

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

ВАЛА 11.05.108.44-0103

Бакалаврська кваліфікаційна робота

Напрямок підготовки 6.05050201 – Інженерна механіка

(Технології машинобудування)

Студент

Р. В. Яненко

Керівник

В. О. Колесник

Нормоконтроль

Ю. О. Денисенко

Суми – 2019

Реферат

Записка: страниц 67, рисунков 12, таблиц 14, приложений 3, источников 16.

Объект исследования – деталь «Вал».

Цель работы – проектирование технологической операции изготовления детали «Вал» позиции 11.05.108.44-0103.

В данной работе проанализированы служебное назначение машины, узла и детали; технические требования, предъявляемые к детали, ее технологичность и способ получения заготовки.

В работе разработана операционная технология для двух операций технологического процесса – 020 – токарная с ЧПУ и 030 – вертикально-фрезерная с ЧПУ. Так же для этих операций рассчитаны режимы резания и произведено нормирование времени. Выбраны станочные приспособления, режущий и мерительный инструмент для обработки данной детали на исследуемой технологической операции.

Выполнен раздел охраны труда.

Разработан комплект технической документации на картах КТП.

ВАЛ, НОРМИРОВАНИЕ, БАЗИРОВАНИЕ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ПРИСПОСОБЛЕНИЕ.

Содержание

Введение.....	4
1 Анализ служебного назначения машины, узла детали. Описание конструктивных особенностей детали и условий ее эксплуатации.....	5
2 Анализ технических требований на изготовление детали.....	10
3 Определение типа производства, такта выпуска и партии запуска, организационной формы производства и описание ее характеристик.....	13
4 Анализ технологичности конструкции детали	17
5 Выбор и обоснование способа получения исходной заготовки.....	22
6 Анализ существующего технологического процесса.....	26
6.1 Расчет припусков на механическую обработку	26
6.2 Анализ и обоснование схемы базирования и закрепления.....	28
6.3 Обоснование и выбор моделей металлорежущих станков	34
6.4 Обоснование и выбор станочных приспособлений, металлорежущего и измерительного инструментов.....	36
6.5 Расчет режимов резания	38
6.6 Техническое нормирование операций	46
7 Проектирование станочного приспособления	49
8 Охрана труда и безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	56
Выводы	61
Список использованных источников	62
Приложение А. Заводской чертёж детали	64
Приложение Б. Расчет припусков.....	65
Приложение В. Спецификации на станочное приспособление	66

					ТМЗ 14050555 - 00 ПЗ								
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>	Проектирование технологического процесса изготовления вала 11.05.108.44-0103				<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>		
<i>Разраб.</i>	<i>Яненко</i>								Д	П	3	65	
<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

Развитие насосостроения тесно связано с общим техническим прогрессом в таких отраслях, как машиностроение, гидродинамика, химическая промышленность, электропромышленность. Благодаря достижениям в этих отраслях стала возможна создания насосов разных типов, предназначенных для перекачки не только воды, но и агрессивных сред, жидких металлов, криогенных жидкостей.

Особое значение имеет применение насосов, насосных установок или насосных станций в системах водоснабжения и канализации, где они являются одними из основных узлов. В системах водоснабжения насосы обеспечивают подачу воды потребителям: промышленным предприятиям, тепловым электростанциям, жилым кварталам населенных мест. В системах отопления и горячего водоснабжения с помощью насосных установок осуществляется циркуляция горячей воды. В системах канализации насосы обеспечивают подачу сточной жидкости на очистные сооружения или перекачки ее в сниженные районы населенных мест в основные городские или районные коллекторы.

Производство насосов и их сборочных единиц нуждается в применении новых технологических методов производства заготовок, а также современных станков с ЧПУ. В квалификационной работе бакалавра будет приведен анализ служебного назначения винтового насоса, а также разработка нового варианта технологического процесса изготовления детали изделия - вала.

					ТМЗ 14050555 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		4

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

Винтовой насос - насос, в котором создание напора жидкости осуществляется за счет вытеснения жидкости одним или несколькими винтовыми металлическими валами, вращающимися внутри статора соответствующей формы.

Винтовые насосы - насосы объемного типа, рабочие органы: обойма (корпус), вал ведомый, вал ведущий (вал имеют двустороннюю витую нарезку особой формы). Подача рабочей жидкости соответствует подачи поршневого насоса с бесконечным ходом поршня. Винтовая пара состоит из двух валов, которые вращаются в противоположном направлении, слева и справа от которых отходят обработанные винты. Частота вращения электродвигателя 50 или 60 Гц. Винтовые насосы могут работать от дизельных двигателей (см. Рис. 1.1).

Таблица 1.1 - Технические характеристики винтового насоса

Подача жидкости, м ³ /год	Давление, бар	Температура, °С	КПД, %	Скорость вращения, об/мин
2200	100–110	від -35 до +400	80–90	до 10000

Преимущества винтовых насосов: высокий объемный КПД, увеличена всасывающая способность, перекачки эмульсий (вода-нефть) без изменения их дисперсности.

Винтовые насосы применяются для перекачивания морской воды загрязненной нефтепродуктами, химически активных жидкостей. Также насосы используются для перекачки нефтепродуктов на насосных станциях, установках подготовки нефти. Двухвинтовой насос применяется для высоковязких тяжелых нефтепродуктов, включая битум, гудрон, асфальт, нефтяное топливо, смазочные масла, растворители, а также для перекачки лаков, клея, смолы, краски, различных полимеров. Насосы такого типа применяют для перекачки жидких

					ТМЗ 14050555 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		5

нефтепродуктов в нефтяной промышленности, энергетике, судостроении, химической промышленности.

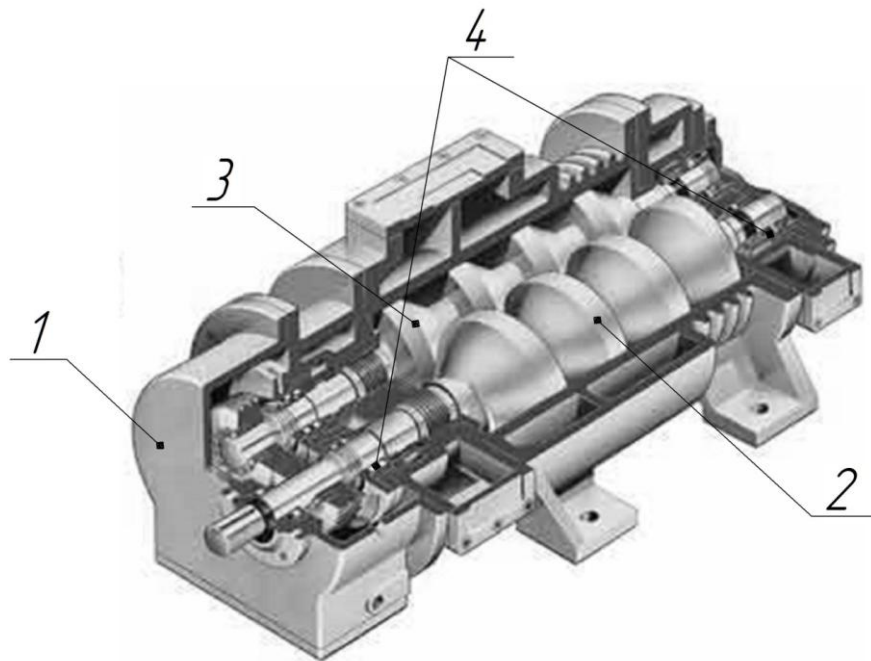


Рисунок 1.1 - Винтовой насос: 1 - корпус, 2 - ведущий вал, 3 - ведомый вал, 4 – підшипники

Одной из главных деталей винтового насоса является вал. Вал является единственным подвижным элементом в конструкции винтового насоса. Конструкция вала выполнена в форме внешней спирали с мером количеством n . Вал изготавливается из стали высокой прочности, а статор представлен кожухом из металла и эластомера, который соединяет с ним. Когда вал вращается внутри статора, вещество движется от входа в направлении выхода.

Работа насоса происходит следующим образом. Вал приводится в движение с помощью электродвигателя и муфты, которая их соединяет. Вал вращается в середине статора, который расположен в корпусе изделия. При вращении образуется область нагнетания рабочей жидкости, которая перемещается от входного отверстия до исходного. Изменение объема внутреннего пространства происходит за счет вращения вала. Рабочая жидкость движется вдоль оси винтов, которые соединены между собой с рассчитанным зазором. Благодаря этому

образуется замкнутое пространство, где и происходит процесс всасывания и нагнетания рабочей жидкости.

