

Инженерная школа новых производственных технологий (ИШНПТ)
 Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение» Отделение Материаловедения

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проектирование технологического процесса изготовления детали «Корпус манометра ДМ» и оснастки.

УДК 621.81.002-214::531.787

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л41	Пичугин Антон Борисович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Алферова Екатерина Александровна	к.ф.м.н, доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Проектирование технологического процесса, Станочного приспособления»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Михаевич Евгений Петрович	к.т.н., доцент		

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Мелик-Гайказян Мария Вигеновна	к.э.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Немцова Ольга Александровна			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМ	Ефременков Егор Алексеевич	к.т.н., доцент		

Томск 2019 г.

Инженерная школа новых производственных технологий (ИШНПТ)
Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»
Отделение материаловедения

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л41	Пичугину Антону Борисовичу

Тема работы:

Проектирование технологического процесса изготовления детали «Корпус манометра ДМ» и оснастки	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Чертеж детали, готовая программа выпуска
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Обзор научно-технической литературы, определение типа производства, анализ конструкции детали на технологичность, выбор исходной заготовки, составление маршрута операций, размерный анализ ТП, расчет припусков и технологических размеров, расчет режимов резания и норм времени, конструирование специального приспособления.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	1. Чертёж детали – А2; 2. Чертеж заготовки – А2; 3. Комплексная схема размерного анализа – А1; 4. Операционная карта технологического процесса – А1; 5. Сборочный чертёж приспособления – А1; 6. Схема сборки приспособления – А1;
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Технологический и конструкторский	Михаевич Евгений Петрович
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Мелик-Гайказян Мария Вигеновна
Социальная ответственность	Немцова Ольга Александровна
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Аннотация	

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Михаевич Евгений Петрович	к.т.н. доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л41	Пичугин Антон Борисович		

Аннотация

Выпускная квалификационная работа 107 стр., 6 рис., 25 табл., 12 источников, 5 графических материалов.

Ключевые слова: корпус манометра, технология машиностроения, технологический процесс, режущие инструменты, режимы резания, литье, металлообрабатывающие станки, приспособления, социальная ответственность, финансовый менеджмент.

Объектом исследования является технология изготовления корпуса манометра ДМ и оснастки.

Цель работы – разработать технологический процесс изготовления детали «Корпус манометра ДМ», определить режимы резания и требуемый инструмент, нормы времени, а также разработать специальное приспособление для одной из операций.

В процессе разработки технологии изготовления детали «Корпус манометра», проводились: расчет заготовки, расчет технологических размеров, общих и операционных припусков, размерный анализ технологического процесса, расчет режимов резания и норм времени для операций технологического процесса, расчет приспособления.

В результате работы: рассчитаны уточненные технологические размеры, даны рекомендации по выбору режимов резания, режущего инструмента и оборудования для изготовления детали.

Степень внедрения: на стадии обсуждения с технологическим отделом.

Область применения: машиностроение (приборная промышленность);

В будущем планируется внедрение детали в производство, согласно спроектированному технологическому процессу.

Оглавление

Введение.....	7
РАЗДЕЛ 1. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА.....	8
1.1 Анализ объекта проектирования	10
1.1.1 Анализ технических требований на объект производства	11
1.2 Анализ технологичности конструкции узла и детали.....	12
1.2.1 Качественная оценка.....	13
1.2.2 Количественная оценка	14
1.3 Анализ и выбор комплектов технологических баз.....	17
1.4 Проектирование заготовки.....	18
1.4.1 Выбор метода получения заготовки.....	18
1.4.2 Расчет припусков и определение исполнительных размеров заготовки...	19
1.4.3 Техничко-экономическое сравнение методов получения заготовки.....	22
1.5 Разработка технологического процесса механической обработки	24
1.6 Размерный анализ технологической операции	28
1.6.1 Назначение допусков на технологические размеры.....	29
1.6.2 Назначение допусков на осевые технологические размеры.....	29
1.6.3 Назначение допусков на диаметральные технологические	30
размеры.....	30
1.6.4 Расчет минимальных припусков на линейные размеры	30
1.6.5 Расчет минимальных припусков на диаметральные	31
технологические размеры.....	31
1.6.6 Расчет линейных технологических размеров.....	32
1.6.7 Расчет диаметральных технологических размеров	34
1.7 Проектирование технологического процесса изготовления детали.....	35
1.7.1 Расчет припусков на обработку операционных и исходных	35
размеров заготовки.....	35
1.7.2 Назначение режимов обработки.....	41
1.7.3 Выбор металлорежущего оборудования.....	46
1.7.4 Выбор режущего инструмента	49
1.8 Нормирование технологического процесса	50
РАЗДЕЛ 2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАНОЧНОГО	52
ПРИСПОСОБЛЕНИЯ	52
2.1 Разработка и расчет станочного приспособления	53
2.1.1 Разработка технического задания.....	53
2.1.2 Разработка принципиальной схемы и компоновки	54
приспособления.....	54
2.1.3 Разработка схемы для расчета и определения сил закрепления.....	54
2.1.4 Разработка технических требований на изготовление и сборку	57
приспособления.....	57
2.2 Описание конструкции и принципа работы приспособления.....	58
2.3 Расчет на точность обеспечения конструкторских размеров.....	58
2.3.1 Расчет на точность расположения отверстия относительно оси детали...	59
2.3.2 Расчет на точность расположения отверстия относительно торца.....	59

2.4 Проектирование технологии сборки приспособления	62
2.5 Анализ технических требований приспособления	63
2.5.1 Определение геометрических характеристик привода	64
приспособления	64
2.5.2 Анализ технологичности конструкции приспособления.....	66
РАЗДЕЛ 3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И	
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	69
3.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности технического проекта с	
позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	70
3.1.2 Анализ конкурентных технических решений	71
3.2. Планирование техничекого проекта	72
3.2.1 Структура работ в рамках проектирования.....	73
3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ	74
3.2.3 Разработка графика проведения технического проектирования.....	74
3.3 Смета затрат на технический проект.....	78
3.3.1 Расчет материальных затрат технического проекта.	79
3.3.2 Основная заработная плата исполнителей темы.....	80
3.3.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	82
3.3.4 Накладные расходы	82
3.3.5 Формирование сметы затрат технологического проекта	82
РАЗДЕЛ 4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	86
4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения.....	87
безопасности	87
4.2 Производственная безопасность	88
4.2.1 Анализ вредных факторов.....	88
4.2.2 Отклонение параметров микроклимата на рабочем месте	88
4.2.3 Повышенный уровень шума.	90
4.2.4 Электробезопасность.....	91
4.2.5 Химические факторы.....	94
4.2.6 Недостаточная освещенность рабочей зоны	94
4.2.7 Повышенный уровень электромагнитных излучений	95
4.2.8 Факторы пожарной и взрывной природы	97
4.3. Экологическая безопасность	98
4.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	101
4.4.1 Чрезвычайные ситуации классифицируются:	104
Заключение.....	106
Список использованной литературы.....	107

Введение

Машиностроение – важнейшее звено народного хозяйства страны, сердцевиной всей тяжелой индустрии. Оно создает условия для развития всех других видов производства и отраслей промышленности.

Главная задача состоит в повышении темпов и эффективности развития экономики на базе ускорения научно-технического прогресса, технического перевооружения и реконструкции производства, интенсивного использования созданного производственного потенциала, совершенствование системы управления, хозяйственного механизма и в достижение на этой основе дальнейшего подъема благосостояния народа.

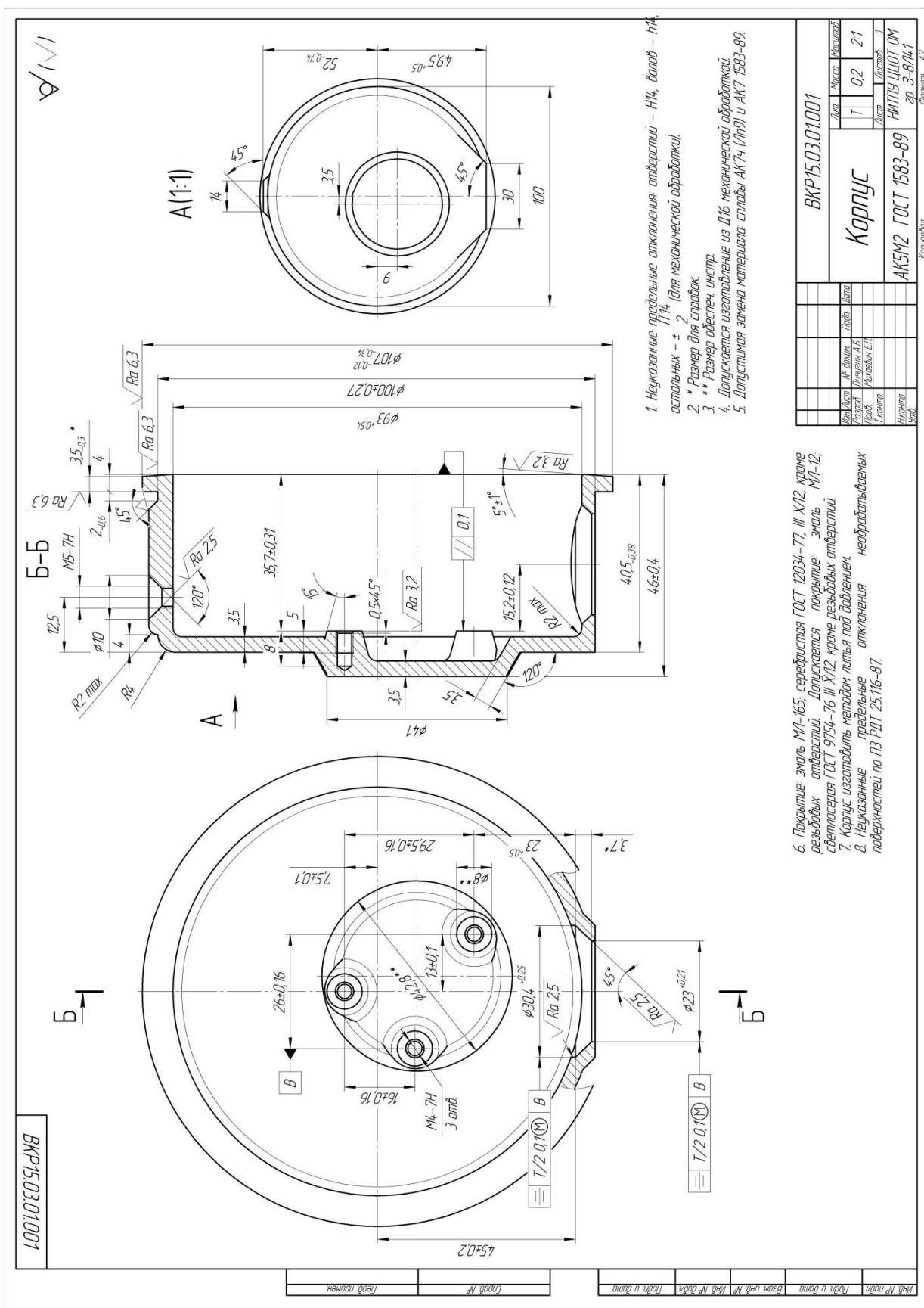
Для решения основных задач машиностроительного комплекса на данный момент необходимо: широко внедрить гибкие переналаживаемые производства и системы автоматизированного проектирования, автоматические линии, машины и оборудование со встроенными средствами микропроцессорной техники, многооперационные станки с числовыми программным управлением, роторные и роторно-конвейерные комплексы; расширить предметную, подетальную и технологическую специализацию, эффективно сочетая со специализированными заводами механо-сборочные предприятия, повысить производительность труда, снизить себестоимость продукции.

Целью дипломного проекта является: рациональный способ получения заготовки, разработка оптимального маршрута технологического процесса изготовления детали, выбор высокопроизводительного оборудования с ЧПУ, разработка конструкций приспособлений, выбор прогрессивных конструкций режущего инструмента, обоснованное назначение режимов резания, повышение экономической эффективности производства, снижение трудоемкости изготовления детали, уменьшение себестоимости заготовительной операции и механической обработки, улучшение условий труда, увеличение коэффициента загрузки оборудования.

РАЗДЕЛ 1. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Техническое задание

Разработать технологический процесс изготовления детали «Корпус манометра ДМ» Чертеж представлен в формате А2.



1.1 Анализ объекта проектирования

Деталь «Корпус манометра ДМ» является базовой деталью индикатора часового типа – деталь выполняет роль, корпуса для манометра, внутри которого крепятся и размещаются все составные детали и механизмы манометра. Корпус относится к классу «тело вращения». Деталь имеет форму стакана сложной профильной формы. Деталь имеет три цилиндрических выступа, расположенных на дне, нишу на дне сложной профильной формы, а также две лыски на наружной цилиндрической поверхности детали, на которых расположены отверстия.

Деталь имеет 3 резьбовых отверстия М4 – для крепления держателя механизма, одно отверстие М5 – для установки винт-пробки.

Деталь имеет гладкое отверстие $\varnothing 23$ мм – для вывода штуцера манометра из корпуса.

Корпус манометра имеет буртик – к нему крепится обечайка индикатора.

Механической обработке в детали подвергаются не все поверхности, а именно: поверхность буртика, торец, канавка за буртиком, лыска с отверстием под штуцер, отверстие с резьбой М5 под винт пробку, а также отверстия М4 для крепления держателя к корпусу манометра.

По своей конструкции корпус имеет высокую жесткость и прочность. В соответствии со своим промышленным назначением (о котором было рассказано выше) корпус должен иметь высокую точность, обладать достаточной жёсткостью и виброустойчивостью так как используется в измерительном приборе (манометре).

Геометрическая форма корпуса и его размеры не вызывают трудностей при обработке на металлорежущих станках. Деталь имеет наибольший диаметр 107 мм, длину 40,5 мм и массу 0,2 кг. Заготовкой служит отливка из сплава АК5М2 ГОСТ 1583-93. Анализируя основные параметры шероховатости поверхностей, видим, что различные цилиндрические поверхности и торцы имеют шероховатости $\sqrt{Ra\ 3,2}$ и $\sqrt{Ra\ 2,5}$, имеются поверхности без обработки.

Неуказанные предельные отклонения размеров получаемых механической обработкой, валов по h14; отверстий по H14; остальные $\pm \frac{IT14}{2}$.

Деталь «Корпус манометра ДМ» выполнена из алюминиевого сплава АК5М2, который отлично обрабатывается и имеет хорошие физико-механические свойства, обладает хорошими литейными свойствами. АК5М2 - алюминиевый литейный сплав, применяется для изготовления фасонных отливок.

Химический состав и механические свойства сплава АК5М2 приведены в таблицах 1.1 – 1.2.

Таблица 1.1 - Химический состав сплава АК5М2

Fe	Si	Mn	Ti	Al	Cu	Ni	Mg	Zn	Примесей
до 1,3	4-6	0,2-0,8	0,05-0,2	85,9-94,05	1,3-3,5	до 0,5	0,2-0,8	до 1,5	всего 2,8

Таблица 1.2 – Механические свойства сплава АК5М2

Твердость HB10-1, МПа	Предел текучести σ_T , МПа	Предел кратко- временной проч- ности. σ_B , МПа	Относительное удлинение. При разрыве. δ , %	Относительное сужение. ψ , %	Ударная вязкость. КСУ, кДж/м ²
	Не менее				
70	-	162	0,5-2	-	-

Материал выбран правильно, возможна замена на материал из числа зарубежных аналогов (при необходимости и возможности), а также на АК7ч (АЛ9) и АК7 ГОСТ 1583-93 (согласно чертежу детали).

1.1.1 Анализ технических требований на объект производства

Согласно чертежа детали «Корпус манометра ДМ», к объекту производства предъявляются следующие технические требования:

1. Допустимая замена материала: сплавы АК7ч (Лп9) и АК7 1583-89.
2. Корпус изготовить методом литья под давлением.
3. Допускается изготовление из Д16 механической обработкой.
4. * Размер для справок.

5. ** Размер обеспечен инструкцией

6. Неуказанные предельные отклонения необрабатываемых поверхностей по ПЗ РДТ 25.116-87.

7. Неуказанные предельные отклонения: отверстий - H14, валов - h14, остальных – IT14/2 (для механической обработки).

8. Литейные уклоны не более 1° в сторону уменьшения размеров.

9. Неуказанные литейные радиусы скругления 0,5 max.

10. Покрытие: эмаль МЛ-165; серебристая ГОСТ 12034-77, III ХЛ2, кроме резьбовых отверстий. Допускается покрытие: эмаль МЛ-12; светлосерая ГОСТ 9754-76 III ХЛ2, кроме резьбовых отверстий, внутренние поверхности - по V классу.

Как видим, технические требования регулируют точность обработки поверхностей с неуказанными отклонениями, допустимые замены материала заготовок, метод производства заготовки, технические характеристики заготовки, покрытие готового изделия.

1.2 Анализ технологичности конструкции узла и детали

Конструкцию детали «Корпус манометра» принято называть технологичной, если она позволяет в полной мере использовать для изготовления наиболее экономичный технологический процесс, обеспечивающий ее качество и стоимость при надлежащем количественном выпуске.

Деталь имеет хорошие базовые поверхности для первоначальной операции. Требования к точности и шероховатости основных поверхностей удовлетворяют условиям эксплуатации и имеют вполне обоснованные величины. Получение этих параметров не вызывает затруднений.

Цель разработки, проверка конструкции детали на технологичность – выявление недостатков конструкции детали, а также возможное ее улучшение. Основные задачи анализа технологичности конструкции обрабатываемой детали сводятся к возможному уменьшению трудоемкости и металлоемкости, возможности обработки детали высокопроизводительными методами.

Отработка конструкции детали на технологичность заключается в качественной и количественной оценке технологичности. Оработка конструкции производится согласно рекомендациям [2, 3].

1.2.1 Качественная оценка

К качественной оценке относятся: материал детали, базирование и закрепление, простановка размеров, допуски формы и взаимного расположения поверхностей, взаимозаменяемость, не технологичные конструктивные элементы.

Деталь «Корпус манометра ДМ» изготавливается из сплава АК5М2. Материал имеет обширное применение при изготовлении отливок, обрабатывается стандартным инструментом из твердого сплава или инструментом, оснащенным пластинами из твердых сплавов, а также из быстрорежущих сплавов.

Деталь «Корпус манометра ДМ» относится к классу «Тело вращения». Жёсткость конструкции детали является достаточной и не ограничит режимы резания при обработке. Ко всем обрабатываемым поверхностям имеется свободный доступ режущего и мерительного инструмента. Конструкция детали (корпус) позволяет обработать её стандартными режущими инструментами. Однако при обработке некоторых отверстий необходимо спроектировать специальный инструмент. Отсутствуют плоскости, расположенные под тупым или острым углом, а также отсутствуют отверстия, расположенные не под прямым углом к плоскости входа и выхода.

Конструкция детали имеет достаточные по размерам и расположению базовые поверхности, что позволяет при обработке применять принципы совмещения и постоянства баз, обеспечивая точность формы обрабатываемых поверхностей, точности их расположения и точность размеров. Наивысший квалитет точности обрабатываемых поверхностей – 7, что позволяет обработать деталь на станках экономически достижимой точности. Поскольку, самый высокий параметр шероховатости – Ra 2,5, применение специальных отделочных методов обработки не требуется.

Простановка размеров удобная для чтения чертежа и для их контроля. Размеры в основном проставлены от трех баз – оси и торцовых поверхностей детали. Это дает возможность совместить конструкторскую и измерительную базы.

Деталь не является взаимозаменяемой.

Нетехнологичными элементами являются

– канавка шириной 2 мм, т.к. отсутствуют стандартные инструменты для обработки канавки такой ширины.

