

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологического процесса изготовления детали «Вал энкодера»

УДК 621.824.002

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8ЛЗ1	Соловьёв Вячеслав Сергеевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	Бознак Алексей Олегович			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Старикова Екатерина Васильевна	к.ф.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Федорчук Юрий Митрофанович	д.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Томск – 2018 г.

Планируемые результаты обучения по программе

Код результ ата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Профессиональные компетенции	
P2	Применять глубокие знания в области современных технологий машиностроительного производства для решения междисциплинарных инженерных задач
P3	Ставить и решать инновационные задачи инженерного анализа, связанные с созданием и обработкой материалов и изделий, с использованием системного анализа и моделирования объектов и процессов машиностроения
P4	Разрабатывать технологические процессы, проектировать и использовать новое оборудование и инструменты для обработки материалов и изделий, конкурентоспособных на мировом рынке машиностроительного производства
P5	Проводить теоретические и экспериментальные исследования в области современных технологий обработки материалов, нанотехнологий, создания новых материалов в сложных и неопределенных условиях
Универсальные компетенции	
P11	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности

Министерство образования и науки Российской Федерации
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

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

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

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
3-8ЛЗ1	Соловьёву Вячеславу Сергеевичу

Тема работы:

Разработка технологического процесса изготовления детали «Вал энкодера»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	05.04.2018г. №2348

Срок сдачи студентом выполненной работы:	14.06.2018
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	-Чертеж детали; -Годовая программа выпуска.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	-Аналитический обзор научно-технической литературы; -Определение типа производства, форм и методов организации работ; -Анализ технологичности конструкции детали; -Выбор заготовки; -Разработка маршрута обработки детали; -Размерный анализ техпроцесса; -Выбор оборудования; -Расчет и назначение режимов обработки;

	-Нормирование технологического процесса; -Конструирование приспособления.
Перечень графического материала	-Чертеж детали; -Чертеж приспособления -Размерный анализ -Операционные карты
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Технологический	Бознак Алексей Олегович
Конструктоский	Бознак Алексей Олегович
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Старикова Екатерина Васильевна
Социальная ответственность	Федорчук Юрий Митрофанович
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Бознак Алексей Олегович			26.02.2018

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л31	Соловьёв Вячеслав Сергеевич		26.02.2018

Аннотация

В данной работе разрабатывается технология изготовления детали «Вал энкодера». Для увеличения производительности проектируется специальное приспособление для сверления и последующего развёртывания шести отверстий за одну установку. Приспособление представляет собой пневмоцилиндр с поворотным механизмом. Работа состоит из следующих частей: Технологическая, конструкторская, экономическая, и социальная ответственность.

In this work, the technology of manufacturing the "Encoder shaft" part is being developed. To increase productivity, a special device is planned for drilling and the subsequent deployment of six holes in one installation. The device is a pneumatic cylinder with a rotary mechanism. The work consists of parts: technological, engineering, economic, and social responsibility.

Оглавление

Введение.....	9
1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	10
Техническое задание.....	11
1.1 Анализ технологичности детали.....	12
1.2 Определение типа производства.....	14
1.3 Разработка маршрута изготовления детали.....	20
1.4 Размерный анализ разрабатываемого технологического процесса изготовления детали.....	27
1.4.1 Определение допусков на технологические размеры.....	27
1.4.2 Проверка обеспечения точности конструкторских размеров.....	28
1.4.3 Определение минимальных припусков на обработку и технологических размеров.....	31
1.4.4 Расчет диаметральных технологических размеров.....	33
1.4.5 Расчет осевых технологических размеров.....	35
1.5 Расчет режимов и мощности резания переходов.....	38
1.6 Нормирование технологических операций.....	66
1.6.1 Расчет основного времени.....	66
1.6.2 Расчет вспомогательного времени.....	78
1.6.3 Расчет оперативного времени.....	80
1.6.4 Расчет времени на обслуживание рабочего места.....	80
1.6.5 Расчет времени на отдых.....	81
1.6.6 Определение подготовительно-заключительного времени.....	81
1.6.7 Расчет штучного времени.....	83
1.6.8 Расчет штучно-калькуляционного времени.....	84
2. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ.....	85
2.1 Расчет силы закрепления.....	86
2.2 Описание работы приспособления.....	88
3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	91
3.1 Финансовый менеджмент ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	93
3.2 Анализ потенциального рынка сбыта.....	93
3.3 Определение качества технологического процесса, и его перспективности на рынке С помощью технологии QuaD.....	95
3.4 Комплексный анализ научно-исследовательского проекта по разработке технологического процесса детали, посредством SWOT-анализа.....	96

3.5	Общее положение.....	100
3.6	Расчет затрат по статье «сырьё и материалы».....	102
3.7	Расчет затрат по статье «покупные комплектующие и полуфабрикаты».....	103
3.8	Расчет затрат по статье «возвратные изделия и полуфабрикаты».....	103
3.9	Расчет затрат по статье «Топливо и энергия на технологические цели».....	104
3.10	Расчет затрат по статье «Основная заработная плата производственных рабочих».....	104
3.11	Расчёт затрат по статье «Дополнительная заработная плата производственным рабочим».....	105
3.12	Расчёт затрат по статье «Отчисления в бюджет и внебюджетные фонды».....	106
3.13	Расчет затрат по статье «Погашение стоимости инструментов и приспособлений целевого назначения».....	106
3.14	Расчет затрат по статье «Содержание и эксплуатация машин и оборудования»....	107
3.15	Расчет затрат по статье «Общехозяйственные расходы».....	112
3.16	Расчет затрат по статье «Технологические потери».....	112
3.17	Расчёт затрат по статье «Общехозяйственные расходы».....	113
3.18	Расчёт затрат по статье «Потери брака».....	113
3.19	Расчёт затрат по статье «Прочие производственные расходы».....	113
3.20	Расчёт затрат по статье «Расходы на реализацию».....	114
3.21	Расчёт прибыли.....	114
3.22	Расчёт НДС.....	114
3.23	Цена изделия.....	114
4.	СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	115
4.1	Описание производственного участка.....	117
4.2	Анализ выявленных вредных факторов производственной среды.....	117
4.3	Микроклимат.....	118
4.4	Вредные вещества.....	120
4.5	Производственный шум.....	122
4.6	Освещённость.....	123
4.7	Электробезопасность.....	127
4.8	Движущиеся машины и механизмы.....	130
4.9	Экологическая безопасность.....	131
4.10	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	136
4.11	Пожарная безопасность.....	137
4.12	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	145

Список используемой литературы.....	147
-------------------------------------	-----

Введение.

Машиностроение играет основополагающую роль в ускорении научно-технического прогресса, в повышении производительности труда, в переводе экономики на интенсивный путь развития, создает условия, определяющие развитие многих видов производства и отраслей промышленности.

Важными задачами машиностроения являются совершенствование технологических процессов, внедрение автоматизации производства точечной механизации переоснащение производства на автоматизированное современное, более производительное оборудование. Необходимо так же использовать достижения науки, совершенствовать методы управления персоналом, следить за нормами охраны труда, отдыхом, организацией питания персонала. Поднимать уровень оплаты труда и престиж работников машиностроительной отрасли. Привлекать молодых специалистов, повышать квалификацию рабочих, перенимать опыт у зарубежных специалистов.

Целью данной выпускной квалификационной работы является проектирование технологического процесса изготовления детали – «Вал энкодера». Для этого необходимо: определить тип производства, разработать маршрут изготовления детали, провести размерный анализ, рассчитать припуски, подобрать необходимое оборудование, режущий инструмент, оснастку, рассчитать режимы резания, исходя из свойств обрабатываемого материала и технических возможностей оборудования, рассчитать время, затрачиваемое на обработку, сконструировать и рассчитать специальное приспособление.

Продукция должна соответствовать стандартам качества, и отвечать всем требованиям современного машиностроения. Спроектированный технологический процесс должен быть экономически обоснованным и отвечать требованиям социальной безопасности.

1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Техническое задание.

Разработать технологический процесс изготовления детали «Вал энеодера».

Чертёж детали представлен на рис. 1.1. Годовая программа выпуска: 3000 шт.

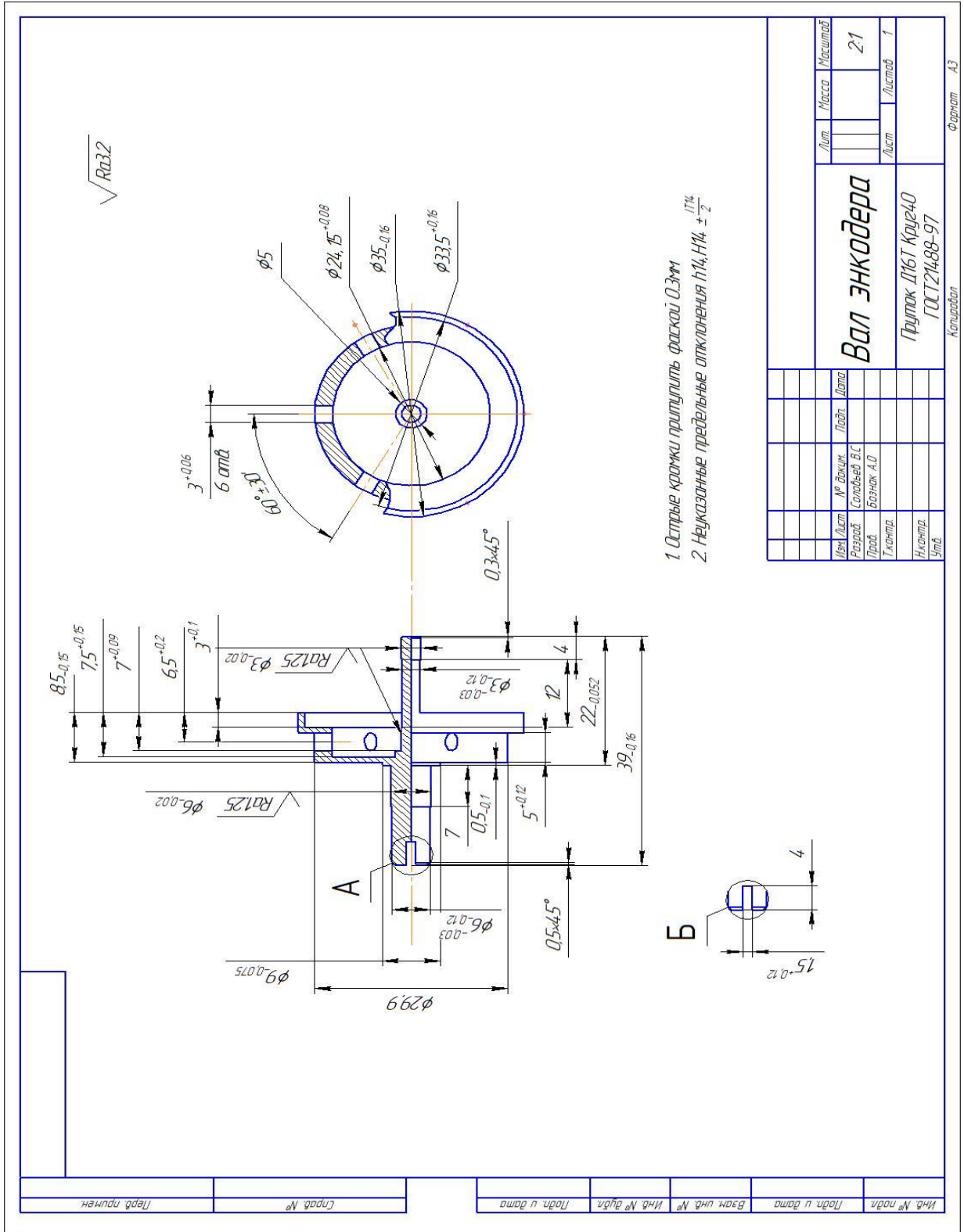


Рис. 1.1 Чертёж детали

1.1 Анализ технологичности детали

Изучив чертёж детали и проанализировав параметры точности её размеров можно заметить, что на размеры назначены относительно точные допуски, что требует использования оборудования с высокой точностью, специальный микрометрический инструмент, и индикаторные стойки для контроля линейных размеров. Форма вала сложная, так как имеет много осевых и диаметральных поверхностей. Из диаметральных размеров наиболее сложными являются: шейки для посадки подшипника $\varnothing 6_{-0,02}$, посадочные шейки $\varnothing 3 - 0,02$, между которыми требуется выполнить высвобождение $\varnothing 3_{-0,12}^{-0,03}$, на заданное расстояние. Наиболее сложный линейный размер - $22_{-0,052}$ так как для его обеспечения необходимо задействовать высокоточный станок, и строго следовать схемам базирования.

Конструкция вала осложняется внутренними выточками с диаметрами $\varnothing 33,5^{+0,16}$, и $\varnothing 24,15^{+0,08}$, которые выполняются на относительно небольшую глубину: $7,5^{+0,15}$, $3^{+0,1}$ мм соответственно. Выполнив вышеупомянутые выточки мы получим деталь с тонкими стенками (0,75 мм), что необходимо учесть при последующем базировании детали, для исключения деформации стенок. По диаметру 29,9 выполнены 6 отверстий $\varnothing 3^{+0,06}$ мм, расположенные под определённым углом относительно друг друга. На одном из торцев выполнен шлиц, для передачи вала крутящего момента.

К качеству поверхностного слоя были предъявлены жёсткие требования, а именно: шейки $\varnothing 6_{-0,02}$, $\varnothing 3_{-0,02}$ должны быть выполнены с шероховатостью Ra1,25; на остальных поверхностях необходимо обеспечить шероховатость Ra3,2.

Для изготовления детали используется дюралюминиевый сплав - Д16Т. Данный материал является легкообрабатываемым и позволяет выполнять обработку на высокопроизводительных режимах резания. Программа выпуска в год составляет 3000 штук.

Д16Т – один из самых востребованных дюралюминиевых сплавов в судостроительной, авиационной и космической промышленности. Главное его преимущество заключается в том, что получаемый из него металлопрокат обладает:

- стабильной структурой;
- высокими прочностными характеристиками;
- в 3 раза более легким весом, чем стальные изделия;
- повышенным сопротивлением микроскопической деформации в процессе эксплуатации;
- хорошей механической обрабатываемостью на токарных и фрезеровочных станках

Химический состав: Д16Т регламентируется по ГОСТ 4784-97 и расшифровывается следующим образом:

Д – дюралюминий;

16 – номер сплава в серии;

Т – закаленный и естественно состаренный.

Дюралюминий Д16Т относится к алюминиевым сплавам системы Al-Cu-Mg, легируемым марганцем. Большую его часть составляет алюминий – до 94,7%, остальное приходится на медь, магний и другие примеси. Марганец увеличивает коррозионную стойкость сплава и улучшает его механические свойства.

Таблица №1. Механические свойства Д16Т

Марка	Металлическая система	σ_{02} МПа	σ_{02} МПа	$\delta, \%$	НВ	КСУ $\frac{кДж}{м^2}$	K_{1C} $\frac{МН}{м^{3/4}}$	σ_{-1} МПа
Д16Т	Al-Cu-Mg	300	440	20,0	130	250	44	120

Таблица №2. Химические свойства Д16Т

Fe	Si	Mn	Cr	Ti	Al	Cu	Mg	Zn	примесей	
до 0,5	до 0,5	0,3- 0,9	до 0,1	до 0,15	90,8- 94,7	3,8- 4,9	1,2 1,8	до 0,25	Прочие,каждая 0,05, всего 0,15	Ti+Zr <0,2

1.2 Определение типа производства

Для определения типа производства на этапе проектирования технологического процесса необходимо рассчитать коэффициент закрепления операций:

$$K_{з.о} = \frac{t_в}{T_{ср}}$$

где $t_в$ – такт выпуска детали, мин.;

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

Такт выпуска детали определяем по формуле:

$$t_в = \frac{F_r}{N_r}$$

где F_r – годовой фонд времени работы оборудования, мин.;

N_r – годовая программа выпуска деталей.

Годовой фонд времени работы оборудования определяем по таблице 2.1 [5]

при односменном режиме работы: $F_r = 1976$ ч.

Тогда

$$t_6 = \frac{F_2}{N_2} = \frac{1976 \times 60}{3000} = 39,52 \text{ мин};$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса:

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.к.i}}{n},$$

где – $T_{ш.к.i}$ – штучно – калькуляционное время i - ой основной операции, мин.;
 n – количество основных операций.

В качестве основных операций выберем 6 операции ($n=6$).

Штучно – калькуляционное время i - ой основной операции определяем по рекомендациям приложения 1 [5]:

$$T_{ш.к.i} = \varphi_{к.i} \cdot T_{oi}$$

где $\varphi_{к.i}$ – коэффициент i - ой основной операции, зависящий от вида станка и типа предполагаемого производства;

T_{oi} – основное технологическое время i - ой операции, мин. [5]

Для заготовительной операции: $\varphi_{к.0} = 1$;

Для первой операции (токарная с ЧПУ): $\varphi_{к.1} = 2,14$;

Для второй операции (токарная с ЧПУ): $\varphi_{к.2} = 2,14$;

Для фрезерной операции (сверление, развёртывание): $\varphi_{к.4} = 1,75$;

Основное технологическое время определяем по рекомендациям приложения [5] где время зависит от длины и диаметра обрабатываемой поверхности, а также от вида обработки.

Таб.№1 Формулы для определения основного времени

Наименование перехода	Основное время обработки T_0 , мин.
Отрезка	$0,011 \cdot D$
Чистовая подрезка торца	$0,37 \cdot (D2-d2)$
Чистовое точение	$0,17 \cdot dl$
Растачивание отверстий на токарном станке	$0,18 \cdot dl$
Сверление отверстий	$0,52 \cdot dl$
Развёртывание отверстий	$0,86 \cdot dl$
Фрезерование	$0,701 \cdot dl$

Расчет основного времени по переходам операций

005 Отрезная:

$$T_0 = 0,011 \cdot D = 0,011 \cdot 40 = 0,44 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{ш.к005}} = \varphi_{\text{к.0}} \cdot T_{\text{o.0}} = 0,44 \text{ мин.}$$

010 Токарная:

D, d – диаметры обрабатываемой поверхности

l – длина обрабатываемой поверхности

n - количество проходов

Установ А

- переход 1

$$T_0 = 0,052 \cdot (D_2 - d_2) = 0,52 \cdot 1600 \cdot 10^{-3} = 0,08 \text{ мин.}$$

- переход 2

$$T_0 = 0,17 \cdot d_l \cdot n = 0,17 \cdot 26 \cdot 35 \cdot 10^{-3} \cdot 2 = 0,3 \text{ мин.}$$

- переход 3

$$T_0 = 0,17 \cdot d_l \cdot n = 0,17 \cdot 29,9 \cdot 22 \cdot 10^{-3} \cdot 3 = 0,33 \text{ мин.}$$

- переход 4

$$T_0 = 0,17 \cdot d_l \cdot n = 0,17 \cdot 9 \cdot 17,5 \cdot 10^{-3} \cdot 10 = 0,3 \text{ мин.}$$

Установ Б

- переход 1

$$T_0 = 0,052 \cdot (D_2 - d_2) = 0,052 \cdot 1600 = 0,08 \text{ мин.}$$

- переход 2

$$T_0 = 0,17 \cdot d_l \cdot n = 0,17 \cdot 5 \cdot 16 \cdot 10^{-3} \cdot 17 = 0,24 \text{ мин.}$$

- переход 3

$$T_0 = 0,17 \cdot d_l = 0,17 \cdot 2,7 \cdot 5 \cdot 10^{-3} = 0,002 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{ш.к010}} = \varphi_{\text{к.0}} \cdot T_{\text{o.i}} = (0,08 + 0,3 + 0,33 + 0,3 + 0,08 + 0,24 + 0,002) \cdot 2,14 = 2,9 \text{ мин.}$$

020 Фрезерная:

n – количество отверстий

- переход 1

$$T_0 = 0,52 \cdot d_l \cdot n = (0,52 \cdot 10 \cdot 2,9 \cdot 10^{-3}) \cdot 6 = 0,27 \text{ мин.}$$

- переход 2

$$T_0 = 0,86 \cdot d_l \cdot n = (0,86 \cdot 10 \cdot 3 \cdot 10^{-3}) \cdot 6 = 0,46 \text{ мин}$$

$$T_{\text{ш.к020}} = \varphi_{\text{к.0}} \cdot T_{\text{o.i}} = (0,46 + 0,27) \cdot 1,75 = 1,3 \text{ мин.}$$

025 Токарная с ЧПУ

Установ А

- переход 1

$$T_0 = 0,17 \cdot dl = 0,17 \cdot 6 \cdot 17 \cdot 10^{-3} = 0,017 \text{ мин}$$

Установ Б

- переход 1

$$T_0 = 0,18 \cdot dl \cdot n = 0,18 \cdot 33,5 \cdot 3 \cdot 10^{-3} \cdot 14 = 0,24 \text{ мин}$$

- переход 2

$$T_0 = 0,18 \cdot dl \cdot n = 0,18 \cdot 24 \cdot 15 \cdot 4,5 \cdot 10^{-3} \cdot 10 = 0,2 \text{ мин}$$

- переход 3

$$T_0 = 0,17 \cdot dl = 0,17 \cdot 3 \cdot 23 \cdot 10^{-3} = 0,011 \text{ мин}$$

$$T_{\text{ш.к025}} = \varphi_{\text{к.0}} \cdot T_{\text{o.i}} = (0,017 + 0,24 + 0,2 + 0,011) \cdot 2,14 = 1 \text{ мин.}$$

Штучно – калькуляционное время *i*-ой основной операции:

$$T_{\text{шт.к } i} = T_{\text{o.i}} \cdot \varphi_{\text{к.i}},$$

где $T_{\text{o.i}}$ - основное технологическое время *i*-ой операции, мин.;

$\varphi_{\text{к.i}}$ – коэффициент *i*-ой основной операции, зависящий от типа производства и вида оборудования.

Таб.№2 Основное и штучно-калькуляционное время для основных операций

Наименование операции	$\sum T_0$, мин.	$\sum T_{\text{шт.к}}$, мин.

005 Отрезная	0,44	0,44
010 Токарная с ЧПУ	1,332	2,9
015 Фрезерная с ЧПУ	0,73	1,3
020 Токарная с ЧПУ	0,467	1,0

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.к i}}{n} = \frac{T_{ш.к 0} + T_{ш.к 1} + T_{ш.к 2} + T_{ш.к 3}}{4} = \frac{0,44 + 2,9 + 1,3 + 1}{4} = 1,41$$

Коэффициент закрепления операция определяем по формуле :

$$K_{з.о.} = \frac{t_{в}}{T_{cp}} = \frac{39,5}{1,41} = 28 \text{ мин. Так как } 20 < 28 < 40 \text{ то тип производства}$$

мелкосерийный.

1.3 Разработка маршрута изготовления детали

Маршрут изготовления детали типа "Вал Энкодера" представлен в таблице 1. Предварительный маршрут включает в себя схемы базирования заготовки, выдерживаемые технологические размеры, а так же тексты переходов и их эскизы.

Таблица 1 - Маршрут обработки

Номер		Наименование операции и содержание переходов	Операционный эскиз
0	1	<p>Заготовительная. Установить и закрепить заготовку. Отрезать, выдерживая размер $A_{0,1}$ Материал Д16Т, круг $\phi 40$мм</p>	
1	1	<p>Токарная с ЧПУ. Установ А Установить заготовку в упор в 3-х кулачковый самоцентр. патрон. Подрезать торец, выдерживая размер $A_{1,1}$</p>	
	2	<p>Точить, выдерживая размеры $A_{1,2}$ и $D_{1,2}$</p>	

Номер		Наименование операции и содержание переходов	Операционный эскиз
	3	Точить, выдерживая $A_{1.3}$ и $D_{1.3}$	
	4	Точить, выдерживая $A_{1.4}$ и $D_{1.4}$	
2	1	Токарная с ЧПУ Установ Б Подрезать торец, выдерживая размер $A_{2.1}$	
	2	Точить выдерживая $A_{2.2}$ и $D_{2.2}$	

Номер		Наименование операции и содержание переходов	Операционный эскиз
	3	Точить, выдерживая размеры $A_{2,3}$ и угол $\alpha_{2,3}$	
3	1	<p align="center">Термическая.</p> <p>Гетерогенизация. Отжиг производится примерно при 400 градусах Цельсия. Выдержка обычно составляет 1-2 часа..</p>	
4	1	<p align="center">Фрезерная</p> <p>Фрезеровать паз, выдерживая размеры $A_{4,1}, A_{4,2}$</p>	
5	1	<p align="center">Фрезерная</p> <p>Сверлить 6 отверстий $D_{5,1}$ на глубину $A_{5,1,2}$, выдержав расстояние $A_{5,1,1}$.</p>	

Номер		Наименование операции и содержание переходов	Операционный эскиз
5	2	Развернуть 6 отверстий $D_{5.2}$ на глубину $A_{5.2.1}$, выдержав расстояние $A_{5.2.2}$	
6	1	Токарная с ЧПУ Установ А Точить $D_{6.1}$ на расстояние $A_{6.1}$	
	2	Точить $D_{6.2}$ на расстояние $A_{6.2}$	
	3	Точить $A_{6.3}$ на выдержав угол $\alpha_{6.3}$	

Номер		Наименование операции и содержание переходов	Операционный эскиз
7	1	<p>Токарная с ЧПУ Установ А</p> <p>Точить, выдерживая размеры $D_{7.1}, A_{7.1}, D_{2.2}^*$</p>	
	2	<p>Точить, выдерживая размеры $D_{7.2}, A_{7.2}, D_{2.2}^*$</p>	
	3	<p>Точить, выдерживая размеры: $D_{7.3}, A_{7.3}$</p>	
	4	<p>Точить обнижение выдерживая размеры $A_{7.4}, A_{7.5}, D_{7.4}$</p>	
8	1	<p>Слесарная.</p> <p>Удалить заусенцы, притупить острые кромки</p>	

