

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-ШЕСТИРНИ А356.14.83-17**

Бакалаврська кваліфікаційна робота
Спеціальність – 131 Прикладна механіка
(Технології машинобудування)

Студент

Д. О. Ніколаєнко

Керівник

І. М. Дегтярьов

Нормоконтроль

Ю. О. Денисенко

Реферат

Записка: страниц 79, рисунков 14, таблиц 17, приложений 3, источников 17.

Объект исследования – деталь «Вал-шестерня».

Цель работы – проектирование технологической операции изготовления детали «Вал-шестерня» позиции А356.14.83-17.

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 – 040 – токарная с ЧПУ и 060 – вертикально-фрезерная. 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, который посвящен сосудам под давлением.

Разработан комплект технической документации.

ВАЛ-ШЕСТРЕНЯ, РЕЖИМ РЕЗАНИЯ, БАЗИРОВАНИЕ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, УСТАНОВ.

Содержание

Введение.....	4
1 Анализ служебного назначения машины, узла детали. Описание конструктивных особенностей детали и условий ее эксплуатации.....	5
2 Анализ технических требований на изготовления детали.....	9
3 Определения типа производства и организационных условий работы.....	11
4 Анализ технологичности конструкции детали	15
5 Выбор и обоснование способа получения заготовки	20
6 Анализ существующего технологического процесса.....	25
6.1 Расчет припусков на механическую обработку	25
6.2 Анализ и обоснование схемы базирования и закрепления.....	27
6.3 Обоснование выбора металлорежущих станков.....	33
6.4 Обоснование выбора станочных приспособлений, режущего и измерительного инструментов.....	35
6.5 Расчет режимов резания	37
6.6 Техническое нормирование операций	46
7 Проектирование станочного приспособления	52
8 Охрана труда и безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	67
Выводы	73
Список использованной литературы.....	74
Приложение А. Заводской чертеж детали	76
Приложение Б. Расчет припусков.....	77
Приложение В. Спецификации.....	78

					<i>ТМ 16320424-00.ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>	Проектирование технологического процесса изготовления вала- шестерни А356.14.83-17	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб.</i>	<i>Николаенко</i>						3	77
<i>Пров.</i>	<i>Дегтярев</i>					<i>СумГУ, ТМз-43-6с</i>		
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>	<i>Денисенко</i>							
<i>Утв.</i>	<i>Залого</i>							

Введение

Машиностроение является одной из наиболее важных отраслей промышленности. Его продукция – машины различного назначения – поставляются всем отраслям народного хозяйства. Темпы перевооружения их новой техникой в значительной степени зависят от уровня развития машиностроения. Переход машиностроения на новые методы управления, применение новых достижений и разработок науки, внедрение наукоемких технологий и расширение номенклатуры изделий приведет к повышению уровня всех смежных отраслей промышленности.

Технический прогресс в машиностроении характеризуется не только улучшением конструкций машин, но и непрерывным совершенствованием технологии их производства. Важно качественно и в заданные сроки изготовить машину с минимальными затратами материалов, энергии, живого и овеществленного труда. В технологии машиностроения решаются задачи по всем технологическим переделам – от получения заготовки до приемки собранных изделий. Однако большое внимание уделяется конечным этапам производства – механической обработке заготовок и сборке машин. Эти процессы наиболее трудоемки (80-90% всей трудоемкости изготовления изделий) и взаимосвязаны между собой; они являются определяющими во всем цикле производства машин. Перед технологами и конструкторами машиностроения стоят задачи повышения качества машин, снижения трудоемкости, себестоимости и материалоемкости, внедрения поточных методов работы, механизации и автоматизации производства, а также сокращения сроков подготовки производства новых объектов. Поэтому наиболее важными направлениями развития технологии механической обработки в машиностроении стали интенсификация технологических процессов на основе применения режущих инструментов из новых инструментальных материалов, повышение размерной и геометрической точности, достигаемой при обработке, расширение области применения оборудования с ЧПУ, создание полностью автоматизированных систем проектирования, управления и подготовки производства.

Неуклонное расширение области применения гидравлических насосов и совершенствование производства насосов требуют от современного инженера-машиностроителя теоретических знаний и практических навыков, для рационального проектирования, изготовления насосов и использования производимой ими гидравлической энергии.

