зданий и сооружений) (выполнено из кирпича, которое относится к трудно сгораемым материалам). Причины возникновения пожара неэлектрического характера: халатное неосторожное обращение с огнем (оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня);

Причины возникновения пожара электрического характера: короткое замыкание, перегрузки по току, искрение и электрические дуги, статическое электричество и т. п.

Для устранения причин возникновения необходимо выполнять ряд мероприятий, указанных в инструкции по ПБ, а именно:

1. Все работники предприятия должны допускать к работе только после прохождения противопожарного инструктажа.
2. Места проведения огневых работ необходимо обеспечить первичными средствами пожаротушения (огнетушителями, песком, ведром с водой)
3. Курить только в специально отведенных местах, обеспеченных средствами пожаротушения.
4. Не разрешается работать на оборудовании и установках с неисправностями, которые могут привести к пожару, а также при отключенных контрольно-измерительных приборах, обеспечивающих условия безопасности
5. Таблички обозначения пожарных водоисточников, а также планы эвакуации должны быть освещены.
6. Запрещается загромождение проездов, лестниц, эвакуационных выходов.

### **Выводы по разделу**

При выполнении данной работы и исследования предприятия, изготавливающего деталь «Вал ведущий» было выявлено, что предприятие ООО «Завод точной механики» соответствует всем нормам и правилам законодательства РФ. Но имеется ряд не критических замечаний. По данным замечаниям разработаны предложенные в ВКР корректирующие мероприятия.

## **Список используемых источников**

1. "Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 30.04.2021) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.05.2021)
2. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
3. СанПиН 1.2.3685-21.
4. СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки.
5. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СП 52.13330.2016
6. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. ГОСТ Р 12.1.019-2017 ССБТ.
7. Р 2.2.2006-05 Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.
8. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ Методические указания по разработке раздела «Социальная ответственность» выпускной квалификационной работы бакалавра всех направлений (специальностей) и форм обучения ТПУ Составители Е.Н. Пашков, А.И. Сечин, И.Л. Мезенцева Издательство Томского политехнического университета 2019

## **ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА**

## «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-8Л61	Иванова Мария Алексеевна

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

### Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» изготовления детали «Вал ведущий»:

1. Стоимость ресурсов научного технического исследования (НТИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Бюджет затрат НТИ – 238109р. В реализации проекта задействованы 2 человек – главный конструктор, инженер-конструктор.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	материальные затраты – 940р; основная заработная плата исполнителей темы – 123970р; дополнительная заработная плата исполнителей темы – 14876р; отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления) – 41653р; накладные расходы – 45670р. амортизационные отчисления – 2200р.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Страховые взносы 30%

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

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Составлена оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Составлен план реализации проекта, построен график Ганта, сформирован бюджет
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Описание потенциального эффекта

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

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. Альтернативы проведения НИ
4. График проведения и бюджет НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	<b>29.03.2021</b>
--	-------------------

### Задание выдал консультант:

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент ОСГН ШБИП	Трубченко Татьяна Григорьевна	Кандидат экономических наук, доцент		16.05.2021

### Задание принял к исполнению студент:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
3-8Л61	Иванова Мария Алексеевна		16.05.2021



## РАЗДЕЛ «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является проектирование и создание конкурентоспособных разработок, технологий, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

Достижение цели обеспечивается решением задач:

- оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения НТИ;
- определение возможных альтернатив проведения НТИ, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения;
- планирование научно технических исследовательских работ;
- определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

### ОЦЕНКА КОММЕРЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА И ПЕРСПЕКТИВНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ С ПОЗИЦИИ РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТИ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ.

#### 1.1. Потенциальные потребители результатов исследования

Для анализа потребителей детали типа «Вал ведущий» необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

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

**Сегментирование** – это разделение покупателей на однородные группы,

для каждой из которых может потребоваться определенный товар (услуга).  
Применим географический критерий сегментирования рынка потребителей.

Из выявленных географических критериев целесообразно выбрать три наиболее значимых для рынка – ближние, дальние и зарубежные. На основании этих критериев строим карту сегментирования рынка.

Сегментируем рынок услуг по изготовлению детали «Вал ведущий» по следующим критериям: географическое положение компании-заказчика, наименование детали «Вал ведущий» - деталь предоставляется как новое изделие по требованиям заказчика, или же как ремонтное изделие (табл. 5).

Таблица 5 – Карта сегментирования рынка услуг по изготовлению детали «Вал ведущий»

Географ. положение	Наименование изделия	
	Деталь «Вал ведущий» как новое изделие, по требованиям заказчика	Деталь «Вал ведущий» (оказание услуг ремонта)
Ближние	ООО «Станкосоюз»	ООО «Станкосоюз»
Дальние	ООО «СИМПРОМ»	
Зарубежные		

Результат сегментирования:

- основными сегментами рынка являются ближние и дальние заказчики (заводы, мастерские, лесообрабатывающие цеха, сервисные центры)
- предприятие изготовитель на первом этапе намерено ориентируется на ближние и дальние поставки данной продукции в двух наименованиях изделия (в составе изделия и рем.комплект), а так же в дальнейшем рассматривает возможность попробовать занять нишу зарубежных поставок.
- самым привлекательным для рынка в будущем является ремонт изделий типа «Вал ведущий», в двух направлениях, чтобы заполучить данных заказчиков необходимо заслужить доверие и оформить договора по

предыдущему пункту. Для третьего вида поставок зарубежных, привлекательным может являться, только новое изделие «Вал ведущий», так как выполнять ремонт изделий, столь далеких по географическим меркам, не целесообразно (экономически не выгодно и долго по срокам – для ремонта это самые важные факторы).

## **1.2. Анализ конкурентных технических решений**

Исходя из того, что рынки пребывают в постоянном движении, необходимо систематически проводить анализ конкурентных технических решений. Анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы противостоять своим конкурентам, знать их сильные и слабые стороны.

С этой целью используем всю имеющуюся информацию о конкурентных разработках:

- технические характеристики разработки;
- конкурентоспособность разработки;
- уровень завершенности научного исследования (наличие макета, прототипа и т.п.);
- бюджет разработки;
- уровень проникновения на рынок;
- финансовое положение конкурентов, тенденции его изменения и т.д.

Данный анализ проводим с помощью оценочной карты табл.6, отбирая два конкурентных товара (товаром является новое изделие по требованиям заказчика «Вал ведущий», и ремонт изделий типа «Вал ведущий») изготавливаемое другими предприятиями г. Томска – ООО «Станкосоюз» и г. Пермь - ООО «СИМПРОМ» и предприятием рассматриваемом в ВКР г. Томска – ООО «ЗТМ».

