

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

Кафедра «Технологія машинобудування, верстати та інструменти»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

технології машинобудування,

верстатів та інструментів

_____ В. О. Залого

« ____ » _____ 2019 р.

**ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ
КОРПУСУ ОПРАВКИ СТ9000.17.50.01**

Бакалаврська кваліфікаційна робота

Напрямок підготовки 6.05050201 – Інженерна механіка

(Технології машинобудування)

Студент

В. В. Слюсаренко

Керівник

В. О. Колесник

Нормоконтроль

Ю. О. Денисенко

Суми – 2019

РЕФЕРАТ

Записка: 73 с., 15 табл., 17 рис., 16 источников литературы.

Объект разработки: деталь «Корпус оправки СТ9000.17.50.01».

Цель: Проектирование технологического процесса изготовления детали «Корпус оправки СТ9000.17.50.01»

В дипломном проекте проведен анализ изделия – оправки расточной, в который входит деталь «Корпус оправки». Проанализированы технические требования на изготовление детали. Определен тип производства - мелкосерийное. Проведен анализ технических требований к детали.

Выбран способ получения заготовки и разработаны технические требования. Проанализированы технологические операции: фрезерная с ЧПУ 020, а также токарная с ЧПУ 010, в которых рассмотрены схемы базирования и закрепления заготовки на данных операциях. Обоснован выбор металлорежущих станков и станочных приспособлений, измерительных приборов и режущих инструментов. Проведен расчет режимов резания.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ЗАГОТОВКА, ДЕТАЛЬ, ИНСТРУМЕНТ, ПОГРЕШНОСТЬ, ПРИПУСК.

Содержание

Введение.....	4
1 Анализ служебного назначения машины, узла детали. Описание конструктивных особенностей детали и условий ее эксплуатации.....	6
2 Анализ технических требований на изготовление детали.....	11
3 Определение типа производства, такта выпуска и партии запуска, организационной формы производства и описание ее характеристик.....	14
4 Анализ технологичности конструкции детали	18
5 Выбор и обоснование способа получения исходной заготовки.....	23
6 Анализ существующего технологического процесса.....	27
6.1 Расчет припусков на механическую обработку	27
6.2 Анализ и обоснование схемы базирования и закрепления.....	29
6.3 Обоснование и выбор моделей металлорежущих станков	34
6.4 Обоснование и выбор станочных приспособлений, металлорежущего и измерительного инструментов.....	37
6.5 Расчет режимов резания	39
6.6 Техническое нормирование операций	48
7 Проектирование станочного приспособления	51
8 Охрана труда и безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	64
Выводы	68
Список использованных источников	69
Приложение А. Заводской чертёж детали	71
Приложение Б. Расчет припусков.....	72
Приложение В. Спецификации на станочное приспособление	73

					ТМЗ 14050236 - 00 ПЗ								
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>	Проектирование технологического процесса изготовления корпусу оправки СТ9000.17.50.01.				<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>		
<i>Разраб.</i>	<i>Слюсаренко</i>								Д	П	3	72	
<i>Пров.</i>	<i>Колесник</i>								<i>СумГУ, ТМЗ-41с</i>				
<i>Реценз.</i>													
<i>Н. Контр.</i>	<i>Денисенко</i>												
<i>Утв.</i>	<i>Залого</i>												

Введение

Машиностроение поставляет новую технику всех отраслях народного хозяйства, определяет технический прогресс страны и оказывает решающее влияние на создание материальной базы общества. В связи с этим его развитию всегда придавалось и придается первостепенное значение.

Технология машиностроения - это наука об изготовлении машин требуемого качества в установленном производственной программой количестве и в заданные сроки при наименьших затратах живого и овеществленного труда, то есть при малейшей себестоимости.

В настоящее время углубляется разработка проблемы влияния технологии на физико-химическое состояние металла поверхностного слоя обрабатываемых заготовок, его дислокаций, строения, размеров кристаллических блоков, на эксплуатационные свойства и на надежность деталей машин. Продолжается разработка проблемы технологической наследственности и упрочняющей технологии.

Разрабатываются методы оптимизации технологических процессов по достижении точности, производительности и экономичности изготовления при обеспечении высоких эксплуатационных качеств и надежности работы машины. Создаются системы автоматизированного управления ходом технологического процесса с его оптимизацией по всем основным параметрам изготовления и необходимым эксплуатационным качествам. Разворачиваются работы по созданию гибких автоматизированных производственных систем на основе использования ЭВМ, автоматизации между операционного транспорта и контроля и робототехники.

Продолжается совершенствование технологических процессов изготовления деталей машин и сборки (особенно в направлениях создания малоотходных технологии, чистовой обработки и автоматизации сборочных работ). Развитие технологии машиностроения на данном этапе имеет "осуществлять переход к массовому применению высокоэффективных систем машин и технологических

					ТМЗ 14050236 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		4

процессов, обеспечивающих комплексную механизацию и автоматизацию производства, техническое перевооружение его основных отраслей".

Очень большая связь технологии машиностроения с такими дисциплинами, как теория резания, металлорежущие станки и инструменты, допуски, технические измерения, материаловедение и термическая обработка. рассмотрение технологических вопросов без использования этих наук вообще невозможно.

					ТМЗ 14050236 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		5

1 Анализ служебного назначения машины, узла детали. Описание конструктивных особенностей детали и условий ее эксплуатации

Анализ служебного назначения машины.

Станок 2E440A - станок координатно-расточной, предназначенный для обработки отверстий с точным расположением осей, размеры между которыми заданы в прямоугольной системе координат.

Наряду с растачиванием на станке могут выполняться сверление, легкое (чистовое) фрезерование, разметку и проверку линейных размеров, в том числе и межцентровым расстояний. Станок снабжен поворотными столами, что дает возможность проводить обработку отверстий, заданных в полярной системе координат, наклонных и взаимно перпендикулярных отверстий и проточку торцевых плоскостей.

Станок 2E440A - одноколонного типа, имеет прямоугольный стол с продольным и поперечным перемещением. Предусмотрено учредительное перемещения шпиндельной бабки.

Рабочее и ускоренное перемещение стола осуществляются независимо в продольном и поперечном направлениях асинхронными электроприводами с широким диапазоном регулирования.

Поддачи шпинделя регулируются бесступенчато с помощью фрикционного вариатора. Есть механизм автоматического отключения подачи шпинделя на заданной глубине.

Станок используется для работ в инструментальных цехах (обработка кондукторов и устройств) и в производственных цехах для точной обработки деталей без специальной оснастки.

Точная установка стола на заданную координату производится вручную, маховичком.

Применяя также поставляются со станком поворотные столы и другие принадлежности, можно проводить обработку отверстий, заданных в полярной

					ТМЗ 14050236 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		6

системе координат, наклонных и взаимно перпендикулярных отверстий и проточку торцевых плоскостей.

Класс точности станка А по ГОСТ 8-71.

Общий вид координатно - расточной станок 2Е440А (рис 1.1).



Рисунок 1.1 - Общий вид станка 2Е440А

Габариты рабочего пространства координатно - расточной станок 2Е440А показано [3].

Устройство узла и принцип работы.

Расточная головка состоит из:

- резца расточного поз.4;
- оправки поз.3;
- переходной оправки с конусом 7:24 поз.2;
- крепительных болтов поз.5 (рис 1.2).

Расточная головка совершает вращательное движение, с помощью резца осуществляется работа, а именно снятие некоторого припуска при расточке отверстия. Подается вращение от главного привода станка, потом в коробку скоростей, где переходит в вращения шпинделя станка, так как расточная головка соединена неподвижно относительно шпинделя с помощью сил трения, то расточная головка вращается вместе со шпинделем станка.

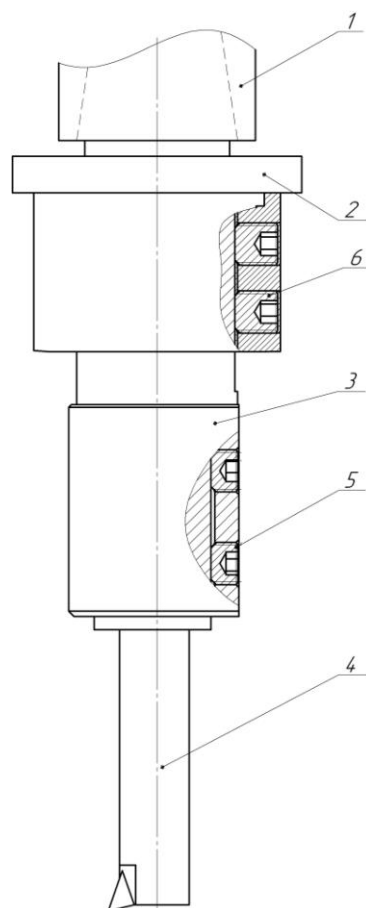


Рисунок 1.2 – Схема расточной головки

Анализ служебного назначения детали

Деталь – корпус оправки служит для закрепления в ней расточные резца. Эксцентричный отверстие оправки необходим для того, чтобы резец имел возможность обрабатывать больший диаметр.

Классификация поверхностей оправки представлена на (рис.1.3).

					ТМЗ 14050236 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		8

Взаимосвязь классифицированных поверхностей приведен в таблицах 1.2 и 1.3.

Таблица 1.2 - Таблица соответствия

Связь	Степень свободы	Название базы
1, 2, 3, 4	II, III, V, VI	Двойная направляющая
5	I	Опорная
6	Вакансия	-

Таблица 1.3 – Матрица связей

X, Y, Z / l, α	X	Y	Z	Название базы
l	1	1	0	Двойная направляющая
α	1	1	0	
l	0	0	1	Опорная
α	0	0	0	
l	0	0	0	-
α	0	0	0	
Σ	2	2	1	5 степеней

Анализ таблиц показал, что деталь в сборочной единицы лишена пяти степеней свободы. Свободная степень является вращательное движение вала.

Таким образом, при разработке технологического процесса изготовления детали нужно обеспечить нужную точность расположения двух поверхностей для реализации двойной направляющей базы.

Деталь и изделие эксплуатируется в помещениях в умеренных условиях в диапазоне температур от +5 до +35°C.

Сама деталь и изделие при работе шума не создают, но агрегат – станок создает шум в 50-60 Дб.

2 Анализ технических требований на изготовление детали

Технические требования на изготовление детали определяются ее служебным назначением. Чертежи выполнены согласно действующим стандартам: ГОСТ 2.109-73 «Основные требования к чертежам», ГОСТ 2.305-68 «Изображенные виды, размеры, сечения», ГОСТ 2.307-68 «Нанесение размеров и предельных отклонений», ГОСТ 2.309-73 «Шероховатость поверхности. Параметры, характеристики и обозначения», ГОСТ 24643-81 «Допуски нормы и расположения поверхностей. Числовые значения».

Чертеж имеет достаточно имеющихся проекций и сечений, расположенных согласно существующим стандартам. На всех поверхностях обозначены исходные данные: размеры, их точность и шероховатость, технические требования на изготовление детали.

Во втором пункте технических требований обсуждены 14 квалитет для неуказанных допусков на размер, потому что его рекомендуется назначать несопрягаемых элементов по низкой точности, к которым не предъявляется существенных функциональных требований. 14 квалитет лучший для металлических деталей, обработанных резанием.

Деталь «Корпус оправки» является типичным представителем деталей типа «Вал», изготавливается из стали 45 ГОСТ 1050-88. Химический состав стали приведен в таблице 2.1, а механические и физические свойства - в таблице 2.2.

Таблица 2.1 - Химический состав стали 45 ГОСТ 1050-88 (в процентах)

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	As	Fe
0,42-0,5	0,17-0,37	0,5-0,8	до 0,25	до 0,04	до 0,035	до 0,25	до 0,25	до 0,08	~ 97

Таблица 2.2 – Механические свойства стали 45 ГОСТ 1050-88

σ_B , МПа	σ_T , МПа	δ , %	ψ , %	НВ, МПа
588	323	14	40	229

Для размера $\varnothing 60$ принято поле допуска f7, потому что посадки H7 / f7 ис-
сому для более точного центрирования, что необходимо для обеспечения точности
при обработке деталей. Посадка H / f дает гарантированный зазор, позволяющий
легко снимать и ставить деталь.

Для отверстия $\varnothing 45$ принято поле допуску H7 ..обеспечуются те же
требования, что описаны выше.

Также на чертеже указано допуск цилиндричности который составляет 0,02,
такой допуск применяют обычно для более точного расположения детали.

Шероховатость поверхностей равна 0,8 мкм по критерию Ra необходима для
обеспечения точного совмещения деталей. Шероховатость поверхности равна 6,3
мкм по критерию Ra необходима для плотного соединения неподвижных
соединений.

При усилении допусков или уменьшения шероховатости увеличивается
стоимость обработки детали, поэтому увеличение точности целесообразно только
в случае значительного увеличения долговечности детали, так как это окупает ее
себестоимость. Также, при слишком гладких сопрягаемых поверхностях может
возникнуть явление «схватывания» и возникнет катастрофический износ..