					<i>ТМ 16320424-00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		4

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

Целью данного курсового проекта является анализ технологической операции изготовления детали “Вал-шестерня” А356.14.83-17, которая входит в состав “Лебедки ручной” А356.14.83-17, которая входит в состав утилизатора тепла УТЛ-6/115 (рис.1.1). Утилизатор тепла УТЛ-6/115 предназначен для использования тепла выхлопных газов агрегата ГПА-Ц1-16Л с целью теплоснабжения КС и внешних потребителей - прилегающих жилпоселков, сельскохозяйственных объектов. Утилизатор применяется на компрессорных станциях, оборудованных агрегатами типа ГПА-Ц1-16Л. Утилизатор изготавливается в климатическом исполнении УХЛ категории размещения 1 по ГОСТ 15150-69 и обеспечивает работоспособность при температуре окружающей среды от минус 55°С до плюс 40°С.

Обозначение утилизатора при заказе: УТЛ-6/115, где:

УТЛ - утилизатор тепла ГПА с газотурбинным двигателем АЛ-31 СТ разработки АНТЦ им. А. Льюльки.

6 - теплопроизводительность, МВт;

115 - максимальная температура нагретой воды на выходе, °С.

Утилизатор тепла УТЛ-6/115 состоит из камеры утилизатора, диффузора, секций теплообменных, трубопроводной обвязки и площадок обслуживания.

Трубопроводная обвязка утилизатора включает в себя трубопроводы подвода и отвода теплоносителя, трубопроводы слива с теплообменников, трубопроводы слива с предохранительных клапанов и отвода воздуха с теплообменников. Для проведения регламентных работ установка оборудования площадками обслуживания с ограждениями. Доступ на площадки обслуживания осуществляется по лестницам.

Принцип работы утилизатора основан на передаче тепла уходящих газов приводного двигателя агрегата теплоносителю. Теплоноситель подается из

					<i>ТМ 16320424-00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		5

стационарной сети по трубопроводам к теплообменникам и после подогрева в них поступает в стационарную сеть к потребителям тепла.

В камере утилизатора монтируются две секции теплообменных.

Лебедка ручная предназначена для выкатки грузов из отсеков компрессоров, для выкатки и закатки теплообменника из камеры утилизатор при ремонтных и монтажных работах.

Техническая характеристика “ Лебедки ручной”:

- | | | |
|--|---|--------------|
| 1. Тяговое усилие, кН(кгс) | - | 4,9(500); |
| 2. Канатоемкость, м | - | 30; |
| 3. Усилие на рукоятку, Н(кгс) | - | 176(18); |
| 4. Диаметр барабана | - | 159; |
| 5. Диаметр каната | - | 7,2; |
| 6. Навивка каната | - | двухслойная; |
| 7. Передаточное число зубчатой цилиндрической передачи | - | 6. |