– отверстие $\varnothing 30,4$ мм с цековкой, т.к. необходимо спроектировать инструмент для обработки данного отверстия.

По качественной оценке, технологичности деталь «Корпус манометра ДМ» можно считать технологичной.

1.2.2 Количественная оценка

Для проведения количественной оценки технологичности детали «Корпус манометра ДМ» составим таблицу 1.3.

Таблица 1.3 - Количественный анализ детали «Корпус манометра ДМ»

Наименование поверхностей	Номер поверхности	Количество поверхностей	Количество унифицированных поверхностей	Квалитет точности	Параметр шероховатости
Размер 52-0,74 мм	1	1	1	14	6,3
Размер 49,5+0,5 мм	2	1	1	13	6,3
Размер 37,5±0,31 мм	3	3	3	14	3,2
Размер 3,5-0,3 мм	4	1	1	14	3,2
Размер 2-0,6 мм	5	2	2	16	6,3
Размер 12,5 мм	6	1	1	7	2,5
3 отв. М4-7Н	7	3	3	7	3,2
Размер 15,2±0,12 мм	8	3	3	12	2,5
Итого:	-	15	15	-	-

Уровень технологичности по коэффициенту унифицированных элементов:

$$K_{yэ} = \frac{Q_{yэ}}{Q_э}, \quad (1)$$

где $Q_{yэ}$ – число унифицированных элементов;

$Q_э$ – число общих элементов.

$$K_{yэ} = \frac{15}{15} = 1,$$

По данному показателю деталь является технологичной, так как выполняется условие $1 > 0,6$.

Коэффициент точности:

$$K_{т.ч} = 1 - \frac{1}{T_{ср}}, \quad (2)$$

где $T_{ср}$ – средний класс точности:

$$A_{ср} = \frac{1n_1 + 2n_2 + \dots + 14n_{14}}{\Sigma n}, \quad (3)$$

здесь $1 \dots 14$ – квалитет точности;

$n_1 \dots n_{14}$ – количество поверхностей у детали.

$$A_{ср} = \frac{7 \cdot 4 + 12 \cdot 3 + 13 \cdot 1 + 14 \cdot 5 + 16 \cdot 2}{15} = 11,933;$$

$$K_{т.ч} = 1 - \frac{1}{11,933} = 0,916.$$

По данному показателю деталь является технологичной, так как выполняется условие $0,916 > 0,8$.

Коэффициент шероховатости поверхностей:

$$K_{ш} = \frac{1}{B_{ср}}, \quad (4)$$

где $B_{ср}$ - средний коэффициент шероховатости.

$$B_{ср} = \frac{12.5n_1 + 6.3n_2 + \dots + 0.8n_5}{\Sigma n}, \quad (5)$$

здесь 12,5...0,8 – параметр шероховатости, мкм;

$n_1 \dots n_5$ – количество поверхностей у детали соответствующей шероховатости.

$$B_{ср} = \frac{6,3 \cdot 4 + 3,2 \cdot 7 + 2,5 \cdot 4}{15} = 3,84;$$

$$K_{ш} = \frac{1}{3,84} = 0,206.$$

По данному показателю деталь является технологичной, так как выполняется условие $0,206 > 0,07$.

Коэффициент использования материала:

$$K_{им} = \frac{m_d}{m_з}, \quad (6)$$

где m_d - масса детали, $m_d = 0,20$ кг.;

$m_з$ – масса заготовки, $m_з = 0,28$ кг.

$$K_{им} = \frac{0,20}{0,28} = 0,714.$$

Для исходной заготовки этого типа (отливка) такой показатель свидетельствует о рациональном использовании материала, так как выполняется условие $0,714 > 0,6$. Следовательно, по коэффициенту использования материала деталь «Корпус манометра» технологична.

По количественной оценке технологичности, деталь «Корпус манометра» можно считать технологичной.

1.3 Анализ и выбор комплектов технологических баз.

Схему обработки детали «Корпус манометра ДМ» выбираем на основании анализа конструкции детали, технических требований на ее изготовление и возможностей производства. Изготовление детали «Корпус манометра» производим в три этапа: первый этап – подготовка черновых баз, второй – черновые операции для снятия большого чернового припуска и подготовка чистовых баз, третий этап – чистовые операции.

При разработке проектного варианта технологического процесса нужно стремиться к тому, чтобы выполнились основные принципы базирования заготовок. При высоких требованиях к точности обработки необходимо выбирать такую схему базирования, которая обеспечивает наименьшую погрешность установки. Необходимо соблюдать принципы постоянства и единства баз.

Первая операция технологического процесса механической обработки любой детали машин направлена на подготовку чистовых установочных баз. Поскольку конструкторской документацией не предусмотрены высокие требования по расположению поверхностей относительно друг друга, то за установочные базы можно принять наружную необработанную поверхность диаметром 100 мм и необработанный торец. Первая операция технологического процесса – токарная, на которой точатся торец, поверхность диаметром 107 мм, внутренний торец для трех отверстий. Первая операция производится на станке токарной группы.

На втором этапе производим обработку лысок и отверстия М5. В качестве баз принимаем обработанный торец и наружную поверхность диаметром 107 мм. Поэтому вторая операция технологического процесса – многоцелевая, производится на станке фрезерной группы.

На третьем этапе производим обработку 3х отверстий М4 и торцовой поверхности под них. В качестве баз принимаем обработанный торец и наружную поверхность диаметром 107 мм. Поэтому третья операция технологического процесса – сверлильная, производится на станке сверлильной группы.

На заключительном этапе необходимо обработать оставшееся отверстие, ось которых зависит от расположения осей отверстий с резьбой М4. Для этого будем

использовать те же чистовые базы. Четвертая операция технологического процесса – многоцелевая, производится на станке сверлильной группы.

1.4 Проектирование заготовки

1.4.1 Выбор метода получения заготовки

При выборе заготовки для заданной детали назначают метод ее получения, определяют конфигурацию, размеры, припуски на обработку, допуски. По мере усложнения конфигурации заготовки, уменьшение напусков и припусков, повышения точности размеров и параметров расположения поверхностей усложняется и удорожается механическая оснастка заготовительного цеха и возрастает себестоимость заготовки, но при этом снижается трудоёмкость и себестоимость последующей механической обработки заготовки, повышается коэффициент использования металла. Заготовки простой конфигурации дешевле, так как не требуют ни изготовления сложной и дорогой технологической оснастки, однако такие заготовки требуют последующей механической обработки и повышенного расхода материала.

Главным при выборе заготовки является так же обеспечение заданного качества готовой детали при ее минимальной себестоимости.

При выборе технологических методов и процессов получения заготовок учитываю прогрессивные тенденции развития технологии машиностроения. Решение задачи формообразования детали целесообразно перенести на заготовительную стадию и тем самым снизить расход материала, уменьшить долю затрат на механическую обработку в себестоимости готовой детали. Заготовка должна быть выполнена из материала, указанного на чертеже, обладать соответствующими ему механическими свойствами, не должны иметь внутренних дефектов.

При изготовлении детали на предприятии был использован метод получения заготовки - литье в металлические формы.

Согласно рекомендациям для детали «Корпус манометра ДМ», выполненной из сплава АК5М2 для среднесерийного производства, выбираем вариант получения заготовки – литье по выплавляемым моделям.

Для обоснования выбора метода получения заготовки составляется таблица 1.4 с характеристикой двух близких методов – литье в кокиль и литье по выплавляемым моделям. Сравнение характеристик методов получения заготовок производится согласно рекомендациям.

Таблица 1.4 - Сравнительная характеристика методов получения заготовки

Характеристика методов	Методы получения заготовок	
	Литье по выплавляемым моделям	Литье в кокиль
	Качественные и количественные показатели методов	
Масса заготовок, т	До 0,15	До 0,5
Наименьшая толщина стенок, мм	0,5	10
Точность выполнения	IT 11 - 12	IT 14
Шероховатость поверхностей заготовки Ra, мкм	10 – 2,5	20 – 2,5
Тип металла или сплава	Сталь, чугун, цветные сплавы	Сталь, чугун, цветные сплавы
Тип производства	Серийное	Серийное и массовое

1.4.2 Расчет припусков и определение исполнительных размеров заготовки.

Припуски и допускаемые отклонения на размеры отливки по выплавляемым моделям определяем табличным методом согласно рекомендациям.

Точность отливки:

- класс размерной точности – 7т;
- степень коробления – 6;
- степень точности поверхностей – 9;
- класс точности массы – 7;
- допуск смещения – 0,4 мм.

Ряд припусков – 4.

Шероховатость поверхностей отливки – Ra 12,5.

Допуск массы отливки – 10%.

Минимальный литейный припуск на сторону – 0,4 мм.

Неуказанные радиусы скруглений – 1 мм.

Номинальные размеры заготовки, припуски, допуски и полученные размеры сведем в таблицу 1.5.

Таблица 1.5 – Определение размеров заготовки

Номинальный размер детали, мм	Допуск размера отливки, мм	Вид окончательной механической обработки по ГОСТ 26645	Общий припуск на сторону, мм	Номинальный размер заготовки, мм
Размер 52-0,74 мм	0,8	Черновая	1,0	Размер 53,4±0,4
Размер 49,5+0,5 мм	0,8	Черновая	1,0	Размер 50,9±0,4
Размер 37,5±0,31 мм	0,7	Черновая	0,9	Размер 36,2±0,35
Размер 3,5-0,3 мм	0,4	Черновая	0,7	Размер 5,7±0,2
Размер 2-0,6 мм	-	не выполняется на отливке	-	-
Номинальный размер детали, мм	Допуск размера отливки, мм	Вид окончательной механической обработки по ГОСТ 26645	Общий припуск на сторону, мм	Номинальный размер заготовки, мм
Размер 12,5 мм	-	не выполняется на отливке	-	-
2 отв. М4-7Н	-	не выполняется на отливке	-	-
Размер 15,2±0,12 мм	-	не выполняется на отливке	-	-
Диаметр 107мм	1,0	Чистовая	1,6	Размер 111±0,5

На поверхности, не подвергаемые механической обработке назначаем только допуск.

В графу «номинальный размер заготовки» заносим размер, рассчитанный по формулам

для наружных диаметральных размеров:

$$D_{3i} = (D_{di} + 2 \cdot z_{\text{лит}i} + 2 \cdot z_{3i}) \pm \delta, \quad (7)$$

для внутренних диаметральных размеров:

$$D_{3i} = (D_{di} - 2 \cdot z_{\text{лит}i} - 2 \cdot z_{3i}) \pm \delta, \quad (8)$$

для линейных размеров:

$$L_{3i} = (L_{di} + 2 \cdot z_{\text{лит}i} + 2 \cdot z_{3i}) \pm \delta, \quad (9)$$

или

$$L_{3i} = (L_{di} - 2 \cdot z_{\text{лит}i} - 2 \cdot z_{3i}) \pm \delta, \quad (10)$$

для линейных размеров, проставленных от торца:

$$L_{3i} = (L_{di} + z_{\text{лит}i} + z_{3i}) \pm \delta, \quad (11)$$

или

$$L_{3i} = (L_{di} - z_{\text{лит}i} - z_{3i}) \pm \delta, \quad (12)$$

где D_{3i} , D_{di} – диаметральный размер заготовки и детали соответственно;

L_{3i} , L_{di} – линейный размер заготовки и детали соответственно;

$z_{\text{лит}i}$ – минимальный литейный припуск i -того размера на сторону;

z_{3i} – общий припуск i -того размера на сторону.

Аналогично для отливки в кокиль.

Точность отливки:

- класс размерной точности – 9т;
- степень коробления – 8;
- степень точности поверхностей – 11;
- класс точности массы – 8;
- допуск смещения – 0,6 мм.

Ряд припусков – 7.

Шероховатость поверхностей отливки – Ra 12,5.

Допуск массы отливки – 12%.

Минимальный литейный припуск на сторону – 0,8 мм.

Неуказанные радиусы скруглений – 1 мм.

Номинальные размеры заготовки, припуски, допуски и полученные размеры сведем в таблицу 1.6.

Таблица 1.6 – Определение размеров заготовки

Номинальный размер детали, мм	Допуск размера отливки, мм	Вид окончательной механической обработки по ГОСТ 26645	Общий припуск на сторону, мм	Номинальный размер заготовки, мм
Размер 52-0,74 мм	1,6	Черновая	1,9	Размер 54,7±0,8
Размер 49,5+0,5 мм	1,6	Черновая	1,9	Размер 52,2±0,8
Размер 37,5±0,31 мм	1,4	Черновая	1,9	Размер 35,3±0,7
Размер 3,5-0,3 мм	0,8	Черновая	1,4	Размер 6,7±0,4
Размер 2-0,6 мм	-	не выполняется на отливке	-	-
Размер 12,5 мм	-	не выполняется на отливке	-	-
2 отв. М4-7Н	-	не выполняется на отливке	-	-
Размер 15,2±0,12 мм	-	не выполняется на отливке	-	-
Диаметр 107	1,8	Чистовая	3,0	Размер 115,8±0,5

1.4.3 Технико-экономическое сравнение методов получения заготовки.

Определив отклонения и размеры заготовки подсчитаем массу заготовки и коэффициент использования материала.

Масса заготовки (отливка по выплавляемым моделям) $m_3 = 0,232$ кг.

Коэффициент использования материала по формуле 6:

$$K_{им} = \frac{0,2}{0,232} = 0,862.$$

Масса заготовки (отливка в кокиль) $m_3 = 0,265$ кг.

Коэффициент использования материала по формуле 6:

$$K_{им} = \frac{0,2}{0,265} = 0,755.$$

Коэффициент использования материала заготовки, полученной литьем по выплавляемым моделям, выше коэффициента использования материала литья в кокиль.

Расчет себестоимости отливки производим в соответствии с [3, 5]:

$$C_{себ} = \frac{C_м}{1000} \cdot m_3 \cdot k_T \cdot k_C \cdot k_B \cdot k_M \cdot k_{\Pi} - (m_3 - m_д) \cdot \frac{C_{отх}}{1000}, \quad (13)$$

где C_3 – базовая стоимость 1 тонны заготовок, $C_3 = 80000$ руб;

$C_{отх}$ – базовая стоимость 1 тонны отходов, $C_{отх} = 29200$ руб.

k_T – коэффициент, зависящий от класса точности отливки, $k_T = 1,05$;

k_C – коэффициент, зависящий от группы сложности отливки, $k_C = 1$;

k_B – коэффициент, зависящий от веса заготовки, $k_B = 0,96$;

k_M – коэффициент, зависящий от марки материала отливки, $k_M = 5,10$;

k_{Π} – коэффициент, зависящий от серийности производства, $k_{\Pi} = 1$.

Себестоимость отливки (литье в кокиль):

$$C_{себ} = \frac{80000}{1000} \cdot 0,265 \cdot 1,05 \cdot 1 \cdot 0,96 \cdot 5,1 \cdot 1 - (0,265 - 0,2) \cdot \frac{29200}{1000} = 107,087 \text{ руб.}$$

Себестоимость отливки (литьё по выплавляемым моделям):

$$C_{себ} = \frac{80000}{1000} \cdot 0,232 \cdot 1,05 \cdot 1 \cdot 0,96 \cdot 5,1 \cdot 1 - (0,232 - 0,2) \cdot \frac{29200}{1000} = 94,479 \text{ руб.}$$

Сведем полученные показатели в таблицу 1.7.

Таблица 1.7 - Сравнительные показатели методов получения заготовки

Показатели	Литье по выплавляемым моделям	Литьё в кокиль
Масса детали, кг	0,2	0,2
Масса заготовки, кг	0,232	0,265
Коэффициент использования материала	0,862	0,755
Себестоимость заготовки, руб.	107,087	94,479

Вывод: Заготовка из литья по выплавляемым моделям меньше по массе, чем заготовка из литья в кокиль. Т.к. заготовка из литья по выплавляемым моделям по форме и размерам приближается к готовой детали, поэтому коэффициент использования материала будет выше. Себестоимость заготовки, полученной методом литья по выплавляемым моделям меньше, чем себестоимость заготовки, полученные методом литья кокиль. Это позволяет при заданной годовой программе экономить материал.

В качестве заготовки для изготовления детали «Корпус манометра ДМ» целесообразно применять заготовки, выполненные литьем по выплавляемым моделям.

1.5 Разработка технологического процесса механической обработки

Конечный технологический маршрут обработки зависит от конструкции детали, возможностей производственной площадки и от типа производства

Тип производства и соответствующая ему форма организации определяют характер технологического процесса и его построение. Одной из основных характеристик производства, т.е. классификационной категории производства, является коэффициент закрепления операции - КЗ.0.

В виду отсутствия базового техпроцесса, тип производства предварительно можно определить по годовому выпуску и массе деталей, пользуясь табл. 1.8

Таблица 1.8 - Выбор типа производства по годовому выпуску и массе деталей

Тип производства	Годовой объем выпуска деталей		
	крупных, 50 кг и более	средних, 8...50 кг	мелких, до 8 кг
Единичное	до 5	до 10	до 100
Среднее	5...1000	10...5000	100...50000
Массовое	св. 1000	св. 5000	св. 50000

Для наших условий тип производства – среднесерийное.

Количество деталей в партии для одновременного запуска допускается определять упрощенным способом по формуле:

$$n = \frac{N \cdot a}{254}, \quad (14)$$

где а – периодичность запуска в днях (согласно [5] рекомендуется следующая периодичность запуска изделий: 1, 2, 5, 10 дней). Принимаю а = 10 дней.

$$n = \frac{50000 \cdot 5}{254} = 984 \text{ шт.}$$

На основании анализа технологичности детали, после выбора комплектов технологических баз и типа производства определяем маршрут механической обработки детали «Корпус манометра ДМ», который заносим в таблицу 1.9.