Рассмотрим более подробно поверхности детали «Вал». На рисунке 1.2 приведена нумерация поверхностей детали, которые можно классифицировать по следующим признакам:

- основные конструкторские поверхности (ОКБ) - 3, 17, 22, 23;
- вспомогательные конструкторские поверхности (ДКБ) - 18, 19, 20, 24;
- исполнительные поверхности (ВП) - 6;
- свободные поверхности (П) - 1, 2, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15.

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. Кроме этого, необходимо обеспечить нужное расстояние опорной базы относительно двойной направляющей базы В.

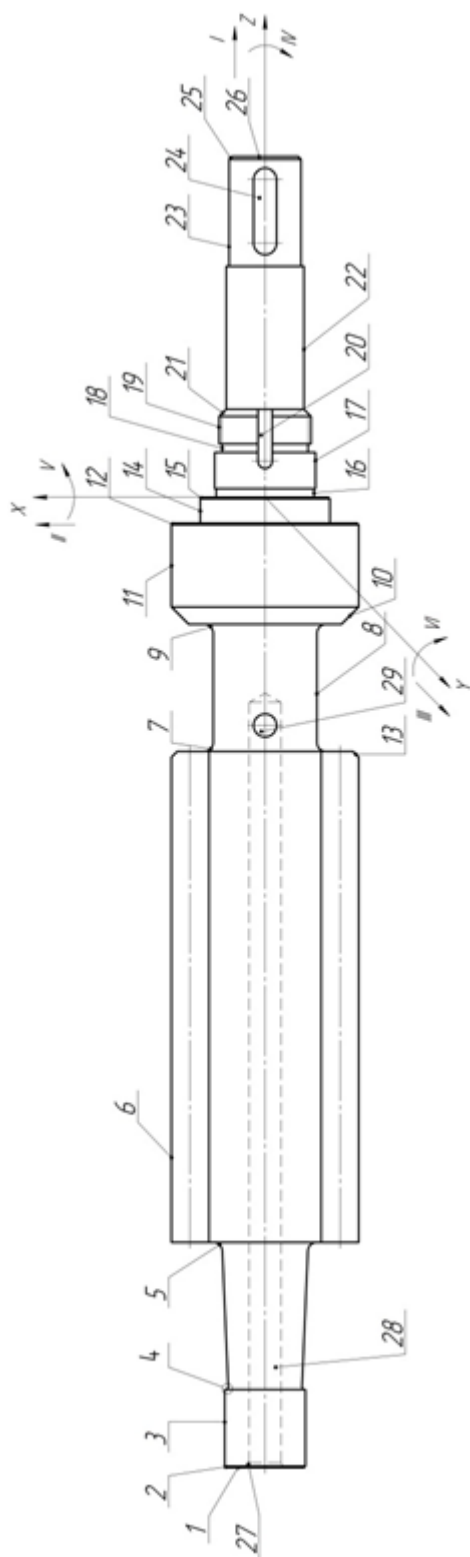


Рисунок 1.3 – Нумерация поверхностей детали

В таблице 1.4 приведена более подробная характеристика поверхностей детали.

					ТМЗ 14050555 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		8

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».

Чертежи 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.

Деталь «Вал» является типичным представителем деталей типа «Вал» и 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

По данным требованиям чертежа базовые поверхности выполнены по 6-9 классу точности, что вполне обоснованно их функциональным назначением. Анализируя правильность простановки размеров делаем вывод, что на чертеже отсутствуют допуски симметричности и параллельности для шпоночных пазов, допуск соосности для цилиндрических поверхностей 28k6 и 35k6.

					ТМЗ 14050555 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		10

Допуск симметричности боковых поверхностей паза составлять 60% от допуска для размера 8 мм. Таким образом, $T = 0,036 \cdot 0,6 = 0,0216$ мм, принимаем 0,02 мм, что равно 9-м степени точности ГОСТ 24643-81.

Допуск соосности цилиндрической поверхности будет составлять 30% от допуска для размера 28 мм, $T = 0,017 \cdot 0,3 = 0,0051$ мм, принимаем 0,006 мм - 4 степень точности ГОСТ 24643-81.

Допуск соосности цилиндрической поверхности будет составлять 30% от допуска для размера 35 мм, $T = 0,020 \cdot 0,3 = 0,006$ мм, принимаем 0,005 мм - 3 степень точности ГОСТ 24643-81.

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 большинстве 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.

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 критерием Бринеля. По этим требованиям поверхности детали надо закаливать.

					ТМЗ 14050555 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		11

Винт двухзаходный, ход винта составляет 130 мм. Эти выходные данные получены конструктором расчетами.

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 назначением имеют шероховатость в пределах $Ra = 0,8-1,6$ мкм.

					ТМЗ 14050555 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		12

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 $N = 300$ 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 «Вал» на механические операции возьмем из базового технологического процесса.

Таблица 3.1 – Штучное время на механические операции

№ операции	Наименование операции	$T_{шт}$, мин
015	Фрезерно-центровальная	20
020	Токарно - винторезная	50
030	Вертикально - фрезерная	20
035	Вертикально - сверлильная	15
050	Круглошлифовальная	20

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
015	Фрезерно-центровальная	20	0,031	1	0,031	25,78
020	Токарно - винторезная	50	0,077	1	0,077	10,31
030	Вертикально - фрезерная	20	0,031	1	0,031	25,78
035	Вертикально - сверлильная	15	0,023	1	0,023	34,38
050	Круглошлифовальная	15	0,023	1	0,023	34,38
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:

$$K_{з.о.} = \frac{190,81}{5} = 37,56 \approx 37, \text{ что соответствует мелкосерийному типу произ-}$$

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

Определяем форму организации производства.

Определяем партию запуска по формуле [3]:

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

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

$n = 300 \cdot 24 / 254 = 28,3$, принимаем партию запуска 29 штук.

Определяем среднюю трудоемкость механических операций:

$$T_{cp} = \frac{\sum T_{ш-к}}{n} = \frac{155}{7} = 22,14 \text{ мин.}$$

$n=5$ - число операций.

Определяем суточное время работы оборудования:

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

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

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

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

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

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

Тогда число деталей в партии:

$$N_{пар} = \frac{F_з \cdot z_{пр} \cdot \eta_{з.н.}}{T_{cp}} = \frac{476 \cdot 2 \cdot 0,8}{22,14} = 35 \text{ шт.}$$

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

Мелкосерийный тип производства характеризуется ограниченной номенклатурой изделий, изготавливаемых периодически повторяющимися 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

					ТМЗ 14050555 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		15

транспортирующими устройствами, управляемыми от ЭВМ. Оборудование расставляется по технологическим группам с учетом направления основных грузопотоков цеха, по предметно-замкнутым участкам.

					ТМЗ 14050555 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		16

4 Анализ технологичности конструкции детали

4.1 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 вал является типичным представителем деталей типа Вал, 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 выполнено оно в соответствии с ГОСТ, существует достаточное количество видов, разрезов, позволяет без затруднений читать чертежи. Вообще, по этому пункту деталь технологична.

Упрощение требований чертежи, 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 14050555 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		17

Масса заготовки составляет 9 кг, а детали 6 кг, что свидетельствует о том, что при транспортировке и закреплении на первых операциях не нужно использовать вспомогательные подъемные механизмы (кран балки, мостовые краны), что значительно уменьшит вспомогательное время и соответственно себестоимость готовой детали. Итак по массе деталь технологична.

Деталь имеет достаточно большие габариты 65x454 мм, что требует при механической обработке большим размерам рабочей зоны, а это будет влиять на размеры оборудования. Данное оборудование имеет не большую стоимость и сервисные затраты, затраты на обслуживание.

Поверхности детали достаточно развитыми, что облегчает условия базирования и закреплении на механических операциях.

Деталь имеет точные поверхности выполнены по 6-8 качеству с соответственно низкой шероховатостью, $Ra = 1,6$ мкм. Для получения в комплексе данных критериев нужно использовать точное чистовое оборудования, достаточное количество операций и переходов (черновые, получист и чистовые), соответствующие режимы резания, и технологическую оснастку. Обеспечивая данные требования будет увеличена стоимость готовой детали, так как использование точного новейшего оборудования (с соответствующими габаритами рабочей зоны), технологической оснастки (приспособления инструмент, измерительная оснастка) приведет к удорожанию основных фондов и увеличение амортизационных отчислений;

Поверхности, которые имеют шероховатость $Ra = 1,6$ мкм и $Ra = 0,8$ мкм требуют соответствующего количества операций, в результате будет отмечаться на себестоимости изделия в целом, но так как данных поверхностей не много, то можно сказать, что за шероховатостью поверхностей деталь технологическая.