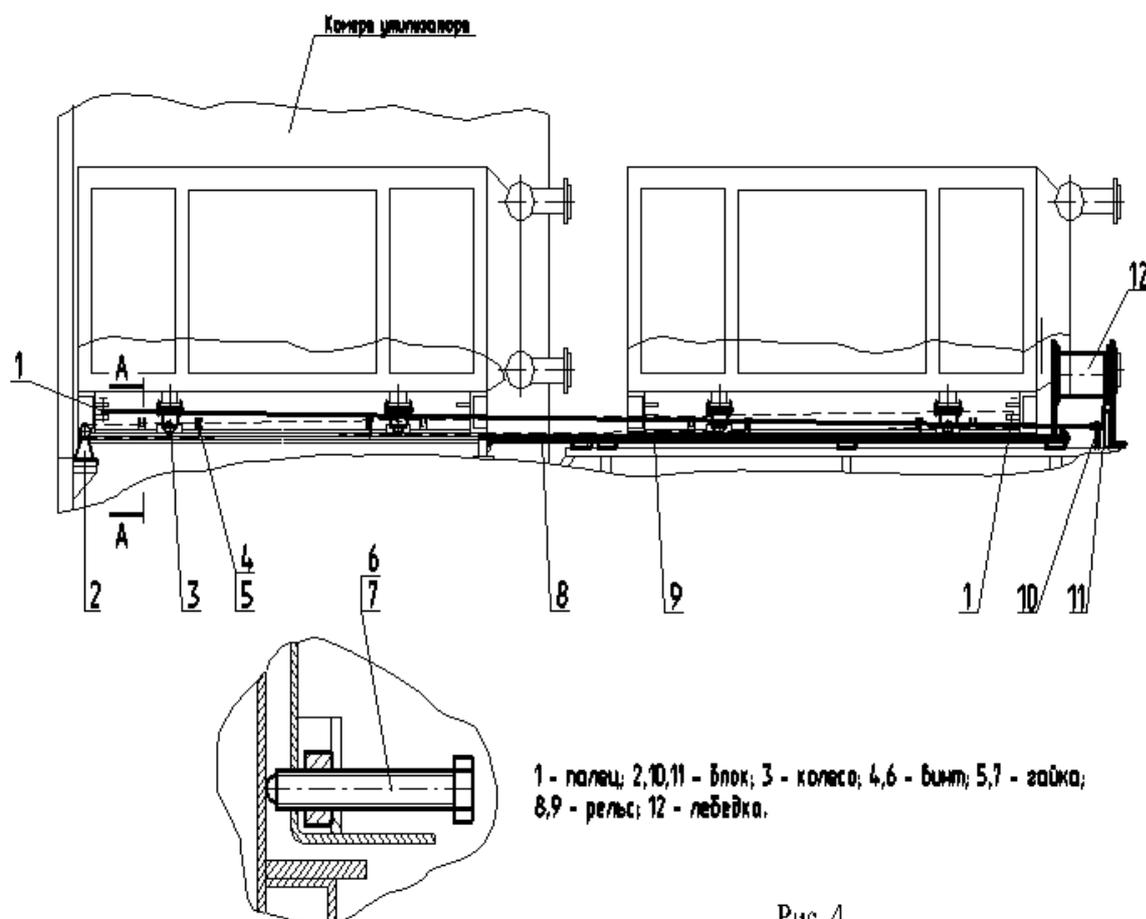


Рис. 4

Рисунок 1.1 - Эскиз утилизатора УТЛ-6/115

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ТМ 16320424-00.ПЗ

Лист

6

Деталь „Вал-шестерня”(рис.1.2) является частью “Лебедки ручной” и предназначена для передачи крутящего момента на барабан через зубчатое колесо. В детали имеются следующие конструктивные элементы:

- зубья (поз.7) для передачи крутящего момента на барабан;
- шпоночный паз (поз.10), служащий для установки шпонки, которая препятствует сдвигу храпового колеса;
- канавка (поз.11), служащая для установки стопорного кольца, которое препятствует сдвигу храпового колеса;
- квадраты (поз.1), служащие для вращения поворота ручки.

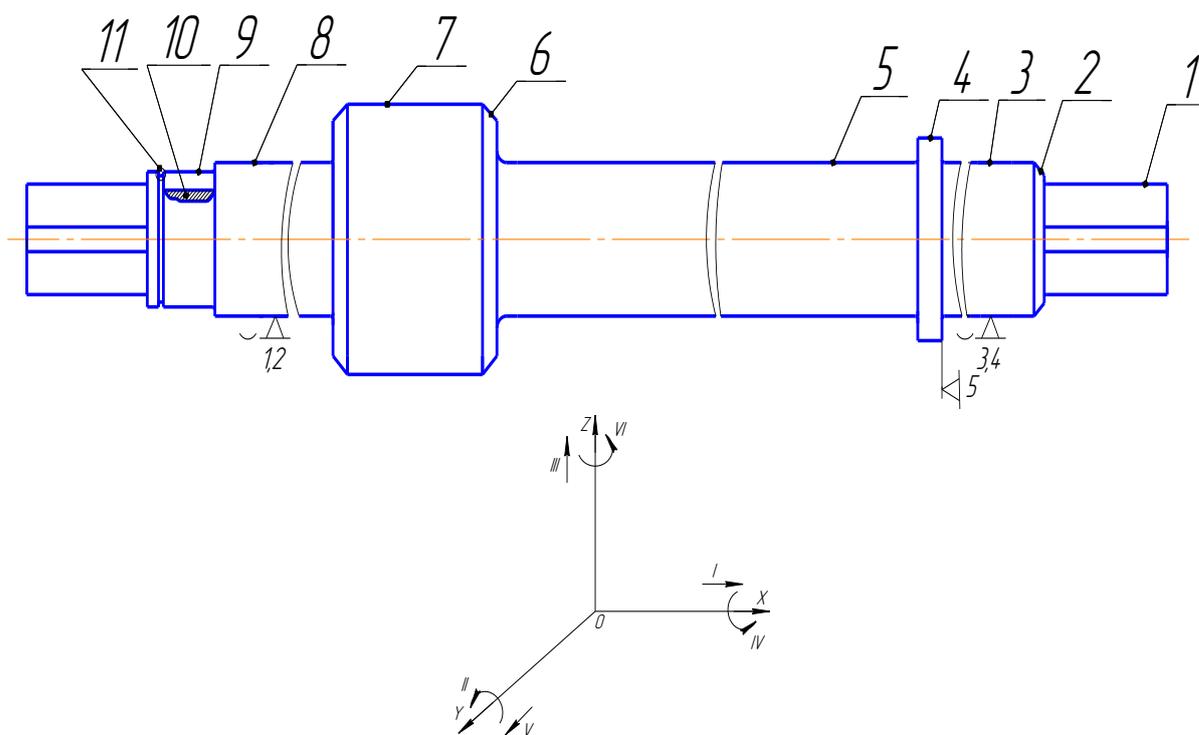


Рисунок 1.2 – Эскиз детали с нумерацией поверхностей

Таблица 1.2 Матрица соответствий

№точки	Степ.свободы	База
1,2,3,4	I,IV,III,VI	ДНП
5	II	ОБ

Таблица 1.3 Матрица связей:

База	X	Y	Z	Степ. свободы
ДНБ	0	1	1	L
	0	1	1	α
ОП	1	0	0	L
	0	0	0	α

При закреплении данной детали в узле она лишается 5 степеней свободы, так как имеют место двойная направляющая и опорная базы. Двойная направляющая база возникает при закреплении детали в подшипники скольжения, а опорная при зажатии ее стопорным кольцом. Свободными поверхностями являются 2,4,5,6,10,11.

Деталь и изделие, также как компрессор в целом эксплуатируется в умеренных условиях в диапазоне температур от -25 до + 50 ° С.

Сама деталь и изделие при работе создают шум на уровне 60-70 Дб.

					<i>ТМ 16320424-00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		8

2 Анализ технических требований на изготовления детали

Деталь „Вал-шестерня” относится к деталям типа вал.

Деталь „Вал-шестерня” является частью “Лебедки ручной” и предназначена для передачи крутящего момента на барабан через зубчатое колесо. В детали имеются следующие конструктивные элементы:

- зубья для передачи крутящего момента на барабан;
- шпоночный паз, служащий для установки стопорного кольца, которое препятствует сдвигу храпового колеса;
- канавка, служащая для установки стопорного кольца, которое препятствует сдвигу храпового колеса;
- квадраты, служащие для вращения присоединяемой к валу ручки.

Материал детали – сталь 45. Данные о физико-механических свойствах приведены в таблице 1(Л1).

Таблица № 2.1 Физико-механические свойства сталей

Материал	$\sigma_s, МПа$	$\psi, \%$	Свариваемость	Твердость, НВ	Химический состав, %					
					C	Si	Mn	Cr	S	P
Сталь 45	700	40	Трудно	170-179	0,42-0,50	0,17-0,37	0,5-0,8	$\leq 0,25$	$\leq 0,04$	$\leq 0,035$

Изначально материал детали сталь 45 конструктор выбрал правильно, так как данный материал детали позволяет ей выполнять свои непосредственные функции.

Простановку размеров на детали считаю правильной в соответствии с требованиями ЕСКД, так как их можно легко считать и через разность длины вала и одной из цилиндрических поверхностей можно определить другую.

Поверхности d25f8 (рис.2.1) являются основными конструкторскими базами. Поэтому соответственно конструктор проставил такие высокие требования к

					ТМ 16320424-00.ПЗ					Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						9

3 Определения типа производства и организационных условий работы

Тип производства по ГОСТ 3.1108-74 характеризуется коэффициентом закрепления операций $K_{з.о.}$, который показывает отношения всех различных технологических операций, которые изготавливаются или подлежат изготовлению подразделением в течении месяца, к числу рабочих мест.

Выполняем расчет, согласно [3].

Исходные данные:

Годовая программа выпуска изделия $N = 2000$ штук.

Режим работы предприятия - в две смены.

Действительный фонд работы оборудования $F_{д} = 4029$, часов.

Для расчета необходимо знать штучное время на выполнение механических операций. Данные по штучному времени «Вал-шестерни» возьмем из базового технологического процесса (табл. 3.1).

Таблица 3.1 – Штучное время на механические операции

№ операции	Наименование операции	$T_{шт}$, мин
030	Токарно – винторезная	40
045	Токарно – винторезная	20
050	Вертикально-фрезерная	20
060	Горизонтально-фрезерная	20
065	Вертикально-фрезерная	20
070	Круглошлифовальная	30
075	Токарно – винторезная	20
100	Круглошлифовальная	30
105	Токарно – винторезная	20

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

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

$n = 2000 \cdot 24 / 254 = 189,9$, принимаем партию запуска 190 штук.

Определяем среднюю трудоемкость механических операций:

$$T_{cp} = \frac{\sum T_{штм}}{n} = \frac{230}{9} = 25,5 \text{ хв.}$$

$n = 9$ - число операций.