Некоторые поверхности имеют достаточно низкую шероховатость по
критерию Ra. Это связано с ответственностью и их эксплуатационными
характеристиками. В процессе работы деталь воспринимает вибрации, нагрузки и
коррозионное воздействие агрессивной рабочей среды. Шероховатость
большинства поверхностей выполнена из Ra = 6,3 мкм. Базовые (основные и
вспомогательные) поверхности торцов выполнены с шероховатостью
Ra = 3,2 мкм.

В связи с тем, что поверхности являются базами, то в отношении их
предъявлены довольно жесткие требования, обоснованные эксплуатационными
показателями работы узла. Данное требование к качеству поверхностей позволит
снизить количество концентраторов напряжения и достичь максимальной
работоспособность детали в сборочной единицы.

					ТМЗ 14050236 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		12

Неуказанные предельные отклонения размеров: H14, h14, $\pm IT14 / 2$. Поверхности, на которые отсутствуют требования точной обработки, должны обрабатываться с 14-му качеству точности: отверстия H14, внешние цилиндрические поверхности h14, линейные размеры - $\pm IT14 / 2$. Эти поверхности не являются ответственными и они нужны, чтобы определить конфигурацию детали (усиление, технологические поверхности и т. д.).

Термическая обработка поверхностей составляет 180 ... 240 НВ единиц по критерию Бриннеля. По этим требованиям поверхности детали надо закаливать.

Подводя итог анализа чертежа детали, технических требований предъявленных конструктором, можем сделать вывод, что к детали предъявлены достаточно высокие требования к точности размеров, формы поверхностей и их взаимного расположения. Отдельные поверхности по долгу назначения имеют шероховатость в пределах $Ra = 0,8-1,6$ мкм.

					ТМЗ 14050236 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		13

3 Определение типа производства, такта выпуска и партии запуска, организационной формы производства и описание ее характеристик

Тип производства по ГОСТ 3.1108-74 характеризуется коэффициентом закрепления операций $K_{з.о.}$, который показывает отношение всех различных технологических операций, выполняемых или подлежащих выполнению подразделением в течении месяца, к числу рабочих мест.

Производим расчет $K_{з.о.}$, согласно [3].

Исходные данные:

Годовая программа выпуска изделий $N=500$ штук.

Режим работы предприятия - в две смены.

Действительный годовой фонд работы оборудования, $F_d = 4029$ часов.

Для расчета $K_{з.о.}$ необходимо знать штучное время на выполнение механических операций. Данные о штучном времени изготовления детали «Корпус оправки» на механические операции возьмем из базового технологического процесса.

Таблица 3.1 – Штучное время на механические операции

№ операции	Наименование операции	$T_{шт}$, мин
010	Токарная с ЧПУ	20
015	Шлифовальная	50
020	Фрезерная с ЧПУ	20
025	Сверлильная	15
030	Расточная с ЧПУ	20
035	Шлифовальная	25

Зная штучное время, затраченное на каждую операцию, определяем количество станков по формуле:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{шт}}{60 \cdot F_d \cdot \eta_{з.н.}}, \quad (3.1)$$

где N - годовая программа выпуска изделий, шт;

$T_{шт}$ - штучное время;

F_d - действительный годовой фонд времени, ч;

$\eta_{з.н.}$ - нормативный коэффициент загрузки оборудования, по [3]

$$\eta_{з.н.} = 0,8$$

Таблица 3.2 - Нормирование операций

№ операции	Наименование операции	$T_{ш-к},$ $T_{шт}$	m_p	P	$\eta_{з.ф.}$	O
010	Токарная с ЧПУ	20	0,031	1	0,031	25,78
015	Шлифовальная	50	0,077	1	0,077	10,31
020	Фрезерная с ЧПУ	20	0,031	1	0,031	25,78
025	Сверлильная	15	0,023	1	0,023	34,38
030	Расточная с ЧПУ	15	0,023	1	0,023	34,38
035	Шлифовальная	25	0,031	1	0,031	35,6
Σ	-	155	-	5	-	190,81

Коэффициент закрепления операции подсчитываем по формуле:

$$K_{з.о.} = \frac{\sum O}{\sum P} \quad (3.2)$$

Таким образом коэффициент закрепления операции равен:

$$K_{з.о.} = \frac{190,81}{6} = 31,8 \approx 32, \text{ что соответствует мелкосерийному типу произ-}$$

водства, так как $K_{з.о.}$ входит в пределы $20 < 37 < 40$.

Определяем форму организации производства.

Определяем партию запуска по формуле [3]:

										Лист
										15
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ТМЗ 14050236 - 00 ПЗ					

$$n = Na/254, \quad (3.3)$$

где $a = 24$ – периодичность запуска в днях [3].

$n = 500/24 = 20$, принимаем партию запуска 20 штук.

Определяем среднюю трудоемкость механических операций:

$$T_{cp} = \frac{131,177}{6} = 21,5 \text{ мин.}$$

$n = 6$ - число операций.

Определяем суточное время работы оборудования:

$$F_{сут} = \frac{60 \cdot F_o}{254} = \frac{60 \cdot 4029}{254} = 952 \text{ мин.}$$

Корректируем размер партии за счет определения числа смен на изготовления всей партии:

$$z = \frac{T_{cp} \cdot N_{пар}}{F_z \cdot \eta_{з.н.}} = \frac{22,14 \cdot 29}{476 \cdot 0,8} = 1,68$$

$$F_z = \frac{F_{сут}}{2} = \frac{952}{2} = 476 \text{ мин.}$$

$\eta_{з.н.} = 0,8$ - нормативный коэффициент загрузки оборудования.

Число смен округляем до ближайшего целого значения: $z_{пр} = 2$.

Тогда число деталей в партии:

$$n = (2000 \cdot 12) / 254 = 19,4 \text{ шт.}$$

Так как рассчитанный тип производства мелкосерийный, то выбираем форму организации работ - групповую.

Мелкосерийный тип производства характеризуется ограниченной номенклатурой изделий, изготавливаемых периодически повторяющимися

					ТМЗ 14050236 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		16

партиями и сравнительно большим объемом выпуска. Коэффициент закрепления операций 20-40.

Используется универсальное и специализированное и частично специальное оборудование. Широко применяются станки с ЧПУ, обрабатывающие центры, а также гибкие автоматизированные системы на основе станков с ЧПУ, связанных транспортирующими устройствами, управляемыми от ЭВМ. Оборудование расставляется по технологическим группам с учетом направления основных грузопотоков цеха, по предметно-замкнутым участкам.

					ТМЗ 14050236 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		17

4 Анализ технологичности конструкции детали

Анализ технологичности конструкции детали по качественным показателям.

Качественные показатели характеризуют технологичность конструкции более общее на основе опыта исполнителя. К качественным показателям относятся: материал детали, установка в станке (базирование и закрепление), размещение размеров, допуски формы и размещения, геометрическая форма, возможность использования прогрессивных способов обработки поверхностей.

Деталь корпус оправки является типичным представителем деталей типа вал, так как это тело вращения, изготавливается из стали 45 ГОСТ 1050-88. Согласно ГОСТ 1050-88 химический состав представлен в таблице 2.1.

Механические свойства представлены в пункте 2. Анализируя деталь с использованным материалом необходимо отметить, что сталь 45 имеет хорошую лезвийную обрабатываемость. Стали заменители: 40Х, 50, 50Г2.

Анализируя форму поверхностей детали с точки зрения возможности применения высокопроизводительного оборудования, можно отметить, что большинство механически обрабатываемых поверхностей являются простыми и открытыми, что значительно облегчает обработку, так как в большей степени достигнута точность обработки зависит от простоты конструктивных форм. Наличие внутреннего отверстия свидетельствует о нетехнологичности детали.

Рассматривая чертеж детали можно сделать вывод, что выполнена деталь в соответствии с ГОСТ, существует достаточное количество видов, разрезов, позволяет без затруднений читать чертежи. Вообще, по этому пункту деталь технологична.

Упрощение требований чертежа, предложенных конструктором, в отношении точности и качества поверхностей не имеет возможности, так как деталь ответственная и для соответствия детали ее функционального назначения необходимо обеспечить соответствующее качество и точность поверхностей, поэтому по этому пункту деталь не технологична.

					ТМЗ 14050236 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		18

Анализируя форму поверхностей детали с точки зрения возможности применения высокопроизводительного оборудования, можно отметить, что большинство поверхностей являются простыми (цилиндрические, плоские), что значительно облегчает обработку, так как в большей степени достигнута точность обработки зависит от простоты конструктивных форм, поэтому при анализе поверхностей можно сказать что по этому показателю деталь технологична.

Анализируя деталь с использованием необрабатываемых поверхностей можем сделать вывод, что она не технологическая, так как деталь ответственная, большинство поверхностей контактирующих с другими деталями узла и выполняют различные функциональные назначения, поэтому все поверхности обрабатываемой с большой шероховатость и точностью.

Анализируя чертеж детали можно сделать вывод, что выполнено оно в соответствии со стандартами, хотя имеет некоторые неточности, такие как пересечение размерных линий, накопления размеров, данные замечания незначительные и пониманию чертежи не мешают. Поэтому можно считать деталь по этому пункту есть технологичной.

Упрощение требований чертежи, предложенных конструктором, в отношении точности и качества поверхностей не имеет возможности, так как деталь ответственная и для соответствия детали ее функциональному назначению необходимо обеспечить соответственно их качество, поэтому по этому пункту деталь не технологична.

Масса заготовки составляет 2,44 кг, что свидетельствует о том, что при транспортировке, установке заготовки на станок не нужно использовать вспомогательные подъемные механизмы (кран-балки, мостовые краны). Итак по массе заготовка деталь технологична.

Конструкция детали достаточно жесткой, что позволяет, при механической обработке ее поверхностей, применять производительные режимы резания и много инструментальную обработку, что является технологичным.

					ТМЗ 14050236 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		19

На основе рассмотренного чертежа детали «Корпус оправки», можем сделать вывод, что существуют не технологические конструктивные элементы:

- внутренние цилиндрические поверхности: $\varnothing 45H7x65$ Ra = 0,8 (с допуском на цилиндричность 0,02мм) - поверхность имеет достаточно высокую точность и качество обработки, это не технологически, так повышает себестоимость изготовления детали, увеличивает припуск на механическую обработку и количество этапов на обработку этой поверхности.

- внешняя цилиндрическая поверхность $\varnothing 60f7x80$ Ra = 0,8 - поверхность имеет достаточно высокую точность и качество обработки, это не технологически, так повышает себестоимость изготовления детали, увеличивает припуск на механическую обработку и количество этапов на обработку этой поверхности.

Выше приведены замечания является не технологическими, но они есть конструктивными: необходимые для использования детали в узле, а значит изменить их нет возможности, все остальные поверхности являются технологическими.

Количественный анализ технологичности детали.

В качестве количественных показателей будут рассмотрены: масса детали, коэффициент использования материала, коэффициент точности обработки, коэффициент шероховатости поверхностей, уровень технологичности конструкции по технологической себестоимости.

Таблица 4.1 - Определение коэффициента точности

Квалитет точности	Количество значений n_i	$T_i \cdot n_i$
6	2	12
7	1	7
8	1	8
9	1	9
11	1	11
14	12	122

Определяем коэффициент точности обработки:

$$K_m = 1 - \frac{1}{T_{cp}} = 1 - \frac{\sum n_i}{\sum T \cdot n_i} \quad (4.1)$$

где $\sum n_i$ – число размеров соответствующего классу точности;

T – класс точности обработки.

$$T_{cp} = \frac{\sum T_i n_i}{n_i} = \frac{12 + 7 + 8 + 9 + 11 + 332 + 17}{2 + 1 + 1 + 1 + 1 + 23 + 1} = 12,9.$$

$$k_{т.ч} = 1 - \frac{1}{T_{cp}} = 1 - \frac{1}{12,9} = 0,92,$$

По этому показателю деталь технологична.

Определяем коэффициент шероховатости:

$$K_w = \frac{1}{Ш_{cp}} = \frac{\sum n_{im}}{\sum Ш \cdot n_{im}}, \quad (4.2)$$

где $\sum n_{im}$ – число поверхностей соответствующего классу шероховатости

Таблица 4.2 – Определение коэффициента шероховатости

Шероховатость $Ш_i$	n_i	$Ш_i \cdot n_i$
Ra 0,8	1	0,8
Ra 1,6	3	4,8
Ra 3,2	5	16
Ra 6,3	13	81,9

$$Ш_{cp} = \frac{\sum Ш_i \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{0,8 + 4,8 + 16 + 81,9}{1 + 3 + 5 + 13} = 4,7.$$

$$k_{ш} = \frac{1}{Ш_{cp}} = \frac{1}{4,7} = 0,21,$$

По этому показателю деталь технологична.