Также надо отметить, что конструктором предъявлены довольно жесткие требования как к форме, так и к размещению базовых поверхностей. Для достижения данных требований следует применять соответствующее количество

					ТМЗ 14050555 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		18

операций с использованием режимов резания которые позволят выполнить эти допуски и обеспечить необходимое качество поверхностей.

В технических требованиях конструктором указаны особые требования к качеству детали и заготовки, но в детали присутствуют нетехнологичные поверхности, такие как: глухие отверстия, конические поверхности.

4.2 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	23	322
17	1	17

Определяем коэффициент точности обработки:

$$K_m = 1 - \frac{1}{T_{cp}} = 1 - \frac{\sum n_i}{\sum T \cdot n_i} \quad (4.4)$$

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

T – класс точности обработки.

$$T_{cp} = \frac{\sum T_i n_i}{n_i} = \frac{12 + 7 + 8 + 9 + 11 + 322 + 17}{2 + 1 + 1 + 1 + 1 + 23 + 1} = 12,9.$$

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

По этому показателю деталь технологична.

Определяем коэффициент шероховатости:

$$K_u = \frac{1}{Ш_{cp}} = \frac{\sum n_{im}}{\sum Ш \cdot n_{im}}, \quad (4.5)$$

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:

$$K_{им} = \frac{M}{M_3}, \quad (4.6)$$

где M – масса готовой детали, $M = 6$ кг

M_3 – масса заготовки, $M_3 = 9$ кг

$$M_3 = M \cdot K_p = 6 \cdot 1,5 = 9 \text{ кг}$$

(4.7)

$$K_{IM} = \frac{6}{9} = 0,66$$

По этому показателю деталь технологична.

По качественным и количественным показателям деталь технологична.

					ТМЗ 14050555 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		21

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.

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:

$$S_{ЗАГ} = M + \Sigma C_{о.з}, \quad (5.1)$$

где M – затраты на материал заготовки

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

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

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

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

$$C_{о.з} = \frac{15 \cdot 1,41}{60 \cdot 100} = 0,0035$$

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

где $S = 32$ грн – базовая стоимость одного кг материала, грн.

$Q = 9$ кг – масса заготовки;

$q = 6$ кг – масса готовой детали;

$S_{отх} = 4000$ грн – цена одной тонны отходов.

$$M = 32 \cdot 9 - (9 - 6) \cdot \frac{4000}{1000} = 276 \text{ грн.}$$

$$S_{ЗАГ} = 276 + 0,0035 = 276 \text{ грн.}$$

					ТМЗ 14050555 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		22

5.2 Расчет метода получения заготовки из штамповки в подкладных штампах:

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

где $C_i = 32000$ грн – базовая стоимость одной тонны материала, грн.

$Q = 9$ кг – масса заготовки;

$q = 6$ кг – масса готовой детали;

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

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

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

$K_m = 1$ – коэффициент который учитывает материал;

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

$S_{\text{отх}} = 4000$ грн – цена одной тонны отходов.

$$S_{\text{заг}} = \left(\frac{32000}{1000} \cdot 9 \cdot 1 \cdot 1,15 \cdot 0,87 \cdot 1 \cdot 0,8 \right) - (9 - 6) \cdot \frac{4000}{1000} = 200 \text{ грн.}$$

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 - 6,0 кг; подогрев заготовки - индукционный; класс точности - Т2; группа стали - М2 (см. табл. 1); степень сложности - С2; выходной индекс - 15.

Назначаем припуски и предельные отклонения по ГОСТ 7505-89:

2,0 мм - Ø39 мм ($R_a = 1,6$ мкм); 2,3 мм - Ø65 мм ($R_a = 3,2$ мкм); 2,3 мм - Ø45 мм ($R_a = 6,3$ мкм); 2,3 мм - длина 78 мм; 2,7 мм - длина 249 мм; 3,2 мм - длина 454 мм.

					ТМЗ 14050555 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		23

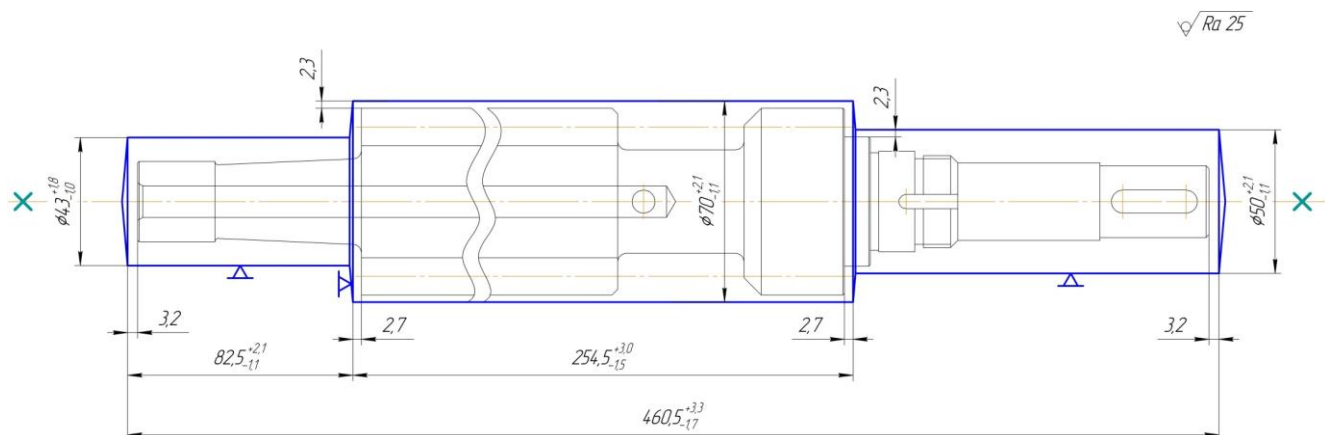


Рисунок 5.1 – Эскиз заготовки

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ТМЗ 14050555 - 00 ПЗ

Лист

25

6 Анализ существующего технологического процесса

6.1 Расчет припусков на механическую обработку

Расчет припусков проводим на наиболее точную цилиндрическую поверхность детали Ø28k6 (+0,015; +0,002) 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].

					ТМЗ 14050555 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		26

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

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 Ø25к6

Наименование перехода	Обознач. точности	Предел отклон.	Элементы припуска, мкм				
			R_z	T	ρ	ϵ_6	ϵ_3
Обработка давлением	T4	2800 ^(+1,8) _(-1,0)	-	-	-	-	-
Точение черновое	кв. 12	520 ⁽⁰⁾ _(-0,52)	200	250	1118	500	200
Точение получистовое	кв. 8	84 ⁽⁰⁾ _(-0,084)	100	100	67	100	50
Шлифование	кв. 6	13 ^(+0,015) _(+0,002)	25	25	45	0	0

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

Операция 015 «Токарная с ЧПУ».

На операции 015 обтачиваются внешние и торцевые поверхности детали. Обработка заготовки выполняется по двум ее учреждениями. Схема базирования заготовки приведена на рисунке 6.2. Первая схема предусматривает двойную направляющую и опорную базу, которые лишают заготовку пяти степеней свободы (см. Табл. 6.2, 6.3).