Определяем суточное время работы оборудования:

$$F_{сут} = \frac{60 \cdot F_0}{254} = \frac{60 \cdot 4029}{254} = 952 \text{ хв.}$$

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

$$3 = \frac{T_{cp} \cdot N_{пар}}{F_3 \cdot \eta_{з.н.}} = \frac{25,5 \cdot 190}{476 \cdot 0,8} = 32,7.$$

$$F_3 = \frac{F_{сут}}{2} = \frac{952}{2} = 476 \text{ мин.}$$

$\eta_{з.н.} = 0,8$ - нормативный коэффициент завантаженія обладнання.

Число смен округляем до ближайшего целого значения: $3_{np} = 35$.

Тогда число деталей в партии: $N_{пар} = \frac{F_3 \cdot 3_{np} \cdot \eta_{з.н.}}{T_{cp}} = \frac{476 \cdot 35 \cdot 0,8}{25,5} = 484 \text{ шт.}$

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

Тип производства определяется комплексной характеристикой технических, организационных и экономических особенностей производства, обусловленных широкой номенклатурой и стабильностью и объемом выпуска продукции.

Технологические процессы в условиях мелкосерийного производства типа разрабатываются укрупненно в виде маршрута на обработку деталей по каждому заказу. Механические участки оснащают универсальным оборудованием и оснасткой для деталей широкой номенклатуры. Огромное разнообразие работ, что

приходится выполнять многим рабочим, требует от них крутых профессиональных навыков, а также практикуется совмещение профессий.

Организация производства имеет свои особенности:

- ввиду разнообразия деталей и способов их обработки производственные участки строятся с расстановкой оборудования по однородным группам. При такой организации производства детали в процессе изготовления проходят через различные участки;

- при передаче их на каждую последующую операцию также необходимо тщательно проработать вопросы контроля качества обработки;

- особенностью оперативного планирования и управления заключаются в своевременных комплектации и выполнении заказов, контроле за продвижением каждой детали по операциям, обеспечении планомерной загрузки участков и рабочих мест;

- огромнейшие проблемы возникают в организации материально-технического снабжения.

Но иногда в мелкосерийном производстве предметная специализация участков делает целесообразной обработку партии деталей параллельно на нескольких станках, выполняющих следующие друг за другом операции. Как только на предыдущей операции заканчивается обработка нескольких первых деталей, они передаются на следующую операцию до окончания обработки всей партии.

Характерными признаками такой организации производства являются: поддетальная специализация производственных подразделений; запуск деталей в производство партиями по типовым специально разрабатываемым графикам; параллельно-последовательное прохождение партий деталей по операциям; выполнение на участках технологически завершеного комплекса работ.

					<i>ТМ 16320424-00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		14

4 Анализ технологичности конструкции детали

Повышение технологичности конструкции детали позволяет снизить трудоемкость и себестоимость ее изготовления. Технологична та конструкция, обработка которой возможна с максимальной производительностью труда и минимальной себестоимостью. Деталь должна обрабатываться на технологичность конструктором при проектировании, технологом при составлении технологического процесса и программистом при составлении программ для станков с ЧПУ.

Существуют качественная и количественная оценка технологичности.

К качественным относятся следующие показатели:

- физико-механические свойства материал детали;
- базирование и закрепление;
- простановка размеров;
- допуски формы и расположения;
- взаимозаменяемость;
- нетехнологичные конструктивные элементы.

К количественным показателям технологичности относятся:

- коэффициент использования заготовки и материала;
- коэффициент точности;
- коэффициент шероховатости;
- себестоимость;
- коэффициент унификации.

Анализ детали по качественным критериям технологичности

Деталь вал-шестерня относится к деталям типа вал. Габариты детали – диаметр 44 мм и длина 428 мм. Деталь не жесткая, так как отношение длины к диаметру больше в 9,73 раз, поэтому при установке детали в центрах необходимо использовать люнет. По материалу деталь вал-шестерня технологична, так как сделана из стали 45, которая является одной из наиболее распространенных и

					<i>TM 16320424-00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		15

хорошо обрабатывается резанием. Проблемы с поставками материала не возникнет, так как сталь 45 имеет материалы-заменители, такие как сталь 40, сталь 40Х, сталь 50, сталь 50Г2 и т.д.

С точки зрения геометрической формы все поверхности являются простыми, кроме зубчатого венца. Наличие зубчатого венца снижает технологичность, так как необходимы дополнительные методы обработки (чистовое и черновое фрезерование). При наличии выше названного нетехнологичного элемента изменения в конструкцию вводить не будем, так как эти недостатки не существенны. С точки зрения геометрической формы все поверхности являются простыми, кроме зубчатого венца.