Таблица 1.9 - Технологический маршрут обработки

№ операции	Наименование и содержание операции	Модель станка	Технологическая база
005	Контрольная. Входной контроль заготовки – 10%	-	-

010	Токарная. Установить заготовку в трех кулачковый патрон с пневмоприводом, закрепить. Подрезать торец в размер 40,5-0,39 мм, выдержав угол 5°. Точить предварительно. Точить окончательно в размер $\varnothing 107_{-0,34}^{-0,12}$ мм. Точить канавку шириной 2 -0,6 мм. Снять после обработки. Контроль рабочего.	16K20Ф3	Наружная необработанная поверхность диаметром 100 мм и необработанный торец
015	Многоцелевая. Установить заготовку в приспособление, закрепить. Фрезеровать торцовую поверхность в размер 52-0,74 мм. Фрезеровать торцовую поверхность в размер 49,5+0,5 мм. Сверлить отверстие под резьбу М5 Цековать отверстие в размер $\varnothing 10+0,36$ мм Нарезать резьбу М5 в отверстии. Снять после обработки. Контроль рабочего.	2206ВМФ4	Обработанный торец и наружная поверхность диаметром 107 мм

020	Многоцелевая. Установить заготовку в приспособление, закрепить. Фрезеровать торец в размер $37,5 \pm 0,31$ мм Сверлить отверстие под резьбу М4 Повторить еще 2 раза Зенковать отверстие в размер $0,5 \times 45^\circ$ Повторить еще 2 раза Нарезать резьбу М4 в отверстии. Повторить еще 2 раза Снять после обработки. Контроль рабочего.	6Р11МФЗ	Обработанный торец и наружная поверхность диаметром 107 мм
025	Сверлильная. Установить заготовку в спроектированное приспособление, закрепить. Сверлить отверстие диаметром 20 мм Расточить отверстие в размер $\varnothing 23 + 0,21$ мм Расточить отверстие в размер $\varnothing 30,4 + 0,25$ мм Снять после обработки. Контроль рабочего.	2206ВМФ4	Обработанный торец и обработанные отверстия
030	Слесарная Зачистить заусенцы, притупить острые кромки по необходимости. Калибровать резьбы по необходимости. Протереть детали от грязи.	-	-
035	Приемочный контроль	-	-

1.6 Размерный анализ технологической операции

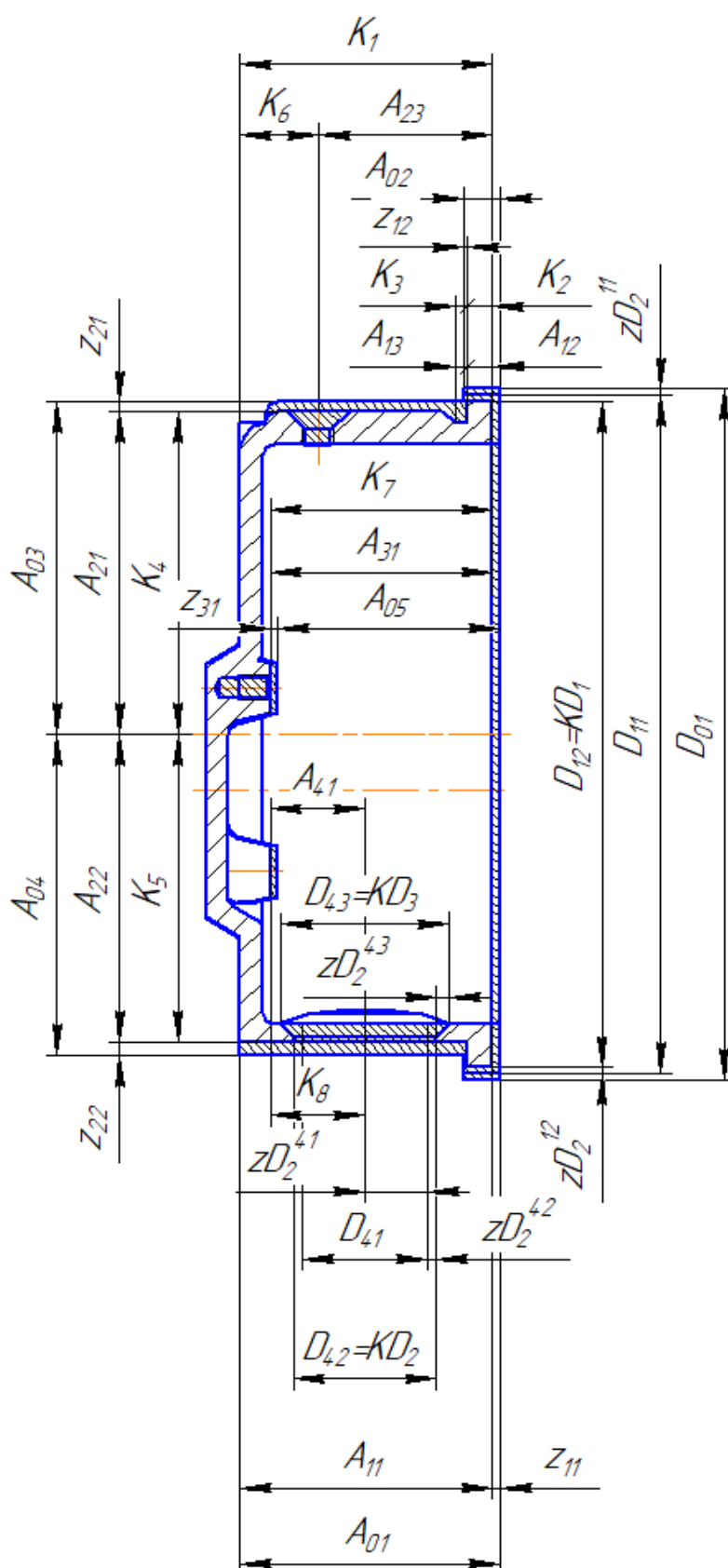


Рисунок 1 – Размерная схема

1.6.1 Назначение допусков на технологические размеры

По ГОСТ Р 53464-2009 назначаем основные отклонения от формы исходной заготовки:

$$\rho = 0,4 \text{ мм.}$$

1.6.2 Назначение допусков на осевые технологические размеры

Размер A_{11} :

$$TA_{11} = TK_1 = 0,39$$

Размер A_{12} :

$$TA_{12} = TK_2 = 0,30$$

Размер A_{13} :

$$TA_{13} = TK_3 = 0,60$$

Размер A_{21} :

$$TA_{21} = TK_4 = 0,74$$

Размер A_{22} :

$$TA_{22} = TK_5 = 0,5$$

Размер A_{23} :

$$TA_{23} = \omega_C + \rho_0 + \varepsilon_B, \quad (15)$$

$$TA_{23} = 0,04 + 0,12 + 0,2 = 0,36$$

где ω_C – статистическая погрешность обработки на токарном станке с чпу;

ρ_0 – погрешность формы, полученная на предыдущей операции.

ε_B = погрешность базирования заготовки;

Размер A_{31} :

$$TA_{31} = TK_7 = 0,62$$

Размер A_{41} :

$$TA_{41} = TK_8 = 0,24$$

1.6.3 Назначение допусков на диаметральные технологические размеры

Размер D_{11} :

$$TD_{11} = 0,04 + 0,4 + 0,2 = 0,64$$

Размер D_{12} :

$$TD_{11} = TKD_1 = 0,22$$

Размер D_{41} :

$$TD_{41} = 0,04 + 0,4 + 0,2 = 0,64$$

Размер D_{42} :

$$TD_{42} = TKD_2 = 0,21$$

Размер D_{43} :

$$TD_{43} = TKD_3 = 0,25$$

1.6.4 Расчет минимальных припусков на линейные технологические размеры

Припуск z_{11min} :

$$z_{11min} = R_z + h + \rho, \quad (16)$$

$$z_{11min} = 0,4 + 0,5 + 0,1 = 1,00 \text{ мм}$$

где R_z – шероховатость, полученная на заготовительной операции;

h – толщина дефектного слоя, полученная на заготовительной операции;

ρ – точность геометрической формы при точении.

Припуск $z_{12\min}$:

$$z_{12\min} = 0,4 + 0,5 + 0,1 = 1,00 \text{ мм}$$

Припуск $z_{21\min}$:

$$z_{21\min} = 0,4 + 0,5 + 0,1 = 1,00 \text{ мм}$$

Припуск $z_{22\min}$:

$$z_{22\min} = 0,4 + 0,5 + 0,1 = 1,00 \text{ мм}$$

Припуск $z_{31\min}$:

$$z_{31\min} = 0,4 + 0,5 + 0,1 = 1,00 \text{ мм}$$

1.6.5 Расчет минимальных припусков на диаметральные технологические размеры

Припуск $z_{11\min}^D, z_{12\min}^D$ см. п.3.7.1.

Припуск $z_{41\min}^D$:

$$z_{41\min}^D = 2 \left(R_z + h + \sqrt{\rho^2 + \varepsilon^2} \right), \quad (17)$$

$$z_{41\min}^D = 2 * (0,4 + 0,5 + \sqrt{0,1^2 + 0,024^2}) = 2,006 \text{ мм}$$

Припуск $z_{42\min}^D$:

$$z_{42\min}^D = 2 * (0,4 + 0,1 + \sqrt{0,1^2 + 0,024^2}) = 1,206 \text{ мм}$$

1.6.6 Расчет линейных технологических размеров

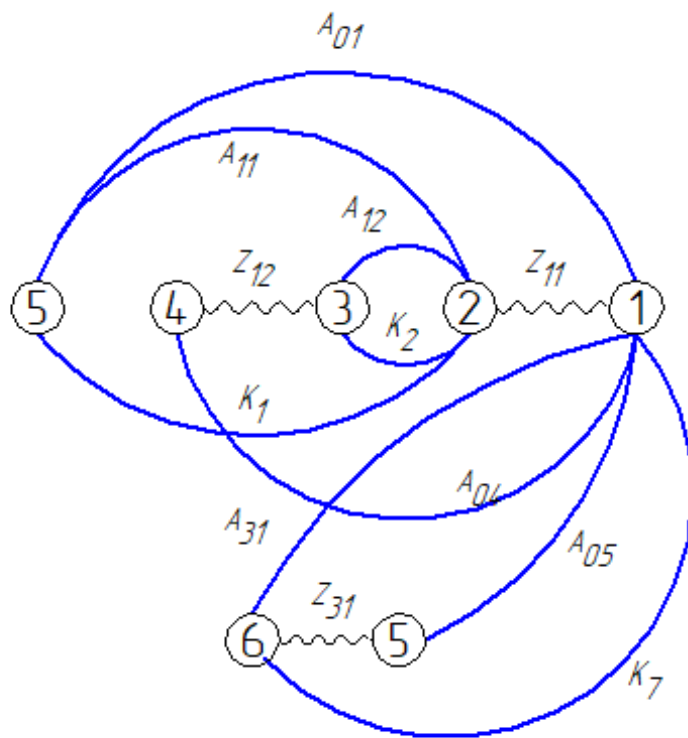


Рисунок 2 – Размерный граф

Размер A_{01cp} :

Рассчитываем среднее значение припуска Z_{11cp} :

$$Z_{11cp} = Z_{11min} + \frac{TA_{01} + TA_{11}}{2}, \quad (18)$$

$$Z_{11cp} = 1,00 + \frac{1,0 + 0,39}{2} = 1,695 \text{ мм}$$

Рассчитываем среднее значение технологического размера A_{01cp} :

$$A_{01cp} = A_{11cp} + Z_{11cp}, \quad (19)$$

$$A_{01cp} = 40,305 + 1,695 = 42 \pm 0,4 \text{ мм}$$

Вычисляем номинальное значение припуска Z_{11} :

$$Z_{11} = A_{01} - A_{11}, \quad (20)$$

$$Z_{11} = 42 \pm 0,4 - 40,5_{-0,39} = 1,5_{-0,4}^{+0,79} \text{ мм}$$

Размер $A_{02\text{cp}}$:

Рассчитываем среднее значение припуска $Z_{12\text{cp}}$:

$$Z_{12\text{cp}} = 1,00 + \frac{0,4 + 0,30}{2} = 1,35 \text{ мм}$$

Рассчитываем среднее значение технологического размера $A_{02\text{cp}}$:

$$A_{02\text{cp}} = 3,35 + 1,35 + 1,695 = 6,395 \pm 0,2 \text{ мм}$$

Вычисляем номинальное значение припуска Z_{12} :

$$Z_{12} = 6,395 \pm 0,2 - 3,5_{-0,3} - 1,695 = 1,2_{-0,2}^{+0,5} \text{ мм}$$

Размер $A_{03\text{cp}}$:

Рассчитываем среднее значение припуска $Z_{21\text{cp}}$:

$$Z_{21\text{cp}} = 1,00 + \frac{0,8 + 0,74}{2} = 1,77 \text{ мм}$$

Рассчитываем среднее значение технологического размера $A_{03\text{cp}}$:

$$A_{03\text{cp}} = 51,63 + 1,77 = 53,4 \pm 0,4 \text{ мм}$$

Вычисляем номинальное значение припуска Z_{21} :

$$Z_{21} = 53,4 \pm 0,4 - 52_{-0,74} = 1,4_{-0,8}^{+0,74} \text{ мм}$$

Размер $A_{04\text{cp}}$:

Рассчитываем среднее значение припуска $Z_{22\text{cp}}$:

$$Z_{22cp} = 1,00 + \frac{0,8 + 0,5}{2} = 1,65 \text{ мм}$$

Рассчитываем среднее значение технологического размера A_{04cp} :

$$A_{04cp} = 49,75 + 1,65 = 51,4 \pm 0,4 \text{ мм}$$

Вычисляем номинальное значение припуска Z_{21} :

$$Z_{22} = 51,4 \pm 0,4 - 49,5^{+0,5}_{-0,9} = 1,9^{+0,4}_{-0,9} \text{ мм}$$

Размер A_{05cp} :

Рассчитываем среднее значение припуска Z_{31cp} :

$$Z_{31cp} = 1,00 + \frac{0,7 + 0,62}{2} = 1,66 \text{ мм}$$

Рассчитываем среднее значение технологического размера A_{05cp} :

$$A_{05cp} = 35,7 + 1,66 = 37,36 \pm 0,35 \text{ мм}$$

Вычисляем номинальное значение припуска Z_{21} :

$$Z_{31} = 37,36 \pm 0,35 - 35,7 \pm 0,31 = 1,66 \pm 0,31 \text{ мм}$$

1.6.7 Расчет диаметральных технологических размеров

Рассчитываем среднее значение припуска z_{42cp}^D :

$$z_{42cp}^D = z_{42min}^D + \frac{TD_{41} + TD_{42}}{2}, \quad (21)$$

$$z_{42cp}^D = 1,206 + \frac{0,52 + 0,21}{2} = 1,571 \text{ мм}$$

Рассчитываем среднее значение технологического размера D_{41} :

$$D_{41} = TD_{42cp} - z_{42cp}^D, \quad (22)$$

$$D_{41} = 23,105 - 1,571 = 21,534 \text{ мм}$$

Округляем значение технологического размера $D_{41} = 21,5^{+0,21} \text{ мм}$

Вычисляем номинальное значение припуска z_{42}^D :

$$z_{42cp}^D = D_{42} - D_{41}, \quad (23)$$

$$z_{42cp}^D = 23^{+0,21} - 21,5^{+0,21} = 1,50 \pm 0,31 \text{ мм}$$

1.7 Проектирование технологического процесса изготовления детали.

1.7.1 Расчет припусков на обработку операционных и исходных размеров заготовки.

Расчет припусков на поверхность диаметром $107_{-0,34}^{-0,12}$ производим аналитическим методом. Аналитический метод позволяет учесть шероховатость поверхности, неровности заготовки и погрешность ее установки на операции.

Поскольку допуск данной поверхности относится приблизительно к 11 квалитету точности, согласно рекомендациям [7] необходимо назначить следующую последовательность обработки:

- точение предварительное (получистовое);
- точение чистовое.

Расчет припусков аналитическим методом производим согласно рекомендациям [5].

Таблица 1.10 - Расчет припусков и предельных размеров по технологическим переходам на обработку поверхности диаметром $107_{-0,34}^{-0,12} \text{ мм}$.

Технологический маршрут обработки поверхности	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2Z_{min}$, мкм	Расчетный размер DP , мм	Допуск на изготовление, мкм	Предельный размер, мм		Предельные значения припусков, мм	
	Rz	h	ρ	Еуст				Dmax	Dmin	$2Z_{max}^{пр}$	$2Z_{min}^{пр}$
Отливка	30	170	403	85	-	108,106	1000	109	108	-	-

Продолжение таблицы 1.10

Точение предварительное	50	50	20	4	1206	106,900	350	107,25	106,90	1,75	1,10
Точение чистовое	20	25	16	3	240	106,660	220	106,88	106,66	0,37	0,24
Итого:										2,12	1,34

Все расчеты сведем в таблицу 1.10

Определяем качество поверхности:

- для заготовки $R_z = 30$ мкм; $T = 170$ мкм ([5], табл. 27);
- для предварительного точение $R_z = 50$ мкм; $T = 50$ мкм ([5], табл. 30);
- для чистового точение $R_z = 20$ мкм; $T = 25$ мкм ([5], табл. 30);

Пространственные отклонения:

$$\rho_0 = \sqrt{\rho_{\text{кор}}^2 + \rho_{\text{см}}^2}, \quad (24)$$

где $\rho_{\text{кор}}$ – коробление отливки;

$$\rho_{\text{кор}} = \Delta_k \cdot L, \quad (25)$$

где Δ_k – удельная кривизна заготовки, $\Delta_k = 1$ мкм/мм ([5], табл. 32);

L – длина заготовки, $L = 46$ мм;

$\rho_{\text{см}}$ – смещение отливки,

$$\rho_{\text{см}} = \delta, \quad (26)$$

где δ – допуск на толщину стенки отливки, $\delta = 400$ мкм.

$$\rho_{\text{кор}} = 1 \cdot 46 = 46 \text{ мкм},$$

$$\rho_{\text{см}} = 400 \text{ мкм},$$

$$\rho_0 = \sqrt{46^2 + 400^2} \approx 403 \text{ мкм}.$$

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

$$\rho_{\text{ост}} = \rho_0 \cdot k_y, \quad (27)$$

где $\rho_{\text{ост}}$ - остаточная кривизна, мкм.;

k_y — коэффициент уточнения;

Для предварительного точения $k_y = 0,05$.

Для окончательного точения $k_y = 0,04$.

$$\rho_{\text{ост}1} = 403 \cdot 0,05 \approx 20 \text{ мкм},$$

$$\rho_{\text{ост}2} = 403 \cdot 0,04 \approx 16 \text{ мкм},$$

Определяем погрешность установки при базировании в кулачковом патроне:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2}, \quad (28)$$

где ε_6 — погрешность базирования, $\varepsilon_6 = 0$ ([5], табл. 36);

ε_3 — погрешность закрепления, $\varepsilon_3 = 85$ мкм ([5], табл. 38).

$$\varepsilon_y = \sqrt{0^2 + 85^2} = 85 \text{ мкм}.$$

Величину остаточной погрешности установки после выполнения механической обработки находим по формуле:

$$\varepsilon_{y \text{ ост}} = \varepsilon_y \cdot k_y, \quad (29)$$

где $\varepsilon_{y \text{ ост}}$ — погрешности установки, мкм.;

k_y — коэффициент уточнения;

$$\varepsilon_{y \text{ ост}1} = 85 \cdot 0,05 \approx 4 \text{ мкм},$$

$$\varepsilon_{y \text{ ост}2} = 85 \cdot 0,04 \approx 3 \text{ мкм},$$

Определяем расчетные величины припусков по всем технологическим переходам по формуле:

$$2Z_{\min} = 2 \cdot \left((R_{Zi-1} + h_{i-1}) + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + E_{\text{уст.}i}^2} \right), \quad (30)$$

где R_{Zi-1} – высота неровностей профиля на предшествующем переходе, мкм;

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

ρ_{i-1} – суммарное значение пространственных отклонений на предшествующем переходе, мкм.;

$E_{\text{уст.}i}$ – погрешность установки заготовки на выполняемом переходе.

Для предварительного точения:

$$2Z_{\min} = 2 \cdot \left((30 + 170) + \sqrt{403^2 + 4^2} \right) \approx 1206 \text{ мкм}.$$

Для чистового точения:

$$2Z_{\min} = 2 \cdot \left((50 + 50) + \sqrt{20^2 + 3^2} \right) \approx 240 \text{ мкм}.$$

В графу «Расчетный размер» расчетной таблицы записываю для конечного перехода (точение чистовое) предельный размер по чертежу.

$$D_{p3} = 106,66 \text{ мм}.$$

Последовательно определяю расчетные размеры для каждого предшествующего перехода.

Расчетный размер для предварительного точения:

$$D_{p1} = 106,66 + 0,240 = 106,9 \text{ мм}.$$

Расчетный размер для заготовки:

$$D_{p\text{ заг}} = 106,9 + 1,206 = 108,106 \text{ мм.}$$

Определяю наибольшие предельные размеры, округляя расчетные размеры.
Данные свожу в таблицу.

Определяем наибольшие предельные размеры:

$$D_{\max} = D_{\min i} + T_i, \quad (31)$$

где T_i — допуск на выполняемом переходе, мм.