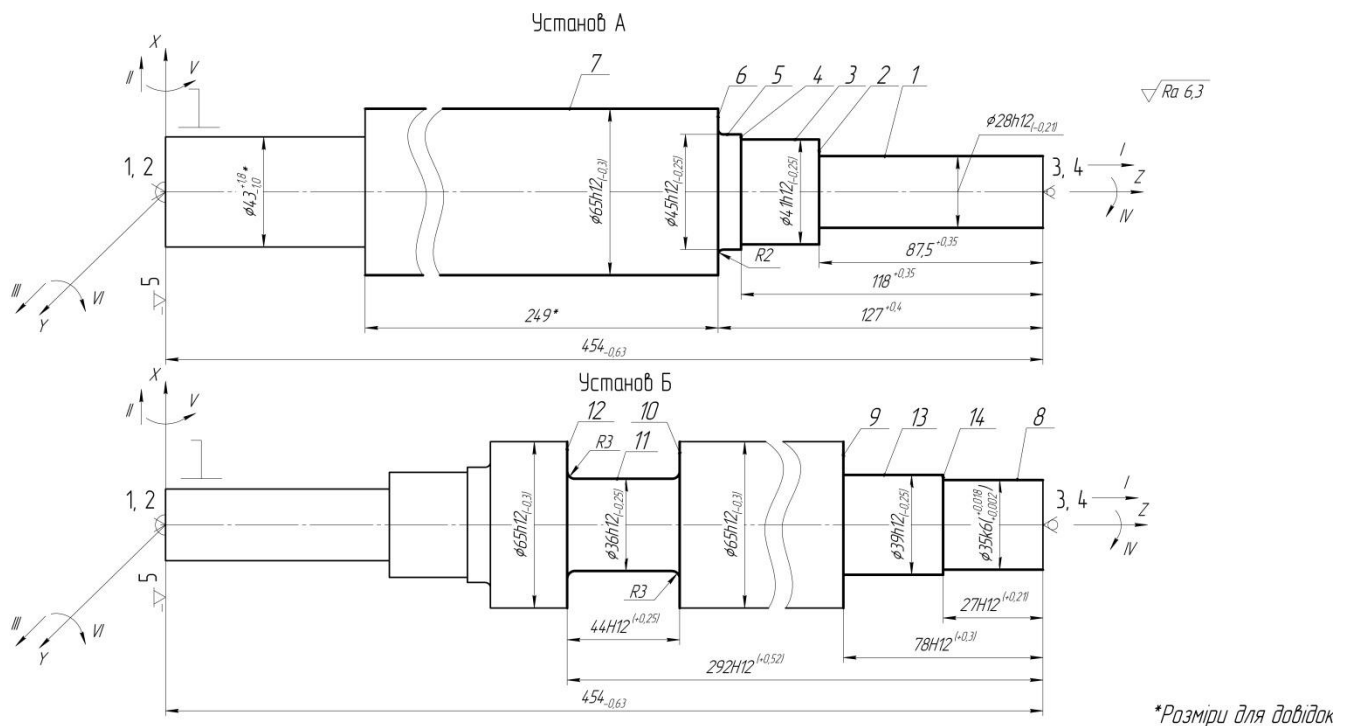


Рисунок 6.2 – Операционный эскиз на операцию 020 «Токарная с ЧПУ». Схема №1

Таблица 6.2 – Таблица соответствий

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

Таблица 6.3 – 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	
Всего	2	2	1	5 ступенів

Погрешность базирования равна

$$\varepsilon_6 = T_{454} = 630 \text{ мкм,}$$

тогда

$$T_{454} > T_{87,5} (630 \text{ мкм} > 350 \text{ мкм});$$

$$T_{454} > T_{118} (630 \text{ мкм} > 350 \text{ мкм});$$

$$T_{454} > T_{127} (630 \text{ мкм} > 400 \text{ мкм});$$

Для обеспечения точности размеров на операции, надо исключить погрешность базирования. Для этого надо совместить технологическую и измерительную базы.

Рассмотрим вторую схему базирования заготовки. Схема №2 предусматривает двойную направляющую и опорную базу. Заготовка лишается пяти степеней свободы (см. Табл. 6.4 6.5).

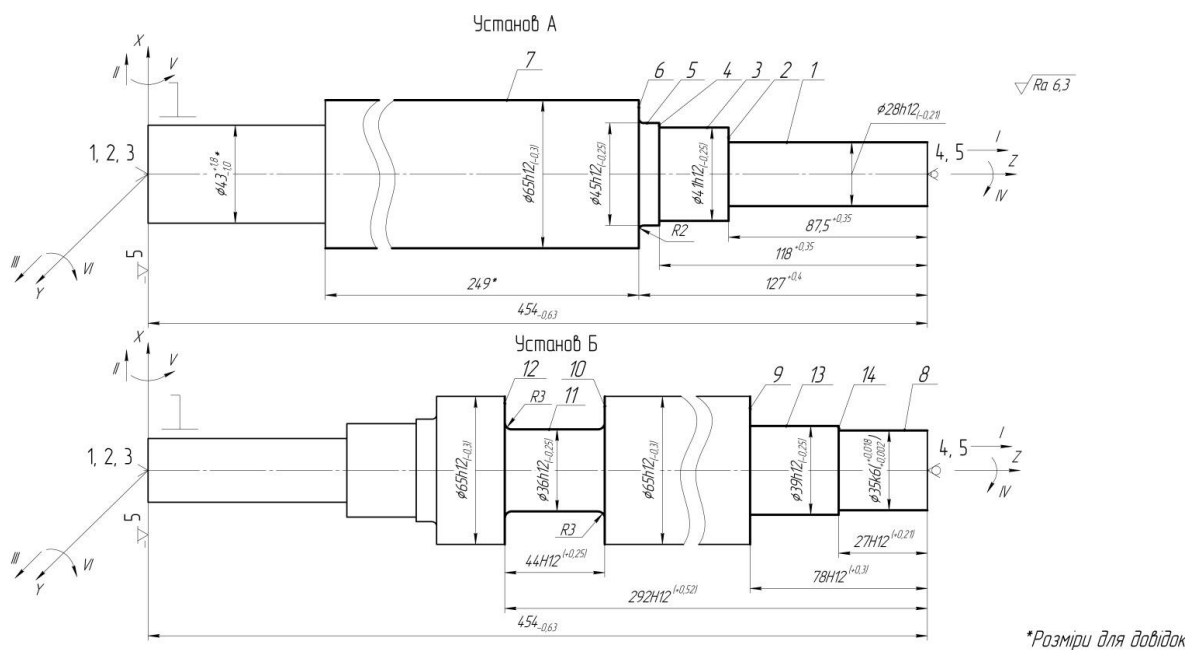


Рисунок 6.3 – Операционный эскиз на операцию 020 «Токарная с ЧПУ»

Схема №2

					Лист
					30
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ТМЗ 14050555 - 00 ПЗ

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 ступенів

Таким образом, для операции 020 «Токарная с ЧПУ» берем первую схему обработки, так как погрешность базирования меньше чем в схемы №2.

Операция 030 «Фрезерная с ЧПУ».

На операции 030 происходит фрезерования паза 8N9x4x30 мм и 5x2x20,5 с одной учреждение. Рассмотрим базирования заготовки на рисунке 6.4. Предложенная схема предусматривает двойную направляющую и опорную базу. Заготовка лишена пяти степеней свободы (см. Табл. 6.6 и 6.7).

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

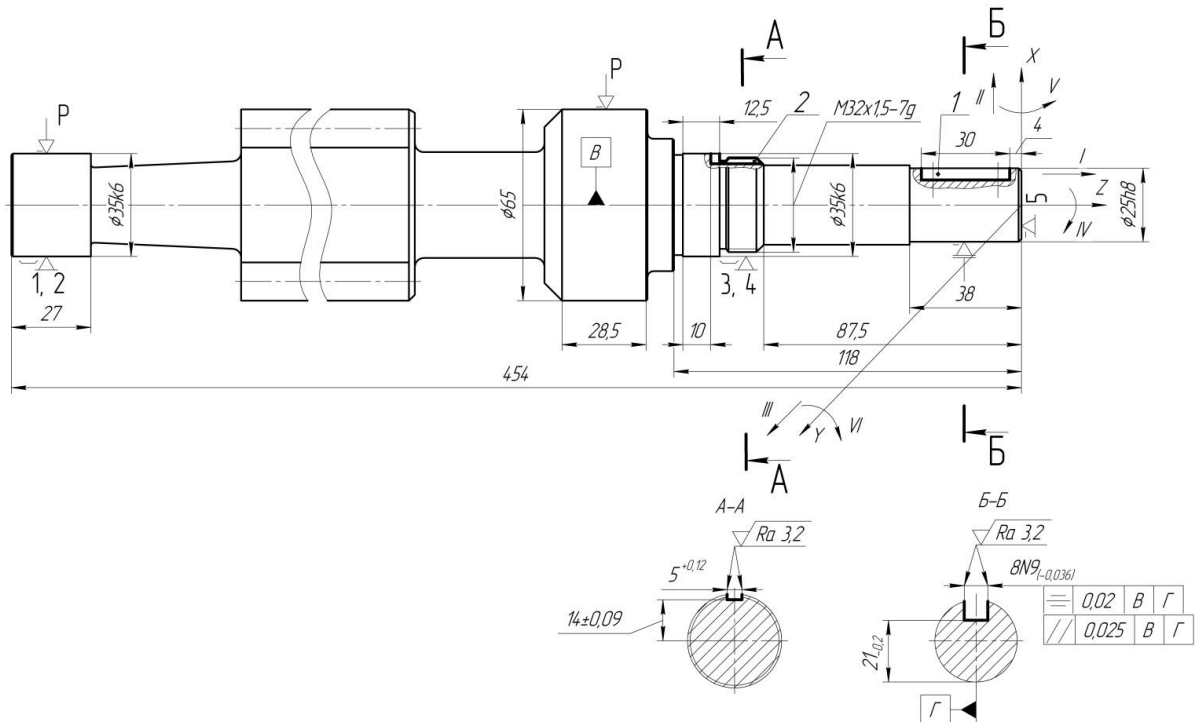


Рисунок 6.4 – Операционный эскиз операции 030 – фрезерная с ЧПУ. Схема 1.