Определение коэффициента использования материала:

$$K_{ИМ} = \frac{M}{M_3}, \quad (4.3)$$

где M – масса готовой детали, $M = 2,44$ кг

M_3 – масса заготовки, $M_3 = 3,9$ кг

$$M_3 = M \cdot K_p = 2,44 \cdot 1,5 = 3,9 \text{ кг} \quad (4.4)$$

$$K_{ИМ} = \frac{2,44}{3,9} = 0,62$$

По этому показателю деталь технологична.

По качественным и количественным показателям деталь технологична.

					ТМЗ 14050236 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		22

5 Выбор и обоснование способа получения исходной заготовки

Основным условием рациональной технологии есть максимальное приближение формы и размеров заготовки к форме готовой детали, поэтому проектирование заготовки является одним из важнейших этапов построения технологического процесса. Материал не должен иметь трещин и рыхлот, которые повлекут за собой повреждения детали.

Исходя из типа производства и формы его организации можно предложить два метода получения заготовок прокат или штамповку в подкладных штампах.

Рассчитаем размеры заготовки по второму варианту по ГОСТ 7505-89 и определим ее массу.

5.1 Расчет метода получения заготовки из проката:

$$S_{ЗАГ} = M + \Sigma C_{0,3}, \quad (5.1)$$

где M – затраты на материал заготовки

$\Sigma C_{0,3}$ – технологическая стоимость правки, калибровки прутков, их порезку на заготовки.

$$C_{0,3} = \frac{C_{п.з} \cdot T_{шт(ш-к)}}{60 \cdot 100}, \quad (5.2)$$

где $C_{п.з}$ – приведенные затраты на рабочем месте, грн/час;

$T_{шт(ш-к)}$ – штучное время на операцию.

$$C_{0,3} = \frac{16 \cdot 1,45}{60 \cdot 100} = 0,0038$$

$$M = QS - (Q - q) \cdot \frac{S_{отх}}{1000} \quad (5.3)$$

где $S = 35$ грн – базовая стоимость одного кг материала, грн.

$Q = 5$ кг – масса заготовки;

$q = 2,44$ кг – масса готовой детали;

$S_{отх} = 5000$ грн – цена одной тонны отходов.

					ТМЗ 14050236 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		23

$$M = 35 \cdot 5 - (5 - 2,44) \frac{5000}{1000} = 448 \text{ грн.}$$

$$S_{\text{ЗАГ}} = 448 + 0,0038 = 448 \text{ грн.}$$

5.2 Расчет метода получения заготовки из штамповки в подкладных штампах:

$$S_{\text{ЗАГ}} = \left(\frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot K_m \cdot K_c \cdot K_b \cdot K_M \cdot K_n \right) - (Q - q) \cdot \frac{S_{\text{отх}}}{1000} \quad (5.4)$$

где $C_i = 35000$ грн – базовая стоимость одной тонны материала, грн.

$Q = 5$ кг – масса заготовки;

$q = 2,44$ кг – масса готовой детали;

$K_T = 1$ – коэффициент который учитывает класс точности;

$K_c = 1,15$ – коэффициент который учитывает группу сложности;

$K_b = 0,87$ – коэффициент который учитывает массу;

$K_M = 1$ – коэффициент который учитывает материал;

$K_n = 0,8$ – коэффициент который учитывает объем заготовок;

$S_{\text{отх}} = 5000$ грн – цена одной тонны отходов.

$$S_{\text{заг}} = \left(\frac{35000}{1000} \cdot 5 \cdot 1 \cdot 1,15 \cdot 0,87 \cdot 1 \cdot 0,8 \right) - (5 - 2,44) \frac{5000}{1000} = 128 \text{ грн.}$$

Себестоимость проката выше, поэтому принимаем заготовку - штамповку в подкладных штампах.

Расчет припусков и допусков на штампованную заготовку согласно ГОСТ 7505-89.

Исходные данные для расчета припусков: материал:

- сталь 45 ГОСТ 1050-88;
- масса детали - 5,0 кг;
- подогрев заготовки - индукционный;

					ТМЗ 14050236 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		24

6. Допускаемая величина смещения по поверхности разъема штампа - 1 мм.

7. Допускаемое отклонение по изогнутости от плоскостности и прямолинейности не более 1,2 мм.

8. Маркировать номер заказа, номер позиции ударным способом шрифтом 3...5 ГОСТ 2930 - 62.

9. Шероховатость поверхностей поковки Ra 50 мкм.

					ТМЗ 14050236 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		26

6 Анализ существующего технологического процесса

6.1 Расчет припусков на механическую обработку

Расчет припусков проводим на наиболее точную цилиндрическую поверхность детали $\varnothing 60f7$ мм, на трех переходах с шероховатостью 1,6 мкм по критерию Ra на ЭВМ согласно методическим указаниям.

Количество стадий обработки поверхности включительно с заготовительной – 3:

- черновое точение;
- чистовое точение;
- шлифование.

Для расчета припусков на операцию, введем исходные данные по каждому технологическому переходу. Расчетная формула для нахождения припуска внешней цилиндрической поверхности имеет вид:

Выбор элементов припусков по переходам.

Высоту микронеровностей Rz и глубину дефектного слоя T выбираем:

а) для заготовки Rz=200мкм, T=250мкм [4];

б) по переходам [4]

- черновое точение Rz=100мкм, T=100мкм;

- получистовое точение Rz=50мкм, T=50мкм.

Рассчитываем пространственное отклонение формы $\rho_{заг}$:

$$\rho_{заг} = \sqrt{\rho_{см}^2 + \rho_{кор}^2} \quad (6.1)$$

где $\rho_{см} = 1000$ – величина смещения, мкм [3];

$\rho_{кор} = 500$ – величина коробления, мкм [4].

$$\rho_{заг} = \sqrt{1000^2 + 500^2} = 1118 \text{ мкм.}$$

					ТМЗ 14050236 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		27

Определение пространственных отклонений на каждой из операций маршрута вычисляются по формуле:

$$\rho_i = \rho_{\text{заг}} \cdot k_y, \quad (6.2)$$

где $\rho_{\text{заг}}$ – пространственное отклонение формы заготовки, мкм;

k_y - коэффициент уточнения [7]:

- черновое точение: $k_y=0,06$;

- чистовое точение: $k_y=0,05$;

- шлифование: $k_y=0,04$.

Рассчитываем пространственные отклонения для каждой из стадий:

- черновое точение: $\rho_{\text{чер}} = 1740 \cdot 0,06 = 67 \text{ мкм}$;

- чистовое точение: $\rho_{\text{п/ч}} = 1740 \cdot 0,05 = 56 \text{ мкм}$;

- шлифование: $\rho_{\text{чист}} = 1740 \cdot 0,04 = 45 \text{ мкм}$.

Погрешность установки на стадии обработки – отсутствует, так как обработка ведется в центрах.

Таблица 6.1 – Исходные данные для расчетов припусков Ø25k6

Наименование перехода	Точность	Предельные отклонения	Элементы припуска, мкм				
			R_z	h	ρ	ϵ_y	
						ϵ_6	ϵ_3
Обработка давлением	T2	$63,1 \begin{smallmatrix} +2 \\ -1,2 \end{smallmatrix}$	100	50	700	-	-
Точение черновое	h12	$61_{-0,3}$	63	60	42	100	100
Точение чистовое	h9	$60,3_{-0,12}$	32	30	28	60	40
Шлифование	f7	$60 \begin{smallmatrix} -0,03 \\ -0,06 \end{smallmatrix}$	6,3	12	14	0	0

Исходные данные вводим в программу на ЭВМ, которая производит расчет припусков и межоперационных размеров и производит распечатку (приложение Б). На основе этой распечатки строим схему расположения припусков и допусков (рисунок 6.1), которую также размещаем и на чертеже заготовки.

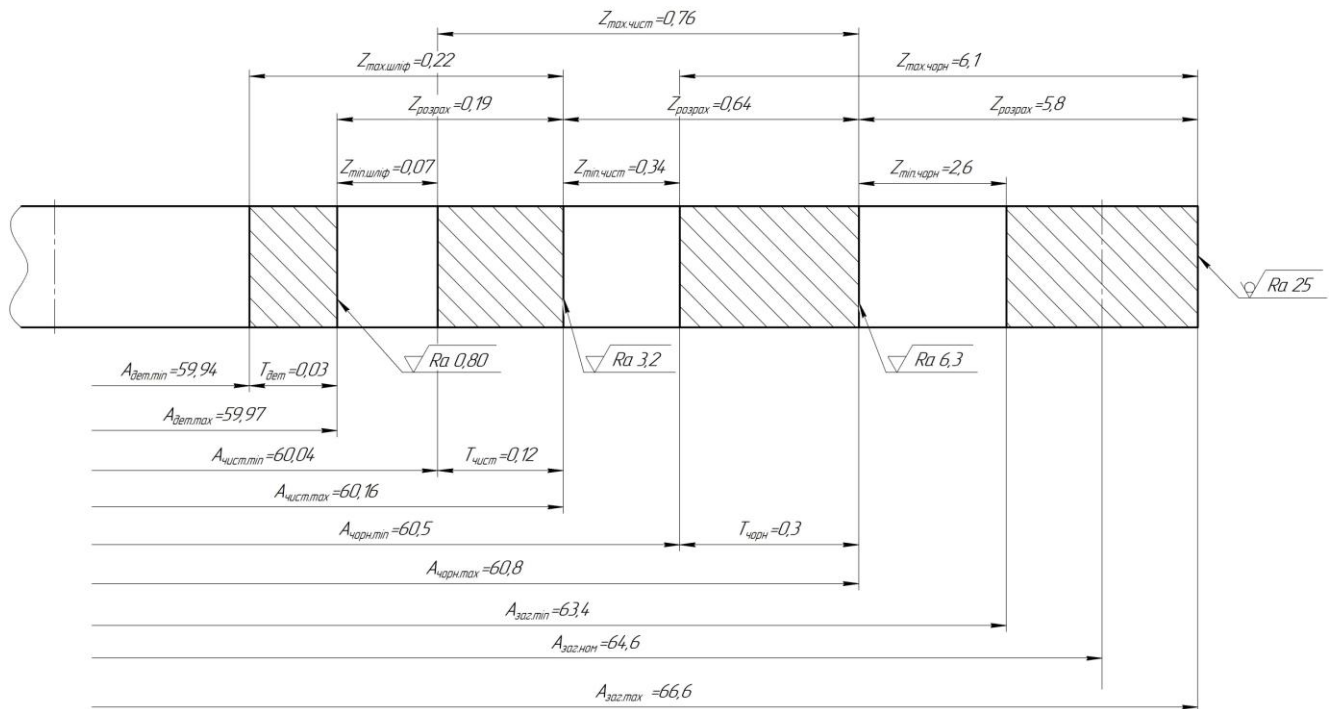


Рисунок 6.1- Схема расположения припусков и допусков для наружной цилиндрической поверхности $\varnothing 60f7 \left(\begin{smallmatrix} 0,03 \\ -0,06 \end{smallmatrix} \right)$ мм

При сравнении припуска на поверхность $\varnothing 60f7$ мм рассчитанного аналитическим способом и припуска назначенного по ГОСТ 7505-89 можно отметить что значения незначительно отличаются между собой, поэтому расчет корректный.

6.2 Анализ и обоснование схемы базирования и закрепления

Качество изготовления детали в большой степени зависит от правильности установки и закрепления заготовки на станке. Установка состоит из базирования, т.е. ориентации заготовки относительно исполнительных органов станка, инструмента или траектории его перемещения, и закрепления, т.е. приложения

сил к заготовке для фиксации положения заготовки, достигнутого при базировании.

Операция 010 «Токарная с ЧПУ».

На операции из двух установов выполняется обработка заготовки «Корпус оправки». Выбор схемы базирования будем проводить исходя из погрешности базирования на линейный размер 120 мм и 80 мм.

Так как данная заготовка обрабатывается в трехкулачковом самоцентрирующемся патроне и относится к простым деталям, то можно предложить только одну схему базирования и закрепления изображенную на рис.6.2 (см. Табл. 6.2, 6.3).