Таблица 6 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б <sub>ф</sub>	Б <sub>к1</sub>	Б <sub>к2</sub>	К <sub>ф</sub>	К <sub>к1</sub>	К <sub>к2</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Т критерии оценки ресурсоэффективности</b>							
1. Уровень качества изготовления	0,2	2	3	4	0,4	0,6	0,8
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,06	3	2	4	0,18	0,12	0,24
3. Надежность	0,05	3	4	3	0,15	0,2	0,15
4. Безопасность	0,06	2	3	3	0,12	0,18	0,18
5. Наличие эксплуатационной документации (руководство по эксплуатации, паспорт качества)	0,04	1	1	1	0,04	0,04	0,04
<b>Экономические критерии оценки ресурсоэффективности</b>							
1. Цена	0,22	4	2	3	0,88	0,44	0,66
2. Срок эксплуатации	0,05	3	3	3	0,15	0,15	0,15
3. Послепродажное обслуживание	0,12	1	1	4	0,12	0,12	0,48
4. Эластичность договорных обязательств (рассрочки, отсрочки платежей)	0,2	1	2	4	0,2	0,4	0,8
<b>Итого:</b>	<b>1</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>29</b>	<b>2,24</b>	<b>2,31</b>	<b>3,5</b>

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i, \quad (1)$$

где  $K$  – конкурентоспособность конкурента;

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

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

Основываясь на знаниях о конкурентах:

- уязвимость позиции конкурентов обусловлена отсутствием эластичности договорных обязательств, не высоким уровнем качества, отсутствием послепродажного обслуживания, что значительно снижает расширение рынка заказчиков и выход на зарубежный рынок и возможностью занять свою нишу и увеличить определенную долю рынка;

Преимуществом конкурентов является – обеспечение надежности,

безопасности и в случае Б<sub>ф</sub> привлекательной ценой;

**Вывод:** для заинтересованности покупателей в приобретении детали «Вал ведущий» изготавливаемой организацией ООО «ЗТМ» (исследуемая в ВКР) и выхода на зарубежный рынок, организацией выработан ряд конкурентных преимуществ, которые помогают оставаться на рынке и расширять его (разработкой эксплуатационной документации, обеспечение безопасности, высокий уровень качества, послепродажное обслуживание и получение сертификатов на поставляемую продукцию). Дополнительным преимуществом, которое необходимо начинать развивать в условиях постоянной конкуренции, является реклама в электронной среде, в том числе оказание услуг ремонта в короткие сроки и поставка сертификатов соответствия на оказание услуг в том числе, что позволит значительно расширить рынок продаж и быть впереди конкурентов.

### 1.3. SWOT-анализ

В условиях конкурентной борьбы, нестабильности рынков и быстро меняющейся маркетинговой среды, нужно принимать правильные решения. Необходимо ясно понимать, на каком этапе развития находится бизнес, какие конкурентные преимущества имеются у предприятия, чего нужно опасаться, какие минусы негативно влияют на развитие компании и т.д. В маркетинге используется много методик и технологий, одна из которых – SWOT-анализ, простой и эффективный инструмент принятия основных управленческих решений.

Данная технология помогает проанализировать проблему, продукт, бизнес-ситуацию, всё, что поддаётся анализу, как объект. Становится ясно, куда двигаться предприятию в своей политике, какие действия необходимо спланировать руководителю, поступают ответы об эффективности либо неэффективности действий фирмы. Итоговым результатом SWOT-анализа

является разработка стратегии дальнейшего развития организации (проекта), либо коррекции её курса, с учётом имеющейся рыночной действительности.

SWOT-анализ, заключается в выявлении факторов внутренней и внешней среды рассматриваемого объекта. Он необходим для рассмотрения сильных и слабых сторон, характеризующих внутреннюю среду объекта анализа, а также возможностей и рисков стратегического планирования, характеризующих внешнюю среду.

Внутренняя среда – то, на что объект способен повлиять.

Внешняя среда – то, что может повлиять на объект извне и при этом никак не контролируется объектом.

Таблица 7 – Матрица SWOT

	<p><b>Сильные стороны научно-исследовательского продукта:</b>  С1. Обеспечение высокого качества.  С2. Послепродажное обслуживание.  С3. Эластичность договорных обязательств (Рассрочка/отсрочка платежей).</p>	<p><b>Слабые стороны научно-исследовательского продукта:</b>  Сл1. Слабая рекламная деятельность  Сл2. Нет возможности поставки продукции потребителю (отсутствие собственного автопарка).  Сл3. Высокая степень износа оборудования.</p>
<p><b>Возможности:</b>  В1. Выход на зарубежный рынок.  В2. Повышение спроса на продукт.  В3. Проведение отраслевых выставок, тендеров.  В4. Появление возможности финансирования со стороны государства (программы по импортозамещению).  В5. Совершенствование технологии производства (применение современных технологий и высокоэффективного оборудования).</p>		

<p><b>Угрозы:</b>  У1. Потеря/снижение платежеспособности заказчиков.  У2. Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции  У3. Повышение стоимости материалов и комплектующих, используемых при изготовлении.  У4. Агрессивная ценовая политика конкурентов.  У5. Наличие конкурентов, производящих похожие изделия.</p>		
---	--	--

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

В рамках данного этапа построим интерактивную матрицу проекта (Таблица 8).

Каждый фактор помечаем либо знаком «+» (означает сильное соответствие сильных сторон возможностям), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие); «0» – если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-».

Таблица 8 – Интерактивная таблица

*Интерактивная матрица проекта С-В*

Сильные стороны проекта				
		С1	С2	С3
Возможности проекта	В1	+	+	+
	В2	+	+	+
	В3	+	-	+
	В4	+	+	-
	В5	+	+	-

V1B2C1C2C3; V3C1C3;V4C1C2 V5C1C2;

*Интерактивная матрица проекта Сл-В*

Слабые стороны проекта				
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	В1	+	-	-
	В2	+	+	-
	В3	+	-	-
	В4	-	-	+
	В5	-	-	+

В1Сл1;В2Сл1Сл2;В3Сл1;В4Сл3;В5Сл3

*Интерактивная матрица проекта С-У*

Сильные стороны проекта				
Угрозы		С1	С2	С3
	У1	-	-	+
	У2	-	+	-
	У3	-	-	+
	У4	+	-	+
	У5	+	+	+

У1С3;У2С2;У3С3;У4С1С3;У5С1С2С3;

*Интерактивная матрица проекта Сл-У*

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

У4Сл2;У4Сл1;У5Сл1Сл2Сл3

Таблица 9 – SWOT-анализ

	<p><b>Сильные стороны научно-исследовательского продукта:</b>                  С1. Обеспечение высокого качества.                  С2. Послепродажное обслуживание.                  С3. Эластичность договорных обязательств (Рассрочка/отсрочка платежей).</p>	<p><b>Слабые стороны научно-исследовательского продукта:</b>                  Сл1. Слабая рекламная деятельность                  Сл2 Нет возможности поставки продукции потребителю (отсутствие собственного автопарка).                  Сл4. Высокая степень износа оборудования.</p>
--	--	--