С точки зрения увеличения количества поверхностей на детали, которые не подлежат механической обработке, в нашем случае некоторые из поверхностей не являются сопрягаемыми или имеют несущественное функциональное назначение и их можно оставить с теми параметрами, которые формируются в процессе штамповки. Поэтому по данному показателю деталь не технологична.

Изменения формы детали с целью оптимизации использования материала при раскрое исходной заготовки не является рациональным, так как при штамповке на КГШП получаем штучную заготовку, что исключает использования отходов для изготовления других деталей. Поэтому по данному показателю деталь не технологична. Заготовку можно изготавливать поковкой (кованной или штампованной).

Все размеры на чертеже проставлены технологично, так как по ним можно легко определить траекторию движения резца, если это токарная операция на станке с ЧПУ и т. п. Например, на чертеже вала нет замкнутой цепочки размеров, и через разницу размеров длины вала и одной из цилиндрических поверхностей можно определить другую.

Наличие большого количества классных поверхностей (6-8 квалитет) делают данную деталь нетехнологичной. По шероховатости деталь можно считать нетехнологичной, так как она имеет ряд поверхностей с шероховатостью по

					<i>ТМ 16320424-00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		16

критерию Ra 0,4-1,6 мкм. Указанная шероховатость поверхностей достигается на чистовых этапах обработки поверхностей, в частности, круглого шлифованием. Согласно рисунка 1.2 поверхности 3 и 8 имеют 8 квалитет при шероховатости по критерию Ra 0,4 мкм. Наиболее точной является поверхность 9, размерная точность которой соответствует 7 квалитету. Для достижения данного квалитета размерной точности необходимо несколько этапов обработки (точение черновое, п/ч и шлифование). Мы не можем изменить данные поверхности, так как деталь будет работать в подшипниках и поэтому они являются ответственными основными конструкторскими базами детали. В базовом технологическом процессе в качестве исходной заготовки используетсяковка на молотах. Снижению технологичности детали способствуют радиусы R2 и R0,5. Нетехнологичным элементом является закрытый шпоночный паз, потому что он обрабатывается шпоночными или концевыми фрезами, а не дисковыми, потому что дисковые фрезы более продуктивны. Увеличение производительности обработки способствует уменьшению себестоимости. Если обрабатывать данный паз маятниковой подачей, то необходим специальный шпоночно-фрезерный станок, что также способствует увеличению себестоимости детали. Нетехнологичными элементами детали являются квадраты, обработка которых требует 4 дополнительных установов с использованием делительных механизмов. Нетехнологичным элементом является канавка, ширина которой составляет 1,4 мм, что требует использования специального режущего инструмента (канавочного резца). Ограничение радиального биения малым допуском также является нетехнологичным показателем, так как эти требования усложняют измерение и требуют специальные мерительные устройства.

Анализ детали по количественным критериям технологичности

Для определения коэффициентов точности и шероховатости заполняется таблица 4.1

					<i>ТМ 16320424-00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		17

Таблица 4.1 Анализ технологичности детали по количественным методам оценки

Наименование поверхностей	Количество	Квалитет	Шероховатость, Ra (мкм)
$\varnothing 22h7_{(-,0021)}$	1	7	0,8
$\varnothing 25f8_{\begin{pmatrix} -0,020 \\ -0,053 \end{pmatrix}}$	2	8	0,4
$\varnothing 44_{-0,16}$	1	11	1,6
$\varnothing 33$	1	14	6,3
$\varnothing 25$	1	14	6,3
14	1	7	0,8
34	1	11	1,6
46	1	8	0,4
245	1	14	6,3
5	1	14	6,3
34	1	14	6,3
25	2	14	6,3
фаска 1x45°	1	14	6,3
фаска 2x45°	2	14	6,3

Достижимый средний квалитет точности всех поверхностей вычисляется по формуле:

$$T_{\text{д.ср}} = \frac{\sum T_i n_i}{\sum n_i}, \quad (4.1)$$

где T_i – квалитет точности i -того размера поверхностей

n_i – число размеров соответствующего квалитета точности

$$T_{\text{д.ср}} = \frac{164}{17} = 9,65$$

Коэффициент точности вычисляется по формуле:

$$K_T = 1 - \frac{1}{T_{\text{д.ср}}} \quad (4.2)$$

$$K_T = 1 - \frac{1}{9,65} = 0,9$$

Коэффициент шероховатости всех поверхностей вычисляется по формуле:

$$Ш_{\text{б.ср}} = \frac{\sum Ш_i \cdot n_{iш}}{\sum n_{iш}}, \quad (4.3)$$

где $Ш_i$ – шероховатость поверхности по критерию Ra, мкм;