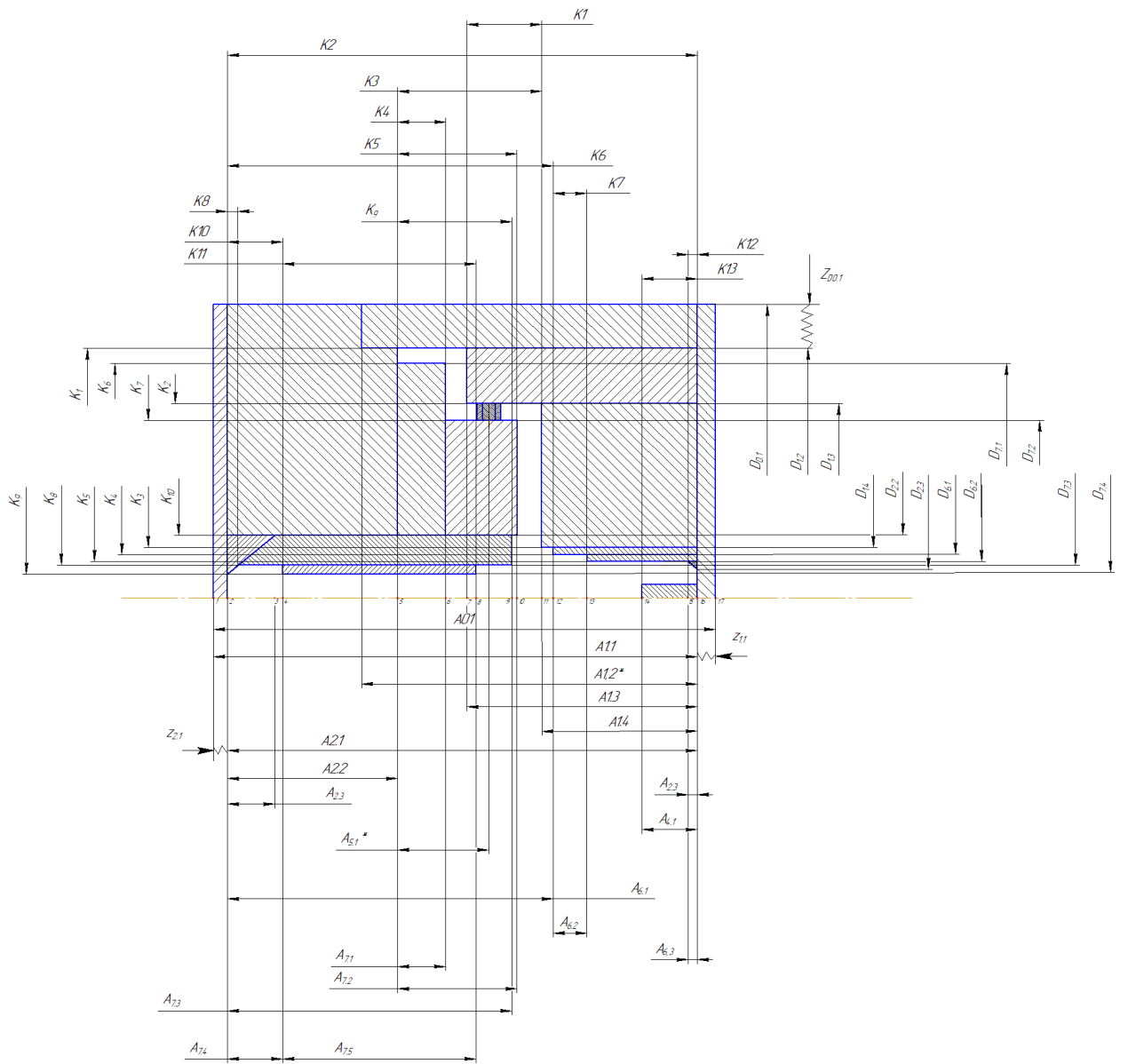


Рис. 1.2 Размерная схема

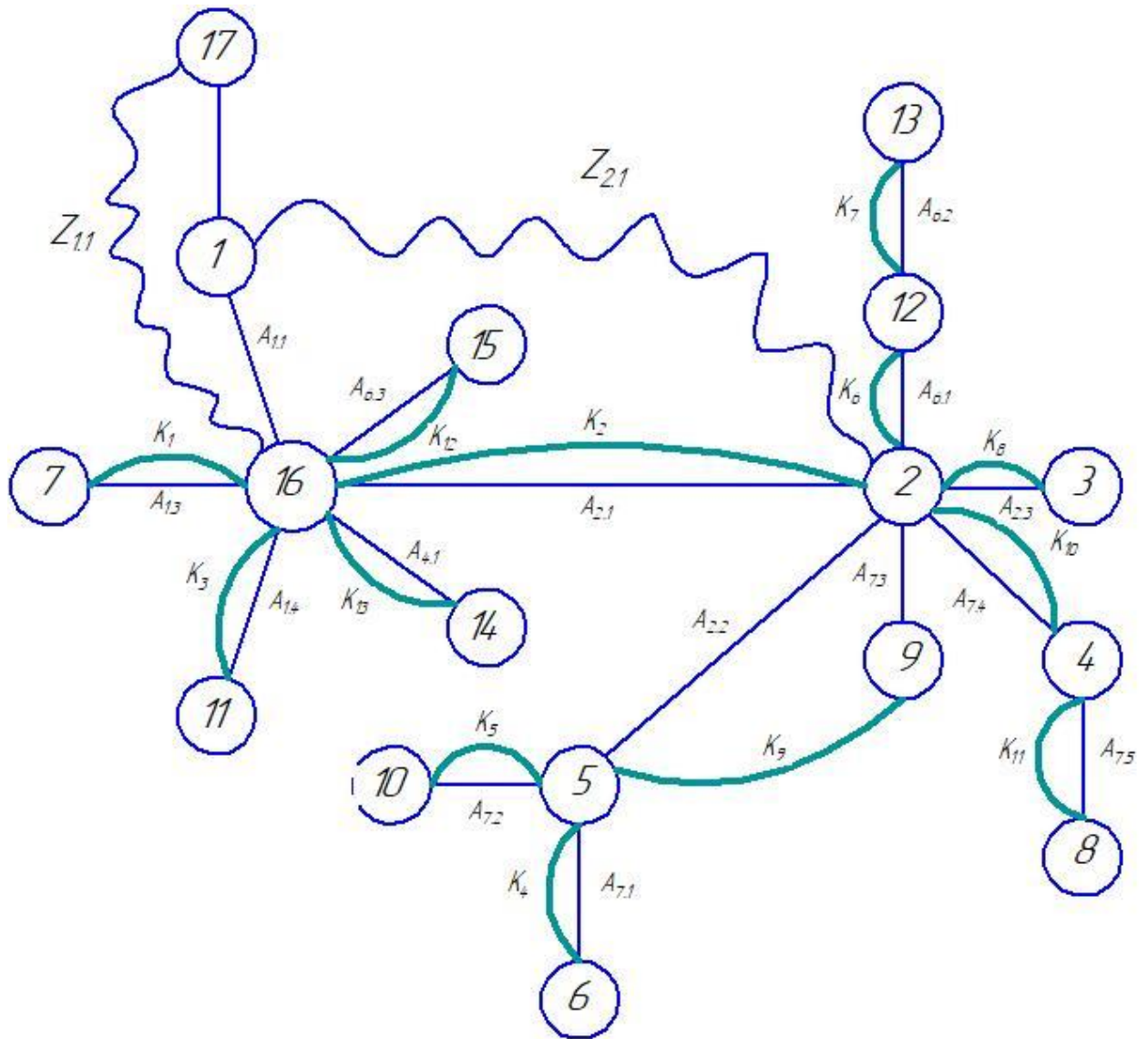


Рис. 1.3 Граф технологических размеров

1.4. Размерный анализ разрабатываемого технологического процесса изготовления детали.

1.4.1 Определение допусков на технологические размеры

Допуски размеров исходной заготовки находятся по соответствующим стандартам и справочным материалам. Допуски размеров, получаемых на операциях механической обработки, определяются с использованием таблиц точности. Эти таблицы включают в себя статистические данные по погрешностям размеров заготовок, обрабатываемых на различных металлорежущих станках. Величина допуска непосредственно зависит от вида и метода обработки, используемого оборудования, числа рабочих ходов и размера обрабатываемой поверхности.

Допуски Допуски [6]

на осевые размеры, мм.

на диаметральные размеры, мм.

$TA_{0,1} = 2\text{мм}$

$D_{0,1}$ (прокат кр. $\varnothing 40$) $es+0,4 ei-0,7$

$TA_{1,1} = \omega_c + P_{i-1} = 0,2 + 1 = 1,2\text{мм.}$

Токарная с ЧПУ

И $TA_{1,2} = 0,35$

$D_{1,2} = -0,16 h11$

$TA_{1,3} = 0,12$

$D_{1,3} = -0,16 h11$

$TA_{1,4} = 0,12$

$D_{1,4} = -0,09 h11$

$TA_{2,1} = 0,12$

$D_{2,1} = +0,4 -0,7$

$TA_{2,2} = 0,12$

$D_{2,2} = -0,075 h11$

$TA_{2,3} = 0,12$

$D_{2,3} = -0,075 h11$

Прецизионные токарные станки

$$TA_{6.1} = 0,04$$

$$D_{6.1} = -0,08 h6$$

$$TA_{6.2} = 0,04$$

$$D_{6.2} = -0,08 h6$$

$$TA_{6.3} = 0,04$$

$$D_{6.3} = -0,08 h6$$

$$TA_{7.1} = 0,05$$

$$D_{7.1} = +0,16 H6$$

$$TA_{7.2} = 0,05$$

$$D_{7.2} = +0,13 H6$$

$$TA_{7.3} = 0,05$$

$$D_{7.3} = -0,06 h6$$

$$TA_{7.4} = 0,04$$

$$D_{7.4} = -0,06 h6$$

1.4.2 Проверка обеспечения точности конструкторских размеров

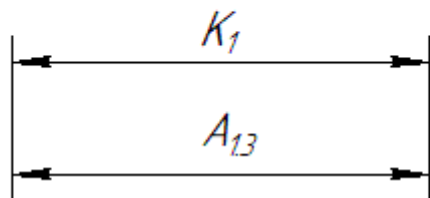
Для проверки обеспечения точности конструкторских размеров необходимо построить размерную схему отдельно в осевом и радиальном направлениях. На данную схему наносят все технологические размеры, припуски на обработку, а также конструкторские размеры. На основании построенной размерной схемы выделяют размерные цепи, замыкающими звеньями в которых являются конструкторские размеры и припуски на обработку.

$$1.K_1 = 5^{+0,12}$$

$$TK_1 = 0,12$$

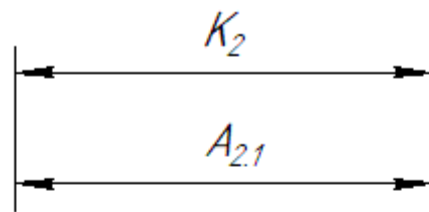
$$TA_{1.3} = 0,12$$

$$TK_1 = TA_{1.3}$$



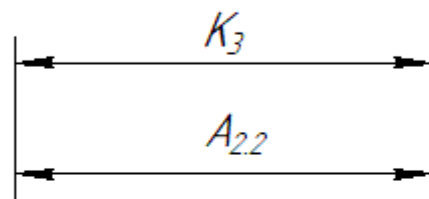
$$2.K_2=39_{-0,16}$$

$$TK_2=0,16 \quad TA_{2,1}=0,12 \quad TK_2 \geq TA_{2,1}$$



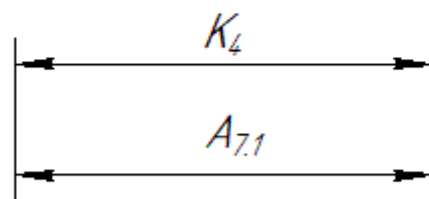
$$3.K_3=8,5_{-0,12}$$

$$TK_3=0,12 \quad TA_{2,2}=0,12 \quad TK_3 = TA_{2,2}$$



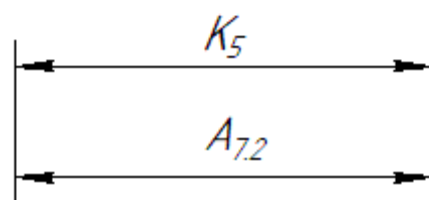
$$4.K_4=3^{+0,1}$$

$$TK_4=0,1 \quad TA_{7,1}=0,04 \quad TK_4 \geq TA_{7,1}$$



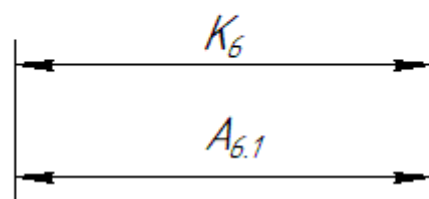
$$5.K_5=7,5^{+0,15}$$

$$TK_5=0,15 \quad TA_{7,2}=0,04 \quad TK_5 \geq TA_{7,2}$$



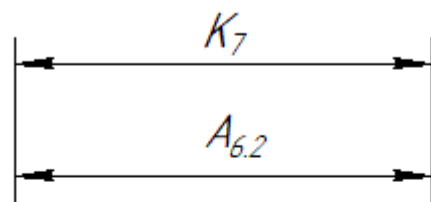
$$6.K_6=22_{-0,053}$$

$$TK_6=0,053 \quad TA_{6,1}=0,04 \quad TK_6 \geq TA_{6,1}$$



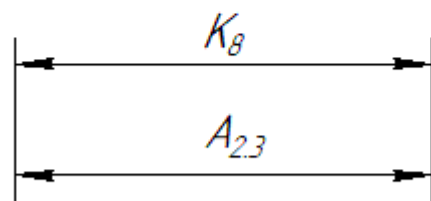
$$7.K_7=7^{+0,1}$$

$$TK_7=0,1 \quad TA_{6,2}=0,04 \quad TK_7 \geq TA_{6,2}$$



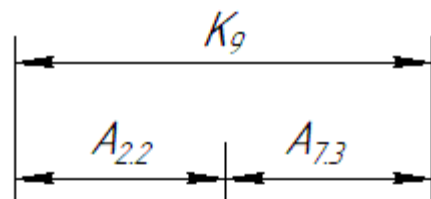
$$8.K_8=0,5 \pm 0,1$$

$$TK_8=0,2 \quad TA_{2,3}=0,04 \quad TK_8 \geq TA_{2,3}$$



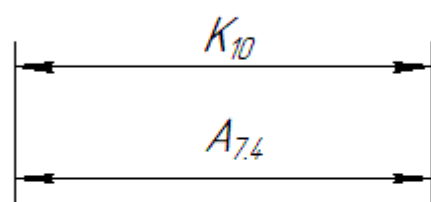
$$9.K_9=15^{+0,1}$$

$$TK_9=0,1 \quad TA_{2,2}+TA_{7,3}=0,04+0,04=0,08 \quad TK_9 \geq \Sigma TA_{2,2} TA_{7,3}$$



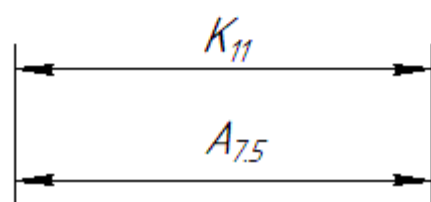
$$10.K_{10}=4^{+0,1}$$

$$TK_{10}=0,1 \quad TA_{7,4}=0,04 \quad TK_{10} \geq TA_{7,4}$$



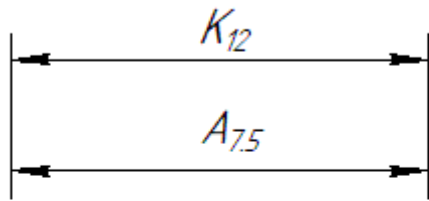
$$11.K_{11}=9 \pm 0,1$$

$$TK_{11}=0,2 \quad TA_{7,5}=0,04 \quad TK_{11} \geq TA_{7,5}$$



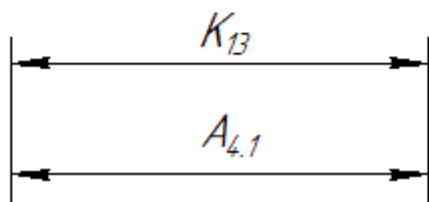
$$12. K_{12} = 0,5 \pm 0,1$$

$$TK_{12} = 0,2 \quad TA_{7,5} = 0,04 \quad TK_{12} \geq TA_{7,5}$$



$$13. K_{13} = 4_{-0,3}$$

$$TK_{13} = 0,3 \quad TA_{4,1} = 0,04 \quad TK_{13} \geq TA_{4,1}$$



Данная технология обеспечивает точность всех конструкторских размеров.

1.4.3 Определение минимальных припусков на обработку и технологических размеров

Расчет минимальных припусков.

Существует два метода определения минимальных припусков на обработку: нормативный и расчетно-аналитический. [6]

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

При расчетно-аналитическом методе $Z_{i \min}$ находят путем суммирования отдельных составляющих, что позволяет наиболее полно учесть конкретные условия обработки.

Расчет минимальных значений для диаметральных припусков производим, пользуясь формулой:

$$z_i^{D \min} = 2 \cdot \left(R_{z i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right)$$

где: $z_{\min i}^D$ – минимальный припуск на диаметр для рассматриваемой обработки, мкм;

$R_{z i-1}$ – шероховатость поверхности после предыдущей обработки, мкм;

h_{i-1} - толщина дефектного слоя после предыдущей обработки, мкм;

ρ_{i-1} – суммарное пространственное отклонение формы и расположение поверхности, полученное на предыдущем переходе, мкм;

ε_i – погрешность установки и закрепления перед рассматриваемой обработкой (во время рассматриваемой обработки).

$$\rho_{i-1} = \sqrt{\rho_{\phi i-1}^2 + \rho_{p i-1}^2} = \sqrt{14400 + 1600} = 381 \text{ мкм.}$$

где: $\rho_{\phi i-1}$ – погрешность формы поверхности, полученная на предыдущем переходе.

$\rho_{p i-1}$ – погрешность расположения поверхности, полученная на предыдущем переходе

$$z_{1,2}^{D \min} = 2 \cdot (150 + 150 + 381) = 1362 \text{ мкм} = 1,3 \text{ мм};$$

Расчет минимальных значений для осевых припусков производим, пользуясь формулой:

$$z_i^{\min} = R_{z i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1},$$

где: $z_{\min i}^D$ – минимальный припуск на диаметр для рассматриваемой обработки, мкм;

$R_{z\ i-1}$ – шероховатость поверхности после предыдущей обработки, мкм;

h_{i-1} - толщина дефектного слоя после предыдущей обработки, мкм;

ρ_{i-1} – суммарное пространственное отклонение формы и расположение поверхности, полученное на предыдущем переходе, мкм;

ε_i – погрешность установки и закрепления перед рассматриваемой обработкой (во время рассматриваемой обработки).

$$\rho_{i-1} = \rho_{\phi\ i-1} + \rho_{p\ i-1},$$

где: $\rho_{\phi\ i-1}$ – погрешность формы поверхности, полученная на предыдущем переходе.

$\rho_{p\ i-1}$ – погрешность расположения поверхности, полученная на предыдущем переходе.

$$z_{11}^{\min} = 160 + 300 + 1000 + 110 = 1570 \text{ мкм} = 1,57 \text{ мм};$$

$$z_{21}^{\min} = 160 + 300 + 1000 + 90 = 1550 \text{ мкм} = 1,55 \text{ мм};$$

1.4.4 Расчет диаметральных технологических размеров

1. Найдём технологический размер $D_{7.4}$

$$\text{Принимаем : } D_{7.4} = K_9 = 3_{-0,12}^{-0,03}$$

2. Найдём технологический размер $D_{7.3}$

$$\text{Принимаем : } D_{7.3} = K_8 = 3_{-0,02}$$

3. Найдём технологический размер $D_{7.2}$

$$\text{Принимаем : } D_{7.2} = K_7 = 24,15^{+0,08}$$

4. Найдём технологический размер $D_{7.1}$

$$\text{Принимаем : } D_{7.1} = K_6 = 33,5^{-0,16}$$

5. Найдём технологический размер $D_{6.2}$

Принимаем : $D_{6.2} = K_5 = 6_{-0,02}$

6. Найдём технологический размер $D_{6.1}$

Принимаем : $D_{6.1} = K_4 = 6_{-0,12}^{-0,03}$

7. Найдём технологический размер $D_{2.3}$

Принимаем : $D_{2.3} = 2,4_{-0,1}$

8. Найдём технологический размер $D_{2.2}$

Принимаем : $D_{2.2} = 5_{-0,075}$

9. Найдём технологический размер $D_{1.3}$

Принимаем : $D_{1.3} = K_3 = 9_{-0,075}$

10. Найдём технологический размер $D_{1.2}$

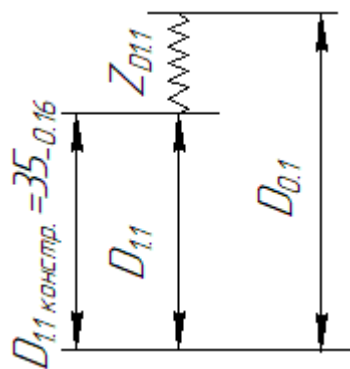
Принимаем : $D_{1.2} = K_2 = 29,9_{-0,52}$

11. Найдём технологический размер $D_{1.1}$

Принимаем : $D_{1.1} = K_1 = 35_{-0,16}$

12. Найдём технологический размер $D_{0.1}$

Из цепи составляем уравнение для замыкающего звена, далее находим среднее значение $D_{0.1}$



Находим $D_{0.1}^{cp.} = D_{1.1}^{cp.} + Z_{1.1}^{cp.}$

$$TD_{0.1} = \text{верхн. откл. } D_{0.1} = \text{нижн. откл. } D_{0.1} = 0,4 - (0,07) = 1,1 \text{ мм.}$$

$$Z_{D_{1.1}}^{\text{ср.}} = Z_{1.1}^{\text{min.}} + \frac{TD_{1.1} + TD_{0.1}}{2} = 1,3 + \frac{0,16 + 1,1}{2} = 1,93 \text{ мм.}$$

$$D_{1.1}^{\text{ср.}} = 34,92 \text{ мм.}$$

$$D_{0.1}^{\text{ср.}} = 34,92 + 1,93 = 36,85 \text{ мм.}$$

$$D_{0.1} = D_{0.1}^{\text{ср.}} - \frac{\text{верхн.откл.}D_{0.1} + \text{нижн.откл.}D_{0.1}}{2} = 36,85 - \frac{0,4 - 0,7}{2} = 37 \text{ мм.}$$

Таким образом, расчётное значение этого звена составляет 37 мм.

Выбираем прокат $\varnothing 40_{-0,7}^{+0,4}$ мм., тогда фактическое значение припуска

$$Z_{1.1}^{\text{D факт.}} = D_{0.1 \text{ факт.}} - D_{1.1} = 40_{-0,7}^{+0,4} - 35_{-0,16} = 5_{-0,54}^{+0,4}$$

1.4.5 Расчет осевых технологических размеров

13. Найдём технологический размер $A_{7.5}$

Принимаем: $A_{7.5} = K_{11} = 15 \pm 0,025$

14. Найдём технологический размер $A_{7.4}$

Принимаем: $A_{7.4} = K_{10} = 4 \pm 0,02$

15. Найдём технологический размер $A_{7.3}$

Принимаем: $A_{7.3} = 23 \pm 0,04$

16. Найдём технологический размер $A_{7.2}$

Принимаем: $A_{7.2} = K_5 = 7,5^{+0,15}$

17. Найдём технологический размер $A_{7.1}$

Принимаем: $A_{7.1} = K_4 = 3^{+0,1}$

18.Найдём технологический размер $A_{6.2}$

Принимаем: $A_{6.2} = K_7 = 7 \pm 0,18$

19.Найдём технологический размер $A_{6.2}$

Принимаем: $A_{6.1} = K_6 = 17_{-0,052}$

20.Найдём технологический размер $A_{4.1}$

Принимаем: $A_{4.1} = K_{13} = 4 \pm 0,18$

21.Найдём технологический размер $A_{2.3}$

Принимаем: $A_{2.3} = K_{12} = 2,7 \pm 0,18$

22. Найдём технологический размер $A_{2.2}$

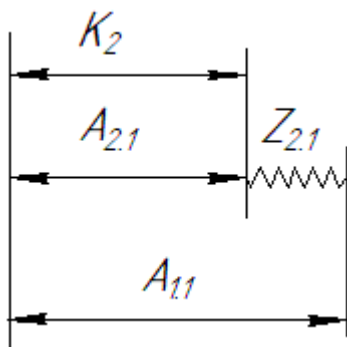
Принимаем: $A_{2.2} = 13 \pm 0,06$

23. Найдём технологический размер $A_{2.1}$

Принимаем: $A_{2.1} = K_2 = 39_{-0,16}$

24. Найдём технологический размер $A_{1.1}$

Изображаем размерную цепь, из цепи составляем уравнение для замыкающего звена.



Находим среднее значение размера $A_{1.1}$

$$A_{1.1}^{cp.} = A_{2.1}^{cp.} + Z_{2.1}^{cp.}$$

$$A_{2.1}^{cp.} = 38,92 \text{ мм.}$$

$$Z_{2.1}^{cp.} = \frac{Z_{2.1}^{min.} + (Z_{2.1}^{min.} + TA_{1.1} + TA_{2.1})}{2} = \frac{1,5 + (1,5 + 1,2 + 0,16)}{2} = 2,18 \text{ мм.}$$

$$A_{1.1}^{cp.} = A_{2.1}^{cp.} + Z_{2.1}^{cp.} = 38,92 + 2,18 = 41,1 \text{ мм.}$$

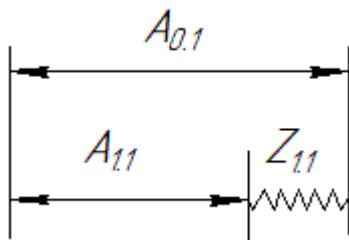
$$A_{1.1} = 41,1 \pm 0,6$$

Так как данный размер относится к охватываемым, то принимаем

$$A_{1.1} = 41,7_{-1,2} \text{ округляем в большую сторону } A_{1.1} = 42_{-1,2}$$

25. Найдём технологический размер $A_{0.1}$

Изображаем размерную цепь, из цепи составляем уравнение для замыкающего звена.



Находим среднее значение $A_{0.1}$

$$A_{0.1}^{cp.} = A_{1.1}^{cp.} + Z_{1.1}^{cp.}$$

$$A_{1.1}^{cp.} = 41,1 \text{ мм.}$$

$$Z_{1.1}^{cp.} = \frac{Z_{1.1}^{min.} + (Z_{1.1}^{min.} + TA_{0.1} + TA_{1.1})}{2} = \frac{1,5 + (1,5 + 2 + 1,2)}{2} = 3,1 \text{ мм.}$$

$$A_{0.1}^{cp.} = A_{1.1}^{cp.} + Z_{1.1}^{cp.} = 41,1 + 3,1 = 44,2 \text{ мм.}$$

$$A_{0.1} = 44,2 \pm 1$$

Так как данный размер относится к охватываемым, то принимаем

$$A_{0.1} = 45,2_{-2} \text{ округляем в большую сторону } A_{0.1} = 46_{-2}$$

1.5 Расчет режимов и мощности резания

При назначении режимов резания следует учитывать вид обработки, тип и размеры инструмента, материал его режущей части, материал заготовки, тип и состояние станка.

Используемые станки и необходимые технические характеристики:

Ленточная пила (полуавтомат) Bomar Transverse 610.440 DGH

Максимальный диаметр заготовки440 мм
Длина отрезаемой заготовки максимальная.....15000мм
Потребляемая мощность.....1 кВт

Токарный станок с ЧПУ LEADWELL T-7

Макс. диаметр точения.....380 мм
Макс. длина точения440 мм
Диаметр патрона.....250мм
Макс. диаметр прутковой заготовки.....65 мм
Характеристика шпинделя.....12/4000 кВт/об/мин
Размер инструментов.....25*25/д40 мм
Тип ЧПУFanuc

Фрезерный станок с ЧПУ Abene VHF-350 TI

Размеры стола.....1200*450 мм
Т-образные пазы 6*18H7
Нагрузка на стол.....400 кг
Диапазон перемещения по осям x,y,z.....650*500*475

Размер конуса ISO40/DIN2080
BT40/DIN69871
Характеристика шпинделя7,5/55-4000 кВт/об/мин
Тип ЧПУ Heidenhain TNC-620
Скорость подачи по осям x,y,z м/мин.....4/4/1,5

Токарный станок с ЧПУ Schaublin225

Макс. диаметр точения..... 270 мм
Макс. длина точения265 мм
Диаметр патрона160 мм
Макс. диаметр прутковой заготовки.....28 мм
Характеристика шпинделя..... 3.7/50-5000 кВт/об/мин
Размер инструментов.....16*16/д20 мм
Тип ЧПУ..... Fanuc 0i Mate TD

1.Токарная операция с ЧПУ

Для данной операции выбираем токарный станок с ЧПУ Leadvel T7

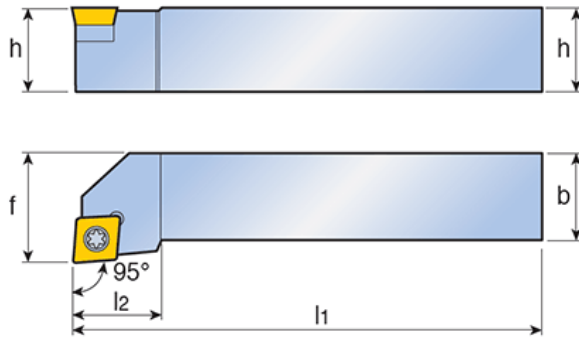
Установ А.