<p><b>Возможности:</b></p> <p>V1. Выход на зарубежный рынок.</p> <p>V2. Повышение спроса на продукт.</p> <p>V3. Проведение отраслевых выставок, тендеров.</p> <p>V4. Появление возможности финансирования со стороны государства (программы по импортозамещению).</p> <p>V5. Совершенствование технологии производства (применение современных технологий и высокоэффективного оборудования).</p>	<p>Обеспечение высокого качества изделий, послепродажное обслуживание, эластичность договорных обязательств, позволит предприятию выйти на зарубежный рынок и удовлетворить все требования заказчиков при повышенном спросе на продукцию.</p> <p>При проведении отраслевых выставок и тендеров сильные стороны изделия помогут показать конкурентные преимущества изделия «Вал ведущий», что приведет к притоку заказчиков.</p> <p>Благодаря сильным сторонам изделия «Вал ведущий» предприятие изготовитель может рассчитывать на финансирование со стороны государства в рамках целевых программ (например «Импортозамещение»), т.к. при проведении конкурсного отбора, изделие покажет лучшие показатели по сравнению с конкурентами.</p>	<p>Для выхода на зарубежный рынок, а так же для повышения спроса на продукцию, предприятию необходимо инвестировать средства в рекламу и организовать доставку продукции до заказчика (возможно посредством аутсорсинга).</p> <p>Необходимо участвовать в выставках и тендерах, т.к. это послужит дополнительной рекламой изделию, и при положительных результатах повысит заинтересованность сотрудников к выполняемой ими работе.</p> <p>При появлении финансирования со стороны государства, у предприятия появится возможность заменить/обновить изношенное оборудование. При применении новых современных технологий изготовления и использовании высокоэффективного оборудования, будет снят вопрос по износу оборудования, появится время на капитальный ремонт.</p>
<p><b>Угрозы:</b></p> <p>У1. Потеря/снижение платежеспособности заказчиков.</p> <p>У2. Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции</p> <p>У3. Повышение стоимости материалов и комплектующих, используемых при изготовлении.</p> <p>У4. Агрессивная ценовая политика конкурентов.</p> <p>У5. Наличие конкурентов, производящих похожие изделия.</p>	<p>При снижении платежеспособности заказчиков, предприятие сможет предложить покупателю рассрочку или отсрочку платежа, либо осуществить ремонт вышедшего из строя вала в короткие сроки, для восстановления работоспособности оборудования заказчика и это будет значительно ниже стоимости нового вала.</p> <p>Предприятию необходимо взаимодействовать с сертификационными органами, чтобы заранее знать об ужесточении требований и раньше начать подготовку к пересертификации.</p> <p>При повышении стоимости на материал – сталь, предприятие может выполнять новые валы и их ремонт из материала заказчика (по договору кооперации).</p> <p>Сильные стороны изделия «Вал ведущий», позволят защитить предприятие от таких угроз, как наличие конкурентов, производящих похожие изделия и при проведении ими агрессивной ценовой политики.</p>	<p>При проведении агрессивной ценовой политики конкурентами, производящими похожие изделия, предприятию необходимо вкладывать средства в рекламу, т.к. заказчики должны знать о всех преимуществах (сильных сторонах) изделия «Вал ведущий».</p> <p>Необходимо обеспечить доставку продукции до заказчика, т.к. у конкурентов доставка осуществляется.</p>

**Вывод:** исходя из таблицы, становится явным, что для снижения угрозы агрессивной ценовой политики конкурентов, предприятию

необходимо вкладывать средства в рекламу, в том числе в электронной среде, участвовать в выставках и тендерах и организовать доставку продукции до заказчика для еще большего привлечения заказчиков. Оказание услуг ремонта в короткие сроки, эластичные договорные обязательства и поставка сертификатов соответствия на оказание услуг, позволит значительно расширить рынок продаж и быть впереди конкурентов.

## 2. ПЛАНИРОВАНИЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ

### 2.1 Структура работ в рамках научно-исследовательской работы

В данном разделе составим перечень этапов и работ в рамках проведения научного технического исследования, проведем распределение исполнителей по видам работ.

Таблица 10 – Перечень этапов и работ, распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания (ТЗ)	1	Составление и утверждение ТЗ	Научный руководитель
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	НР/Исполнитель
	3	Проведение патентных исследований	И
	4	Выбор направления исследований	НР/И
	5	Календарное планирование работ по теме	НР/И
Теоретические и экспериментальные исследования	6	Проведение теоретических расчетов и обоснований	И
	7	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	И
	8	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	НР/И
Обобщение и оценка результатов	9	Оценка эффективности полученных результатов	НР/И
	10	Определение целесообразности проведения ВКР	НР/И
<i>Проведение ВКР</i>			
Разработка технической документации и проектирование	11	Разработка чертежей в программе КОМПАС 3D	И
	12	Проверка разработанных чертежей	НР/И
Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	13	Составление пояснительной записки (ПЗ)	И

Проектирование ВКР для детали «Вал ведущий» состоит из 13 этапов. Инженер выполняет большую часть работы.

## 2.2. Определение трудоемкости выполняемых работ

Ожидаемое (среднее) значения трудоемкости  $t_{ожі}$ , рассчитаем по формуле (2):

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}, (2)$$

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

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

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

На выполнения работ выделено 4 месяца (97 дней). Кратчайший срок выполнения проекта - 60 дней, максимальный - 90 дней. Минимальная и максимальная трудоемкость выполнения работ представлены в таблице 11.

Таблица 11 - Минимальная и максимальная трудоемкость выполнения работ

Номер работ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Минимальная трудоемкость	1	2	2	1	1	15	4	2	1	1	4	1	20
Максимальная трудоемкость	1	4	4	2	2	20	8	4	2	2	8	2	30

Определим ожидаемую трудоемкость округлением до целых, данные запишем в таблицу 11

Таблица 12 - Ожидаемая трудоемкость выполнения работ

Номер работ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Ожидаемая трудоемкость	1	3	3	2	2	17	6	3	2	2	6	2	24

С учетом ожидаемой продолжительности работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_{pi}$ , по формуле (3):

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{ч_i}, (3)$$

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

$t_{ожі}$  - ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы, чел.-дн.;

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

Результаты расчёта продолжительности каждой работы в рабочих днях представлены в таблице 13.

Таблица 13 - Продолжительность каждой работы в рабочих днях

Номер работ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Продолжительность каждой работы	1	2	3	1	1	17	6	2	1	1	6	1	24

### 2.3 Разработка графика проведения научного исследования

С целью построения графика Гантта, необходимо дни, затраченные на каждый этап работ, перевести календарные, по формуле (4):

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{кал}, (4)$$

где,  $T_{ki}$  - продолжительность выполнения  $i$ -ой работы в календарных днях;

$T_{pi}$  - продолжительность выполнения  $i$ -ой работы в рабочих днях;

$k_{кал}$  - коэффициент календарности.

Коэффициент календарности, рассчитаем по формуле (5):

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}}, (5)$$

где,  $T_{кал}$  - количество календарных дней в году;

$T_{вых}$  - количество выходных дней в году;

$T_{пр}$  - количество праздничных дней в году.

Подставим численные значения в формулу (5):

$$k_{кал} = \frac{365}{365 - 99 - 19} = 1,47$$

Продолжительность каждой из работ рассчитана и представлена в таблице 14 с округлением до целых.

Таблица 14 - Временные показатели проведения работ

№	Минимальная трудоемкость	Максимальная трудоемкость	Ожидаемая трудоемкость	Исполнители работ	Длительность в раб. днях	Длительность в кал. днях
1	1	1	1	НР	1	1
2	2	4	3	НР,И	2	3

3	2	4	3	И	2	3
4	1	2	2	НР, И	1	1
5	1	2	2	НР, И	1	1
6	15	20	17	И	17	25
7	4	8	6	И	6	9
8	2	4	3	НР, И	2	3
9	1	2	2	НР, И	1	1
10	1	2	2	НР, И	1	1
11	4	8	6	И	6	9
12	1	2	2	НР, И	1	1
13	20	30	24	И	24	35
итого:	55	90	73		65	93

По полученным данным из таблицы 14 составим план-график работ, и представим его в таблице 15.