Погрешность базирования равна

$$\varepsilon_{\phi 30} = T_4 = 300 \text{ мкм};$$

$$\varepsilon_{\phi 20,5} = T_{87,5} = 870 = 870 \text{ мкм.}$$

Погрешность базирования для размеров 8 мм и 5 мм зависит от точности станка, позиционирование стола, точности приспособления, тогда $E_{\text{поз}} = 0,02 \text{ мм}$.

Рассмотрим вторую схему базирования заготовки: установочные, направляющая и опорная базы также лишают пяти степеней свободы (Рис. 6.5).

Таблица 6.8 – Таблица соответствий

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

Таблица 6.9 – 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

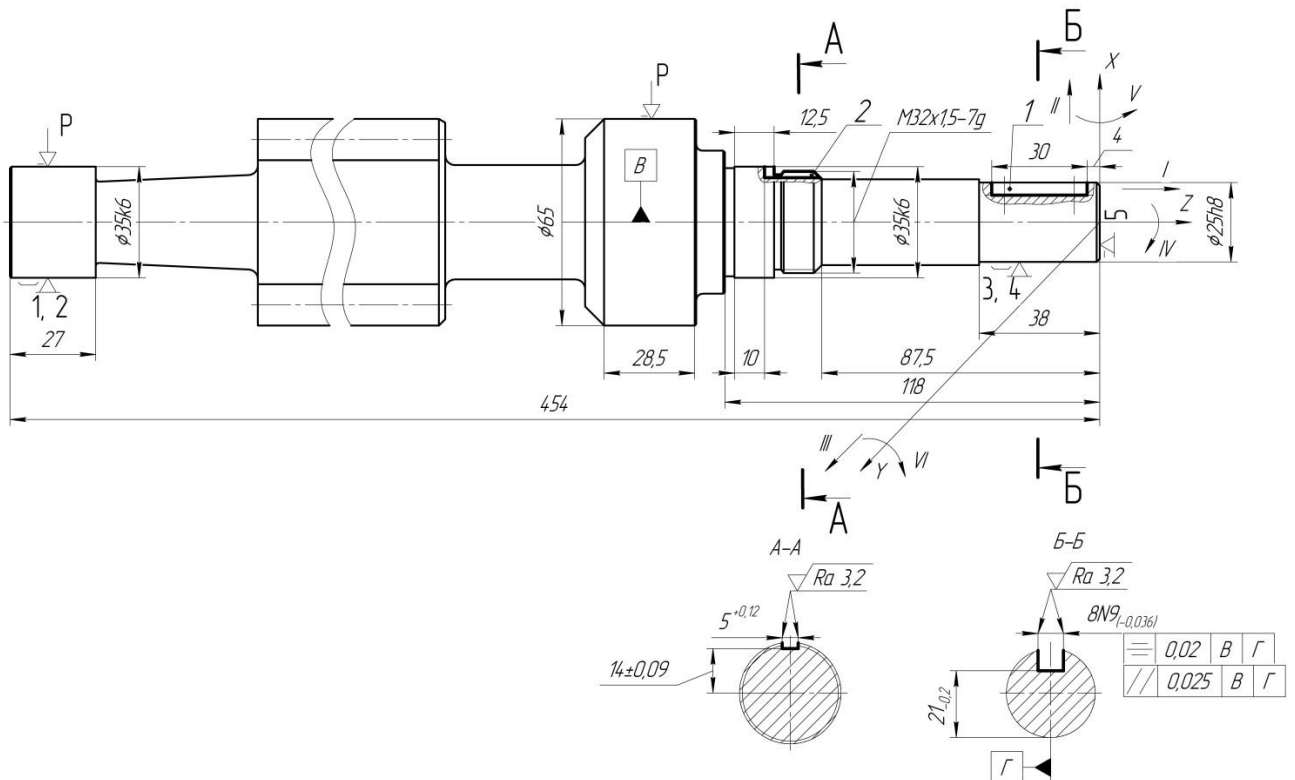


Рисунок 6.5 – Операционный эскиз операции 030 – фрезерная с ЧПУ. Схема 2.

Погрешность базирования равна:

$$\varepsilon_{\delta 20,5} = T_{10} = 360 \text{ мкм};$$

$$\varepsilon_{\delta 30} = T_{118} + T_4 = 870 + 300 = 1170 \text{ мкм}.$$

Из двух приведенных схем предпочитаем схеме №1 базирования, так как погрешность ε_{δ} имеет меньшее значение с сравнением со схемой №2.

Поэтому окончательно принимаем первый вариант схемы базирования.

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

6.3 Обоснование и выбор моделей металлорежущих станков

Для операций 020 – 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 - над суппортом	480 210
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	3850
- ширина	2100
- высота	1600
Масса, кг	5300

Для операции 030 – вертикально-фрезерная Для обработки пазов предлагается два фрезерных станки моделей EcoMill 350 и UWF 10. 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;
- габариты станка EcoMill 350 меньше, чем UWF 10.

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	35-435

Для контроля размеров на операции 020 – токарная с ЧПУ применяем универсальный шкальный мерительный инструмент, а именно штангенциркуль ШЦ-II-500-0,1 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.

Операция 030 – фрезерная с ЧПУ.

Для обработки заданных поверхностей на операции применяем следующие режущие инструменты:

- фреза концевая 2234 – 0363 P6M5 ГОСТ 9140 – 78 – для обработки паза шириной 8 мм;

- фреза концевая 2220 – 0005 P6M5 ГОСТ 17025 – 71 – для обработки паза шириной 5 мм;

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, а именно патрон 191113050 ТУ2–035–986-85.

Для контроля размеров на операции 030 применяем универсальный шкальный мерительный инструмент а именно штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166–89.

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

					ТМЗ 14050555 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		37

6.5 Расчет режимов резания

Производим расчет режимов резания на операцию 020 – 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;

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

K_V - общий поправочный коэффициент на скорость резания;

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

					ТМЗ 14050555 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		38

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.

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

$K_{IV} = 0,8$ - поправочный коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки [4 с.263, таблица 5].

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

Общий поправочный коэффициент K_V по формуле:

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

Скорость резания по формуле:

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

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 102}{\pi \cdot 26} \approx 1202 \text{ об/мин.} \quad (6.9)$$

где $D=26$ мм – диаметр обрабатываемой заготовки.

Подачу $S=0,6$ мм/об и частоту вращения шпинделя $n=1202$ об/мин не округляем к паспортным данным, так как данный станок имеет бесступенчатое регулирование частот вращения и подач.

Главная составляющая силы резания [4]:

					ТМЗ 14050555 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		39

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

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];

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

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

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V_d}{1020 \cdot 60} = \frac{2700 \cdot 102}{1020 \cdot 60} = 2,5 \quad \text{кВт.}$$

(6.12)

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

$$N_{\text{шп}} = 11 \cdot 0,85 = 9,35 \text{ кВт} > N = 2,5 \text{ кВт},$$

следовательно, обработка возможна.

Определяем основное время T_0 по формуле:

					ТМЗ 14050555 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		40

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

где L – длина рабочего хода инструмента;

i = 1 – число проходов.

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

где l = 384 мм - длина резания;

$l_{\text{врез}} + l_{\text{пер}} = 6$ мм – длина врезания и перебега [5].

$L = 384 + 6 = 390$ мм.

