

Министерство образования и науки Российской Федерации
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального
образования
**«Национальный исследовательский
Томский политехнический университет»**

Институт ИЭО

Специальность 151001 «Технология машиностроения»

Кафедра Технология автоматизированного машиностроительного производства

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ
Совершенствование технологии изготовления
вала муфты

УДК 621.824.002

Студент гр. 3-4302/33
(номер группы)

(подпись)

С.А Черезов
(ФИО)

(дата)

Руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ТАМП	Козлов В.Н.	к.т.н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Петухов О.Н.	к.э.н. доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Гуляев М.В.	к.э.н. доцент		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ТАМП	Арляпов А.Ю.	к.т.н., доцент		

Томск – 2016 г.

	дать описание конструкции.
Перечень графического материала:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Чертёж детали – формат А1 или А2; 2. Операционные карты технологического процесса – формат А1; 3. Комплексная схема размерного анализа – формат А1; 4. Сборочный чертёж приспособления – формат А1; 5. Спецификация приспособления – формат А4; 6. Расчёт технологической себестоимости изготовления детали – формат А1;

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

Раздел	Консультант
Технологическая часть	Доц. каф. ТАМП Козлов В.Н.
Конструкторская часть	Доц. каф. ТАМП Козлов В.Н.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Доц. Петухов О.Н.
Социальная ответственность	Доц. Гуляев М.В.
Аннотация на английском языке	Доц. каф. ТАМП Козлов В.Н.

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном (английском) языках

Аннотация

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	14.01.16
---	----------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф.ТАМП	Козлов В.Н.	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4302	Черезов С.А.		

АННОТАЦИЯ

Целью выпускной квалификационной работы является совершенствование технологического процесса для подтверждения квалификации инженер по специальности 151001 «Технология машиностроения».

Выпускная квалификационная работа включает в себя усовершенствованный технологический процесс изготовления вала муфты и содержит: анализ чертежа и технологичности детали; способ получения заготовки; расчет припусков на обработку; разработку технологического процесса, размерный анализ технологического процесса; выбор и расчет режимов резания; расчёт и проектирование трёхкулачкового самоцентрирующего токарного патрона с пневмоприводом; расчёт времени на обработку детали для каждой операции, расчёт технологической себестоимости изготовления детали; решение вопросов производственной безопасности, эргономики, пожарной безопасности и охраны окружающей среды.

Приложение содержит эскиз детали, сборочный чертёж приспособления и спецификацию. В графической части работы представлены операционные карты разработанного технологического процесса, лист комплексной схемы обработки с размерным анализом, сборочный чертёж приспособления трёхкулачкового самоцентрирующего токарного патрона с пневмоприводом, лист расчёта технологической себестоимости изготовления детали.

THE SUMMARY

The purpose of Diploma Thesis is perfecting of a master schedule for affirming of qualification the engineer on a specialty 151001 «Mechanical Engineering».

Diploma Thesis includes perfecting of a master schedule machining the shaft of clutch and contains: the assaying of the drawing and fabricability of the part; a choice of method of initial workpiece manufacturing; calculation of allowances in machining; perfecting of the master schedule, the dimensional analysis of the master schedule; a choice and calculation of cutting mode; calculation and projection of the 3-jaw selfcentering chuck with pneumatic driver; calculation of time for workpiece machining for each operation, calculation of the technological cost price of part manufacture; the decision of questions of industrial safety, ergonomics, fire safety and preservation of the environment.

The application contains the part sketch, an assembly drawing of workholding device and the specification. In a graphic part of Diploma Thesis there are cards of the perfected master schedule, sheet of the complex scheme of part machining with the dimensional analysis, an assembly drawing of workholding device with the membrane pneumatic chamber for workpiece fixing on turning operation, sheet of calculation of the technological cost price of the part manufacturing.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	8
1 Технологический раздел.....	9
1.1 Определение типа производства.....	9
1.2.1 Расчет количества деталей в партии.....	9
1.3. Проектирование технологического процесса изготовле- ния детали.....	11
1.3.1 Анализ чертежа детали.....	11
1.3.2 Анализ технологичности детали.....	11
1.3.3 Проектирование технологического маршрута.....	12
1.3.4 Расчет припусков при обработке поверхности Ø95h6.....	14
1.3.5 Расчет припусков при обработке вала по длине 462js14.....	17
1.4 Расчет технологических размеров.....	18
1.4.1 Расчет технологических размеров при обработке поверхно- стиØ95h6.....	18
1.4.2. Расчет технологических размеров при обработке вала по длина 462js14.....	21
1.5. Размерный анализ технологического процесса.....	23
1.6. Расчёт режимов резания.....	25
1.6.1Обработка наружной поверхности вала.....	25
1.6.2 Отрезание заготовки ленточной пилой.....	33
1.6.3 Подрезание торцов вала.....	33
1.6.4 Сверление отверстий.....	36
1.7 Выбор средств технологического оснащения.....	42
1.8 Расчет основного времени.....	47
2. Конструкторская часть.....	50
2.1 Выбор станочного приспособления.....	50
2.2 Описание и принцип работы приспособления.....	51
2.3 Расчет усилия на штоке	52
3. Экономическая часть.....	54

					ВКР.ТАМП. 151001.00 ПЗ		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Черезов С.А.			Литера	Лист	Листов
Провер.		Козлов			5	87	
Рук. гр.		Козлов			НИ ТПУ ИДО		
Н. контр.					группа 3-4302/33		
Утв.							
Проектирование технологического процесса							

4. Социальная ответственность.....	62
5. Библиография.....	88

					ВКР.ТАМП. 151001.00 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Черезов С.А.			Проектирование технологического процесса	Литера	Лист	Листов
Провер.		Козлов					6	87
Рук. гр.		Козлов						
Н. контр.						НИ ТПУ ИДО		
Утв.						группа 3-4302/33		

ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение - это главная отрасль мировой промышленности, на него приходится около 35% стоимости мировой промышленной продукции. Машиностроение является наиболее трудоемким производством среди всех отраслей промышленности. Развитие машиностроения осуществляется за счет разработки принципиально новых конструкций машин и технологий их изготовления.

Современное машиностроение значительно отличается от машиностроения пяти - десятилетней давности. В настоящее время данная отрасль основывается на наукоемких, компьютерных технологиях. Именно в этом и состоит основное отличие – развитие и процветание отрасли зависит не только от количества и качества электроэнергии и ресурсов, но и от применяемых технологий. Появилась возможность производства специализированных машин и роботов, имеющих высокую эффективность, разнообразные настройки. При этом механические узлы заменились постепенно на интеллектуальные, что позволяет не только ускорить производственные процессы, но и сократить используемые площади.

Очень часто технология изготовления деталей и машин, а также технологичность их конструкции влияет как на стоимость изделия, так и на то, насколько широко будет использоваться это изделие. Экономичность производства зависит от того, насколько качественно разработаны на нем технологические процессы. Поэтому, значительное снижение себестоимости продукции и трудоёмкости её производства определяется за счет оправданного применения прогрессивного оборудования и инструмента. Конечно, любой производственный процесс, несет затраты ресурсов. Но благодаря новым технологиям и методикам производства мы можем сэкономить значительное количество различных ресурсов, которые уходят на изготовление продукции.

Иногда целесообразно снижать технологичность изделия для повышения качества продукции, что может значительно повысить конкурентоспособность продукции и компенсировать дополнительные затраты. Стремление к технологичности не должно приводить к ухудшению эксплуатационных свойств изделия.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка технологического процесса для подтверждения квалификации по направлению 151001 «Технология машиностроительного производства».

					ВКР.ТАМП. 151001.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		8

1. Технологическая часть

1.1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИПА ПРОИЗВОДСТВА

Годовая программа изделий $N = 1000 \text{ шт.}$

Действительный годовой фонд времени работы оборудования определяем из рекомендаций по таблице 4 [4, стр.23]: $F_d = 4015 \text{ ч/см}$

Определяем такт выпуска деталей:

$$t_a = \frac{F_d \cdot 60}{N} = \frac{4015 \cdot 60}{1000} = 240,9 \left(\frac{\text{мин}}{\text{шт}} \right),$$

где F_d – действительный фонд времени работы оборудования.

Данные по существующему заводскому технологическому в табл. 1

Таблица 1. Продолжительность операций существующего заводского технологического процесса

№п\п	Наименование операции	$T_{\text{шт}}$, мин
1	Токарно-винторезная	11,7
2	Токарная	96,1
3	Вертикально-сверлильная с ЧПУ	6,88
4	Круглошлифовальная	1,9
5	Фрезерная	14,8
6	Шлицефрезерная	31,2
7	Центрошлифовальная	4,2

Число операций $n=6$.

Суммарное штучное время по всем операциям:

$$\sum T_{\text{шт}} = 166 \text{ мин.}$$

Среднее штучное время определим по формуле:

$$T_{\text{шт. ср}} = \sum T_{\text{шт}} / n = 166 / 7 = 23,8 \text{ мин}$$

Коэффициент серийности определим по формуле:

$$k_c = t_a / T_{\text{шт. ср}} = 240,9 / 23,8 = 10,16$$

Т.к. $10 \leq k_c \leq 20$, то тип производства – среднесерийное производство.

1.2.1 Расчет количества деталей в партии

Годовая программа выпуска $N = 1000 \text{ шт.}$; $T_{\text{шт. ср}} = 23,8 \text{ мин.}$

Периодичность запуска-выпуска изделий $a = 5 \text{ дней.}$

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата
------	------	-------------	---------	------

ВКР.ТАМП. 151001.00 ПЗ

Лист

9

Число рабочих дней в году $F = 240$ дней.

Расчетное количество деталей в партии определим по формуле:

$$n = N \cdot a / F = 1000 \cdot 5 / 240 = 20,8 \text{ шт.}$$

Расчетное число смен на обработку партии деталей на участке определяется по формуле:

$$c = (T_{\text{шт. ср}} \cdot n) / (240 \cdot 0,8) = (23,8 \cdot 20,8) / (240 \cdot 0,8) = 2,58.$$

Принятое число смен на обработку партии деталей на участке: $c_{\text{пр}} = 3$ смен

Принятое число деталей в партии:

$$n_{\text{пр}} = c_{\text{пр}} \cdot 240 \cdot 0,8 / T_{\text{шт. ср}} = 3 \cdot 240 \cdot 0,8 / 23,8 = 24,2 \approx 25 \text{ шт.}$$

1.3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ

1.3.1 АНАЛИЗ ЧЕРТЕЖА ДЕТАЛИ «ВАЛ»

На чертеже имеются все необходимые виды и разрезы, необходимые для изучения конструкции детали и простановке всех необходимых размеров. Отклонения на все размеры соответствуют стандартным значениям, шероховатость поверхностей соответствует требуемой точности обработки поверхностей. Наиболее точные поверхности $\varnothing 95h6_{(-0,022)}$, $\varnothing 138h7_{(-0,04)}$ и $\varnothing 75h7_{(-0,03)}$ имеют жёсткие допуски по радиальному биению, и этот допуск соответствует стандарту. На чертеже имеются все необходимые технические требования, в том числе и по твёрдости.

1.3.2 АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ ДЕТАЛИ «ВАЛ»

Деталь изготавливается из стали 40X поэтому заготовка может быть получена разными способами, такими как прокат и штамповка. Для среднесерийного производства предпочтительней выбрать заготовку из проката. Деталь имеет большой перепад диаметров, но для среднесерийного производства будем использовать прутки в качестве заготовки. Предварительную обработку наружных поверхностей предполагается делать на токарном станке, отверстия под резьбу - на вертикально-сверлильном станке. Окончательная обработка должна производиться на шлифовальных станках, так как размеры $\varnothing 138h7_{(-0,04)}$ и $\varnothing 75h7_{(-0,03)}$ должны быть выполнены с жесткими допусками (по седьмому качеству) и с малой шероховатостью поверхностей ($Ra \leq 0,8$ мкм). Форма детали удобна для изготовления и автоматического контроля и не требует разных приспособлений при обработке наружных поверхностей. Конфигурация детали обеспечивает свободное удаление стружки из зоны резания. Прутковая заготовка позволяет вести обработку в универсальном трехкулачковом самоцентрирующем патроне на черновых операциях и центрах – на чистовых. Применение точных приспособлений при окончательной обработке обязательно в связи с достаточно жестким допуском (0,016 мм) на радиальное биение наружной цилиндрической поверхности $\varnothing 95h6_{(-0,022)}$, $\varnothing 138h7_{(-0,04)}$ и $\varnothing 75h7_{(-0,03)}$ относительно оси детали.

Деталь должна закаливаться ($HRC_{\Sigma} 24...28$), что требует применения термической операции. Материал детали (сталь 40X) позволяет проводить закалку с указанной твердостью для улучшения эксплуатационных свойств детали. Окончательная обработка поверхностей с точными размерами $\varnothing 95h6_{(-0,022)}$, $\varnothing 138h7_{(-0,04)}$ и $\varnothing 75h7_{(-0,03)}$ должна проводиться после термической операции для устранения возможного коробления детали. При этом на окончательную обработку должен оставаться достаточный припуск с учетом возможного коробления детали.

					ВКР.ТАМП. 151001.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		11

1.3.3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО МАРШРУТА

Проектирование технологических процессов (ТП) механической обработки деталей начинается с изучения служебного назначения детали, технических требований к ней, норм точности и программы выпуска, анализа возможности предприятия по обработке данной детали.

В начале проектирования предварительно устанавливаются виды обработки отдельных поверхностей заготовки и методы достижения их точности, соответствующие требованиям чертежа, серийности производства и существующего на предприятии оборудования.

При низкой точности исходных заготовок ТП начинается с черновой обработки поверхности, которая имеет наибольшие припуски. При этом в первую очередь снимается припуск с тех поверхностей, на которых возможны дефекты с целью скорейшего выявления брака.

Дальнейший маршрут строится по принципу обработки сначала грубых, а затем более точных поверхностей. Самые точные поверхности обрабатываются в последнюю очередь, чтобы не повредить обработанные поверхности при транспортировке.

В конце маршрута выполняются второстепенные операции, такие как сверление отверстий, нарезание резьбы, снятие фасок, заусениц и т.д.). Наиболее легко повреждаемые поверхности обрабатываются на заключительной стадии технологического процесса.

При требовании термической обработки детали все второстепенные поверхности обязательно обрабатываются окончательно до закалки, точные поверхности – предварительно, но не грубее девятого качества. Окончательная обработка поверхностей с точными размерами производится после термических операций.

Для рассматриваемой детали «вал» на первой операции обрабатывается торец вала и сверлице центровое отверстие, т.к. оно будет являться базовой поверхностью для последующих операции, далее начерно обрабатываются ступени вала, на второй операции обрабатывается торец вала с другой стороны и сверлится центровое отверстие, т.к. оно будет являться базовой поверхностью для последующих операции, далее начерно обрабатываются ступени вала. Так как требования к детали по радиальному биению очень высоки (0,016-0,004 мм), последующая обработка будет производиться в центрах. Более точное расположение позволит уменьшить минимальный припуск на обработку на следующей операции.

При составлении маршрута ТП требуется предварительно определить количество обработок каждой поверхности. Для этого лучше взять поверхность с наиболее точным размером и составить последовательность обработки. При этом *припуски последовательно «наслаиваются»* на окончательный (конструкторский) размер, что позволяет нам получить промежуточные технологические размеры. В нашем задании наиболее точный наружный размер это $\varnothing 95_{-0,022}$. Он должен быть обработан по 6 качеству (определяем это по величине допуска $T=0,022$ мм и номинальному размеру 95 мм по таблице допусков

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата
------	------	-------------	---------	------

ВКР.ТАМП. 151001.00 ПЗ

Лист

12

в интервале размеров от 80 мм до 120 мм), перед этим – по 7, а ещё ранее – по 9 качеству. Начинаем записывать технологические размеры с конца и идем к началу обработки, *например* (величины минимальных припусков взяты приблизительно):

$$\begin{aligned} \text{Ø}100 &\rightarrow \text{Ø}96\text{h}12 \rightarrow \text{Ø}95,3\text{h}9 \rightarrow \text{Ø}95,1\text{h}7 \rightarrow \text{Ø}95\text{h}6 \\ 2Z_{\min} &= 4 \text{ mm} \quad 2Z_{\min} = 1 \text{ mm} \quad 2Z_{\min} = 0.2 \text{ mm} \quad 2Z_{\min} = 0.1 \text{ mm} \end{aligned}$$

Термообработка может производиться как в самом начале технологического процесса (заготовка может подвергаться отжигу, нормализации и т.п. для уменьшения твердости и улучшения обрабатываемости), так и в конце технологического процесса (закалка на твердость HRC₃, 24...28). В нашем случае термообработку необходимо применить после чернового обтачивания всех ступеней вала, имеющие точность 9 качества, а так же после обработки всех отверстий и нарезания в них резьбы. В этом случае на окончательную обработку оставляется припуск для устранения возможного коробления детали и удаления дефектного слоя, образовавшегося при термообработке. После термической обработки производится правка центровых отверстий для обеспечения наименьшего радиального биения всех ступеней вала, далее производится получистовая и чистовая обработка всех ступеней вала, снимаются фаски. В этом случае маршрут технологического процесса будет выглядеть следующим образом (величины минимальных припусков взяты приблизительно):

$$\begin{aligned} \text{Ø}100 &\rightarrow \text{Ø}96\text{h}12 \rightarrow \text{термообработка} \rightarrow \text{Ø}95,3\text{h}9 \rightarrow \text{Ø}95,1\text{h}7 \rightarrow \text{Ø}95\text{h}6 \\ 2Z_{\min} &= 4 \text{ mm} \quad 2Z_{\min} = 0,7 \text{ mm} \quad 2Z_{\min} = 0.2 \text{ mm} \quad 2Z_{\min} = 0.1 \text{ mm} \end{aligned}$$

В приложении 1 сначала записываем последовательность обработки и операционные эскизы, а величину промежуточных технологических размеров рассчитаем позднее, после расчета минимальных припусков на обработку (табл. 3.1). **На операционных эскизах** указываем *приблизительные* технологические размеры, а окончательные будем записывать **в содержании операций** (переходов) уже *после окончательных расчётов* (будут выделены жирным шрифтом). После окончательного решения заполним *новую технологическую карту*, где *на операционных эскизах будут записаны только окончательные технологические размеры*.

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата
------	------	-------------	---------	------

1.3.4 Расчет припусков при обработке наружной поверхности Ø95h6

Расчет припусков на обработку поверхности Ø95h6_(-0,022) ведем путем составления *табл.3.1*, в которую последовательно записываем технологический маршрут обработки поверхности и все значения элементов припуска.

Расчет минимальных значений припусков для поверхностей типа «тело вращения» производим, пользуясь основной формулой (учитывая малую вероятность совпадения направления погрешность заготовки из-за коробления ρ_{i-1} и погрешности установки ε_i):

$$2z_{\min i} = 2 \cdot \left(R_{z,i-1} + T_{\partial,i-1} + \sqrt{(\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2)} \right), \quad (3.1)$$

где: $2z_{\min i}$ – минимальный припуск на диаметр для рассматриваемой обработки, мкм; $R_{z,i-1}$ – шероховатость поверхности после предыдущей обработки, мкм; $T_{\partial,i-1}$ – толщина дефектного слоя после предыдущей обработки, мкм; ρ_{i-1} – погрешность заготовки из-за коробления после предыдущей обработки, мкм; ε_i – погрешность установки и закрепления перед рассматриваемой обработкой (во время рассматриваемой обработки).