Таблица 15 - План-график работ по теме ВКР «Разработка технологического процесса изготовления детали Вал Ведущий»

Вид работы	Исполнители	Ткі, кал.дн.	Продолжительность выполнения работ											
			февраль			март			апрель			май		
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Составление и утверждение ТЗ	НР	1	■											
Подбор и изучение материалов по теме	НР/И	3	■											
Проведение патентных исследований	И	3	■											
Выбор направления исследований	НР/И	1	■											
Календарное планирование работ	НР/И	1	■											
Проведение теоретических расчетов и обоснований	И	25		■	■									
Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	И	9				■								
Сопоставление результатов,	НР/И	3					■							

экспериментов теоретическими исследованиями	с																		
Оценка эффективности полученных результатов	НР/И	1																	
Определение целесообразности проведения ВКР	НР/И	1																	
Разработка чертежей в программе КОПМАС 3D	И	9																	
Проверка разработанных чертежей	НР/И	1																	
Составление ПЗ	И	35																	

**Вывод:** Проектирование ВКР для детали «Вал ведущий» состоит из 13 этапов. Инженер выполняет большую часть работы. Продолжительность проектирования составляет 10 целых декад, начиная с первой декады февраля, заканчивая первой декадой мая, с 1 февраля по 5 мая. Продолжительность рабочего времени составляет 93 дня. Из них 86 день – работает инженер, а 7 дней – работа руководителя.

## 2.4. Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

### 2.4.1 Расчет материальных затрат

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

Расчёт материальных затрат осуществляется по формуле

$$Z_m = (1+K_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расх\ i}$$

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

$N_{расх\ i}$  – количество материальных ресурсов  $i$ -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м<sup>2</sup> и т.д.);

$C_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м<sup>2</sup> и т.д.);

$K_T$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Значения цен на материальные ресурсы могут быть установлены по данным, размещенным на соответствующих сайтах в Интернете предприятиями-изготовителями (либо организациями-поставщиками).

Величина коэффициента ( $K_T$ ), отражающего соотношение затрат по доставке материальных ресурсов и цен на их приобретение, зависит от условий договоров поставки, видов материальных ресурсов, территориальной удаленности поставщиков и т.д. Транспортные расходы принимаются в пределах 15-25% от стоимости материалов. Материальные затраты, необходимые для данной разработки, заносятся в таблицу

Материальные затраты, необходимые для НТИ детали «Вал ведущий», представлены в таблице 16.



Таблица 16. – Материальные затраты для НТИ

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (Зм), руб.
Ручка	Шт.	3	30	90,0
Карандаш	Шт.	4	10	40,0
Ластик	Шт.	3	10	30,0
Бумага для принтера А4 (500 листов)	Пачка	1	340	340
Бумага для принтера А3 (10листов)	Пачка	1	220	220
Папка	Шт.	1	120	120
Итого				940,0

Таблица 17 - Материальные затраты на оборудование и программы

Наименование оборудования	Количество	Цена за единицу, руб.	Общая стоимость, тыс. руб.
Компьютер	1	80000	80000
ПО Microsoft office	1	2500	2500
Mathcad Application	1	55000	55000
Компас 3D Лицензия	1	1500	1500
Итого:			139000

Затраты по таблице 17 не учитываются так как оборудование и программное обеспечение было приобретено ранее.

#### 2.4.2 Расчёт амортизационных отчислений

Написание ВКР по плану занимает 4 месяца. Для моделирования и проведения расчётов используется персональный компьютер первоначальной

стоимостью 80000 рублей. Срок полезного использования для офисной техники составляет от 2 до 3 лет.

Норма амортизации  $H_A$  рассчитывается как:

$$H_A = \frac{1}{T} \cdot 100\%$$

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:

$$A_{\text{год}} = 80000 \cdot 0,33 = 26400 \text{ руб.}$$

Ежемесячные амортизационные отчисления:

$$A_{\text{мес}} = \frac{26400}{12} = 2200 \text{ руб.}$$

Итоговая сумма амортизации основных средств:

$$A = 2200 \cdot 4 = 8800 \text{ руб.}$$

### 2.4.3 Основная заработная плата исполнительской темы

Основная заработная плата рассчитывается по формуле (6):

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p, \quad (6)$$

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

$T_p$  - продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб.дн.;

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

Среднедневную заработную плату работника, рассчитаем по формуле (7):

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}, \quad (7)$$

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

М - количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 36 раб. дней М = 10,4 месяца, 5 - дневная неделя

F<sub>д</sub> - действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб.дн..

Баланс рабочего времени, представлен в таблице 18.

Таблица 18 - Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней:		
– выходные дни	44	48
– праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени:		
– отпуск	56	28
– невыходы по болезни	0	0
Действительный годовой фонд рабочего времени	251	271

Месячный должностной оклад работника, рассчитывается по формуле (8):

$$Z_m = Z_{тс} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p, \quad (8)$$

где, Z<sub>м</sub> - месячный должностной оклад работника, руб.;

Z<sub>тс</sub> - заработная плата по тарифной ставке, руб.;

k<sub>пр</sub> - премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от Z<sub>тс</sub>);

k<sub>д</sub> - коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2;

k<sub>р</sub> - районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Результаты расчета фонда заработной платы производственных рабочих, представлен в таблице 19

Таблица 19 - Расчет фонда заработной платы производственных рабочих

Исполнители	Z <sub>тс</sub> , руб	k <sub>пр</sub>	k <sub>д</sub>	k <sub>р</sub>	Z <sub>м</sub> , руб.	Z <sub>дн</sub> , руб.	T <sub>р</sub> , раб.дн.	Z <sub>осн</sub> , руб.
Руководитель	37754	0,3	0,2	1,3	105711	4380	7	30660
Инженер	28275	0,3	0,2	1,3	79170	1085	86	93310
Итого:								123970

#### 2.4.4 Дополнительная заработная плата исполнительной темы

Расчет дополнительной заработной платы ведется по формуле (9):

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн}, \quad (9)$$

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

Результаты расчета приведены в таблице 20.

Таблица 20 - Расчет дополнительной заработной платы исполнителей темы

Заработная плата	Руководитель	Инженер
Основная зарплата	30660	93310
Дополнительная зарплата	3679	11197
Зарплата исполнителя	34339	104507
Итого по статье $C_{\text{зп}}$ :	138846	

#### 2.4.5 Отчисления во внебюджетные фонды

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется по формуле (10):

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (10)$$

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

На 2021 г. размер ставки страховых взносов равен 30% (22% - ПФР, 5,1% - ФОМС, 2,9% - ФСС). Тогда:

$$Z_{\text{внеб}} = 0,3 \cdot 138846 = 41653 \text{ руб.}$$

#### 2.4.6 Накладные расходы

Величина накладных расходов определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл.}} = (\text{сумма статей 3/5}) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (11)$$

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

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 15%.

$$Z_{\text{накл.}} = 304469 \cdot 0,15, = 45670 \quad (11)$$

#### 2.4.7 Бюджет затрат НТИ

Бюджет затрат проведенных работ приведен в таблице 21.