Определяем основное время T_o по формуле:

$$T_o = \frac{390 \cdot 1}{560 \cdot 0,6} = 1,14 \text{ мин.}$$

Таблица 6.7 – Режимы резания для операции 020 «Токарная з ЧПУ»

Номер поверхности	D, мм	t, мм	i	S, мм/об	S _м , мм/мин	n, об/мин	V, м/мин	L, мм	T _о , хв
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7	70	2,5	1	0,6	336	560	123	300	1,15
8	65	4	3	0,45	450	1000	131	86	0,75
9	65/39	2,5	1	0,4	550	1000	136	13	0,1
5	65	5	2	0,45	450	1000	127	135	0,6
3	45	4,5	1	0,45	450	1000	127	126	0,3
1	36	4	1	0,45	630	1400	131	95	0,15
2	36/28	2,5	1	0,4	560	1400	131	4	0,021
4	45/36	2,5	1	0,4	400	1000	127	4,5	0,023
6	65/45	2,5	1	0,4	400	1000	127	10	0,025
10	65/36	3	1	0,2	112	560	107	3	0,15
11	65	3	15	0,2	112	560	107	3	2,1
12	65/36	3	1	0,2	112	560	107	3	0,15
13	65	5	5	0,45	450	1000	131	78	0,4
14	39/35	2,5	1	0,4	400	1000	127	2	0,02
Всего		–	–	–	–	–	–	–	6,4

Также в данном пункте производим расчет режимов резания на операции 030 – вертикально-фрезерная с ЧПУ.

Исходные данные: на вертикально-фрезерном станке производится фрезеровка паза на плоскости торца детали. Обрабатываемый материал – сталь 45 с пределом прочности $\sigma_B = 290$ 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 Р6М5;
- диаметр фрезы $d=8$ мм;

Глубина резания $t = 8$ мм.

Ширина фрезерования $B=4$ 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.

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

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];

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

					ТМЗ 14050555 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		43

Определяем общий поправочный коэффициент K_v по формуле:

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

Определяем скорость резания V по формуле:

$$V = \frac{108 \cdot 10^{0,2}}{180^{0,27} \cdot 10^{0,06} \cdot 0,02^{0,3} \cdot 14^{0,3} \cdot 4^{0,1}} \cdot 1,16 = 22,64 \text{ м/мин.}$$

Рассчитываем частоту вращения шпинделя для обеспечения допустимой скорости резания по формуле 8.9:

$$n = \frac{1000 \cdot 22,64}{3,14 \cdot 10} = 624 \text{ об/мин.}$$

Подачу $S=0,08$ мм/об и частоту вращения шпинделя $n=624$ об/мин округляем к паспортным данным.

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];

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

					ТМЗ 14050555 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		44

$x=0,75$ –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:

$$P_z = \frac{10 \cdot 80 \cdot 10^{0,75} \cdot 0,02^{0,6} \cdot 14^1 \cdot 4}{10^{0,86} \cdot 1600^{0,1}} \cdot 0,772 = 471 \text{ Н.}$$

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

Мощность резания при фрезеровании:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{573 \cdot 22,2}{1020 \cdot 60} = 1,61 \text{ кВт,} \quad (6.19)$$

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

Определяем основное время T_o по формуле:

$$T_o = \frac{30 \cdot 1}{624 \cdot 0,08} = 0,51 \text{ мин.}$$

Длину рабочего хода инструмента определяем по формуле:

$$L=30+0 = 30 \text{ мм.}$$

где $l = 30 \text{ мм}$ – длина паза;

$l_{\text{врез}} + l_{\text{пер}} = 0 \text{ мм}$ – 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 _о , мин	Вид режима
	t, мм	S, мм/об	n, об/мин	V, м/мин	i			
Операция 030 – вертикально-фрезерная								
Фрезеровать паз 8 мм	8	0,08	624	22,4	1	30	0,51	Аналитический
Фрезеровать паз 5 мм	5	0,06	921	21,7	1	20	0,27	Табличный

6.6 Техническое нормирование операций

Техническое нормирование 020 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_о=6 мин.

Вспомогательное время T_в на 020 операции определяем по формуле:

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

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

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

T_{в.изм}– вспомогательное время на измерения.

T_{в.уст}=0,65мин [7].

T_{в.оп}= 0,75мин [7].

T_{в.изм}=0,85 мин

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

Определение штучного времени:

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

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

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

$$T_{шт} = (6 + 2,3 \cdot 1,23) \cdot (1 + 8/100) = 10,53 \text{ мин.}$$

Определяем норму штучно - калькуляционного времени по формуле:

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

где $n = 60$ штук – количество деталей в партии;

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

$T_{пз} = 21$ мин [6];

Штучно – калькуляционное время на операции

$$T_{шк} = 5,73 + 21/60 = 6,21 \text{ мин.}$$

Также в данном пункте производим нормирование операции 030 аналогично операции 020.

Основное время на операции складывается из сумм основных времен на отдельных переходах. $T_o = 0,78$ 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];

					ТМЗ 14050555 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		47

$T_{в.изм}=0,3$ мин,

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

Определяем штучное время по формуле:

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

$$K_{ТВ} = 1,23.$$

$$T_{шт} = (0,78 + 1,2 \cdot 1,23) \cdot (1 + 14/100) = 2,41 \text{ мин.}$$

Определяем норму штучно - калькуляционного время по формуле:

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

$$T_{пз} = 24 \text{ мин [6]}$$

Штучно – калькуляционное время на операции

$$T_{шк} = 2,41 + 24/60 = 2,73 \text{ мин.}$$

					ТМЗ 14050555 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		48

7 Проектирование станочного приспособления

Станочное приспособление проектируется для обработки заготовок на вертикально-фрезерной операции 030. На операции фрезеруется паз шириной 8 мм, длиной 30 мм и глубиной 4 мм. Шероховатость боковых поверхностей паза $Ra = 3,2$ мкм, дна - $Ra = 6,3$ мкм. Размеры паза имеют следующие значения допусков: 8N9 (0; -0,036) мм; 4H14 (0,3; 0) мм; 30H14 (+0,62; 0) мм. Размер радиуса $R = 4$ мм обеспечивается инструментом.

Точность формы поверхностей паза на чертеже не обозначена и она находится в пределах поля допуска на размер ширины паза. Точность расположения поверхностей паза относительно других поверхностей детали задана техническими требованиями чертежа. Допуск симметричности ТС находится в пределах 0,02 мм, а допуск параллельности Тп расположения паза относительно оси детали - в пределах 0,025 мм.

Шероховатость боковых поверхностей паза составляет $Ra = 3,2$ мкм и соответствует минимальным требованиям шероховатости в зависимости от точности размеров [2, т.69, с.139], что может быть обеспечена однократным фрезерованием.

Точность размеров другого паза находится в пределах 14 квалитету точности (длина 20,5 мм, ширина - 5 мм, глубина - 2 мм) и обеспечивается однократным фрезерованием без каких-либо трудностей.

Таким образом, расчет точность размеров и силы закрепления заготовки надо вести по техническим требованиям первого паза.

Таким образом, на протяжении всего времени обработки поверхностей заготовки необходимо обеспечить постоянную нужную силу ее закрепления, а для переустановки быстрое закрепление и открепление заготовки.

Расчет режимов резания приведенных переходов позволил определим режим обработки, по которым возникают наибольшие силы резания.

					ТМЗ 14050555 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		49

Режим резания для фрезерования шпоночного паза 8N9x4x30: $t = 8$ мм, $i = 1$, $S_z = 0,05$ мм / зуб, $S_m = 56$ мм / мин, $n = 400$ об / мин, $V = 10$ м / мин, $L = 30$ мм, $P_z = 600$ Н.

Режим резания для фрезерования шпоночного паза 5x2x20,5: $t = 5$ мм, $i = 1$, $S_z = 0,02$ мм / зуб, $S_m = 112$ мм / мин, $n = 690$ об / мин, $V = 35$ м / мин, $L = 30$ мм, $P_z = 305$ Н.

Для реализации технических требований чертежа вала на вертикально-фрезерной операции надо решить следующие задачи:

- 1) рассчитать силу закрепления заготовки;
- 2) выполнить проверочный расчет пневматического привода патрона;
- 3) выполнить расчет точности параметров устройства.

Обоснование схем базирования и закрепления заготовки.

Двойной направляющей базой приняты две поверхности диаметром 35k6 (+0,018; +0,002) мм. Они имеют точный размер и низкую шероховатость поверхности $R_a = 1,6$ мкм. Опорной базой является торец диаметром 25h8. Эти поверхности будут выполнять функцию технологических баз заготовки. Предложенное базирования исключает погрешность базирования для размера 30 мм = 0.