$n_{iш}$ – число поверхностей соответствующей шероховатости

$$Ш_{\text{б.ср}} = \frac{56}{17} = 3,29$$

Коэффициент шероховатости вычисляется по формуле:

$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{Ш_{\text{б.ср}}} \quad (4.4)$$

$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{3,29} = 0,7$$

Определение коэффициента использования материала:

$$K_{им} = \frac{M}{M_m}, \quad (4.5)$$

где M – масса готовой детали, $M = 2,3$ кг

M_m – масса заготовки, $M_m = 3,42$ кг

$$M_m = M_d \cdot K_p, \quad (4.6)$$

$$M_m = 2,3 \cdot 1,6 = 3,68 \text{ кг}$$

$$K_{им} = \frac{2,3}{3,68} = 0,63$$

Вывод: в целом конструкция детали является достаточно простой по форме, большинство поверхностей являются открытыми (имеется свободный доступ инструмента к обрабатываемым поверхностям) и несмотря на ряд нетехнологичных элементов данная конструкция детали технологична.

					<i>ТМ 16320424-00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		19

5 Выбор и обоснование способа получения 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.

Рассмотрим два варианта способов получения заготовки для детали «Валшестерня». Первым вариантом есть получение заготовки свободной ковкой на молотах, так как это производится в базовом технологическом процессе (при единичном производстве). Эскиз заготовки изображен на рисунке 4.1. Масса этой заготовки 7 кг. После получения заготовки вводилась черновая обдирка заготовки с припуском 3-4 мм на токарной операции.

Вторым вариантом рассмотрим способ получения заготовки штамповкой на КГШП. Это более точный метод, при котором припуски минимальны, расход материала меньше, а следовательно он может оказаться экономически выгодным в условиях мелкосерийного производства, так как не потребуются черновая обдирка как это было в базовом технологическом процессе.



Рисунок 5.1 – Эскиз заготовки из базового технологического процесса

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

Расчет поковки производим руководствуясь ГОСТ 7505 – 89:

Пользуясь ГОСТ от 7505-89, определяем:

					<i>TM 16320424-00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		20

- класс точности Т4;
- группу стали М2. Средняя массовая доля углерода в стали 45 – С=0,37%.
- степень сложности – С2– определяется формулой:

$$\frac{M_n}{M_{\phi}} = \frac{m_{\phi} \cdot K_p}{\rho \cdot V} \quad (5.1)$$

- исходный индекс – 12
- припуски на механическую обработку

Основные припуски на размеры, мм:

- 1,4 – длина 85 мм и частота поверхности 6,3;
- 1,9 – длина 309 мм и частота поверхности 6,3;
- 1,3 – длина 34 мм и частота поверхности 6,3;
- 1,3 – диаметр 33 мм и частота поверхности 6,3;
- 1,3 – диаметр 25 мм и частота поверхности 6,3;
- 1,4 – диаметр 44 мм и частота поверхности 6,3

Дополнительные припуски, учитывающие:

- смещения по поверхности разъема штампа – 0,3 мм;
- изогнутость и отклонения от плоскости и прямолинейности – 0,5 мм

Размеры поковки в мм:

- длина 85 + (1,4 + 0,3)*2 = 88,4 - принимаю 88;
- длина 309 + (1,9 + 0,3)*2 = 313,4 - принимаю 313;
- длина 34 + (1,3 + 0,3)*2 = 37,2 – принимаю 37;
- диаметр 25 + (1,3 + 0,5)*2 = 28,6 – принимаю 29;
- диаметр 33 + (1,3 + 0,5)*2 = 36,6 – принимаю 37;
- диаметр 44 + (1,4 + 0,5)*2 = 47,8 – принимаю 48

Определяем массу заготовки:

$$V_3 = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot h}{4} \quad (5.2)$$

$$V_{3_1} = \frac{3,14 \cdot 2,9^2 \cdot 8,8}{4} = 58(\text{мм}^3)$$

					ТМ 16320424-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		21

$$V_{3_1} = \frac{3,14 \cdot 4,8^2 \cdot 3,7}{4} = 67(\text{мм}^3)$$

$$V_{3_2} = \frac{3,14 \cdot 3,7^2 \cdot 31,3}{4} = 336(\text{мм}^3)$$

$$V_3 = 58 + 67 + 336 = 461(\text{мм}^3)$$

$$m_3 = 461 \cdot 7,85 = 34189\text{г} = 3,4189(\text{кг})$$

Расчет стоимости заготовки, получаемой свободной ковкой на молотах

Стоимость кованной заготовки определяем по формуле:

$$S_{\text{загл}} = \left(\frac{C_i}{1000} \cdot Q_2 \cdot k_T \cdot k_C \cdot k_B \cdot k_M \cdot k_{II} \right) - (Q - q) \cdot \frac{S_{\text{отх}}}{1000}, \text{ грн} \quad (5.3)$$