Расчет минимальных значений припусков для тел вращения можно производить и *с учетом совпадения направлений* ρ_{i-1} и ε_i :

$$2z_{\min i} = 2 \cdot (R_{z,i-1} + T_{\partial,i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i), \quad (3.2)$$

Расчет минимальных значений припусков для поверхностей не тел вращения производим *с учетом совпадения направлений* ρ_{i-1} и ε_i :

$$z_{\min i} = Rz_{i-1} + T_{\text{def } i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i, \quad (3.3)$$

Суммарное значение R_z и T_{∂} , характеризующее качество поверхности *заготовок из проката* определяем по *табл.27* [4, стр. 66]. Для каждого последующего технологического перехода эти значения определяем по *табл.29* [4, стр. 67].

Суммарное отклонение погрешности по короблению и смещению ρ определяем по формуле:

$$\rho = \sqrt{(\rho_{см}^2 + \rho_{кор}^2)}, \quad (3.4)$$

где: $\rho_{см}$ – погрешность заготовки по смещению относительно оси в радиальном направлении; $\rho_{кор}$ – погрешность заготовки по короблению.

Таблица 3.1. Расчет припусков и предельных размеров по технологическим переходам на обработку поверхности (уточненный)

Технологические переходы обработки поверхности	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2z_{min}$, мкм	Рассчитанный размер d_p , мм	Допуск T , мкм	Предельный размер, мм	
	R_z	T	ρ	ε				d_{min}	d_{max}
Поверхность $\varnothing 95h6_{(-0,022)}$									
Заготовка - прокат сортовой (h14)	320	400	485			$\varnothing 100h14$	1150	98.58	99.73
Точение черновое (h12)	63	60	30	300	2580	$\varnothing 95.9h11$	350	95.54	95.89
Термообработка HRC 24...28	20	40	100	0					
Точение получистовое (h9)	30	30	1	0	320	$\varnothing 95.3h9$	87	95,22	95,307
Точение чистовое (h7)	10	20	-	0	120	$\varnothing 95.1h7$	35	95.06	95.095
шлифование (h6)	5	10	-	0	60	$\varnothing 95h6$	22	94.978	95
Поверхность 462js14 (длина вала)									
Отрезать заготовку	100	120	120	----		470h14	1550	468.24	469.77
Обтачивание правого торца (h14) $A_{1,1}$	40	60	90	100	440	467.8h14	1550	466.25	467.8
Обтачивание правого торца (h14) $A_{2,1}$	25	30	10	60	250	466h14	1550	464.4	465.95
Состояние после отрезки (h14)	100	120	120	----		466h14	1550	464.4	465.95
Обтачивание левого торца (h14) $A_{3,1}$	40	60	90	60	400	464h14	1550	462,22	463,77
Обтачивание левого торца (h14) $A_{4,1}$	25	30	10	30	220	462h14	1550	460.45	462
Поверхность $L=22 js14$									
Заготовка - прокат сортовой (h14)									
Черновое точение	40	60	90	-		20,5 js14	0,52	20,75	20,49
Получистовое точение	40	60	45	100	290	21,7 js14	0,52	21,585	21,325
Чистовое точение	40	60	5	10	155	22 js14	0,52		

Находим величину остаточного пространственного отклонения после черногом обтачивания.

Погрешность заготовки по смещению $\rho_{см} = 0,38 \text{ мм} = 380 \text{ мкм}$.

Погрешность заготовки по короблению определяется :

$$\rho_{кор} = \Delta_k \times \ell = 2,5 \cdot 120,5 = 301,25 \text{ мкм}.$$

Суммарное отклонение погрешности по короблению и смещению:

$$\rho = \sqrt{301,25^2 + 380^2} = 485 \text{ мкм}$$

Остаточное пространственное отклонение заготовки после чернового обтачивания $\rho_3 = 485 \text{ мкм}$.

Находим величину остаточного пространственного отклонения после предварительного обтачивания через коэффициент остаточного коробления:

$$\rho_1 = k_y \times \rho_3 = 0,06 \cdot 485 = 29,1 \approx 30 \text{ мкм} .$$

Остаточное пространственное отклонение после получистового обтачивания:

$$\rho_2 = k_y \times \rho_3 = 0,02 \cdot 30 = 0,6 \approx 1 \text{ мкм} .$$

Остаточное пространственное отклонение после шлифования:

$$\rho_3 = k_y \times \rho_3 = 0,01 \cdot 1 \approx 0 \text{ мкм} .$$

Так как заготовка устанавливается в трехкулачковый патрон погрешность установки принимаем:

$$\varepsilon = 300 \text{ мкм}.$$

Для детали «вал» для среднесерийного можно определить минимальный припуск по уравнению (4.1) для обработки поверхности $\text{Ø}95\text{h}6(-0,022)$ с учётом вероятности проявления дефектов:

- под предварительное обтачивание (по 12 качеству):

$$2z_{\min.i} = 2 \cdot \left(320 + 400 + \sqrt{(485^2 + 300^2)} \right) = 2580 \text{ мкм};$$

- под получистовое обтачивание (по 9 качеству):

$$2z_{\min.i} = 2 \cdot (63 + 60 + 30) = 248 \approx 250 \text{ мкм};$$

- под шлифование (по 7 качеству):

$$2z_{\min.i} = 2 \cdot (20 + 40) = 120 \text{ мкм}.$$

- под шлифование (по 6 качеству):

$$2z_{\min.i} = 2 \cdot (10 + 20) = 60 \text{ мкм}.$$

Результаты записываем в таблицу 4.1.

					ВКР.ТАМП. 151001.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		16

1.3.5 Расчет припусков при обработке втулки по длине 462js14

Остаточные погрешности коробления можно рассчитать по формулам:

Из справочника находим погрешности закрепления ε_i при установке в трех-кулачковый самоцентрирующий патрон в первой операции. Находим также и отклонение от перпендикулярности ρ_{i-1} для правого и левого торца заготовки, Все эти величины подставляем в формулу для расчета минимального припуска:

- под обтачивание правого торца втулки (по 14 качеству):
$$z_{\min i} = Rz_{i-1} + T_{\text{def } i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i = 10+120+120+100 = 440 \text{ мкм};$$

- под обтачивание правого торца втулки (по 14 качеству):
$$z_{\min i} = Rz_{i-1} + T_{\text{def } i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i = 40+60+90+60 = 250 \text{ мкм};$$

- под обтачивание левого торца втулки (по 14 качеству):
$$z_{\min i} = 100+120+120+60 = 400 \text{ мкм};$$

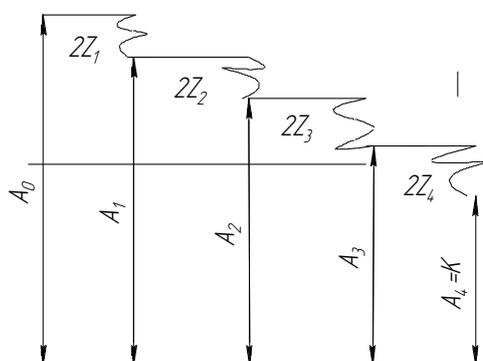
- под обтачивание левого торца втулки (по 14 качеству):
$$z_{\min i} = 40+60+90+30=220 \text{ мкм};$$

Погрешность базирования здесь меньше (400мкм вместо 440 мкм предыдущей обработки), потому что в осевом направлении базирование производится по уже обточенному правому торцу втулки.

1.4 Расчет технологических размеров

1.4.1 Расчет технологических размеров при обработке $\text{Ø}95\text{h}6$

Расчет технологических размеров определяем из размерного анализа технологического процесса обработки, для чего составляем размерные цепи.



Вычерчиваем размерные цепи при обработке наружной поверхности $\text{Ø}95\text{h}6(-0.022)$ (рис. 4.1).

Технологический размер A_4 должен быть равен конструкторскому K , т.е.:

$A_4 = K = 95\text{h}6(-0.022)$ мм – *принятый технологический размер*, получаемый *после шлифования наружной поверхности* (по 6 качеству).

Рис. 4.1. Размерные цепи для расчета технологических размеров при обработке *наружной* поверхности $\text{Ø}95\text{h}6$

1. Находим технологический размер A_3 , используя размерную цепь №1:

$$\begin{aligned} 2z_{4\min} &= A_{4\min} - A_{3\max}; \\ A_{4\min} &= A_{4\max} + 2z_{4\min} = 95 + 0,06 = 95,06 \text{ мм}; \\ A_{3\max} &= A_{4\min} + \text{TA}_3 = 95,06 + 0,035 = 95,095 \text{ мм} \end{aligned}$$

Расчетный (предварительно определенный) технологический размер:

$$A_{3\text{ расч}} = 95,095_{-0.035} \text{ мм.}$$

Округляем номинальный размер в большую сторону с точностью до десятых долей миллиметра:

$A_3 = 95,1(-0.035)$ мм – *принятый технологический размер*, получаемый *после чистового точения* (по 7 качеству).

2. Находим технологический размер A_2 , используя размерную цепь :

$$\begin{aligned} 2z_{1\min} &= A_{2\min} - A_{3\max}; \\ A_{2\min} &= A_{3\max} + 2z_{1\min} = 95,1 + 0,12 = 95,22 \text{ мм}; \\ A_{2\max} &= A_{2\min} + \text{TA}_2 = 95,22 + 0,87 = 95,307 \text{ мм}; \\ A_{2\text{ расч}} &= 95,307_{-0.87} \text{ мм} - \textit{после получистового точения.} \end{aligned}$$

Округляем номинальный размер в большую сторону с точностью до десятых долей миллиметра:

					ВКР.ТАМП. 151001.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		18

$A_2 = 95,4h9(-0.87)$ мм – *принятый технологический размер*, получаемый *после получистового точения*.

3. Находим технологический размер A_1 , используя размерную цепь:

$$2z_{2\min} = A_{1\min} - A_{2\max};$$

$$A_{1\min} = A_{2\max} + 2z_{2\min} = 95,4 + 0,25 = 95,65 \text{ мм};$$

$$A_{1\max} = A_{1\min} + TA_1 = 95,65 + 0,35 = 96 \text{ мм};$$

$A_{0 \text{ расч}} = 96h12_{-0,35}$ мм - *принятый технологический размер*, получаемый *после чернового точения*

4. Находим технологический размер A_0 , используя размерную цепь:

$$2z_{1\min} = A_{0\min} - A_{1\max};$$

$$A_{0\min} = A_{1\max} + 2z_{1\min} = 96 + 2,58 = 98,58 \text{ мм};$$

$$A_{0\max} = A_{0\min} + TA_0 = 98,58 + 1,15 = 99,73 \text{ мм};$$

$$A_{0 \text{ расч}} = 99,73_{-1,15} \text{ мм}$$

Округляем номинальный размер в большую сторону с точностью до десятых долей миллиметра:

$$A_0 = 100h14(-1,15) \text{ мм} - \textit{принятый технологический размер},$$

Пересчитываем величины наименьшего и наибольшего припуска при черновом точении:

$$2z_{1\max} = A_{0\max} - A_{1\min} = 100 - 96 = 4 \text{ мм}.$$

Глубину резания рассчитываем по формуле: $t = 2z/2$.

Тогда наибольшая возможная глубина резания t_{\max} (необходима для расчета наибольшей возможной силы резания для расчета приспособления на усилие зажима): $t_{\max} = 2z_{\max}/2 = 4/2 = 2 \text{ мм}$.

Более наглядно схему расчёта технологических размеров можно представить в виде полей припусков и допусков (см. рис. 4.2).

					ВКР.ТАМП. 151001.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		19

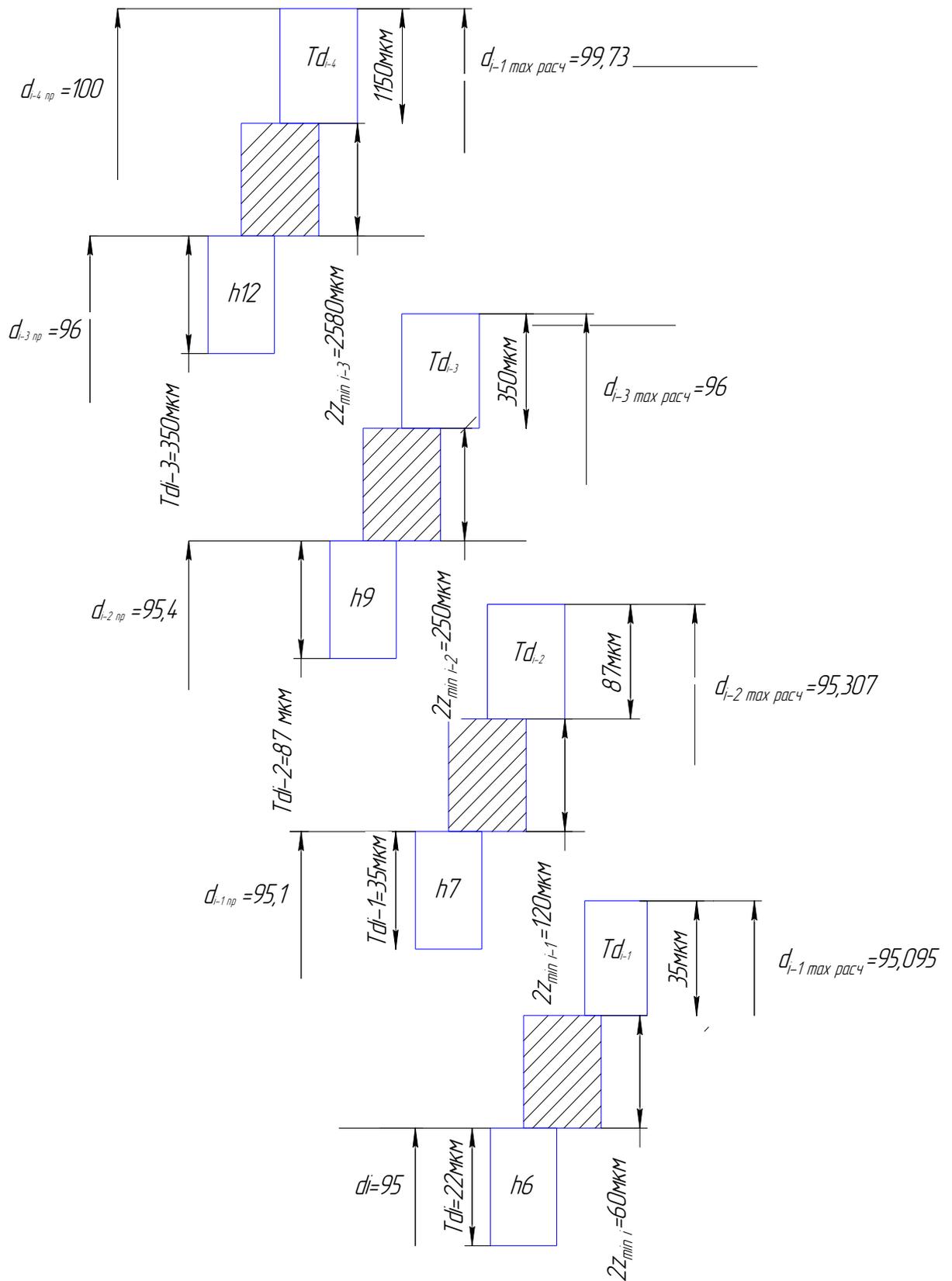


Рис. 4.2. Поле припусков и допусков технологических размеров при обработке **наружной** поверхности **Ø95h6**

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата
------	------	-------------	---------	------

ВКР.ТАМП. 151001.00 ПЗ

Лист

20

1.4.2 Расчет технологических размеров при обработке втулки по длине 462js14

Вычерчиваем размерные цепи, получающиеся при обработке втулки по длине 462js14 (рис. 4.3).

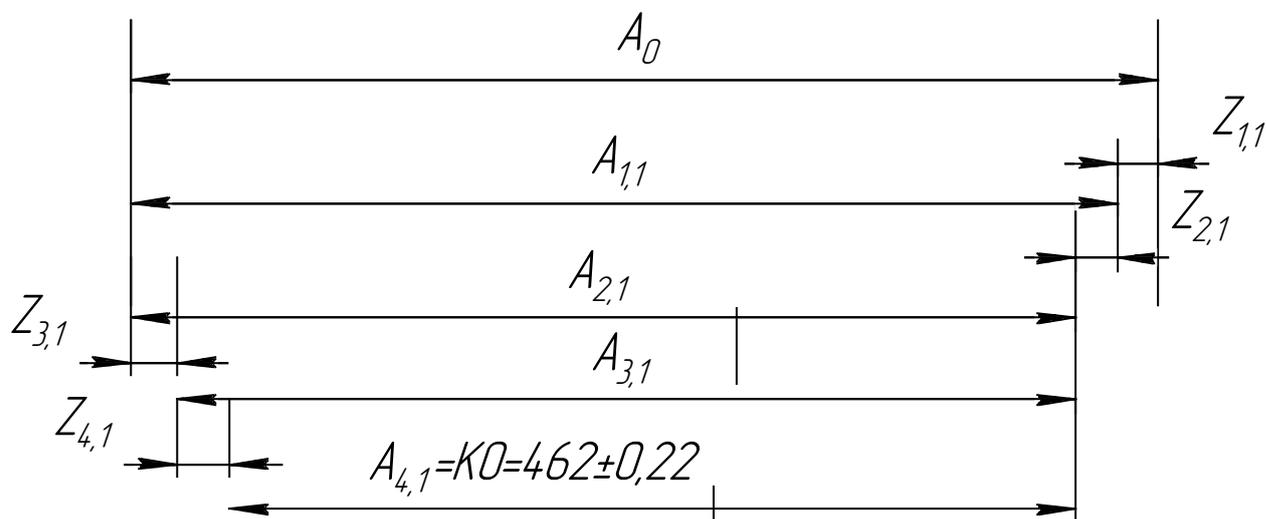


Рис. 4.5. Размерные цепи для расчета технологических размеров при обработке вала по длине 462js14

1. Находим технологический размер A_3 , используя размерную цепь:

$$z_{4\min} = A_{3\min} - A_{4\max};$$

$$\text{или: } z_{4\min} = A_{3\min} - K_{1\max};$$

$$A_{3\min} = K_{1\max} + z_{4\min} = 462 + 0,22 = 462,22 \text{ мм};$$

$$A_{3\max} = A_{3\min} + TA_3 = 462,22 + 1,55 = 463,77 \text{ мм},$$

где $TA_3 = 1,55$ мм (допуск 14 квалитета для размера больше 400 мм).

$$A_{3\text{ расч}} = 463,77\text{js}14 \text{ мм} - \text{после подрезки правого торца втулки.}$$

Принимаем $A_3 = A_{6.2} = 464\text{js}14 (-0,19)$ мм – предварительно принятый технологический размер, получаемый после шлифования левого торца втулки.