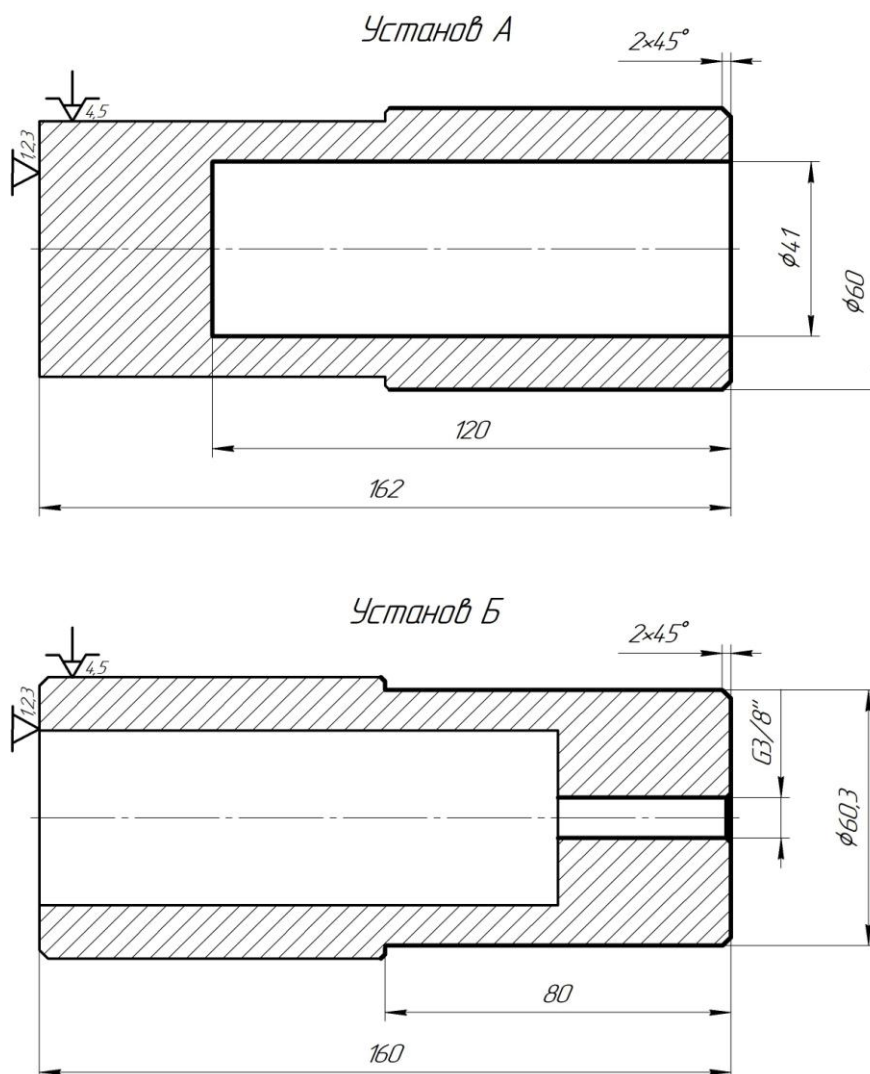


Рисунок 6.2 – Операционный эскиз на операцию 010 «Токарная с ЧПУ».

Таблица 6.2 – Таблица соответствий

Связь	Степень свободы	Название базы
1, 2, 3	II, III, V	Установочная
4, 5	I, VI	Двойная-опорная
6	Вакансия	–

Таблица 6.3 – Матрица связей

X, Y, Z / l, α	X	Y	Z	Название базы
l	1	1	1	Установочная
α	0	0	0	
l	0	0	0	Двойная-опорная
α	1	1	0	
l	0	0	0	-
α	0	0	0	
Всего	2	2	1	5 ступеней

Поскольку технологическая база и измерительная база не совпадают, то с данной схемы базирования можно сделать вывод, что погрешность базирования для размера 120 мм и 80мм будет равняться погрешности на размер 160мм.

Погрешность базирования будет равняться

$$\varepsilon_{6160} = T_{160} = 400 \text{ мкм};$$

$$T_{160} > T_{120} (400 \text{ мкм} > 350 \text{ мкм});$$

$$T_{160} > T_{80} (400 \text{ мкм} > 300 \text{ мкм});$$

Вывод: так как допуски на размер выдержать невозможно, необходимо сделать совмещение технологической и измерительной базы, что нивелирует погрешность.

Операция 020 «Фрезерная с ЧПУ».

На операции 020 происходит фрезерования лысок $59 \pm 0,1$ мм и $63,5 \pm 0,1$ с одной стороны. Рассмотрим базирования заготовки на рисунке 6.3. Данная схема базирования предусматривает двойную направляющую, и опорную базу. Заготовка остается пяти степеней свободы (табл. 6.4).

					ТМЗ 14050236 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		31

Так как наша деталь будет закрепляться в призмах, то погрешность базирования для размеров 59 мм и 63,5 мм будет одинаковой для данных схем базирования, и составит:

где TD - допуск на размер диаметра по которому будет закрепляться в призмах.

$\alpha = 90^\circ$ - угол наклона призм; (см. Табл. 6.6 и 6.7).

$$\varepsilon_b = \frac{30}{2 \sin \frac{90}{2}} = 15 \text{ мкм};$$

Выбор схемы базирования будем проводить исходя из погрешности базирования на линейный размер 75 мм.

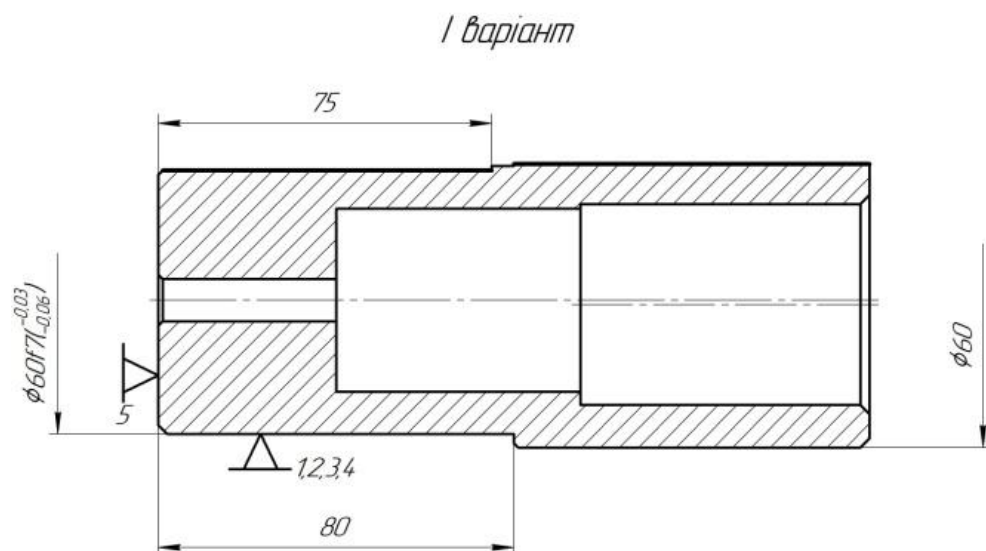


Рисунок 6.4 - Схема базирования заготовки на фрезерной операции I вариант

С данной схемы базирования можно сделать вывод, что погрешность базирования для размера 75 мм будет равна нулю. В связи с тем, что измерительная и технологическая базы совпадают.

Рассмотрим другую схему базирования заготовки, где изменим только опорную базу на другой торец (рис.6.5). Данная схема также оставляет пяти степеней свободы.

Таблица 6.4 – Таблица соответствий

Связь	Степень свободы	Название базы
1, 2, 3, 4	II, III, V, VI	Двойная-направляющая
5	I	Опорная
6	Вакансия	–

Таблица 6.5 – Матрица связей

X, Y, Z / l, α	X	Y	Z	Название базы
l	1	1	0	Двойная-направляющая
α	1	1	0	
l	0	0	1	Опорная
α	0	0	0	
l	0	0	0	-
α	0	0	0	
Всего	2	2	1	5 ступеней

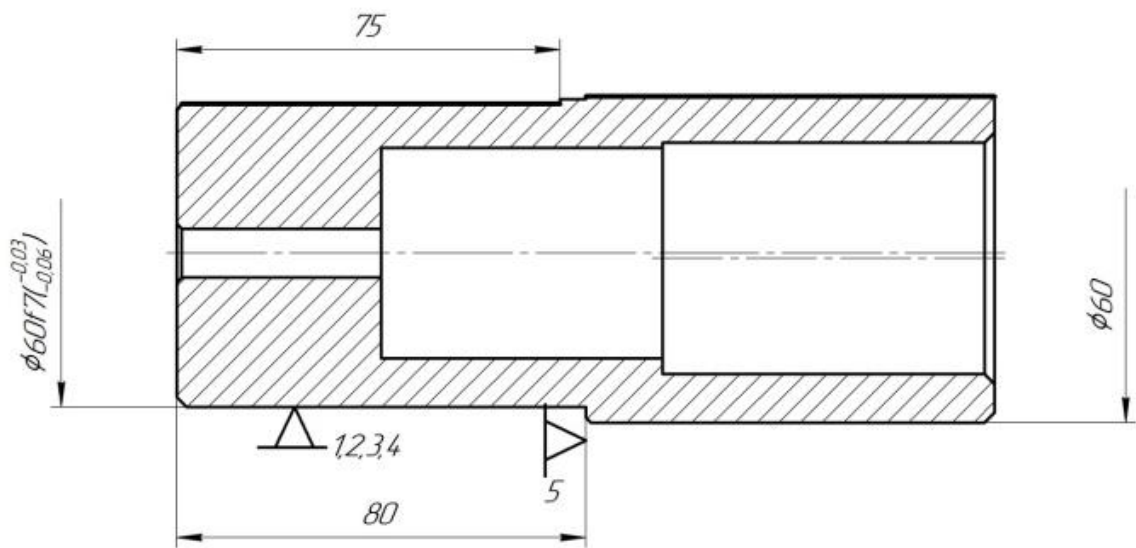


Рисунок 6.5 - Схема базирования заготовки на фрезерной операции II вариант

В данной схеме технологическая и измерительная база не совпадает, следовательно погрешность базирования на размер 75 мм будет равняться допуску на размер 80 мм.

Рассматривая данные схемы базирования выбираем первую схему базирования, так как, в ней отсутствует погрешность базирования на размер 75 мм.

Таблица 6.6 – Таблица соответствий

Связь	Степень свободы	Название базы
1, 2, 3, 4	II, III, V, VI	Двойная-направляющая
5	I	Опорная
6	Вакансия	–

Таблица 6.7 – Матрица связей

X, Y, Z / l, α	X	Y	Z	Название базы
l	1	1	0	Двойная-направляющая
α	1	1	0	
l	0	0	1	Опорная
α	0	0	0	
l	0	0	0	-
α	0	0	0	
Всего	2	2	1	5 ступенів

6.3 Обоснование и выбор моделей металлорежущих станков

Для операций 010 – токарная с ЧПУ предлагаем использовать токарный станок с ЧПУ модели 16К20Ф3, паспортные данные которого взяты из [4].

Подробные технические характеристики станка модели 16К20Ф3 приведены в таблице 6.3

Таблица 6.3 – Технические характеристики станка модели 16К20Ф3

Параметры	Значения параметров
Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки, мм:	
- над станиной	480
- над суппортом	210
Наибольший диаметр прутка, проходящего через отверстие	

шпинделя, мм	55
Наибольшая длина обрабатываемой заготовки, мм	1000
Шаг нарезаемой резьбы: - метрической, мм - дюймовой, число ниток на дюйм - модульной, модуль - питчевой, питч	До 10 – – –
Частота вращения шпинделя, об/мин	12,5 – 2000
Число скоростей шпинделя	24
Наибольшее перемещение суппорта, мм: - продольное - поперечное	750 270
Подача суппорта, мм/мин: - продольная - поперечная	1 – 1200 1 – 600
Число ступеней подач	Б/с
Скорость быстрого перемещения суппорта, мм/мин: - продольного - поперечного	4800 2400
Мощность электродвигателя главного привода, кВт	11
Коэффициент полезного действия	0,85
Габаритные размеры: - длина - ширина - высота	3850 2100 1600
Масса, кг	5300

Для операции 020 – вертикально-фрезерная Для обработки пазов предлагается два фрезерных станки моделей EcoMill 350 и 6P12. Анализ технических характеристик станков, позволил предлагаемые для обработки заготовки вертикально-фрезерный станок модели EcoMill 350.

Выбор оборудования был сделан с учетом таких технологических признаков:

- станок может обеспечить точность согласно чертежа
- достаточные размеры поверхности стола;
- мощность двигателя достаточна для фрезерования пазов;

					ТМЗ 14050236 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		35

- габариты станка EcoMill 350 меньше, чем 6P12.

Таблица 6.4 –Техническая характеристика станка модели EcoMill 350

Параметры	Значения параметров
Размеры рабочей поверхности стола, мм:	
- ширина	320
- длинна	1000
Наибольшая длина обрабатываемой заготовки, мм	750
Наибольшее перемещение стола, мм:	
- продольное	600
- поперечное	250
- вертикальное	380
- угловое (шпиндельной головки), °	90
Частота вращения шпинделя, об/мин	31,5 – 1600
Подача стола, мм/мин:	
- продольная и поперечная	12,5-1250
- вертикальная	12,5-1250
Перемещение гильзы со шпинделем, мм	100
Расстояние от торца шпинделя до рабочей поверхности стола, мм	35-435
Внутренний конус шпинделя	50
Габаритные размеры, мм:	
- длинна	1705
- ширина	1650
- высота	2020
- масса, кг	3120
Мощность электродвигателя главного привода, кВт	7,5
Коэффициент полезного действия	0,9

Станок также выбран в соответствии с рекомендациями по выбору оборудования в мелкосерийном производстве.

6.4 Обоснование и выбор станочных приспособлений, металлорежущего и измерительного инструментов

В мелкосерийном производстве используем систем УСП, как наиболее распространенную и оптимальную для данных условий.