Таблица 21 - Расчет бюджета затрат

Наименование статьи	Сумма, руб
1. Материальные затраты НТИ	940
2. Затраты на оборудование	8800
3. Амортизационные отчисления	2200
4. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	123970
5. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	14876
6. Отчисления во внебюджетные фонды	41653
7. Затраты на научные и производственные командировки	0
8. Накладные расходы	45670
9. Бюджет затрат НТИ	238109

**Вывод:** Для выполнения ВКР были распределены обязанности, состоящие из 13 этапов, для них рассчитали общую продолжительность работы, которая составила 93 дня. После всех произведенных расчетов бюджет затрат на НТИ составил 238109 рублей.

### Заключение

- 1) Составлена карта потенциальных потребителей результатов исследования. По сделан вывод, что изделие конкурентоспособно.
- 2) Определен коммерческий потенциал, а также сильные и слабые стороны проекта. Из SWOT анализа видно, что основной угрозой в реализации проекта является агрессивная ценовая политика конкурентов, но минимизировать угрозы можно посредством эластичности договорных обязательств и послепродажным обслуживанием.
- 3) Составлен план-график работ. Продолжительность проектирования составляет 10 целых декад. Продолжительность рабочего времени составляет 93 дня.
- 4) Выполнен расчет затрат на выполнение НТИ. Полученные данные представлены в таблице 17 и бюджет работ составил 238109рубА

## Список используемых источников

1. Горбачевич А. Ф., Шкред В. А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения.: Учеб. пособие для вузов машиностроительных специальностей. - Минск: Высшая школа, 1975.-283 с.
2. Скворцов В.Ф., Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: учебное пособие / В.Ф. Скворцов. – 2-е изд. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 91с.
3. Скворцов В.Ф. С42 Основы размерного анализа конструкций изделий: учебное пособие / Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 80 с.
4. Электронный ресурс. ГОСТ 7505-89
5. Справочник технолога – машиностроителя. В 2 – х т./Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова.-М.: Машиностроение, 1985 г.
6. "Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 30.04.2021) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.05.2021)
7. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
8. СанПиН 1.2.3685-21.
9. СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки.
- 10.Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\*.
- 11.Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. ГОСТ Р 12.1.019-2017 ССБТ.
- 12.Р 2.2.2006-05 Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.
- 13.СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ Методические указания по разработке раздела «Социальная ответственность» выпускной

квалификационной работы бакалавра всех направлений (специальностей) и форм обучения ТПУ Составители Е.Н. Пашков, А.И. Сечин, И.Л. Мезенцева Издательство Томского политехнического университета 2019

14. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие/ И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.А. Гаврикова, Н.В. Шаповалова, Л.Р. Тухватулина, З.В. Криницына; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 36 с.