2. Находим технологический размер A_2 , используя размерную цепь:

$$z_{3\min} = A_{2\min} - A_{3\max};$$

$$A_{2\min} = A_{3\max} + z_{3\min} = 464 + 0,4 = 464,4 \text{ мм};$$

$$A_{2\max} = A_{3\min} + TA_2 = 464,4 + 1,55 = 465,95 \text{ мм},$$

где $TA_2 = 1,55$ мм (допуск 14 квалитета для размера больше 400 мм).

$$A_{2\text{ расч}} = 465,95\text{js}14 \text{ мм.}$$

Принимаем $A_2 = A_{2.2} = 466$ мм – предварительно принятый технологический размер, получаемый после подрезки правого торца втулки.

3. Находим технологический размер A_1 , используя размерную цепь:

$$z_{2\min} = A_{1\min} - A_{2\max};$$

$$A_{1\min} = A_{2\max} + z_{2\min} = 466 + 0,25 = 466,25 \text{ мм};$$

$$A_{1\max} = A_{1\min} + TA_1 = 466,25 + 1,55 = 467,8 \text{ мм},$$

где $TA_1 = 1,5$ мм (допуск 14 квалитета для размера больше 400 мм).

$$A_{1 \text{ расч}} = 467,8js14 \text{ мм}.$$

Принимаем $A_1 = A_{1.2} = 467.8js14$ мм – предварительно принятый технологический размер, получаемый *после чернового точения правого торца втулки*.

4. Находим технологический размер A_0 (длину мерной заготовки втулки - прутка), используя размерную цепь №4:

$$z_{1\min} = A_{0\min} - A_{1\max};$$

$$A_{0\min} = A_{1\max} + z_{1\min} = 467.8 + 0.44 = 468.24 \text{ мм};$$

$$A_{0\max} = A_{0\min} + TA_0 = 468.24 + 1.55 = 469.77 \text{ мм};$$

$$A_{0 \text{ расч}} = 469.77js14 \text{ мм}.$$

Принимаем $A_0 = 470js14$ мм - *длина прутка (заготовки)* после отрезки ленточной пилой.

Пересчитываем величины наименьшего и наибольшего припуска при черновом точении правого торца втулки:

$$z_{1\min} = A_{0\min} - A_{1\max} = 1,77 \text{ мм};$$

$$z_{1\max} = A_{0\max} - A_{1\min} = 2,55 \text{ мм}.$$

Глубина резания при обточке торца: $t = z$.

Тогда наибольшая возможная глубина резания t_{\max} (необходима для расчета наибольшей возможной силы резания для расчета приспособления на усилие зажима): $t_{\max} 2,55$ мм.

Наименьшая глубина резания: $t_{\min} = z_{1\min} = 1,77$ мм.

Средняя глубина резания t_{cp} (необходима для расчета скорости резания):

$$t_{cp} = (t_{\max} + t_{\min}) / 2 = (2,55 + 1,77) / 2 = 2,1 \text{ мм}.$$

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата
------	------	-------------	---------	------

1.5 РАЗМЕРНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Вычерчиваем схему обработки детали в осевом направлении.

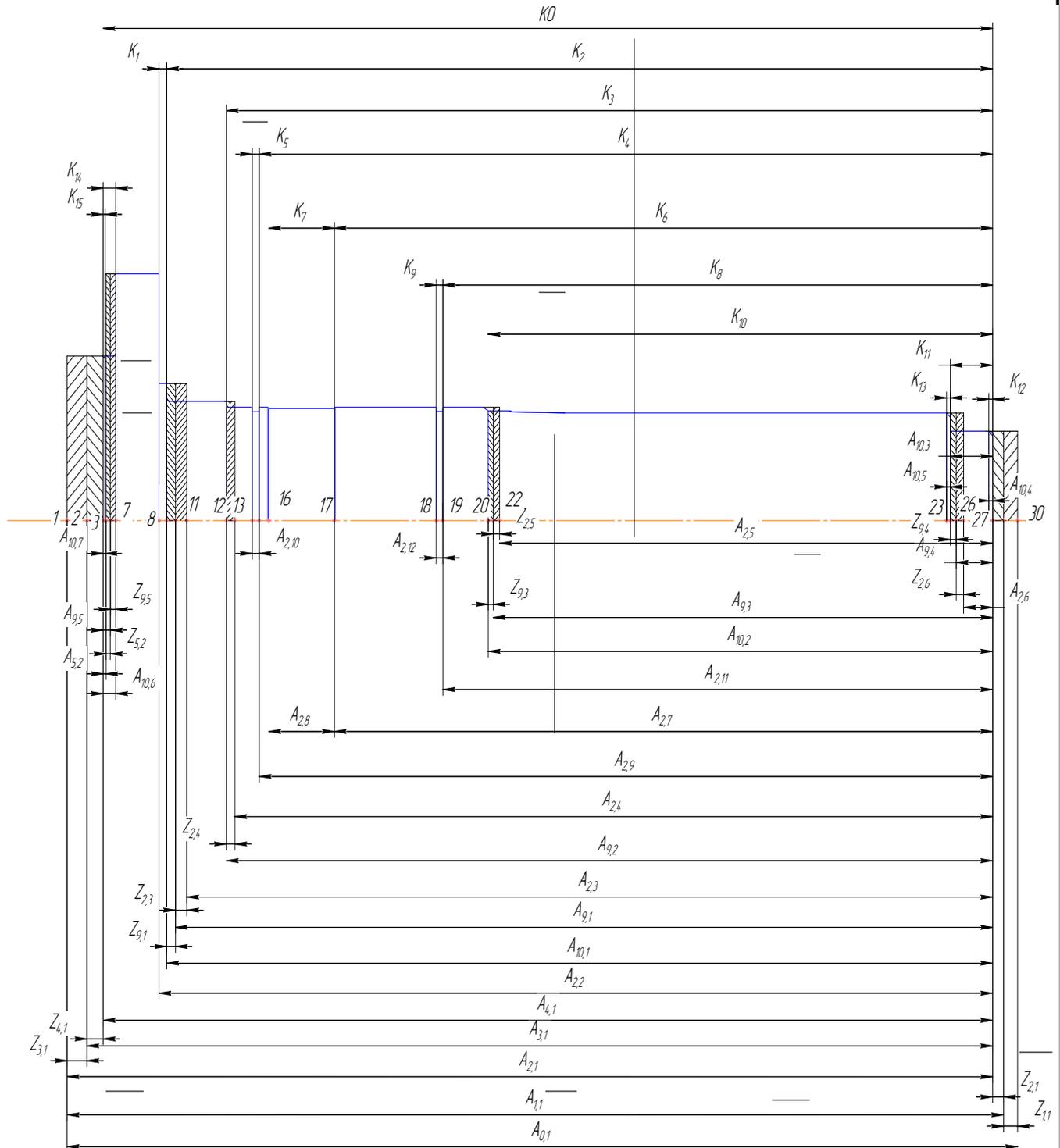


Рис. 5.1. Схема обработки в осевом направлении детали «вал»

Составляющими звеньями в технологических размерных цепях, как правило, являются технологические размеры, которые указаны в технологической документации (размеры исходной заготовки; все размеры получаемые при механической обработке). Технологические размеры могут совпадать с размерами, указанными на чертеже, т.е. с конструкторскими размерами. В таком случае говорят, что *конструкторские размеры выдерживаются непосредственно*, и *рассчитывать ничего не надо*.

Для наглядности построим граф-дерево.



Рис. 5.2. Граф-дерево размерных цепей

1.6 РАСЧЕТ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ

1.6.1 Обработка наружной поверхности втулки Ø95h6

Предварительное (черновое) точение Ø96h12

При назначении элементов режимов резания учитывают характер обработки, тип и размеры инструмента, материал его режущей части, материал и состояние заготовки, тип и состояние оборудования.

Рассчитаем режимы резания для точения наружной поверхности вала. Элементы режима резания обычно устанавливают в порядке, указанном ниже.

Глубина резания $t=2$ мм - при черновой обработке равна всему припуску на обработку [1, стр. 266].

Подача S по [1, табл. 11]. При черновой обработке, выбирая подачу, следует проверить прочность державки резца и пластинки из твердого сплава, жесткость обрабатываемой детали и прочность механизма станка.

Выбираем резец по рекомендациям [2, стр.438]. Резец - проходной прямой с режущей пластиной из твердого сплава Т15К6: 2100-01 17-Т15К6.

Размер державки резца: 16×25 мм. По прочности державка выдержит большую подачу при сравнительно небольшой глубине резания $t=2$ мм. Поэтому окончательно выбираем подачу исходя из требуемой шероховатости поверхности для черновой обработки ($Rz \leq 63$ мкм) и радиуса при вершине $r=2$ мм (при черновой обработке радиус при вершине можно взять большой, т.к. высокая точность не требуется и отжатие резца и детали при большей силе P_v не играет решающей роли как при чистовой обработке). По справочнику определяем подачу $S=0,8$ мм/об.

Расчет скорости резания Ø96 h12

Скорость резания V , м/мин, можно определить несколькими методами:

- 1) расчетным по формуле;
- 2) табличным с использованием уточняющих коэффициентов;
- 3) на основе эмпирических данных (применяемых на предприятии для соответствующих обрабатываемых и режущих материалов, геометрии инструмента и т.п.

Воспользуемся расчетом по формуле. При наружном продольном и поперечном точении и растачивании скорость резания V , м/мин, рассчитывается по формуле:

$$V = \frac{C_V}{(T^m \cdot t^x \cdot s^y)} \cdot K_V, \quad (6.1)$$

где: T – стойкость инструмента (период работы инструмента до затупления). При черновой обработке в мелкосерийном производстве обычно $T=60$ мин. [1, стр. 415].

					ВКР.ТАМП. 151001.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		25

Значения коэффициента C_V и показателей степени приведены в *табл.17* [1, стр. 422]. Для рассматриваемого чернового точения наружной поверхности наибольшая глубина резания $t = 2$ мм. Коэффициенты и показатели степеней определяем из табл. 17 [1]:

$$C_V=280; x=0,15; y=0,45; m=0.20.$$

K_V - поправочный коэффициент, для получения действительного значения скорости резания.

$$K_V = K_{Mv} \times K_{Iv} \times K_{Iv}, \quad (6.2)$$

где $K_{Mv} = K_{\Gamma} \cdot (750/\sigma_{\sigma})^{nv}$ - коэффициент, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала (прочности) на скорость резания. Для стали 40X предел прочности на растяжение $\sigma_{\sigma}=980$ МПа, $K_{\Gamma}=1$, $nv=1$ [1, стр. 261], поэтому $K_{Mv} = 1 \cdot (750/980)^1 = 0,765$;

K_{Iv} - коэффициент, учитывающий материал режущей части. Для режущей пластинки из твердого сплава Т15К6 $K_{Iv} = 1$ [1, *табл.6*];

$K_{Iv} = 0,9$ - коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки [1, *табл.15, стр263*];

$$K_V = 0,765 \times 1 \times 0,9 = 0,688$$

$$V = \frac{C_V}{(T^m \cdot t^x \cdot s^y)} \cdot K_V = \frac{280}{(60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,8^{0,45})} \cdot 0,68 = 85,2 \text{ м/мин.}$$

Расчет силы и мощности резания Ø96h12

Силу резания P принято раскладывать на составляющие силы, направленные по осям координат станка (P_z, P_y, P_x).

При наружном продольном точении:

$$P_z = 10 \cdot C_p t^x s^y v^n K_p \quad (6.3)$$

где C_p – коэффициент, зависящий от обрабатываемого и режущего материала; K_p – поправочный коэффициент.

$$K_p = K_{Mp} \times K_{\varphi p} \times K_{\gamma p} \times K_{\lambda p} \times K_{Rp}, \quad (6.4)$$

где K_{Mp} - коэффициент, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала (прочности) на силу резания. Для стали 40x предел прочности на растяжение $\sigma_{\sigma}=980$ МПа, поэтому $K_{Mp} = 1,22$;

$K_{\varphi p}$ - коэффициент, учитывающий влияние главного угла в плане φ на силу резания;

$K_{\gamma p}$ - коэффициент, учитывающий влияние главного переднего угла в главной секущей плоскости γ на силу резания;

$K_{\lambda p}$ - коэффициент, учитывающий влияние угла наклона главной режущей кромки λ на силу резания;

K_{Rp} - коэффициент, учитывающий влияние радиуса при вершине резца R на силу резания;

Для рассматриваемого чернового точения наружной поверхности Ø96h12 наибольшая глубина резания $t = 2$ мм. Коэффициенты и показатели степеней, найденные в табл. 22 [1], заносим в табл. 6.1.

Таблица 6.1. Расчет составляющих сил резания при черновой обточке до диаметра Ø96h12

Компонента	C_P	x	y	n	K_{Mp}	$K_{\varphi p}$	$K_{\gamma p}$	$K_{\lambda p}$	K_{Rp}	K_P	P_z , Н
P_z	300	1	0,75	-0,15	1,22	1,0	1,0	1	1	1,0	2216

$$P_z = 10 \times 300 \times 2^1 \times 0,5^{0,75} \times 85,2^{-0,15} \times 1,22 = 2216 \text{ Н};$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, \text{ [кВт]} \quad (6.5)$$

где P_z – тангенциальная составляющая силы резания (совпадающая по направлению с вектором скорости резания), Н; V – скорость резания, м/мин.

В нашем случае при черновой обточке Ø96h12:

$$N = \frac{2216 \cdot 85,2}{1020 \cdot 60} = 5,2 \text{ кВт.}$$

Рассчитываем **число оборотов шпинделя** $n_{расч}$:

$$n_{расч} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_{max}} = \frac{1000 \cdot 85,2}{\pi \cdot 96} = 282,6 \text{ об/мин,}$$

где d_{max} – наибольший диаметр обрабатываемой поверхности, мм.

В техническом паспорте станка находим ближайшее **меньшее** число оборотов шпинделя (**меньшее** – т.к. даже при незначительном увеличении скорости резания может произойти существенное уменьшение стойкости режущего инструмента): $n_{np} = 280$ об/мин. Рассчитываем действительную (уточненную) скорость резания при принятом числе оборотов шпинделя:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n_{np}}{1000}, \text{ м/мин.} \quad (6.6)$$

В нашем случае действительная скорость резания V_δ :

$$V_\delta = \frac{\pi \cdot 96 \cdot 280}{1000} = 84,8 \text{ м/мин.}$$

Уточненная (действительная) мощность резания N_δ :

$$N_\delta = \frac{2216 \cdot 84,8}{1020 \cdot 60} = 5 \text{ кВт.}$$

Получистовое точение Ø95,3h9

Глубина резания $t=0,35$ мм.

Выбираем резец по рекомендациям [2, стр.438]. Резец - проходной прямой с режущей пластиной из твердого сплава Т15К6: 2100-01 17-Т15К6.

Размер державки резца: 16×25 мм. По справочнику [1, табл. 14] при радиусе при вершине резца 2 мм и требуемой шероховатости определяем подачу $S=0,33$ мм/об.

Расчет скорости резания Ø95,3h9

Воспользуемся расчетом по формуле. При наружном продольном и поперечном точении и растачивании скорость резания V , м/мин, рассчитывается по формуле:

$$V = \frac{C_V}{(T^m \cdot t^x \cdot s^y)} \cdot K_V, \quad (6.1)$$

где: T – стойкость инструмента (период работы инструмента до затупления). При чистовой, исходя из принципа равной стойкости, обработке в средне-серийном производстве обычно $T=60$ мин. [1, стр. 415].

Значения коэффициента C_V и показателей степени приведены в табл.17 [1, стр.269]. Для рассматриваемого получистового точения наружной поверхности наибольшая глубина резания $t = 0,35$ мм. Коэффициенты и показатели степеней определяем из табл. 17 [1]:

$$C_V=290; x=0,15; y=0,35; m=0,20.$$

K_V - поправочный коэффициент, для получения действительного значения скорости резания.

$$K_V = K_{Mv} \times K_{Iv} \times K_{Iv}, \quad (6.2)$$

где $K_{Mv} = K_T \cdot (750/\sigma_s)^{nv}$ - коэффициент, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала (прочности) на скорость резания. Для стали 40х предел прочности на растяжение $\sigma_s=980$ МПа, $K_T=1$, $nv=1$ [1, стр. 261], поэтому $K_{Mv} = 1 \cdot (750/980)^1 = 0,765$;

K_{Iv} - коэффициент, учитывающий материал режущей части. Для режущей пластинки из твердого сплава Т15К6 $K_{Iv} = 1$ [1, табл.6];

$K_{Iv} = 1,0$ - коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки [1, табл.5, стр263];

$$K_V = 1 \times 1 \times 0,765 = 0,765$$

$$V = \frac{C_V}{(T^m \cdot t^x \cdot s^y)} \cdot K_V = \frac{290}{(60^{0,2} \cdot 0,35^{0,15} \cdot 0,33^{0,35})} \cdot 0,765 = 170,6 \text{ м/мин.}$$

Расчет силы и мощности резания Ø95,3h9

Силу резания P принято раскладывать на составляющие силы, направленные по осям координат станка (P_z, P_y, P_x).

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ВКР.ТАМП. 151001.00 ПЗ

При наружном продольном точении:

$$P_{z,y,x} = C_P \times t^x \times s^y \times V^n \times K_P, \text{ [Н]}, \quad (6.3)$$

где C_P – коэффициент, зависящий от обрабатываемого и режущего материала; K_P – поправочный коэффициент.

$$K_P = K_{Mp} \times K_{\varphi p} \times K_{\gamma p} \times K_{\lambda p} \times K_{Rp}, \quad (6.4)$$

где K_{Mp} - коэффициент, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала (прочности) на силу резания. Для стали 40х предел прочности на растяжение $\sigma_s=980 \text{ МПа}$, поэтому $K_{Mp} = 1,22$ -расчитан ранее.

$K_{\varphi p}$ - коэффициент, учитывающий влияние главного угла в плане φ на силу резания;

$K_{\gamma p}$ - коэффициент, учитывающий влияние главного переднего угла в главной секущей плоскости γ на силу резания;

$K_{\lambda p}$ - коэффициент, учитывающий влияние угла наклона главной режущей кромки λ на силу резания;

K_{Rp} - коэффициент, учитывающий влияние радиуса при вершине резца R на силу резания;

Для рассматриваемого полустого точения наружной поверхности $\varnothing 95,3h9$ наибольшая глубина резания $t= 0,35$ мм. Коэффициенты и показатели степеней, найденные в табл. 22 [1], заносим в табл. 6.2.

Таблица 6.2. Расчет составляющих сил резания при черновой обточке $\varnothing 95,3h9$

Компонента	C_P	x	y	n	K_{Mp}	$K_{\varphi p}$	$K_{\gamma p}$	$K_{\lambda p}$	K_{Rp}	K_P	$P_{z,y,x}$ Н
P_z	300	1	0,75	-0,15	1,22	1,0	1,0	1	1	1,0	253

$$P_z = 10 \times 300 \times 0,35^1 \times 0,33^{0,75} \times 170,6^{-0,15} \times 1,22 = 253 \text{ Н};$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, \text{ [кВт]} \quad (6.5)$$

где P_z – тангенциальная составляющая силы резания (совпадающая по направлению с вектором скорости резания), Н; V – скорость резания, м/мин.