Для установки и закрепления детали «Корпус оправки» на операции 010 в качестве приспособления используем:

- патрон 7100 – 0031 – 2 – 1 ГОСТ 2675 – 80.

В данном приспособлении путем несложной переналадки могут обрабатываться детали подобные заданной.

Для обработки заданных поверхностей на операции применяем режущие инструменты:

- резец проходной упорный 2101 – 0601 Т5К10 ГОСТ 20872 – 80 – для точения наружных поверхностей и подрезания торцов;

- резец расточной 2141 - 0124 Т5К10 ГОСТ 18063 - 72;

- сверло спиральное Ø14,9 2300-7032 ГОСТ 886-77;

- метчик G3 / 8 " 2625-0017 ГОСТ3266-81.

При обработке применяем смазочно – охлаждающую жидкость 7-10% УКРИНОЛ – 1 ТУ 38 – 101197 – 76 для возможности осуществления обработки с более высокими скоростями резания.

Вспомогательные инструменты не нужны так как режущие инструменты непосредственно устанавливаются в резцедержатель станка.

Для контроля размеров на операции 010 – токарная с ЧПУ применяем универсальный шкальный мерительный инструмент:

- образцы шероховатости ГОСТ 9378-93;

- штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166 - 89.

Одним инструментом можно проконтролировать все размеры.

Инструмент был подобран из условия, чтобы цена деления была меньше 0,33 наименьшего допуска размера на данной операции, что удовлетворяет условию.

					ТМЗ 14050236 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		37

Операция 020 – фрезерная с ЧПУ.

В общем объеме технологической оснастки около 50% составляют вер-
статные устройства. Применение станочных приспособлений позволяет

- надежно базировать и закреплять деталь, обрабатывается с сохранением ее жесткости в процессе обработки;

- стабильно обеспечивать высокое качество обрабатываемых деталей при минимальной зависимости качества от квалификации рабочего;

- повысить производительность и облегчить условия труда рабочего в результате механизации приспособлений;

- расширить технологические возможности используемого оборудования.

На операции используются следующие инструменты:

- фреза 2220-0016 P6M5 ГОСТ 17025-71 - концевая фреза $\varnothing 16$ с цилиндрическим хвостовиком;

- фреза 2220-0025 P6M5 ГОСТ 17025-71 - концевая фреза $\varnothing 25$ с цилиндрическим хвостовиком.

Все поверхности на данной операции обрабатываются начерно (по 14-му качеству), поэтому, учитывая материал детали в соответствии с [6] были приняты выше указанные инструментальные материалы с покрытием их рабочих частей нитридом титана TiN.

При обработке применяем смазочно – охлаждающую жидкость 7-10% УКРИНОЛ–1 ТУ38–101197–76.

Для данной операции также предусматриваем вспомогательные инструменты - цанговый патрон 1-30-2-90 ГОСТ 26539-80 для установки или крепления инструментов в шпинделя станка.

Для контроля размеров на операции 020 применяем универсальный шкальный мерительный инструмент а именно штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166–89.

					ТМЗ 14050236 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		38

Применение данных инструментов экономически обосновано в мелкосерийном производстве, так как они позволяют проконтролировать размеры всего предела измерения с одинаковой точностью.

6.5 Расчет режимов резания

Производим расчет режимов резания на операцию 010 – токарная с ЧПУ. Режимы резания назначаем табличным способом и сводим в таблицу 6.4.

Исходные данные: на токарном с ЧПУ станке 16К20Ф3 обрабатывается деталь начерно. Обрабатываемый материал – сталь 45 с пределом прочности σ_B – 290МПа, заготовка – поковка штампованная.

Геометрические параметры резца:

- главный угол в плане $\varphi = 93^\circ$;
- вспомогательный угол в плане $\varphi_1 = 7^\circ$;
- угол при вершине $\varepsilon = 80^\circ$
- материал резца–Т5К10.

Глубина резания $t = 2$ мм.

Подача: $S=0,8-1,3$ мм/об [4], принимаем меньшее значение подачи $S=0,8$ мм/об - по рекомендациям. Принятое значение подачи уменьшаем в 0,75 раза так как обработка ведется с ударами [4].

Следовательно подача при подрезке торца

$$S=0,8*0,75=0,6 \text{ мм/об.}$$

Скорость резания определяем по формуле [4]:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v, \text{ м/мин,} \quad (6.6)$$

где $T = 90$ мин – стойкость инструмента;

					ТМЗ 14050236 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		39

$C_V = 215$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,45$ – коэффициенты в формуле скорости резания, зависящие от вида обработки, обрабатываемого материала, инструментального материала [4];

K_V - общий поправочный коэффициент на скорость резания;

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПВ} \cdot K_{ИВ}, \quad (6.7)$$

где K_{MV} - поправочный коэффициент на обрабатываемый материал [4];

$$K_{MV} = K_V \cdot \left(\frac{750}{\sigma_s} \right)^{n_V}, \quad (6.8)$$

где $K_V = 1$ - коэффициент, характеризующий группу стали по обрабатываемости [4];

$n_V = 1,0$ - показатель степени, учитывающий группу стали по обрабатываемости [4];

$\sigma_s = 290 \text{ МПа}$ - предел прочности стали 45.

$K_{ИВ} = 1,0$ - поправочный коэффициент на инструментальный материал [4];

$K_{ПВ} = 0,8$ - поправочный коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки [4].

$$K_{MV} = 1 \cdot \left(\frac{750}{290} \right)^{1,0} = 1,16$$

Общий поправочный коэффициент K_V по формуле:

$$K_V = 1,16 \cdot 1,0 \cdot 0,8 = 0,927.$$

Скорость резания по формуле:

$$V = \frac{215}{90^{0,2} \cdot 2,5^{0,15} \cdot 0,6^{0,45}} \cdot 0,927 = 102 \text{ м/мин.}$$

					ТМЗ 14050236 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		40

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 102}{\pi \cdot 70} \approx 655 \text{ об/мин.} \quad (6.9)$$

где $D=70$ мм – диаметр обрабатываемой заготовки.

Подачу $S=0,6$ мм/об и частоту вращения шпинделя $n=655$ об/мин не округляем к паспортным данным, так как данный станок имеет бесступенчатое регулирование частот вращения и подач.

Главная составляющая силы резания [4]:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \text{ Н,} \quad (6.10)$$

где $C_p = 204$; $x = 1,0$; $y = 0,75$; $n = 0$ - коэффициенты в формуле силы резания, зависящие от [6];

K_p - поправочный коэффициент на силу резания;

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP}, \quad (6.11)$$

где

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_6}{750} \right)^n = 0,792$$

коэффициент, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала на силовые зависимости [4];

$n = 0,75$ - показатель степени, учитывающий группу стали по обрабатываемости [4];

$K_{\varphi P} = 0,89$; $K_{\gamma P} = 1,1$; $K_{\lambda P} = 1,0$; $K_{rP} = 1,0$ - коэффициенты, учитывающие влияние геометрических параметров режущей части инструмента [4];

$$K_p = 0,792 \cdot 0,89 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,776 ;$$

					ТМЗ 14050236 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		41

$$P_z = 10 \cdot 204 \cdot 2,5^1 \cdot 0,6^{0,75} \cdot 102^0 \cdot 0,776 \approx 1560 \text{ Н.}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V_d}{1020 \cdot 60} = \frac{2700 \cdot 102}{1020 \cdot 60} = 3,2 \text{ кВт.} \quad (6.12)$$

Проверяем, достаточна ли мощность привода станка. Необходимо, чтобы $N < N_{\text{шп}}$; $N_{\text{шп}} = N_d \cdot \eta$. Для станка 16Р20Ф3

$$N_{\text{шп}} = 11 \cdot 0,85 = 9,35 \text{ кВт} > N = 3,2 \text{ кВт,}$$

следовательно, обработка возможна.

Определяем основное время T_o по формуле:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}, \quad (6.13)$$

где L – длина рабочего хода инструмента;

$i = 1$ – число проходов.

$$L = l + l_{\text{врез}} + l_{\text{пер}}, \quad (6.14)$$

где $l = 80$ мм - длина резания;

$l_{\text{врез}} + l_{\text{пер}} = 8$ мм – длина врезания и перебега [5].

$$L = 80 + 8 = 88 \text{ мм.}$$

Определяем основное время T_o по формуле:

$$T_o = \frac{88 \cdot 1}{560 \cdot 0,6} = 0,22 \text{ мин.}$$

					ТМЗ 14050236 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		42

Таблица 6.7 – Режимы резания для операции 010 «Токарная з ЧПУ»

Наименование перехода	Параметры режимов					L, мм	T_o , мин.	Способ расчета
	t, мм	s, мм/об	n, об/мин	V, м/мин	i			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Установ А								
Точить Ø66	2	0,7	560	123	1	80	0,22	Аналит
Точить торец ø66/80	2,5	0,4	1000	136	1	33	0,1	Табл.
Сверлить отверстие Ø11,4	7,45	0,07	1200	41,4	1	120	3,9	Табл.
Расточить поверхность Ø41	3	0,3	560	93	5	72	3,6	Табл.
Установ Б								
Точить поверхность Ø60,3	1,5	0,6	800	151,4	2	80	0,34	Табл.
Точить торец Ø60,3/80	2,5	0,4	1000	136	1	30	0,1	Табл.
Сверлить отверстие Ø11,4	7,45	0,07	1200	41,4	1	40	1,3	Табл.
Нарезать резьбу G3/8''	0,85	1,337	200	9,3	2	40	0,3	Табл.
Всего							9,86	

Также в данном пункте производим расчет режимов резания на операции 020 – вертикально-фрезерная с ЧПУ.

Исходные данные: на вертикально-фрезерном станке производится фрезеровка паза на плоскости торца детали. Обрабатываемый материал – сталь 45 с пределом прочности σ_B – 290 МПа.

Расчет режимов резания при фрезеровании паза аналитическим методом.

Геометрические параметры фрезы:

- главный угол в плане $\varphi = 90^\circ$;
- число зубьев фрезы $z=4$;
- материал фрезы – быстрорежущая сталь P6M5;
- диаметр фрезы $d=25$ мм;

Глубина резания $t = 8$ мм.

Ширина фрезерования $B=20$ мм.

Подача при фрезеровании:

$S_z = 0,02$ мм/зуб - табличная подача на зуб при черновой стадии обработки, зависящая от группы материала, диаметра фрезы и глубины резания [4];

Оборотная подача:

$$S_0 = S_z \cdot z, \quad (6.15)$$

$$S_0 = 0,02 \cdot 4 = 0,08 \text{ мм/об.}$$

Скорость резания при фрезеровании:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v, \quad (6.16)$$

где $C_v = 92$ – коэффициент в формуле скорости резания, зависящий от обрабатываемого материала, инструментального материала [4];

$q=0,22$ – коэффициент в формуле скорости резания, зависящий от обрабатываемого материала, инструментального материала [4];

$y=0,31$ – коэффициент в формуле скорости резания, зависящий от обрабатываемого материала, инструментального материала [4];

$x=0,06$ – коэффициент в формуле скорости резания, зависящий от обрабатываемого материала, инструментального материала [4];

$u=0,25$ – коэффициент в формуле скорости резания, зависящий от обрабатываемого материала, инструментального материала [4];

$p=0,11$ – коэффициент в формуле скорости резания, зависящий от обрабатываемого материала, инструментального материала [4];

$m=0,24$ – коэффициент в формуле скорости резания, зависящий от обрабатываемого материала, инструментального материала [4];

$T=90$ мин – период стойкости фрезы при обработке коррозионностойкой стали 45 [4];

K_v – общий поправочный коэффициент, учитывающий конкретные условия обработки.

					ТМЗ 14050236 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		44

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IIV}, \quad (6.17)$$

где K_{MV} - поправочный коэффициент на обрабатываемый материал [4];

$K_{IV} = 1$ - поправочный коэффициент на инструментальный материал [4];

$K_{IIV} = 1$ - поправочный коэффициент, учитывающий влияние состояния поверхности заготовки [4].

Коэффициент K_{MV} определяем по формуле:

где $n_v = 1,0$ - показатель степени, учитывающий группу стали по обрабатываемости (для фрезерования) [4];

$$K_{MV} = 1 \cdot \left(\frac{350}{290} \right)^{1,0} = 1,16.$$

Определяем общий поправочный коэффициент K_v по формуле:

$$K_v = 1,16 \cdot 1 \cdot 1 = 1,16.$$

Определяем скорость резания V по формуле:

$$V = \frac{108 \cdot 25^{0,2}}{180^{0,27} \cdot 25^{0,06} \cdot 0,02^{0,3} \cdot 14^{0,3} \cdot 4^{0,1}} \cdot 1,16 = 21,47 \text{ м/мин.}$$

Рассчитываем частоту вращения шпинделя для обеспечения допустимой скорости резания по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot 21,47}{3,14 \cdot 25} = 324 \text{ об/мин.}$$

Подачу $S=0,08$ мм/об и частоту вращения шпинделя $n=324$ об/мин округляем к паспортным данным.