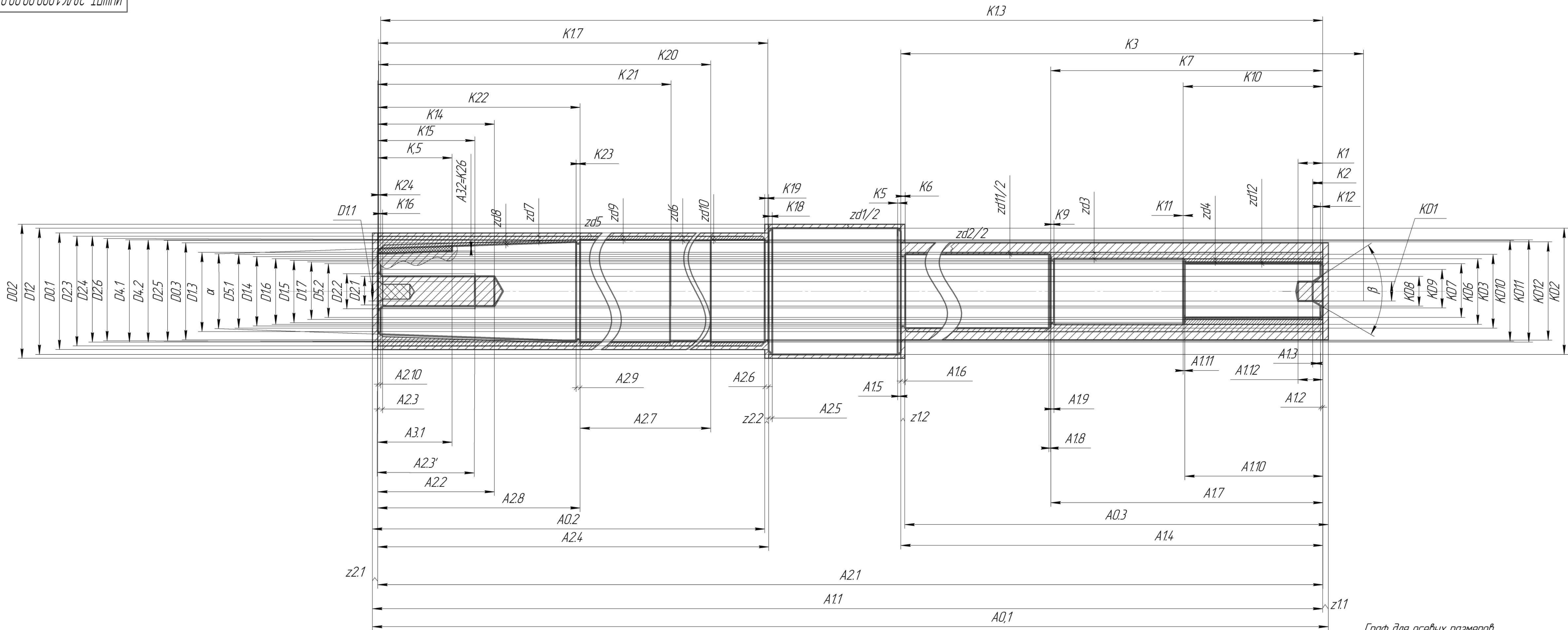
## **Приложение А**

### **Чертеж детали «Вал ведущий»**



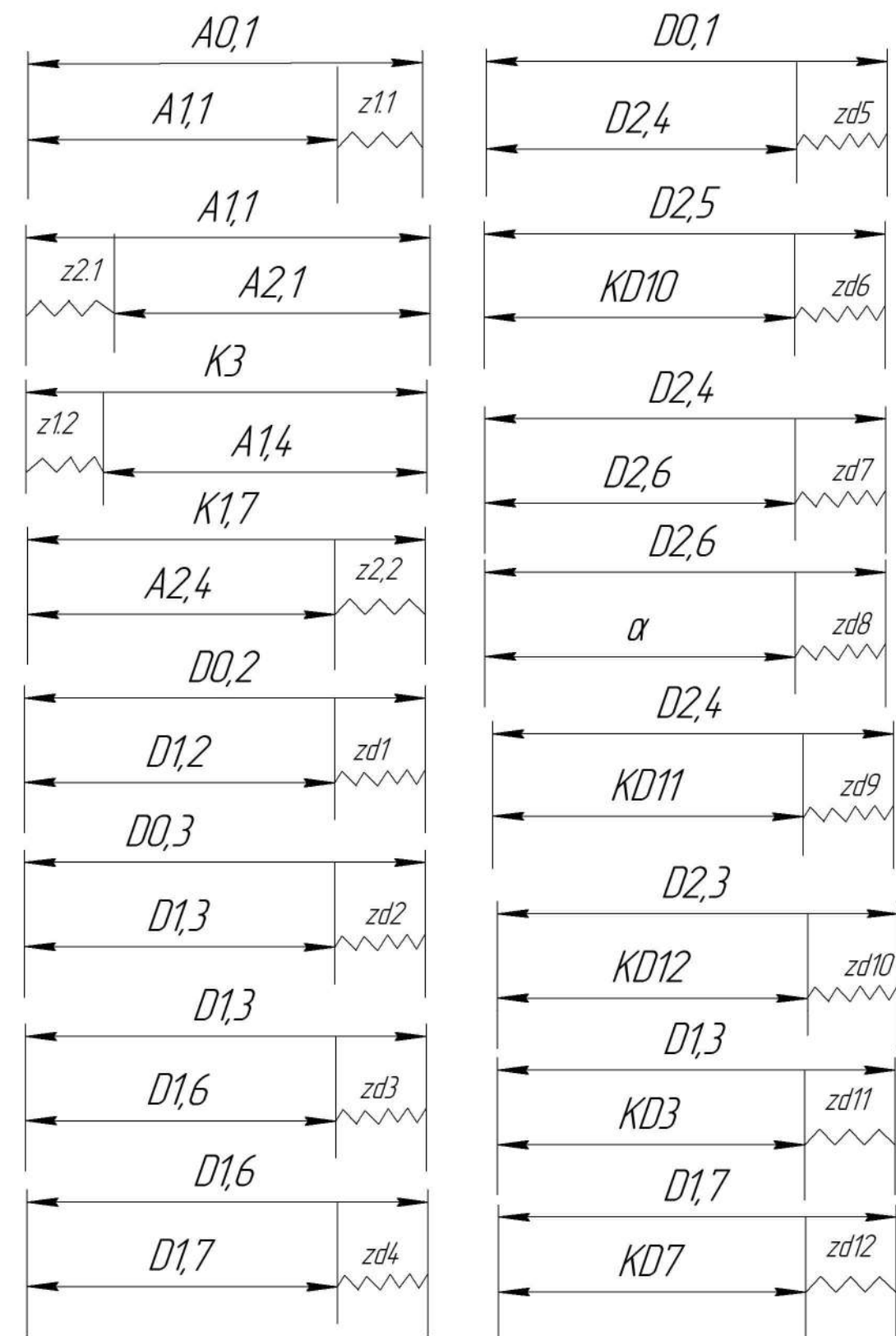


**Приложение Б**  
**Размерный анализ**

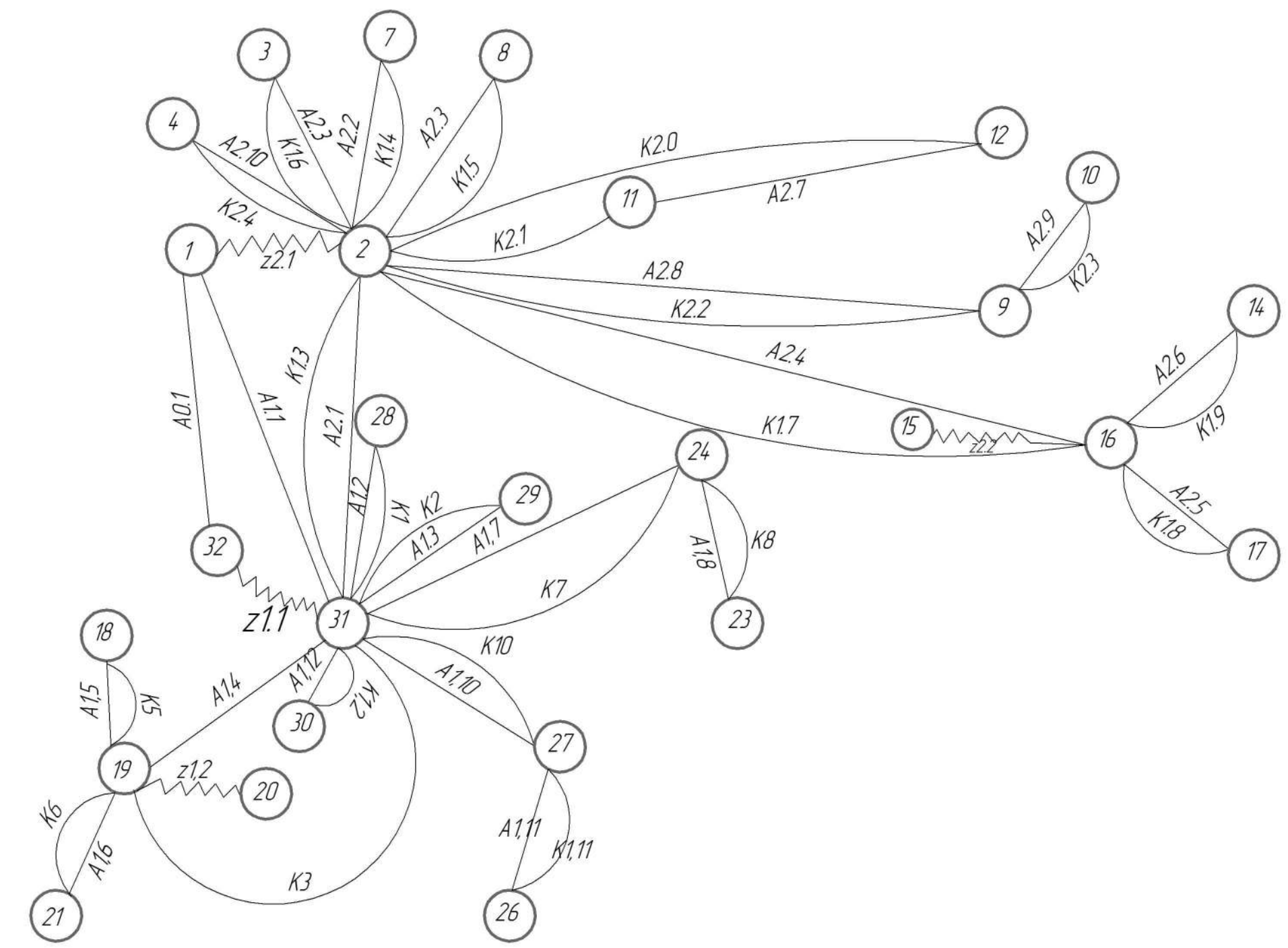


Граф для осевых размеров

Технологические размерные цепи в которых замыкающими звеньями являются припуски.



Технологические размерные цепи в которых замыкающими звеньями являются конструкторские размеры



ИНШПТ-38/61.009.00.00.02				Лист	Масса	Масштаб
Размерный анализ						1:1
Изм. Лист	№ док.м.	Подп.	Дата	Лист	Листов	1
Разраб.	Иванова М.А.					
Проб.	Цыганков Р.С.					
Т.контр.						
Н.контр.						
Утв.						