В нашем случае при черновой обточке $\varnothing 95,3h9$:

$$N = \frac{253 \cdot 170,6}{1020 \cdot 60} = 0,7 \text{ кВт.}$$

Рассчитываем **число оборотов шпинделя** $n_{расч}$:

$$n_{расч} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_{max}} = \frac{1000 \cdot 170,6}{\pi \cdot 95,3} = 570 \text{ об/мин,}$$

где d_{max} – наибольший диаметр обрабатываемой поверхности, мм.

					ВКР.ТАМП. 151001.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		29

В техническом паспорте станка находим ближайшее *меньшее* число оборотов шпинделя (*меньшее* – т.к. даже при незначительном увеличении скорости резания может произойти существенное уменьшение стойкости режущего инструмента): $n_{np} = 560$ об/мин. Рассчитываем действительную (уточненную) скорость резания при *принятом числе оборотов шпинделя*:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n_{np}}{1000}, \text{ м/мин.} \quad (6.6)$$

В нашем случае *действительная скорость резания* V_δ :

$$V_\delta = \frac{\pi \cdot 95,7 \cdot 560}{1000} = 174 \text{ м/мин.}$$

Уточненная (*действительная*) *мощность резания* N_δ :

$$N_\delta = \frac{253 \cdot 174}{1020 \cdot 60} = 0,7 \text{ кВт.}$$

Расчет скорости резания Ø95,1h7

Воспользуемся расчетом по формуле. При наружном продольном и поперечном точении и растачивании скорость резания V , м/мин, рассчитывается по формуле:

$$V = \frac{C_V}{(T^m \cdot t^x \cdot s^y)} \cdot K_V, \quad (6.1)$$

где: T – стойкость инструмента (период работы инструмента до затупления). При чистовой, исходя из принципа равной стойкости, обработке в средне-серийном производстве обычно $T=60$ мин. [1, стр. 415].

Значения коэффициента C_V и показателей степени приведены в *табл.17* [1, стр. 269]. Для рассматриваемого чистового точения наружной поверхности наибольшая глубина резания $t = 0,1$ мм. Коэффициенты и показатели степеней определяем из табл. 17 [1]:

$$C_V=350; x=0,15; y=0,2; m=0,20.$$

K_V - поправочный коэффициент, для получения действительного значения скорости резания.

$$K_V = K_{Mv} \times K_{Iv} \times K_{Iv}, \quad (6.2)$$

где $K_{Mv} = K_T \cdot (750/\sigma_s)^{mv}$ - коэффициент, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала (прочности) на скорость резания. Для стали 40х предел прочности на растяжение $\sigma_s=980$ МПа, $K_T=1$, $mv=1$ [1, стр. 261], поэтому $K_{Mv} = 1 \cdot (750/980)^1 = 0,765$;

K_{Iv} - коэффициент, учитывающий материал режущей части. Для режущей пластинки из твердого сплава Т30К4 $K_{Iv} = 1$ [1, табл.6];

$K_{Iv} = 1,0$ - коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки [1, табл.5, стр263];

$$K_V = 1 \times 1 \times 0,765 = 0,765$$

$$V = \frac{C_V}{(T^m \cdot t^x \cdot s^y)} \cdot K_V = \frac{350}{(60^{0,2} \cdot 0,1^{0,15} \cdot 0,12^{0,2})} \cdot 0,765 = 259,5 \text{ м/мин.}$$

Расчет силы и мощности резания Ø95,1h7

Силу резания P принято раскладывать на составляющие силы, направленные по осям координат станка (P_z, P_y, P_x).

При наружном продольном точении:

$$P_{z, y, x} = C_P \times t^x \times s^y \times V^n \times K_P, \quad (6.3)$$

где C_P – коэффициент, зависящий от обрабатываемого и режущего материала; K_P – поправочный коэффициент.

$$K_P = K_{M_p} \times K_{\varphi p} \times K_{\gamma p} \times K_{\lambda p} \times K_{R_p}, \quad (6.4)$$

где K_{M_p} - коэффициент, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала (прочности) на силу резания. Для стали 40х предел прочности на растяжение $\sigma_s=980 \text{ МПа}$, поэтому $K_{M_p}=1,22$ -расчитан ранее.

$K_{\varphi p}$ - коэффициент, учитывающий влияние главного угла в плане φ на силу резания;

$K_{\gamma p}$ - коэффициент, учитывающий влияние главного переднего угла в главной секущей плоскости γ на силу резания;

$K_{\lambda p}$ - коэффициент, учитывающий влияние угла наклона главной режущей кромки λ на силу резания;

K_{R_p} - коэффициент, учитывающий влияние радиуса при вершине резца R на силу резания;

Для рассматриваемого получистового точения наружной поверхности Ø95,1h7 наибольшая глубина резания $t=0,1$ мм. Коэффициенты и показатели степеней, найденные в табл. 22 [1], заносим в табл. 6.3.

Таблица 6.3. Расчет составляющих сил резания при получистовой обточке Ø95,3h9

Компонента	C_P	x	y	n	K_{M_p}	$K_{\varphi p}$	$K_{\gamma p}$	$K_{\lambda p}$	K_{R_p}	K_P	$P_z, \text{ Н}$
P_z	300	1	0,75	-0,15	1,22	1,0	1,0	1	1	1,0	32

$$P_z = 10 \times 300 \times 0,1^1 \times 0,12^{0,75} \times 259,5^{-0,15} \times 1,22 = 32 \text{ Н;}$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, \quad [\text{кВт}] \quad (6.5)$$

где P_z – тангенциальная составляющая силы резания (совпадающая по направлению с вектором скорости резания), Н; V – скорость резания, м/мин.

В нашем случае при черновой обточке Ø31,1h11:

					ВКР.ТАМП. 151001.00 ПЗ						Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата							31

$$N = \frac{32 \cdot 259,5}{1020 \cdot 60} = 0,13 \text{ кВт.}$$

Рассчитываем **число оборотов шпинделя** $n_{расч}$:

$$n_{расч} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_{\max}} = \frac{1000 \cdot 259,5}{\pi \cdot 95,1} = 869 \text{ об/мин,}$$

где d_{\max} – наибольший диаметр обрабатываемой поверхности, мм.

В техническом паспорте станка находим ближайшее **меньшее** число оборотов шпинделя (**меньшее** – т.к. даже при незначительном увеличении скорости резания может произойти существенное уменьшение стойкости режущего инструмента): $n_{np} = 800$ об/мин. Рассчитываем действительную (уточненную) скорость резания при **принятом числе оборотов шпинделя**:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n_{np}}{1000}, \text{ м/мин.} \quad (6.6)$$

В нашем случае **действительная скорость резания** V_{∂} :

$$V_{\partial} = \frac{\pi \cdot 95,1 \cdot 800}{1000} = 239 \text{ м/мин.}$$

Уточненная (**действительная**) **мощность резания** N_{∂} :

$$N_{\partial} = \frac{32 \cdot 239}{1020 \cdot 60} = 0,12 \text{ кВт.}$$

Шлифование круглое Ø95h6

Глубина шлифования $t=0,05$ мм.

Выбираем шлифовальный круг на основе электрокорунда белого:

ПП 200×10×32 22А 40 СМ2 К5 6 ГОСТ 2424-83,

где: 22А – марка абразивного зерна (электрокорунд белый); 40 – зернистость круга (размер зерна 400 мкм); СМ2 – твёрдость круга (средне мягкий 2); К5 – марка связки (керамическая 5); 6 – структура круга.

Скорость детали принимаем в соответствии с рекомендациями приведенными в таблице 55 [4, с. 301]: $V_{заг} = 25$ м/мин.

$$n_3 = \frac{1000 \cdot v_3}{\pi D_3} = \frac{1000 \cdot 25}{3,14 \cdot 95} = 83,8 \text{ об/мин.}$$

Глубину резания выбираем по таблице 55 [4, с. 301]: $t = 0,05$ мм на один двойной ход. Общее количество двойных ходов 10.

Продольную подачу выбираем по таблице 55 [4, с. 301]: $s = 5$ мм/об.

Эффективная мощность, кВт, при шлифовании периферией круга:

$$N = C_N \cdot V_3^r \cdot t^X \cdot s^Y \cdot d^q \quad (22)$$

					ВКР.ТАМП. 151001.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		32

где значение коэффициента C_N и показателей степени по таблице 56 [4, стр. 303].

$$C_N = 1,3; r = 0,75; x = 0,85; y = 0,7.$$

Тогда:

$$N = C_N \cdot V_3^r \cdot t^x \cdot s^y \cdot d^q = 1,3 \cdot 25^{0,75} \cdot 0,05^{0,85} \cdot 5^{0,7} = 3,5 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:

$$N \leq N_{ct} \cdot \eta$$

где $N_{ct} = 4 \text{ кВт}$ – мощность главного электродвигателя в кВт;

$\eta = 0,9$ – КПД привода.

$$3,5 < 3,6.$$

1.6.2 Отрезание ленточной пилой заготовки вала.

При отрезании заготовки из прутка диаметром 210 мм длиной 470 мм ленточной пилой $S \leq 50$ мм/мин [таблица 43, 1, с. 293], скорость резания 6-12 м/мин [таблица 44, 1, с. 293], глубина резания 210 мм. Материал режущей части Р6М5К8.

1.6.3 Подрезка торцов вала

Подрезка торца с размера 470 мм до размера 468 мм

Глубина резания $t=2$ мм.

Выбираем резец по рекомендациям [1, стр.121]. Резец – подрезной отогнутый с режущей пластиной из твердого сплава Т15К10 ГОСТ18880-73.

Размер державки резца: 15×15 мм. По справочнику [1, табл. 15] при радиусе при вершине резца 1,2 мм и требуемой шероховатости определяем подачу $S=0,3$ мм/об.

6.4.1.1 Расчет скорости резания

Воспользуемся расчетом по формуле. При наружном продольном и поперечном точении и растачивании скорость резания V , м/мин, рассчитывается по формуле:

$$V = \frac{C_V}{(T^m \cdot t^x \cdot s^y)} \cdot K_V, \quad (6.1)$$

где: T – стойкость инструмента (период работы инструмента до затупления). При подрезке, исходя из принципа равной стойкости, в среднесерийном производстве обычно $T=60$ мин. [1, стр. 268].

Значения коэффициента C_V и показателей степени приведены в табл.17

					ВКР.ТАМП. 151001.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		33

[1, стр. 269]. Для рассматриваемого подрезания торца наибольшая глубина резания $t = 2$ мм. Коэффициенты и показатели степеней определяем из табл. 17 [1]:

$$C_V = 47; x = -; y = 0,8; m = 0,20.$$

K_V - поправочный коэффициент, для получения действительного значения скорости резания.

$$K_V = K_{Mv} \times K_{Hv} \times K_{Lv}, \quad (6.2)$$

где $K_{Mv} = K_{\Gamma} \cdot (750/\sigma_s)^{nv}$ - коэффициент, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала (прочности) на скорость резания. Для стали 40х предел прочности на растяжение $\sigma_s = 980$ МПа, $K_{\Gamma} = 1$, $nv = 1$ [1, стр. 261], поэтому $K_{Mv} = 1 \cdot (750/980)^1 = 0,765$;

K_{Hv} - коэффициент, учитывающий материал режущей части. Для режущей пластинки из твердого сплава Т15К6 $K_{Hv} = 1$ [1, табл.6];

$K_{Lv} = 1,0$ - коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки [1, табл.5, стр.263];

$$K_V = 1 \times 0,765 \times 1 = 0,765$$

$$V = \frac{C_V}{(T^m \cdot t^x \cdot s^y)} \cdot K_V = \frac{47}{(60^{0,2})} \cdot 0,765 = 16 \text{ м/мин.}$$

В нашем случае скорость изменяется от 16 м/мин до нуля.

Расчет силы и мощности резания при подрезке торцев

Силу резания P принято раскладывать на составляющие силы, направленные по осям координат станка (P_z, P_y, P_x).

При наружном продольном точении:

$$P_{z, y, x} = C_P \times t^x \times s^y \times V^n \times K_P, \quad [\text{Н}], \quad (6.3)$$

где C_P - коэффициент, зависящий от обрабатываемого и режущего материала; K_P - поправочный коэффициент.

$$K_P = K_{Mp} \times K_{\varphi p} \times K_{\gamma p} \times K_{\lambda p} \times K_{Rp}, \quad (6.4)$$

где K_{Mp} - коэффициент, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала (прочности) на силу резания. Для стали 45 предел прочности на растяжение $\sigma_s = 980$ МПа, поэтому $K_{Mp} = 1,22$ - рассчитан ранее.

$K_{\varphi p}$ - коэффициент, учитывающий влияние главного угла в плане φ на силу резания;

$K_{\gamma p}$ - коэффициент, учитывающий влияние главного переднего угла в главной секущей плоскости γ на силу резания;

$K_{\lambda p}$ - коэффициент, учитывающий влияние угла наклона главной режущей кромки λ на силу резания;

K_{Rp} - коэффициент, учитывающий влияние радиуса при вершине резца R на силу резания;

Для рассматриваемой подрезки торца наибольшая глубина резания $t = 2$ мм. Коэффициенты и показатели степеней, найденные в табл. 22 [1], заносим в табл. 6.4.

Таблица 6.4. Расчет составляющих сил резания при подрезке торца

Компонента	C_P	x	y	n	K_{M_p}	K_{ϕ_p}	K_{γ_p}	K_{λ_p}	K_{R_p}	K_P	$P_z, \text{Н}$
P_z	408	0,72	0,8	-	1,22	1	1,0	1	1	1,0	

$$P_z = 10 \times 408 \times 2^{0,72} \times 0,3^{0,8} \times 1,22 = 3102 \text{ Н};$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, \text{ [кВт]} \quad (6.5)$$

где P_z – тангенциальная составляющая силы резания (совпадающая по направлению с вектором скорости резания), Н; V – скорость резания, м/мин.

В нашем случае при черновой обточке $\text{Ø}31,1\text{h}11$:

$$N = \frac{3102 \cdot 16}{1020 \cdot 60} = 0,8 \text{ кВт.}$$

Рассчитываем **число оборотов шпинделя** $n_{расч}$:

$$n_{расч} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_{\max}} = \frac{1000 \cdot 16}{\pi \cdot 210} = 214 \text{ об/мин,}$$

где d_{\max} – наибольший диаметр обрабатываемой поверхности, мм.

В техническом паспорте станка находим ближайшее **меньшее** число оборотов шпинделя (**меньшее** – т.к. даже при незначительном увеличении скорости резания может произойти существенное уменьшение стойкости режущего инструмента): $n_{пр} = 200$ об/мин. Рассчитываем действительную (уточненную) скорость резания при **принятом числе оборотов шпинделя**:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n_{пр}}{1000}, \text{ м/мин.} \quad (6.6)$$

В нашем случае **действительная скорость резания** V_δ :

$$V_\delta = \frac{\pi \cdot 210 \cdot 200}{1000} = 15,5 \text{ м/мин.}$$

Уточненная (**действительная**) **мощность резания** N_δ :

$$N_\delta = \frac{3102 \cdot 15,5}{1020 \cdot 60} = 0,8 \text{ кВт.}$$

1.6.4 Сверление

Отверстие Ø15 мм

Материал сверла – быстрорежущая сталь Р6М5.

Глубина резания $t = 0,5 \cdot D = 0,5 \cdot 15 = 7,5 \text{ мм}$.

Подача по таблице 25 [4, с.277]: $S = 0,28 \dots 0,33 \text{ мм/об}$. Принимаем по паспорту $S = 0,3 \text{ мм/об}$.

Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_V, \quad (6.7)$$

Период стойкости инструмента принимаем по таблице 30 [4, с.279]: $T = 45 \text{ мин}$.

Значения коэффициентов: $C_V = 9,8$; $q = 0,4$; $m = 0,2$; $y = 0,5$ – определены по таблице 28 [4, с.278].

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IVV}, \quad (6.8)$$

где K_{IV} - коэффициент, учитывающий глубину сверления.

$$K_{MV} = K_r \cdot \left(\frac{750}{980} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{980} \right)^{0,9} = 0,78.$$

Значение коэффициента K_r и показатель степени n_v для сверла из быстрорежущей стали при обработке заготовки из стали 40х берем из таблицы 2 [4, с.262]: $K_r = 1,0$, $n_v = 0,9$.

По таблице 6 [4, с.263] $K_{IVV} = 1,0$.

По табл. 31 [4, с.280]: $K_{IV} = 1$.

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IVV} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,78 = 0,78.$$

Скорость резания, формула (16):

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{9,8 \cdot 15^{0,4}}{45^{0,2} \cdot 0,3^{0,4}} \cdot 0,78 = 17,3 \text{ м/мин.}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 17,3}{3,14 \cdot 15} = 367 \text{ об/мин.}$$

					ВКР.ТАМП. 151001.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		36

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{ст} = 360 \text{ об/мин.}$$

Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 15,0 \cdot 360}{1000} = 17 \text{ м/мин}$$

Определяем крутящий момент по формуле:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p. \quad (6.9)$$

Значения коэффициентов: $C_M = 0,0345$; $q = 2,0$; $y = 0,8$ – определены по таблице 32 [4, с. 281].

Коэффициент $K_p = K_{MP} = 1,22$

Крутящий момент, формула (18):

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,0345 \cdot 15,0^2 \cdot 0,3^{0,8} \cdot 1,22 = 35,9 \text{ Н·м.}$$

Определяем осевую силу по формуле:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p \quad (6.10)$$

Значения коэффициентов: $C_p = 68$; $q = 1,0$; $y = 0,7$ – определены по таблице 32 [4, с.281].

Осевая сила по формуле (19):

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 68 \cdot 15,0^{1,0} \cdot 0,3^{0,7} \cdot 1,22 = 5357 \text{ Н.}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n_{ф}}{9750} = \frac{35,9 \cdot 360}{9750} = 1,3 \text{ кВт}$$

Мощность электродвигателя станка 2,2 кВт, она достаточна для выполнения операции.

Сверление отверстия Ø11 мм

Материал сверла – быстрорежущая сталь Р6М5.

Глубина резания $t = 0,5 \cdot D = 0,5 \cdot 11 = 5,5 \text{ мм}$.

Подача по таблице 25 [4, с.277]: $S = 0,25 \dots 0,28 \text{ мм/об}$. Принимаем по паспорту $S = 0,25 \text{ мм/об}$.

Скорость резания определяется по формуле:

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

					ВКР.ТАМП. 151001.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		37

Период стойкости инструмента принимаем по таблице 30 [4, с.279]:
 $T=45$ мин.

Значения коэффициентов: $C_V = 9,8$; $q = 0,4$; $m = 0,2$; $y = 0,5$ – определены по таблице 28 [4, с.278].