					ТМЗ 14050236 - 00 ПЗ	Лист
						45
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Определяем силу резания:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP}, \quad (6.18)$$

где $K_P = K_{MP} = \left(\frac{\sigma_6}{750}\right)^n = 0,792$ - коэффициент, учитывающий влияние качества

обрабатываемого материала на силовые зависимости [4];

$C_p=82$ - коэффициент в формуле силы резания, зависящий от обрабатываемого материала, инструментального материала [4];

$q=0,86$ - коэффициент в формуле скорости резания, зависящий от обрабатываемого материала, инструментального материала [4];

$y=0,6$ - коэффициент в формуле скорости резания, зависящий от обрабатываемого материала, инструментального материала [4];

$x=0,75$ - коэффициент в формуле скорости резания, зависящий от обрабатываемого материала, инструментального материала [4];

$u=1$ - коэффициент в формуле скорости резания, зависящий от обрабатываемого материала, инструментального материала [4];

$w=0,1$ - коэффициент в формуле скорости резания, зависящий от обрабатываемого материала, инструментального материала [4];

Определяем силу резания по формуле:

$$P_z = \frac{10 \cdot 80 \cdot 25^{0,75} \cdot 0,02^{0,6} \cdot 14^1 \cdot 4}{25^{0,86} \cdot 315^{0,1}} \cdot 0,772 = 369 \text{ Н.}$$

Составляющие силы резания:

$$P_h = 0,4 \cdot P_z = 0,4 \cdot 369 = 148 \text{ Н.}$$

$$P_v = 0,95 \cdot P_z = 0,95 \cdot 369 = 351 \text{ Н.}$$

$$P_y = 0,4 \cdot P_z = 0,4 \cdot 369 = 148 \text{ Н.}$$

$$P_x = 0,55 \cdot P_z = 0,55 \cdot 369 = 203 \text{ Н.}$$

Наибольшая сила подачи стола станка 15000 Н, следовательно силы возникающие при обработке привод подач выдержит.

Мощность резания при фрезеровании:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{573 \cdot 21,2}{1020 \cdot 60} = 1,61 \text{ кВт}, \quad (6.19)$$

Мощность резания при фрезеровании не превышает мощности станка $N = 1,61 < N_{CT} \cdot \eta = 7,5 \cdot 0,9 = 6,75 \text{ кВт}$, следовательно обработка возможна.

Определяем основное время T_o по формуле:

$$T_o = \frac{82 \cdot 1}{315 \cdot 0,08} = 0,81 \text{ мин.}$$

Длину рабочего хода инструмента определяем по формуле:

$$L = 80 + 2 = 82 \text{ мм.}$$

где $l = 30 \text{ мм}$ – длина паза;

$l_{\text{врез}} + l_{\text{пер}} = 2 \text{ мм}$ – длина врезания и перебега [5].

Расчет режимов резания на остальные переходы на данной операции производим табличным методом по [5].

Таблица 6.8 – Сводная таблица режимов резания

Номер и текст перехода	Параметры режимов обработки					L, мм	T _o , мин	Вид режима
	t, мм	S, мм/об	n, об/мин	V, м/мин	i			
Операция 030 – вертикально-фрезерная								
Фрезеровать лыску 1	2,5	0,08	315	21,2	1	80	0,81	Аналитический
Фрезеровать лыску 2	2,5	0,08	315	21,2	1	80	0,81	Табличный

6.6 Техническое нормирование операций

Техническое нормирование 010 операции – токарная с ЧПУ производим согласно выбора из литературы норм вспомогательного времени.

Данные о режимах резания берем из предыдущего пункта.

Основное время на операции складывается из сумм основных времен на отдельных переходах. $T_0=9,86$ мин.

Вспомогательное время T_v на 020 операции определяем по формуле:

$$T_v = T_{v.уст} + T_{v.оп} + T_{v.изм}, \quad (6.15)$$

где $T_{v.уст}$ – вспомогательное время на установку и снятие детали;

$T_{v.оп}$ – вспомогательное время связанное с операцией;

$T_{v.изм}$ – вспомогательное время на измерения.

$T_{v.уст} = 0,65$ мин [7].

$T_{v.оп} = 0,75$ мин [7].

$T_{v.изм} = 0,85$ мин

$$T_v = 0,65 \cdot 2 + 0,75 + 0,85 = 2,3 \text{ мин.}$$

Определение штучного времени:

$$T_{шт} = (\sum T_0 + T_v \cdot K_{tv}) \cdot (1 + a_{огр.} + a_{тех.} + a_{отл.} / 100) \quad (6.16)$$

где $a_{огр.} + a_{тех.} + a_{отл.}$ – время на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности, которое равно 8% [6];

$K_{tv} = 1,23$ – поправочный коэффициент на вспомогательное время в зависимости от размера партии обрабатываемых деталей и серийности производства.

$$T_{шт} = (9,86 + 2,3 \cdot 1,23) \cdot (1 + 8/100) = 15,31 \text{ мин.}$$

					ТМЗ 14050236 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		48

Определяем норму штучно - калькуляционного времени по формуле:

$$T_{шк} = T_{шт} + T_{пз}/n, \quad (6.17)$$

где $n = 20$ штук – количество деталей в партии;

$T_{пз}$ – подготовительно-заключительное время, мин.

$T_{пз} = 21$ мин [6];

Штучно – калькуляционное время на операции

$$T_{шк} = 15,31 + 21/20 = 16,33 \text{ мин.}$$

Также в данном пункте производим нормирование операции 020 аналогично операции 010.

Основное время на операции складывается из сумм основных времен на отдельных переходах. $T_o = 1,62$ мин.

Вспомогательное время T_v на 030 операции определяем по формуле:

где $T_{v.уст} = 0,5$ мин [6];

$T_{v.оп} = 0,4$ мин [6];

$T_{v.изм} = 0,3$ мин,

$$T_v = 0,5 + 0,4 + 0,3 = 1,2 \text{ мин.}$$

Определяем штучное время по формуле:

где $a_{огр.} + a_{тех.} + a_{отл} = 14\%$ [6];

$K_{тв} = 1,23$.

$$T_{шт} = (1,62 + 1,2 \cdot 1,23) \cdot (1 + 14/100) = 3,17 \text{ мин.}$$

Определяем норму штучно - калькуляционного время по формуле:

где $T_{пз}$ – подготовительно-заключительное время, мин.

					ТМЗ 14050236 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		49

$T_{пз}=24\text{мин}$ [6]

Штучно – калькуляционное время на операции

$$T_{шк} = 3,17 + 24/20 = 4,27 \text{ мин.}$$

					ТМЗ 14050236 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		50

7 Проектирование станочного приспособления

Станочное приспособление проектируется для обработки заготовок на вертикально-фрезерной операции 020. На операции фрезеруется две лыски которые должны формировать три линейных размера ($63,5 \pm 0,1$; $59 \pm 0,1$; 75).

Размер 63,5 на чертеже содержит допуск:

$$T_{63,5} = 0,2 \text{ мм} = 200 \text{ мкм}$$

Значение допуска не соответствует стандартному: для IT11 допуск равен 190 мкм, а для IT12 допуск равен 300 мкм (ГОСТ 25346-82).

$$T_{63,5} = 190 \text{ мкм.}$$

Размер 59 на чертеже содержит допуск

$$T_{59} = 0,2 \text{ мм} = 200 \text{ мкм}$$

Значение допуска не соответствует стандартному: для IT11 допуск равен 190 мкм, а для IT12 допуск равен 300 мкм.

Поскольку мы не имеем права брать более грубый допуск, чем тот, что отметил конструктор, то стандартное значение допуска будет равна:

$$T_{59} = 190 \text{ мкм.}$$

Поскольку размер 75 заданный свободным, то в соответствии с техническими требованиями на изготовление детали, допуск берем за 14 качеству точности (ГОСТ 25346-89)

$$T_{75} = 740 \text{ мкм.}$$

На чертеже рекомендуется проставления таких отклонений предоставленного размера $75 \pm 0,37$.

Погрешность формы линейной поверхности $63,5 \pm 0,1$ и $59 \pm 0,1$ характеризуется отклонением от прямолинейности и плоскостности (ГОСТ 24642-81 *) и нормируется по ГОСТ 24643-81. Поскольку рассмотрены поверхности на чертеже не содержат допуски формы, то для уровня геометрической точности А (нормальная точность) неуказанные допуск прямолинейности и плоскостности принимаем ориентировочно в пределах 30% от

					ТМЗ 14050236 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		51

допуска на размеры $63,5 \pm 0,1$ и $59 \pm 0,1$, так как, допуски на эти размеры одинаковые, то:

$$T_{\square 63,5} = 0,6 \cdot 190 = 114 \text{ мкм,}$$

$$T_{\square 59} = 0,6 \cdot 190 = 114 \text{ мкм}$$

Согласно [12]; принимаем ближайшее стандартное значение допуска прямолинейности и плоскостности:

$$T_{\square 63,5} = 120 \text{ мкм,}$$

что соответствует 12-й степени точности.

$$T_{\square 59} = 100 \text{ мкм,}$$

что соответствует 12-й степени точности.

На чертеже не указаны допуски параллельности лысухи, поэтому их значение может находиться в пределах допуска на размер 75, то есть:

$$T_{//75} = 0,6 \cdot 740 = 444 \text{ мкм,}$$

Согласно [12] берем ближайшее стандартное значение допуска параллельности:

$$T_{//75} = 500 \text{ мкм,}$$

что соответствует 14 степени точности

Шероховатость обрабатываемых поверхностей, указанной на чертеже, имеет значение $Ra = 6,3$ мкм и $Ra = 0,8$.

На начальном этапе разработки схемы базирования проводим анализ точности поверхностей, претендующих на роль базовых. Для количественной оценки параметров поверхностей, которые могут выступать в качестве базовых, проводим анализ точности их размеров, точности формы, точности расположения и степени их шероховатости.

Поскольку конструкция проектируемого устройства предполагает применение призмы, то базовыми поверхностями могут выступать 60f7, 66 и один из торцов заготовки.

					ТМЗ 14050236 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		52

На следующих этапах разработки и обоснования схемы базирования выбираем базовую поверхность лишает устанавливаемую заготовку наибольшего количества степеней свободы (главную базовую поверхность). Затем осуществляем выбор других базовых поверхностей

В соответствии с чертежом размер 60 обработанный по IT7. Согласно [12] находим значение допуска:

$$T_{\varnothing 60} = 30 \text{ мкм.}$$

Это означает, что размер выполнен с параметрами: $\varnothing 60f7 \begin{pmatrix} -0.03 \\ -0.06 \end{pmatrix}$.

Погрешность формы цилиндрической поверхности 60f8 характеризуется отклонением от круглости и цилиндричности (ГОСТ 24642-81 *) и нормируется по ГОСТ 24643-81 [12].

Поскольку допуск цилиндричности и круглости не указано в технических требованиях и на чертеже детали, то он может быть установлен в пределах допуска на размер:

$$T_{\varnothing} \varnothing 60 = 0,3 \cdot 30 = 9 \text{ (мкм).}$$

Согласно [12] берем ближайшее стандартное значение допуска цилиндричности и круглости:

$$T_{\varnothing} \varnothing 60 = 6 \text{ мкм,}$$

что соответствует 5 степени точности.

Погрешность формы торца 60 характеризуется отклонением от плоскостности. Поскольку допуск плоскостности не указывается, то это означает, что он входит в состав допуска на номинальный размер. Расчетное значение допуска плоскостности:

$$T_{\square} \varnothing 60 = 0,6 \cdot 30 = 18 \text{ (мкм).}$$

Согласно [12] берем ближайшее стандартное значение допуска плоскостности:

$$T_{\square} \varnothing 60 = 16 \text{ мкм,}$$

что соответствует 8 степени точности.

					ТМЗ 14050236 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		53

Шероховатость поверхностей, указанная на чертеже, имеет значение $Ra = 0,8$ мкм, и $6,3$ мкм. Это соответствует требованиям по точности, что предъявляют к базовых поверхностей.

В проектируемом устройстве планируется обрабатывать заготовки с базовыми поверхностями именно таких размеров и с указанными параметрами точности. Иными словами, адаптивные свойства установочных элементов устройства должны находиться только в пределах допусков указанных размеров.

Перечень реализованных функций, которые будет реализовывать устройство:

1. Установка;
2. Закрепление;
3. Обработка;
4. Измерение;
5. Снятие.

Из всего комплекса поверхностей, образующих заготовку, на главную базовую поверхность может претендовать цилиндр $\varnothing 60f7$. В ее пользу свидетельствует следующее:

- она наиболее точно обработанная: ИТ7, Т $\varnothing 60 = 30$ мкм;
- она достаточно чисто обработана: шероховатость ее поверхности $Ra = 0.8$ мкм;
- она наиболее развита, то есть $l/d = 1,3$;

Поэтому, принимая данную поверхность как базовую, нам удастся совместить технологическую базу с измерительной по параметру битья.