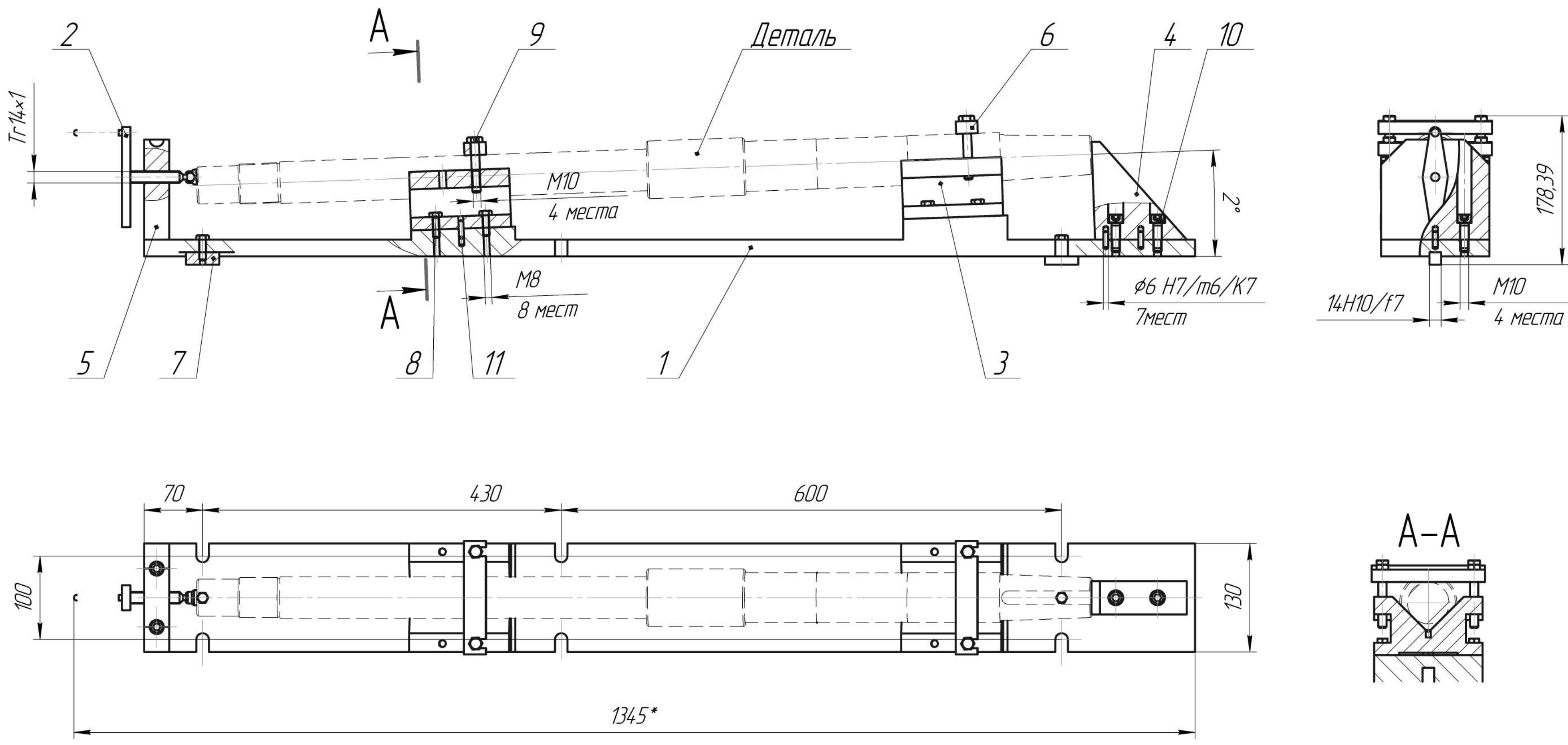
**Приложение В**

**Чертеж сборки приспособления**









1. Размеры для справок

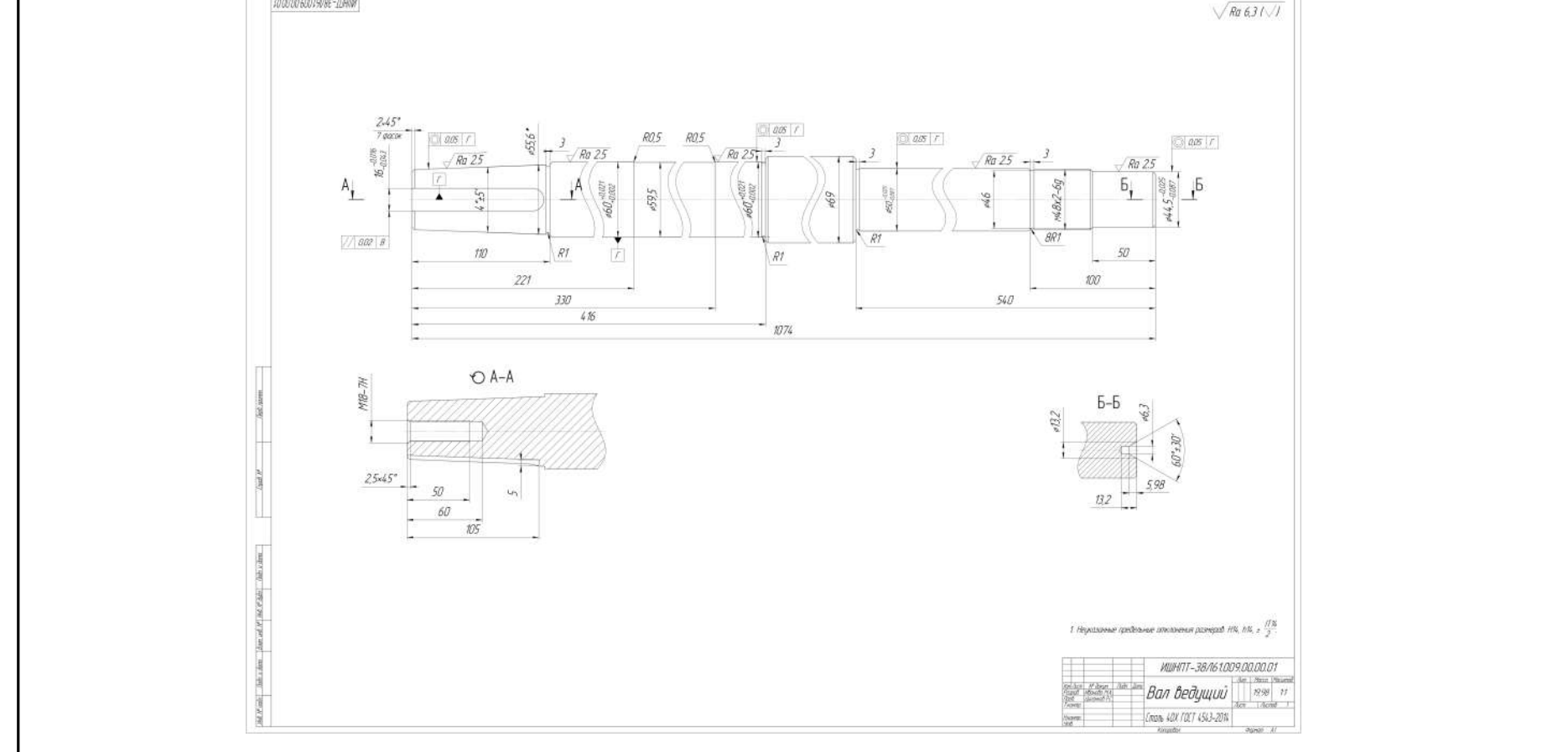
Перв. примен.
Справ. №
Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

				ИНШПТ-38/61.009.00.00.03 СБ		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Приспособление	
Разраб.	Иванова М.А.				Лит.	Масса
Проб.	Цыганков Р.С.					Масштаб
Т.контр.					Лист	Листов
Н.контр.					1	1
Утв.						