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IV}, \quad (17)$$

где K_{IV} - коэффициент, учитывающий глубину сверления.

$$K_{MV} = K_r \cdot \left(\frac{750}{980}\right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{980}\right)^{0,9} = 0,78.$$

Значение коэффициента K_r и показатель степени n_v для сверла из быстрорежущей стали при обработке заготовки из стали 40х берем из таблицы 2 [4, с.262]: $K_r = 1,0$, $n_v = 0,9$.

По таблице 6 [4, с.263] $K_{IV} = 1,0$.

По табл. 31 [4, с.280]: $K_{IV} = 1$.

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IV} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,78 = 0,78.$$

Скорость резания, формула (16):

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{9,8 \cdot 11^{0,4}}{45^{0,2} \cdot 0,25^{0,4}} \cdot 0,78 = 16,3 \text{ м/мин.}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 16,3}{3,14 \cdot 11} = 471 \text{ об/мин.}$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{ст} = 450 \text{ об/мин.}$$

Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 11,0 \cdot 450}{1000} = 15,5 \text{ м/мин}$$

Определяем крутящий момент по формуле:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p.$$

Значения коэффициентов: $C_M = 0,0345$; $q = 2,0$; $y = 0,8$ – определены по таблице 32 [4, с. 281].

					ВКР.ТАМП. 151001.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		38

Коэффициент $K_p = K_{MP} = 1,22$

Крутящий момент, формула (18):

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,0345 \cdot 11,0^2 \cdot 0,25^{0,8} \cdot 1,22 = 16,8 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Определяем осевую силу по формуле:

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

Значения коэффициентов: $C_p = 68$; $q = 1,0$; $y = 0,7$ – определены по таблице 32 [4, с.281].

Осевая сила по формуле (19):

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 68 \cdot 11,0^{1,0} \cdot 0,25^{0,7} \cdot 1,22 = 3457 \text{ Н}.$$

Мощность резания:

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n_{\phi}}{9750} = \frac{16,8 \cdot 450}{9750} = 0,8 \text{ кВт}$$

Мощность электродвигателя станка 2,2 кВт, она достаточна для выполнения операции.

Сверление отверстия Ø5 мм

Материал сверла – быстрорежущая сталь Р6М5.

Глубина резания $t = 0,5 \cdot D = 0,5 \cdot 5 = 2,5 \text{ мм}$.

Подача по таблице 25 [4, с.277]: $S = 0,10 \dots 0,15 \text{ мм/об}$. Принимаем по паспорту $S = 0,15 \text{ мм/об}$.

Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента принимаем по таблице 30 [4, с.279]: $T = 15 \text{ мин}$.

Значения коэффициентов: $C_v = 7,0$; $q = 0,4$; $m = 0,2$; $y = 0,7$ – определены по таблице 28 [4, с.278].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IV},$$

где K_{IV} - коэффициент, учитывающий глубину сверления.

$$K_{MV} = K_T \cdot \left(\frac{750}{980}\right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{980}\right)^{0,9} = 0,78.$$

					ВКР.ТАМП. 151001.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		39

Значение коэффициента K_r и показатель степени n_v для сверла из быстро-режущей стали при обработке заготовки из стали 40х берем из таблицы 2 [4, с.262]: $K_r = 1,0$, $n_v = 0,9$.

По таблице 6 [4, с.263] $K_{IV} = 1,0$.

По табл. 31 [4, с.280]: $K_{IV} = 1$.

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IV} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,78 = 0,78.$$

Скорость резания, формула (16):

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{7,0 \cdot 5,0^{0,4}}{15^{0,2} \cdot 0,15^{0,7}} \cdot 0,78 = 22,6 \text{ м/мин.}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 22,6}{3,14 \cdot 5,0} = 1440 \text{ об/мин.}$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{ст} = 1400 \text{ об/мин.}$$

Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 5,0 \cdot 1400}{1000} = 22 \text{ м/мин}$$

Определяем крутящий момент по формуле:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p.$$

Значения коэффициентов: $C_M = 0,0345$; $q = 2,0$; $y = 0,8$ – определены по таблице 32 [4, с. 281].

Коэффициент $K_p = K_{MP} = 1,22$

Крутящий момент, формула (18):

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,0345 \cdot 5,0^2 \cdot 0,15^{0,8} \cdot 1,22 = 2,3 \text{ Н·м.}$$

Определяем осевую силу по формуле:

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

Значения коэффициентов: $C_p = 68$; $q = 1,0$; $y = 0,7$ – определены по таблице 32 [4, с.281].

Осевая сила по формуле (19):

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 68 \cdot 5,0^{1,0} \cdot 0,15^{0,7} \cdot 1,22 = 1100 \text{ Н.}$$

					ВКР.ТАМП. 151001.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		40

Мощность резания:

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n_{\phi}}{9750} = \frac{2,3 \cdot 1400}{9750} = 0,33 \text{ кВт}$$

Мощность электродвигателя станка 2,2 кВт, она достаточна для выполнения операции.

					ВКР.ТАМП. 151001.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		41

1.7 ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ

Токарно- винторезный станок модели 16К20

Основные данные: Размеры в мм

Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки, мм:	
над станиной	400
над суппортом	220
Наибольший диаметр прутка, проходящего через отверстие в шпинделе, мм	53
Наибольшая длина обрабатываемой заготовки, мм	1000
Шаг нарезаемой метрической резьбы	До 20
Частота вращения шпинделя, об/мин	12,5 – 1600
Число скоростей шпинделя	22
Подача суппорта, мм/об:	
продольная	0,05-2,8
поперечная	0,025 – 1,4
Число ступеней подач	22
Скорость быстрого перемещения суппорта, мм/мин:	
продольного	4800
поперечного	2400
Мощность электродвигателя главного привода, кВт	10
Габаритные размеры (без ЧПУ):	
длина	2505
ширина	1190
высота	1500
Масса, кг	2835

Вертикально-сверлильный станок с ЧПУ

Модель 2P135Ф2

Основные данные: Размеры в мм

Наибольший условный диаметр сверления в стали	35
Рабочая поверхность стола	400×710
Наибольшее расстояние от торца шпинделя до рабочей поверхности стола	700
Вылет шпинделя	250
Наибольший ход шпинделя	200
Наибольшее вертикальное перемещение:	
сверлильной головки	170
стола	270
Конус Морзе отверстия шпинделя	
Число скоростей шпинделя	12
Частота вращения шпинделя, об/мин	45 – 2000
Число подач шпинделя	9
Подача шпинделя, мм/об	0,1 – 1,6
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	3,7
Габаритные размеры:	
длина	1800
ширина	2170
Высота	2700
Масса, кг	5400

Круглошлифовальный станок

Модель 3Е12

Основные данные: Размеры в мм

Наибольшие размеры устанавливаемой заготовки:	
диаметр	200
длина	500
Наибольший диаметр шлифования:	
наружного	30-100
внутреннего	—
Наибольшая длина шлифования:	
наружного	340
внутреннего	—
Высота центров над столом	100
Наибольшее продольное перемещение стола	500
Угол поворота стола, °:	
по часовой стрелке	6
против часовой стрелки	7
Скорость автоматического перемещения стола, м/мин	0,02 – 4
Частота вращения шпинделя заготовки, об/мин	100 – 1930
Конус Морзе шпинделя передней бабки и пиноли задней бабки	3
Наибольшие размеры шлифовального круга:	
наружный диаметр	600
высота	40
наибольшее	80
на одно деление лимба	0,002
за один оборот толчковой рукоятки	0,0005
Частота вращения шпинделя шлифовального круга, об/мин	
при наружном шлифовании	2500
при внутреннем шлифовании	—

									Лист
									44
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ВКР.ТАМП. 151001.00 ПЗ				

Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	3
Габаритные размеры (с приставным оборудованием):	
длина	2300
ширина	2300
высота	1600
Масса (с приставным оборудованием), кг	3500

Координатно-расточной станок с ЧПУ

Модель 2E450AФ30

Основные данные: Размеры в мм

Наибольший условный диаметр сверления в стали	35
Рабочая поверхность стола	1000*630
Наибольшее расстояние от торца шпинделя до рабочей поверхности стола	200-750
Вылет шпинделя	710
Наибольший ход шпинделя	200
Наибольшее вертикальное перемещение:	
шпинделя	260
стола	270
Конус Морзе отверстия шпинделя	
Число скоростей шпинделя	
Частота вращения шпинделя, об/мин	10 – 2500
Число подач шпинделя	9
Подача шпинделя, мм/об	0,125...10 00
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	7,2
Габаритные размеры:	
длина	3350

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ВКР.ТАМП. 151001.00 ПЗ	Лист
						45

ширина	2500
Высота	2885
Масса, кг	8000

					ВКР.ТАМП. 151001.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		46

1.8 Расчет основного времени

Основное время для токарных операций определяем по формуле [4, стр. 603]:

$$T_o = L \cdot i / (n \cdot S), \text{ мин}$$

где L – расчётная длина обработки, мм;

i – число рабочих ходов;

n – частота вращения шпинделя, об/мин;

S – подача, мм/об (мм/мин).

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_g + l_{cx} + l_{nd},$$

где l – размер детали на данном переходе, мм;

l_g – величина врезания инструмента, мм;

l_{cx} – величина схода инструмента, мм;

l_{nd} – величина подвода инструмента, мм.

Принимаем: $l_{cx} = l_{nd} = 1$ мм.

Величина врезания инструмента:

$$l_{gp} = t / \operatorname{tg} \varphi,$$

где t – глубина резания, мм;

φ – угол в плане.

Тогда окончательная формула для определения основного времени:

$$T_o = (l + t / \operatorname{tg} \varphi + l_{cx} + l_{nd}) \cdot i / (n \cdot S),$$

Основное время для первой токарной операции:

переход 1: подрезка торца

$$T_o = (l + t / \operatorname{tg} \varphi + l_{cx} + l_{nd}) \cdot i / (n \cdot S) = (110 + 2,5 / \operatorname{tg} 10^\circ + 1 + 1) \cdot 1 / (200 \cdot 0,3) = 2,28 \text{ мин},$$

переход 2: сверление центрального отверстия

$$T_o = (l + t / \operatorname{tg} \varphi + l_{cx} + l_{nd}) \cdot i / (n \cdot S) = (22 + 5 / \operatorname{tg} 60^\circ + 1 + 1) / (200 \cdot 1,5) = 0,25 \text{ мин},$$

переход 3: черновое точение

$$T_o = (l + t / \operatorname{tg} \varphi + l_{cx} + l_{nd}) \cdot i / (n \cdot S) = (437 + 2 / \operatorname{tg} 45^\circ + 1 + 1) \cdot 24 / (200 \cdot 0,8) = 32 \text{ мин},$$

					ВКР.ТАМП. 151001.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		47

переход 4: черновое точение

$$T_o = (l + t / \operatorname{tg} \varphi + l_{cx} + l_{но}) \cdot i / (n \cdot S) = (427,5 + 2 / \operatorname{tg} 45 + 1 + 1) / (360 \cdot 0,8) = 4,8 \text{ мин},$$

переход 5: черновое точение

$$T_o = (l + t / \operatorname{tg} \varphi + l_{cx} + l_{но}) \cdot i / (n \cdot S) = (379 + 2 / \operatorname{tg} 45 + 1 + 1) / (400 \cdot 0,8) = 1 \text{ мин},$$

переход 6: черновое точение

$$T_o = (l + t / \operatorname{tg} \varphi + l_{cx} + l_{но}) \cdot i / (n \cdot S) = (340 + 2 / \operatorname{tg} 45 + 1 + 1) \cdot 4 / (600 \cdot 0,8) = 0,2 \text{ мин},$$

Переход 7 : черновое точение

$$T_o = (l + t / \operatorname{tg} \varphi + l_{cx} + l_{но}) \cdot i / (n \cdot S) = (4 + 2 / \operatorname{tg} 45 + 1 + 1) \cdot 18 / (200 \cdot 0,8) = 0,7 \text{ мин},$$

Основное время для 2 токарной операции:

переход 1: подрезка торца

$$T_o = (l + t / \operatorname{tg} \varphi + l_{cx} + l_{но}) \cdot i / (n \cdot S) = (110 + 2,5 / \operatorname{tg} 10^\circ + 1 + 1) \cdot 1 / (600 \cdot 0,5) = 2,28 \text{ мин},$$

переход 2: сверление центрального отверстия

$$T_o = (l + t / \operatorname{tg} \varphi + l_{cx} + l_{но}) \cdot i / (n \cdot S) = (22 + 5 / \operatorname{tg} 45^\circ + 1 + 1) / (200 \cdot 0,4) = 0,25 \text{ мин},$$

переход 3: черновое точение

$$T_o = (l + t / \operatorname{tg} \varphi + l_{cx} + l_{но}) \cdot i / (n \cdot S) = (4,5 + 2 / \operatorname{tg} 45^\circ + 1 + 1) / (280 \cdot 1) = 0,07 \text{ мин},$$

Переход 4: черновое точение

$$T_o = (l + t / \operatorname{tg} \varphi + l_{cx} + l_{но}) \cdot i / (n \cdot S) = (20,5 + 2 / \operatorname{tg} 45^\circ + 1 + 1) / (600 \cdot 0,8) = 0,3 \text{ мин},$$

Основное время для вертикально-сверлильной операции:

$$T_o = (l + t / \operatorname{tg} \varphi + l_{cx} + l_{но}) \cdot i / (n \cdot S) = (42 + 7,5 / \operatorname{tg} 60^\circ + 1 + 1) \cdot 2 / (360 \cdot 0,15) = 0,4 \text{ мин},$$

$$T_o = (l + t / \operatorname{tg} \varphi + l_{cx} + l_{но}) \cdot i / (n \cdot S) = (22,5 + 2,5 / \operatorname{tg} 60^\circ + 1 + 1) \cdot 2 / (1400 \cdot 0,15) = 0,06 \text{ мин},$$

$$T_o = (l + t / \operatorname{tg} \varphi + l_{cx} + l_{но}) \cdot i / (n \cdot S) = (22,5 + 5,5 / \operatorname{tg} 60^\circ + 1 + 1) \cdot 8 / (450 \cdot 0,25) = 0,48 \text{ мин},$$

Основное время для 3 токарной операции:

переход 1: получистовое точение

$$T_o = (l + t / \operatorname{tg} \varphi + l_{cx} + l_{но}) \cdot i / (n \cdot S) = (30 + 1 + 1) / (570 \cdot 0,33) = 0,17 \text{ мин},$$

переход 2: получистовое точение

$$T_o = (l + t / \operatorname{tg} \varphi + l_{cx} + l_{но}) \cdot i / (n \cdot S) = (30 + 1 + 1) / (650 \cdot 0,33) = 0,15 \text{ мин},$$

переход 3: получистовое точение

$$T_o = (l + t / \operatorname{tg} \varphi + l_{cx} + l_{но}) \cdot i / (n \cdot S) = (262 + 1 + 1) / (650 \cdot 0,33) = 1,23 \text{ мин},$$

переход 4: получистовое точение

$$T_o = (l + t / \operatorname{tg} \varphi + l_{cx} + l_{но}) \cdot i / (n \cdot S) = (20 + 1 + 1) / (800 \cdot 0,33) = 0,08 \text{ мин},$$

Переход 5 : получистовое точение

					ВКР.ТАМП. 151001.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		48

$$T_o = (l + t / \operatorname{tg} \varphi + l_{cx} + l_{но}) \cdot i / (n \cdot S) = (6 + 1 + 1) / (570 \cdot 0,33) = 0,04 \text{ мин},$$

переход б : получистовое точение

$$T_o = (l + t / \operatorname{tg} \varphi + l_{cx} + l_{но}) \cdot i / (n \cdot S) = (2 + 2 / \operatorname{tg} 45^\circ + 1 + 1) / (600 \cdot 0,5) = 0,02 \text{ мин},$$

Основное время для круглошлифовальной операции:

переход 1:

$$T_o = (l + l_{cx} + l_{но}) \cdot i / (V_{cm}) = (31 + 1 + 1) \cdot 2 / 500 = 0,128 \text{ мин},$$

где $V_{cm} = 500 \text{ мм/мин}$ – скорость перемещения стола.

переход 2:

$$T_o = (l + l_{cx} + l_{но}) \cdot i / (V_{cm}) = (55,4 + 1 + 1) \cdot 2 / 500 = 0,22 \text{ мин},$$

Остальное основное время определяем в соответствии с рекомендациями [1, стр.146].

					ВКР.ТАМП. 151001.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		49

2. Конструкторская часть

2.1 Выбор станочного приспособления.

В условиях единичного и серийного производства, при частой смене обрабатываемых деталей, на установку и ручной их зажим в универсальных патронах затрачивается до 30% от вспомогательного времени.

Затраты времени на установку и зажим заготовок в механизированном патроне сокращаются в 5 раз. Механизация облегчает труд станочника. Кроме того, механизированные патроны можно автоматизировать и включать в автоматический цикл работы станка.

Привод механизированных патронов размещается на заднем конце шпинделя, на передней торцевой стенке передней бабки либо встраивается в корпус патрона.

Привод может быть пневматическим, гидравлическим, электромеханическим и др. наибольшее применение находят вращающиеся пневматические приводы, расположенные на заднем конце шпинделя.

В нашем технологическом процессе при черновой токарной обработке вала будем использовать трехкулачковый клиновой самоцентрирующий патрон с переставными кулачками и механизированным приводом.

					ВКР.ТАМП. 151001.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		50

2.2 ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ПРИНЦИП РАБОТЫ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

Тип приспособления во многом определяется наименованием и содержанием конкретной определенной операции. Так для операции №2 конкретно выбираем проектирование токарного приспособления, трёхкулачковый клиновой токарный патрон.

Для обработки детали типа «вал» на станке марки 16К20, а именно для токарной операции (получение цилиндрической поверхности, подрезка торца, канавки) выбрали приспособление типа самоцентрирующийся трёх кулачковый клиновой токарный патрон. В качестве привода к патрону применили вращающуюся пневмокамеру мембранного типа.