1.0Подрезка торца в размер А1.1

Инструмент:

Резец для контурного точения со сменными пластинами SANDVIC. [9]

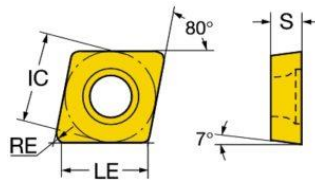
Державка токарная с креплением типа S (закрепление пластин винтом). С углом в плане 95°. Для продольного точения и обрезки торца.SCLCR 2525M12



$$h=25\text{мм}, b=25\text{мм}, l_1=150\text{мм}, l_2=26, f=32.$$

Геометрические параметры режущей части: пластина сменная

$$\text{CCGX 12.04.04-A1 } \varphi = 80^\circ \varphi_1 = 10^\circ; \alpha = 7^\circ \lambda = 7^\circ; r = 0.4$$



1. Глубина резания

$$t = h = 1,5 \text{ мм}$$

2. Подача

$$S_o = 0,25 \text{ мм/об}$$

[5]

3. Скорость главного движения резания.

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V, \text{ м/мин}$$

Период стойкости инструмента $T = 60$ мин.

t – глубина резания

C_V - постоянный коэффициент; m, x, y - показатели степени;

K_V - общий поправочный коэффициент на скорость резания учитывающий фактические условия резания.

$$C_V = 328; x = 0,12; y = 0,5; m = 0,28$$

[5]

Поправочные коэффициенты:

K_m - коэффициент, учитывающий влияние материала заготовки

$$K_m = 1,2 \quad [5]$$

K_p - коэффициент, учитывающий состояние поверхности

$$K_p = 0,9 \quad [5]$$

K_u - коэффициент, учитывающий материал инструмента

$$K_u = 2,5 \quad [5]$$

$$K_\varphi = 0,7; K_{\varphi 1} = 1; K_r = 0,94 \quad [5]$$

Общий поправочный коэффициент на скорость резания

$K_v = K_m \cdot K_p \cdot K_u \cdot K_\varphi \cdot K_{\varphi 1} \cdot K_r$ - при обычной обработке.

$$K_v = 1,2 \cdot 0,9 \cdot 2,5 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 0,94 = 1,78$$

$$V = \frac{328}{60^{0,28} \cdot 1,5^{0,12} \cdot 0,25^{0,5}} \cdot 1,78 = 243 \text{ м/мин.}$$

4. Расчетное число частоты вращения шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 243}{3,14 \cdot 40} = 1935 \text{ принимаем } 1900 \text{ об/мин.}$$

5. Фактическая скорость резания

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 40 \cdot 1900}{1000} = 238,6 \text{ м/мин.}$$

6. Сила резания

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^X \cdot S_o^Y \cdot V^n \cdot K_p, \text{ Н}$$

Значения коэффициентов и показателей степеней формулы;

$$C_p = 40 \quad X = 1 \quad Y = 0,75 \quad n = 0 \quad [5]$$

Соответствующие поправочные коэффициенты:

K_m - коэффициент на характеристику механических свойств обрабатываемого материала

$$K_m = 1,5 \quad [5]$$

$K_\gamma = 1$ - коэффициент на передний угол γ

$K_\phi = 1,08$ - коэффициент на главный угол в плане

$$K_\lambda = 1 \text{ - коэффициент на угол наклона режущей кромки} \quad [5]$$

$$K_p = 1,5 \cdot 1 \cdot 1,08 \cdot 1 = 1,62$$

$$P_z = 10 \cdot 40 \cdot 1,5^1 \cdot 0,25^{0,75} \cdot 243^0 \cdot 1,62 = 388,8 \text{ Н}$$

7. Мощность, затрачиваемую на резание

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, \text{ кВт}$$

$$N_{\text{рез.}} = \frac{388,8 \cdot 243}{1020 \cdot 60} = 1,5 \text{ кВт}$$

$$N_{\text{шп}} = 12 \cdot 0,75 = 9 \text{ кВт}$$

Проверяем, достаточна ли мощность станка

$N_{\text{рез}} < N_{\text{шп}}$ - условие обработки соблюдено

N_d - мощность двигателя станка

η - коэффициент полезного действия.

1.2 Точение поверхности в размер $D_{1.1} (35_{-0,16}) A_{1.2} (28\text{мм})$

1. Глубина резания

$$t = \frac{D-d}{2} = \frac{40-35}{2} = 2,5 \text{ мм.}$$

Обработку выполняем за 2 прохода, значит $t=1,25$

2. Подача

$$S_o = 0,25 \text{ мм/об} \quad [5]$$

3. Скорость главного движения резания.

$$V = \frac{328}{60^{0,28} \cdot 1,25^{0,12} \cdot 0,25^{0,5}} \cdot 1,78 = 205 \text{ м/мин}$$

4. Расчетное число частоты вращения шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 205}{3,14 \cdot 35} = 1865 \text{ принимаем } 1850 \text{ об/мин.}$$

5. Фактическая скорость резания

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 35 \cdot 1850}{1000} = 203,3 \text{ м/мин.}$$

6. Сила резания

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^X \cdot S_o^Y \cdot V^n \cdot K_p, \text{ Н}$$

Значения коэффициентов и показателей степеней формулы;

$$C_p = 40 \quad X = 1 \quad Y = 0,75 \quad n = 0 \quad [5]$$

Соответствующие поправочные коэффициенты:

K_m - коэффициент на характеристику механических свойств обрабатываемого материала

$$K_m = 1,5 \quad [5]$$

K_γ = 1- коэффициент на передний угол γ

K_ϕ = 1,08- коэффициент на главный угол в плане

K_λ = 1- коэффициент на угол наклона режущей кромки [5]

$$K_p = 1,5 \cdot 1 \cdot 1,08 \cdot 1 = 1,62$$

$$P_z = 10 \cdot 40 \cdot 1,25^1 \cdot 0,25^{0,75} \cdot 243^0 \cdot 1,62 = 283 \text{ Н.}$$

7. Мощность, затрачиваемую на резание

$$N = \frac{Pz \cdot V}{1020 \cdot 60} \text{ кВт}$$

$$N_{\text{рез.}} = \frac{283 \cdot 205}{1020 \cdot 60} = 0,94 \text{ кВт}$$

$$N_{\text{шп}} = 12 \cdot 0,75 = 9 \text{ кВт}$$

Проверяем, достаточна ли мощность станка

$N_{\text{рез}} < N_{\text{шп}}$ - условие обработки соблюдено

$N_{\text{д}}$ - мощность двигателя станка

η - коэффициент полезного действия.

1.3 Точение поверхности в размер $D_{1,2}$ (29,9мм), $A_{1,3}$ (22.5)

1. Глубина резания

$$t = \frac{D-d}{2} = \frac{35-29,9}{2} = 2,55 \text{ мм.}$$

Обработку выполняем за 2 прохода, значит $t=1,25$ мм.

2. Подача

$$S_0 = 0,25 \text{ мм/об}$$

[5]

3. Скорость главного движения резания.

$$V = \frac{328}{60^{0,28} \cdot 1,25^{0,12} \cdot 0,25^{0,5}} \cdot 1,78 = 205 \text{ м/мин}$$

4. Расчетное число частоты вращения шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 205}{3,14 \cdot 29,9} = 2183 \text{ принимаем } 2200 \text{ об/мин.}$$

5. Фактическая скорость резания

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 29,9 \cdot 2200}{1000} = 206,5 \text{ м/мин.}$$

6. Сила резания

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^X \cdot S_o^Y \cdot V^n \cdot K_p, \text{ Н}$$

Значения коэффициентов и показателей степеней формулы;

$$C_p = 40 \quad X = 1 \quad Y = 0,75 \quad n = 0 \quad [5]$$

Соответствующие поправочные коэффициенты:

K_m - коэффициент на характеристику механических свойств обрабатываемого материала

$$K_m = 1,5 \quad [5]$$

K_γ = 1- коэффициент на передний угол γ

K_ϕ = 1,08- коэффициент на главный угол в плане

K_λ = 1- коэффициент на угол наклона режущей кромки [5]

$$K_p = 1,5 \cdot 1 \cdot 1,08 \cdot 1 = 1,62$$

$$P_z = 10 \cdot 40 \cdot 1,25^1 \cdot 0,25^{0,75} \cdot 243^0 \cdot 1,62 = 283 \text{ Н}$$

7. Мощность, затрачиваемая на резание

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, \text{ кВт}$$

$$N_{\text{рез.}} = \frac{283 \cdot 206,5}{1020 \cdot 60} = 0,95 \text{ кВт}$$

$N_{\text{шп}} = 12 \cdot 0,75 = 9 \text{ кВт}$ Проверяем, достаточна ли мощность станка

$N_{\text{рез}} < N_{\text{шп}}$ - условие обработки

$$N_{\text{шп}} = N_d \cdot \eta = 12 \cdot 0,75 = 9 \text{ кВт}$$

N_d - мощность двигателя станка

η - коэффициент полезного действия.

$$N_{\text{шп}} > N_{\text{рез.}}$$

1.4 Точение поверхности в размер $D_{1.4}$ (9мм), $A_{1.4}$ (17мм)

1. Глубина резания

$$t = \frac{D-d}{2} = \frac{29,9-9}{2} = 10,45 \text{ мм}$$

Обработку выполняем за 5 проходов, значит $t = 2,1$

2. Подача

$$S_o = 0,25 \text{ мм/об}$$

[5]

3. Скорость главного движения резания.

Скорость резания принимаем исходя из рекомендаций изготовителя инструмента $V_{\text{рез.}} = 100 \text{ м/мин.}$

4. Расчетное число частоты вращения шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 100}{3,14 \cdot 9} = 3538 \text{ об/мин. принимаем } 3500 \text{ об/мин.}$$

5. Фактическая скорость резания

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 9 \cdot 3500}{1000} = 98,91 \text{ м/мин.}$$

6. Сила резания

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^X \cdot S_o^Y \cdot V^n \cdot K_p, \text{ Н}$$

Значения коэффициентов и показателей степеней формулы;

$$C_p = 40 \quad X = 1 \quad Y = 0,75 \quad n = 0$$

[5]

Соответствующие поправочные коэффициенты:

K_m - коэффициент на характеристику механических свойств обрабатываемого материала

$$K_m = 1,5 \quad [5]$$

$K_\gamma = 1$ - коэффициент на передний угол γ

$K_\phi = 0,89$ - коэффициент на главный угол в плане

$K_\lambda = 1$ - коэффициент на угол наклона режущей кромки [5]

$$K_p = 1,5 \cdot 1 \cdot 0,89 \cdot 1 = 1,33$$

$$P_z = 10 \cdot 40 \cdot 2,1^1 \cdot 0,25^{0,75} \cdot 100^0 \cdot 1,33 = 319,2 \text{ Н}$$

7. Мощность, затрачиваемую на резание

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, \text{ кВт}$$

$$N = \frac{319,2 \cdot 100}{1020 \cdot 60} = 0,5 \text{ кВт}$$

$$N_{шп} = N_d \cdot \eta = 12 \cdot 0,75 = 9 \text{ кВт}$$

Проверяем, достаточна ли мощность станка

$N_{рез} < N_{шп}$ - условие обработки

N_d - мощность двигателя станка

η - коэффициент полезного действия.

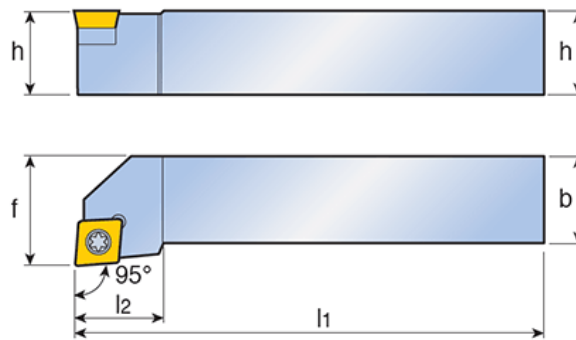
$$N_{шп} > N_{рез}$$

2.1 Установ Б.

Подрезка торца в размер А2.1 (39_{-0.16})

Инструмент: Резец для контурного точения со сменными пластинами SANDVIC. [9]

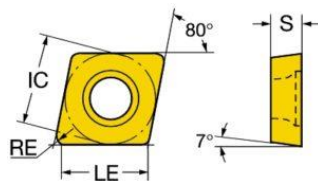
Державка токарная с креплением типа S (закрепление пластин винтом). С углом в плане 95°. Для продольного точения и обрезки торца. SCLCR 2525M12



$h=25\text{мм}$, $b=25\text{мм}$, $l_1=150\text{мм}$, $l_2=26$, $f=32$.

Геометрические параметры режущей части: пластина сменная

CCGX 12.04.04-A1 LE=12мм; $\varphi = 80^\circ$; $\varphi_1 = 10^\circ$; $\alpha = 7^\circ$ $\lambda = 7^\circ$; $r = 0.4$



1. Глубина резания

$$t = h = 1,5 \text{ мм}$$

2. Подача

$$S_o = 0,25 \text{ мм/об} \quad [5]$$

3. Скорость главного движения резания.

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v, \text{ м/мин}$$

Период стойкости инструмента $T=60$ мин.

t – глубина резания

C_v - постоянный коэффициент; m , x , y - показатели степени;

K_V - общий поправочный коэффициент на скорость резания учитывающий фактические условия резания.

$$C_v = 328; x = 0,12; y = 0,5; m = 0,28 \quad [5]$$

Поправочные коэффициенты:

K_M - коэффициент, учитывающий влияние материала заготовки

$$K_M = 1,2 \quad [5]$$

K_P - коэффициент, учитывающий состояние поверхности

$$K_P = 0,9 \quad [5]$$

K_U - коэффициент, учитывающий материал инструмента

$$K_U = 2,5 \quad [5]$$

$$K_\varphi = 0,7; K_{\varphi 1} = 1; K_r = 0,94 \quad [5]$$

Общий поправочный коэффициент на скорость резания

$K_V = K_M \cdot K_P \cdot K_U \cdot K_\varphi \cdot K_{\varphi 1} \cdot K_r$ - при обычной обработке.

$$K_V = 1,2 \cdot 0,9 \cdot 2,5 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 0,94 = 1,78$$

$$V = \frac{328}{60^{0,28} \cdot 1,5^{0,12} \cdot 0,25^{0,5}} \cdot 1,78 = 243 \text{ м/мин.}$$

4. Расчетное число частоты вращения шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 243}{3,14 \cdot 40} = 1935 \text{ принимаем } 1900 \text{ об/мин.}$$

5. Фактическая скорость резания

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 40 \cdot 1900}{1000} = 238,6 \text{ м/мин.}$$

6. Сила резания

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^X \cdot S_o^Y \cdot V^n \cdot K_p, \text{ Н}$$

Значения коэффициентов и показателей степеней формулы;

$$C_p = 40 \quad X = 1 \quad Y = 0,75 \quad n = 0 \quad [5]$$

Соответствующие поправочные коэффициенты:

K_m - коэффициент на характеристику механических свойств обрабатываемого материала

$$K_m = 1,5 \quad [5]$$

$K_\gamma = 1$ - коэффициент на передний угол γ

$K_\phi = 1,08$ - коэффициент на главный угол в плане

$K_\lambda = 1$ - коэффициент на угол наклона режущей кромки [5]

$$K_p = 1,5 \cdot 1 \cdot 1,08 \cdot 1 = 1,62$$

$$P_z = 10 \cdot 40 \cdot 1,5^1 \cdot 0,25^{0,75} \cdot 243^0 \cdot 1,62 = 388,8 \text{ Н}$$

7. Мощность, затрачиваемую на резание

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, \text{ кВт}$$

$$N_{\text{рез.}} = \frac{388,8 \cdot 243}{1020 \cdot 60} = 1,5 \text{ кВт}$$

$$N_{\text{шп}} = 12 \cdot 0,75 = 9 \text{ кВт}$$

Проверяем, достаточна ли мощность станка

$N_{\text{рез}} < N_{\text{шп}}$ - условие обработки соблюдено

N_d - мощность двигателя станка

η - коэффициент полезного действия.

2.2 Точение поверхности $D_{2.2}$ (5мм.) выдержав размер $A_{2.2}$ (8.5-0.15)

1. Глубина резания

$$t = \frac{D-d}{2} - \frac{40-5}{2} = 17,5 \text{ мм.}$$

Обработку выполняем за 9 проходов

$$t = 1.94$$

2. Подача

$$S_o = 0,25 \text{ мм/об}$$

[5]

3. Скорость главного движения резания.

Скорость резания принимаем исходя из рекомендаций изготовителя инструмента $V_{\text{рез.}} = 100 \text{ м/мин.}$

4. Расчетное число частоты вращения шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 100}{3,14 \cdot 9} = 3538 \text{ об/мин. принимаем } 3500 \text{ об/мин.}$$

5. Фактическая скорость резания

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 9 \cdot 3500}{1000} = 98,91 \text{ м/мин.}$$

6. Сила резания

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^X \cdot S_o^Y \cdot V^n \cdot K_p, \text{ Н}$$

Значения коэффициентов и показателей степеней формулы;

$$C_p = 40 \quad X = 1 \quad Y = 0,75 \quad n = 0$$

[5]

Соответствующие поправочные коэффициенты:

K_M - коэффициент на характеристику механических свойств обрабатываемого материала

$$K_M = 1,5$$

[5]

$K_\gamma = 1$ - коэффициент на передний угол γ

$K_\phi = 0,89$ - коэффициент на главный угол в плане

$K_\lambda = 1$ - коэффициент на угол наклона режущей кромки [5]

$$K_p = 1,5 \cdot 1 \cdot 0,89 \cdot 1 = 1,33$$

$$P_z = 10 \cdot 40 \cdot 1,94^1 \cdot 0,25^{0,75} \cdot 100^0 \cdot 1,33 = 319,2 \text{ Н}$$

7. Мощность, затрачиваемую на резание

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, \text{ кВт}$$

$$N = \frac{319,2 \cdot 100}{1020 \cdot 60} = 0,5 \text{ кВт}$$

$$N_{шп} = N_d \cdot \eta = 12 \cdot 0,75 = 9 \text{ кВт}$$

Проверяем, достаточна ли мощность станка

$N_{рез} < N_{шп}$ - условие обработки

N_d - мощность двигателя станка

η - коэффициент полезного действия.

$N_{шп} > N_{рез}$

4 Фрезерная. Фрезеровать паз $A_{4.1}$ (4мм), $A_{4.2}$ (1.6 мм.)

4.1 Фрезерование паза

Фреза дисковая $D=40$ мм, $B=1,6$; $Z=40$ P6M5 ГОСТ 2679-73

(завод изготовитель «МИОН» г. Томск)

Углы заточки $\gamma = 25^\circ$ $\alpha = 30^\circ$ [5]

1. Глубина резания $t = h = 4$ мм. Фрезерование выполнить за 2 прохода

Значит $t=2\text{мм}$.

2. Ширина фрезерования

$$B = 1,6\text{мм}$$

3. Подача

$$S_z = 0,025 \text{ мм/зуб} \quad [5]$$

$$S_o = S_z \cdot Z = 0,025 \cdot 40 = 1\text{мм/об}$$

4. Скорость резания

Скорость резания

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v, \text{ м/мин}$$

Значения коэффициента C_v и показателей степени

$$C_v = 259; \quad q = 0,25; \quad x = 0,3; \quad y = 0,2; \quad u = 0,1; \quad p = 0,1; \quad m = 0,2 \quad [5]$$

$$\text{Значение периода стойкости } T = 60\text{мин} \quad [5]$$

Общий поправочный коэффициент на скорость резания

$$K_v = K_m \cdot K_n \cdot K_i$$

$$K_m = 1,2 \quad [5]$$

$$K_n = 1 \text{ – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки} \quad [5]$$

$$K_i = 1 \text{ – коэффициент, учитывающий материал инструмента} \quad [5]$$

$$K_v = 1,2 \cdot 1 \cdot 1 = 1,2$$

$$V = \frac{259 \cdot 25^{0,25}}{60^{0,2} \cdot 2^{0,3} \cdot 0,025^{0,2} \cdot 1,6^{0,1} \cdot 40^{0,1}} \cdot 1,2 = 201\text{м/мин}$$

5. Число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 201}{3,14 \cdot 40} = 1600 \text{ об/мин} \text{ принимаем } 1600 \text{ об/мин}$$

6. Определяем действительную скорость резания

$$V_o = \frac{\pi \cdot D \cdot n_o}{1000} = \frac{3,14 \cdot 40 \cdot 1600}{1000} = 200,96 \text{ м/мин}$$

7. Минутная подача

$$S_m = S_z \cdot Z \cdot n_q = 0,025 \cdot 40 \cdot 1600 = 1600 \text{ мм/мин} = 1,6 \text{ м/мин}$$

8. Определяем главную составляющую силы резания

$$P_z = \frac{10 C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^n \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_M \text{ Кмр}$$

$$K_M = 1,5 \quad [5]$$

Значения коэффициента C_p и показателей степени

$$C_p = 62,8; x = 0,86; y = 0,72; u = 1,0; q = 0,86; w = 0 \quad [5]$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 62,8 \cdot 2^{0,86} \cdot 0,2^{0,72} \cdot 1,6^1 \cdot 40}{40^{0,86} \cdot 1600^0} \cdot 1,5 = 258 \text{ Н}$$

9. Определяем мощность, потребную на резание

$$N_{\text{рез.}} = \frac{P_z V}{1020 \cdot 60} \text{ кВт}$$

$$N_{\text{рез.}} = \frac{258 \cdot 200,9}{1020 \cdot 60} = 0,85 \text{ кВт}$$

$$N_{\text{шп}} = N_d \cdot \eta = 7,5 \cdot 0,75 = 5,6 \text{ кВт}$$

Проверяем, достаточна ли мощность станка

$$N_{\text{рез}} < N_{\text{шп}} - \text{условие обработки}$$

N_d - мощность двигателя станка

η - коэффициент полезного действия.

$N_{шп} > N_{рез}$

5.1 Фрезерная с ЧПУ (Сверление 6-и отв.)

Сверлить 6 отверстий $D2.9\text{мм}$.

Инструмент: Сверло 2,9 Р6М5 ГОСТ 10902-77

1. Определяем глубину резания

$$t = D/2, \text{ мм}$$

$$t = 2,9/2 = 1,45\text{мм}$$

2. Назначаем подачу

$$S_o = 0,12 \text{ мм/об} \quad [5]$$

$$K_1 = 1$$

3. Определяем скорость резания

Рекомендованная скорость резания для сверла диаметром 1-3мм. из быстрорежущей стали Р6М5, с подачей 0,05-0,15мм/об, при обработке алюминия 15-20 м/мин. Принимаем $V_{рез.} = 15 \text{ м/мин}$

4. Число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 134}{3,14 \cdot 2,9} = 800 \text{ принимаем } 800 \text{ об/мин}$$

5. Определяем крутящий момент

$$M_{кр} = 10 C_m D^q S^y K_p \text{ – при сверлении}$$

$$C_m = 0,005 \quad q = 2 \quad y = 0.8 \quad [5]$$

$$K_p = K_{мр} = 1,5 \quad [5]$$

$$M_{кр} = 0,005 \cdot 2,9^2 \cdot 1,5 = 0,06\text{Нм}$$

6. Определяем мощность, затраченную на резание

$$N = \frac{M_{кр} n}{9750}, \text{ кВт}$$

$$N = \frac{0,06 \cdot 800}{9750} = 0,004 \text{ кВт}$$

$$N_{шп} = N_d \cdot \eta = 7,5 \cdot 0,75 = 5,6 \text{ кВт}$$

Проверяем, достаточна ли мощность станка

$$N_{рез} < N_{шп} - \text{условие обработки}$$

N_d - мощность двигателя станка

η - коэффициент полезного действия.

$$N_{шп} > N_{рез}$$

5.2 Развернуть 6 отв. ($D3^{+0.06}$ мм.)

Развертка машинная 3 Р6М5 ГОСТ 1672-80

1. Определяем глубину резания

$$t = D/2 \text{ мм}$$

$$t = 0,05 \text{ мм}$$

2. Назначаем подачу

$$S_o = 0,2 \text{ мм/об}$$

[5]

3. Определяем скорость резания

Рекомендованная скорость резания для развёртки диаметром 3мм. из быстрорежущей стали Р6М5, с подачей 0,20-0,25мм/об, при обработке алюминия 2-3 м/мин. Принимаем $V_{рез.} = 3$ м/мин

4. Число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 3}{3,14 \cdot 3} = 318 \text{ принимаем } 300 \text{ об/мин.}$$

5. Определяем крутящий момент

$M_{кр} = 10 C_m D^q S^y K_p$ – при сверлении

$$C_m = 0,005 \quad q = 2 \quad y = 0.8$$

[9]

$$K_p = K_{mp} = 1,5$$

[5]

$$M_{кр} = 0,005 \cdot 3,0^2 \cdot 1,5 = 0,06 \text{ Нм}$$

6. Определяем мощность, затраченную на резание

$$N = \frac{M_{кр} n}{9750}, \text{ кВт}$$

$$N = \frac{0,06 \cdot 300}{9750} = 0,001 \text{ кВт}$$

$$N_{шп} = N_d \cdot \eta = 7,5 \cdot 0,75 = 5,6 \text{ кВт}$$

Проверяем, достаточно ли мощность станка

$$N_{рез} < N_{шп} - \text{условие обработки}$$

N_d - мощность двигателя станка

η - коэффициент полезного действия.