## **Приложение Г**

### **Карта технологического процесса**





Томский политехнический университет	
Карта технологического процесса	
Материал	Заготовка
Наименование, марка	Код и вид
Сталь 40X	Штамповка
Код абг	Масса детали, кг
	29,97

Номер операции	перехода	Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз	Оборудование	Принадлежность	Инструмент		Начало обработки	Число рабочих	Диаметр или ширина в	Длина в	Глубина	Режим обработки		Нормы времени					Разряд							
						режущий	измерительный						Поддача	Т <sub>0</sub>	Т <sub>вс</sub>	Т <sub>пз</sub>	Т <sub>од</sub>	Т <sub>штк</sub>									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23					
0	1	Заготовительная Штамповка выдерживая размеры L=1080 φ 72 l=4.18 φ 63 l=54.2 φ 53		Кривошипный пресс																							
1	1	Токарно-винторезная Подрезать торец 1, выдерживая размер L=1077±2.6.		Токарно-винторезный станок 16К20	Трехшпиндельный самоцентрирующий патрон φ125 ГОСТ 2675-80	Резец проходной Т5К6 ГОСТ 8879-73	Штангенциркуль ШЦ-3-150 с ценой деления шкалы 0.05 ГОСТ 166-89, микрометр DIGITAL OUTSIDE MICROMETERS 50-75, калибр кольца М4.8х2-6g	1	53	1077	1.81	0.16	668	144.7	1.1	0.16	0.002	0.2	1.6	3							
2	Сверлить центральное отверстие 9, выдерживая размер φ6.3 <sup>+0.36</sup> l=13.2 <sup>+0.4</sup> , φ 13.2 l=5.98, β60°±30	1						6.3	13.2	3.15	0.15	913.5	180	0.1	0.015	0.002	0.002	0.2									
4	Подрезать торец 4, выдерживая размер L=54.0±0.875 снять фаску 2x45°	1						53	54.0	1.81	0.16	825.7	178.8	3.4	0.51	0.002	1.36	5.4									
5	Точить поверхность 5, выдерживая размеры φ69 <sup>+0.74</sup> l=68±0.3.	2						69	118	2	0.16	2258	510	0.9	0.13	0.002	0.1	0.5									
6	Точить наружную поверхность 6, выдерживая размеры φ50.5 <sup>+0.1</sup> , φ4.8, l=3 с R1	1						50	44.0	1.76	0.9	3601	565.3	0.46	0.06	0.002	0.02	0.56									
7	Нарезать резьбу М4.8х2-6g выдерживая размеры L=100±0.435 снять фаску 2x45°, φ4.6 l=3 R1	1						4.8	50	2	0.4	5855	882.4	2.1	0.31	0.002	0.12	2.56									
7	Точить наружную поверхность 8, выдерживая размеры φ45 <sup>+0.1</sup> l=50±0.31 снять 2 фаски 2x45°	4						44.5	50	1.05	0.9	833.7	116.4	0.24	0.036	0.002	0.004	0.29									
2	1	Токарная винторезная Подрезать торец 10, выдерживая размер 1074 <sup>+0.74</sup> .		Токарно-винторезный станок 16К20	Трехшпиндельный самоцентрирующий патрон φ125 ГОСТ 2675-80	Резец проходной Т5К6 ГОСТ 8879-73	Штангенциркуль ШЦ-3-150 с ценой деления шкалы 0.05 ГОСТ 166-89, микрометр DIGITAL OUTSIDE MICROMETERS 50-75, калибр пробы М18-7H	1	63	1074	2	0.16	668	144.7	6.7	1	6.3	0.002	1.5	3							
2	Сверлить центральное отверстие 9, выдерживая размер φ6.3 <sup>+0.36</sup> l=13.2 <sup>+0.4</sup> , φ 13.2 l=5.98, β60°±30	1						6.3	13.2	3	0.15	913.5	180	0.1	0.015	0.002	0.002	0.2									
3	Нарезать резьбу М18, выдерживая размер l=50±0.31 снять фаску 2.5x45°	1						18	50	2	0.4	5254	296.9	2.1	0.31	0.002	0.12	2.65									
4	Точить наружную поверхность 13, выдерживая размеры φ60.5±0.1 l=86, φ58 l=3 R1, φ60.5±0.1 l=111.	2						60	86	1.07	0.9	618.3	116.4	0.1	0.01	0.002	0.001	0.27									
5	Точить наружную поверхность 14, выдерживая размеры φ59.5 <sup>+0.74</sup> l=109	2						59.5	109	1.1	0.9	623.5	116.4	0.13	0.01	0.002	0.01	0.16									
6	Точить наружную поверхность 15, выдерживая размеры φ56.6 <sup>+0.1</sup> l=110, 4±10, снять фаску 2x45°	5						55.6	110	1.1	0.9	667.6	116.5	0.33	0.05	0.002	0.019	0.4									

Томский политехнический университет	
Карта технологического процесса	
Материал	Заготовка
Наименование, марка	Код и вид
Сталь 40X	Штамповка
Код абг	Масса детали, кг
	29,97

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
3	1	Вертикально-фрезерная Фрезеровать паз 17, выдерживая размеры 16±0.215 l=105±0.435, 5±0.15		Консольно-фрезерный вертикальный станок 6Т12	Треугольный самоцентрирующий патрон φ125 ГОСТ 2675-80	Фреза концевая твердосплавная Т5К6	Штангенциркуль ШЦ1 INSIZE 119 0-150мм		1	16	105	3	0.19		2368	119	0.5	0.17	0.002	0.03	0.63	3
4		Слесарная Острые кромки сточить напильником.																				
5	1	Круглошлифовальная Шлифовать поверхность 18, выдерживая размеры φ60 <sup>+0.021</sup> l=111		Станок круглошлифовальный 3А164	Упорные центры с лодыжками патроном ГОСТ 13214-79	Круже ПП 350x50x160 ГОСТ 2424-83	Микрометр DIGITAL OUTSIDE MICROMETERS 50-75	1	60	86	0.025	0.024		160	30144	2.5	0.37	0.002	0.87	3.8	3	
2	Шлифовать поверхность 19, выдерживая размеры φ60 <sup>+0.021</sup> l=86	1						60	111	0.025	0.024		160	30144	2.5	0.37	0.002	0.87	3.8	3		
3	Шлифовать поверхность 20, выдерживая размеры φ55.6 <sup>+0.060</sup> l=110, β 4°±5'	1						55.6	110	0.025	0.024		171	29853	2.3	0.86	0.002	0.7	3.3	3		
6	1	Круглошлифовальная Шлифовать поверхность 21, выдерживая размеры φ50 <sup>+0.025</sup> l=44.0		Станок круглошлифовальный 3А164	Упорные центры с лодыжками патроном ГОСТ 13214-79	Круже ПП 350x50x160 ГОСТ 2424-83	Микрометр DIGITAL OUTSIDE MICROMETERS 50-75	1	50	44.0	0.025	0.024		191	29987	2.1	0.03	0.002	0.58	2.7		
2	Шлифовать поверхность 22, выдерживая размеры φ4.4 <sup>+0.025</sup> l=50	1						44.5	50	0.025	0.024		215	30041	1.8	0.27	0.002	0.36	2.4			
7		Промывочная Промывать деталь в моющем растворе																				
8		Контрольная Контролировать размеры согласно чертежу																				