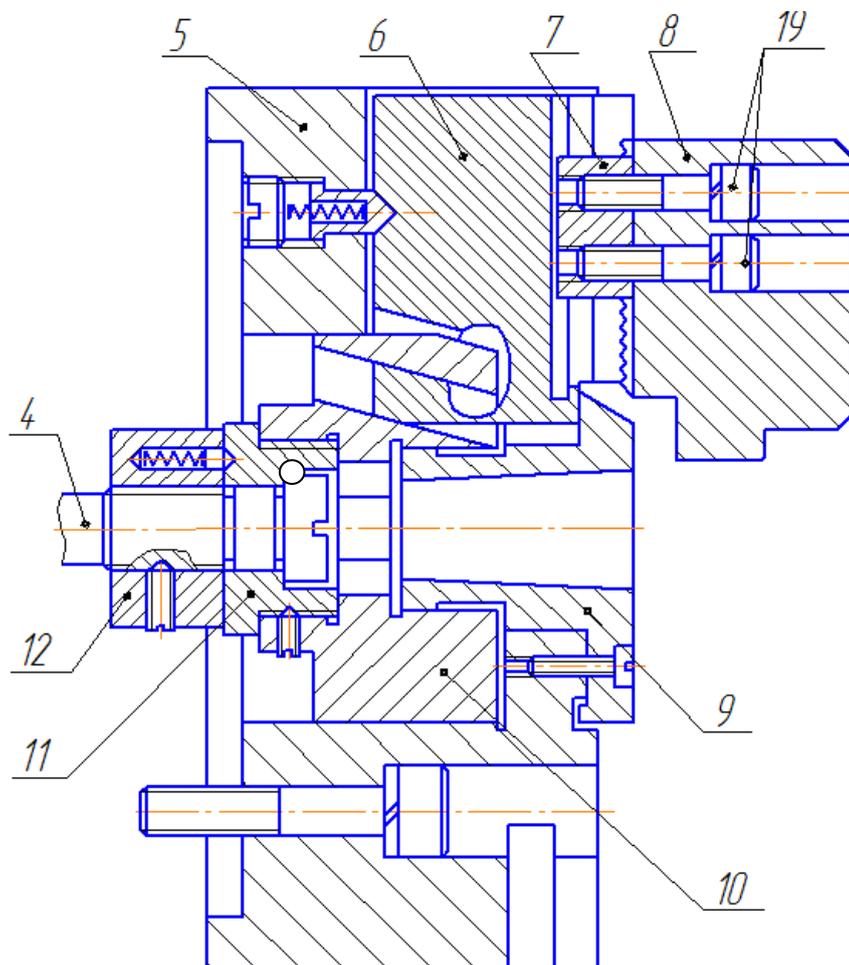


Рисунок 1.1 Токарный трёхкулачковый самоцентрирующийся клиновой патрон;

На рисунке 1.1 изображен токарный трех кулачковый самоцентрирующийся механизированный клиновой патрон. В пазах корпуса 5 установлены три ползуна 6, к которым винтами 19 и сухарями 7 прикреплены кулачки 8. Головка 10 с помощью упора 11 и гайкой упора 12 соединены с тягой 4, размещенной в полости шпинделя станка, которая в свою очередь соединена со штоком пневматического привода. В ней предусмотрены три паза с углом наклона 15° , в которые входят наклонные выступы ползунков 6, образуя клиновые сопряженные

					Лист
					51
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ВКР.ТАМП. 151001.00 ПЗ

пары.

Заготовка зажимается в патроне при перемещении штока привода влево. При этом через тягу 4, упор 11 и гайку упора 12, движение передается на головку 10, которая смещает выступы ползунов 6 по наклонным пазам к оси патрона. Сменные кулачки 8 также перемещаются к центру патрона и зажимают обрабатываемую заготовку. Открепление заготовки происходит при движении штока привода вправо, который через тягу перемещает вправо и головку 10. Выступы ползунов 6 смещаются по наклонным пазам головки 10 в направлении от оси патрона, сменные кулачки расходятся и заготовка открепляется.

Для замены кулачков головку торцовым ключом, вставляемым в шестигранное отверстие, поворачивают против часовой стрелки на угол 15° . После этого ползуны 6 выводят из пазов корпуса 5 и вынимают. Втулка 9 предназначена для предохранения патрона от засорения и при замене кулачков снимается.

Пневмоцилиндр устанавливается на заднем конце шпинделя и вращается вместе с ним.

2.3 Расчет усилия на штоке

Расчет усилия на штоке для трехкулачкового клинового самоцентрирующего патрона с переставными кулачками:

$$Q = n \cdot K' \left(1 + \frac{3l}{4}\right) \operatorname{tg}(\beta) W_0, \text{ кгс [8, с.8]}$$

Где n - кол-во кулачков;
 K' - коэффициент, учитывающий дополнительные силы трения в патроне ($K'=1,05$);
 β - угол клина;
 W_0 - требуемая суммарная сила зажима на каждом кулачке, в кгс

$$W_0 = K \cdot P_z \left(\frac{\sin \frac{\alpha}{2}}{nf}\right) \frac{D_1}{D}, \text{ кгс [8, с.8]}$$

Где K - коэффициент запаса;
 P_z - окружная сила резания, в кгс;
 α - угол призмы кулачка;
 n - кол-во кулачков;
 f - коэффициент трения на рабочих поверхностях кулачков (для кулачков с гладкой поверхностью $f=0,25$);
 D_1 - диаметр обрабатываемой поверхности, в мм;
 D - диаметр зажимной поверхности, в мм;

$$W_0 = K \cdot P_z \left(\frac{\sin \frac{\alpha}{2}}{nf}\right) \frac{D_1}{D} = 2,5 \cdot 221,6 \left(\frac{1}{3 \cdot 0,25} \cdot \frac{75}{210}\right) = 257 \text{ кгс}$$

$$Q = n \cdot K' \left(1 + \frac{3l}{4}\right) \operatorname{tg}(\beta) W_0 = 3 \cdot 1,05 \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot 75}{50} \cdot 0,1\right) \operatorname{tg} 20^\circ \cdot 257 = 451 \text{ кгс} = 4510 \text{ Н}$$

Усилие, создаваемое на штоке мембранного привода двустороннего действия должно быть больше 4510Н. Из этого параметра определяем габаритные размеры привода и патрона.[9, с.246,372]

					<i>ВКР.ТАМП. 151001.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		53

3. Экономическая часть ВКР.

3.1 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ.

Целью выполнения данного раздела является оценка экономической эффективности усовершенствованного технологического процесса изготовления детали «вал» – путем внедрения более технологического приспособления, инструмента и оборудования. Проектирование и изготовление требует привлечения финансовых затрат и трудовых ресурсов, которые должны быть экономически оправданы. Это говорит о том, что экономический эффект от внедрения технологичного приспособления и оборудования на предприятии должен оправдывать затраты на создание и внедрение на предприятии.

Таблица №3.1

Технологический процесс							
Существующий				Предлагаемый			
№	операция	Разряд рабочего	T_o мин	№	операция	Разряд рабочего	T_o мин
005	Заготовительная	2	1	005	Заготовительная	2	1
010	Токарная	4	6,29	010	Токарно-винторезная	4	6,54
015	Токарная	4	31,4	015	Токарная с ЧПУ	4	39,6
020	Сверлильная	4	6,81	020	Вертикально-сверлильная с ЧПУ		4,02
025	Фрезерная	5	18,6	025	Фрезерная с ЧПУ	5	12,2
030	Слесарная	5	10,85	030	Центрошлифовальная	5	2,15
035	Шлицефрезерная с ЧПУ		36,8	035	Шлицефрезерная	5	25,1
040	Круглошлифовальная	4	7,62	040	Круглошлифовальная	5	0,9
045	Контрольная	5	2,19	045	Слесарная	5	4,28
050				050	Контрольная	5	2,19
ИТОГО			121,5 6	ИТОГО			97,98

Критерием выбора лучшего варианта технологического процесса являются минимальные суммарные затраты на основную и дополнительную зарплаты, социальные отчисления.

Калькуляция себестоимости одного изделия на существующий тех. процесс.

1 Расчет стоимости материала.

Цена материала одного изделия составляет: 1000р

2. Основная заработная плата производственных рабочих на одно изделие.

Основная заработная плата производственных рабочих на изделие определяется зависимостью:

$$C_3 = \sum_{i=1}^m \frac{t_{ni} \cdot C_{ч}}{60} \cdot K_{TK} \cdot K_{np} \cdot K_p ;$$

где,

m – количество операций;

C_ч – часовая ставка для первого разряда;

K_{TK} – тарифный коэффициент соответствующего разряда, показывающий во сколько раз оплата труда соответствующего разряда, превосходит оплату труда первого разряда;

K_{np} – коэффициент, учитывающий доплаты (K_{np}=1,4);

K_p – коэффициент, учитывающий районные выплаты (K_p=1,3);

$$C_3 = \frac{121,56 \times 64}{60} \times 8,62 \cdot 1,4 \cdot 1,3 = 2029 \text{ руб.}$$

Основная заработная плата производственных рабочих на весь объем выпуска составит:

$$C_{3Q} = Q \cdot C_3 = 2 \times 2029 = 4058 \text{ руб.}$$

3. Дополнительная заработная плата.

Дополнительная заработная плата, не связанная с производством.

- оплата труда полагающаяся по закону за не проработанное время, составляет 9% от основной заработной платы.

Дополнительная заработная плата на единицу изделия составит:

$$C_{дон} = C_3 \cdot K_{дон} = 2029 \cdot 0,09 = 182,61 \text{ руб.}$$

4. Отчисления на социальные цели.

Отчисления на социальные цели на одно изделие определяются следующей зависимостью:

					ВКР.ТАМП. 151001.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		55

$$C_{\text{соц}} = (C_3 + C_{\text{дон}}) \cdot K_{\text{соц}} ;$$

где

$K_{\text{соц}}$ – коэффициент единого социального налога ($K_{\text{соц}}=30,2\%$);

Отчисления на социальные цели на одно изделие составят:

$$C_{\text{соц}} = (C_3 + C_{\text{дон}}) \cdot K_{\text{соц}} = (2029 + 182,61) \cdot 0,302 = 668 \text{ руб.}$$

5. Прямые затраты.

Прямые затраты составляют:

$$C_{\text{п}} = C_{\text{м}} + C_3 + C_{\text{доп}} + C_{\text{соц}} = 1000 + 2029 + 182,61 + 668 = 3880 \text{ руб.}$$

6. Общепроизводственные расходы.

Общепроизводственные расходы составляют 300% от основной заработной платы:

$$C_{\text{пр}} = C_3 \cdot 300\% = 2029 \cdot 3 = 6087 \text{ руб.}$$

7. Общая производственная себестоимость.

Производственная себестоимость включает в себя прямые затраты и общепроизводственные расходы:

$$C_{\text{о.пр.}} = C_{\text{п}} + C_{\text{пр}} = 3880 + 6087 = 9967 \text{ руб.}$$

8. Общезаводские расходы.

Общезаводские расходы составляют 200% от основной заработной платы:

$$C_{\text{о.з.}} = C_3 \cdot 200\% = 2029 \cdot 2 = 4058 \text{ руб.}$$

9. Внеплановые расходы.

Внеплановые расходы составляют 0,9% от производственной себестоимости:

$$C_{\text{вн}} = C_{\text{о.пр.}} \cdot 0,9\% = 9967 \cdot 0,009 = 89 \text{ руб.}$$

10. Расходы на продажу.

Расходы на продажу составляют 1% от общей производственной себестоимости и общезаводских расходов.

$$C_{\text{прод}} = (C_{\text{о.пр.}} + C_{\text{о.з.}}) \cdot 1\% = (9967 + 4058) \cdot 0,01 = 140,25 \text{ руб.}$$

					ВКР.ТАМП. 151001.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		56

11. Полная себестоимость.

$$C_{\text{полн}} = C_{\text{о.пр.}} + C_{\text{о.з.}} + C_{\text{вн}} + C_{\text{прод}} = 9967 + 4058 + 89 + 140,25 = 14254,25 \text{ руб.}$$

12. Рентабельность.

Рентабельность составляет 10% от полной себестоимости:

$$P = C_{\text{полн}} \cdot 10\% = 14254,25 \cdot 0,1 = 1425,5 \text{ руб.}$$

13. Оптовая цена.

Оптовая стоимость включает в себя полную себестоимость и прибыль:

$$Ц = C_{\text{полн}} + \text{Пр} = 14254,25 + 1425,5 = 15680 \text{ руб.}$$

Результаты расчётов заносим в таблицу 3.2

Таблица 3.2

Наименование статей затрат	Сумма руб. за 1 шт.
1. Основные материалы	1000
2. Покупные полуфабрикаты	0,00
3. Основная зарплата производственных рабочих	2029
4. Дополнительная зарплата	182,61
5. Единый социальный налог	668
6. Прямые затраты	3880
7. Общепроизводственные расходы	6087
8. Общая производственная себестоимость	9967
9. Общезаводские расходы	4058
10. Внеплановые расходы	89
11. Расходы на продажу	140,25
12. Полная себестоимость	14254
13. Рентабельность	1425,5
14. Оптовая цена	15680

Калькуляция на усовершенствованный технологический процесс изготовления детали «вал».

1. Расчет стоимости материала.

Цена материала одного изделия составляет 1000р, согласно калькуляции заводского технологического процесса.

2. Основная заработная плата производственных рабочих на изделие.

Основная заработная плата производственных рабочих на изделие определится зависимостью:

$$C_z = \sum_{i=1}^m \frac{t_{ni} \cdot C_q}{60} \cdot K_{TK} \cdot K_{np} \cdot K_p ;$$

где,

m – количество операций;

C_q – часовая ставка для первого разряда;

K_{TK} – тарифный коэффициент соответствующего разряда, показывающий во сколько раз оплата труда соответствующего разряда, превосходит оплату труда первого разряда;

K_{np} – коэффициент, учитывающий доплаты ($K_{np}=1,4$);

K_p – коэффициент, учитывающий районные выплаты ($K_p=1,3$);

$$C_z = \frac{97,98 \times 64}{60} \times 8,62 \cdot 1,4 \cdot 1,3 = 1736 \text{ руб.}$$

Основная заработная плата производственных рабочих на весь объем выпуска составит:

$$C_{zQ} = Q \cdot C_z = 1000 \cdot 1736 = 1736000 \text{ тыс. руб.}$$

3. Дополнительная заработная плата.

Дополнительная заработная плата, не связанная с производством.

- оплата труда полагающаяся по закону за не проработанное время, составляет 9% от основной заработной платы.

Дополнительная заработная плата на единицу изделия составит:

$$C_{дон} = C_z \cdot K_{дон} = 1736 \cdot 0,09 = 156,24 \text{ руб.}$$

					ВКР.ТАМП. 151001.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		58

4. Отчисления на социальные цели.

Отчисления на социальные цели на одно изделие определяются следующей зависимостью:

$$C_{соц} = (C_з + C_{доп}) \cdot K_{соц};$$

где

$K_{соц}$ – коэффициент единого социального налога ($K_{соц}=30,2\%$);

Отчисления на социальные цели на одно изделие составят:

$$C_{соц} = (C_з + C_{доп}) \cdot K_{соц} = (1736 + 156,24) \cdot 0,302 = 571,5 \text{ руб.}$$

5. Прямые затраты.

Прямые затраты составят:

$$C_{п} = C_{м} + C_з + C_{доп} + C_{соц} = 1000 + 1736 + 156,24 + 571,5 = 3463,74 \text{ руб.}$$

6. Общепроизводственные расходы.

Общепроизводственные расходы составляют 300% от основной заработной платы:

$$C_{пр} = C_з \cdot 300\% = 1736 \cdot 3 = 5208 \text{ руб.}$$

7. Общая производственная себестоимость.

Производственная себестоимость включает в себя прямые затраты и общепроизводственные расходы:

$$C_{о.пр.} = C_{п} + C_{пр} = 3463,74 + 5208 = 8671,74 \text{ руб.}$$

8. Общезаводские расходы.

Общезаводские расходы составляют 200% от основной заработной платы:

$$C_{о.з.} = C_з \cdot 200\% = 1736 \cdot 2 = 3472 \text{ руб.}$$

9. Внеплановые расходы.

Внеплановые расходы составляют 0,9% от производственной себестоимости:

$$C_{вн} = C_{о.пр} \cdot 0,9\% = 8671,74 \cdot 0,009 = 78 \text{ руб.}$$

					ВКР.ТАМП. 151001.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		59

10. Расходы на продажу.

Расходы на продажу составляют 1% от общей производственной себестоимости и общезаводских расходов:

$$C_{\text{прод}} = (C_{\text{о.пр.}} + C_{\text{о.з.}}) \cdot 1\% = (8671,74 + 1736) \cdot 0,01 = 104,07 \text{ руб.}$$

11. Полная себестоимость.

$$C_{\text{полн}} = C_{\text{о.пр.}} + C_{\text{о.з.}} + C_{\text{вн}} + C_{\text{прод}} = 8671,74 + 1736 + 78 + 104,07 = 10589 \text{ руб.}$$

12. Рентабельность.

Рентабельность составляет 10% от полной себестоимости:

$$P = C_{\text{полн}} \cdot 10\% = 10589 \cdot 0,1 = 1058,9 \text{ руб.}$$

13. Оптовая цена.

Оптовая стоимость включает в себя полную себестоимость и прибыль:

$$Ц = C_{\text{полн}} + \text{Пр} = 10589 + 1058,9 = 11648 \text{ руб.}$$

Результаты расчётов заносим в таблицу 3.3.

Таблица 3.3

Наименование статей затрат	Сумма руб. за 1 шт.
1. Основные материалы	1000
2. Покупные полуфабрикаты	0,00
3. Основная зарплата производственных рабочих	1736
4. Дополнительная зарплата	156,24
5. Единый социальный налог	571,5
6. Прямые затраты	3463,74
7. Общепроизводственные расходы	5208
8. Общая производственная себестоимость	8671
9. Общезаводские расходы	3472
10. Внеплановые расходы	78
11. Расходы на продажу	104,07

12. Полная себестоимость	10589
13. Рентабельность	1058
14. Оптовая цена	11648

Определим экономическую эффективность предлагаемого варианта технологического процесса изготовления детали «вал»:

Годовая программа выпуска 1000 шт.

Экономическая эффективность предлагаемого варианта технологического процесса относительно существующего варианта с учетом годового объема выпуска:

$$\mathcal{E} = (C_c - C_n) \times N = (15680 - 11648) \times 1000 = 4032000 \text{ руб/год.}$$

4. Социальная ответственность

4.1 Производственная безопасность.

4.1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке технологического процесса изготовления детали «вал».

4.1.1.1. Исследование освещенности рабочей зоны необходимо для обеспечения нормативных условий в помещениях и на открытых площадках. Реальная освещенность на рабочем месте может быть взята из паспорта производственного помещения, материалов аттестации рабочих мест по условиям труда, измерена при помощи люксметра, или определена путем расчета. Фактические и требуемые параметры систем естественного и искусственного освещения заносятся в таблицу 1.

					ВКР.ТАМП. 151001.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		62

бюро (ТБ)	чения				
Отдел главного механика (ОГМех)	Светильники общего назна- чения	4,2	4,0	310	300
Отдел тех- нического контроля (ОТК)	Светильники общего назна- чения	4,2	4,0	310	300
Отдел главного энергетика (ОГЭ)	Светильники общего назна- чения	4,2	4,0	310	300
Инстру- менталь- ный цех	Универсаль- ные светоди- одные све- тильники	2,6	3	430	500
Механо- сборочный цех	Универсаль- ные светоди- одные све- тильники	2,6	3	430	500

Лакокрасочное отделение	Светильники общего назначения	1,7	2,5	150	300
Корридор	Светильники общего назначения	-	-	20	75

КЕО – коэффициент естественной освещенности при верхнем или комбинированном освещении.

По результатам анализа табличных данных можно сделать **вывод**, что освещение в отделах ООО «СМК» выше нормы. Это обусловлено наличием больших окон в помещениях и расположением здания с солнечной стороны. В механосборочном и инструментальном цехах, лакокрасочном отделении и в коридорах завода освещение ниже нормы из-за отсутствия естественного освещения. Рекомендуем установить более мощные осветительные приборы или увеличить их количество.