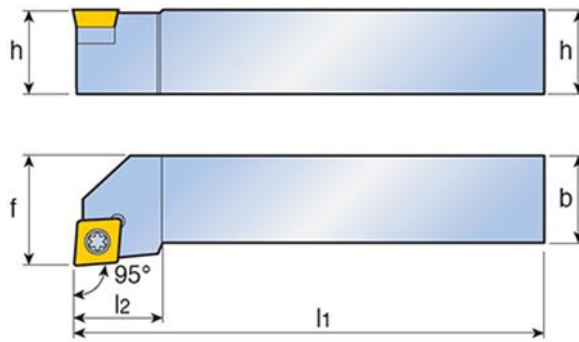
$$N_{шп} > N_{рез}$$

6.1 Точение поверхностей : $D_{6.1} (6_{-0,105}^{-0,030})$, : $D_{6.2} (6_{-0,02})$, выдержав расстояния:

$$A_{6.1} (22_{-0,052} \text{ мм.}), A_{6.2} (7 \text{ мм.})$$

Инструмент: Резец для контурного точения со сменными пластинами SANDVIC. [9]

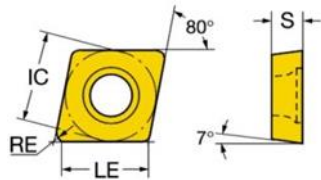
Державка токарная с креплением типа S (закрепление пластин винтом). С углом в плане 95° . Для продольного точения и обрезки торца. SCLCR 1616M12



$$h=16\text{мм}, b=16\text{мм}, l_1=150\text{мм}, l_2=26, f=32$$

Геометрические параметры режущей части: пластина сменная

CCGX 06.04.04-A1 $\varphi = 80^\circ$; $\varphi_1 = 10^\circ$; $\alpha = 7^\circ$ $\lambda = 7^\circ$; $r = 0.4$; $LE=12$



1. Глубина резания

$$t = \frac{D - d}{2} = \frac{9 - 6}{2} = 1.5\text{мм.}$$

2. Подача

$$S_o = 0,05 \text{ мм/об}$$

[5]

3. Скорость резания

Скорость резания принимаем исходя из рекомендаций завода изготовителя режущего инструмента

$$V=70 \text{ м/мин}$$

4. Расчетное число частоты вращения шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 70}{3,14 \cdot 6} = 3715 \text{ об/мин. Принимаем } 3700 \text{ об/мин.}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 9 \cdot 3700}{1000} = 70,6 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

6. Сила резания

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^X \cdot S_o^Y \cdot V^n \cdot K_p, \text{ Н}$$

Значения коэффициентов и показателей степеней формулы;

$$C_p = 40 \quad X = 1 \quad Y = 0,75 \quad n = 0 \quad [5]$$

Соответствующие поправочные коэффициенты:

K_m - коэффициент на характеристику механических свойств

обрабатываемого материала

$$K_m = 1,5 \quad [5]$$

$K_\gamma = 1$ - коэффициент на передний угол γ

$K_\phi = 1,08$ - коэффициент на главный угол в плане

$$K_\lambda = 1 \text{ - коэффициент на угол наклона режущей кромки} \quad [5]$$

$$K_p = 1,5 \cdot 1 \cdot 1,08 \cdot 1 = 1,62$$

$$P_z = 10 \cdot 40 \cdot 1,5^1 \cdot 0,05^1 \cdot 70^0 \cdot 1,62 = 30 \text{ Н}$$

7. Мощность, затрачиваемую на резание

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, \text{ кВт}$$

$$N = \frac{30 \cdot 70}{1020 \cdot 60} = 0,035 \text{ кВт}$$

$$N_{\text{шп}} = 3 \cdot 0,75 = 2,25 \text{ кВт}$$

Проверяем, достаточна ли мощность станка

$$N_{\text{рез}} < N_{\text{шп}} \text{ - условие обработки}$$

$$N_{\text{шп}} = N_{\text{д}} \cdot \eta = 3 \cdot 0,75 = 2,25 \text{ кВт}$$

$N_{\text{д}}$ - мощность двигателя станка

η - коэффициент полезного действия.

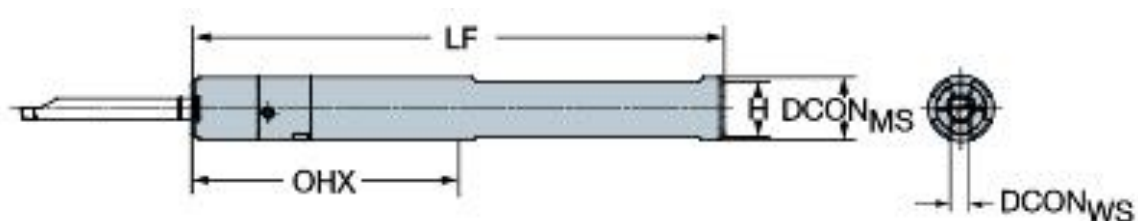
$$N_{\text{шп}} > N$$

Установ Б

7.1 Расточить диаметры $D_{6.1}$ ($33.5^{+0.16}$), $D_{6.2}$ ($24.15^{+0.08}$), выдержав расстояния: $A_{7.1}$ ($3^{+0.1}$), $A_{7.2}$ ($7.5^{+0.15}$)

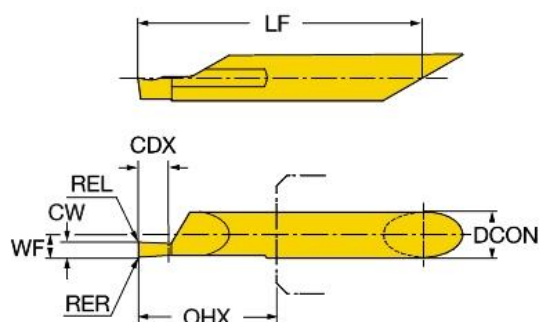
Инструмент: Резец расточной, со сменной режущей вставкой SANDVIC [9]

Державка: CoroTurn XS SDJCR1616H-11



Длина $LF=75\text{мм}$, вылет $OHX=26.5\text{мм}$, диаметр закрепления $DCON=6\text{мм}$

Вставка: CXS-06F200-6215BR 1025



Ширина резца $WF=2\text{мм}$, max. глубина резания $CDX=4\text{мм}$, $DCON=6\text{мм}$, max. длина вылета $OHX=25\text{мм}$, радиус при вершине $REL=0.15\text{мм}$.

1. Глубина резания

$t = 3\text{ мм}$, ширина резца $= 2\text{ мм}$ (обработку выполняем за 7 проходов)

2. Подача

$$S_o = 0,1 \text{ мм/об} \quad [5]$$

3. Скорость главного движения резания.

Скорость резания принимаем исходя из рекомендаций завода изготовителя режущего инструмента

$$V_{\text{рез.}} = 100 \text{ м/мин}$$

4. Расчетное число частоты вращения шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 100}{3,14 \cdot 33,5} = 950 \text{ м/мин. Принимаем } 1000 \text{ об/мин.}$$

5. Сила резания

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^X \cdot S_o^Y \cdot V^n \cdot K_p, \text{ Н}$$

Значения коэффициентов и показателей степеней формулы;

$$C_p = 40 \quad X = 1 \quad Y = 0,75 \quad n = 0 \quad [5]$$

Соответствующие поправочные коэффициенты:

K_m - коэффициент на характеристику механических свойств обрабатываемого материала

$$K_m = 1,5 \quad [5]$$

$K_\gamma = 1$ - коэффициент на передний угол γ

$K_\phi = 0,89$ - коэффициент на главный угол в плане

$$K_\lambda = 1 \text{ - коэффициент на угол наклона режущей кромки} \quad [5]$$

$$K_p = 1,5 \cdot 1 \cdot 0,89 \cdot 1 = 1,33$$

$$P_z = 10 \cdot 40 \cdot 1^1 \cdot 0,1^{0,75} \cdot 410^0 \cdot 1,33 = 90,44$$

6. Мощность, затрачиваемую на резание

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, \text{кВт}$$

$$N = \frac{90,44 \cdot 100}{1020 \cdot 60} = 0,14 \text{ кВт}$$

$$N_{\text{шп}} = 3 \cdot 0,75 = 2,25 \text{ кВт}$$

Проверяем, достаточна ли мощность станка

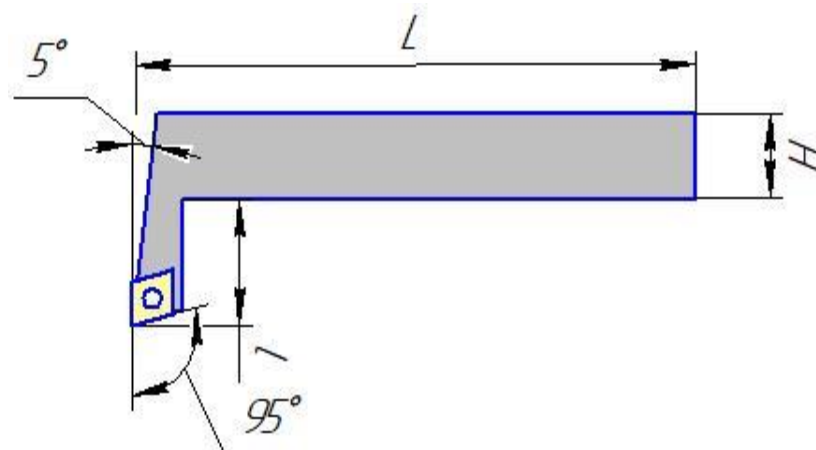
$N_{\text{рез}} < N_{\text{шп}}$ - условие обработки

$N_{\text{шп}} > N_{\text{рез}}$

7.3-7.4 Точить окончательно, выдержав размеры: $D_{6.1} (3_{-0.02})$, $D_{6.2} (3_{-0.12}^{-0.02})$,
 $A_{7.3} (7.5^{+0.15} \text{ мм})$, $A_{7.4} (4 \text{ мм})$, $A_{7.5} (12 \text{ мм})$.

Все размеры выполняются за один проход.

Инструмент: Державка токарная с креплением типа S (закрепление пластин винтом). С углом в плане 95° .

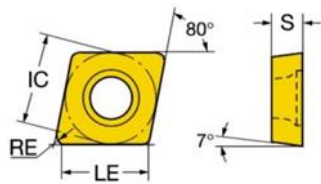


$$H=16 \text{ мм}, B=16 \text{ мм}, L=150 \text{ мм}, l=20 \text{ мм}.$$

Геометрические параметры режущей части: пластина сменная

[9]

CCGX 6.04.04-A1 $\varphi = 80^\circ$; $\varphi_1 = 10^\circ$; $\alpha = 7^\circ$ $\lambda = 7^\circ$; $r = 0.4$; $LE = 6\text{мм}$



1. Глубина резания

$$t = 1\text{мм}$$

2. Подача

$$S_o = 0,05 \text{ мм/об}$$

[5]

Скорость резания принимаем исходя из рекомендаций завода изготовителя режущего инструмента

$$V = 70 \text{ м/мин}$$

4. Расчетное число частоты вращения шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 70}{3,14 \cdot 5} = 4458 \text{ об/мин. Принимаем } 4500 \text{ об/мин.}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 9 \cdot 3700}{1000} = 70,6 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

6. Сила резания

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^X \cdot S_o^Y \cdot V^n \cdot K_p, \text{ Н}$$

Значения коэффициентов и показателей степеней формулы;

$$C_p = 40 \quad X = 1 \quad Y = 0,75 \quad n = 0$$

[5]

Соответствующие поправочные коэффициенты:

K_m - коэффициент на характеристику механических свойств обрабатываемого материала

$$K_M = 1,5 \quad [5]$$

$K_\gamma = 1$ - коэффициент на передний угол γ

$K_\phi = 1,08$ - коэффициент на главный угол в плане

$K_\lambda = 1$ - коэффициент на угол наклона режущей кромки [5]

$$K_p = 1,5 \cdot 1 \cdot 1,08 \cdot 1 = 1,62$$

$$P_z = 10 \cdot 40 \cdot 1^1 \cdot 0,05^{0,75} \cdot 70^0 \cdot 1,62 = 72 \text{ Н}$$

7. Мощность, затрачиваемую на резание

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, \text{ кВт}$$

$$N = \frac{72 \cdot 70}{1020 \cdot 60} = 0,08 \text{ кВт}$$

$$N_{\text{шп}} = 3 \cdot 0,75 = 2,25 \text{ кВт}$$

Проверяем, достаточна ли мощность станка

$N_{\text{рез}} < N_{\text{шп}}$ - условие обработки

$$N_{\text{шп}} = N_d \cdot \eta = 3 \cdot 0,75 = 2,25 \text{ кВт}$$

N_d - мощность двигателя станка

η - коэффициент полезного действия.

$$N_{\text{шп}} > N$$

Номер	Наименование операций и содержание переходов	Наименование операции	Режимы резания		
			t, мм	S, мм/об	n, об/мин
1	2	3	4	5	6
0	1	Заготовительная Отрезать пруток	-	-	$V_p = 49 \frac{м}{мин}$
1	1	Токарная ЧПУ Подрезать торец	1,5	0,25	1900
	2	Точить поверхность	1,25	0,25	1850
	3	Точить поверхность	1,25	0,25	2200
	4	Точить аоверхность	2,1	0,25	3500
2	1	Токарная с ЧПУ Подрезать торец	1,5	0,25	1900
	2	Точить поверхность	1,94	0,25	3500
	3	Точить конус	2,3	0,25	3500
3	1	Термическая Гетерогенизация		-	-
4	1	Фрезерная Фрезеровать паз	2	0,025	1600
5	1	Фрезерная Сверлить отверстия	1,45	0,12	800
6	1	Токарная с ЧПУ Точить поверхность	0,05	0,2	300
	2	Точить поверхность	1,5	0,05	3700
7	1	Токарная с ЧПУ Расточить поверхность	3	0,1	1000
	2	Расточить поверхность	4	0,1	1000
	3	Точить поверхность	1	0,05	4500
	4	Точить поверхность	1	0,05	4500

1.6 Нормирование технологических операций

1.6.1 Расчет основного времени

Основное время – время, затрачиваемое на движение инструмента на рабочей подаче.

Расчет основного времени производят на основании следующей зависимости

[7]

$$t_o = \frac{Li}{Sn}, \text{мин};$$

где L – расчётная длина обработки, мм;

i - число рабочих ходов;

n – частота вращения шпинделя, об/мин;

S – подача, мм/об (мм/мин).

Расчетную длину обработки определяют как:

$$L = l_1 + l_2 + l_3, \text{мм};$$

l_1 - величина подвода инструмента, мм;

l_2 – величина врезания инструмента, мм.

l_3 – величина перебега инструмента, мм.

Величины подвода и перебега для токарной, сверлильной и фрезерной принимаем равной 1мм, для заготовительной и слесарной операции данный параметр принимаем равным 0.

Величина врезания инструмента в каждом конкретном случае определяется как:

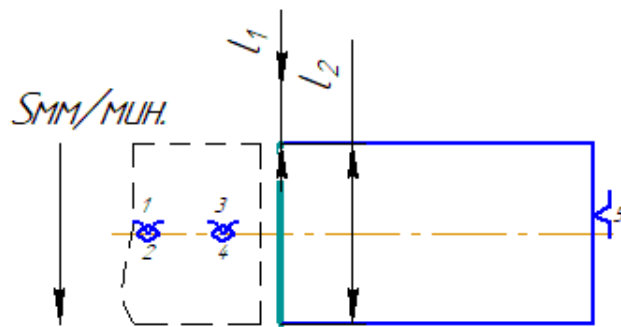
$$l_2 = \frac{t}{\text{tg}\varphi};$$

где t – глубина резания, мм;

φ - угол в плане.

0. Заготовительная

0.1 Отрезать прутки.



Определяем основное время

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1) \cdot i}{S} = \frac{(40 + 5) \cdot 1}{45} = 1 \text{ мин}$$

i – количество проходов

$l_1 = 5$ мм. – расстояние подхода инструмента

$l_2 = 20$ мм. – путь, проделанный инструментом

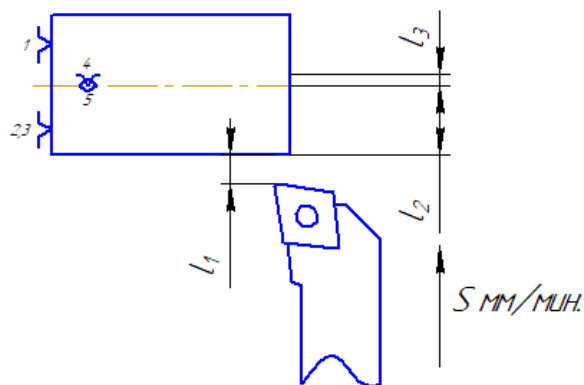
$l_3 = 1$ мм. – перебег.

$$L = 20 + 6 = 26 \text{ мм}$$

1. Токарная операция с ЧПУ.

Установ А.

1.1 Подрезать торец 1.



Определяем основное время

$$T_0 = \frac{L \cdot i}{n \cdot S_0} = \frac{26 \cdot 1}{1900 \cdot 0,25} = 0,05 \text{ мин.}$$

i – количество проходов

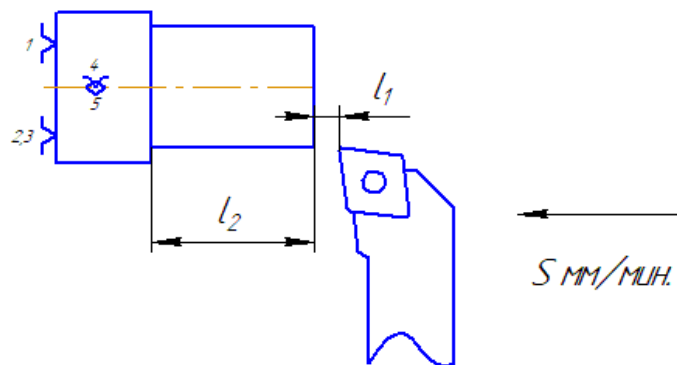
$l_1 = 5$ мм. – расстояние подхода инструмента

$l_2 = 20$ мм. – путь, проделанный инструментом $l_2 = D/2 = 20$ мм

$l_3 = 1$ мм. – перебег.

$$L = 20 + 6 = 26 \text{ мм}$$

1.2 Точение поверхности в размер $D_{1.1} (35_{-0,16}\text{мм})$, $A_{1.2}(28\text{мм})$



Определяем основное время

$$T_0 = \frac{L \cdot i}{n \cdot S_0} = \frac{33 \cdot 2}{1850 \cdot 0,25} = 0,12 \text{ мин.}$$

$l_1 = 5$ мм. – расстояние подхода инструмента

$l_2 = 28$ мм. – путь, проделанный инструментом

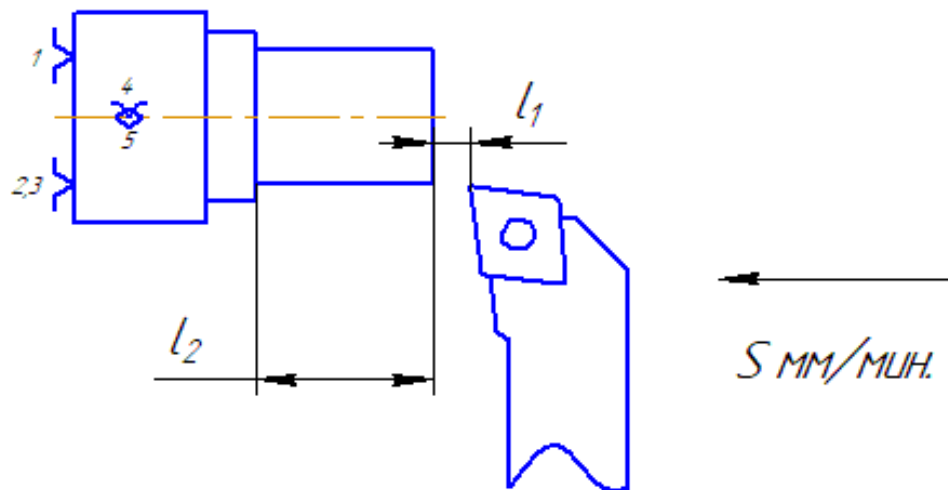
$$L = 28 + 5 = 33 \text{ мм}$$

1.3 Точение поверхности в размер $D_{1.2} (29,9\text{мм})$, $A_{1.3}(22,5)$

Определяем основное время

$$T_0 = \frac{L \cdot i}{n \cdot S_0} = \frac{27,5 \cdot 2}{2200 \cdot 0,25} = 0,08 \text{ мин.}$$

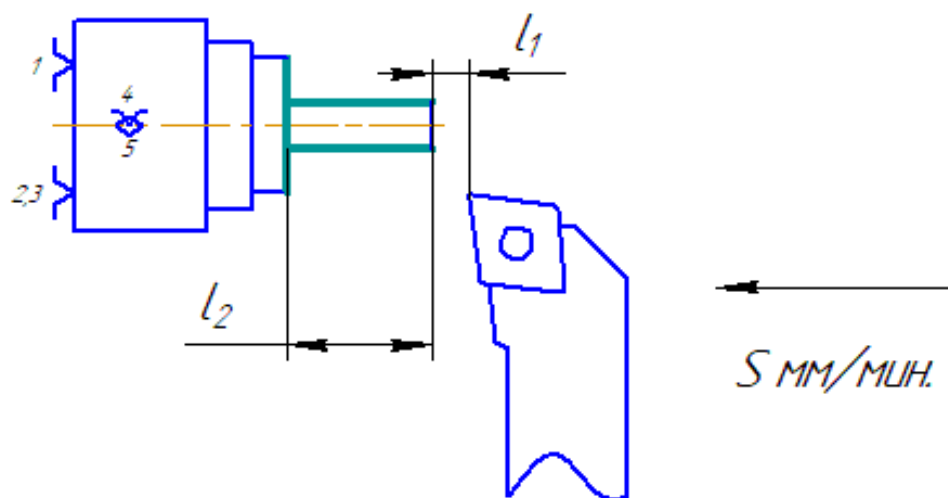
$l_1 = 5$ мм. – расстояние подхода инструмента



$l_2 = 22,5 \text{ мм.}$ – путь, проделанный инструментом

$$L = 22,5 + 5 = 27,5 \text{ мм.}$$

1.4 Точение поверхности в размер $D_{1,3}$ (9мм) $A_{1,4}$ (17мм)



Определяем основное время

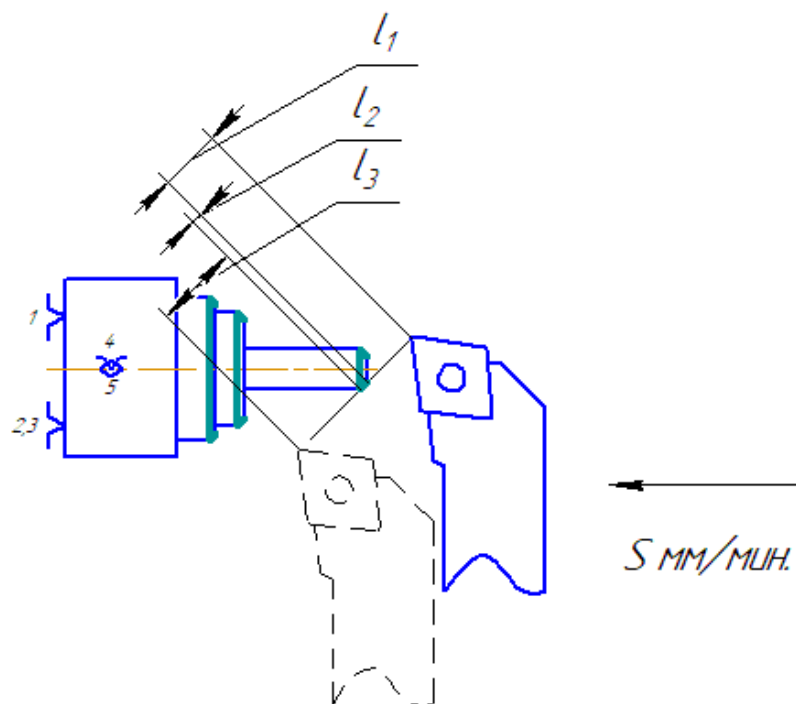
$$T_0 = \frac{L \cdot i}{n \cdot S_0} = \frac{22,5 \cdot 5}{3500 \cdot 0,25} = 0,13 \text{ мин.}$$

$l_1 = 5 \text{ мм.}$ – расстояние подхода инструмента

$l_2 = 17,5 \text{ мм.}$ – путь, проделанный инструментом

$$L = 17,5 + 5 = 22,5 \text{ мм}$$

1.4.1* Притупить острые кромки фаской 0,3x45°



Определяем основное время

$$T_0 = \frac{L \cdot i}{n \cdot S_0} = \frac{2,3 \cdot 3}{3500 \cdot 0,25} = 0,007 \text{ мин.}$$

i – количество обрабатываемых фасок

$l_1 = 1 \text{ мм.}$ – расстояние подхода инструмента

$l_2 = 0,3 \text{ мм.}$ – путь, проделанный инструментом

$l_3 = 1 \text{ мм.}$ – перебег.

$$L = 1 + 1 + 0,3 = 2,3 \text{ мм.}$$

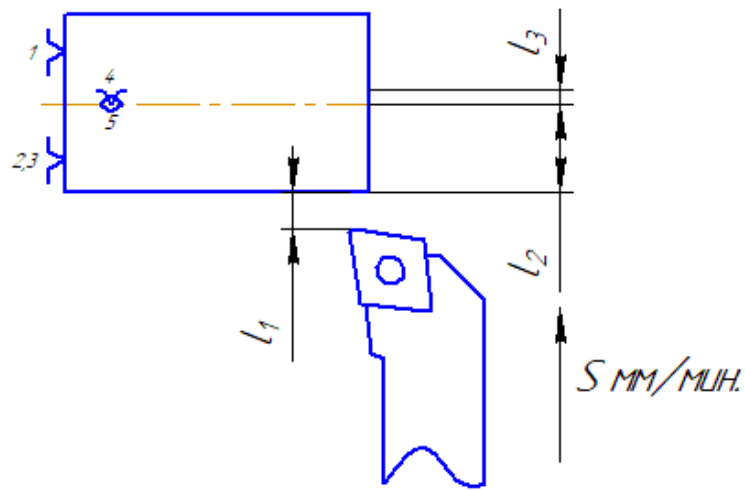
Токарная с ЧПУ

Установ Б

2.1 Подрезать торец в размер $A_{2.1}$ (39^{-0,16})

Определяем основное время

$$T_0 = \frac{L \cdot i}{n \cdot S_0} = \frac{26 \cdot 1}{1900 \cdot 0,25} = 0,05 \text{ мин.}$$



i – количество проходов

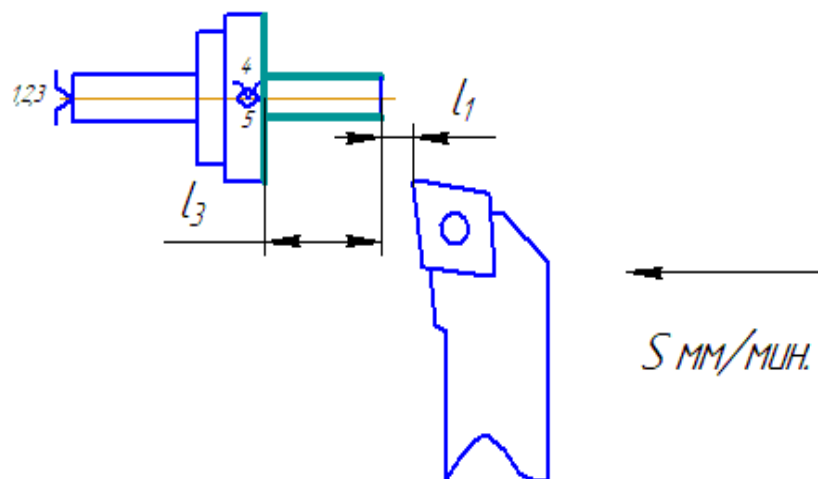
$l_1 = 5 \text{ мм.}$ – расстояние подхода инструмента

$l_2 = 20 \text{ мм.}$ – путь, проделанный инструментом $l_2 = D/2 = 20 \text{ мм}$

$l_3 = 1 \text{ мм.}$ – перебег.