Наибольший предельный размер для чистового точения:

$$D_{\max 3} = 106,66 + 0,22 = 106,88 \text{ мм.}$$

Наибольший предельный размер для предварительного точения:

$$D_{\max 2} = 106,90 + 0,350 = 107,25 \text{ мм.}$$

Наибольший предельный размер для заготовки:

$$D_{\max 1} = 108 + 1,00 = 109 \text{ мм.}$$

Определяем наибольшие предельные значения припусков:

$$2z_{\max 1}^{\text{пп}} = 107,25 - 106,88 = 0,37 \text{ мм,}$$

$$2z_{\max 2}^{\text{пп}} = 109 - 107,25 = 1,75 \text{ мм,}$$

Определяем наименьшие предельные значения припусков:

$$2z_{\min 1}^{\text{пп}} = 106,90 - 106,66 = 0,24 \text{ мм,}$$

$$2z_{\min 2}^{\text{пп}} = 108 - 106,90 = 1,1 \text{ мм,}$$

Определяем общие припуски:

$$2z_{\max}^{\text{пп}} = 2z_{\max 1}^{\text{пп}} + 2z_{\max 2}^{\text{пп}}, \quad (32)$$

$$2z_{\max}^{\text{np}} = 0,37 + 1,75 = 2,12 \text{ мм},$$

$$2z_{\min}^{\text{np}} = 2z_{\min 1}^{\text{np}} + 2z_{\min 2}^{\text{np}}, \quad (33)$$

$$2z_{\min}^{\text{np}} = 0,24 + 1,10 = 1,34 \text{ мм}.$$

Проведем проверку:

$$2z_{\max}^{\text{np}} - 2z_{\min}^{\text{np}} = T_{\text{заг}} - T_{\text{д}}, \quad (34)$$

$$2,12 - 1,34 = 1,00 - 0,22,$$

$$0,87 = 0,87.$$

Условие выполняется, следовательно расчеты выполнены верно.

Схема графического расположения припусков и допусков на обработку поверхности диаметром $107_{-0,34}^{+0,12}$ приведены на рисунке 3.

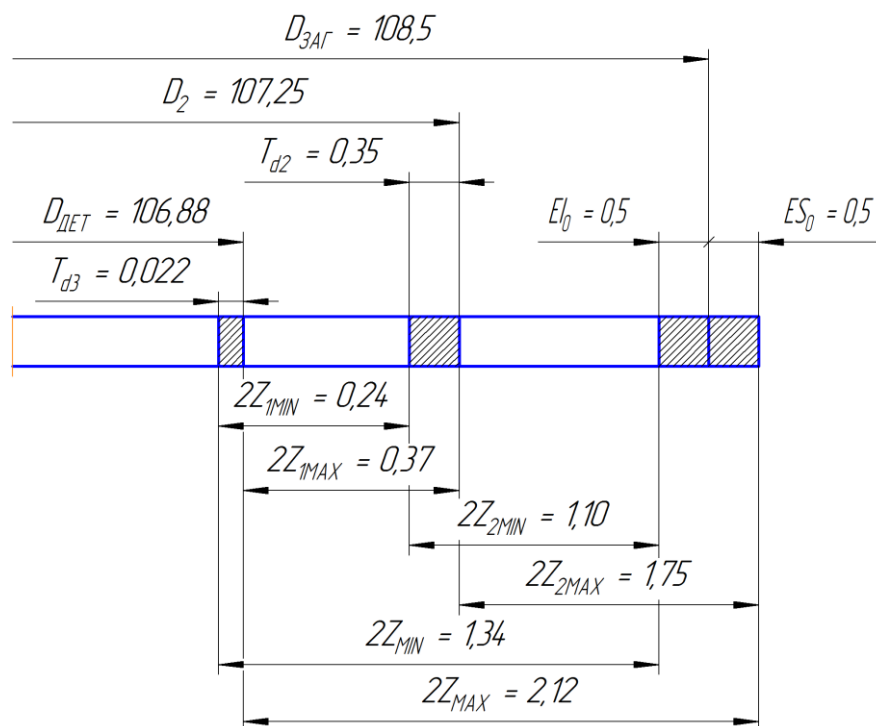


Рисунок 3 - Схема графического расположения припусков и допусков на обработку поверхности диаметром $107_{-0,34}^{+0,12}$

1.7.2 Назначение режимов обработки.

Подробный расчет режимов резания провожу для токарной операции

1. Номер и наименование операции: операция **010** Токарная.

2. Содержание перехода: Подрезать торец в размер 40,5-0,39 мм, выдержав угол 5°.

3. Приспособление: патрон 3-х кулачковый с пневмоприводом.

Определяю глубину резания:

$$t = 1,1 \text{ мм.}$$

Подачу выбираем по рекомендациям [10] (стр. 268, табл. 15)

$$s = 1,1 \text{ мм/об.}$$

Период стойкости принимаем

$$T = 60 \text{ мин.}$$

Расчет скорости резания выполняется по эмпирической формуле ([4], стр. 282):

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^{X_V} \cdot s_z^{Y_V}} K_V, \quad (35)$$

где $K_V = K_{MV} \cdot K_{UV} \cdot K_{PV}$ - поправочный коэффициент;

K_{MV} – коэффициент, учитывающий влияние материала заготовки, $K_{MV} = 0,8$ ([10], с. 263, табл. 4);

K_{UV} – коэффициент, учитывающий влияние марки инструментального материала, $K_{UV} = 2,7$ ([10], с. 263, табл. 6);

K_{PV} – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки, $K_{PV} = 0,9$ ([10], с. 263, табл. 5);

D – диаметр фрезы в мм.

C_V, m, X_V, Y_V , – эмпирические коэффициент и показатели степеней ([10], стр. 286, табл. 39):

$$CV = 340;$$

$$m = 0,20;$$

$$XV = 0,15;$$

$$YV = 0,45;$$

$$V = \frac{340}{60^{0,20} \cdot 1,1^{0,15} \cdot 1,1^{0,45}} (0,8 \cdot 2,7 \cdot 0,9) = 275,238 \text{ м/мин.}$$

После получения расчетных скоростей вычисляются частоты вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (36)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 275,238}{3,14 \cdot 107} = 819,209 \text{ мин}^{-1}.$$

Рассчитанные значения корректируются по паспорту станка, выбирая ближайшее наименьшее значение.

Принимаем действительное значение частоты вращения

$$n_d = 800 \text{ мин}^{-1}.$$

Далее необходимо рассчитать действительную скорость резания с учетом откорректированной частоты вращения.

Действительная скорость резания

$$V_d = \frac{\pi \cdot D \cdot n_d}{1000}, \quad (37)$$

$$V_d = \frac{3,14 \cdot 107 \cdot 800}{1000} = 268,784 \text{ м/мин.}$$

Составляющая P_Z силы резания может быть получена в виде эмпирической зависимости [10] (согласно рекомендации, значения взяты как для стали с введением коэффициента 0,25):

$$P_Z = 0,25 \cdot 10 \cdot C_{PZ} \cdot t^{X_Z} \cdot S^{Y_Z} \cdot V^{n_Z} \cdot K_{MP}, \quad (38)$$

где C_{PZ} , X_Z , Y_Z , n_Z , q , W – эмпирические коэффициент и показатели степеней [10] (стр. 291, табл. 41):

$$C_{PZ} = 300;$$

$$X_Z = 1,0;$$

$$Y_Z = 0,75;$$

$$n_Z = -0,15;$$

K_{MV} – коэффициент, учитывающий влияние материала заготовки, $K_{MV} = 1,0$ ([10], с. 265, табл. 10);

$$P_Z = 0,25 \cdot 10 \cdot 300 \cdot 1,1^{1,00} \cdot 1,1^{0,75} \cdot 268,784^{-0,15} \cdot 1,0 = 387,406 \text{ Н}$$

Теперь необходимо проверить мощность предварительно выбранного станка. Эффективную мощность, затрачиваемую на резание, рассчитывают по формуле:

$$N_{\text{рез}} = \frac{P_Z \cdot V}{60 \cdot 1000}, (\text{кВт}) \quad (39)$$

$$N_{\text{рез}} = \frac{387,406 \cdot 248,625}{60 \cdot 1000} = 1,605$$

Полученный результат сравнивают с паспортной мощностью:

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

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

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

η – КПД по паспорту станка.

Т.к. $N_{\text{пас}} = 7,5 \text{ кВт}$, $\eta = 0,75$, то

$$N_{\text{шп}} = 7,5 \cdot 0,75 = 5,625 \text{ кВт}$$

$$N_{рез} = 1,605 < N_{шп} = 5,625$$

Основное время рассчитывают по формуле:

$$T_o = \frac{L_{об} \cdot i}{n \cdot S}, (\text{мин}) \quad (40)$$

где S_m – минутная подача, мм/мин;

i – количество проходов;

$L_{об}$ – длина рабочего хода инструмента с учетом врезания и перебега, мм:

$$L_{об} = l + l_1 + l_2, \quad (41)$$

где l – длина обрабатываемой поверхности, $l = 7$ мм;

l_1 – длина врезания фрезы в заготовку, $l_1 = 3 \cdot v_v$:

l_2 – перебег фрезы в конце фрезерования, $l_2 = 1 \dots 2$ мм.

Таким образом:

$$L_{об} = 7 + 3 + 2 = 12 \text{ мм},$$

$$T_o = \frac{12 \cdot 1}{800 \cdot 1,1} = 0,014 \text{ мин.}$$

Значения режимов резания всех переходов и операций сведены в таблицу 1.11.

Таблица 1.11 – Значение режимов резания

№ пере- ре- хода	Содержание перехода	t мм	S, мм/о б	v, м/мин	T ₀ , мин
Оп. 010 Токарная					
2	Подрезать торец в размер 40,5-0,39 мм, выдержав угол 5°.	1,1	1,1	268,784	0,014
3	Точить предварительно.	1,75	1,1	251,985	0,011
4	Точить окончательно в размер $\varnothing 107_{-0,34}^{-0,12}$ мм.	0,37	1,1	319,181	0,009
5	Точить канавку шириной 2 -0,6 мм.	2	1,1	235,186	0,011
Итого:					0,045

Оп. 015 Многоцелевая					
2	Фрезеровать торцовую поверхность в размер 52-0,74 мм.	1,4	0,23	238,64	0,03
3	Фрезеровать торцовую поверхность в размер 49,5+0,5 мм.	1,4	0,23	238,64	0,03
4	Сверлить отверстие под резьбу М5	6,5	0,66	0,785	0,13
5	Цековать отверстие в размер $\varnothing 10+0,36$ мм	6,5	0,66	1,099	0,05
6	Нарезать резьбу М5 в отверстии.	0,5	0,8	0,785	0,11
Итого:					0,35
Оп. 020 Многоцелевая					
2	Фрезеровать торец в размер $35,7\pm 0,31$ под отверстия	2	0,23	238,64	0,03
3	Сверлить отверстие под резьбу М4	0,5	0,66	0,628	0,17
4	Повторить еще 2 раза	0,5	0,66	0,628	0,34
5	Зенковать отверстие в размер $0,5\times 45^\circ$	0,5	0,66	0,942	0,03
6	Повторить еще 2 раза	0,5	0,66	0,942	0,06
7	Нарезать резьбу М4 в отверстии.	0,5	0,7	0,628	0,11
8	Повторить еще 2 раза	0,5	0,7	0,628	0,22
Итого:					0,96
Оп. 025 Сверлильная					
2	Сверлить отверстие диаметром 20 мм.	6,5	0,66	3,14	0,03
3	Расточить отверстие в размер $\varnothing 23+0,21$ мм	1,5	1,1	251,985	0,007
4	Расточить отверстие в размер $\varnothing 30,4+0,25$ мм.	1,1	1,1	251,985	0,011
Итого:					0,048

1.7.3 Выбор металлорежущего оборудования

Для токарных операций выбираю токарный станок с ЧПУ модели 16K20Ф3.

Токарный станок с ЧПУ 16K20Ф3 предназначен для обработки по программе деталей типа тел вращения со ступенчатым и криволинейным профилем, включая нарезание крепежных резьб.

Техническая характеристика станка модели 16K20Ф3 приведена в таблице 1.12

Таблица 1.12 - Техническая характеристика станка модели 16K20Ф3

Наименование параметра	Значение
Класс точности станка по ГОСТ 8-82 (Н, П, В, А, С)	П
Наибольший диаметр детали обрабатываемой над станиной, мм	500
Наибольший диаметр детали обрабатываемой над суппортом, мм	200
Наибольшая длина обрабатываемой детали, мм	1000
ЧПУ	NC-210
Пределы частот вращения шпинделя Min/Max, об/мин.	22 - 2240
Мощность, кВт	7,5
Габариты, мм	3090x2760x1800
Масса, кг	3800

Для второй многоцелевой операции используем вертикально-фрезерный станок с ЧПУ и инструментальным магазином модели 6P11МФ3

Станок предназначен для выполнения разнообразных фрезерных работ цилиндрическими, угловыми, фасонными, торцовыми и другими фрезами. Широкий диапазон чисел оборотов шпинделя и подач стола позволяют производить эффективную обработку деталей из чугуна, стали, труднообрабатываемых сплавов, цветных металлов, легких сплавов и пластмасс.

На станках 6P11MФЗ можно обрабатывать детали сложной конфигурации, имеющие вертикальные и горизонтальные плоскости, рамки, пазы, уступы и т.п.

На станках 6P11MФЗ возможна работа в трех режимах: ручном, покадровая обработка и автоматическом. Мощность привода и жесткость станков позволяют применять инструмент, оснащенный пластинками из твердого сплава. На станках можно выполнять несложные сверлильные и расточные работы. Область применения станков 6P11MФЗ может быть расширена применением поворотного круглого стола, делительной головки и других приспособлений.

Технические характеристики станка 6P11MФЗ приведены в таблице 1.13

Таблица 1.13 - Технические характеристики станка 6P11MФЗ

Наименование параметра	Значение
Класс точности станка по ГОСТ 8-82, (Н,П,В,А,С)	Н
Длина рабочей поверхности стола, мм	1000
Перемещение стола X,Y,Z, мм	630x200x350
Макс.поворот вертикальной фрезерной головки, град.	12
Пределы частоты вращения шпинделя Min об/мин	63
Пределы частоты вращения шпинделя Max об/мин	2500
Мощность охлаждающего насоса, кВт	7.5
Скорость охлаждающего насоса, об/мин	
Напряжение/Частота, В/Гц	250
Габариты станка Длинна Ширина Высота (мм)	1720x2560x2425
Масса, кг	3800

Для сверлильной и первой многоцелевой операций выбираем сверлильно-фрезерно-расточной станок с ЧПУ и автоматической сменой инструмента модели 2206BMФ4

Станок предназначен для выполнения всех видов сверлильных операций, а также зенкования, зенкерования, развертывания, растачивания, нарезания резьбы, легкого прямолинейного фрезерования.

Техническая характеристика станка модели 2206ВМФ4 приведена в таблице 1.14

Таблица 1.14 - Техническая характеристика станка модели 2206ВМФ4

Наименование параметра	Значение
Класс точности по ГОСТ 8-82	В
Наибольшая длина инструмента, устанавливаемого на станке, мм	400
Размеры рабочей поверхности стола, мм	630 x 800
Предельные размеры обрабатываемых поверхности (длина x ширина x высота), мм	700 x 600 x 500
Максимальная нагрузка на стол (по центру), кг	800
Число Т-образных пазов Размеры Т-образных пазов	7
Наибольшее продольное перемещение стола (X), мм	800
Наибольшее поперечное перемещение стола (Z), мм	630
Наибольшее вертикальное перемещение шпиндельной головки (Y), мм	630
Предел рабочих подач стола и ползуна, мм/мин	1..6000
Скорость быстрого перемещения по координатам X, Z, мм/мин	12000
Скорость быстрого перемещения по координате Y, м/мин	12000
Допустимое усилие подачи по координате X, Y, Z, кН	15,000
Точность позиционирования по координате X, Y, Z, мм	0,016
Наибольшая частота вращения стола (координата B), об/мин	10
Частота вращения шпинделя, об/мин	10..3500
Количество скоростей шпинделя	Б/с
Номинальный крутящий момент на шпинделе, Нм	
Конус шпинделя по ГОСТ 15945-70	50
Емкость инструментального магазина, шт.	30
Время смены инструмента/ от реза до реза, с	5/ 16
Наибольший диаметр инструмента, устанавливаемого в магазине, мм (без пропуска гнезд)	200 (100)

Наибольшая длина инструмента, устанавливаемого в шпинделе станка, мм	400
Наибольшая масса оправки, устанавливаемой в магазине, кг	10/ 15
Электродвигатель привода главного движения, кВт	15
Габариты станка (длина, ширина, высота), мм	3807 х 3065 х 2937
Масса станка, кг	12000

1.7.4 Выбор режущего инструмента

Механическая обработка осуществляется резцами, сверлами, зенкерами, фрезами, метчиками. Материал режущей части выберем согласно рекомендациям [4] и [5].

Резцы выполняют основную работу при снятии припуска на механическую обработку. В качестве режущей части резцов применяются пластинки из твердого сплава ВК6 – для черновой обработки, ВК 3 – для чистовой. Возможно применение инструмента из быстрорежущей стали Р6М5.

Для выполнения отверстий применяются сверла. Из всех конструкций наиболее распространены спиральные сверла. Для обработки посадочного гнезда одного из отверстий применяются зенкеры. В качестве материала режущей части сверел и зенкеров применяется быстрорежущая сталь Р6М5.

Для выполнения операций фрезерования применяются фрезы. Для обработки рассматриваемой детали берем торцовые и концевые фрезы. В качестве материала режущей части фрез применяется твердый сплав ВК6. Возможно применение инструмента из быстрорежущей стали Р6М5.

Для нарезания внутренних резьб применим без стружечные метчики из быстрорежущей стали Р6М5.

Твердые сплавы позволяют обрабатывать детали большей твердости, чем быстрорежущие стали, и поэтому являются наиболее употребительными при обработке. В процессе механической обработки детали контролируются линейные размеры, геометрические параметры и отклонения в расположении поверхностей.

В зависимости от назначения и требуемой точности измерения применяются штангенциркули и штангенглубиномеры, калибры-пробки, нутромеры и микрометры, индикаторы.

1.8 Нормирование технологического процесса

Подробный расчет нормы времени производим для операции 010 Токарная.

Определяю вспомогательное время:

$$T_v = t_{v.уст} + t_{v.пер} + t_{v.изм} + t_{v.доп}, \quad (43)$$

где $t_{v.уст} = 2,0$ мин – вспомогательное время на установку и снятие детали [12] (карта 2, с. 32);

$t_{v.пер} = 0,66$ мин – вспомогательное время на переходы, связанные с обработкой [12] (карта 25);

$t_{v.изм} = 0,42$ мин – вспомогательное время на контрольные измерения [12] (карта 43, с. 86);

$t_{v.доп} = 0,24$ мин – дополнительное вспомогательное время, не вошедшее в предыдущие статьи [12] (карта 32).

$$T_v = 2,0 + 0,66 + 0,42 + 0,24 = 3,32 \text{ мин.}$$

Определяю оперативное время:

$$T_{оп} = T_o + T_v, \quad (44)$$

$$T_{оп} = 0,05 + 3,32 = 3,37 \text{ мин.}$$

Определяю время на обслуживание рабочего места:

$$T_{обс.} = a\%_{обс.} \cdot T_{оп}, \quad (45)$$

где $a\%_{обс.} = 4 \%$ – процент от оперативного времени [6] (карта 32).

$$T_{обс.} = 0,04 \cdot 3,37 = 0,13 \text{ мин.}$$

Определяю время на отдых и личные потребности:

$$T_{отл.} = a\%_{отл.} \cdot T_{оп}, \quad (46)$$

где $a\%_{отл.} = 4\%$ – процент от оперативного времени [6] (карта 88).

$$T_{отл.} = 0,04 \cdot 3,32 = 0,135 \text{ мин.}$$

Определяю штучное время:

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{обс} + T_{отл.}, \quad (47)$$

$$T_{шт} = 3,37 + 0,135 + 0,135 = 3,64 \text{ мин.}$$

Рассчитываю подготовительно-заключительное время

$$T_{пз} = T_{пз1} + T_{пз2}, \quad (48)$$

где $T_{пз1} = 10$ мин – время на получение и сдачу инструмента и приспособлений [12] (карта 32);

$T_{пз2} = 26$ мин – наладку станка, инструмента и приспособления [6] (карта 32);

$$T_{пз} = 10 + 18 = 28 \text{ мин.}$$

Определяю штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт-к} = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n}, \quad (49)$$

где $n = 18$ – партия запуска деталей, шт.

$$T_{шт-к} = 3,63 + \frac{28}{984} = 3,78 \text{ мин.}$$

Аналогичным образом провожу нормирование остальных операций. Все результаты расчета свожу в таблицу 1.15.