4.1.1.2. Повышенный уровень шума на рабочем месте

Основные источники шума при работе оборудования:

- двигатели приводов;
- зубчатые передачи;
- подшипники качения;
- неуравновешенные вращающиеся части станка;
- силы инерции, возникающие из-за движения деталей механизмов станка с переменными ускорениями;
- трение и соударение деталей в сочленениях вследствие неизбежных зазоров;

Шумы возникают в процессе обработки, вследствие трения поверхностей детали и режущей части инструмента. Шумы создаются установками кондиционирования и вентиляции воздуха.

Шум на производстве наносит большой ущерб, неблагоприятно действует на организм человека и снижает производительность труда. При повышенных нормах шума происходит утомление рабочих, что приводит к увеличению числа ошибок при работе и способствует возникновению травм. Особенно большое

влияние шум оказывает на органы слуха человека, отрицательно действуя на центральную нервную систему.

Нормативным документом, регламентирующим допустимые уровни шума, является «Санитарные нормы допустимых уровней шума на рабочих местах».

На рабочих местах и рабочих зонах в производственных помещениях допустимый эквивалентный уровень шума составляет 80 дБА [ГОСТ 12.1.003-83].

При проектировании и установке производственного оборудования уделяется большое внимание к бесшумной работе механизмов, которые являются источниками шума.

Для уменьшения шума в источнике их образования предусмотрены следующие мероприятия:

- замена металлических деталей деталями из пластмассы, текстолита и др.;
- замена подшипников качения подшипниками скольжения;
- замена зубчатых и цепных передач ремёнными;
- динамически уравнивать все вращающиеся детали;
- применение демпфирующих материалов с большим внутренним трением (резина, пластмасса, войлок и др.);
- установка экранов, звукоизолирующих кожухов, ограждений и звукоизолирующих покрытий;
- установка глушителей аэродинамических шумов, создаваемых вентиляторами и компрессорами; смазки трущихся поверхностей в сочленениях;
- применение СОЖ при обработке деталей.

Измерение шума в помещении производят при помощи шумомера ВЧП-2 по ГОСТ 17187.

4.1.1.3. Повышенный уровень вибрации

На оператора воздействуют технологическая вибрация, общая (локальная).

Проявление воздействия вибрации на организм человека, отрицательно сказывающейся на его здоровье, работоспособности, комфорте и других условиях трудовой и социальной жизни, оценивается гигиеническими, психофизиологическими, социальными и иными критериями.

По ГОСТ 12.1.012-90 и СН 3044-84 нормы показателей вибрационной нагрузки на оператора для длительности смены восемь часов составляют [ГОСТ 12.1.012-90 и СН 3044-84]:

- эквивалентное значение виброускорения 2 м./с²;
- эквивалентное значение виброскорости 200 м./с.

					ВКР.ТАМП. 151001.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		66

Для ослабления действия вибрации на организм человека приняты следующие меры по предупреждению возникновения вибрации:

1. Уравновешивание вращающихся масс.
2. Уменьшение технологических допусков на изготовление и сборку машин и инструментов.
3. Использование специальных виброизолирующих перчаток.
4. Ограничение времени воздействия вибрации на руки рабочего (ГОСТ 12.1.012-90 п.5).

Измерение вибрации производят при помощи виброизмерительной аппаратуры ИШВ-1, ВЧП-2.

4.1.1.4. Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны

Одним из необходимых условий высокопроизводительного и здорового труда, является условие обеспечения чистоты воздуха и нормальных микроклиматических условий в рабочей зоне. Вышеперечисленные факторы определяются следующими нормами [СанПиН 2.2.4.548-96]:

1. Температура воздуха $+19^{\circ}$ - $+25^{\circ}$ С.
2. Относительная влажность – не более 70%.
3. Движение воздуха – не более 0,2 м/с.

Основные источники выделения тепла в цехе:

- нагретые части станков и оборудования (электродвигатели, коробки передач, сварочные трансформаторы и др.);
- процесс механической обработки (нагретые детали, инструмент, стружка);
- моечная машина.

Источниками загрязнения воздуха рабочей зоны в цехе являются отделение травления и операции полировки, шлифования, окрашивания. Здесь выделяются следующие вредные вещества (**класс опасности ПДК – 4**): пары ацетона; пары бензина; пары нитроэмалей; абразивная пыль.

Нормативные значения параметров микроклимата и требования к составу воздуха рабочей зоны определены «Санитарными нормами микроклимата производственных помещений № 4088-86» и СНИП 2.04.05-86 «Отопление, вентиляция и кондиционирование».

Мероприятия по устранению опасного и вредного воздействия воздуха рабочей зоны направлены на поддержание в помещении нормального микроклимата и концентрации вредных веществ в пределах ПДК [ГОСТ 12.1.007-76].

Одним из основных мероприятий является обеспечение надлежащего воздухообмена. Для этого предусмотрены устройства, обеспечивающие удаление

					ВКР.ТАМП. 151001.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		67

избыточной температуры, абразивной пыли и вредных веществ, а также приточно-вытяжная общеобменная система вентиляции.

Для поддержания нормальной температуры (18 - 20 °С) воздуха в холодное время года предусмотрена установка центрального воздушного отопления. Для поддержания необходимой температуры в летнее время года использована система приточно-вытяжной вентиляции, причем место для забора свежего воздуха устанавливается с наветренной стороны, вдали от мест загрязнения.

В помещении в процессе работы периодически контролируется:

- температура воздуха;
- содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

Температуру воздуха контролируют термометрами, установленными на высоте 1,5 м от пола на стенах. Для определения содержания вредных веществ в воздухе производят периодический отбор проб. Периодичность устанавливается органами санитарного надзора. Пробы воздуха берут на участке полирования, шлифования, окрашивания в зоне дыхания.

4.1.2. Анализ опасных и вредных производственных факторов (производственная санитария).

Опасные вредные производственные факторы (ОВПФ) рассматриваемого производственного объекта:

- движущиеся машины и механизмы, незащищенные подвижные элементы производственного оборудования;
- недостаточная освещенность рабочей зоны;
- повышенный уровень шума на рабочем месте;
- повышенный уровень вибрации;
- повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;

(по ГОСТ 12.0.003-74)

В машиностроительном производстве присутствует ряд опасных и вредных факторов, которые негативно влияют на состояние здоровья человека, снижают производительность труда, и как следствие качество выпускаемой продукции.

4.1.2.1. Движущиеся машины и механизмы, незащищенные подвижные элементы производственного оборудования

Подвижными частями оборудования являются:

- подвижные столы и стойки станков;

					ВКР.ТАМП. 151001.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		68

- вращающиеся шпиндели с закрепленными в них заготовкой или инструментом;
- ходовые винты;
- передачи (ременные, цепные и др.) расположенные вне корпусов станков.

Источниками движущихся частей также являются транспортные устройства. Основной величиной характеризующей опасность подвижных частей является скорость их перемещения. Согласно ГОСТ 12.2.009-80 опасной скоростью перемещения подвижных частей оборудования, способных травмировать ударом, является скорость более 0,15 м/с.

Движущиеся части оборудования представляют опасность травмирования рабочего в виде ушибов, порезов, переломов и др., которые могут привести к потере трудоспособности.

В соответствии с ГОСТ 12.2.003-74 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности» движущие части производственного оборудования, если они являются источником опасности, должны быть

ограждены, за исключением частей, ограждение которых не допускается функциональным их назначением.

Одним из важных условий безопасного труда является недоступность подвижных частей оборудования, для рабочего, в ходе технологического процесса.

Для этого проводят следующие мероприятия:

1. Устанавливают защитные устройства (местные ограждения, крышки, кожуха и др.). Защитные кожуха установлены вокруг рабочей зоны на станках.

2. Крупногабаритные движущиеся части оборудования и транспортные устройства окрашивают чередующимися под углом 45° полосами желтого и черного цветов.

3. На наружной стороне ограждений наносят предупреждающий знак опасности по ГОСТ 12.4.026-76.

4. Устанавливают предохранительные и блокирующие устройства предотвращающие поломку деталей станков, самопроизвольное опускание шпинделей, головок, бабок и др. частей.

5. Устанавливают тормозные устройства обеспечивающие остановку шпинделя в течение не более 5 с. Для этого применяются колодочные тормозные устройства и торможение электродвигателя противовключением.

6. Для исключения соприкосновения рук станочников с движущимися приспособлениями и инструментом при установке заготовок и снятии деталей применяются автоматические устройства.

7. Контроль на станках размеров обрабатываемых заготовок и снятие деталей для контроля проводится при отключенных механизмах вращения или перемещения заготовок, инструмента и приспособлений.

4.1.2.2. Поражение электрическим током

Согласно данному документу (ПУЭ-15) производственное помещение участка относится к помещениям с повышенной опасностью, так как в помещении присутствуют токопроводящие полы. Проблема токопроводящих (железобетонных) полов разрешается оборудованием деревянных плиток на рабочих местах. Для снижения вероятности поражения работающих электрическим током необходимо принять целый комплекс мер, обеспечивающих достаточную безопасность, которая весьма редко может быть достигнута единственной мерой.

Действие электрического тока часто приводит к различным электротравмам: местные электротравмы (электрические ожоги, металлизация кожи, механические повреждения, электроофтальмия) и общие электротравмы (судорожные сокращения мышц, потеря сознания с нарушением сердечной деятельности или дыхания, клиническая смерть, биологическая смерть).

Основные непосредственные причины электротравматизма:

появление напряжения там, где его в нормальных условиях быть не должно
Чаще всего происходит это вследствие повреждения изоляции;

возможность прикосновения к неизолированным токоведущим частям при отсутствии соответствующих ограждений;

воздействие электрической дуги, возникающей между токоведущей частью и человеком в сетях напряжением выше 1000В, если человек окажется в непосредственной близости от токоведущих частей;

прочие причины. К ним относятся: несогласованные и ошибочные действия персонала; подача напряжения на установку, где работают люди; оставление установки под напряжением без надзора; допуск к работам на отключенном электрооборудовании без проверки отсутствия напряжения и т.д.

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

Электрооборудование, применяемое в помещении: электрощитовые от станков, станки, розетки, кабеля и пр.

					ВКР.ТАМП. 151001.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		70

4.1.3. Разработка мероприятий по снижению уровней воздействия и устранению влияния опасных и вредных производственных факторов на работающих (техника безопасности).

4.1.3.1.Механизация и автоматизация производства.

Основной целью механизации является повышение производительности труда и освобождение человека от выполнения тяжелых, трудоемких и утомительных операций. В зависимости от рода работ и степени оснащения производственных процессов техническими средствами различают частичную и комплексную механизацию, которая создает предпосылки для автоматизации производства.

Автоматизация производственных процессов является высшей формой развития производственных процессов, при которой функции управления и контроля за производственными процессами передаются приборам и автоматическим устройствам.

Различают частичную, комплексную и полную автоматизацию.

1) Комплексная автоматизация базируется на совершенствовании технологии и прогрессивных методах управления с применением надежных унифицированных технических средств.

2) Полная автоматизация предусматривает исключение человека из процесса управления производством и переложения его функций на управляющие машины (ЭВМ).

Под промышленным роботом (ПР) понимают перепрограммируемую автоматическую машину, применяемую в производственном процессе для выполнения двигательных функций, аналогичных функциям человека. Отличительным признаком ПР является наличие манипуляторов.

ПР представляет определенную опасность для обслуживающего персонала. Эта опасность связана с автоматичностью действий ПР, высокой скоростью линейных перемещений исполнительных устройств, большой зоной обслуживания и т.п. Наибольшая опасность травматизма возникает при наладке и регулировки ПР.

Дистанционное наблюдение и управление позволяет избежать необходимости пребывания персонала в непосредственной близости от агрегатов и применяется там, где присутствие человека затруднено, или невозможно, или для его безопасности нужны сложные средства защиты.

Дистанционное наблюдение осуществляется визуально либо с помощью телесигнализации.

					ВКР.ТАМП. 151001.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		71

Для визуального наблюдения используется промышленное телевидение, которое позволяет распространить зрительный контроль на недоступные, труднодоступные и опасные участки производства.

Телесигнализация - передача информации с контрольных пунктов на пункт управления.

4.1.3.2 Оградительные средства защиты, препятствующие попаданию человека в опасную зону и распространению опасных и вредных факторов

Оградительные устройства делятся на три группы: стационарные, передвижные и переносные.

Стационарные ограждения могут быть полными, когда ограждения охватывают все оборудование вместе с опасной зоной, и частичными, когда ограждается только опасная зона.

Передвижными ограждениями закрывается доступ в рабочую зону оборудования при возникновении опасного момента, т.е. при включении оборудования, а при неработающем оборудовании доступ в рабочую зону открыт.

4.1.3.3. Предохранительные устройства защиты от возникновения аварийных режимов

Служат для автоматического отключения оборудования при возникновении аварийных режимов.

Блокировочные устройства исключают возможность проникновения человека в опасную зону.

По принципу действия подразделяются на механические, электрические и фотоэлементные.

Механические блокировки выполняют в виде различных рычагов, стопоров или защелок в механизмах, в дверях и дверцах ограждений. Электрическая блокировка применяется в технологических электроустановках и испытательных стендах. Фотоэлементная блокировка применяется в прессовом оборудовании и не позволяет включить пресс при нахождении руки работающего в опасной зоне.

4.1.3.4 Устройства сигнализации, сообщающие персоналу о возникающих аварийных ситуациях.

					ВКР.ТАМП. 151001.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		72

Предназначены для сообщения персоналу о возникающих аварийных ситуациях. Сигнализация может быть звуковая, светозвуковая и одоризационная (по запаху).

Для световой сигнализации используют измерительные приборы. Для звуковой - звонки и сирены. При одоризационной сигнализации в газы добавляют ароматические углеводороды, имеющие резкий запах при сравнительно малых концентрациях.

В красный цвет окрашиваются извещающие о нарушениях безопасности сигнальные лампочки и внутренние поверхности оградительных устройств (дверей, ниш и т.д.). В желтый цвет окрашивается оборудование, неосторожное обращение с которым представляет опасность для работающих, транспортное и подъемно-транспортное оборудование, элементы грузозахватных приспособлений. Зеленый цвет применяется для сигнальных ламп, дверей, световых табло, запасных или эвакуационных выходов.

4.1.3.5. Знаки безопасности. Средства коллективной защиты персонала от опасных и вредных производственных факторов.

Разделяются на четыре группы: запрещающие, предупреждающие, предписывающие и указательные.

Отличительными признаками в них является цвет, форма обозначения или надписи.

Средства коллективной защиты в зависимости от назначения подразделяют на классы:

- средства нормализации воздушной среды производственных помещений и рабочих мест (от повышенного или пониженного барометрического давления и его резкого изменения, повышенной или пониженной влажности воздуха, повышенной или пониженной ионизации воздуха, повышенной или пониженной концентрации кислорода в воздухе, повышенной концентрации вредных аэрозолей в воздухе);

- средства нормализации освещения производственных помещений и рабочих мест (пониженной яркости, отсутствия или недостатка естественного света, пониженной видимости, дискомфортной или слепящей блескости, повышенной пульсации светового потока, пониженного индекса цветопередачи);

- средства защиты от повышенного уровня ионизирующих излучений;

- средства защиты от повышенного уровня инфракрасных излучений;

- средства защиты от повышенного или пониженного уровня ультрафиолетовых излучений;

- средства защиты от повышенного уровня электромагнитных излучений;

- средства защиты от повышенной напряженности магнитных и электрических полей;
- средства защиты от повышенного уровня лазерного излучения;
- средства защиты от повышенного уровня шума;
- средства защиты от повышенного уровня вибрации (общей и локальной);
- средства защиты от повышенного уровня ультразвука;
- средства защиты от повышенного уровня инфразвуковых колебаний;
- средства защиты от поражения электрическим током;
- средства защиты от повышенного уровня статического электричества;
- средства защиты от повышенных или пониженных температур поверхностей оборудования, материалов, заготовок;
- средства защиты от повышенных или пониженных температур воздуха и температурных перепадов;
- средства защиты от воздействия механических факторов (движущихся машин и механизмов; подвижных частей производственного оборудования и инструментов; перемещающихся изделий, заготовок, материалов; нарушения целостности конструкций; обрушивающихся горных пород; сыпучих материалов; падающих с высоты предметов; острых кромок и шероховатостей поверхностей заготовок, инструментов и оборудования; острых углов);
- средства защиты от воздействия химических факторов
- средства защиты от воздействия биологических факторов;
- средства защиты от падения с высоты.

4.1.3.6 Профилактика для уменьшения негативного воздействия вредных веществ на здоровье человека.

Для уменьшения негативного воздействия вредных веществ на здоровье человека применяют следующие способы профилактики и защиты:

1. Исключение контакта вредного вещества с работающим человеком. Этого можно достичь путем механизации и автоматизации производственных процессов, герметизации оборудования и т.п.
2. Применение средств индивидуальной защиты (СИЗ), таких как комбинезоны, средства защиты органов дыхания, специальные мази для защиты кожных покровов и пр.

3. Соблюдение гигиенических норм в производственном помещении, своевременная вентиляция.

Вредные пары и газообразные выбросы из удаляемого воздуха извлекают следующими способами: поглощением твёрдыми пористыми материалами (абсорбция), химическим превращением вредных веществ в менее вредные, нейтрализацией в химических нейтрализаторах.

Для очистки воздуха, выбрасываемого в атмосферу, от пыли применяют пылеосадочные камеры, "циклоны", электрические фильтры.

Техника безопасности

Для снижения влияния опасных производственных факторов на рабочих необходимо провести ряд организационных и технических мер.

В связи с опасностью травматизма при использовании подъемно транспортных механизмов необходимо проводить обязательную аттестацию работающих на право работы на данных механизмах с выдачей соответствующих документов. Кроме того, необходим контроль над тем, чтобы люди, не имеющие допуска, не работали на подъемно транспортных механизмах. С технической стороны данной проблемы необходимо проводить контрольные испытания подъемно транспортного оборудования с целью проверки их пригодности к использованию. Испытания должны проводиться один раз в полгода, а сведения о результатах испытаний должны заноситься в специальный журнал. С целью обеспечения безопасности при транспортировке деталей с помощью электрокара необходимо, чтобы водители при въезде на участок подавали предупредительные сигналы и снижали скорость до пяти километров в час. Проезд для электрокаров должен быть установленной ширины с запасом на случай непредвиденных ситуаций и не должен быть загроможден.

При работе на токарных станках во избежание попадания стружки в глаза необходимо установить защитные заграждения или выдать защитные очки рабочему.

Для того чтобы предотвратить захват волос вращающимися частями станков или режущим инструментом необходимо выдавать рабочим специальные береты.

Чтобы предотвратить травмирование ног рабочего вследствие падения на них деталей используются специальные ботинки с металлическим носком.

Для избежания травм рабочего при заточных работах необходимо использовать защитные очки и станки со специальным защитным кожухом.

Чтобы предотвратить травмирование рук рабочего об острые кромки детали необходимо использовать специальные перчатки.

4.2. Экологическая безопасность.

В современных условиях одной из важнейших задач является защита окружающей среды. Выбросы промышленных предприятий, энергетических систем и транспорта в атмосферу, водоемы и недра земли на данном этапе развития достигли таких размеров, что в ряде крупных промышленных центров, уровни загрязнений существенно превышают допустимые санитарные нормы.