$L = 20 + 6 = 26 \text{ мм}$

2.2 Точить поверхность $A_{2,2}(13)$, $D_{2,2}(5)$



Определяем основное время

$$T_0 = \frac{L \cdot i}{n \cdot S_0} = \frac{18 \cdot 9}{3500 \cdot 0,25} = 0,18 \text{ мин.}$$

$l_1 = 5 \text{ мм.}$ – расстояние подхода инструмента

$l_2 = 13 \text{ мм.}$ – путь, проделанный инструментом

$$L = 13 + 5 = 18 \text{ мм.}$$

2.3 Точить конус $A_{2,3}(2,3 \text{ мм}) \times 45$

3 Определяем основное время

$$4 \quad T_0 = \frac{L \cdot i}{n \cdot S_0} = \frac{4,3 \cdot 1}{3500 \cdot 0,25} = 0,005 \text{ мин.}$$

5 i – количество обрабатываемых поверхностей

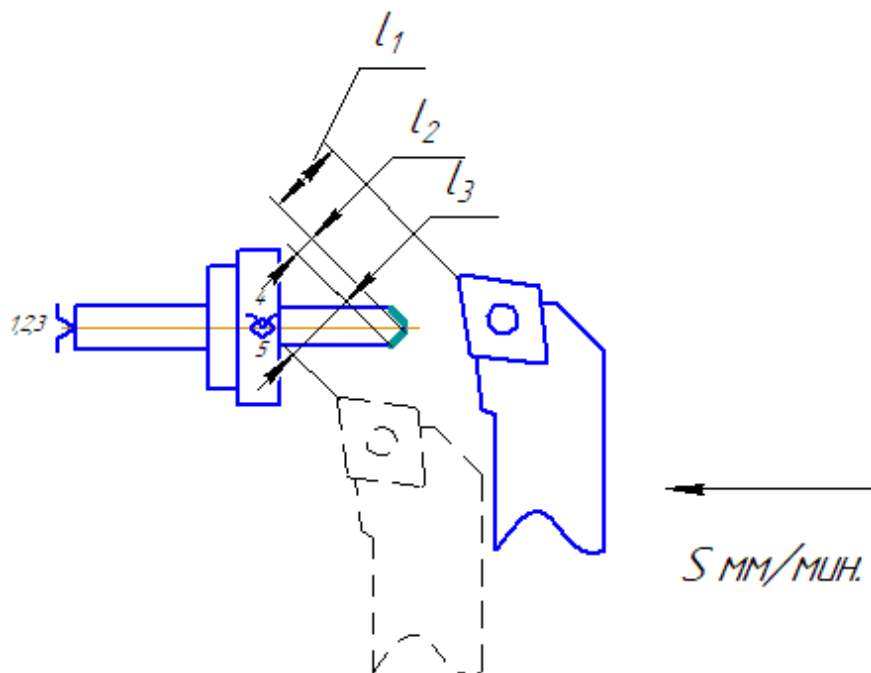
6 $l_1 = 1 \text{ мм.}$ – расстояние подхода инструмента

7 $l_2 = 2,3 \text{ мм.}$ – путь, проделанный инструментом

8 $l_3 = 1 \text{ мм.}$ – перебег.

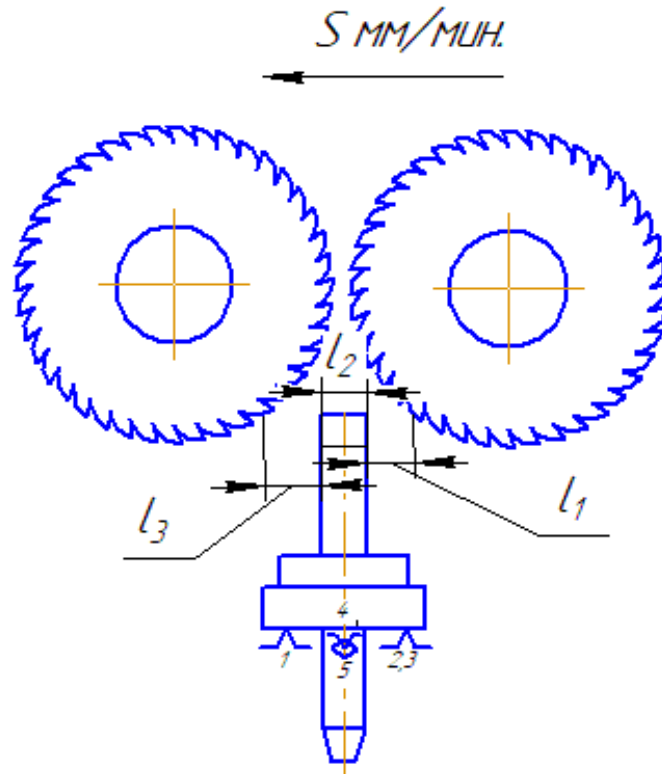
$$9 \quad L = 1 + 2,3 + 1 = 4,3 \text{ мм}$$

$$10 \quad T_{\text{общее}} = 0,05 + 0,12 + 0,08 + 0,13 + 0,007 + 0,005 + 0,18 + 0,005 = 0,70$$



4. Фрезерная с ЧПУ

4.1 Фрезеровать паз $A_{4.1}(4\text{мм}) \times A_{4.2}(1.6\text{мм})$



Определяем основное время

$$T_0 = \frac{L \cdot i}{n \cdot S_0} = \frac{19 \cdot 2}{1600 \cdot 0,025} = 0,95 \text{ мин.}$$

i – количество проходов

$l_1 = 5 \text{ мм.}$ – расстояние подхода инструмента

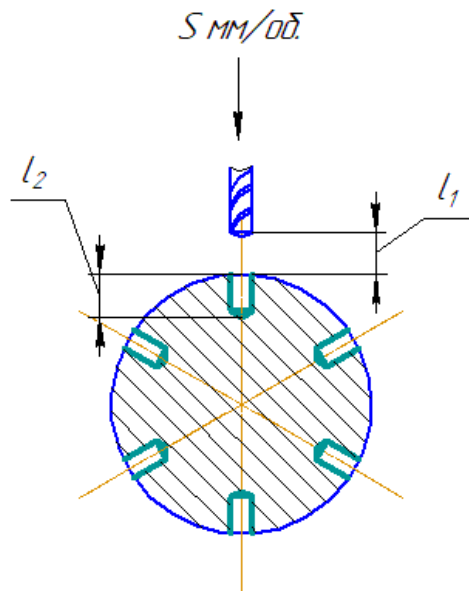
$l_2 = 9 \text{ мм.}$ – путь, проделанный инструментом

$l_3 = 5 \text{ мм.}$ – перебег.

$$L = 5 + 9 + 5 = 19 \text{ мм}$$

5.1 Фрезерная с ЧПУ (Сверление 6-и отв.)

Сверлить 6 отверстий $D2.9 \text{ мм.}$



Определяем основное время

$$T_0 = \frac{L \cdot i}{n \cdot S_0} = \frac{10 \cdot 6}{1600 \cdot 0,12} = 0,31 \text{ мин.}$$

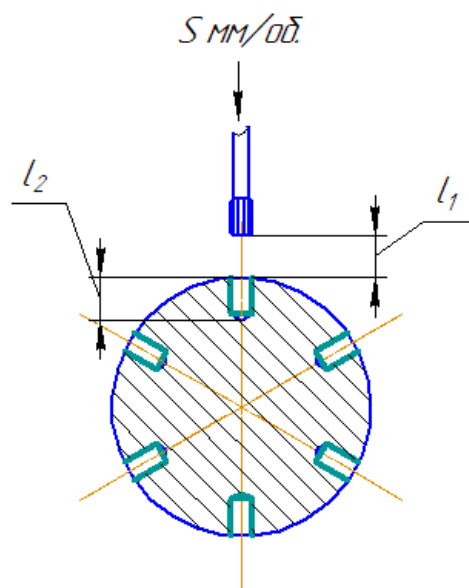
i – количество проходов

$l_1 = 5 \text{ мм.}$ – расстояние подхода инструмента

$l_2 = 5 \text{ мм.}$ – путь, проделанный инструментом

$$L = 5 + 5 = 10 \text{ мм}$$

5.2 Развернуть 6 отв. ($D3^{+0.06} \text{ мм.}$)



Определяем основное время

$$T_0 = \frac{L \cdot i}{n \cdot S_0} = \frac{8 \cdot 6}{300 \cdot 0,20} = 0,8 \text{ мин.}$$

i – количество проходов

$l_1 = 5 \text{ мм.}$ – расстояние подхода инструмента

$l_2 = 5 \text{ мм.}$ – путь, проделанный инструментом

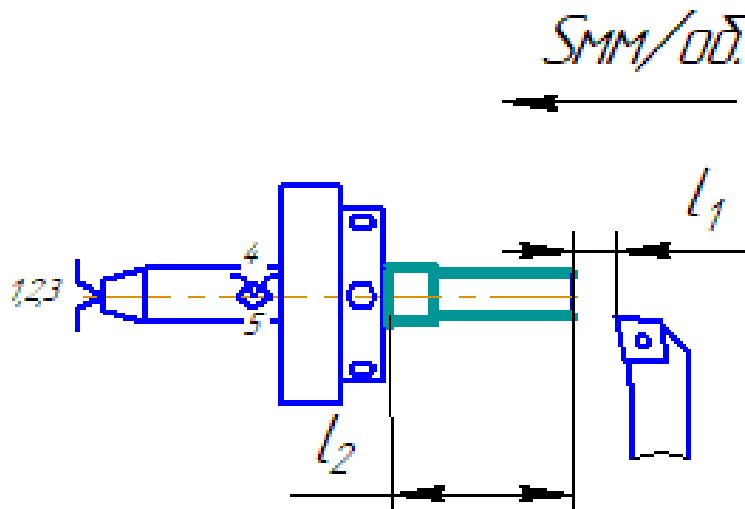
$$L = 5 + 5 = 10 \text{ мм}$$

$$T_{\text{общее}} = 0,31 + 0,8 = 1,11$$

6.1 Точение поверхностей : $D_{6.1} (6_{-0,105}^{-0,030})$, : $D_{6.2} (6_{-0,02})$, выдержав расстояния:

$A_{6.1} (22_{-0,052} \text{ мм.})$, $A_{6.2} (7 \text{ мм.})$

Установ А.



Диаметры $D_{6.1}$ и $D_{6.2}$ выполняются за один проход.

Определяем основное время

$$T_0 = \frac{L \cdot i}{n \cdot S_0} = \frac{22 \cdot 1}{3700 \cdot 0,05} = 0,12 \text{ мин.}$$

$l_1 = 5\text{мм.}$ – расстояние подхода инструмента

$l_2 = 17\text{мм.}$ – путь, проделанный инструментом

$L = 17 + 5 = 22\text{мм.}$

Установ Б

7.1 Расточить диаметры $D_{6.1} (33,5^{+0,16})$, $D_{6.2} (24,15^{+0,08})$, выдержав расстояния: $A_{7.1} (3^{+0,1})$, $A_{7.2} (7,5^{+0,15})$

Определяем основное время

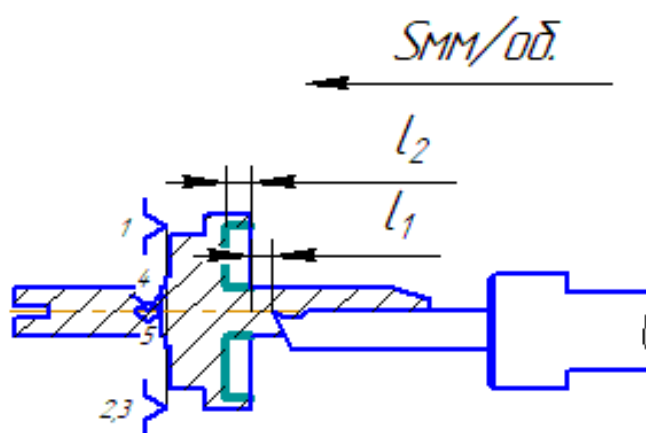
$$T_0 = \frac{L \cdot i}{n \cdot S_0} = \frac{8 \cdot 7}{1000 \cdot 0,05} = 1,12\text{мин.}$$

i – количество проходов

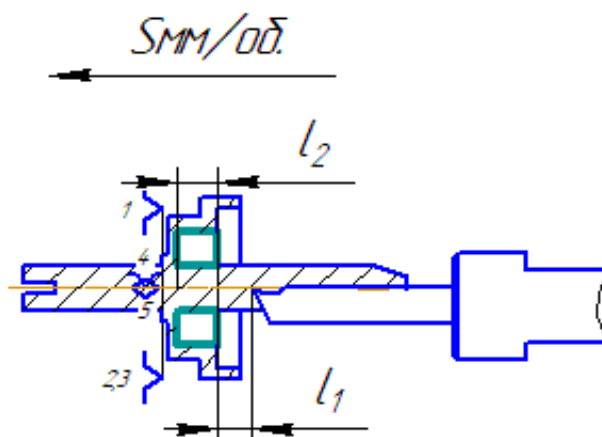
$l_1 = 5\text{мм.}$ – расстояние подхода инструмента

$l_2 = 3\text{мм.}$ – путь, проделанный инструментом

$L = 5 + 3 = 8\text{мм.}$



7.2 Расточить $D_{6.2} (24,15^{+0,08})$ на расстояние $A_{7.2} (7^{+0,09})$, выдержав размер $D_{2.2} (5\text{мм})$



Определяем основное время

$$T_0 = \frac{L \cdot i}{n \cdot S_0} = \frac{9,5 \cdot 5}{1000 \cdot 0,05} = 0,95 \text{ мин.}$$

i - количество проходов

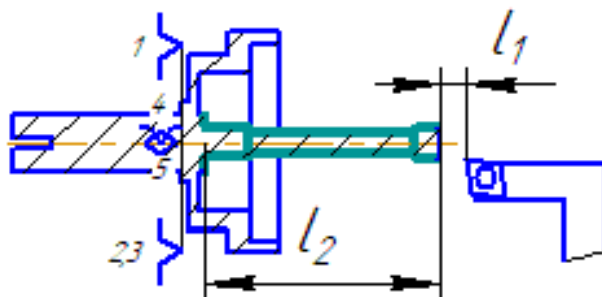
$l_1 = 5\text{мм}$. – расстояние подхода инструмента

$l_2 = 4,5\text{мм}$. – путь, проделанный инструментом

$L = 5 + 4,5 = 9,5\text{мм}$.

7.3-7.4 Точить окончательно, выдержав размеры: $D_{6.1} (3_{-0,02})$, $D_{6.2} (3_{-0,12}^{-0,02})$,
 $A_{7.3} (7,5^{+0,15}\text{мм})$, $A_{7.4} (4\text{мм})$, $A_{7.5} (12\text{мм})$.

Все размеры выполняются за один проход.



Определяем основное время

$$T_0 = \frac{L \cdot i}{n \cdot S_0} = \frac{25 \cdot 1}{4500 \cdot 0,05} = 0,11 \text{ мин.}$$

i - количество проходов

$l_1 = 5 \text{ мм.}$ – расстояние подхода инструмента

$l_2 = 20 \text{ мм.}$ – путь, проделанный инструментом

$L = 5 + 20 = 25 \text{ мм.}$

$T_{\text{общее}} = 0,12 + 1,12 + 0,95 + 0,11 = 2,3 \text{ мин.}$

8.1 Слесарная. Снять заусенцы, притупить острые кромки.

$T = 0,05 \text{ мин.}$

1.6.2 Расчет вспомогательного времени

Вспомогательное время для операции будет складываться из времени на установку и снятие детали, управление станком, измерение детали. [7]

$$t_в = t_{уст} + t_{упр} + t_{изм};$$

Где $t_{уст}$ - время на установку и снятие детали;

$t_{упр}$ - время на управление станком;

$t_{изм}$ - время измерения детали.

0. Заготовительная операция.

$$t_в = t_{уст} + t_{упр} = 0,41 + 0,12 = 0,53 \text{ мин,}$$

1. Токарная операция с ЧПУ. (leadwel T7)

На станке с ЧПУ время измерений перекрывается временем управления станком.

Из справочника 3.

Установ А.

$$t_в = t_{уст} + t_{упр} = 0,41 + 0,23 = 0,64 \text{ мин,}$$

На станке с ЧПУ время измерений перекрывается временем управления станком.

Из справочника 3.

Установ Б.

$$t_{\text{в}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} = 0,41 + 0,23 = 0,64 \text{ мин,}$$

2. Фрезерная операция с ЧПУ (шлиц)

На станке с ЧПУ время измерений перекрывается временем управления станком.

Из справочника 3.

$$t_{\text{в}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} = 0,18 + 0,23 = 0,41 \text{ мин;}$$

3. Фрезерная операция с ЧПУ (сверление, развёртывание)

Обработка выполняется за одну установку.

На станке с ЧПУ время измерений перекрывается временем управления станком.

Из справочника 3.

$$t_{\text{в}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} = 0,18 + 0,23 = 0,41 \text{ мин;}$$

4. Токарная операция с ЧПУ (schaublin 225)

На станке с ЧПУ время измерений перекрывается временем управления станком.

Из справочника 3.

Установ А.

$$t_{\text{в}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} = 0,41 + 0,23 = 0,64 \text{ мин,}$$

На станке с ЧПУ время измерений перекрывается временем управления станком.

Из справочника 3.

Установ Б.

$$t_{\text{в}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} = 0,41 + 0,23 = 0,64 \text{ мин,}$$

1.6.3 Расчет оперативного времени

$$t_{оп} = t_{осн} + t_{в}$$

0. Заготовительная.

$$t_{оп} = t_{осн} + t_{в} = 1 + 0,53 = 1,53 \text{ мин.}$$

1.Токарная операция с ЧПУ (leadvel T7)

Обработка выполняется за две установки

$$t_{оп} = t_{осн} + t_{в} = 0,705 + 0,64 + 0,64 = 1,98 \text{ мин.}$$

2. Фрезерная операция с ЧПУ (шлиц)

$$t_{оп} = t_{осн} + t_{в} = 0,95 + 0,41 = 1,36 \text{ мин.}$$

3.Фрезерная операция с ЧПУ (сверление, развёртывание)

Обработка выполняется за одну установку

$$t_{оп} = t_{осн} + t_{в} = 1,11 + 0,41 = 1,52 \text{ мин.}$$

4. Токарная операция с ЧПУ (schaublin 225)

Обработка выполняется за две установки

$$t_{оп} = t_{осн} + t_{в} = 2,3 + 0,64 + 0,64 = 3,58 \text{ мин.}$$

1.6.4 Расчет времени на обслуживание рабочего места

$$t_{обс} = \alpha \cdot t_{оп}$$

0. Заготовительная.

$$t_{обс} = \alpha \cdot t_{оп} = 0,03 \cdot 1,53 = 0,46 \text{ мин.}$$

1.Токарная операция с ЧПУ (leadvel T7)

$$t_{обс} = \alpha \cdot t_{оп} = 0,03 \cdot 1,98 = 0,06 \text{ мин.}$$

2. Фрезерная операция с ЧПУ (шлиц)

$$t_{обс} = \alpha \cdot t_{оп} = 0,03 \cdot 1,36 = 0,04 \text{ мин.}$$

3.Фрезерная операция с ЧПУ (сверление, развёртывание)

$$t_{обс} = \alpha \cdot t_{оп} = 0,03 \cdot 1,52 = 0,046 \text{ мин.}$$

4. Токарная операция с ЧПУ (schaublin 225)

$$t_{обс} = \alpha \cdot t_{оп} = 0,03 \cdot 3,58 = 0,1 \text{ мин.}$$

1.6.5 Расчет времени на отдых

$$t_{отд} = \beta \cdot t_{оп}$$

0. Заготовительная.

$$t_{отд} = \beta \cdot t_{оп} = 0,04 \cdot 1,53 = 0,061 \text{ мин.}$$

1.Токарная операция с ЧПУ (leadvel T7)

$$t_{отд} = \beta \cdot t_{оп} = 0,04 \cdot 1,98 = 0,08 \text{ мин.}$$

2. Фрезерная операция с ЧПУ (шлиц)

$$t_{отд} = \beta \cdot t_{оп} = 0,04 \cdot 1,36 = 0,05 \text{ мин.}$$

3.Фрезерная операция с ЧПУ (сверление, развёртывание)

$$t_{отд} = \beta \cdot t_{оп} = 0,04 \cdot 1,52 = 0,06 \text{ мин.}$$

4. Токарная операция с ЧПУ (schaublin 225)

$$t_{отд} = \beta \cdot t_{оп} = 0,04 \cdot 3,58 = 0,14 \text{ мин.}$$

1.6.6 Определение подготовительно-заключительного времени.

0. Заготовительная.

$$t_{пз} = t_{пз1} + t_{пз2} + t_{пз3}$$

$t_{пз1}$ – время на получение наряда, чертежа, технологической документации. На ознакомление с документами и осмотр заготовки затрачивается 4 мин; на инструктаж мастера – 2 мин; на установку рабочих органов станка или зажимного приспособления по двум координатам в нулевое положение – 4мин; итого на комплекс приемов – 10мин.

$$t_{пз2} = 3 \text{ мин}$$

$$t_{пз} = 10 + 3 = 13 \text{ мин}$$

1. Токарная операция с ЧПУ (leadvel T7)

$$t_{пз} = t_{пз1} + t_{пз2} + t_{пз3}$$

$t_{пз1}$ – время на получение наряда, чертежа, технологической документации. На ознакомление с документами и осмотр заготовки затрачивается 4 мин; на инструктаж мастера – 2 мин; на установку рабочих

органов станка или зажимного приспособления по двум координатам в нулевое положение – 4мин; итого на комплекс приемов – 10мин. В соответствии с руководящим материалом Оргстанкпрома принята единая норма для всех станков с ЧПУ

$$t_{\text{пз2}}=12 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{пз3}}= 5,4\text{мин} \quad \text{время на взятие пробной стружки} \quad [7]$$

$$t_{\text{пз}}= 12 + 10 + 5,4 = 27,4 \text{ мин.}$$

2. Фрезерная операция с ЧПУ (шлиц)

$$t_{\text{пз}} = t_{\text{пз1}}+t_{\text{пз2}}+t_{\text{пз3}}$$

$t_{\text{пз1}}$ – время на получение наряда, чертежа, технологической документации. На ознакомление с документами и осмотр заготовки затрачивается 4 мин; на инструктаж мастера – 2 мин; на установку рабочих органов станка или зажимного приспособления по двум координатам в нулевое положение – 4мин; итого на комплекс приемов – 10мин. В соответствии с руководящим материалом Оргстанкпрома принята единая норма для всех станков с ЧПУ $t_{\text{пз2}}=12$ мин

$$t_{\text{пз3}}= 2 \text{ мин} - \text{на установку фрезы} \quad [7]$$

$$t_{\text{пз}} = 10+12 + 2 = 24 \text{ мин.}$$

3. Фрезерная операция с ЧПУ (сверление, развёртывание)

$$t_{\text{пз}} = t_{\text{пз1}}+t_{\text{пз2}}+t_{\text{пз3}}$$

$t_{\text{пз1}}$ – время на получение наряда, чертежа, технологической документации. На ознакомление с документами и осмотр заготовки затрачивается 4 мин; на инструктаж мастера – 2 мин; на установку рабочих органов станка или зажимного приспособления по двум координатам в нулевое положение – 4мин; итого на комплекс приемов – 10мин. В соответствии с руководящим материалом Оргстанкпрома принята единая норма для всех станков с ЧПУ $t_{\text{пз2}}=12$ мин.

$t_{пз3} = 2$ мин - на установку сверла и развёртки [7]

$t_{пз} = 10 + 12 + 2 = 24$ мин.

4. Токарная операция с ЧПУ (schaublin 225)

$$t_{пз} = t_{пз1} + t_{пз2} + t_{пз3}$$

$t_{пз1}$ – время на получение наряда, чертежа, технологической документации. На ознакомление с документами и осмотр заготовки затрачивается 4 мин; на инструктаж мастера – 2 мин; на установку рабочих органов станка или зажимного приспособления по двум координатам в нулевое положение – 4 мин; итого на комплекс приемов – 10 мин. В соответствии с руководящим материалом Оргстанкпрома принята единая норма для всех станков с ЧПУ

$t_{пз2} = 12$ мин.

$t_{пз3} = 5,4$ мин время на взятие пробной стружки [7]

$t_{пз} = 12 + 10 + 5,4 = 27,4$ мин.

1.6.7 Расчет штучного времени

$$t_{шт} = t_{осн} + t_{в} + t_{обс} + t_{отд}$$

0. Заготовительная.

$$t_{шт} = t_{осн} + t_{в} + t_{обс} + t_{отд} = 1 + 1,53 + 0,46 + 0,061 = 3,05 \text{ мин.}$$

1. Токарная операция с ЧПУ (leadvel T7)

$$t_{шт} = t_{осн} + t_{в} + t_{обс} + t_{отд} = 0,705 + 1,98 + 0,06 + 0,08 = 2,8 \text{ мин.}$$

2. Фрезерная операция с ЧПУ (шлиц)

$$t_{шт} = t_{осн} + t_{в} + t_{обс} + t_{отд} = 0,95 + 1,36 + 0,04 + 0,05 = 2,4 \text{ мин.}$$

3. Фрезерная операция с ЧПУ (сверление, развёртывание)

$$t_{шт} = t_{осн} + t_{в} + t_{обс} + t_{отд} = 1,11 + 1,52 + 0,046 + 0,06 = 2,7 \text{ мин.}$$

4. Токарная операция с ЧПУ (schaublin 225)

$$t_{шт} = t_{осн} + t_{в} + t_{обс} + t_{отд} = 2,3 + 3,58 + 0,1 + 0,14 = 6,12 \text{ мин.}$$

1.6.8. Расчет штучно-калькуляционного времени

$$t_{\text{шт.к}} = \sum t_{\text{шт}} + \frac{\sum t_{\text{пз}}}{N},$$

где N – объем партии деталей.

$$\sum t_{\text{шт}} = 3,05 + 2,8 + 2,4 + 2,7 + 6,12 = 17,07 \text{ мин.}$$

$$\sum t_{\text{пз}} = 13 + 27,4 + 24 + 24 + 27,4 = 115,8 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{шт.к}} = 17,07 + \frac{115,8}{3000} = 17,1 \text{ мин.}$$

2.КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

Целью конструкторской части является разработка приспособления для одной из операций механической обработки. Приспособление как часть технологического процесса, служит для уменьшения времени на установку детали, следовательно помогает упростить и одновременно ускорить обработку детали.

При конструировании приспособления необходимо рассчитать силы, требуемые для стабильной фиксации детали, и диаметр камеры пневмоцилиндра.

Разрабатываем приспособление для сверления и последующего развёртывания шести отверстий $\varnothing 3^{+0.06}$ мм., за одну установку.

2.1 Расчёт силы закрепления

Деталь устанавливается горизонтально, и при сверлении отверстий находится под действием силы P_0 . (Рис. 2.1)

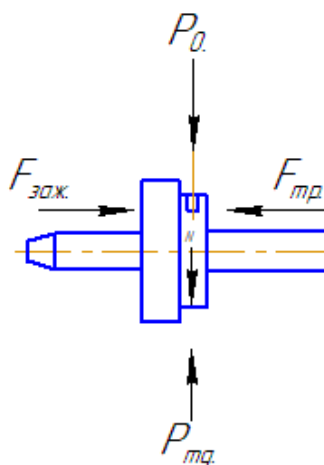


Рис. 2.1 Расчётная схема закрепления

Условие зажима закрепленной заготовки рассчитывают по следующей формуле:

$$P_0 = C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_{mp} \quad [3]$$

Где : $C_p = 9,8$ - постоянный коэффициент;

q, x, y - показатели степени; $q = 7, y=0,7$

$C_0 = 0,12$ мм/об – подача

$t=1,45$ мм – глубина резания

D - диаметр сверла

$m = 6.5$ гр. = 0,0065кг.