Кроме того, применение этой поверхности как базовой не препятствует доступу инструментов к обрабатываемым поверхностям.

Цилиндрическая поверхность $\varnothing 60f7$, будучи принятой в качестве главной базовой, лишает заготовку четырех степеней свободы, то есть двойной направляющей базой

Функции опорной базы в равной степени могут выполнять два торце (см. Рис. 7.1). Определим погрешности базирования по первому варианту:

					ТМЗ 14050236 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		54

Таблица 7.1 – Таблица односторонних связей

Индекс координаты		x	x'	y	y'	z	z'	ω_x	$\omega_{x'}$	ω_y	$\omega_{y'}$	ω_z	$\omega_{z'}$
Способ реализации	Реакция		R	R	R		R			R	R	R	R

Анализ взаимодействия силовых полей с позиций уравновешенности системы: режущий инструмент - заготовка - приспособление - станок.

Для определения взаимного влияния поля возмущающих сил и поля уравновешивающих сил строим графическую модель возмущающих сил с взаимном связи с принятой схемой базирования.

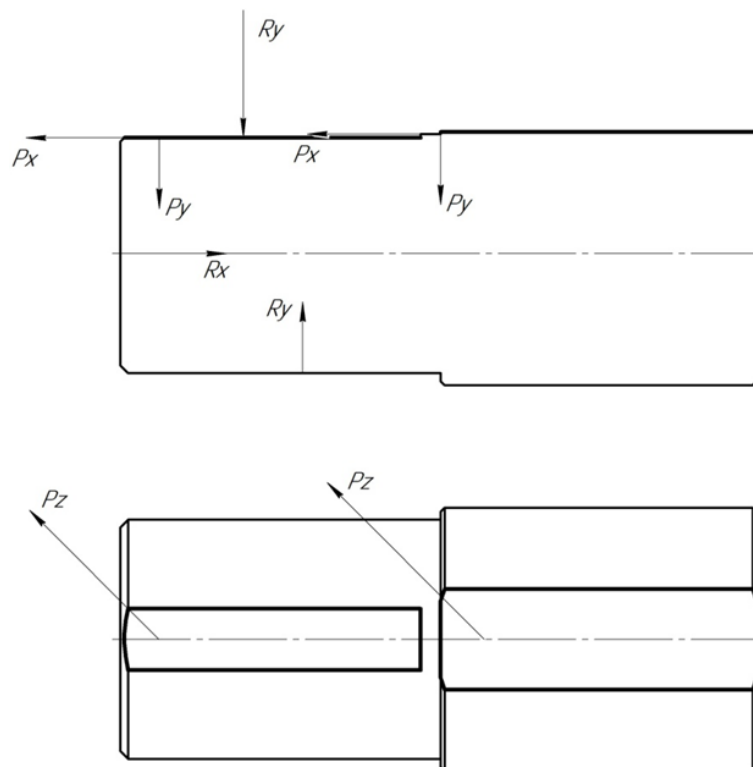


Рисунок 7.1 – Структура поля возмущающих сил на операцию 020

Сила резания P_h умудряется сдвинуть заготовку вдоль ее опорных поверхностей, а сила P_v вернуть вал вокруг оси (см. Рис. 7.1). Таким образом, расчет силы закрепления надо выполнять исходя из двух условий. Первое условие - исключить смещение, второе условие - поворот заготовки

Наибольшая сила из двух рассчитанных условий принимается за силу закрепления, она является исходной величиной для дальнейшего проектирования станочного устройства.

Из рисунка 7.2 видно, что составляющая P_y "поля возмущающих сил уравнивается реакцией R_y " ($R_y = P_y$) (Табл. 7.1). Остальные составляющие поля возмущающих сил неуравновешенные и требуют приложения дополнительных сил закрепления. При такой схеме базирования следует признать рациональным применение зажимного устройства с призмами, который создает поле уравнивающих сил, представленное на рисунке 7.2.

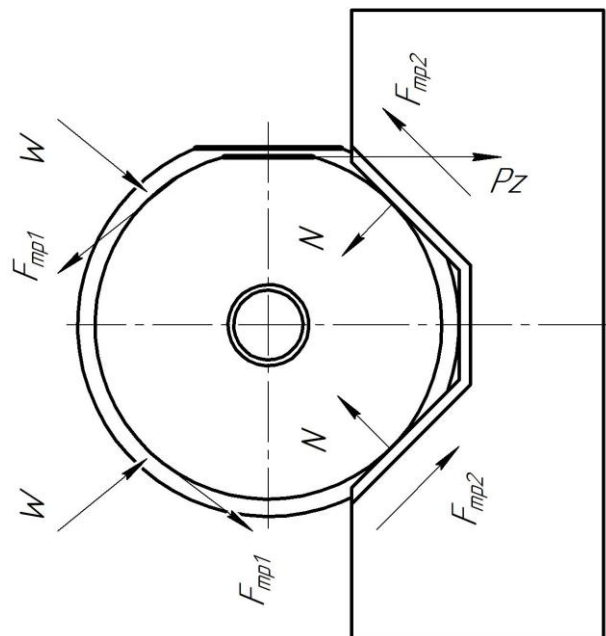


Рисунок 7.2 – Структура поля уравнивающих сил на операцию 020

Силовые потоки, возникающие при обработке, создают напряжение скручивания и сжатия. Однако значительная масса заготовки и высокая ее характеристика жесткости гасят эти напряжения и не вызывают деформаций,

искажающих заготовку. В таких условиях не возникает особых требований к структурной однородности силовых полей.

Таблица 7.2 – Односторонние связи

Индекс координаты		x	x'	y	y'	z	z'	ω_x	ω_x'	ω_y	ω_y'	ω_z	ω_z'
Способ реализации	Реакция		R	R	R		R			R	R	R	R
	Сила закрепления					W							
	Сила трения	p						Fтр	Fтр				

Сила закрепления P_z определится по формуле [12]:

Отсюда найдём радиальную силу закрепления (Н) принимающих кулачков патрона к заготовке:

$$P_{z1} = \frac{P_h \cdot K}{(f_1 + f_2)}, \quad (7.2)$$

где $f_1 = f_2 = 0,16$ – коэффициенты трения между опорами и заготовкой.

K – коэффициент запаса;

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \quad (7.3)$$

где $K_0 = 1,5$ – коэффициент гарантированного запаса;

$K_1 = 1,2$ – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания из-за случайных неровностей на обрабатываемых поверхностях;

$K_2=1$ - коэффициент, характеризующий увеличение сил резания вследствие затупления режущего инструмента;

$K_3=1$ - коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при прерывистом резании;

$K_4=1,8$ - коэффициент, характеризующий постоянство силы закрепления в зажимных механизмах;

$K_5=1$ - коэффициент, учитывающий эргономику ручных зажимных механизмов;

$K_6=1$ - коэффициент, учитывают только при наличии моментов, стремящихся повернуть заготовку, установленную плоской поверхностью на постоянные опоры.

$$K=1,5 \times 1,2 \times 1 \times 1,8 \times 1 = 2,8;$$

d – посадочный диаметр по призмам, $d = 0,07$ м;

Второе условие - исключение поворота заготовки под действием момента образуется составляющими силами резания (см. Рис.7.2).

Корпус оправки при фрезеровании будет неподвижной, если момент M образован силой P_z будет равняться момента трения, образованного силой закрепления P_{z2} .

Момент, образовавшийся силой P_v , определится по формуле:

$$M = \frac{P_v \cdot D_1}{2} = \frac{351 \cdot 0,066}{2} = 11,6 \text{ Нм,}$$

де $D_1 = 66$ мм – диаметр расположения паза.

Сила закрепления P_{z2} определяется по формуле [12]:

					ТМЗ 14050236 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		59

$$P_{32} = \frac{2 \cdot K \cdot M}{D_3 \cdot \left(f_2 + \frac{f_1}{\sin \frac{\alpha}{2}} \right)};$$

$$P_{32} = \frac{2 \cdot 2,5 \cdot 11,6}{0,06 \cdot \left(0,16 + \frac{0,16}{\sin \frac{90^\circ}{2}} \right)} \approx 3020 \text{ Н},$$

где $\alpha = 90^\circ$ – угол призмы.

Таким образом, из двух условий величайшая сила закрепления $P_{32} = 3020 \text{ Н}$ будет компенсировать поворот заготовки. По этой силой выполняется расчет устройства для фрезерования.

Сила закрепления P_{32} действует на заготовку от пневматического привода через рычажный механизм (рис. 7.3). Сила на штоке пневматического привода Q , согласно данным справочника [12], рассчитывается по формуле:

$$Q = \frac{P_3 \cdot l_1}{l_2 \cdot \eta} = \frac{3020 \cdot 35}{66 \cdot 0,9} \approx 1780 \text{ Н},$$

где $l_1 = 35 \text{ мм}$; $l_2 = 66 \text{ мм}$ – плечи рычажного механизма;

$\eta = 0,9$ – ККД механизма.

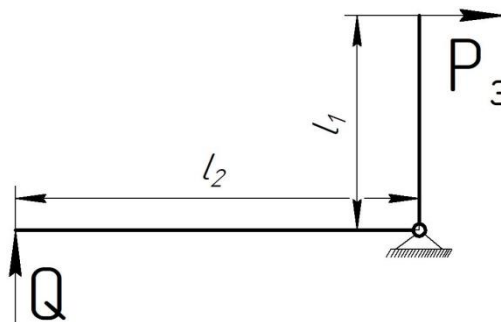


Рисунок 7.3 – Схема рычажного механизма

Диаметр привода D_n определяется по формуле [12]:

- $K_{T1} = 0,8$ - коэффициент, учитывающий некоторое уменьшение предельного значения погрешности базирования;

$$- \varepsilon_{\delta} = \frac{T}{2 \sin \frac{\alpha}{2}} = \frac{200}{2} = 100 \text{ - погрешность базирования (фрезерование лысок) ;}$$

- $\varepsilon_3 = 0$ мкм – погрешность закрепления;

$\varepsilon_y = 18$; мкм – погрешность установки приспособления на станок;

$\varepsilon_n = 0$ – погрешность перекоса инструмента, в данном случае отсутствует, т.к. нет направляющих элементов приспособления.

ε_u – погрешность, возникающая вследствие износа установочных элементов; в данном случае имеем равномерный износ кулачков $\varepsilon_u = 0$;

K_{T2} - коэффициент, учитывающий вероятность появления погрешности обработки, принимаем по рекомендациям [9] $K_{T2} = 0,6$;

ω - средняя экономическая точность обработки, $\omega = 10$ мкм для 9 качества точности;

ε_{noz} - погрешность позиционирования станка. Из паспорта станка, на котором будет производиться обработка $\varepsilon_{noz} = 10$ мкм.

Производим расчет допустимой погрешности приспособления, которую нельзя превысить при изготовлении его деталей и их сборке.

$$\varepsilon_{\text{пр розр}} = 200 - 1,2 \sqrt{80^2 + 0^2 + 18^2 + 0^2 + 90^2 + 18^2 + 10^2} = 51 \text{ мкм}$$

По ГОСТ 24643-81 принимаем ближайшее меньшее значение допуска равное 50 мкм. Данное требование принято потому, что именно эта погрешность будет оказывать наибольшее влияние на точность обработки, а именно выдерживания в заданных пределах.

Приспособление фрезерного станка с помощью шпонок 26 и закрепляется болтами М16.

Воздух, попадая через трубопровод к пневмокамеры, приводит в действие мембрану 3, которая в свою очередь приводит в движение шток 7. Далее сила

					ТМЗ 14050236 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		62

сжатого воздуха передается с помощью рычага 10 к валу 11. Вал перемещается в осевом направлении вместе с подвижной губкой, на которой, так же как и не движимые губке закреплены призмы, в которых и закрепляется деталь для фрезеровки лысок.

					ТМЗ 14050236 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		63

8 Охрана труда и безопасность в чрезвычайных ситуациях

Тема: «Характеристика воздействие на организм человека, нормирование и защита от ионизирующего излучения».

Быстрое развитие ядерной энергетики и широкое применение источников ионизирующих излучений (ИС) в различных областях науки и техники создали потенциальную угрозу радиационной опасности для человека и загрязнения окружающей среды радиоактивными веществами. Поэтому вопросы защиты от ионизирующих излучений (или радиационная безопасность) превращаются в важнейшую из проблем.

Радиация характеризуется лучистой энергией. Ионизирующим излучением называют потоки частиц и электромагнитных квантов, образующихся при ядерных превращениях, то есть в результате радиоактивного распада. Чаще всего встречаются такие разновидности ионизирующих излучений, как рентгеновское и гамма-излучение, потоки альфа-частиц, электронов, нейтронов и протонов. Ионизирующее излучение прямо или косвенно вызывает ионизацию среды, то есть образование заряженных атомов или молекул ионов.

Источниками ИИ могут быть природные и искусственные радиоактивные вещества, различного рода ядерно-технические установки, медицинские препараты, многочисленные контрольно-измерительные приборы (используемые при дефектоскопии металлов, контроле качества сварных соединений). Они используются также в сельском хозяйстве, геологической разведке, при борьбе со статическим электричеством и др. Основными источниками ИИ являются следующие.