Размер ширины паза 8N9 обеспечивается инструментом - шпоночный фрезой. Глубина паза будет обеспечена настройкой движения стола станка в вертикальной плоскости. Схема действующих сил резания при фрезеровании паза шириной 8 мм, длиной 30 мм и глубиной 4 мм приведены на рисунке 7.1.

В разделе 6 (см. Рис. 6.2) была подробно обоснована и предложена схема базирования и закрепления заготовки на вертикально-фрезерной операции. По такой схеме силы закрепления прижимают заготовку к поверхности призм и надежно ее фиксируют. Кроме этого, действующие силы закрепления не удосуживаются перевернуть или выгнуть вал.

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,

					ТМЗ 14050555 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		50

контакта заготовки с опорами призм (на рисунке 7.2 изображены коэффициенты трения f_1 и f_2).

Сила закрепления P_3 определится по формуле [12]:

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

$$W = \frac{K \cdot M_p}{f \cdot d}, \quad (7.2)$$

где 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.

$$K = 1,5 \times 1,2 \times 1 \times 1 \times 1,8 \times 1 \times 1 = 3,5;$$

d – посадочный диаметр кулачков, $d = 0,0172$ м;

					ТМЗ 14050555 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		52

f – коэффициент трения, $f = 0,35$.

$$W = \frac{2,5 \cdot 351}{0,35 \cdot 0,172} = 9642 \text{ Н.}$$

Обоснование выбора привода.

Для реализации раскрепления и закрепления заготовки при данной схеме рационально выбрать пневмокамеру одностороннего действия с диаметром, определяемым по формуле [12]:

Зная необходимое усилие на штоке для закрепления, рассчитываем диаметр цилиндра:

$$D = \sqrt{\frac{Q}{0,785 \cdot P \cdot \eta}}, \quad (7.4)$$

где P – давление сжатого воздуха [$P=0,4 \text{ МПа}$ (4 кгс/см^2)];

η – к.п.д., учитывающий потери, $\eta=0,85$

$$D = \sqrt{\frac{9642}{0,785 \cdot 4 \cdot 0,85}} = 11,15 \text{ см}$$

Принимаем стандартный диаметр камеры $D=125 \text{ мм}$, тогда действительная сила закрепления равна:

$$Q = D^2 \cdot 0,785 \cdot P \cdot \eta = 12,5^2 \cdot 0,785 \cdot 6,3 \cdot 0,85 = 9656 \text{ Н.}$$

Точностные расчеты приспособления.

					ТМЗ 14050555 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		53

С информационной точки зрения расчеты допусков на изготовление элементов приспособления представляют собой преобразование информации о точности обработки в точностные требования к приспособлению.

Прежде чем приступить к расчету точности, определим расчетные параметры, которые в большей мере влияют на достижение заданных допусков обрабатываемой детали.

Определим параллельность оси призм их основанию по формуле [9]:

$$\varepsilon_{np} = T - K_T \cdot \sqrt{(K_{T1} \cdot \varepsilon_{\delta})^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_n^2 + \varepsilon_u^2 + (K_{T2} \cdot \omega)^2 + \varepsilon_{noz}^2}, \quad (7.5)$$

где T - допуск параллельности сторон паза $T=0,025\text{мм}=25\text{ мкм}$;

K_T - коэффициент, учитывающий возможное отступление от нормального распределения отдельных составляющих, принимаем $K_T=1,2$;

K_{T1} - коэффициент, который учитывает некоторое уменьшение предельного значения погрешности базирования, принимаемый во внимание, когда погрешность базирования не равна нулю, в данном случае $K_{T1}=0,85$;

ε_{δ} - погрешность базирования заготовки, которая в данном случае будет равна нулю так как на диаметральные размеры влияет лишь точность позиционирования узлов станка.

$$\varepsilon_{\delta} = 0\text{мкм.}$$

ε_3 - погрешность закрепления заготовки, т.к. привод механизированный и погрешность закрепления будет постоянной, то учитываем ее один раз при настройке станка, принимаем $\varepsilon_3=0$;

$$\varepsilon_y = 10\text{мкм} - \text{погрешность установки};$$

$\varepsilon_n = 0$ - 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 $\varepsilon_u = 0$;

					ТМЗ 14050555 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		54

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.

$$\varepsilon_{np} = 25 - 1,2 \cdot \sqrt{(0,85 \cdot 0)^2 + 0^2 + 10^2 + 0^2 + 0^2 + (0,6 \cdot 10)^2 + 10^2} = 25 - 15 = 10 \text{ мкм}$$

По ГОСТ 24643-81 принимаем ближайшее меньшее значение допуска равное 10 мкм. Данное требование принято потому, что именно эта погрешность будет оказывать наибольшее влияние на точность обработки, а именно выдерживания в заданных пределах.

Устройство устанавливается на стол вертикально-фрезерного станка и базируется в его пазах направляющими шпонками 9. Закрепление устройства выполняется болтами, соединяющие пазы корпуса 4 с пазами станка.

Заготовка двумя поверхностями диаметрами 35k6 устанавливается на призму 12, а торец диаметром 25h8 соединяется с упором 3. Перехватчики 5 подводят к заготовке и вращением рукоятки крана управления 1 выполняют для подачи воздуха в пневматические камеры 2. Заготовка закрепляется.

После обработки заготовки рукоятка крана управления 1 вращается в противоположную сторону и воздух из пневматических камер 2 выходит в атмосферу. Шток пневматической камеры под действием пружины возвращается в исходное положение и заготовка раскрепляется. Перехватчики 5 отводятся от заготовки и она вынимается из устройства.

Обслуживание и работа с устройством не требует высокой квалификации станочника.

					ТМЗ 14050555 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		55

8 Охрана труда и безопасность в чрезвычайных ситуациях

Тема: «Характеристика и воздействие на организм человека вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Нормирование содержания вредных веществ в воздухе».

Для создания нормальных условий производственной деятельности необходимо обеспечить не только комфортные метеорологические условия, но и необходимую чистоту воздуха. В результате производственной деятельности в воздушную среду помещений могут поступать различные вредные вещества, которые используют в технологических процессах.

Вредные вещества могут проникать в организм человека через органы дыхания, органы пищеварения, а также кожу и слизистые оболочки. Через дыхательные пути попадают пары, газо- и пылевидные вещества, через кожу преимущественно жидкие вещества. Через желудочно-кишечные пути попадают вещества при глотании, или при внесении их в рот загрязненными руками.

Основным путем поступления промышленных вредных веществ в организм человека являются дыхательные пути. Благодаря огромной всасывающей поверхности легких образуются благоприятные условия для попадания вредных веществ в кровь.

Вредные вещества, попавшие тем, чем другим путем в организм могут вызвать отравление (острые или хронические). Степень отравления зависит от токсичности вещества, его количества, времени действия, пути проникновения, метеорологических условий, индивидуальных особенностей организма.

Острые отравления возникают в результате однократного действия больших доз вредных веществ (угарный газ, метан, сероводород). Хронические отравления развиваются вследствие длительного воздействия на человека небольших концентраций вредных веществ (свинец, ртуть, марганец). Вредные вещества попав в организм распределяют в нем неравномерно. Наибольшее количество свинца накапливается в костях, фтора в зубах, марганца в печени. Такие вещества

					ТМЗ 14050555 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		56

имеют свойство образовывать в организме так называемое «депо» и задерживаться в этом длительное время.

При хроническом отравлении вредные вещества могут не только накапливаться в организме (материальная кумуляция), но и вызвать «накопления» функциональных эффектов (функциональная кумуляция).

Степень неблагоприятного воздействия вредных веществ, присутствующих в воздухе рабочей зоны определяется также рядом других факторов. Например, повышенная температура и влажность, как и значительное мышечное напряжение, в большинстве случаев, усиливают действие вредных веществ.

Существенное значение имеют индивидуальные особенности человека. Учитывая это для рабочих, работающих во вредных условиях проводятся обязательные предварительные (при поступлении на работу) и периодические медицинские осмотры.

Вредные вещества, попавшие в организм человека вызывают нарушения здоровья лишь в том случае, когда их количество в воздухе превышает предельную для питательного вещества величину.