Таблица 1.15 – Результаты нормирования

№ операции	$T_{с}, \text{ мин}$	$T_{оп}, \text{ мин}$	$T_{пз}, \text{ мин}$	$T_{шт}, \text{ мин}$	$T_{шт-к}, \text{ мин}$
010	0,045	3,32	28	3,37	3,67
015	0,35	3,46	28	3,81	4,14
020	0,96	3,68	36	4,64	5,05
025	0,048	3,12	36	3,17	3,46

РАЗДЕЛ 2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАНОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

2.1 Разработка и расчет станочного приспособления

Станочными приспособлениями в машиностроении называют дополнительные устройства к металлорежущим станкам, применяемые для установки и закрепления деталей. Выбор приспособления зависит от формы, габаритных размеров и технических требований, предъявляемых к обрабатываемой детали, а также от типа производства и программы выпуска изделий.

В качестве приспособления в данном дипломном проекте спроектировано приспособление, предназначенное для установки детали (Корпус манометра ДМ) на столе сверлильного станка с ЧПУ без выверки по проверочным базам, что ускоряет процесс базирования и обеспечивает возможность автоматического получения размеров на настроенных станках.

Данное станочное приспособление позволяет повысить производительность и облегчить условия труда работника за счет позиционной и непрерывной обработки.

2.1.1 Разработка технического задания

В качестве исходных данных принимаем эскиз обработки и силы резания на данной операции. Эскиз операции приведен на рисунке 4

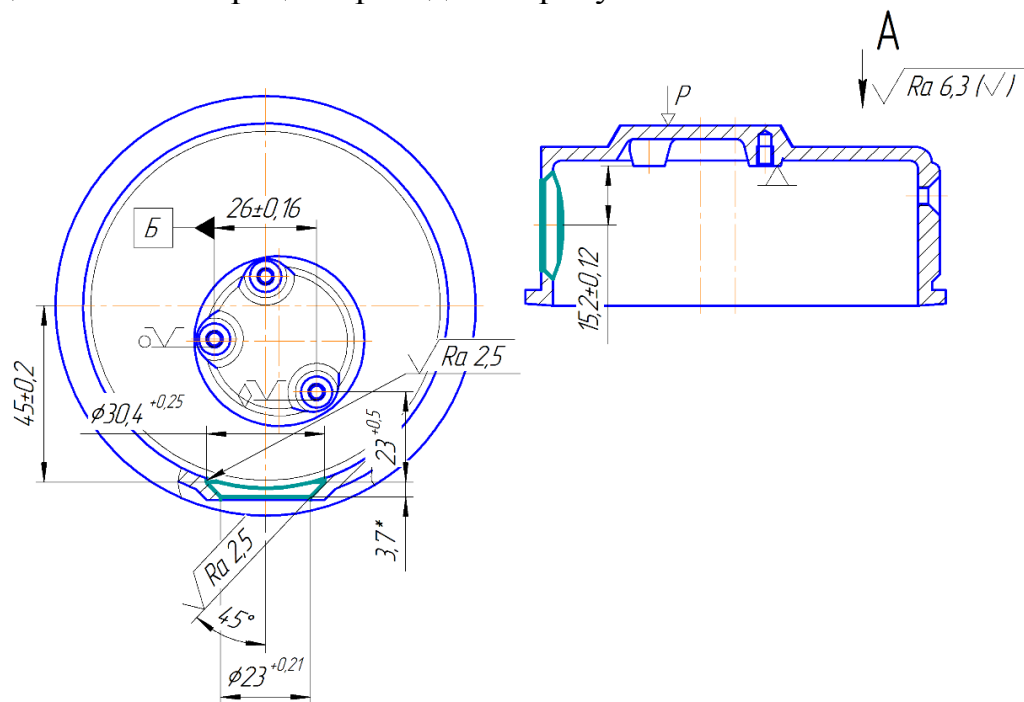


Рисунок 4 – Эскиз операции

2.1.2 Разработка принципиальной схемы и компоновки приспособления.

Компоновка приспособления приведена на рисунке 5

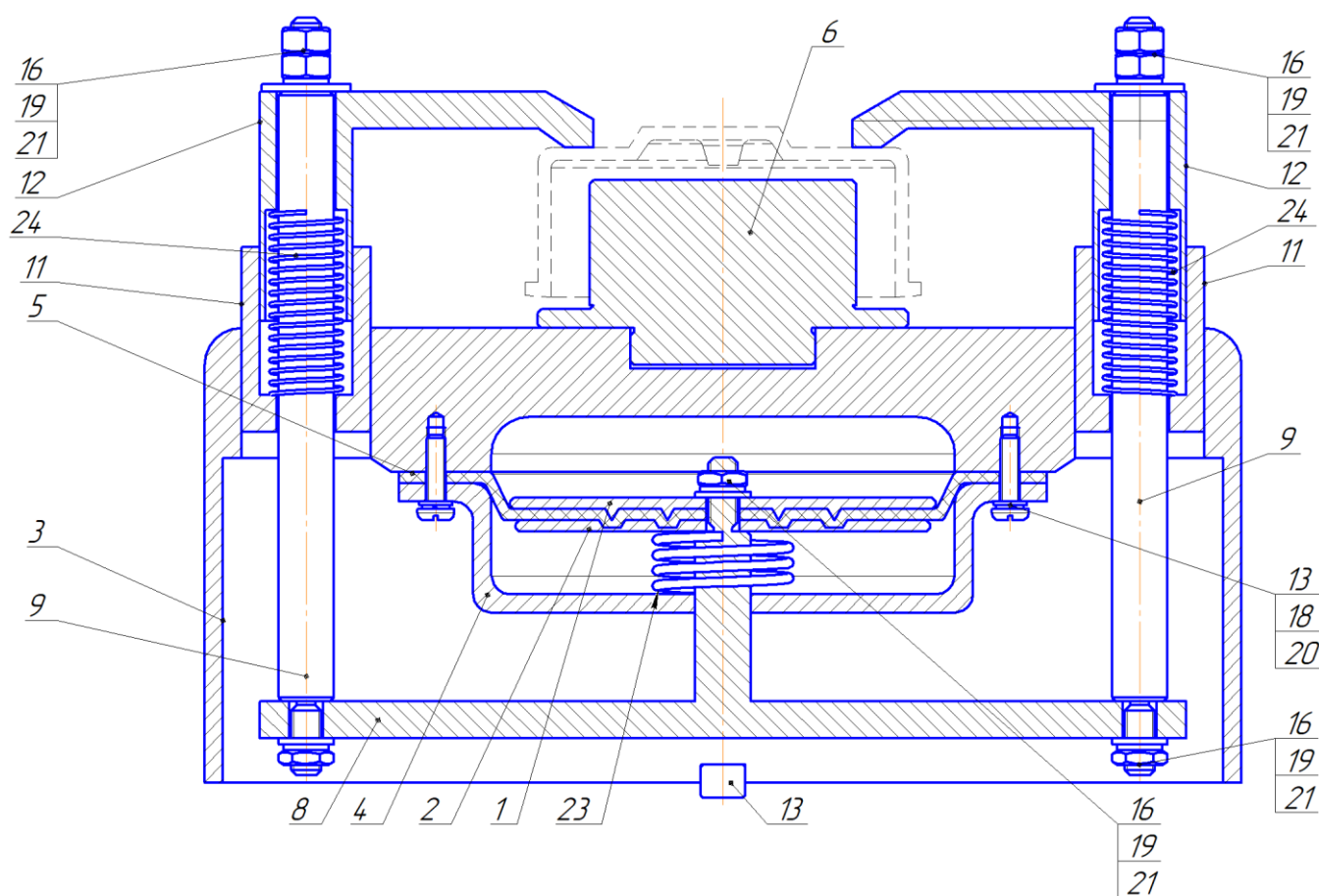


Рисунок 5 – Компоновка приспособления

2.1.3 Разработка схемы для расчета и определения сил закрепления.

Схема расчета приведена на рисунке 6

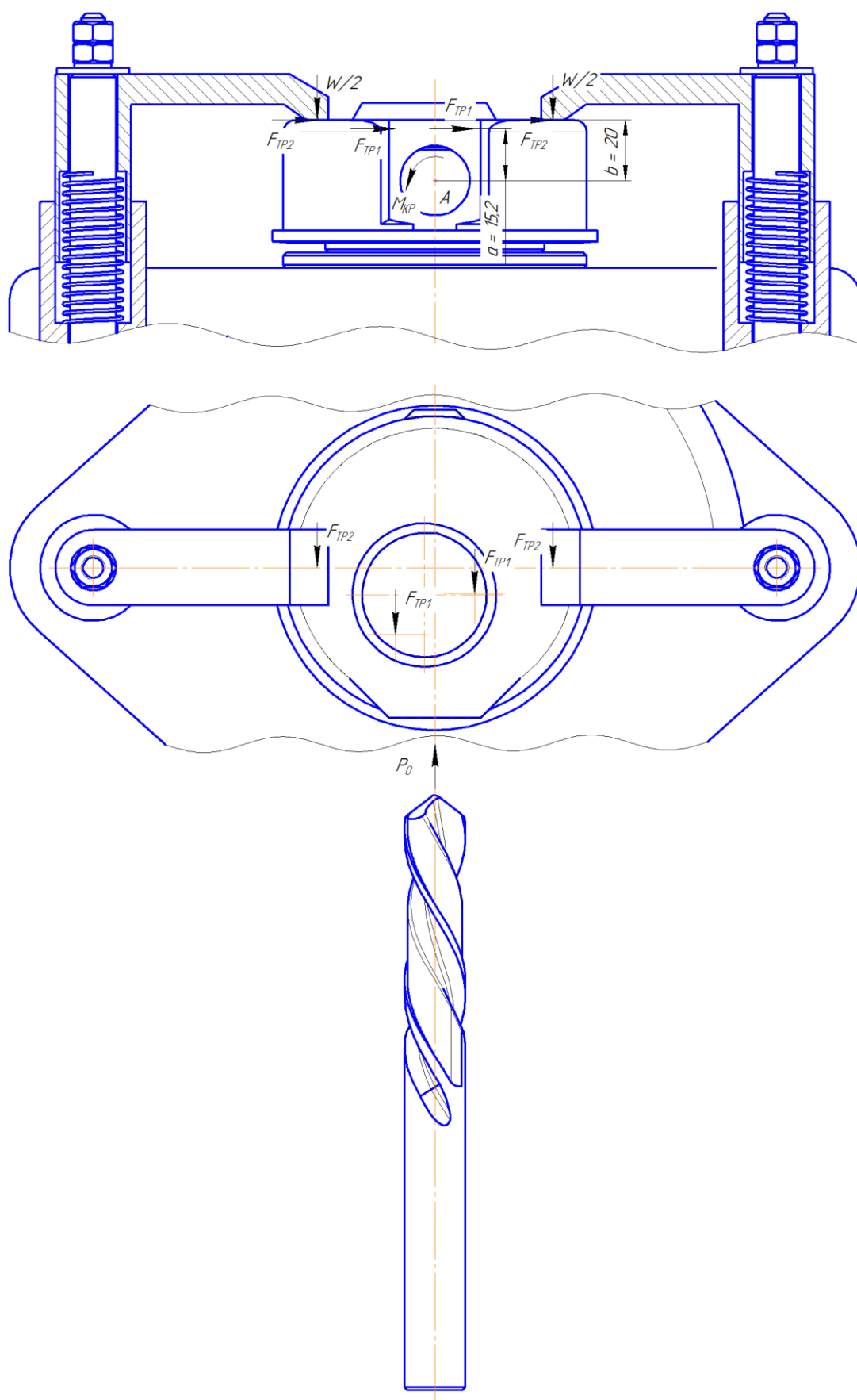


Рисунок 6 – Расчетная схема

Поскольку сверление отверстий производится в вертикальном направлении, осевая сила P_0 направлена горизонтально, не совпадает с направлением силы зажима W и не способствует дополнительному прижиму заготовки к цилиндрической оправке. Следовательно, в горизонтальном направлении будет наблюдаться смещение заготовки.

Уравнение равновесия сил будет иметь вид:

$$K \cdot P_0 - F_{TP1} - F_{TP2} = 0, \quad (50)$$

где K – коэффициент запаса. В работах учебного характера величину K допускается принимать в диапазоне от 2,5 до 3,5. В данном примере $K = 2,7$.

$P_0 = 439$ Н – осевая сила при сверлении, Н · м;

F_{TP1} – силы трения между установочным элементом и заготовкой, Н;

F_{TP2} – силы трения между прижимным элементом и заготовкой, Н;

$$F_{TP1} = W_1 \cdot f_1, \quad (51)$$

$$F_{TP2} = W_1 \cdot f_2, \quad (52)$$

где f_1 и f_2 – коэффициенты трения между заготовкой и торцовой поверхностью цилиндрической оправки, заготовкой и постоянными опорами соответственно. Коэффициенты трения $f_1 = f_2 = 0,16$.

Итоговая зависимость:

$$W_1 = \frac{K \cdot P_0}{2 \cdot f}, \quad (53)$$

$$W_1 = \frac{2,7 \cdot 439}{2 \cdot 0,16} = 3704,063 \text{ Н}$$

На главной проекции разворот относительно оси сверла не рассматривается, т.к. ось сверла расположена в плоскости совпадающей с плоскостью проекции.

Направление осевой силы P_o попадает на поверхность установочного элемента, следовательно, опрокидывание заготовки не произойдет.

В тоже время при сверлении отверстия режущий инструмент стремится развернуть заготовку относительно оси вращения сверла в точке А. Заготовка удерживается в равновесии силами трения между постоянными опорами и заготовкой $F_{тр2}$, а также моментом трения $M_{тр1}$ между заготовкой и торцовой поверхностью цилиндрической оправки.

Уравнение моментов сил относительно точки А будет иметь вид:

$$K \cdot M_{кр} - F_{тр1} \cdot a - F_{тр2} \cdot b = 0, \quad (54)$$

где $M_{кр}$ – крутящий момент при сверлении, Н·м;

a, b – плечи соответствующих сил, м.

Итоговая зависимость будет:

$$W_2 = \frac{K \cdot M_{кр}}{f \cdot (a + b)}, \quad (55)$$

$$W_2 = \frac{2,7 \cdot 4,32}{0,16 \cdot (0,0152 + 0,020)} = 2071,023 \text{ Н}$$

Для дальнейших расчетов зажимного устройства приспособления и выбора привода приспособления принимаем наибольшую из рассчитанных сил зажима равную $W_1 = 3704,063 \text{ Н}$.

2.1.4 Разработка технических требований на изготовление и сборку приспособления.

Необходимо назначить общие допуски для размеров:

- Неуказанные предельные отклонения: отверстий - H14, валов - h14, остальных – IT/2.

После этого необходимо определить требования сборки приспособления – штока приспособления должны свободно перемещаться в пределах своего рабочего хода:

- Перед установкой детали проверить свободное перемещение подвижных элементов приспособления.

И в заключение, необходимо произвести испытания пневмокамеры перед использованием после сборки:

- Испытать пневмосистему приспособления при давлении воздуха 1 МПа

2.2 Описание конструкции и принципа работы приспособления.

Согласно компоновке приспособления (рисунок 6) и чертежу приспособления, обработка детали может быть осуществлена в следующем порядке.

Деталь устанавливают на цилиндрические пальцы 17, которые установлены на оправке 6. Расположение пальцев выбрано специально так, чтобы ось отверстия располагалась на оси начала координат предварительно настроенного станка. Это позволяет избежать погрешностей базирования при обработке.

В безштоковую область пневмокамеры, которая состоит из корпуса 3, мембраны 5, нажимных дисков 1 и 2, штока 8 и крышки 4, подается воздух. Нажимной диск перемещает шток 8 вниз, а шток 8 перемещает парный прижим 9, который создает давление на деталь и прижимает ее к приспособлению.

После обработки воздух из камеры стравливают и возвратная пружина 24 возвращает все элементы приспособления в исходное положение.

2.3 Расчет на точность обеспечения конструкторских размеров

При расчете точности обеспечения конструкторских размеров необходимо проверить все конструкторские размеры, которыми задается положение заданной обрабатываемой поверхности. Точность обрабатываемой поверхности – отверстия – задается:

1. Расположением отверстия относительно торца детали (размер $15,2 \pm 0,12$ мм).

2. Отклонением оси отверстия (размер $13\pm0,1$) мм).

2.3.1 Расчет на точность расположения отверстия относительно оси детали (размер $15,2\pm0,12$ мм).

Проверяется возможность получения заданной точности расположения паза на размере $15,2\pm0,12$ мм относительно оси детали при выбранной схеме установки на фрезерной операции. Из анализа операционного эскиза следует, что размер формируется в вертикальном направлении.

Поскольку конструкторская база (торец детали) совпадает с технологической то погрешности базирования возникать не будет.

2.3.2 Расчет на точность расположения отверстия относительно торца детали (размер $13\pm0,1$ мм).

Проверяется возможность получения заданной точности расположения паза на размере $13\pm0,14$ мм относительно резьбовых отверстий детали при выбранной схеме установки на сверлильной операции. Из анализа операционного эскиза следует, что размер формируется в горизонтальном направлении.

Согласно чертежу детали и операционному эскизу при установке заготовки в проектируемом приспособлении конструкторская база не совпадает с технологической базой. Следовательно, при установке заготовки в приспособлении будет возникать погрешность базирования.

Расчет на точность предполагает анализ погрешностей, возникающих при установке заготовки в приспособлении. При этом сравниваются фактическая ε_{Φ} и допустимая $\varepsilon_{\text{доп}}$ погрешности установки заготовки по следующей зависимости:

$$\varepsilon_{\Phi} \leq \varepsilon_{\text{доп}} \quad (56)$$

Зависимость для расчёта ε_{Φ} будет иметь следующий вид:

$$\varepsilon_{\Phi} = \sqrt{\varepsilon_{\text{Б}}^2 + \varepsilon_3^2}, \quad (57)$$

где ε_B – погрешность базирования заготовки в приспособлении;

ε_3 – погрешность закрепления заготовки в приспособлении.

При установке заготовки в проектируемом приспособлении конструкторская база (ось отверстия) не совпадает с технологической базой (ось оправки приспособления). Следовательно, при установке заготовки в приспособлении будет возникать погрешность базирования.

В этом случае погрешность базирования заготовки ε_B будет равна величине максимального зазора между отверстием в заготовке и посадочным диаметром оправки. Величина максимального зазора $S_{\max}$ определится по следующей зависимости:

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min}, \quad (58)$$

где $D_{\max}$ – наибольший предельный размер отверстия в заготовке;

$d_{\min}$ – наименьший предельный размер диаметра оправки.