$\mu = 0,45$ – коэффициент трения (алюминий, сталь) [5]

Расчитываем силы, действующую на заготовку

$$P_0 = 9,8 \cdot 2,9^1 \cdot 0,12^{0,7} \cdot 1,5 = 29,7 \text{ кгм} = 297 \text{ Н.}$$

$$P_x = P_y = P_0 = 297 \text{ Н}$$

$$\Sigma_y - P_0 + N - P = 0$$

$$N = P_0 + P = 0,0065 \cdot 10 + 297 = 297,065 \text{ Н}$$

Расчитываем силу трения по формуле:

$$F_{\text{тр.}} = \mu \cdot N = 0,45 \cdot 297,065 = 133,68 \text{ Н}$$

Расчитываем силу, необходимую для зажатия заготовки:

$$F_{\text{зак.}} = F_{\text{тр.}} + F_{\text{рх}} = 133,68 + 297 = 430,68 \text{ Н}$$

Формула для расчёта диаметра пневмоцилиндра:

$$F_{\text{зак.}} = \frac{D^2}{4} \cdot \beta \cdot P$$

Где: D – диаметр пневмоцилиндра

$\beta = 0,85$ – постоянная величина

$P = 0,3$ МПа (3 бара)-давление воздуха в системе

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\text{заж}}}{\pi \cdot P \cdot \phi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 430,68}{3,14 \cdot 0,3 \cdot 0,85}} = 46,3 \text{ мм.}$$

Принимаем стандартный пневмоцилиндр диаметром $D_{\text{цил.}} = 50$ мм. Шток выбираем исходя из отношения значений площадей поршневой и штоковой полостей цилиндра. $D_{\text{шт.}} = 12$ мм. Для приспособления подбираем рекомендованные посадки для гладких поверхностей. [12]

2.2 Описание работы приспособления.

Сконструированное приспособление служит для закрепления детали для последующего сверления и развёртывания шести отверстий $\varnothing 3^{+0,06}$ мм., за одну установку.

Приспособление состоит из основания 1, на котором при помощи сварки установлены: стойка 22, и основание для поворотного механизма 25. В основании поворотного механизма 25, запресованы две втулки 24, втулки служат направляющими для поворотного вала 23, в который устанавливается деталь и позиционируется шлицевым пазом на планке 38, во избежание проворота. Вал после обработки каждого отверстия проворачивается вручную на один щелчок. Для точного позиционирования вала при повороте предусмотрена трещётка, состоящая из: регулировочного винта 32 (можно регулировать усилие проворота), 33 пружины, 34 направляющей, 39 втулки, 35 шарика, и рукояти поворотного механизма 26, при помощи которой и осуществляется вращение. Зажим детали осуществляется при помощи пневмоцилиндра диаметром 50 мм, состоящего из: поршня 14, на поршне установлены манжеты 15, которые обеспечивают необходимое давление в цилиндре 10. Чтобы зажать деталь, необходимо подать воздух в пневмоцилиндр через золотник 7, установленный в крышку пневмоцилиндра 9. Для отжима детали воздух подаётся через золотник, установленный в основании пневмоцилиндра 41.

Во избежании потерь давления в пневмоцилиндре предусмотрены уплотнительные кольца 37. Деталь поджимается штоком 16, в котором имеется отверстие диаметром 5мм, шток окончательно фиксирует деталь и не позволяет ей смещаться вдоль оси.

Для направления режущего инструмента в стойке 22 предусмотрен сменный кондуктор 36. Кондуктор устанавливается в стойку при помощи запресовки.

3.ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л31	Соловьёву Вячеславу Сергеевичу

УДК 621.824.002

Школа	Инженерная школа новых производственных технологий	Отделение	Отделение материаловедения
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01 «Машиностроение»

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Оклад научного руководителя – 18000 руб. Оклад инженера – 18000 руб.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Премияльный коэффициент научного руководителя 30%; Доплаты и надбавки научного руководителя 40%; Дополнительной заработной платы 12%; Накладные расходы 16%; Районный коэффициент 30%.
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 30%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	Анализ конкурентных технических решений
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	- определение структуры работ; - определение трудоемкости работ; - разработка графика Гантта; - материальные затраты; - заработная плата (основная и дополнительная); - отчисления во внебюджетные фонды; - накладные расходы.
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	Определение эффективности исследования

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. <i>Оценочная карта конкурентных технических решений</i>
2. <i>График Гантта</i>
3. <i>Расчет бюджета затрат на НИ</i>
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Старикова Екатерина Васильевна	кандидат наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л31	Соловьёв Вячеслав Сергеевич		

3.1 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

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

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

3.2 Анализирование потенциального рынка сбыта.

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

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

На основании этих критериев сформирована карта сегментирования рынка услуг по разработке технологического процесса изготовления детали «валик передний» представленная на рисунке 1.

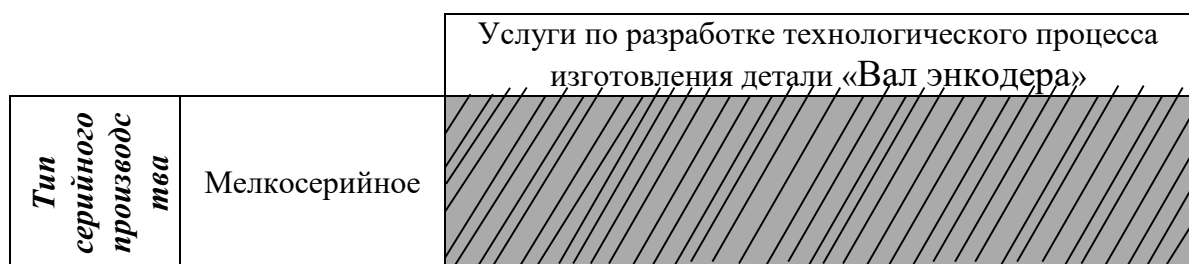
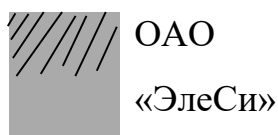


Рис 14 – Карта сегментирования рынка услуг по разработке технологического процесса изготовления детали «Вал энкодера»:



В ходе исследования выявлено, что предложения на рынке услуг по разработке технологического процесса изготовления детали «Вал энкодера» основаны на совершенствовании технологического процесса изготовления детали на мелкосерийном производстве. Несмотря на наличие на данной нише высокого уровня конкуренции, разработанный в рамках выпускной квалификационной работы технологический процесс изготовления ориентирован на реализацию в компаниях, занимающихся нефтегазопереработкой. Преимущество разработанного технологического процесса перед уже существующими на рынке заключается в низкой металлоемкости и трудоемкости, в финансовой эффективности разработанного технологического процесса.

В будущем при совершенствовании разработки возможно расширение рынка ее реализации за счет занятия оставшихся ниш (машиностроительные компании со среднесерийным и мелкосерийным производством).

3.3 Определение качества технологического процесса изготовления детали «Вал энкодера» и его перспективности на рынке с помощью технологии QuaD

С целью измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющих принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект, применена технология QuaD. Результаты применения указанной технологии представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	6
Показатели оценки качества разработки					
1. Энергоэффективность	0,03	70	100	0,75	0,0225
2. Надежность	0,03	80	100	0,8	0,032
3. Унифицированность	0,02	40	100	0,4	0,008
4. Уровень материалоемкости разработки	0,3	85	100	0,85	0,255
5. Уровень шума	0,01	55	100	0,55	0,0055
6. Безопасность	0,03	50	100	0,50	0,015
7. Простота эксплуатации	0,03	60	100	0,6	0,018
8. Повышение производительности труда	0,2	75	100	0,75	0,15
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
9. Конкурентоспособность продукта	0,3	80	100	0,8	0,24
10. Уровень проникновения на рынок	0,01	40	100	0,4	0,004

11. Перспективность рынка	0,01	80	100	0,8	0,008
12. Цена	0,15	85	100	0,85	0,1275
13. Финансовая эффективность научной разработки	0,1	80	100	0,8	0,08
14. Срок выхода на рынок	0,03	45	100	0,45	0,0135
Итого	1				0,9655

Значение $P_{cp} = 96,55$ показывает, что технология изделия является перспективной.

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$P_{cp} = \sum B_i \cdot V_i, \quad (5.3)$$

где P_{cp} – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – средневзвешенное значение i -го показателя.

Значение P_{cp} позволяет говорить о перспективах разработки и качестве проведенного исследования. Если значение показателя P_{cp} получилось от 100 до 80, то такая разработка считается перспективной. Если от 79 до 60 – то перспективность выше среднего. Если от 69 до 40 – то перспективность средняя. Если от 39 до 20 – то перспективность ниже среднего. Если 19 и ниже – то перспективность крайне низкая.

3.4 Комплексный анализ научно-исследовательского проекта по разработке технологического процесса изготовления детали «вал энкодера» посредством SWOT-анализа

С целью исследования внешней и внутренней среды проекта применен SWOT-анализ. Результаты первого этапа SWOT-анализа представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Матрица SWOT

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>С1. Заявленная экономичность и энергоэффективность технологического процесса.</p> <p>С2. Высокая производительность труда.</p> <p>С3. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологическими процессами.</p> <p>С4. Низкая металлоемкость.</p> <p>С5. Конкурентоспособность проекта.</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>Сл1. Проект ориентирован на использование современного оборудования.</p> <p>Сл2. Ограниченный круг потенциальных потребителей.</p> <p>Сл3. Узкоспециализированное назначение разработки.</p> <p>Сл4. Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца.</p> <p>Сл5. Необходимость повышения квалификации кадров потенциальных потребителей.</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Занятие дополнительных ниш на рынке за счет усовершенствовании технологии.</p> <p>В2. Снижение таможенных пошлин на сырье и материалы, используемые при научных исследований.</p> <p>В3. Появление дополнительного спроса на новый продукт в связи с его экономичностью.</p> <p>В4. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ.</p> <p>В5. Повышение стоимости конкурентных разработок.</p>		
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства.</p> <p>У2. Развитая конкуренция технологий производства.</p> <p>У3. Ограничения на экспорт технологии.</p>		

У4. Сложная финансовая ситуация в экономике страны. У5. Наличие барьеров для входа на рынок.		
---	--	--

Результаты второго этапа SWOT-анализа приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		С1	С2	С3	С4	С5
	В1	+	0	+	0	+
	В2	+	-	+	0	+
	В3	+	0	+	+	-
	В4	+	+	0	+	-
	В5	+	-	+	0	+
Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	В1	+	+	+	-	0
	В2	+	+	+	-	0
	В3	0	+	+	-	0
	В4	+	0	+	-	-
	В5	+	+	0	-	0
Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		С1	С2	С3	С4	С5
	У1	+	0	+	+	-
	У2	-	0	+	+	+
	У3	-	0	+	-	+
	У4	+	-	+	-	0
	У5	+	0	+	+	+
Слабые стороны проекта						
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	У1	+	+	+	-	0
	У2	+	+	+	-	0
	У3	-	-	0	-	0
	У4	+	+	+	-	0
	У5	0	+	+	+	-

Результаты третьего этапа SWOT-анализа приведены в таблице 4.

Таблица 4 – SWOT-анализ

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Заявленная экономичность и	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Проект ориентирован на использование
--	---	---

	<p>энергоэффективность технологического процесса. С2. Высокая производительность труда. С3. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологическими процессами. С4. Низкая металлоемкость. С5. Конкурентоспособность проекта.</p>	<p>современного оборудования. Сл2. Ограниченный круг потенциальных потребителей. Сл3. Узкоспециализированное назначение разработки. Сл4. Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца. Сл5. Необходимость повышения квалификации кадров потенциальных потребителей.</p>
<p>Возможности: В1. Занятие дополнительных ниш на рынке за счет усовершенствовании технологии. В2. Снижение таможенных пошлин на сырье и материалы, используемые при научных исследований. В3. Появление дополнительного спроса на новый продукт в связи с его экономичностью. В4. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ. В5. Повышение стоимости конкурентных разработок.</p>	<p>В1В2В5С1С3С5 В3С1С3С4 В4С1С2С4</p>	<p>В1В2Сл1Сл2Сл3 В3Сл2Сл3 В4Сл1Сл3 В5Сл1Сл2</p>
<p>Угрозы: У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства. У2. Развитая конкуренция технологий производства. У3. Ограничения на экспорт технологии. У4. Сложная финансовая ситуация в экономике страны. У5. Наличие барьеров для входа на рынок.</p>	<p>У1С1С3С4 У2С3С4С5 У3С3С5 У4С1С3 У5С1С3С4С5</p>	<p>У1У2У4Сл1Сл2Сл3 У5Сл2Сл3Сл4</p>

Анализ интерактивных таблиц выявил сильно коррелирующие стороны и возможности, стороны и угрозы, каждая из представленных записей представляет собой направление реализации проекта.

3.5 Общие положения

Цель раздела– расчет себестоимости и цены изделия, изготавливаемого согласно разработанному технологическому процессу в типовых производственных условиях.

Себестоимость продукции представляет собой интегральную стоимостную оценку используемых при ее изготовлении сырья, материалов, топлива, энергии, трудовых и природных ресурсов, основных средств (оборудование, производственные площади, сооружения), нематериальных активов, а также других затрат на ее производство и реализацию.

При расчете себестоимости используется группировка затрат по статьям калькуляции. Помимо решения комплекса задач технико-экономического анализа и планирования работы предприятия, калькуляция себестоимости единицы продукции необходима для расчета цены и рентабельности продукции. Объектом калькулирования при выполнении ВКР является деталь, изготавливаемая серийно или на однопредметной поточной линии, т. е. в условиях мелкосерийного производства.

Для промышленных предприятий рекомендуется следующая группировка калькуляционных статей:

1. Сырье и материалы;
2. Покупные комплектующие изделия, полуфабрикаты и услуги производственного характера;
3. Возвратные отходы (вычитаются);

- 4.Топливо и энергия на технологические цели;
- 5.Основная заработная плата производственных рабочих;
- 6.Дополнительная заработная плата производственных рабочих;
- 7.Налоги, отчисления в бюджет и внебюджетные фонды;
- 8.Расходы на подготовку и освоение производства;
- 9.Погашение стоимости инструментов и приспособлений целевого назначения;
- 10.Расходы по содержанию и эксплуатации машин и оборудования;
- 11.Общехозовые расходы;
- 12.Технологические потери;
- 13.Общехозяйственные расходы;
- 14.Потери от брака;
- 15.Прочие производственные расходы;
16. Расходы на реализацию.

В зависимости от полноты охвата данных статей на предприятии рассчитываются следующие виды себестоимости:

- цеховая, включающая статьи с 1-й по 12-ю;
- производственная, включающая статьи с 1-й по 15-ю, т.е. исчисляемая как цеховая с добавлением ряда статей, учитывающих затраты, носящие общезаводской характер;
- полная, включающая все 16 статей.

При выполнении ВКР следует опустить статьи:

- расходы на подготовку и освоение производства, т.к. задание на ВКР не предполагает подготовку нового вида продукции;
- технологические потери, т.к. они не характерны для разрабатываемых процессов;
- потери от брака, т.к. они не учитываются в плановых и нормативных калькуляциях;

- прочие производственные расходы, т.к. они связаны со спецификой производства на конкретных предприятиях.

3.6 Расчет затрат по статье «Сырье и материалы»

Статья включает стоимость основных материалов, входящих непосредственно в состав изготавливаемого изделия (детали), а также вспомогательных материалов, используемых на технологические цели. Стоимость материалов определяется по нормам их расхода и ценам приобретения с учетом наценок и надбавок на единицу материала в натуральном выражении. Транспортно-заготовительные расходы прибавляются к стоимости сырья, материалов, а также покупных изделий, полуфабрикатов и топлива.

Затраты на основные материалы для каждого (i -го) вида в отдельности рассчитываются по формуле [9]

$$C_{\text{мо}i} = w_i \cdot C_{\text{ми}} \cdot (1 + k_{\text{тз}})$$

где w_i – норма расхода материала i -го вида на изделие (деталь), кг/ед;

$C_{\text{ми}}$ – цена материала i -го вида, ден. ед./кг., $i = 1$;

$k_{\text{тз}}$ – коэффициент транспортно-заготовительных расходов ($k_{\text{тз}} = 0,06$).

Цена материалов C_i принимается на основе преysкурантной (оптовой) цены, см. прил. 1 [9].

Расчет нормы расходного материала

Длина заготовки – 41 мм., диаметр – 40 мм,

Производим расчёт веса заготовки материала используя «калькулятор веса проката цветных металлов»

$$w = 0.147 \text{ кг.}$$

Оптовая стоимость закупки прутка Д16Т в г. Томске составит 131000 руб. за тонну. (Поставщик материала: Анэп-Металл), соответственно стоимость за 1 кг. Составит:

$$Ц_{mi} = 131 \frac{\text{руб}}{\text{кг}}, \text{ с учетом НДС};$$

Тогда затраты на основной материал будут равны

$$C_{m0i} = 0,147 \cdot 131 \cdot (1 + 0,06) = 20,41 \text{ руб.}$$

Расчет затрат на вспомогательные материалы каждого (j -го) вида C_{mvj} выполняется по формуле

$$C_{mvi} = N_{mvi} \cdot Ц_{mvi} \cdot (1 + k_{tz}),$$

где N_{mvj} – норма расхода j -го вспомогательного материала на изделие (деталь), кг;

$Ц_{mvj}$ – цена j -го вспомогательного материала, ден. ед./кг.

При отсутствии данных для расчета по формуле можно приближенно принять

$$C_{mv} = C_{m0} \cdot 0,02 = 20,41 \cdot 0,02 = 0,4 \text{ руб.}$$

Полные затраты, включаемые в данную статью, равны сумме

$$C_m = C_{m0} + C_{mv} = 20,41 + 0,4 = 20,81.$$

3.7 Расчет затрат по статье «Покупные комплектующие и полуфабрикаты»

Данная статья не применяется для калькулирования. Разработанный технологический процесс не предусматривает приобретение полуфабрикатов.

3.8 Расчет затрат по статье «Возвратные изделия и полуфабрикаты»

Данная статья включает стоимость отходов по цене их реализации на сторону, данная величина исключается из производственной себестоимости продукции. Расчет выполняется по формуле

$$C_{от} = M_{от} \cdot Ц_{от} = (V_{чр} - V_{чст}) \cdot (1 - \beta) \cdot Ц_{от},$$

где $M_{от}$ – количество отходов в физических единицах, получаемых при изготовлении единицы продукции, кг;

$Ц_{от}$ – цена отходов, руб. Значения взяты из [9] $Ц_{от} = 4 \frac{\text{руб.}}{\text{кг}}$;
 $V_{чр} = 0,147$ кг. масса заготовки, кг;

$V_{чст}$ = чистая масса детали, кг. Для расчёта веса готовой детали, используется программа для проектирования solidworks. При внесении в программу геометрических параметров детали и марки материала, программа автоматически рассчитывает вес

β – доля безвозвратных потерь (принять 0,02),

И равно:

$$C_{от} = (0,147 - 1,94) \cdot (1 - 0,02) \cdot 4 = 12,03 \text{ руб.}$$

3.9 Расчет затрат по статье «Топливо и энергия на технологические цели»

Затраты данного вида отсутствуют.

3.10 Расчет затрат по статье «Основная заработная плата производственных рабочих»

В данную статью включаются затраты на оплату труда рабочих, непосредственно связанных с изготовлением продукции.

Расчет следует произвести по формуле

$$C_{\text{озп}} = \sum_{i=1}^{K_0} \frac{t_i^{\text{шт.к}}}{60} \cdot \text{ЧТС}_i \cdot k_{\text{пр}},$$

где $t_i^{\text{шт.к}}$ – штучное время выполнения i -й операции, мин;

K_0 – количество операций в процессе;

ЧТС_i – часовая тарифная ставка i -ой операции, принятой для 4 – го разряда в ОАО «ЭлеСи». (185руб/час)

$k_{\text{пр}}$ – коэффициент, учитывающий доплаты, выплаты и премии, предусмотренные законодательством о труде. При проектировании следует принять его равным 1,4.

$$C_{\text{озп}} = \frac{3,05 + 2,8 + 2,4 + 2,7 + 6,12}{60} \cdot 185 \cdot 1,4 = 73,68 \text{ руб.}$$

3.11 Расчет затрат по статье «Дополнительная заработная плата производственных рабочих»

В данной статье учитываются предусмотренные законодательством о труде выплаты за непроработанное на производстве время: оплата очередных, дополнительных и учебных отпусков; оплата времени, связанного с прохождением медицинских осмотров и выполнением государственных обязанностей и т.п. Расчет дополнительной зарплаты выполняется по формуле

$$C_{\text{дзп}} = C_{\text{озп}} \cdot k_{\text{д}},$$

где $C_{\text{озп}}$ – основная зарплата, руб.;

$k_{\text{д}}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную зарплату.

При проектировании следует принять его равным 0,1.

$$C_{\text{дзп}} = 73,68 \cdot 0,1 = 7,3 \text{ руб.}$$

3.12 Расчет затрат по статье «Налоги, отчисления в бюджет и внебюджетные фонды»

Сюда включаются отчисления по установленным законодательством нормам в пенсионный фонд, в фонд социальной защиты населения, на обязательное медицинское страхование, на другие социальные нужды. Затраты по данной статье выполняются по формуле

$$C_{\text{н}} = (C_{\text{озп}} + C_{\text{дзп}}) \cdot (C_{\text{с.н.}} + C_{\text{стр}})/100,$$

где $C_{\text{озп}}$ – основная зарплата производственных рабочих, руб.;

$C_{\text{дзп}}$ – дополнительная зарплата производственных рабочих, руб.;

$O_{\text{с.н.}}$ – ставка социального налога (принять 30 %);

$O_{\text{стр}}$ – ставка страховых взносов по прочим видам обязательного страхования (принять 0,7%);

$$C_{\text{н}} = (73,6 + 7,3) \cdot \frac{30 + 0,7}{100} = 24,83 \text{ руб.}$$

3.13 Расчет затрат по статье «Погашение стоимости инструментов и приспособлений целевого назначения»

В данной статье отражается переносимая на изделие в процессе его изготовления стоимость специальных инструментов и приспособлений, а также моделей, кокилей, опок, штампов и пресс-форм, предназначенных для производства строго определенных изделий. Расчет выполняется по специальной упрощенной методике. При выполнении ВКР эта статья рассчитывается только в том случае, если разрабатываемый технологический процесс предусматривает изготовление специальной оснастки. Затраты на оснастку общего назначения принято относить на следующую статью калькуляции.

3.14 Расчет затрат по статье «Расходы по содержанию и эксплуатации машин и оборудования»

Эта статья является комплексной и включает следующие виды расходов:

- a. амортизация оборудования и ценного инструмента (оснастки), обозначение C_a ;
- b. эксплуатация оборудования (кроме расходов на ремонт);
- c. ремонт оборудования;
- d. внутривозовское перемещение грузов;
- e. погашение стоимости инструментов и приспособлений общего назначения;
- f. прочие расходы.

Элемент «а». Амортизация оборудования определяется на основе норм амортизации и балансовой стоимости соответствующего оборудования, для расчета ее годовой величины используется следующая формула

$$A_{\text{год}} = \sum_{i=1}^T \Phi_i \cdot N_{ai} + \sum_{j=1}^m \Phi_j \cdot N_{aj},$$

где Φ_i – первоначальная (балансовая) стоимость единицы оборудования i -го типа, $i = 1, \dots, T$;

T – количество типов используемого оборудования;

Φ_j – то же для j -го типа оснастки $j=1, \dots, m$;

m – количество типов используемой оснастки;

$N_{обi}$ и $N_{оснj}$ – соответствующие нормы амортизации.

$$\Phi_{\text{Вотар}} = 150 \text{ т.руб.}$$

$$\Phi_{\text{LEADWELL T-7}} = 2000 \text{ т. руб.}$$

$$\Phi_{\text{державка.}} = 3500 \text{ руб.}$$

$$\Phi_{\text{терм.печь}} = 200 \text{ т.руб.}$$

$$\Phi_{\text{Abene}} = 2 \times 1200 \text{ т. руб.}, \text{ т. к станок задействован в двух опкрациях}$$

$$\Phi_{\text{приспособл.}} = 7500 \text{ руб.}$$

$$\Phi_{\text{оправка фрез}} = 5110 \text{ руб.}$$

$$\Phi_{\text{Schaublin}} = 1600 \text{ руб.}$$

$$\Phi_{\text{резцедерж.}} = 2500 \text{ руб.}$$

Норма амортизации в общем виде определяется по формуле

$$H_a = \frac{1}{T_{\text{ти}}}$$

$$H_{\text{botar}} = H_{\text{leadwel t-7}} = H_{\text{терм.печь}} = 2H_{\text{Abene}} = H_{\text{Schaublin}} = \frac{1}{10} = 0,1$$

$$H_{\text{державка}} = H_{\text{оправка фрез.}} = H_{\text{присп.}} = H_{\text{резцед.}} = \frac{1}{3} = 0,33$$

где $T_{\text{ти}}$ – срок полезного использования, лет, принимаемый из прил. 4[9]

$$\begin{aligned} A_{\text{год}} &= 150000 \cdot 0,1 + 2000000 \cdot 0,1 + 200000 \cdot 0,1 + 2400000 \cdot 0,1 \\ &\quad + 1600000 \cdot 0,1 + 0,33 \cdot (3500 + 7500 + 51100 + 2500) \\ &= 656318 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Ожидаемая средняя загрузка используемого оборудования определяется с помощью величины

$$l_{\text{кр}} = \frac{N_{\text{в}} \sum_{i=1}^P t_i^{\text{штк}}}{\sum_{i=1}^P F_i},$$

где $N_{\text{в}}$ – годовой объем выпуска изделия (детали), шт.;

P – количество операций в технологическом процессе;

$t_i^{\text{шт.к}}$ – штучно-калькуляционное время на i -й операции процесса, $i = 1, \dots, P$; F_i – действительный годовой фонд времени работы оборудования, используемого на i -й операции с учетом принятого количества рабочих смен.

Для металлорежущих станков 1–30 категорий ремонтной сложности при двухсменном режиме работы $F_i = 4029$ часов, при более высокой сложности – 3904 часа.

$$l_{\text{кр}} = \frac{3000 \cdot \frac{3,05 + 2,8 + 2,4 + 2,7 + 6,12}{60}}{4029} = 0,21$$

Так как, получившиеся $l_{\text{кр}} < 0,6$, то

$$C_a = \left(\frac{A_{\text{год}}}{N_{\text{в}}} \right) \cdot \left(\frac{l_{\text{кр}}}{\eta_{\text{з.н.}}} \right) = \left(\frac{656318}{3000} \right) \cdot \left(\frac{0,21}{0,85} \right) = 54,04 \text{ руб.}$$

где $\eta_{\text{з.н.}}$ – нормативный коэффициент загрузки оборудования. В зависимости от типа производства для него следует принять значения: массовое и крупносерийное – 0,7; среднесерийное – 0,8; мелкосерийное – 0,85.

Элемент «в» (эксплуатация оборудования) включает в себя:

- полные затраты на содержание (основная зарплата + дополнительная зарплата + все виды отчислений) рабочих занятых обслуживанием машин и оборудования (слесарей, наладчиков, электромонтеров и др. категорий), непосредственно не занятых изготовлением продукции; Принимается в размере 40 % от полной зарплаты и отчислений от нее основных рабочих, занятых изготовлением данной продукции, т.е.

$$C_{\text{экс}} = (C_{\text{озп}} + C_{\text{дзп}} + C_{\text{н}}) \cdot 0,4 = (73,68 + 7,3 + 24,83) \cdot 0,4 = 42,32 \text{ руб.}$$

- стоимость материалов, расходуемых для обеспечения работы оборудования, принимается в размере 20% от величины амортизации, т.е.

$$C_{\text{мэкс}} = C_a \cdot 0,2 = 54,04 \cdot 0,2 = 10,8 \text{ руб.}$$

- Стоимость электроэнергии, затраченную на технологические цели.