Вредные вещества, попавшие в организм человека, вызывают нарушения здоровья лишь в том случае, когда их количество в воздухе превышает предельную для каждого вещества величину. Под предельно допустимой концентрацией (ПДК) вредного вещества в воздухе рабочей зоны понимают такую максимальную концентрацию данного вещества, которая при ежедневной (кроме выходных дней) работе в течение 8 ч или иной продолжительности (но не более 40 ч в неделю) не приводит к снижению работоспособности и заболевания в период трудовой деятельности и в последующий период жизни, а также не оказывает неблагоприятного воздействия на здоровье потомства.

Предельно допустимая концентрация вредного вещества в воздухе рабочей зоны устанавливается для веществ, оказывающих вредное воздействие на организм работающих при ингаляционном поступлении.

					ТМЗ 14050555 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		57

По величине ПДК в воздухе рабочей зоны вредных веществ делятся на четыре класса опасности (ГОСТ 12.1.007-76):

- 1 - й - вещества чрезвычайно опасные, ПДК менее 0,1 мг / м³ (свинец, ртуть, озон и др.)

- 2 - й - вещества высокоопасные, ПДК 0,1-1,0 мг / м³ (кислоты серная и соляная, хлор, фенол, едкие щелочи и др.)

- 3 - й - вещества умеренно опасные, ПДК 1,1-10,0 мг / м³ (винилацетата, толуол, ксилол, спирт метиловый и др.)

- 4 - й - вещества малоопасные, ПДК более 10,0 мг / м³ (аммиак, бензин, ацетон, керосин и др.).

К вредным веществам одностороннего действия относятся вредные вещества, которые близки по химическому строению и характеру воздействия на организм человека.

При одновременном содержании в воздухе нескольких вредных веществ, не имеющих одностороннего действия, ПДК остаются такими же, как и при их изолированном действии.

Для контроля концентрации вредных веществ в воздухе производственных помещений и рабочих зон используют следующие методы:

- экспресс-метод, основанный на явлении колориметрии (изменение цвета индикаторного порошка в результате действия соответствующей вредного вещества) и позволяет быстро и с достаточной точностью определить концентрацию вредного вещества непосредственно в рабочей зоне. Для этого используют газоанализаторы (УГ - 2, ГБ - 4, СТХ - 17 ФОН - 1 и др.)

- лабораторный метод, заключающийся в отборе проб воздуха из рабочей зоны и проведении физико-химического анализа (хроматографического, фотоколориметрического и др.) В лабораторных условиях. Этот метод позволяет получить точные результаты, однако требует значительного времени.

- метод непрерывной типовой автоматической регистрации содержания в воздухе вредных химических веществ с использованием газоанализаторов и

					ТМЗ 14050555 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		58

газосигнализаторов (ФКГ - 3М на хлор, "Сирена - 2" на аммиак, "Фотон" на сероводород, стационарные широкого спектра: ЩИГ - 2, СПА - 1, СТХ - 18).

Запыленность воздуха можно определить весовым, электроиндукционным, фотометрическим и другими методами. Чаще всего используют весовой метод. Для этого взвешивают специальный фильтр до и после протягивания через него определенного объема запыленного воздуха, а затем вычисляют вес пыли в миллиграммах на кубический метр воздуха.

Периодичность контроля состояния воздушной среды определяется классом опасности вредных веществ, их количеством, степенью опасности поражения работающих и тому подобное. Контроль (измерение) может происходить непрерывно, периодически в течение смены, ежедневно, ежемесячно и т. д. Непрерывный контроль с сигнализацией (превышение ПДК) должен быть обеспечен, если в воздух производственных помещений могут попасть вредные вещества из остронаправленного механизмом действия.

Общие мероприятия и средства предупреждения загрязнения воздушной среды на производстве и защиты работающих включают:

- изъятия вредных веществ из технологических процессов типа вроде как бы замена вредных веществ менее вредными;
- совершенствование технологических процессов и оборудования (применение замкнутых технологических циклов, непрерывных технологических процессов, мокрых способов переработки пиломатериалов;
- автоматизация: дистанционное управление технологическими процессами и оборудованием, включая непосредственный контакт работающих с вредными веществами;
- герметизация производственного оборудования, работа технологического оборудования под разрежением, локализация вредных выделений за счет местной вентиляции аспирационных укрытий;
- нормальное функционирование систем отопления, общеобменной вентиляции, кондиционирования воздуха, очистных выбросов в атмосферу;

					ТМЗ 14050555 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		59

- предварительные и периодические типа медицинские осмотры работников, работающих во вредных условиях, профилактическое питание, соблюдение правил личной гигиены;

- контроль за содержанием вредных веществ в воздухе рабочей зоны;

- использования средств индивидуальной защиты.

					ТМЗ 14050555 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		60

Выводы

1. В ходе выполнения дипломной работы был выполнен следующий объем работы: 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, проанализировано чертежи и требования предъявляемые к детали.

2. При анализе технических требований были описаны свойства материала, и проанализировали требования, предъявляемые при изготовлении детали конструктором, их соответствие общепринятым стандартам в соответствии с согласно сборочным узлом.

3. Был определен тип производства - мелкосерийный и определенная партия запуска. Форма организации производства - групповая. В качестве заготовки была принята штамповка, так как это наиболее рациональный метод получения заготовки учитывая массу, форму и тип производства. Во время выполнения работы были проанализированы фрезерную операцию с ЧПУ на станке EсоMill 350 и токарную операцию с ЧПУ на станке 16K20Ф3:

- рассмотрены схемы базирования и выбрана наиболее рациональная;
- избрано наиболее рациональное металлорежущее оборудование;
- произведен расчет режимов резания;
- проведено техническое нормирование операции.

4. Для операции 030 «Фрезерная с ЧПУ» было спроектировано станочное устройство, что позволило уменьшить вспомогательное время на установку и закрепление заготовки.

5. Приведенная характеристика воздействие на организм человека вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

					ТМЗ 14050555 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		61

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 14050555 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		62

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 14050555 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		63

Приложение Б. Расчет припусков

РАСЧЕТ ПРИПУСКОВ НА ДИАМЕТРАЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ

Имя программы - 'prip'
 Вычислительный центр инженерного факультета СумГУ 03.06.2019

Расчет выполнен для Yanenko, группа - ТМЗ-41с

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

обрабатываемая поверхность - наружная цилиндрическая поверхность $\phi 28+0.015$
 $+0.002$

Наименование перехода или операции маршрута обработки поверхности	Обозначение точности	Преде- льные откло- нения, мм	Элементы припуска, мкм				
			шерохо- ватость $Rz(i-1)$	дефект слой $h(i-1)$	простр отклон $p(i-1)$	погрешность базир $Eб(i)$	закр $Eз(i)$
Поковка ковкой на молотах	гр.точн. II	+1.4	-	-	-	-	-
	ГОСТ 7062-79	-0.7					
Точение черновое	квалитет 12	0	50	50	85	100	320
		-0.1000					
Точение чистовое	квалитет 10	0	25	25	71	25	50
		-0.400					
Шлифование	квалитет 8	+0.015	10	5	57	5	20
		+0.002					

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА:

Расчетные значения		Принятые значения, мм								
припуск, мкм	расчет- ный размер, мм	расчет- ный размер	номинальный размер с пределными отклонениями	пределный размер		припуск, мкм			расч.	макс
				мини- мальный	макси- мальный	миним	расч.	макс		
-	-	31.958	32.00	32.000	+1.300	31.700	33.300	-	-	-
					-0.700					
1070	2070	28.961	28.95	29.000	0	28.500	29.000	1070	2070	3070
					-0.500					
342	1342	28.664	28.664	28.700	0	28.300	28.700	342	1342	1742
					-0.400					
144	1144	28.015	28.00	28.000	+0.015	28.015	28.002	144	1144	1197
					+0.002					

К О Н Е Ц Р А С Ч Е Т А

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<i>Стандартные изделия</i>		
		18		Гайка М12-6Н.5 ГОСТ 5915-70	2	
				Винты ГОСТ 1491-72		
		19		М6-6g x 20.48	2	
		20		М6-6g x 25.48	4	
		21		М6-6g x 40.48	2	
				Винты ГОСТ 11738-72		
		22		М8-8g x 30.48	10	
		23		М8-8g x 55.48	4	
				Штифты ГОСТ 3128-70		
		24		4п 8h8 x 30	2	
		25		4п 8h8 x 55	4	

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ТМЗ 14050555-07-01.00.00	Лист
						2

Копировал

Формат А4

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ТМЗ 14050555 - 00 ПЗ

Лист

67