На чертеже размер $D_{\max}$ равен $3,2(+0,012)$ мм. Диаметр оправки для установки заготовки выполняется, как правило, с полем допуска $g6$. Следовательно, диаметр оправки $3,2g6_{-0,012}^{-0,004}$ мм.

$$S_{\max} = 3,212 - 3,188 = 0,124 \text{ мм.}$$

$$\varepsilon_B = S_{\max} = 0,024 \text{ мм.}$$

Погрешность закрепления ε_3 заготовки в приспособлении в данном случае можно принять равной нулю, так как направление вектора зажима не совпадает с направлением выполняемого размера.

$$\varepsilon_{\Phi} = \sqrt{0,024^2 + 0^2} = 0,024 \text{ мм,}$$

Расчет допустимой погрешности $\varepsilon_{\text{доп}}$ установки заготовки в приспособление выполняется по следующей зависимости:

$$\varepsilon_{\text{доп}} = \sqrt{(T - \Delta_{\text{пр}})^2 - \tau^2}, \quad (59)$$

где T – величина допуска на выполняемый размер;

$\Delta_{\text{пр}}$ – погрешность размера, связанная с приспособлением;

τ – погрешность размера, связанная с методом обработки.

Величина $\Delta_{\text{пр}}$ определяется следующим образом:

$$\Delta_{\text{пр}} = \Delta_{\text{пр1}} + \Delta_{\text{пр2}}, \quad (60)$$

где $\Delta_{\text{пр1}}$ – погрешность изготовления приспособления;

$\Delta_{\text{пр2}}$ – погрешность установки приспособления на станке.

Допуск выполняемого размера $\varnothing 23^{+0,21}$ указан на чертеже детали (см. рис. 1) и равен $T_{\varnothing 23} = 0,21$ мм.

Погрешность $\Delta_{\text{пр1}}$ можно принять равной $1/3$ от допуска на настроечный размер относительно оси установочного элемента. Допуск настроечного размера $13 \pm 0,1$ указан на операционном эскизе (см. рис. 2) и равен $T_{13} = 0,2$ мм. Тогда $\Delta_{\text{пр1}} = 0,066$ мм.

Погрешность $\Delta_{\text{пр2}}$ согласно рекомендациям технической литературы для деталей нормальной точности может быть принята равной $0,02$ мм.

$$\Delta_{\text{пр}} = 0,066 + 0,02 = 0,083 \text{ мм.}$$

Погрешность τ , связанная с методом обработки соответствует точности обработки на станке, для которого проектируется приспособление. По ГОСТ 17734-88 допуск на прямолинейность и параллельность траектории поперечного перемещения

стола до 250 мм относительно его рабочей поверхности для станков класса точности Н (нормальная точность) составляет 16 мкм. Следовательно, величина τ может быть принята равной 0,016 мм.

$$\varepsilon_{\text{доп}} = \sqrt{(0,21 - 0,083)^2 - 0,016^2} = 0,126$$

$$\varepsilon_{\text{ф}} = 0,024 < \varepsilon_{\text{доп}} = 0,126$$

Заданная точность при выбранной схеме установки на фрезерной операции будет обеспечена.

2.4 Проектирование технологии сборки приспособления

Сборка – образование соединений составных частей изделия. Сборочные работы составляют значительную долю общей трудоемкости изготовления машины. В зависимости от типа производства трудоемкость сборки составляет от (20...30)% в массовом и до (30...40)% в единичном производстве. Основная часть слесарно-сборочных работ представляет собой ручные работы, требующие больших затрат физического труда и высокой квалификации рабочих.

Сборка является заключительным этапом изготовления машин и в значительной степени определяет ее эксплуатационные качества. Одни и те же детали, соединенные при разных условиях сборки, могут значительно изменять долговечность их службы

Вышеизложенное показывает, что при изготовлении машины сборке принадлежит ведущая роль. Технологические процессы изготовления деталей в большинстве случаев подчинены технологии сборки машины. Следовательно, сначала должна разрабатываться технология сборки машины, а затем – технология изготовления деталей. Технология сборки приспособления представлена в таблице 1.16.

Таблица 1.16 – Сборка приспособления

Номер операции	Наименование операции	Содержание операции
005	Сборка оправки 6	Установить оправку 6 в приспособление. Запрессовать 2 пальца 17.
010	Сборка скалки 8	На шток 8 надеть прижим 12. Установить шайбу 19, 21. Крепить гайками 12.
015	Сборка штока 9	Установить шток 9 в приспособление. Установить крышку 14. Установить пружину 23. Установить нажимной диск 2. Установить мембрану 5. Установить нажимной диск 1. Установить шайбу 19, 21. Закрепить гайкой 16.
020	Сборка приспособления	Установить корпус 3 в приспособление. Запрессовать оправку 6. Запрессовать стаканы 11. Повернуть корпус 3. Установить шпонки 22, закрепить винтами 13. Установить пружины 24. Установить 2 штока 9. Установить шток 8, установить шайбы 18, 20, закрепить винтами 13. Установить шайбы 19, 21, закрепить винтами 16. Установить шайбу уплотнительную 7. Установить штуцер 10.

2.5 Анализ технических требований приспособления

Технические требования на приспособления вытекают из их служебного назначения.

Согласно технических требований спроектированного приспособления необходимо обеспечить свободное перемещение штоков приспособления, а также проверить работоспособность пневмокамеры.

Приспособление во время работы подвергается силовому и тепловому воздействию. На него действуют силы, обусловленные технологическим процессом, такие как, силы резания, запрессовки, зажима, инерции. Теплота, выделяемая вслед-

ствие технологического процесса, передается приспособлению, что ведет к возникновению в приспособлении упругих и тепловых перемещений. Это в свою очередь приводит к износу элементов и потери точности. Наибольшему износу, как правило, подвергаются направляющие втулки и базирующие элементы. Приспособление должно иметь необходимые прочность, жесткость, износостойкость и теплостойкость.

2.5.1 Определение геометрических характеристик привода приспособления

Для данного приспособления была выбрана встроенная пневмокамера с резиновой мембраной, т.к. такие пневмокамеры позволяют спроектировать наиболее компактные приспособления.

В данном случае принята камера одностороннего действия. Это значит, что зажим заготовки осуществляются подачей воздуха в верхнюю часть камеры (штоковую – происходит зажим заготовки), а её отжим осуществляется за счет усилия возвратной пружины, после прекращения подачи сжатого воздуха в безштоковую полость. При этом можно использовать резиновую плоскую мембрану. У неё простая конструкция, которую можно изготовить на предприятии.

Давление воздуха для пневматических приводов согласно рекомендациям технической литературы $0,4 \div 0,6$ МПа.

Согласно [1], расчётные зависимости для определения размерных параметров элементов пневмокамеры следующие:

$$Q_{шт} = 0,9 \cdot P_B \cdot \frac{\pi \cdot (d^2 - 2 \cdot d_1^2)}{4} - q, \quad (61)$$

$$Q_{шт} = 0,9 \cdot 50 \cdot \frac{3,14 \cdot (11,5^2 - 2 \cdot 1,5^2)}{4} - 700, \quad (62)$$

где $Q_{шт}$ – сила на штоке гидроцилиндра;

P_B – давление воздуха в пневмокамере (0,5 МПа или 50 Н/см²);

d – диаметр опорного диска;

d_1 – диаметр штока;

q – сопротивление пружины;

Поскольку в данном приспособлении принята двухштоковая система привода, то необходимо увеличить параметр d_1 в два раза, что и отражено в формуле (28).

Согласно конструкции приспособления, на сборочном чертеже $d_1 = 15$ мм. Необходимо иметь в виду то обстоятельство, что при выборе параметров пневмопривода размеры нажимных дисков или поршней указываются в сантиметрах. Поэтому параметр $d_1 = 1,5$ см.

Для приспособления были выбрана пружин 1086-0891 ГОСТ 13771-86 с наружным диаметром 38 мм и диаметром проволоки 4,5 мм с развиваемым сопротивлением 510÷700 Н.

Принимаем $q = 700$ Н.

$$(d^2 - 2 \cdot d_1^2) = \frac{4 \cdot (Q_{шт} + q)}{0,9 \cdot P_B \cdot \pi}, \quad (63)$$

$$d^2 = \sqrt{\frac{4 \cdot (Q_{шт} + q)}{0,9 \cdot P_B \cdot \pi} + 2 \cdot d_1^2}, \quad (64)$$

$$d^2 = \sqrt{\frac{4 \cdot (3704,063 + 700)}{0,9 \cdot 50 \cdot 3,14} + 2 \cdot 1,5^2} = 11,365 \text{ см.}$$

Исходя из полученного значения по [1, табл. Д.5]. принимаем ближайшую большую пневмокамеру диаметром $D = 125$ мм и диаметром опорного диска $d = 115$ мм.

Величину перемещения штока для пневмокамер с плоской мембранной рассчитываем по формулам:

Перемещение штока от исходного положения диска до конечного:

$$L_{зж} = 0,17 \cdot D, \quad (65)$$

$$L_{зж} = 0,17 \cdot 125 = 21 \text{ мм}$$

Максимальное перемещение штока:

$$L_{\max} = 0,35 \cdot D, \quad (66)$$

$$L_{\max} = 0,35 \cdot 125 = 44 \text{ мм}$$

Полученные значения пневмокамеры сводим в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 - Размеры пневмокамеры

Параметр	Обозначение	Размер
Диаметр пневмокамеры	D	125 мм
Диаметр нажимного диска	d	115 мм
Диаметр штока	d ₁	15 мм
Толщина мембраны	t	3 мм
Рабочее давление воздуха	P _В	0,2 МПа
Максимальное перемещение штока при зажиме	L _{зж}	21 мм
Максимальное рабочее перемещение штока	L _{max}	44 мм
Развиваемое усилие на штоке при принятых значения параметров пневмокамеры	Q _Н	4314 Н
	Q _К	3813 Н

2.5.2 Анализ технологичности конструкции приспособления

Спроектированное приспособление имеет встроенную пневмокамеру, размеры которой были приняты из стандартного ряда размеров пневмокамер.

Так же все основные размеры всех деталей были приняты из стандартного ряда размеров.

Были применены стандартные детали и узлы (крепежные элементы, пружины).

В качестве крепления оправки к корпусу, а также пальцев к оправке была выбрана посадка с натягом, что упрощает конструкцию приспособления, сокращает количество деталей в приспособлении, делает соединение более надежным.

К нетехнологичным решениям можно отнести применение специальных пальцев (применение стандартных пальцев было невозможно по причине отсутствия в стандартном ряду пальцев нужного диаметра).

РАЗДЕЛ 3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ РЕСУРСООБЪЕКТОВ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ»

Студенту:

Группа	ФИО
З-8Л41	Пичугину Антону Борисовичу

Инженерная школа	ИШНПТ	Отделение	Материаловедения
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 «Машиностроение»

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

1. Стоимость ресурсов технического проекта: материально-технических, информационных	Прайс-листы расходных материалов; Система оплаты труда ТПУ;
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Накладные расходы 16%; Районный коэффициент 30%.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 30%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения исследования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Потенциальные потребители результатов исследования; Анализ конкурентных технических решений;
2. Планирование и формирование сметы технического проекта.	Формирование плана и графика разработки: - определение структуры работ; - определение трудоемкости работ; - разработка графика Гантта. Формирование сметы затрат на технический проект: - материальные затраты; - заработная плата; - отчисления на социальные цели; - накладные расходы.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), эффективности проекта.	Определение коэффициента эффективности технического проекта

Перечень графического материала

1. График Гантта
2. Оценка конкурентоспособности технического проекта

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	11.03.2019
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень	Подпись	Дата
Доцент	Мелик-Гайказян Мария Вигеновна	к.э.н., доцент		11.03.2019

Задание принял к исполнению студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-8Л41	Пичугин Антон Борисович		11.03.2019

3 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Введение

Актуальность проведения экономического анализа по оценке деловой привлекательности проектной работы обусловлена тем, что в настоящее время проведение данного анализа позволяет вовремя устранить коммерчески малоэффективные варианты, следовательно, значительно повысить вероятность коммерциализации научной разработки.

Потенциальным потребителем данного изделия «Корпус манометра ДМ» являются различные машиностроительные предприятия по производству измерительных приборов.

Целью данного раздела является анализ проекта технологии изготовления детали «Корпус манометра ДМ» и оснастки, отвечающего современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения; перспективности и успешности научно-исследовательского проекта.

Для поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- оценить потенциальных потребителей результатов проектирования;
- проанализировать конкурентные технические решения;
- структурировать работу в рамках проектной работы;
- определить трудоемкость выполненной работы и разработать график проведения технического проекта;
- рассчитать смету технического проекта.

3.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности технического проекта с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Чтобы определить потенциальных потребителей данного технического проекта, необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

Сегментирование рынка, по разработке технологии изготовления детали «Корпус манометра ДМ»: размер и возможности станочного комплекса.

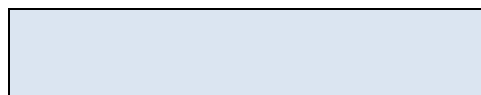
Таблица 3.1 - Карта сегментирования рынка по разработке технологии изготовления детали "Корпус манометра ДМ".

Потребители		Возможности производства детали «Корпус»		
		Современное оборудование	Профессионализм персонала	Необходимое оборудование
Компании	ПАО «Манотомь»			
	НАО «Сектор-М»			
	ПАО «Теплоконтроль»			

Максимальное соответствие



Средний уровень соответствия



Из анализа карты, можно сделать вывод, что наиболее эффективным производством обладает ПАО «Манотомь», не смотря на это остальные компании могут составить конкуренцию. Однако производство детали "Корпус манометра ДМ" потребует от остальных компаний больших финансовых вложений в развитие станочной базы.

3.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих предприятий, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в разрабатываемый объект. Чтобы выявить ресурсоэффективность разработки и определить направления для ее будущего повышения, необходимо провести анализ конкурентных технических решений. Данный анализ проводится с помощью оценочной карты, которая приведена в таблице 3.2. Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле [8, стр. 7]:

$$K = \sum B_i \cdot V_i, \quad (3.1)$$

где: K – конкурентоспособность технической разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Разработка технического решения ПАО «Манотомь»:

$$K = \sum B_i \cdot V_i = 40 \cdot 4,11 = 164$$

Разработка технического решения конкурентных предприятий НАО «Сектор-М» (K1) и ПАО «Теплоконтроль» (K2):

$$K1 = \sum B_i \cdot V_i = 37 \cdot 4,06 = 150$$

$$K2 = \sum B_i \cdot V_i = 34 \cdot 3,34 = 114$$

Оценочная карта представлена в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Оценочная карта для сравнения конкурентных разработок

Критерий оценки	Вес кри- терия	Бал- лы	Конкурентноспособность				
		B_{ϕ}	B_{K1}	B_{K2}	K_{ϕ}	K_{K1}	K_{K2}
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1.Качество	0,35	4	5	3	1,40	1,75	1,05
2.Способ изготовления	0,10	5	4	2	0,5	0,4	0,2
3.Износостойкость	0,02	4	4	3	0,08	0,08	0,06
4.Универсальность	0,05	3	5	4	0,15	0,25	0,20
5.Простота эксплуатации	0,08	5	5	4	0,40	0,40	0,32
6.Взаимозаменяемость	0,05	3	3	2	0,15	0,15	0,1
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Цена	0,10	5	4	3	0,50	0,40	0,30
2. Окупаемость	0,05	4	2	5	0,2	0,10	0,25
3.Конкурентоспособность	0,07	3	2	3	0,21	0,14	0,21
4. Себестоимость	0,13	4	3	5	0,52	0,39	0,65
Итого	1,00	40	37	34	4,11	4,06	3,34

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1-слабая позиция, а 5-сильная.

По оценочной карте, выяснили что, самый высокий производственный потенциал для данной разработки у ПАО «Манотомь».

3.2. Планирование технического проекта

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках технического проекта;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения технического проекта.

3.2.1 Структура работ в рамках проектирования

В данном разделе составляется перечень этапов и работ в рамках проведения технического проекта, проводится распределение исполнителей по видам работ.

Таблица 3.3. Перечень этапов, работ и распределение исполнителей.

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Подготовительный этап	1	Составление и утверждение темы бакалаврской работы, Составление календарного плана-графика	Научный руководитель
	2	Подбор и изучение литературы по технологическому проектированию	Студент
Основной этап	3	Выполнение технологического раздела ВКР 1. Выбор и разработка методов получения заготовки. 2. Разработка процесса обработки детали. 3. Анализ размерных цепей детали.	Студент
	4	Согласование выполненного технологического раздела с научным руководителем.	Студент
			Научный руководитель
	5	Выполнение конструкторского раздела ВКР. 1. Разработка и расчет станочного приспособления. 2. Проектирование технологии сборки приспособления. 3. Разработка системы автоматизации	Студент
	6	Согласование выполненного конструкторского раздела с научным руководителем.	Студент
			Научный руководитель
	7	Выполнение раздела Финансовый менеджмент	Студент
	8	Выполнение раздела Социальная ответственность	Студент
	9	Согласование выполненных разделов ФМ и СО с научным руководителем.	Студент
			Научный руководитель
Заключительный этап	10	Оформление выпускной квалифицированной работы.	Студент
	11	Проверка выпускной квалифицированной работы.	Научный руководитель
	12	Подведение итогов. Защита выпускной квалифицированной работы.	Студент
			Научный руководитель

3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

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

Трудоемкость выполнения технического проекта оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости формула: [8, стр.20]

$$t_{\text{ож}i} = \frac{3t_{\text{min}i} + 2t_{\text{max}i}}{5}, \quad (3.2)$$

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

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

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

3.2.3 Разработка графика проведения технического проектирования

При выполнении дипломных работ, студенты в основном становятся участниками сравнительно небольших по объему научных тем. Поэтому наиболее удобным и наглядным, является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы *Ганта*.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ. [стр.21]

Таблица 3.4. Временные показатели проведения технического проекта.

Название работы	Исполнители	Трудоемкость работ			Длительность работ дни
		tmin, чел-дни	tmax, чел-дни	тожї, чел- дни	
Составление и утверждение темы ВКР. Календарного плана-графика выполнения ВКР	Научный руководитель	1	1	1	1
Подбор и изучение литературы по техническому проектированию	Студент	12	14	13	13
Выполнение технологического раздела	Студент	16	18	17	17
Согласование выполненного технологического раздела	Студент	1	1	1	1
	Научный руководитель	1	1	1	1
Выполнение конструкторского раздела	Студент	15	20	17	17
Согласование выполненного конструкторского раздела	Студент	1	1	1	1
	Научный руководитель	1	1	1	1
Выполнение раздела Финансовый менеджмент	Студент	6	7	7	7
Выполнение раздела социальная ответственность	Студент	6	7	7	7
Согласование выполненных разделов ФМ и СО	Студент	1	2	1	1
	Научный руководитель	1	2	1	1
Оформление выпускной квалифицированной работы.	Студент	12	14	13	13
Проверка выпускной работы	Научный руководитель	4	4	4	4
	Студент	4	4	4	4
Подведение итогов и защита выпускной квалифицированной работы	Студент	1	1	1	1
	Научный руководитель	1	1	1	1

На основе табл. 3.4 строится календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ, в рамках технического проекта с разбивкой по месяцам и декадам, за период времени дипломирования.

Таблица 3.5. Календарный план-график проведения технического проектирования по теме.