Расчет ведется по формуле

$$C_{ТЭ} = Ц_{ТЭ} \cdot P_{ТЭ} \cdot (1 + k_{ТЭ}),$$

где $Ц_{ТЭ}$ – тариф единицы ресурса, руб;

$P_{ТЭ}$ – расход энергии на единицу продукции, кВт;

$k_{ТЭ}$ – коэффициент транспортно-заготовительных расходов ($k_{ТЭ}=0$);

Расход энергии равен сумме затрачиваемой мощности всех переходов умноженной на штучное время. Данные для расчета потребляемой мощности взяты из раздела - «Расчеты режимов резания».

$$P_{ТЭ} = 3,05 \cdot \frac{4,95}{60} + 2,8 \cdot \frac{0,85}{60} + 2,7 \cdot \frac{0,005}{60} + 6,12 \cdot \frac{0,26}{60} + 60 \cdot \frac{2}{60} = 2,3 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Тариф на электроэнергию взяты на сайте $Ц_{ТЭ} = 5,33$ руб/кВтч;

Тогда получим:

$$C_{ТЭ} = 5,33 \cdot 2,3 \cdot (1 + 0) = 12,25 \text{ руб}.$$

Элемент «с» (ремонт оборудования) включает затраты на заработную плату и отчисления от нее в бюджет и внебюджетные фонды для рабочих, занятых ремонтом оборудования; затраты на материалы, потребляемые в процессе выполнения ремонтных работ; услуги ремонтных цехов предприятия и сторонних организаций. Они определяются укрупнено на основе норматива затрат – 100% от основной зарплаты основных производственных рабочих, т.е.

$$C_{рем} = C_{озп} \cdot 1,0 = 73,68 \cdot 1,0 = 73,68 \text{ руб}.$$

Элемент «d» (перемещение грузов) включает расходы на содержание и эксплуатацию транспортных средств: стоимость горючего, запчастей, смазочных и прочих материалов, оплату труда занятых на транспортных операциях рабочих, стоимость транспортных услуг других подразделений предприятия и сторонних организаций. При выполнении ВКР эти затраты

допускается не учитывать, т.к. это потребовало бы дополнительных данных о производственном процессе, а их доля в себестоимости как правило невелика (менее 1%).

Элемент «е» (погашение стоимости инструментов и ...), в эту группу включаются все виды технологического оснащения универсального характера со сроком службы менее одного года. Расчет производится по формуле

$$C_{\text{ион}} = \frac{(1 + k_{\text{тз}}) \cdot \sum_{i=1}^P C_{\text{и}} \cdot t_{\text{рез.}i} \cdot m_i}{T_{\text{ст.и.}} \cdot n_i},$$

где $C_{\text{и}i}$ – цена инструмента, используемого на i -й операции, $i = 1, \dots, P$;

$t_{\text{рез.}i}$ – время работы инструмента, применяемого на i -й операции, мин.;

m_i – количество одновременно используемых инструментов, ($m_i=1$);

$T_{\text{ст.и.}i}$ – период стойкости инструмента (время резания между переточками), мин., (см. прил. 5);

n_i – возможное количество переточек (правок) инструмента, для отогнутых резцов 4;

$k_{\text{тз}}$ – коэффициент транспортно-заготовительных расходов ($k_{\text{тз}}=0,06$).

Таблица 5 .

Наименование инструмента	Время работы, мин	Стойкость, мин	Цена, руб	$\frac{C_{\text{и}} \cdot t_{\text{рез.}i} \cdot m_i}{T_{\text{ст.и.}} \cdot n_i}$
Пила отрезная	1	60	3200	53,3
Пластина твердосплавная CCGX 12.04.04-A1	3,05	60	250,5	12,70
Фреза дисковая D=40мм, B=1,6; Z=40 P6M5 ГОСТ 2679-73	2,8	60	150,7	7
Сверло 2,9 P6M5 ГОСТ 10902-77	0,31	60	35	0,18
Развёртка машинная 3 P6M5 ГОСТ 1672-80	0,8	60	60,5	0,8

Пластина твердосплавная CCGX 06.04.04-A1	0,23	60	150,5	0,57
Вставка твердосплавная CXS-06F200-6215BR	2,07	60	230	7,9

$$C_{\text{ион}} = (1 + 0,06) \cdot (53,5 + 12,7 + 7 + 0,18 + 0,8 + 0,57 + 7,9) = 87,6 \text{ руб.}$$

Элемент «ф» (прочие расходы) включает такие затраты, которые не вошли в состав вышерассмотренных элементов. При выполнении ВКР они не рассчитываются.

3.15 Расчет затрат по статье «Общеховые расходы»

Данная статья учитывает затраты на содержание руководителей и специалистов аппарата управления цехом; амортизацию и затраты на содержание и ремонт зданий, сооружений и инвентаря общехового назначения; затраты на мероприятия по обеспечению нормальных условий труда и техники безопасности и другие расходы цеха, связанные с управлением и обслуживанием производства. Общеховые расходы распределяются между выпускаемыми изделиями пропорционально основной зарплате производственных рабочих с помощью нормативного коэффициента $k_{\text{оц}}$, рассчитываемого отдельно по каждому цеху. При отсутствии конкретных заводских данных его следует принять равным 50 – 80 %, от основной зарплаты производственных рабочих, т.е.

$$C_{\text{оп}} = C_{\text{озп}} \cdot k_{\text{оп}} = 73,68 \cdot 0,8 = 58,94 \text{ руб.}$$

3.16 Расчет затрат по статье «Технологические потери»

К данной статье относится стоимость полуфабрикатов, деталей, сборочных единиц изделий, не соответствующих нормативной документации при условии, что это несоответствие возникает вследствие неполного знания физических и химических процессов, несовершенства технологического

оборудования и измерительной аппаратуры. Такие потери предусматриваются технологическим процессом. Они допускаются в электронном, оптико-механическом, литейном, кузнечном, термическом, гальваническом и некоторых других производствах. При выполнении ВКР статья *не рассчитывается*.

3.17 Расчет затрат по статье «Общехозяйственные расходы»

На данную статью относятся затраты по общему управлению предприятием, не связанные непосредственно с процессом производства и включающие в себя затраты на содержание административно-управленческого персонала; амортизационные отчисления и расходы на содержание и ремонт основных средств управленческого и общехозяйственного назначения (офисного оборудования, зданий и сооружений); расходы на отопление, освещение и оплату предприятия; плату за воду и землю и т.д. Расчет производится с помощью коэффициента $k_{ох}$, устанавливающего нормативное соотношение между величиной данных затрат и основной зарплатой производственных рабочих. Рекомендуемое значение $k_{ох} = 0,5$, т.е.

$$C_{ох} = C_{озп} \cdot k_{ох} = 73,68 \cdot 0,5 = 36,84 \text{ руб.}$$

3.18 Расчет затрат по статье «Потери брака»

Статья учитывает стоимость окончательно забракованной продукции, а также затраты по исправлению брака, она учитывается только в отчетных калькуляциях. В ВКР эти затраты не рассчитываются.

3.19 Расчет затрат по статье «Прочие производственные расходы»

На данную статью относятся непредвиденные расходы, расходы на гарантийное обслуживание продукции и др. В ВКР эти затраты также не рассчитываются.

3.20 Расчет затрат по статье «Расходы на реализацию»

Статья включает затраты, связанные с реализацией изготовленной продукции: на хранение и упаковку на складах готовой продукции; на доставку продукции на станции и в порты отправления; на рекламу и сбытовую сеть; на комиссионные сборы посреднических организаций и пр. Данные расходы рекомендуется принять равными 1% от производственной себестоимости, т.е. от суммы затрат по всем предыдущим статьям.

$$C_{\text{рлз}} = \sum C_i \cdot 0,01 =$$
$$(20,41 + 0,4 + 20,81 + 73,68 + 7,3 + 24,83 + 54,04 + 42,32 + 10,8$$
$$+ 12,25 + 73,68 + 87,6 + 58,94 + 36,84) \cdot 0,01$$
$$= 44,45 \text{ руб.}$$

3.21 Расчет прибыли

Прибыль от реализации изделия в зависимости от конкретной ситуации может определяться различными способами. Если исполнитель работы не располагает данными для применения «сложных» методов, то прибыль следует принять в размере 5÷20 % от полной себестоимости проекта.

$$П = \sum C_i \cdot 0,2 =$$
$$(20,41+0,1+20,81+73,68+7,3+24,83+54,04+42,32+10,8+12,25+73,68+87,6+$$
$$58,94+36,84+218,77) \cdot 0,2=148,54\text{руб.}$$

$$C_{\text{полн}} = 742,7 \text{ руб.}$$

3.22 Расчет НДС

$$\text{НДС} = C_{\text{полн}} \cdot 0,18 = 742,7 \cdot 0,18 = 133,68 \text{ руб.}$$

3.23 Цена изделия

Цена равна сумме полной себестоимости, прибыли и НДС.

$$\text{Цена} = C_{\text{полн}} + П + \text{НДС} = 742,7 + 148,54 + 133,68 = 1024,92 \text{ руб.}$$

4.СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-8ЛЗ1	Соловьёву Вячеславу Сергеевичу

УДК 621.824.002

Школа	Инженерная школа новых производственных технологий	Отделение	Отделение материаловедения
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01 «Машиностроение»

Тема дипломной работы: Разработка технологического процесса изготовления детали: «Вал энкодера».

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
Характеристика объекта исследования	<i>Объектом исследования является механический цех по производству деталей типа «Вал энкодера».</i>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности	<i>Параметры анализа: 1. микроклимат; 2. наличие вредных веществ; 3. производственный шум; 4. расчет освещенности рабочего места; 5. электрическая безопасность; 6. движущиеся машины и механизмы, незащищенные подвижные элементы производственного оборудования 7. пожарная безопасность</i>
2. Экологическая безопасность	<i>– анализ воздействия объекта на окружающую среду (сбросы, выбросы, отходы); – мероприятия по сокращению негативного воздействия на окружающую среду.</i>
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	<i>Защита в чрезвычайных ситуациях: – сильные морозы; – несанкционированное проникновение постороннего на территорию предприятия. – план эвакуации</i>
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	<i>Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства (приводится перечень ГОСТов, СНиПов и др. законодательных документов, использованных в своей работе); План размещения светильников План эвакуации при пожаре</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	26.02.2018
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ТПУ	Федорчук Юрий Митрофанович	Доктор технических наук		26.02.2018

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8ЛЗ1	Соловьёв Вячеслав Сергеевич		26.02.2018

4.1 Описание производственного участка.

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

В данной работе рассмотрен цех механической обработки в котором налажено производство детали: «вал энкодера». Он состоит из основного помещения на первом этаже корпуса, где располагается металлорежущие оборудование и вспомогательных (раздевалки, инструментальный склад, склад готовой продукции, склад ГСМ, туалет, кабинеты ИТР и ОТК).

При проектировании рабочего помещения должны быть учтены освещенность, температура, влажность, давление, наличие вредных веществ, электрической опасности, пожарной безопасности и другие санитарно-гигиенические требования к организации рабочих мест.

При проектировании механического цеха необходимо уделить внимание и охране окружающей среды.

Также необходимо учитывать возможность чрезвычайных ситуаций. Так как цех механообработки находится в городе Томске, наиболее вероятной ЧС является мороз. Так же, в связи с неспокойной геополитической ситуацией в мире, одной из возможных ЧС может быть теракт.

4.2 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

В цехе, где находятся различные электроустановки, станки, а также используется СОЖ и различные смазывающие масла, могут быть следующие вредные факторы, а именно наличие:

а) непригодного микроклимата;

- б) вредных веществ;
- в) производственного шума;
- г) неправильной или недостаточной освещенности;
- д) электрическая опасность;
- е) движущиеся машины и механизмы
- ж) пожарная безопасность

4.3 Микроклимат

Микроклимат в производственном цеху определяется такими параметрами как:

- 1) температура воздуха;
- 2) относительная влажность воздуха;
- 3) скорость движения воздуха.

При высокой температуре в помещении происходит повышенный приток крови к поверхности тела, обильное потоотделение и вследствие, потеря жидкости организмом. При низкой температуре на рабочем месте, приток крови к поверхности тела замедляется, повышается вероятность переохлаждения организма. В обоих случаях снижается работоспособность и внимание, что может привести к несчастному случаю.

Повышенная влажность воздуха ($\phi > 85\%$) затрудняет терморегуляцию организма, т.к. происходит снижения испарения пота, а пониженная влажность ($\phi < 20\%$) вызывает пересыхание слизистых оболочек дыхательных путей.

Оптимальные и допустимые показатели микроклимата в рабочей зоне производственных помещений должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 1 [ГОСТ 12.1.005-88].

Для обеспечения оптимальных и допустимых показателей микроклимата в холодный период года следует применять меры по недопущению чрезмерного охлаждения помещения через окна и двери и

проезды. (Установка пластиковых окон, утепление дверей, установка воздушных завес). В теплый период года необходимо предусмотреть защиту от попадания прямых солнечных лучей (установка жалюзи), возможность проветривания помещения.

Работы делятся на три категории тяжести на основе общих энергозатрат организма. Работа, относящаяся к обслуживанию металлообрабатывающих станков, относится к категории средних работ. Допустимые значения микроклимата для этого случая даны в таблице 1.

Таблица 1 - Требования к микроклимату

Период года	Категория работы	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	средняя	19 – 24	15 - 75	≤ 0.1
Теплый	средняя	15 - 28	20 - 80	≤ 0.5

Одними из главных мероприятий по достижению оптимального микроклимата и состава воздуха в производственных цехах являются правильный воздухообмен в помещении. При проектировании систем отопления и вентиляции механических цехов основными вредными производственными факторами являются пары смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ) и технологических смазок (ТС), абразивная и металлическая пыль, выделяющиеся в процессе станочной обработки металлов резанием.

Отопление механических цехов следует предусматривать водяное, паровое, воздушное или с нагревательными приборами.

Местные вытяжные системы, удаляющие от станков пыль и аэрозоль СОЖ, должны быть отдельными и снабжены сепараторами с дренажными устройствами.

4.4 Вредные вещества

Основными вредными веществами в металлообрабатывающем цехе являются технологические масла (ТС), и смазывающе-охлаждающая жидкость (СОЖ).

Пары этих жидкостей не должны превышать норм содержания в воздухе гигиенических нормативов «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны», утвержденным Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 27 апреля 2003 г.

Таблица 2 – Токсичность приоритетных компонентов СОЖ и продуктов их термоокислительной деструкции

Вещества	ПДК, мг/м ³	Класс опасности
Акриловая кислота	5,0	3
Акролеин	0,2	2
Аммиак	20	4
Ацетон	200	4
Бутадиен	100	4
Бутилакрилат	10	3
Винилацетат	0,2	2
Гексахлорэтан	0,08	1
Дихлорэтан	10	2
Метанол	5,0	3
Метатиол	0,8	2

Метилакрилат	5,0	3
Метилпропионат	10,0	3
Масляный альдегид	5,0	3
Метилметакрилат	0,7	2
Минеральное масло	5,0	3
Метилнафталин	20,0	4
Меркаптан	0,1	1
Сероуглерод	10,0	2
Сера	6,0	4
Свинец	0,01	1
Сернистый газ	10,0	3
Нитрит натрия	5,0	3
Тетрахлорэтан	5,0	3
Трихлорэтан	20,0	4
Тетрахлорметан	2,0	2
Углерод оксид	20,0	4
Уксусная кислота	5,0	3
Фенол	0,3	2
Формальдегид	0,8	2
Этанол	5,0	4
Этилметакрилат	0,048	1
Хлор	1,0	2

Хром3+	1,0	3
Хром6+	0,01	1
Хлористый водород	5,0	2
Бензол	5,0	2

Средствами защиты вредных веществ могут служить:

- автоматизация технологического процесса;
- механическая вентиляция помещения;
- герметизация оборудования;
- СИЗ (респираторы, спецодежда, перчатки, защитные очки и др.)

4.5 Производственный шум

ПДУ шума - это уровень фактора, который при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 часов в неделю в течение всего рабочего стажа, не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья человека.

Допустимый уровень шума ограничен ГОСТ 12.1.003-83 и СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002. Максимальный уровень звука постоянного шума на рабочих местах не должно превышать 85 дБА.

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;

При значениях выше допустимого уровня необходимо предусмотреть СКЗ и СИЗ.

СКЗ:

- устранение причин шума или существенное его ослабление;
- изоляция источников шума от окружающей среды средствами звуко- и виброизоляции, звуко- и вибропоглощения.

Используют звукопоглощающие навесные элементы в районе потолка, элементы и панели в верхней части стен, а также звукопоглощающие напыления на стены и пол (звукопоглощающий, иглопробивной материал из пенополиэтилена и акустический войлок). Для виброизоляции – использование в станках виброизолирующих опор (пружинных и резиновых).;

- применение средств, снижающих шум и вибрацию на пути их распространения по цеху;

СИЗ:

- В качестве индивидуальных средств защиты от шума используют специальные наушники, вкладыши в ушную раковину, противозумные каски, защитное действие которых основано на изоляции и поглощении звука. (ГОСТ 12. 4. 011-89 ССБТ).

4.6 Освещенность

Нормы освещенности по СНиП 23-05-95 для «Механических, инструментальных цехов, отделений, участков, цеха оснастки, ОТК. (Г-0.8)» составляют 300 люкс.

Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, оказывает положительное психологическое действие на человека и способствует повышению производительности труда.

На рабочей поверхности должны отсутствовать резкие тени, которые создают неравномерное распределение поверхностей с различной яркостью в

поле зрения, искажает размеры и формы объектов различия, в результате повышается утомляемость и снижается производительность труда.

Расчёт общего освещения выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен.

Световой поток лампы определяется по формуле:

$$\Phi = \frac{E_n \cdot S \cdot K_3 \cdot Z}{N \cdot \eta}$$

где E_n – нормируемая минимальная освещённость по СНиП 23-05-95, 300 лк;

S – площадь освещаемого помещения, м²;

K_3 – коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника наличие в атмосфере цеха дыма, пыли;

Z – коэффициент неравномерности освещения, отношение $E_{ср} / E_{min}$. Для люминесцентных ламп при расчётах берётся равным 1,1;

N – число ламп в помещении;

η – коэффициент использования светового потока.

Коэффициент использования светового потока зависит от индекса помещения i , типа светильника, высоты светильников над рабочей поверхностью h и коэффициентов отражения стен ρ_c и потолка ρ_n .

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = S / h(A+B)$$

Рассчитав световой поток Φ , зная тип лампы, по табл. выбираем ближайшую стандартную лампу и определяем электрическую мощность осветительной системы.

Основное станочное помещение с размерами:

длина $A = 18$ м,

ширина $B = 26,7$ м,

высота $H = 5$ м.

Высота рабочей поверхности $h_{rp} = 0,8$ м.

Требуемая освещенность $E = 300$ лк.

Коэффициент отражения стен $R_c = 50$ %, потолка $R_n = 70$ %.

Коэффициент запаса $k = 1,8$, коэффициент неравномерности $Z = 1,1$.

Выбираем лампу дневного света ЛХБ 125, со световым потоком $\Phi_{лд} = 4220$ Лм.

Выбираем светильники с люминесцентными лампами типа ОДОР-2-125.

Одним из критериев оптимальности расположения светильников является величина λ , которая для люминесцентных светильников лежит в диапазоне 1,1–1,3. Принимаем $\lambda = 1,1$, расстояние светильников от перекрытия (свес) $h_c = 0,3$ м.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = h_n - h_p,$$

где h_n – высота светильника над полом, высота подвеса,

h_p – высота рабочей поверхности над полом.

Наименьшая допустимая высота подвеса над полом для двухламповых светильников ОДОР: $h_n = 3,5$ м.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = H - h_p - h_c = 5 - 0,8 - 0,3 = 3,9 \text{ м.}$$

Число рядов светильников в помещении:

$$Nb = \frac{B}{L} = \frac{18}{4,29} = 4,6 \approx 5 \text{ рядов}$$

Число светильников в ряду:

$$Na = \frac{A}{L} = \frac{26,7}{4,29} = 6,6 \approx 7$$

Общее число светильников:

$$N = Na \cdot Nb = 7 \cdot 5 = 35$$

Размеры светильника ОДОР-2-125: длина-1528мм, ширина-266мм

Расстояние между соседними рядами определяется следующим образом.

$$26700 = 7 \cdot 266 + 6 \cdot L_1 + \frac{2}{3} L_1; 24838 = \frac{20}{3} L_1; L_1 = 3726 \text{ мм.}$$

Расстояние от стены до ряда светильников:

$$\frac{L_1}{3} = 1242$$

Расстояние между светильниками:

$$18000 = 5 \cdot 1528 + 4 \cdot L_2 + \frac{2}{3} L_2; 10360 = \frac{14}{3} L_2; L_2 = 2220 \text{ мм}$$

Расстояние от стены до крайнего светильника:

$$\frac{L_2}{3} = 740$$

Схема расположения светильников изображена на рисунке 1.

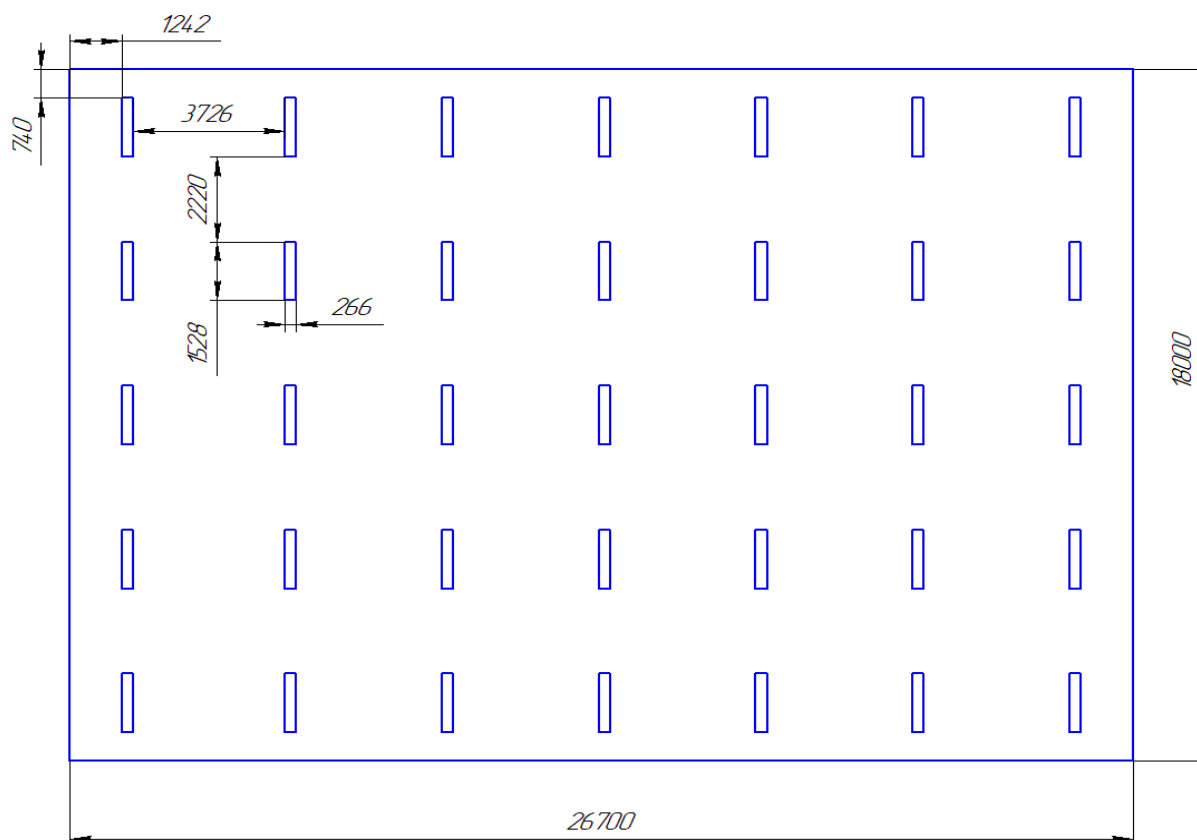


Рисунок 1 – Схема расположения светильников в производственном помещении.

Индекс помещения:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} = \frac{18 \cdot 26,7}{3,9 \cdot (18 + 26,7)} = 2,75$$

Коэффициент использования светового потока для светильников типа ОДОР с люминесцентными лампами при:

$$\rho_{\Pi} = 70 \%;$$

$$\rho_{С} = 50\%;$$

Индекс помещения $i = 2,75$ равен $\eta = 0,71$.

Потребный световой поток люминесцентной лампы светильника определяется по формуле:

$$\Phi = \frac{E \cdot A \cdot B \cdot K_3 \cdot Z}{N \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 18 \cdot 26,7 \cdot 1,8 \cdot 1,1}{70 \cdot 0,71} = 5743 \text{ лм}$$

Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{ЛД}} - \Phi_{\Pi}}{\Phi_{\text{ЛД}}} \cdot 100\% \leq 20\%;$$

$$\frac{\Phi_{\text{ЛД}} - \Phi_{\Pi}}{\Phi_{\text{ЛД}}} \cdot 100\% = \frac{4220 - 5743}{4220} \cdot 100\% = -0,29\%.$$

Таким образом: $-10\% \leq -0,29\% \leq 20\%$, необходимый световой поток светильника не выходит за пределы требуемого диапазона.

4.7 Электрическая безопасность

Электробезопасность представляет собой систему мер и мероприятий, направленных на защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока.

Электроустановки разделяют по напряжению: с напряжением до 1000 В (помещения без повышенной опасности), до 1000 В с присутствием

агрессивной среды (помещения с повышенной опасностью) и свыше 1000 В (помещения особо опасные).

В отношении опасности поражения людей электрическим током различают: Механический цех можно отнести к помещениям с повышенной опасностью, в котором существуют такие условия как: сырость, токопроводящая пыль, токопроводящие полы (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные и т.п.), высокая температура, возможность одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциям, технологическим аппаратам, с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования - с другой.

Для защиты персонала от поражающего действия электрического тока применяют специальные защитные средства.

Все изолирующие защитные средства делятся на:

- а) основные защитные средства;
- б) дополнительные защитные средства.

В электроустановках напряжением до 1000 вольт:

- электрические перчатки;
- инструмент с изолированными рукоятками;
- указатели напряжения.

Дополнительными называются такие защитные средства, которые сами по себе не могут при данном напряжении обеспечить безопасность от напряжения током. Они являются дополнительной к основным средствам мерой защиты.

В электроустановках напряжением до 1000в:

- диэлектрические галоши;
- диэлектрические резиновые коврики;
- изолирующие подставки.

Основные и дополнительные защитные средства при всех операциях должны применяться совместно друг с другом.

Средства коллективной защиты в механическом цехе от поражающего действия тока:

1. *Защитное заземление* — принудительное соединение с землей оборудования, которые, обычно, не находятся под напряжением, но которые могут оказаться под напряжением в силу разных обстоятельств.

Назначение заземления — устранение опасности поражения людей электрическим током при появлении напряжения частях электрооборудования.

2. *Зануление*. Занулением называется присоединение к неоднократно заземленному нулевому проводу питающей сети корпусов и других металлических частей электрооборудования, которые нормально не находятся под напряжением.

Задача зануления та же, что и защитного заземления: устранение опасности поражения людей током при пробое на корпус. Решается эта задача автоматическим отключением поврежденной установки от сети.