Механическая обработка металлов на станках сопровождается выделением пыли, стружки, туманов масел и эмульсий, которые через вентиляционную систему выбрасываются из помещений. В процессе шлифования и полирования выделяется большое количество мелкодисперсной пыли. Пыль, образующаяся в процессе абразивной обработки, на 30 - 40 % состоит из материала обрабатываемого круга, на 60 - 70 % из материала изделия. Вредные вещества выделяются и в период нанесения покрытия, а также при его высыхании.

Из производственных помещений пары растворителей, лакокрасочные туманы выбрасываются через высокие трубы без предварительной очистки.

Для восстановительных целей (охлаждение деталей и узлов технологического оборудования: промывка, обогащение и чистка исходных материалов или продукции) на машиностроительных предприятиях используется вода. На основе анализа систем водоснабжения определено количество воды, потребляемое и сбрасываемое машиностроительными предприятиями. При обработке металлов вода используется для охлаждения инструмента, на промывке деталей, при этом сточные воды загрязняются минеральными маслами, мылами, металлической и абразивной пылью и эмульгаторами. Основное загрязнение вносят смазочно-охлаждающие жидкости, применяемые при обработке на металлорежущих станках. Вода используется также для приготовления растворов электролитов, промывочных операций перед нанесением покрытий и перед сушкой деталей, наполнения ванн улавливания загрязненных веществ, а также промывки деталей после нанесения гальванических покрытий. Из всех видов сточных вод машиностроительных предприятий стоки гальванических цехов загрязнены в большей степени ядовитыми химическими веществами, при этом концентрации загрязнений существенно зависят от вида технологического процесса нанесения гальванических покрытий.

Твердые отходы в машиностроении образуются в процессе продукции в виде амортизационного лома (модернизация оборудования, оснастки, инструментов); стружки и опилок (древесных и металлических); шлаков и золы; осадков и пыли (отходы системы очистки воздуха). Отходы в основном образуются при: производстве проката (обдирочная стружка, опилки, окалина); механической обработке (высечки, обрезки). В соответствии с ГОСТ1639 - 78 на предприятиях организуется сбор лома цветных металлов.

					ВКР.ТАМП. 151001.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		76

Основными источниками вибраций в окружающей среде служат: технологическое оборудование (молоты, штампы и прессы); мощные энергетические установки (насосы, двигатели, компрессоры), а также некоторые транспортные системы. Во всех случаях вибраций, распространяются они по грунту и достигают фундаментов общественных жилых зданий.

При передаче вибраций через фундаменты и грунты опасность представляет неравномерная осадка фундаментов и грунта, что может привести к разрушению расположенных на них инженерных и строительных конструкций. Допустимые уровни вибраций в жилых домах, условия и правила их измерения и оценки регламентируются "Санитарными нормами допустимых вибраций в жилых домах" №1304 - 75.

Наиболее активной формой защиты от вредного воздействия выбросов промышленных предприятий на окружающую среду является безотходная технология - комплекс мероприятий в технологических процессах от обработки сырья до минимума количества вредных выбросов, что уменьшает воздействие отходов на окружающую среду до приемлемого уровня. В этот комплекс мероприятий входят: создание и внедрение новых процессов получения продукции с образованием минимального количества отходов; разработка различных типов бессточных технологических систем и водооборотных циклов на базе способов очистки сточных вод; разработка систем переработки отходов производства во вторичные материальные ресурсы; создание территориально-промышленных комплексов, имеющих замкнутую структуру материальных потоков сырья и отходов внутри комплекса.

Существуют и множество других мероприятий по защите окружающей среды:

- Механизация и автоматизация производственных процессов, сопряженных с опасностью для здоровья.
- Применение технологических процессов и оборудования, исключающих появление вредных факторов.
- Защита работающих от источников тепловых излучений.
- Устройство и оборудование вентиляции и отопления.
- Применение средств воздухоочистки.
- Предотвращение выброса вредных веществ в окружающую среду.
- Вывоз отходов, не подвергающихся вторичному использованию в специальные места захоронения.
- Применение средств индивидуальной защиты работающих.

4.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

4.3.1. Пожарная и взрывная безопасность.

Категория помещения по взрыво – пожароопасности «Д» (обработка не горючих материалов в холодном состоянии) [ППБ 01-03, ФЗ – 123].

Большую опасность на машиностроительных предприятиях представляют пожары и взрывы, поэтому для эвакуации необходимо наличие эвакуационных выходов.

Причиной возникновения на участке пожара может быть:

- образование искры, получившейся в результате короткого замыкания;
- образование искр при обработке абразивным инструментом;
- возгорание в результате контакта промасленной ветоши или спецодежды с горячими частями оборудования;
- неосторожное обращение с огнём;
- неосторожное обращение с легко воспламеняющимися горюче – смазочными материалами;
- загорание мусора из-за большого скопления и не соблюдения режима курения;
- самовозгорание в воздухе;
- загорание масла в поддоне станка из-за разрыва шлангов.

На участке используются следующие средства пожаротушения: огнетушители ОВП-10, ОУ-2.5-8; пожарные краны; пожарные щиты; участок оборудован средствами связи и пожарными извещателями.

Пожарная профилактика: контроль за производством огневых и покрасочных работ; контроль за режимом курения.

4.3.2. Безопасность при чрезвычайных антропогенных и природных ситуациях.

Устойчивость работы объектов экономики в чрезвычайных ситуациях определяется их способностью выполнять свои функции в этих условиях, а также приспособленностью к восстановлению в случае повреждения. В условиях чрезвычайных ситуаций промышленные предприятия должны сохранять способность выпускать продукцию, а транспорт, средства связи линии элек-

					ВКР.ТАМП. 151001.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		78

тропередачи и прочие объекты, не производящие материальные ценности, — нормальное выполнение своих задач.

Для того чтобы объект сохранил устойчивость в условиях чрезвычайных ситуаций, проводят комплекс инженерно-технических, организационных и других мероприятий, направленных на защиту персонала от воздействия опасных и вредных факторов, возникающих при развитии чрезвычайной ситуации, а также населения, проживающего вблизи объекта. Необходимо учесть возможность вторичного образования токсичных, пожароопасных, взрывоопасных систем и др.

Кроме того, проводится анализ уязвимости объекта и его элементов в условиях чрезвычайных ситуаций. Разрабатываются мероприятия по повышению устойчивости объекта и его подготовке к восстановлению в случае повреждения.

С целью защиты работающих на тех предприятиях, где в процессе производства используют взрывоопасные, токсичные и радиоактивные вещества, строят убежища, а также разрабатывают специальный график работы персонала в условиях заражения вредными веществами. Должна быть подготовлена система оповещения персонала и населения, проживающего вблизи объекта, о возникшей на нем чрезвычайной ситуации. Персонал объекта должен уметь выполнять конкретные работы по ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций в очаге поражения.

На устойчивость работы объекта в условиях чрезвычайных ситуаций оказывают влияние следующие факторы:

- район расположения объекта;
- внутренняя планировка и застройка территории объекта;
- специфика технологического процесса (используемые вещества, энергетические характеристики оборудования, его пожаро- и взрывоопасность и др.);
- надежность системы управления производством и др.
- Район расположения объекта определяет величину, а также вероятность воздействия поражающих факторов природного происхождения (землетрясения, наводнения, ураганы, оползни и проч.). Существенное влияние на последствия чрезвычайных ситуаций могут оказывать метеорологические условия района (количество выпадающих осадков, направление господствующих

ветров, минимальные и максимальные температуры воздуха, рельеф местности).

- Внутренняя планировка и плотность застройки территории объекта оказывают значительное влияние на вероятность распространения пожара, разрушения, которые может вызвать ударная волна, образующаяся при взрыве, на размеры очага поражения при выбросе в окружающую среду токсичных веществ и др.

Рассмотрим теперь пути повышения устойчивости функционирования наиболее важных видов технических систем и объектов.

Системы водоснабжения представляют собой крупный комплекс зданий и сооружений, удаленных друг от друга на значительные расстояния. При чрезвычайных ситуациях, как правило, все элементы этой системы не могут быть выведены из строя одновременно. При проектировании системы водоснабжения необходимо предусмотреть меры их защиты в чрезвычайных ситуациях. Ответственные элементы системы водоснабжения целесообразно размещать ниже поверхности земли, что повышает их устойчивость. Следует предусмотреть возможность ремонта данных систем без их остановки и отключения водоснабжения других потребителей.

Весьма важной является система водоотведения загрязненных (сточных) вод (система канализации). В результате ее разрушения создаются условия для развития болезней и эпидемий. Скопление сточных вод на территории объекта затрудняет проведение аварийно-спасательных и восстановительных работ. Повышение устойчивости системы канализации достигается созданием резервной сети труб, по которым может отводиться загрязненная вода при аварии основной сети. Должна быть разработана схема аварийного выпуска сточных вод непосредственно в водоемы. Насосы, используемые для перекачки загрязненной воды, комплектуются надежными источниками электропитания.

В разных чрезвычайных ситуациях системы электроснабжения (электрические сооружения и сети) могут получить различные разрушения и повреждения. Их наиболее уязвимыми частями являются наземные сооружения (электростанции, подстанции, трансформаторные станции), а также воздушные линии электропередачи. В современных крупных энергосистемах применяются различные автоматические устройства, способные практически мгновенно отключить поврежденные электроисточники, сохраняя работоспо

способность системы в целом.

Для повышения ее устойчивости в первую очередь целесообразно заменить воздушные линии электропередачи на 1 кабельные (подземные) сети, использовать резервные сети для запитки потребителей, предусмотреть автономные резервные источники электропитания объекта (передвижные электрогенераторы).

Весьма важно обеспечить устойчивость **системы газоснабжения**, так как при ее разрушении или повреждении возможно возникновение пожаров и взрывов, а также выход газа в окружающую среду, что значительно затрудняет проведение аварийно-спасательных и восстановительных работ.

Основные мероприятия по увеличению устойчивости систем газоснабжения следующие:

- сооружение подземных обводных газопроводов (бассейнов), обеспечивающих подачу газа в аварийных условиях;
- использование устройств, обеспечивающих возможность работы оборудования при пониженном давлении в газопроводах;
- создание на предприятиях аварийного запаса альтернативного вида топлива (угля, мазута);
- осуществление газоснабжения объекта от нескольких источников (газопроводов);
- создание подземных хранилищ газа высокого давления;
- использование на закольцованных системах газоснабжения отключающих устройств, установленных на распределительной сети.

В результате чрезвычайной ситуации может быть серьезно повреждена **система теплоснабжения** предприятия, что создает серьезные трудности для их функционирования, особенно в холодный период. Так, разрушение трубопроводов с горячей водой или паром может повлечь их затопление и затруднить локализацию и ликвидацию аварии. Наиболее уязвимые элементы систем теплоснабжения — теплоэлектроцентрали и районные котельные.

Основным способом повышения устойчивости внутреннего оборудования тепловых сетей является их дублирование. Необходимо также обеспечить возможность отключения поврежденных участков теплосетей без нарушения

					ВКР.ТАМП. 151001.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		81

ритма теплоснабжения потребителей, а также создать системы резервного теплоснабжения.

Основным средством повышения устойчивости рассмотренных сооружений от воздействия ударной волны является повышение прочности и жесткости конструкций.

Особое внимание следует уделять устойчивости **складов и хранилищ** ядовитых, пожаро- и взрывоопасных веществ в условиях чрезвычайных ситуаций. Это достигается переводом указанных материалов на хранение из наземных складов в подземные, хранением минимального количества ядовитых, пожаро- и взрывоопасных веществ, а также безостановочным использованием этих веществ при поступлении на объект, минуя склад ("работа с колес").

Для повышения устойчивости работы объектов в чрезвычайных ситуациях необходимо уделять значительное внимание защите рабочих и служащих. Для этого на объектах строятся убежища и укрытия, предназначенные для защиты персонала, создается и поддерживается в постоянной готовности система оповещения рабочих и служащих объекта, а также проживающего вблизи объекта населения о возникновении чрезвычайной ситуации. Персонал, обслуживающий объект, должен знать о режиме его работы в случае возникновения чрезвычайной ситуации, а также уметь выполнять конкретные работы по ликвидации очагов поражения.

					ВКР.ТАМП. 151001.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		82

4.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

- ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные факторы».
- ГОСТ 12.1.003-83 «Шум. Общие требования безопасности».
- ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность».
- ГОСТ 14.004-83 Машиностроительное производство по ПБ 10-382-00
Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов
- Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ(ред. от 10.07.2012)"Технический регламент о требованиях пожарной безопасности"
ГОСТ 12.2.003-74 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности»
- Федеральный закон от 24.07.1998 N 125-ФЗ (ред. от 29.12.2015) "Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний"
- Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. N 68-ФЗ "О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера"
- Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. N 69-ФЗ "О пожарной безопасности"
- ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»
- ГОСТ Р 22.3.03 – 94 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Защита населения»
- ГОСТ 12.1.005-88 «Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования»

За состоянием безопасности труда установлены строгие государственный, ведомственный и общественный надзор и контроль. Государственный надзор осуществляют специальные государственные органы и инспекции, которые в своей деятельности не зависят от администрации контролируемых предприятий. Это Прокуратура РФ, Федеральный горный и промышленный надзор России, Федеральный надзор России по ядерной и радиационной безопасности, Государственный энергетический надзор РФ, Государственный комитет санитарно-эпидемиологического надзора РФ (Госкомсанэпиднадзор России), Федеральная инспекция труда при Министерстве труда РФ; Министерство РФ по атомной энергии.

Общий надзор за выполнением рассматриваемых законов возложен на Генерального прокурора РФ и местные органы прокуратуры. Надзор за соблюдением законодательства по безопасности труда возложен также на профсоюзы РФ, которые осуществляют контроль за обеспечением безопасности на производстве через техническую инспекцию труда.

Контроль за состоянием условий труда на предприятиях осуществляют специально созданные службы охраны труда совместно с комитетом профсоюзов. Контроль за состоянием условий труда заключается в проверке состояния производственных условий для работающих, выявлении отклонений от требований безопасности, законодательства о труде, стандартов, правил и норм охраны труда, постановлений, директивных документов, а также проверке выполнения службами, подразделениями и отдельными группами своих обязанностей в области охраны труда. Этот контроль осуществляют должностные лица и специалисты, утвержденные приказом по административному подразделению. Ответственность за безопасность труда в целом по предприятию несут директор и главный инженер.

Ведомственные службы охраны труда совместно с комитетами профсоюзов разрабатывают инструкции по безопасности труда для различных профессий с учетом специфики работы, а также проводят инструктажи и обучение всех работающих правилам безопасной работы. Различают следующие виды инструктажа: вводный, первичный на рабочем месте, повторный внеплановый и текущий.

Вводный инструктаж проводят со всеми рабочими и служащими независимо от профессии до приема на работу, а также с командированными и учащимися, прибывшими на практику.

Первичный инструктаж на рабочем месте проводит непосредственный руководитель работ перед допуском к работе. Этот вид инструктажа должен сопровождаться показом безопасных приемов работ.

Повторный инструктаж на рабочем месте проводят с работниками независимо от их квалификации, стажа и оплаты работы не реже чем раз в шесть месяцев. Цель этого инструктажа – восстановить в памяти рабочего инструкции по охране труда, а также разобрать конкретные нарушения из практики предприятия.

Внеплановый инструктаж на рабочем месте проводят в случае изменения правил по охране труда, технологического процесса, нарушения работниками правил техники безопасности, при несчастном случае, при перерывах в работе – для работ, к которым предъявляются дополнительные требования безопасности труда, – более чем на 30 календарных дней, для остальных работ – 60 дней.

Текущий инструктаж проводят для работников, которым оформляют наряд-допуск на определенные виды работ.

Результаты всех видов инструктажа заносят в специальные журналы. За нарушение всех видов законодательства по безопасности жизнедеятельности предусматривается следующая ответственность:

					ВКР.ТАМП. 151001.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		84

дисциплинарная, которую накладывает на нарушителя вышестоящее административное лицо (замечание, выговор, перевод на нижеоплачиваемую должность на определенный срок или понижение в должности, увольнение);

административная (подвергаются работники административно-управленческого аппарата; выражается в виде предупреждения, общественного порицания или штрафа);

уголовная (за нарушения, повлекшие за собой несчастные случаи или другие тяжелые последствия);

материальная, которую в соответствии с действующим законодательством несет предприятие в целом (штрафы, выплаты потерпевшим в результате несчастных случаев и др.) или виновные должностные лица этого предприятия.

					ВКР.ТАМП. 151001.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		85

Вывод.

В результате выполнения выпускной квалификационной работы был разработан усовершенствованный технологический процесс изготовления детали «вал муфты». Выполнен анализ чертежа и технологичности детали; расчет припусков на обработку; разработку технологического процесса, размерный анализ технологического процесса; выбор и расчет режимов резания; расчёт и проектирование трёхкулачкового самоцентрирующего токарного патрона с пневмоприводом; расчёт времени на обработку детали для каждой операции, расчёт технологической себестоимости изготовления детали; решены важные вопросы производственной безопасности, эргономики, пожарной безопасности и охраны окружающей среды.

В усовершенствованном технологическом процессе снижена стоимость детали, за счет внедрения более технологичного режущего инструмента. Использование приспособления и оборудования позволило уменьшить штучное время обработки. В результате чего, снижены статьи расходов, такие как заработная плата и отчисления на социальное страхование (т.е. прямые затраты уменьшились на 15%).

На основании вышеперечисленного можно считать, что технологический процесс экономически эффективен, однако без реального рынка сбыта продукции, трудно оценим.

					ВКР.ТАМП. 151001.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		86

5. Библиография

1. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – М.: ООО ИД «Альянс», 2007. – 256 с.
2. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2006. – 100 с.
3. Мягков В.Д., Палей М.А., Романов А.Б., Брагинский В.А. Допуски и посадки. Справочник. В 2-х ч. Том 2. – Л.: Машиностроение, 1983. – 448 с.
4. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2 /Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова.— 4-е изд., перераб. и доп.— М.: Машиностроение, 1985. 908 с.
5. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: Справочник / Баранчиков В.И., Жаринов А.В., Юдина Н.Д., Садыхов А.И. и др.; Под общ. ред. В.И. Баранчикова. – М.: Машиностроение, 1990.
6. Анурьев В.И. Справочник конструктора машиностроителя: В 3 т. Т. 1. – М.: Машиностроение, 2001. – 920 с.: ил.
7. Справочник инструментальщика /И.А. Ординарцев, Г.В. Филлипов, А.Н. Шевченко и др., Под общей редакцией И.А.Ординарцева.-Л.: Машиностроение. Ленингр. Отделение .1987.-846 с.
8. Справочник конструктора по расчёту и проектированию станочных приспособлений. В.Е. Антонюк. – Минск, «Беларусь». 1969.-392 с.
9. Приспособления для металлорежущих станков. М.А. Ансеров. – Л.: Машиностроение. Ленинградское отделение. 1975,-656 с.

					ВКР.ТАМП. 151001.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		87