№ Ра- боты	Вид работы	Исполнители	кал. дн.	Продолжительность выполнения работ									
				март		апрель			май			июнь	
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
1	Составление и утверждение темы и плана-графика	Научный руко- водитель	1	■									
2	Подбор и изучение литерату- ры по технологическому про- ектированию.	Студент	14	■	■								
3	Выполнение технологическо- го раздела	Студент	18		■	■	■						
4	Согласование выполненного тех. раздела	Студент	1				■						
		Научный руко- водитель	1				■						
5	Выполнение конструкторско- го раздела	Студент	20				■	■	■				
6	Согласование выполненного конструкторского раздела	Студент	1						■				
		Научный руко- водитель	1						■				
7	Выполнение раздела Финан- совый менеджмент	Студент	7						■	■			
8	Выполнение раздела социаль- ная ответственность	Студент	7							■	■		
9	Согласование выполненных разделов ФМ и СО	Студент	2								■		
		Научный руко- водитель	2								■		
10	Оформление выпускной ква- лифицированной работы.	Студент	14								■	■	
11	Проверка выпускной работы	Научный руко- водитель	4									■	■
		Студент	4									■	■
12	Подведение итогов и защита выпускной квалифицирован- ной работы	Студент	1										■
		Научный руко- водитель	1										
				← 90 дней →									

Из календарного плана-графика проведения ВКР можно увидеть, что основная деятельность по ВКР принадлежит студенту, как основному исполнителю, выполняющему работу 74 рабочих дня. Но вместе с тем, выполнение ВКР тесно связано с направлением, консультациями, согласованиями и составлением планов работ преподавателем, работавшему с техническим проектом 9 дней, что также является неотъемлемой частью выполнения ВКР.

Самые объемные работы: проектирование техпроцесса и конструкторская часть, заняли 32 рабочих дня.

На выполнение ВКР потрачено 75 рабочих дней. Начало работы приходится на вторую декаду марта, а завершение работы приходится на первую декаду июня.

3.3 Смета затрат на технический проект

При планировании сметы технического проекта должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования сметы технического проекта используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты ТП;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы;
- формирование затрат технического проекта.

3.3.1 Расчет материальных затрат технического проекта.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле: [8, стр.24]

$$З_M = \sum_{i=1}^m Ц_i * N_{расхi}, \quad (3.4)$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расхi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении технологического проекта;

$Ц_i$ – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов.

В данной работе к материальным затратам можно отнести: бумага, ручки, USB-накопитель, записная книжка, карандаш, ластик, папка-конверт.

Материальные затраты, необходимые для разработки технологического процесса изготовления детали "Корпус манометра", указаны в таблице 3.5.

Таблица 3.5. Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, руб.
Бумага офисная	Упаковка	1	300	300
Ручка	Шт.	3	30	90
Карандаш	Шт.	3	15	45
USB накопитель	4 Г/б	1	350	350
Бумага А1 формат	Лист	6	25	150
Скобы для степлера	Упаковка	1	50	50
Записная книжка	Шт.	1	185	185
Папка-конверт	Шт.	1	130	130
Тонер для принт.	Стр.	200	1	200
Итого:				1500

Материальные затраты на выполнение научно-технического исследования составили 1500 рублей.

3.3.2 Основная заработная плата исполнителей темы

В настоящую статью включается полная заработная плата научного руководителя и студента, которая рассчитывается по формуле [8,стр. 26]:

$$З_{п} = З_{осн} + З_{доп} , \quad (3.5)$$

где: $З_{осн}$ – основная заработная плата;

$З_{доп}$ – дополнительная заработная плата.

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

Основная заработная плата ($Z_{\text{осн}}$) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле [8, стр. 26]:

$$Z_{\text{осн}} = T_p \cdot Z_{\text{дн}}, \quad (3.6)$$

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

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

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле [8, стр. 27]:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m}{D_{\text{мес}}}, \quad (3.7)$$

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

$D_{\text{мес}}$ – количество рабочих дней, раб. дн.

Таблица 3.8 - Расчет основной заработной платы

Исполнители	Оклад	З.п. в месяц, руб.	З.п. в день, руб.	рабочих дней	Основная з.п., руб.
Руководитель	33664	43763	1683	9	15147
Бакалавр	12300	15990	615	74	45510
Итого $Z_{\text{осн}}$:					60657

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают оплату при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска.

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле [8, стр.28]:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}}, \quad (3.8)$$

где: $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы.

Таблица 3.9 - Расчет полной заработной платы

Исполнители	Коэффициент, руб.	Основная з.п., руб.	Зар.плата, руб.
Руководитель	15%	15147	17400
Студент	12%	44895	51000
Итого:			68400

3.3.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

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

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы: [8, стр.29]

$$З_{внеб} = K_{внеб} * З_{п}, \quad (3.9)$$

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

$$З_{внеб} = 68,4 \cdot 0,3 = 20,6 \text{ тас. руб.}$$

3.3.4 Накладные расходы

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

Величину накладных расходов принимаем в размере 16% от общей суммы.

3.3.5 Формирование сметы затрат технологического проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 3.9.

Таблица 3.9. Расчет сметы затрат технического проекта

Наименование статьи	Сумма, тыс. руб.	Структура затрат %
1. Материальные расходы	1,5	1,4
2. Полная заработная плата	68,4	63,5
3. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	20,6	19,1
4. Накладные расходы	17,5	16,0
5. Итого	108	100

Бюджет затрат на выполнение научно-исследовательской работы составил 108,0 тысяч рублей.

3.4 Определение ресурсосберегающей эффективности проекта

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности технического проекта. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проведен в таблице (3.10).

Таблица 3.10 – Оценка характеристик исполнения проекта

Критерии оценки	Весовой коэффициент параметра	Исполнение 1
1. Рост производительности труда	0,30	5
2. Удобство в эксплуатации	0,30	5
3. Энергосбережение	0,18	4
4. Надежность	0,12	4
5. Материалоемкость	0,10	4
Итого:	1,00	4,4
$I_{p1} = 0,3 \cdot 5 + 0,3 \cdot 5 + 0,18 \cdot 4 + 0,12 \cdot 4 + 0,1 \cdot 4 = 4,6;$		

Интегральный показатель эффективности исполнения разработки ($I_{исп}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле[9, стр. 33]:

$$I_{исп} = \frac{I_{pi}}{I_{\frac{исп}{финр}}}, \quad (3.10)$$

Получаем, интегральный показатель технического проекта = 4,6

Вывод: В спроектированном технологическом процессе в качестве заготовки используется литая деталь из сплава АМг5. Данный вид заготовок упрощает и оптимизирует использование выбранного материала изготовления «Корпуса манометра ДМ».

В рамках планирования технологического проекта была составлена структура работ, разработан график этих работ и определена их трудоемкость. Из календарного плана-графика проведения ВКР можно увидеть, что основная деятельность по ВКР принадлежит студенту, как основному ответственному исполнителю. Но вместе с тем, выполнение ВКР тесно связано с направлением, консультациями, согласованиями и составлением планов работ преподавателем, что также является неотъемлемой частью выполнения ВКР.

Завершение ВКР приходится на первую декаду июня.

Далее, были определены затраты технологического проекта, составившие 108 тысяч рублей.

РАЗДЕЛ 4 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л41	Пичугину Антону Борисовичу

Инженерная школа	ИШНПТ	Кафедра	Материаловедения
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01. «Машиностроение»

Тема ВКР: Проектирование технологического процесса изготовления детали «Корпус манометра ДМ» и оснастки.

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объект исследования цех по изготовлению «Корпус манометра ДМ»
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: - специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	- Трудовой РФ. «Случаи предоставления гарантий и компенсации». - Организация мероприятий при компоновке рабочей зоны - План размещения светильников - План эвакуации
2. Производственная безопасность - Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения. - Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения.	- Анализ вредных факторов: - Отклонение показателей микроклимата (оптимальные величины показателей микроклимата); - Повышенный уровень вредных веществ; - Повышенный уровень шума на рабочем месте - Повышенный уровень электромагнитных излучений; - Недостаточная освещенность рабочей зоны; - Анализ опасных факторов: - Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; - передвигающиеся изделия, заготовки, материалы; - Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека, напряжение прикосновения и тока; - Применение средств индивидуальной защиты

3. Экологическая безопасность:	- Воздействия на гидросферу: выбросы теплоты в водоемы, металлические стружки, СОЖ, наличие промышленных отходов, изменение условий ледостава, зимнего гидрологического режима; изменение условий паводков; изменение распределения осадков, испарений, туманов. - Не несет опасных и вредных воздействий на атмосферу и литосферу - Мероприятия по экологической безопасности регламентируются. В целях общего улучшения состояния окружающей среды мероприятиями по обеспечению благоприятных условий жизни населения предусматривается: - Озеленение и благоустройство территории предприятия - Содержание дорог, тротуаров и прилегающих озелененных территорий в соответствии с санитарными требованиями; - Ликвидация несанкционированных свалок отходов; - Создание и обустройство санитарно-защитной зоны предприятия
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	- Возможность ЧС при обслуживании и эксплуатации электрооборудования: повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека; пожароопасность - Наиболее типичной ЧС: - Сильные морозы - Предполагаемая диверсия - Разработка превентивных мер по предупреждению ЧС: в помещениях где идет обслуживание и эксплуатация оборудования, установлены огнетушители типа ОУ-5, ОП-5 а так же, звуковая и световая пожарная сигнализация средства индивидуальной защиты обеспечивают защиту отдельного человека с помощью специальной одежды, обуви. - Разработка действий в результате возникновения ЧС: оборудования находящегося под напряжением должны быть обесточены и оказать пострадавшим первую медицинскую помощь.

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Немцова Ольга Александровна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л41	Пичугин Антон Борисович		

4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.

Введение

В данном разделе рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места на механическом участке по изготовлению «Корпус манометра ДМ» промышленного предприятия.

Процесс изготовления «Корпуса манометра» (далее деталь) связан с наличием опасных и вредных производственных факторов характерных для машиностроительных предприятий.

- Вредный производственный фактор – производственный фактор, воздействие которого на работника может привести к его заболеванию.

- Опасный производственный фактор – производственный фактор, воздействие которого на работника может привести к его травме.

На рабочих местах, где находится оборудование для изготовления детали, можно выделить следующие источники опасных и вредных производственных факторов:

- электрический ток;
- смазочно- охлаждающая жидкость;
- стружка металлическая;
- ненадежное крепление инструмента, применение оборудования

При организации рабочего места должны строго соблюдаться установленные законодательством нормы охраны труда и промышленной безопасности. А также особое внимание следует обратить на охрану окружающей среды, а в частности, на сокращение отходов производства и потребления в образующихся в результате производственной деятельности, снижение выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух, соблюдение требований санитарно- гигиенических нормативов в воздухе рабочей зоны.

4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Одним из факторов комфортности рабочей среды является организация рабочего места. Рабочее место должно соответствовать ГОСТ 12.2.032 – 92.

- 1) рабочий стол должен быть устойчивым, иметь однотонное неметаллическое покрытие, не обладающее способностью накапливать статическое электричество;
- 2) рабочий стул должен иметь дизайн, исключаящий онемение тела из-за нарушения кровообращения при продолжительной работе на рабочем месте;
- 3) рабочее место должно соответствовать техническим требованиям и санитарным нормам.

Рекомендуются следующие цвета окраски помещений (СН 181 –70):

- потолок – белый или светлый цветной;
- стены – сплошные, светло-голубые;
- пол – темно-серый, темно-красный или коричневый.

Применение указанной палитры цветов обусловлено ее успокаивающим воздействием на психику человека, способствующим уменьшению зрительного утомления.

Согласно СН 245 – 71 объем помещений должен быть таким, чтобы на одного работающего приходилось не менее 15 м³ свободного пространства и не менее 4.5 м² площади.

Среди технических требований к рабочему месту инженера особенно важным является требование к освещенности, которая значительно влияет на эффективность трудового процесса. Поэтому необходимо обеспечить оптимальное сочетание общего и местного освещения.

Нормы естественного освещения установлены с учетом обязательной регулярной очистки стекол световых проемов не реже двух раз в год. Учитывая, что солнечный свет оказывает благоприятное воздействие на организм человека, необходимо максимально продолжительно использовать естественное освещение.

В соответствии с характером выполняемых работ, освещенность рабочего места по СНиП 11-4-79 должна быть 200 лк – общая освещенность и 300 лк – комбинированное освещение.

Ввиду важности данной проблемы для научной деятельности проведем расчет освещения исследовательской лаборатории.

В связи с тем, что проведение экспериментов занимает длительное время, работать в помещении лаборатории, приходится как в светлое, так и в темное время суток, что неизбежно обуславливает необходимость, использования искусственного освещения.

Освещение, правильно спроектированное и выполненное, предназначено для решения следующих вопросов: оно улучшает условия зрительной работы, снижает утомление, способствует повышению производительности труда и качества выполняемой работы на рабочем месте.

4.2 Производственная безопасность

4.2.1 Анализ вредных факторов

В соответствии с ГОСТ 12.0.003-2015. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы подразделяются по природе действия.

При проведении работ по изготовлению детали можно выделить следующие факторы:

- Физические (опасность поражения электрическим током, повышенная запыленность, недостаточная освещенность рабочей зоны; повышенный уровень вибрации, шума, влажность воздуха, неправильная организация труда и рабочего места и т.д);
- Химические (токсичные вещества);
- Психофизиологические (физические и нервно-психические перегрузки).

4.2.2 Отклонение параметров микроклимата на рабочем месте

В соответствии с ГОСТ 12.1.005-88. Микроклимат в производственных условиях определяется следующими параметрами:

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

Микроклимат - сочетание температуры, относительной влажности воздуха и интенсивности теплового излучения. Перечисленные параметры оказывают огромное влияние на функциональную деятельность человека, его самочувствие, здоровье, надежность работы.

На основании требований СанПиН 2.2.4.548-96 Параметры микроклимата по температуре воздуха в производственных помещениях должны быть в следующих пределах: в тёплое время года от $+19^{\circ}\text{C}$ до $+24^{\circ}\text{C}$, в холодное время года от $+17^{\circ}\text{C}$ до $+23^{\circ}\text{C}$, относительная влажность не более 60%, скорость движения воздуха не более 0,2 м/с.

Работы делятся на три категории тяжести на основе общих энергозатрат организма. Работа, по изготовлению детали «Корпус» относится к категории средних работ. Оптимальные нормы температуры, относительной и допустимой влажности для работ средней тяжести приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1
Оптимальные параметры микроклимата

Период года	Категория работы	Температура, $^{\circ}\text{C}$	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	средняя	18 – 20	40-60	0,1-0,3
Теплый	средняя	21-23	40-60	0,1-0,3

В производственных помещениях должен проводиться мониторинг показателей микроклимата в начале, середине и конце холодного и теплого периода года не менее 3 раз в смену (в начале, середине и конце). При колебаниях показателей микроклимата, связанных с технологическими и другими причинами, измерения необходимо проводить также при наибольших и наименьших величинах термических нагрузок на работающих, имеющих место в течение рабочей смены.

Одними из основных мероприятий по оптимизации микроклимата и состава воздуха в производственных помещениях являются обеспечение надлежащего

воздухообмена и отопления, тепловая изоляция нагретых поверхностей оборудования.

4.2.3 Повышенный уровень шума.

При выполнении работ на токарных и фрезерных станках раздражающее действие на человека оказывает шум в виде скрипа и свиста, обусловленный трением инструмента об обрабатываемые материалы. Длительное воздействие шума большой интенсивности приводит к патологическому состоянию слухового органа, к его утомлению.

Утомление может постепенно перейти в тугоухость и глухоту, обнаруживаемые через несколько лет работы. Интенсивный шум вызывает изменения сердечно-сосудистой системы, сопровождаемые нарушением тонуса и ритма сердечных сокращений, изменяется артериальное кровяное давление. Шум приводит к нарушению нормальной функции желудка. Особенно страдает центральная нервная система.

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 80 дБА [4,5]

При значениях выше допустимого уровня необходимо предусмотреть следующие мероприятия:

Применение средств коллективной защиты (СКЗ):

- устранение причин шума или существенное его ослабление в источнике образования;

- изоляция источников шума от окружающей среды средствами звукопоглощения: ограждения, облицовка стен, перегородок; применение перлитовых звукопоглощающих плит закрепленные на стенах, войлока, ткани.

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

Применение средств индивидуальной защиты (СИЗ):

- применение спецодежды, спец обуви и защитных средств органов слуха: наушники, беруши, антифоны.

4.2.4 Электробезопасность

Электробезопасность представляет собой систему организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статистического электричества.

Электроустановки классифицируют по напряжению: с номинальным 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).

Меры безопасности условно можно разделить на две группы:

а) меры, обеспечивающие безопасность эксплуатации при нормальном состоянии электрооборудования;

б) меры, обеспечивающие безопасность в аварийном режиме – при появлении напряжения на токоведущих частях оборудования (корпусах, кожухах, крышек, сеток, расположение токоведущих частей на недоступной высоте и др.).

Основными электрозащитными средствами в электроустановках напряжением выше 1000 В являются изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, указатели напряжения, а также изолирующие устройства и приспособления для ремонтных работ (площадки, изолирующие звенья телескопических вышек и пр.).

Работать со штангой разрешается только специально обученному персоналу в присутствии лица, контролирующего действия работающего. При операциях с изолирующей штангой необходимо пользоваться дополнительными изолирующими защитными средствами — диэлектрическими перчатками и изолирующими основаниями (подставками, ковриками) или диэлектрическими ботами.

Изолирующие клещи применяют в электроустановках до 35 кВ для операций под напряжением с плавкими вставками трубчатых предохранителей, а также для надевания и снятия изолирующих колпаков на ножи однополюсных разъединителей.

При пользовании изолирующими клещами оператор должен надевать диэлектрические перчатки и быть изолированным от пола или грунта; при смене патронов трубчатых предохранителей он должен быть в очках. Клещи нужно держать в вытянутых руках.

Дополнительные электрозащитные средства в электроустановках.

К дополнительным изолирующим электрозащитным средствам относятся диэлектрические перчатки, боты, резиновые коврики и дорожки, изолирующие подставки на фарфоровых изоляторах и переносные заземления.

Освобождение пострадавшего от действия тока напряжением свыше 1000 В может быть произведено только одним способом. Это отключение соответствующей части электрической установки специально обученными людьми. Пострадавшему следует оказать посильную доврачебную помощь.

Среди распространенных способов защиты от поражения электрическим током при работе с электроустановками различают (СКЗ):

- защитное заземление (самый распространенный способ защиты от поражения электрическим током);
- зануление – замыкание на корпус электроустановок;
- системы защитного отключения – отключение электроустановок в случае проявления опасности пробоя на корпус;
- предохранительные устройства;
- изолирующие устройства и покрытия;
- знаки безопасности

К средствам индивидуальной защиты (СИЗ) можно отнести:

- диэлектрические силиконовые перчатки;
- классические указатели напряжений;
- любой инструмент, оснащённый диэлектрическими ручками;
- силиконовые диэлектрические коврики;
- изолирующие подставки

Безопасные номиналы: $U=12В$; $U=36В$; $I=0,1А$; $R_3=4\text{ Ом}$

Согласно требованиям электробезопасности (ГОСТ-12.1.019-79 «ССБТ Электробезопасность») всё электрооборудование и приборы должны находиться на специально отведенных местах, и заземлены. Наличие защитного заземления обязательно. При устройстве заземления используются искусственные заземлители, в качестве которых применяются стальные трубы или штыри. В качестве заземляющих проводников применяются стальные полосы, провода, а так же медные оголенные провода. Соединения заземляющих проводников с контуром заземления должны выполняться с помощью болтов или на сварке.

Защитное заземление – это преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением. Защитное действие заземления основано на снижении напряжения прикосновения при переходе напряжения на нетоковедущие части, что достигается уменьшением потенциала корпуса относительно земли, как за счет малого сопротивления заземления, так и за счет повышения потенциала примыкающей к оборудованию поверхности земли.

Ограждения и оболочки для предотвращения любого контакта с токоведущими частями.

Размещение вне зоны досягаемости предназначена только для предотвращения непреднамеренных прикосновений к токоведущим частям.

4.2.5 Химические факторы

В ходе проведения анализа выявлены следующие опасные факторы и возможные причины травматизма рабочих:

При обработке используется СОЖ (смазочно-охлаждающая жидкость). При попадании СОЖ на пол во время работы на станке возможны падения и, как следствие, вывихи, переломы и повреждения кожного покрова .