3. *Защитное отключение*. Защитным отключением называется устройство, быстро (не более 0,2 с) автоматически отключающее участок электрической сети при возникновении в нем опасности поражения человека током.

Основными частями являются прибор защитного отключения и автоматический выключатель.

Защитное устройство отключения, которое реагирует на изменение напряжение корпуса относительно земли, если оно окажется выше некоторого предельно допустимого значения $U_{к.доп}$, вследствие чего прикосновение к корпусу становится опасным. Предназначено устранить поражения электрическим током при появлении на заземленном или зануленном корпусе повышенного напряжения. Эти устройства являются дополнительной мерой защиты к заземлению или занулению.

4. *Защитные ограждения*. К ограждениям и оболочкам относятся защитные устройства, предназначенные для предотвращения прикосновения и приближения людей к токоведущим частям, находящимся под напряжением.

Ограждение токоведущих частей, как правило, предусматривается конструкцией электрооборудования.

Электрические машины, аппараты и приборы имеют корпуса, кожухи и оболочки, надёжно защищающие токоведущие части от прямого (случайного) прикосновения.

Голые провода и шины, а также приборы, аппараты, распределительные щиты, клеммники и т.п. конструктивно имеющие незащищенные и доступные прикосновению токоведущие части помещают в специальные шкафы, камеры, ящики, закрываемые сплошными или сетчатыми ограждениями.

Сплошные ограждения обязательны для электроустановок, размещённых в местах, где могут находиться люди, не связанные с обслуживанием электроустановок – в бытовых, общественных и производственных (не электротехнических помещениях).

Сетчатые ограждения применяются в электроустановках доступных только квалифицированному электротехническому персоналу. В закрытых электроустановках ограждения должны иметь высоту не менее 1,7 м, а в открытых – не менее 2,0 м.

5. *Разделительные трансформаторы.* Их используют для изоляции подключаемого оборудования от контура заземления.

4.8 Движущиеся машины и механизмы

Движущиеся механизмы и их составные части – это опасный производственный фактор, который опасен возможностью получения механической травмы в результате контакта движущейся части механизма с человеком.

Условия существования или возникновения потенциальной опасности воздействия движущегося механизма на человека можно рассмотреть, как:

1. Предусмотренные технологическим процессом (например, работа с подъемно-транспортным оборудованием, станками, прессами, и т.д.).

2. Приводящие к опасности из-за ошибок в монтаже и конструкции объекта (например, обрывы конструктивных элементов и их падение, разрушение от коррозии и т.п.).
3. Возникающие при каком-либо изменении технологического процесса или применении другого типа оборудования.
4. Человеческий фактор.

К основным средствам защиты от воздействия механических факторов относятся устройства:

- оградительные (местные ограждения, крышки, кожуха и др.);
- автоматического контроля и сигнализации;
- предохранительные;
- дистанционного управления;
- тормозные;
- знаки безопасности по ГОСТ 12.4.026-76.

4.9 Экологическая безопасность

Механическая обработка металлов на станках сопровождается выделением пыли, стружки, туманов масел и эмульсий, которые через вентиляционную систему выбрасывается из помещений.

Основными мероприятиями по уменьшению негативного влияния машиностроительных предприятий на экологию являются следующие действия:

- внедрение современных технологий, способствующих уменьшению вредных отходов производства;
- улучшение систем фильтрации сточных вод, воздуха и других сбросов предприятия;
- переработка вредных веществ и утилизация отходов производства;
- внедрение системы мониторинга и контроля экологии местности.

Отходы производства и способы их ликвидации и переработки:

1. Металлическая стружка. Образование производственных отходов в виде металлической или цветной стружки подразумевает под собой утилизацию или вторичную переработку данного материала. В частности, стружка - материал, пригодный для последующего применения и переплавки в сталеплавильных печах для получения нового металла.

Общий цикл утилизации стружки следующий: стружка по конвейерной ленте из станка попадает в цеховой бак приемки стружки, затем погрузчиком, на территории предприятия, складировается в специальных контейнерах, они различаются по виду стружки – для каждого вида стружки (вида стали или цветного металла) отдельный контейнер, как только контейнер заполняется стружкой их, вывозят на металлоперерабатывающие предприятия и продают как вторсырье. Там стружка очищается от посторонних включений (мусор, масла, СОЖ), путем прогонки через магнитные ковши и печи малой температуры, брикетируется и далее может быть доставлена на сталелитейные предприятия, где она может быть переплавлена как сама по себе, так и добавлена в другие расплавы в печах, из которых в дальнейшем получают сталь для заготовок, которые вновь используются на производстве.

2. СОЖ. Химическая и физическая устойчивость СОЖ позволяет организовать их циклическое использование с регулярным восстановлением первоначальных свойств. Оно заключается в механической очистке от твердых включений, нейтрализации окислителей, обеззараживании и биологической очистке.

Выбирая метод утилизации, ориентируются на экономичность процесса, основу которой составляет эффект масштабности производства. Расходы по содержанию вспомогательного оборудования и персонала при небольших объемах нейтрализации эмульсий не окупаются. Специализированные компании, оснащенные современной техникой, могут выбрать наиболее технологичный способ переработки.

Таким образом для нашего предприятия будет рентабельней утилизировать СОЖ на специальных заводах и фабриках. Отработанная СОЖ

из баков станков откачивается насосами в специальные бочки для хранения и транспортировки агрессивной жидкости и доставляется погрузчиком на складе ГСМ на хранение, до заполнения всей свободной тары. Далее ее следует отвезти в компанию, специализирующуюся по переработке отработанных спец жидкостей.

Методы переработки СОЖ: Физико-химический метод: разложение

Под разложением понимается переработка эмульсий путём разделения их на фазы «вода» и «масло». Переработка разложением осуществляется в несколько стадий:

- отделение неэмульгированных (поверхностных) масел;
- отделение твёрдых частиц;
- разложение эмульсии;
- отделение полученных фаз;

Химическое разложение производится путём добавления различных химикатов. Для достижения оптимального результата необходимо тщательно соблюдать дозировку.

«Кислотное разложение» требует применения более коррозионностойких и, соответственно, более дорогих, материалов для изготовления оборудования. Полученную воду перед сливом в канализацию необходимо нейтрализовать, для этого требуется добавление щёлочи. Вследствие этого в очищенной воде содержится значительное количество солей, что не позволяет повторно использовать очищенную воду.

В новых методах разложения используются так называемые «де-эмульгаторы». Их необходимо подбирать в зависимости от перерабатываемой жидкости и тщательно дозировать. Это ограничивает применение данного метода при изменении состава жидкости.

Преимуществом физико-химического метода является возможность применения данного метода для больших объёмов стоков (>3 м³/ч). Таким образом, данный метод является наиболее экономически выгодным при

больших объёмах стоков и при невысоких требованиях к качеству сливаемой вод. Механический метод: мембранная очистка

Другим методом переработки эмульсий является ультрафильтрация. Под повышенным давлением (5-10 Бар) эмульсия проходит через пористую керамическую мембрану. Вода беспрепятственно проходит через поры, а масла, жиры и воски задерживаются на мембранах.

Однако данный метод не может обеспечить полное отделение органических веществ. Остаточная влажность остатка составляет в среднем 60-70%. Значительным недостатком мембранной системы является ограничение применения подобной системы при изменениях состава жидкости, т.е. изменение состава жидкости может вызвать повреждение мембран. Кроме того, в процессе работы мембраны засоряются твёрдыми частицами и маслами. Из-за этого снижается производительность системы и повышаются энергозатраты, а также ухудшается качество очищенной воды. Поэтому требуется постоянная очистка системы от отложений с помощью химикатов. Термический метод: выпаривание/дистилляция.

Самым древним методом разделения веществ является дистилляция. Для выпаривания воды предлагаются различные технические решения. В каждом случае для оптимального энергобаланса требуется использовать энергию конденсации для процессов нагрева и испарения исходной жидкости. Поэтому выпариватели с внешним нагревом, как правило, дороже, чем выпариватели с тепловым насосом или выпариватели, основанные на принципе прямой конденсации водяного пара.

3. Абразив, пыль, масляный туман. Все эти категории отходов объединяются одним общим свойством – переносом по воздуху.

Для металлообрабатывающего цеха характерно механическое удаление воздуха из помещения с поступлением воздуха через окна и двери. Как правило вентиляция для удаления воздуха осевыми вентиляторами, установленными на крыше или стене цеха, и имеет выходной рукав непосредственно на улицу, в окружающую среду. Конструкция представляет

собой сеть гибких воздуховодов на кронштейнах, с фрикционными воронками-уловителями и воздушной заслонкой над рабочей зоной станков, что позволяет регулировать их положение и расход воздуха.

Так же существует метод, при котором к рабочей зоне станка непосредственно подается передвижной фильтровальный агрегат. Благодаря такой схеме удастся исключить капитальные и эксплуатационные затраты для стационарных вытяжных систем, более гибкая настройка удаления загрязнения из зоны станка.

Оба этих метода удаления загрязненного воздуха из рабочей зоны станка объединяет наличие фильтрующего элемента в цепи воздуха отвода. Фильтр – съёмный расходный элемент, предназначенный для очищения проходящего воздушного потока, путем удержания в себе загрязняющих элементов. Фильтры подразделяются в зависимости от задачи удержания тех или иных вредных веществ в воздухе:

- Универсальные электростатические фильтры. Предназначены для удаления сварочного, масляного и других высокодисперсных аэрозолей, взрыво- и пожароопасных концентраций, образующихся при различных видах обработки в машиностроении.

- Фильтр складчатый кассетный. Предназначены для очистки воздуха и газов от мелкодисперсных аэрозольных сухих пылей (в том числе свинцовых) со средним размером от 0,3 мкм и более. Рекомендуется применять при электро- и газосварке, пайке, лужении, лазерной и плазменной обработке, переплаве металлов и др. При высокой концентрации в помещении СО, NOx, HF и других вредных веществ - дополнительно могут быть укомплектованы кассетой хим. очистки.

- Фильтро-вентиляционные агрегаты для улавливания масляного тумана. Предназначены для отсоса и очищения воздуха от масляного тумана, глицерина, пластификаторов и других технологических жидкостей в процессах металлообработки резанием, при холодной штамповке и прокатке, литье под давлением, промасливании, консервации.

- Агрегаты для улавливания пыли. Предназначены для удаления твердых сухих пылей (абразивных, металлических, неметаллических - графит, стекло и т.п.) при среднем размере от 3 мкм и более или от 0,3 мкм и более при наличии БУО.

Отходы абразива сдаются организации, за ними приезжает специализированный транспорт, после чего их вывозят на специальный полигон по утилизации отходов подходящего класса, где производят захоронение. Либо используются в строительстве.

4.10 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Производство находится в городе Томске, в умеренном климатическом поясе. Природные катаклизмы в данном регионе крайне маловероятны. Наиболее вероятными ЧС на объекте могут быть сильные морозы и теракт. Для Западной Сибири в зимнее время года характерны морозы до -45°C . Достижение низких температур приведет к авариям систем теплоснабжения и жизнеобеспечения, приостановке работы, обморожениям и даже жертвам среди населения. На случай отключения электроэнергии на предприятии предусмотрена резервная дизель-электрическая установка с запасом топлива. Для отопления производственных площадей используют 2 газовых котла, один котёл находится в резерве. На случай перебоев с подачей газа предусмотрен аварийный твердотопливный котёл с запасом угля на определённый период. В случае переморозки труб должны быть предусмотрены запасные обогреватели (дизельные станции, калориферы и т.п.). Их количества и мощности должно хватать для того, чтобы работа на производстве не прекратилась. На предприятии собственная насосная станция, для обеспечения его водой. На случай аварии предусмотрен резерв воды, который позволит предприятию бесперебойно функционировать несколько дней. Транспорт, обслуживающий производство, круглогодично находится и обслуживается в отапливаемом ангаре. Все вышеперечисленные меры

предусмотрены для бесперебойного функционирования предприятия в случае ЧС.

Для предупреждения вероятности осуществления диверсии предприятие оборудовано системой видеонаблюдения, круглосуточной охраной, пропускной системой, надежной системой связи, а также исключения распространения информации о системе охраны объекта (закрытой внутренней сетью интернет и введением режима секретности), расположении помещений и оборудования в помещениях, системах охраны, сигнализаторах, их местах установки и количестве. На предприятии создана служба гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций, способная быстро и правильно реагировать на любые возможные ЧС на предприятии.

Должностные лица раз в полгода проводят тренировки по отработке действий на случай экстренной эвакуации.

4.11 Пожарная безопасность.

Производственные объекты отличаются повышенной пожарной опасностью, так как характеризуется сложностью производственных процессов, наличием значительных количеств сжиженных горючих газов, твердых сгораемых материалов, большой оснащенностью электрических установок и другое.

Основными причинами пожаров зачастую бывают:

- 1) Нарушение технологического режима - 33%.
- 2) Неисправность электрооборудования - 16 %.
- 3) Плохая подготовка к ремонту оборудования - 13%.
- 4) Самовозгорание промасленной ветоши и других материалов - 10%

Источниками воспламенения могут быть также открытый огонь технологических установок, раскаленные или нагретые стенки аппаратов и оборудования, искры электрооборудования, статическое электричество, искры удара и трения деталей машин и оборудования и др. Кроме того,

источниками воспламенения могут служить нарушения норм и правил хранения пожароопасных материалов, неосторожное обращение с огнем, использование открытого огня факелов, паяльных ламп, курение в запрещенных местах, невыполнение противопожарных мероприятий по оборудованию пожарного водоснабжение, пожарной сигнализации, обеспечение первичными средствами пожаротушения и др.

Как показывает практика, авария даже одного крупного агрегата, сопровождающаяся пожаром и взрывом, например, в химической промышленности они часто сопутствуют один другому, может привести к весьма тяжким последствиям не только для самого производства и людей его обслуживающих, но и для окружающей среды. В этой связи чрезвычайно важно правильно оценить уже на стадии проектирования пожаро- и взрывоопасность технологического процесса, выявить возможные причины аварий, определить опасные факторы и научно обосновать выбор способов и средств пожаро- и взрывопредупреждения и защиты.

Немаловажным фактором в проведении этих работ является знание процессов и условий горения и взрыва, свойств веществ и материалов, применяемых в технологическом процессе, способов и средств защиты от пожара и взрыва.

Мероприятия по пожарной профилактике разделяются на организационные, технические, режимные и эксплуатационные.

Организационные мероприятия: предусматривают правильную эксплуатацию машин и внутризаводского транспорта, правильное содержание зданий, территории, противопожарный инструктаж.

Технические мероприятия: соблюдение противопожарных правил и норм при проектировании зданий, при устройстве электропроводов и оборудования, отопления, вентиляции, освещения, правильное размещение оборудования.

Режимные мероприятия - запрещение курения в неустановленных местах, запрещение сварочных и других огневых работ в пожароопасных помещениях и тому подобное.

Эксплуатационные мероприятия - своевременная профилактика, осмотры, ремонты и испытание технологического оборудования.

Права и обязанности предприятий.

Законом "О пожарной безопасности" предприятиям предоставлены следующие права;

- создавать, реорганизовывать и ликвидировать в установленном порядке подразделения пожарной охраны, которые они содержат за счет собственных средств, в том числе на основе договоров с Государственной противопожарной службой;
- вносить в органы государственной власти и органы местного самоуправления предложения по обеспечению пожарной безопасности;
- проводить работы по установлению причин и обстоятельств пожаров, происшедших на предприятиях;
- устанавливать меры социального и экономического стимулирования обеспечения пожарной безопасности;
- получать информацию по вопросам пожарной безопасности, в том числе в установленном порядке от органов управления и подразделений пожарной охраны.

На предприятия законом также возлагаются следующие обязанности:

- соблюдать требования пожарной безопасности, а также выполнять предписания, постановления и иные законные требования должностных лиц пожарной охраны;
- разрабатывать и осуществлять меры по обеспечению пожарной безопасности;
- проводить противопожарную пропаганду, а также обучать своих работников мерам пожарной безопасности;

- включать в коллективный договор (соглашение) вопросы пожарной безопасности;
- содержать в исправном состоянии системы и средства противопожарной защиты, включая первичные средства тушения пожаров, не допускать их использования не по назначению;
- создавать и содержать в соответствии с установленными нормами органы управления и подразделения пожарной охраны, в том числе на основе договоров с Государственной противопожарной службой;
- оказывать содействие пожарной охране при тушении пожаров, установлении причин и условий их возникновения и развития, а также при выявлении лиц, виновных в нарушении требований пожарной безопасности и возникновении пожаров;
- предоставлять в установленном порядке при тушении пожаров на территориях предприятий необходимые силы и средства, горюче-смазочные материалы, а также продукты питания и места отдыха для личного состава пожарной охраны, участвующего в выполнении боевых действий по тушению пожаров, и привлеченных к тушению пожаров сил;
- обеспечивать доступ должностным лицам пожарной охраны, при осуществлении ими служебных обязанностей на территории, в здания, сооружения и на иные объекты предприятий;
- предоставлять по требованию должностных лиц Государственной противопожарной службы сведения и документы о состоянии пожарной безопасности на предприятиях, в том числе о пожарной опасности производимой ими продукции, а также о происшедших на их территории пожарах и их последствиях;
- незамедлительно сообщать в пожарную охрану о возникших пожарах, неисправностях имеющихся систем и средств противопожарной защиты, об изменении состояния дорог и проездов.

Согласно Правилам пожарной безопасности на каждом предприятии приказом (инструкцией) должен быть установлен соответствующий их пожарной опасности противопожарный режим в том числе:

1. Определены и оборудованы места для курения.
2. Определены места и допустимое количество одновременно находящихся в помещениях сырья, полуфабрикатов и готовой продукции
3. Установлен порядок уборки горючих отходов и пыли, хранения промасленной спецодежды;
4. Определен порядок обесточивания электрооборудования в случае пожара и по окончании рабочего дня;

Должны быть регламентированы:

1. Порядок проведения временных огневых и других пожароопасных работ;
2. Порядок осмотра и закрытия помещений после окончания работы;
3. Действия работников при обнаружении пожара;
4. Определены порядок и сроки прохождения противопожарного инструктажа и занятий по пожарно-техническому минимуму, а также назначены ответственные за их проведение.

В зданиях и сооружениях (кроме жилых домов) при одновременном нахождении на этаже более 10 человек должны быть разработаны и на видных местах вывешены планы (схемы) эвакуации людей в случае пожара, а также предусмотрена система (установка) оповещения людей о пожаре.

Руководитель объекта с массовым пребыванием людей (50 человек и более) в дополнение к схематическому плану эвакуации людей при пожаре обязан разработать инструкцию, определяющую действия персонала по обеспечению безопасной и быстрой эвакуации людей, по которой не реже одного раза в полугодие должны проводиться практические тренировки всех задействованных для эвакуации работников.

Для объектов с ночным пребыванием людей в инструкции должны предусматриваться два варианта действий: в дневное и в ночное время.

Руководители предприятий, на которых применяются, перерабатываются и хранятся опасные (взрывоопасные) сильнодействующие ядовитые вещества, обязаны сообщать подразделениям пожарной охраны данные о них, необходимые для обеспечения безопасности личного, состава, привлекаемого для тушения пожара и проведения первоочередных аварийно-спасательных работ на этих предприятиях.

Территория предприятий в пределах противопожарных разрывов между зданиями, сооружениями и открытыми складами, должна своевременно очищаться от горючих отходов, мусора, тары, опавших листьев, сухой травы и т.п. Горючие отходы, мусор и т.п. следует собирать на специально выделенных площадках в контейнеры или ящики, а затем вывозить.

Противопожарные разрывы между зданиями и сооружениями, штабелями леса, пиломатериалов, других материалов и оборудования не разрешается использовать под складирование материалов, оборудования и тары, для стоянки транспорта и строительства (установки) зданий и сооружений.

Дороги, проезды, подъезды и проходы к зданиям, сооружениям, открытым складам и водоисточникам, используемые для пожаротушения, подступы к стационарным пожарным лестницам и пожарному инвентарю должны быть всегда свободными, содержаться в исправном состоянии, а зимой быть очищенными от снега и льда.

Для всех производственных и складских помещений должны быть определены категории взрывопожарной и пожарной опасности, а также класс зоны по Правилам устройства электроустановок, которые надлежит обозначать на дверях помещений.

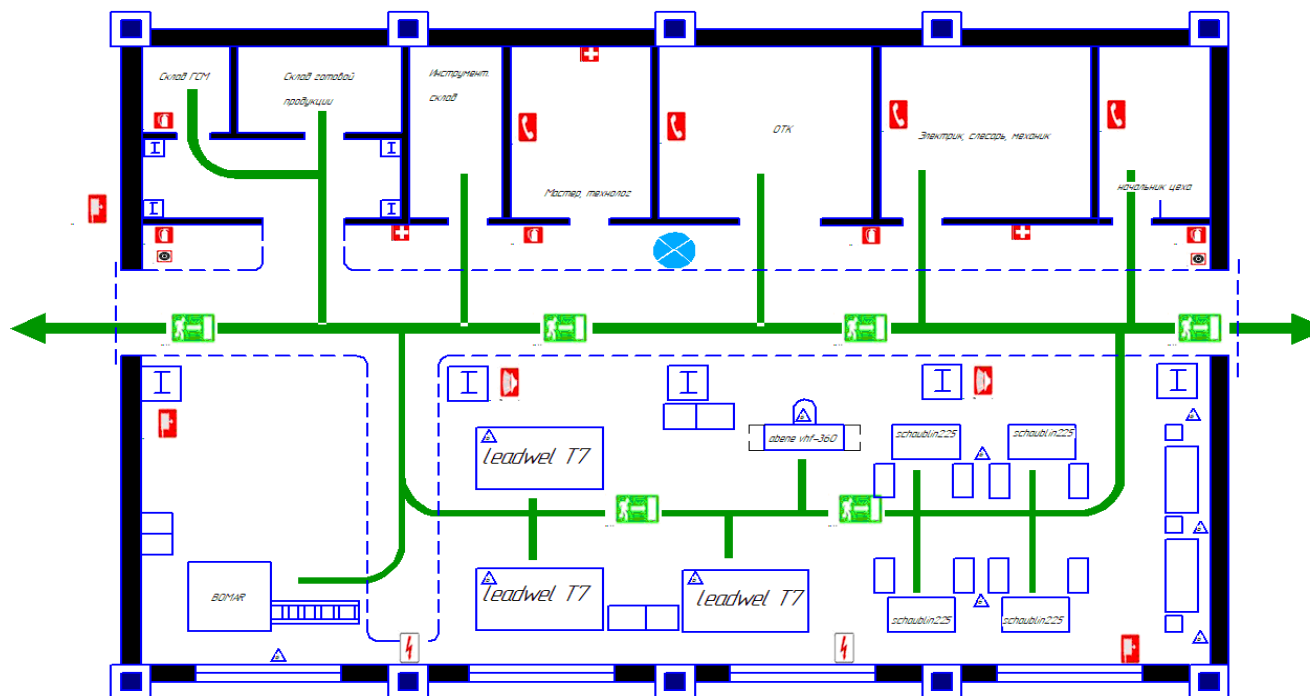
Около оборудования, имеющего повышенную пожарную опасность, следует вывешивать стандартные знаки (аншлаги, таблички) безопасности.

Одно из условий обеспечения пожаро- и взрывобезопасности любого производственного процесса - ликвидация возможных источников воспламенения.






Согласно строительным нормам и правилам в зависимости от характеристики используемых в производстве веществ и их количества, по пожарной и взрывной опасности производства подразделяются на категории: А,Б,В,Г,Д, помещения – А,Б,В1,В4,Г,Д.

Цех механической обработки компании «ЭлеСи» занимается холодной обработкой металлов, на при этом в помещении содержатся различные горючие вещества(СОЖ, смазочные материалы и т.д), категория пожарной безопасности – В (пожароопасная). Цех оснащён порошковыми огнетушителями ОП-4.

План эвакуации цеха механической обработки ОАО «ЭлеСи» в случае пожара



ДЕЙСТВИЯ ПРИ ПОЖАРЕ

-  Сообщить о пожаре по телефону «01»
-  Нажать кнопку (или рычаг) ручного пожарного извещателя
-  Отключить электроприборы
-  Покидая помещение, закройте окна и двери
-  По возможности приступить к тушению пожара с помощью огнетушителей и пожарных кранов или подручных средств (вода из крана, накидки из плотного материала)

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

-  - огнетушитель
-  - пожарный кран
-  - ручной пожарный извещатель
-  - телефон
-  - электропит
-  - ключи от помещений
-  - Вы находитесь здесь
-  - основные пути эвакуации
-  - запасные пути эвакуации

ВНИМАНИЕ!
Сориентируйтесь на плане.
Определите своё местонахождение.
При пожаре действуйте
по инструкции

4.12 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

1. ОСТ 54 30013-83 Электромагнитные излучения СВЧ. Предельно допустимые уровни облучения. Требования безопасности.
2. ГОСТ 12.4.154-85 “ССБТ. Устройства, экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты”.
3. ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны.
4. СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 "Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ)".
5. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
6. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.
7. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
8. ГОСТ 12.4.123-83. Средства коллективной защиты от инфракрасных излучений. Общие технические требования.
9. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
10. ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.
11. [ГОСТ 12.1.004-91](#). Пожарная безопасность. Общие требования.
12. [ГОСТ 12.2.037-78](#). Техника пожарная. Требования безопасности
13. [СанПиН 2.1.6.1032-01](#). Гигиенические требования к качеству атмосферного воздуха
14. ГОСТ 30775-2001 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация, идентификация и кодирование отходов.
15. СНиП 21-01-97. Противопожарные нормы.

15. ГОСТ 12.4.154. Система стандартов безопасности труда. Устройства экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты. Общие технические требования, основные параметры и размеры
16. СНиП 23-05-95 "Естественное и искусственное освещение"

Список литературы

1. ГОСТ 15.101-98. Система разработки и постановки продукции на производство. Порядок выполнения научно-исследовательских работ [Текст]. - Введ. 2000-07-01. – М. : ИПК Издательство стандартов, 2003. – 11 с.
2. Аверьянов И.Н., Болотеин А.Н Проектирование и расчет станочных и контрольно- измерительных приспособлений в курсовых и дипломных проектах: учебное пособие. – Рыбинск: РГАТА, 2010.- 220 с.
3. Горошкин А.К Приспособления для металлорежущих станков Справочник. Москва 1979-302с.
4. Горбачевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – Мн.: Выш. Школа, 1983. – 256 с.
5. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К Справочник технолога-машиностроителя Том 2. - Москва «Машиностроение», 2003. – 943 с.
6. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: учебное пособие. 2-е издание. Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2009. -90 с.
7. Стружестрах Е.И. Справочник нормировщика-машиностроителя. – Москва, 1961. – 892 с.
8. Должиков В.П. Основы программирования и наладки станков с ЧПУ: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2011. – 144 с.
9. Каталог режущего инструмента - SANDVIC
10. Методические указания к выполнению раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» выпускной квалификационной работы для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров 15.03.01 «Машиностроение» / сост. В.Ю.

Конотопский; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета,

2015. – 22 с.

11. Методические указания по разработке раздела «Социальная ответственность» выпускной квалификационной работы магистра, специалиста и бакалавра всех направлений (специальностей) и форм обучения ТПУ/Сост. С.В. Романенко, Ю.В. Анищенко – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2016. – 11 с.

12. Г.Р Муслина, Ю.М. Правиков. Выбор посадок для гладких соединений машин методами аналогов и подбора. Ульяновск 2008г. 72с.