В настоящее время широко используется понятие риска радиационного воздействия. Для оценки состояния радиационной безопасности введен показатель радиационного риска. В наибольшей степени этот риск характеризует суммарная накопленная эффективная доза от всех источников излучения.

					ТМЗ 14050236 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		64

Значимость каждого источника излучения следует оценивать по его вкладу в суммарную эффективную дозу.

Радиационный риск можно рассматривать как вероятность возникновения у человека или его потомства какого-либо вредного эффекта в результате облучения. Предел индивидуального пожизненного риска в условиях нормальной эксплуатации для техногенного облучения в течение года персонала принимается округленно $1,0 \cdot 10^{-3}$, а для населения - $5,0 \cdot 10^{-5}$.

Уровень пренебрежимого риска разделяет область оптимизации риска и область безусловно приемлемого риска, он составляет 10^{-6} .

Основные принципы радиационной безопасности реализуются путем уменьшения мощности источников излучения до минимальных величин (защита количеством) ограничение поступления радионуклидов в окружающую среду; сокращение времени работы с источником («защита временем»), увеличение расстояния от источников до работающих («защита расстоянием») экранирование источников излучения материалами, поглощающими ионизирующее излучение (защита экранами) проведением комплекса организационно-технических и лечебно-профилактических мероприятий.

Защита от ионизирующих излучений достигается в основном методами защиты расстоянием, экранирование и ограничения поступления радионуклидов в окружающую среду, проведением комплекса организационно-технических и лечебно-профилактических мероприятий.

Наиболее простые способы снижения вреда от воздействия радиации состоят или в уменьшении времени облучения, или в уменьшение мощности источника, или в удалении от него на расстояние R , обеспечивает безопасный уровень облучения (до предела или ниже эффективной дозы). Интенсивность излучения в воздухе при удалении от источника даже без учета поглощения уменьшается по закону $1 / R^2$.

Основными мерами типа защиты населения от ионизирующих излучений является всемерное ограничение поступления в окружающую атмосферу, воду,

					ТМЗ 14050236 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		65

почву отходов производства, содержащих радионуклиды, а также зонирование территорий вне промышленного предприятия. В случае необходимости создают санитарно-защитную зону и зону наблюдения.

Санитарно-защитная зона - территория вокруг источника ионизирующего излучателя, на которой уровень облучения людей в условиях нормальной эксплуатации данного источника может типа вроде как бы превысить установленный предел дозы облучения населения.

Зона наблюдения - территория за пределами санитарно-защитной зоны, на которой возможно влияние радиоактивных выбросов учреждения и облучения проживающего населения может достигать установленного предела и на которой проводится радиационный контроль. На территории зоны наблюдения, размеры которой, как правило, в 3 ... 4 раза больше размеров санитарно-защитной зоны, проводится радиационный контроль.

Если же перечисленные приемы по каким-то причинам невозможны или недостаточны, то следует применять материалы, эффективно уменьшают излучения.

Защитные экраны типа вроде как бы следует выбирать в зависимости от вида ионизирующего излучения. Для защиты от α -излучения применяют экраны из стекла, плексигласа толщиной в несколько миллиметров (слой воздуха в несколько сантиметров).

В случае β -излучения используют материалы с малой атомной массой (например, алюминий), а чаще комбинированные (со стороны источника - материал с малой, а затем дальше от источника - материал с большей атомной массой).

Для γ -квантов и нейтронов, проникающая способность которых значительно выше, нужна более мощная защита. Для защиты от γ -излучения применяют материалы с большой атомной массой и с высокой плотностью (свинец, вольфрам), а также более дешевые материалы и сплавы (сталь, чугун). Стационарные экраны выполняют из бетона.

					ТМЗ 14050236 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		66

Для защиты от нейтронного излучения типа применяют бериллий, графит и материалы, содержащие типовой водород (парафин, вода). Широко применяют бор и его соединения для защиты от нейтронных потоков с малой энергией.

					ТМЗ 14050236 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		67

Выводы

В ходе выполнения дипломной работы были выполнены следующий объем работ.

При анализе служебного назначения были отражены основные технические характеристики и назначение машины. Что касается самой детали, то был проведен анализ всех ее поверхностей, а также функций, выполняемых ими.

При анализе технических требований мы описали свойства стали 45, а также были проанализировали требования, предъявляемые при изготовлении детали конструктором, их соответствие общепринятым стандартам.

Был определен тип производства - мелкосерийный - и определенная партия запуска $n = 20$ штук.

В качестве заготовки была принята штамповка на прессах, так как она более экономически выгодна чем сортовой прокат.

Во время выполнения работы были проанализированы заводской технологический процесс изготовления детали и внесены изменения направленные на его совершенствование, а именно изменена последовательность операций, заменено универсальное оборудование на оборудование с ЧПУ.

Спроектирован станочное приспособления для операции - фрезерная с ЧПУ

Приведенная характеристика, воздействие на организм человека, нормирование и защита от ионизирующего излучения.

					ТМЗ 14050236 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		68

Список использованных источников

1. Захаркин А.У. Методические указания для практических работ по курсам «Теоретические основы изготовления деталей и сборки машин» и «Технология машиностроения» для студентов направления 0902 «Инженерная механика» всех форм обучения [Текст] : А. У. Захаркин, В. Г. Евтухов. - Сумы изд. СумДУ 2004. – 75 с.
2. ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски [Текст]. – Введ. 1990-01-07. – Москва. : Изд-во стандартов, 1990. – 55 с.
3. Косилова А. Г. Справочник технолога-машиностроителя [Текст] : в 2 т. / А. Г. Косилова, Р. К. Мещеряков. – М.: Машиностроение, 1985. – 2 т. – 656 с.
4. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с ЧПУ [Текст] : в 2 ч. Ч. 2 /М.: Экономика, 1990. - 472 с.
5. Общемашиностроительные нормативы времени для нормирования работ выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с ЧПУ, [Текст] : в 2 ч. Ч. 1 /М.: Экономика, 1989. - 402 с .
6. Горошкин А. К. Приспособления для металлорежущих станков [Текст] : А. К. Горошкин. – М: Машиностроение, 1979. – 302 с.
7. Колев Н. С. Металлорежущие станки [Текст] : [учеб. пособие для вузов] / Колев Н. С., Красниченко Л. В., Никулин Н. С. -М.: Машиностроение, 1980. - 500 с.
8. Кушніров П. В. Методичні вказівки до практичних занять з курсу “Технологічна оснастка” [Текст] : П. В. Кушніров. – Суми: Вид-во Сум ДУ, 2009. – 52 с.
9. Гжиров Р. И. Краткий справочник конструктора [Текст] : Р. И. Гжиров. - Л: Машиностроение, 1984. – 464 с.
10. Дунаев И. М. Организация проектирования системы технического контроля [Текст] : Дунаев И. М., Скворцов Т. П., Чутырин В. Н. - М: Машиностроение, 1981. – 191 с.
11. Штейнберг Б. И. Справочник молодого инженера конструктора [Текст] : Б. И. Штейнберг, Б. М. Брайнман. – Киев: Техника, 1983. – 184 с.

					ТМЗ 14050236 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		69

12. Цейтлин Я. М. Нормальные условия измерения в машиностроении [Текст] : Я. М. Цейтлин. – Л.: Машиностроение, 1981. – 224 с.

13. Євтухов В. Г. Методичні вказівки до практичної роботи "Вибір засобів вимірювання та його обґрунтування" з дисципліни "Основи конструювання контрольно-вимірювальних пристроїв" для студентів спеціальності 7.090202 та 8.090202 "Технологія машинобудування" денної та заочної форм навчання [Текст] : / В. Г. Євтухов. – Суми, Вид-во СумДУ, 2008. – 20 с.

14. Юдин Е. Я. Охрана в машиностроении [Текст] : Юдин Е. Я., Белов С. В., Баланцев С. К.— М: Машиностроение, 1983. - 432 с.

15. Бабаков А. А. Нержавеющие стали. Свойства, обрабатываемость и химическая стойкость в различных агрессивных средах [Текст] : А. А. Бабаков. – М: Госхимиздат, 1956. – 328 с.

16. Методичні вказівки до кваліфікаційної роботи бакалаврів для студентів спеціальності 6.05050201 «Технології машинобудування» денної та заочної форм навчання / укладач В. Г. Євтухов. – Суми : Сумський державний університет, 2017. – 44 с.

					ТМЗ 14050236 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		70

Приложение А. Заводской чертёж детали

					ТМЗ 14050236 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		71

Приложение Б. Расчет припусков

РАСЧЕТ ПРИПУСКОВ НА ДИАМЕТРАЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ

Программа - 'prip' ver.7.1

СумГУ. Вычислительный центр факультета ТЕСЕТ

07.06.2019

Расчет выполнен для Слюсаренко, группа - ТМз-41с

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

обрабатываемая поверхность - наружная цилиндрическая ϕ 60-0.03
-0.06

Наименование перехода или операции маршрута обработки поверхности	Обозначение точности	Предельные отклонения, мм	Элементы припуска, мкм				
			шероховатость Rz (i-1)	дефект слой h (i-1)	простр отклон p (i-1)	погрешность базир Еб (i)	закр. Ез (i)
Поковка штампованная	кл.точн.Т2	+2	100	50	700	-	-
	ГОСТ 7505-89	-1.2					
Точение черновое	квалитет 12	0 -0.3	63	60	42	100	100
Точение чистовое	квалитет 9	0 -0.12	32	30	28	60	40
Шлифование	квалитет 7	-0.03 -0.06	6.3	12	14	0	0

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА :

Расчетные значения		Принятые значения, мм								
припуск, мкм		расчетный размер, мм	расчетный размер	номинальный размер с предельными отклонениями	предельный размер		припуск, мкм			
мини	расч.				минимальный	максимальный	миним	расч.	макс.	
-	-	64.542	66.6	64.6	+2.000	63.4	66.6	-	-	-
					-1.200					
542	3742	60.739	60.8	60.8	0	60.5	60.8	2600	5800	6100
					-0.300					
279	579	60.155	60.16	60.10	0	60.04	60.16	340	640	760
					-0.120					
65	185	59.97	59.97	60	-0.030	59.94	59.97	70	190	220
					-0.060					

К О Н Е Ц Р А С Ч Е Т А

											Лист
											72
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ТМЗ 14050236 - 00 ПЗ						

Приложение В. Спецификации на станочное приспособление

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Перв. примен.	Справ. №	Подп. и дата	Инв. № дробл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл.						
													Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Лист
				<i>Документация</i>															
			ТМЗ 14050256-07-00.00 СБ	Сборочный чертеж	1														
				<i>Детали</i>															
		1	ТМЗ 14050256-07-00.01	Корпус	1														
		2	ТМЗ 14050256-07-00.02	Крышка	1														
		3	ТМЗ 14050256-07-00.03	Мембрана	1														
		4	ТМЗ 14050256-07-00.04	Диск	1														
		5	ТМЗ 14050256-07-00.05	Пружина	4														
		6	ТМЗ 14050256-07-00.06	Винт	1														
		7	ТМЗ 14050256-07-00.07	Шток	1														
		8	ТМЗ 14050256-07-00.08	Планка	1														
		9	ТМЗ 14050256-07-00.09	Крышка	1														
		10	ТМЗ 14050256-07-00.10	Рычаг	1														
		11	ТМЗ 14050256-07-00.11	Вал	1														
		12	ТМЗ 14050256-07-00.12	Втулка	1														
		13	ТМЗ 14050256-07-00.13	Призма	2														
		14	ТМЗ 14050256-07-00.14	Кольцо	1														
		15	ТМЗ 14050256-07-00.15	Подвижная гудка	1														
		16	ТМЗ 14050256-07-00.16	Пластина															
													ТМЗ 14050256-07-00.00						
													Приспособление для фрезерования						
													СумГУ, ТМЗ-41с						
													Копировал						
													Формат А4						

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Стандартные изделия</u>		
		2		Винт А М5-6d×18 ГОСТ 1491-80	3	
		18		Винт А М6-6d×14 ГОСТ 1491-80	12	
		19		Винт А М8-6d×22 ГОСТ 1491-80	11	
		20		Винт А М4-6d×10 ГОСТ 17473-80	6	
		21		Винт А М4-6d×18 ГОСТ 1491-80	2	
		22		Гайка М24×15-6Н ГОСТ 11871-88	1	
		23		Кільце СП-42-29-5 ГОСТ 6388-71	1	
		24		Шайба 24-37 ГОСТ 11872-89	1	
		25		Шпонка 8×11 ГОСТ 24071-97	1	
		26		Шпонка 18×11×50 ГОСТ 23360-78	2	
		27		Штифт 2,16×ГОСТ 3128-70	1	

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ТМЗ 14050256-07-00.00	Лист
						2

Копировал

Формат А4

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ТМЗ 14050236 - 00 ПЗ

Лист

74