При работе с СОЖ следует соблюдать меры предосторожности и правила безопасности в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.007-76

А именно мероприятия по обеспечению безопасности труда при контакте с вредными веществами должны предусматривать:

- замену вредных веществ в производстве наименее вредными;
- применение средств индивидуальной защиты работающих;
- специальную подготовку и инструктаж обслуживающего персонала;
- проведение предварительных и периодических медицинских осмотров лиц, имеющих контакт с вредными веществами;
- разработку медицинских противопоказаний для работы с конкретными вредными веществами, инструкций по оказанию доврачебной и неотложной медицинской помощи пострадавшим при отравлении.

Чтобы устранить вредное воздействие на здоровье рабочих продуктов горения и испарения СОЖ необходимо установить в цехе систему вентиляции, поддерживающую необходимый состав воздуха рабочей зоны. Кроме того, для устранения влияния СОЖ на кожу рук рабочих необходимо выдавать им мыло и «биологические перчатки».

4.2.6 Недостаточная освещенность рабочей зоны

Значение освещения в процессе жизнедеятельности и, особенно в производственной деятельности, велико. При неудовлетворительном освещении зрительная способность глаз снижается, и могут появиться такие заболевания, как близорукость, резь в глазах, катаракта, профессиональное заболевание.

Правильно выполненная система освещения имеет большое значение в снижении производственного травматизма, уменьшая потенциальную опасность многих произ-

водственных факторов; создает нормальные условия для работы органов зрения и повышает общую работоспособность организма.

Согласно СНиП 23-05-95 Освещенность рабочего места должна быть согласно в пределах 150 - 300 лк. Обеспечить это требование естественным освещением практически невозможно, поэтому должно применяться комбинированное освещение.

В цехе имеется следующее освещение:

- боковое (оконные проемы расположены в наружных стенах);
- верхнее (световые проемы расположены в крыше);
- совмещенное (сочетание бокового и верхнего).

4.2.7 Повышенный уровень электромагнитных излучений

В установке используются магнетронные генераторы при помощи которых происходит подвод СВЧ-энергии к различным частям установки. Таким образом, при организации безопасности труда, необходимо учитывать воздействие электромагнитных полей сверхвысоких частот на организм человека.

Эффект воздействия СВЧ электромагнитного поля на биологические объекты в известной степени определяется количеством проникающей в них и поглощаемой ими электромагнитной энергии. Значительная часть энергии микроволн поглощается тканями организма и превращается в тепло, что объясняют возникновением колебания ионов и дипольных молекул воды, содержащихся в тканях. Наиболее эффективное поглощение микроволн отмечается в тканях с большим содержанием воды: кровь, тканевая жидкость, слизистая желудка, кишок, хрусталик глаза и др.

Нагрев тканей в СВЧ-поле является наиболее простым и очевидным эффектом действия микроволн на организм человека. Положение максимума температуры, его удаление от поверхности тела зависит от проводимости среды, а, следовательно, и от частоты радиоволны, действующей на ткань: с увеличением частоты (укорочением волны) максимум температуры приближается к поверхности.

Предельно допустимые уровни облучения (по *ОСТ 54 30013-83*):

В диапазоне СВЧ = 300...300000 МГц допустимая плотность потока мощности (ППМД0П) при времени облучения (τ облуч.) в течение всего рабочего дня составляет 10 мкВт/см^2 , при τ облуч., равном 2 ч, - 100 мкВт/см^2 и при τ облуч., равном 15...20 мин, - 1000 мкВт/см^2 (при обязательном использовании защитных очков!). В остальное рабочее время интенсивность облучения не должна превышать 10 мкВт/см^2 . Для лиц, профессионально не связанных с облучением, и для населения в целом ППМ не должен превышать 1 мкВт/см^2 [9]

Защита человека от опасного воздействия электромагнитного излучения осуществляется следующими способами:

Средства коллективной защиты (СКЗ): защита

временем;

защита расстоянием;

снижение интенсивности излучения непосредственно в самом источнике излучения;

экранирование источника;

защита рабочего места от излучения; Сред-

ства индивидуальной защиты (СИЗ)

Применение средств индивидуальной защиты (СИЗ), которые включают в себя:

Очки и специальная одежда, выполненная из металлизированной ткани (кольчуга). При этом следует отметить, что использование СИЗ возможно при кратковременных работах и является мерой аварийного характера. Ежедневная защита обслуживающего персонала должна обеспечиваться другими средствами.

Вместо обычных стекол используют стекла, покрытые тонким слоем золота или диоксида олова (SnO_2).

Экранирование источника излучения и рабочего места осуществляется специальными экранами по ГОСТ 12.4.154-85.

4.2.8 Факторы пожарной и взрывной природы

Пожары на машиностроительных предприятиях представляют большую опасность для работников и могут причинить огромный материальный ущерб. Вопросы обеспечения пожарной безопасности производственных зданий и сооружений имеют большое значение и регламентируются государственными постановлениями и указами.

Пожаром называется неконтролируемое горение вне специального очага, наносящего материальный ущерб. Пожарная безопасность - это состояние объекта, при котором с установленной вероятностью исключается возможность возникновения и развития пожара и воздействия на людей опасных факторов пожара, а также обеспечивается защита материальных ценностей.

В соответствии с категориями помещений по пожарной, взрывной и взрывопожарной опасности производственное помещение, где производится механообработка можно отнести к категории В4.

К причинам возникновения пожара при работе с оборудованием можно отнести:

- причины неэлектрического характера относят халатное неосторожное обращение с огнем: курение, оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня;
- самовоспламенение и самовозгорание веществ;
- к причинам электрического характера относят короткое замыкание электропроводки, перегрузка сетей, которая ведет за собой сильный нагрев токоведущих частей и загорание изоляции, искрение и электрические дуги, статическое электричество.

В зависимости от причин возникновения пожара предусматриваются:

-ящики с песком;

-углекислотные ОУ5 и порошковые ОП5 огнетушители (для тушения электроустановок, находящихся под напряжением); пенные огнетушители; внутренний пожарный водопровод; пожарная изоляция.

Кроме того, на предприятии приняты профилактические меры: сотрудники предприятия прошли противопожарный инструктаж и знают о расположении средств пожаротушения, умеют ими пользоваться; обеспечивается правильный тепловой и электрический режим работы оборудования; пожарный инвентарь и первичные средства пожаротушения содержатся в исправном состоянии и находятся на видном и в доступном месте.

4.3. Экологическая безопасность

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

В целом, предприятие относится к 4 классу опасности. Санитарно-защитной зона составляет 100 м, возможно сокращение санитарно-защитной зоны по согласованию с уполномоченным органом в соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 "Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов".

В результате проведённых расчётов приземных концентраций загрязняющих веществ в атмосфере было установлено, что превышение предельно допустимых концентраций (ПДК) на границе предприятия и жилой застройки нет.

Основными источниками выделения вредных (загрязняющих) веществ являются основные и вспомогательные цеха.

I класса опасности: свинец, хром шестивалентный, никеля растворимые соли.

II класса опасности: марганца оксид, алюминия оксид, меди оксид, кадмия сульфат, азота диоксид, азотная кислота, хлористый водород, серная кислота, фосфорный ангидрид, эпихлоргидрин, фенол, формальдегид, фтористый водород, акрилонитрил.

III класса опасности: железа оксид, олово, сажа, пыль неорганическая (зола углей), серый диоксид, ксилол, толуол, спирт н-бутиловый, аэрозоль краски, пыль талька, парафин.

IV класса опасности: аммиак, углерода оксид, спирт изобутиловый, спирт этиловый, бутилацетат, ацетон, бензин, углеводороды C12-C19.

На предприятие разработан и согласован в установленном порядке проект нормативов предельно-допустимых выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух, что является основой для подачи декларации за негативное воздействие на окружающую среду.

Руководители и специалисты ответственные за принятие решений в области охраны окружающей среды и экологической безопасности должны проходить обучение в соответствии с законодательством.

Существует множество мероприятий по защите окружающей среды:

1. Механизация и автоматизация производственных процессов, сопряженных с опасностью для здоровья.
2. Применение технологических процессов и оборудования, исключающих выбросы вредных (загрязняющих) веществ в атмосферу и воздух рабочей зоны.
3. Защита работающих от источников тепловых излучений.
4. Устройство и оборудование приточно-вытяжной вентиляции
5. Применение средств воздухоочистки.
6. Вывоз отходов, не подвергающихся вторичному использованию в специальные места для размещения и последующего захоронения в соответствии с требованиями Федерального закона "Об отходах производства и потребления"
7. Применение средств индивидуальной защиты работающих.

В результате производственного процесса на предприятии образуются отходы I-V класса опасности, основными из которых являются:

- Стружка металлическая при металлообработке незагрязненная;
- Обтирочный материал, загрязненный нефтью или нефтепродуктами (содержание нефти или нефтепродуктов 15 % и более);
- Мусор от офисных и бытовых помещений организаций несортированный (исключая крупногабаритный);
- Смазочно-охлаждающие масла отработанные при металлообработке;
- Лампы накаливания, утратившие потребительские свойства;
- Лампы ртутные, ртутно-кварцевые, люминесцентные, утратившие потребительские свойства

Наименование отходов и классы опасности приняты согласно федеральному классификационному каталогу отходов (ФККО).

Временное накопление отходов и их дальнейшая утилизация.

Основными производственными отходами на заводе является металлическая стружка, отработанная смазочно-охлаждающая жидкость (СОЖ), промышленный мусор.

Отработанную СОЖ, отфильтровывают, взвесь прессуется и передается на вторичное использование в строительную компанию в качестве инертного наполнителя а остальная часть пополняется концентратом и передается на производство для использования по назначению.

Люминесцентные лампы также хранят в специальном помещении и по мере накопления их упаковывают в герметичную тару и передают на утилизацию по договору со специализированной организацией.

Стружка металлическая прессуется в брикеты и передается на металлургическое предприятие для переплавки.

Все виды образующихся ламп накапливаются в специальном помещении и по мере их накопления передают на обезвреживание по договору со специализированной организацией, имеющей лицензию на сбор, транспортирование, обезвреживание и размещение отходов. Отработанные ртутные лампы накапливаются

в специальном помещении в индивидуальных упаковках. На месте накопления ртутных ламп должен быть демеркуризационный набор для сбора ртути, в случае если лампа разбилась.

Мусор от офисных и бытовых помещений по мере накопления передается специализированной организации, имеющей лицензию и внесенную в государственный реестр объектов размещения отходов (ГРОРО).

4.4.Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – состояние, при котором в результате возникновения источника ЧС на объекте, определенной территории или акватории нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и окружающей природной среде.

В настоящее время существует два основных направления минимизации вероятности возникновения последствий ЧС на промышленных объектах. Первое направление заключается в разработке технических и организационных мероприятиях, уменьшающих вероятность реализации опасного поражающего потенциала в современных технических системах. В рамках этого направления на заводе технические системы снабжают защитными устройствами – средствами взрыво- и пожарозащиты технологического оборудования, электро- и молниезащиты, локализации и тушения пожаров и т.д.

Второе направление заключается в подготовке объекта и обслуживающего персонала к действиям в условиях ЧС. Основой второго направления является формирование планов действий в ЧС. Для этого на заводе прогнозируют размеры и степень поражения объектов при воздействии на него поражающих факторов различных видов (взрывы, пожары, отключения электроэнергии, наводнения, землетрясения, террористические акты, нападение вероятного противника и др.), опираясь на экспериментальные и статистические данные о физических и химических явлениях, составляющих возможную аварию.

Повышение устойчивости технических систем и объектов достигается главным образом организационно-техническими мероприятиями. Для этого сначала исследуется устойчивость и уязвимость предприятия в условиях ЧС.

Исследования включают в себя анализ:

- надежности установок и технологических комплексов;
- последствий аварий отдельных систем производства;
- распространения ударной волны по территории предприятия при взрывах коммуникаций;
- распространения огня при пожарах различных видов;
- рассеивания веществ, высвобождающихся при ЧС;
- возможности вторичного образования токсичных, пожаро- и взрывоопасных смесей и т.п.

Затем разрабатываются мероприятия по повышению устойчивости и подготовке объекта к восстановлению после ЧС. К таким мероприятиям относятся правильная планировка наземных и подземных зданий и сооружений основного и вспомогательного производства, складских помещений и зданий административно-бытового назначения; внутренняя планировка помещений; расстановка сил и состояние пунктов управления, и надежность узлов связи; безопасное хранение горючих и токсичных веществ и т.д.

В случае возникновения очага возгорания эвакуация людей и оборудования должна производиться по специальным эвакуационным путям, обозначенные на планах эвакуации в случае пожара, которые должны быть вывешены в наиболее видных местах. Эвакуационными выходами служат двери и ворота, ведущие из помещения наружу.

В соответствии со СНиП II–2–80 все производства делят на категории по пожарной, взрывной и взрывопожарной опасности. Цех, в котором изготавливается сверло-зенкер, относится к категории Д, так как в нашем производстве обрабатываются негорючие вещества и материалы в холодном состоянии.

Наиболее типичной ЧС:

1. Сильные морозы

Аварии на теплосетях, Электросетях, в системе водоснабжение и транспортном хозяйстве. Чтобы избежать от остановки производства и дальнейших последствий :

своевременно надо провести качественную термоизоляцию трубопроводов теплосети и системы водоснабжение. Обеспечить запас питьевой воды как минимум суточную норму употребление. Всегда держать резервные транспортные средства в рабочем состоянии, иметь резервные источники электропитания и водоснабжения, чтобы исключить прекращения работы на производстве.

2. Предполагаемая диверсия

Не санкционированное проникновение посторонних лиц на рабочий место. Экстремальные ситуации ,терроризм.

Чрезвычайные ситуации, возникающие в результате диверсий, возникают все чаще. Зачастую такие угрозы оказываются ложными.

Для предупреждения вероятности осуществления диверсии предприятие необходимо оборудовать системой видеонаблюдения, круглосуточной охраной, пропускной системой, надежной системой связи, а также исключения распространения информации о системе охраны объекта, расположении помещений и оборудования в помещениях, системах охраны, сигнализаторах, их местах установки и количестве. Должностные лица раз в полгода проводят тренировки по отработке действий на случай экстренной эвакуации.

В перечень спасательных работ входят:

Разведка маршрутов выдвижения невоенизированных формирований;

Розыск пострадавших, извлечение их из под завалов, из задымленных помещений;

Эвакуация людей из опасной зоны;

Вскрытие разрушенных объектов и подача в них воздуха.

В планах гражданской обороны на мирное время предусмотрено создание группировки сил гражданской обороны, предназначенной для ведения спасательных и других неотложных работ в условиях чрезвычайных ситуаций.

Чрезвычайная ситуация (ЧС) - состояние, при котором в результате возникновения источника ЧС на объекте, определенной территории или акватории нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и окружающей природной среде.

4.4.1 Чрезвычайные ситуации классифицируются:

ЧС военного времени:

- вооруженные нападения на военные объекты и склады, выступления экстремистских групп, применение оружия массового поражения;

ЧС невоенного времени:

- техногенные, к которым относятся: пожары, взрывы с последующим горением, внезапное обрушение сооружений, крупные транспортные аварии, аварии на электроэнергетических системах, на очистных сооружениях;

- природные - то есть связанные с проявлением стихийных сил природы; это могут быть землетрясения, наводнения, ураганы, бури, природные пожары;

- биолого-социальные, к которым относятся: изменение состояния почвы, изменение состава и свойств воздушной среды, водной среды и изменение состояния биосферы.

Основные мероприятия по повышению устойчивости промышленного объекта, проводимые в мирное время, предусматривают защиту работающих и инженерно-технического комплекса от последствий стихийных бедствий, аварий, а также поражающих факторов ядерного взрыва, обеспечение надежности управления материально-технического снабжения, светомаскировку объекта,

подготовку его к восстановлению нарушенного производства и перевод)" на режим работы в условиях ЧС.

Для обеспечения устойчивости вводятся следующие мероприятия:

защитные сооружения: убежища для укрытия работающих на предприятии;
производятся подготовительные мероприятия к рассредоточению и эвакуации в загородные зоны персонала;
накопление, хранение и поддержание готовности средств индивидуальной защиты;
сохранение материальной основы производства, зданий, технологического оборудования и коммунально-энергетических сетей;
наличие между зданиями противопожарных разрывов;
сооружение над технологическим оборудованием в виде кожухов, шатров, зонтов, защищающих от повреждения обломками разрушающихся конструкций.

Абсолютную безопасность обеспечить невозможно, т.к. всегда будет оставаться риск возникновения чрезвычайных ситуаций, зависящий не только от поведения людей, но и от природы.

Заключение

В выпускной квалификационной работе разработан технологический процесс изготовления детали «Корпус манометра» с элементами автоматизированного проектирования. Спроектирована оснастка с пневмоприводом, предназначенная для сверлильной и расточной операций.

Токарные операции выполняются на токарном станке с ЧПУ модели 16K20Ф3. Фрезерные операции выполняются на фрезерном станке с ЧПУ модели 6P11МФ3. Расточные операции выполняются на сверлильном станке с ЧПУ модели 2206ВМФ4.

Выбран режущий инструмент, обеспечивающий достижение наибольшей производительности, требуемой точности и шероховатости.

На основе назначенных припусков для детали были рассчитаны режимы резания, а также определены нормы времени на обработку.

В выпускной квалификационной работе разработано автоматизированное приспособление для токарной операции, позволяющее закрепить деталь с помощью усилия пневмопривода.

Список использованной литературы

1. Горбачевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирования по технологии машиностроения: Учебное пособие для вузов. – Стереотипное издание. Перепечатка с издания 1983 г. – М.: Альянс, 2015 – 256 с.
2. Справочник технолога машиностроителя. В двух томах. Том 1. Под редакцией А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова, А. М. Дальского и А.Г. Сулова. Пятое издание, исправленное. 2003. -912 с.
3. Справочник технолога машиностроителя. В двух томах. Том 2. Под редакцией А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова, А. М. Дальского и А. Г. Сулова. Пятое издание, исправленное. 2003. -943 с.
4. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: Учебное пособие. –Томск: Изд. ТПУ, 2006. -100 с.
5. Н. М. Султан-заде, В. В. Клепиков, В. Ф. Солдатов и др. Технологии машиностроения. Выпускная квалификационная работа для бакалавров: учебное пособие М.:ФОРУМ:ИНФРА-М,2016.-288 с.
6. Приспособления для производства двигателей летательных аппаратов (Конструкция и проектирование): Учебник В. А. Шманев, А. П. Шулёпов, Л. А. Анипченко.-МОСКВА «Машиностроение» 1990
7. Станочные приспособления: Схиртладзе А. Г. Станочные приспособления : учебное пособие для вузов / А. Г. Схиртладзе, В. Ю. Новиков. - Москва: Высш. шк., 2001.
8. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие / И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.А. Гаврикова, Н.В. Шаповалова, Л.Р. Тухватулина, З.В. Криницына; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 36 с.
9. Криницына З.В. Ресурсоэффективность отрасли: Учебное пособие /З.В.Криницына. – Томск, издательство Томского политехнического университета, 2013. – 182 с
10. Пожарная безопасность. Взрывобезопасность. Справочник/ Под ред. А. Н. Баратова –М.: Энергия, 1987. 10. Правила устройства электроустановок, М.: Энергоатомиздат,1999.
11. Методические указания по разработке раздела «Социальная ответственность» выпускной квалификационной работы магистра, специалиста и бакалавра всех направлений (специальностей) и форм обучения ТПУ/Сост. Е.Н. Пашков, И.Л. Мезенцева – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2019. – 24 с.
12. Безопасность жизнедеятельности./ Под ред. С.В. Белов. – М.: Высш. шк., 1999. – 448 с