где $C_i = 6000\text{грн}$ - цена 1т материала заготовки;

$Q_2 = 4,11\text{кг}$ - масса заготовки по базовому технологическому процессу;

$k_T = 1$ - коэффициент зависящий от точности заготовки по ГОСТ 7505-74(для нормальной точности);

$k_M = 1,79$ - коэффициент зависящий от марки материала (для стали 45);

$k_C = 0,9$ - коэффициент зависящий от группы сложности (для второй группы сложности);

$k_B = 0,84$ - коэффициент зависящий от материала заготовки (для стали 45);

$k_{II} = 1$ - коэффициент зависящий от объема производства заготовок;

$q = 2,3\text{кг}$ - масса готовой детали;

$S_{\text{отх}} = 600\text{грн}$ - цена 1т отходов.

$$S_{\text{загл}} = \left(\frac{6000}{1000} \cdot 4,11 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 0,84 \cdot 1,79 \cdot 1 \right) - (4,11 - 2,3) \cdot \frac{600}{1000} = 32,284 \approx 32\text{грн}.$$

$$K_{M1} = \frac{2,3}{4,11} = 0,56$$

Расчет стоимости заготовки, получаемой штамповкой на КГПП

Стоимость штампованной заготовки определяем по формуле 4.3:

					<i>ТМ 16320424-00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		22

где $Q_2 = 3,42 \text{ кг}$ - масса штампованной заготовки;

$k_T = 1$ - коэффициент зависящий от точности штампованной заготовки по ГОСТ 7505-74(для нормальной точности);

$k_M = 1,79$ - коэффициент зависящий от марки материала (для стали 45);

$k_C = 0,9$ - коэффициент зависящий от группы сложности (для второй группы сложности);

$k_B = 0,8$ - коэффициент зависящий от материала заготовки (для стали 45);

$k_{II} = 1$ - коэффициент зависящий от объема производства заготовок.

$$S_{3AG2} = \left(\frac{8000}{1000} \cdot 3,42 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 0,8 \cdot 1,79 \cdot 1 \right) - (3,42 - 2,3) \cdot \frac{600}{1000} = 34,588 \approx 35 \text{ грн.}$$

$$K_{M2} = \frac{2,3}{3,42} = 0,67$$

Сравнивая два варианта видно, что $Q_2 < Q_1$, $K_{M2} > K_{M1}$, $S_{3AG2} < S_{3AG1}$.

Расчеты показывают, что в данных условиях мелкосерийного производства наиболее выгодным будет использование поковки штампованной на КГШП в качестве исходной заготовки. Расчет стоимости черновой обдирки заготовки по первому варианту не проводим, так как это не повлияет на общий результат, а именно поковка штампованная все равно будет дешевле, чем поковка, ковванная свободной ковкой на молотах (разница в стоимости только увеличится).

Следовательно в качестве исходной заготовки для детали «Вал-шестерня» принимаем поковку штампованную на КГШП.

Результаты предыдущих расчетов штампованной поковки сводим в таблицу 5.2 и определяем припуски фактические, а также определяем фактические размеры заготовки.

					<i>ТМ 16320424-00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		23

Таблица 5.2 - Результаты расчета припусков и допусков заготовки

Размеры детали	Частота поверхности	Припуск			Расчетный размер	Принятый размер
		Основной	Дополн.	Общий		
L= 85	6,3	1,4	0,3	1,7	88,4	88
L = 309	6,3	1,9	0,3	2,2	313,4	313
L= 34	6,3	1,3	0,3	1,6	37,2	37
Ø33	6,3	1,3	0,5	1,8	28,6	29
Ø44	6,3	1,4	0,5	1,9	47,8	48
Ø25	6,3	1,3	0,5	1,6	28,6	29

Разработка технических требований к заготовке

1. Гр. II сталь 45 твердость 245 НВ ГОСТ 8479-70.
2. Поковка штампованная на КГШП ГОСТ 7505-89.
3. Класс точности - Т4, группа стали – М2, степень сложности - С2, исходный индекс-12.
4. Неуказанные радиусы закруглений - R 4...5 мм
5. Штамповочные уклоны - 5 .
6. Допускаемая величина смещения по поверхности разъема штампа – 0,3 мм.
7. Допускаемые отклонение по изогнутости от плоскостности и прямолинейности не более 1,2 мм.
8. Шероховатость поверхностей поковки по критерию Rz =50 мкм.

Эскиз заготовки приведен на рисунке 5.1

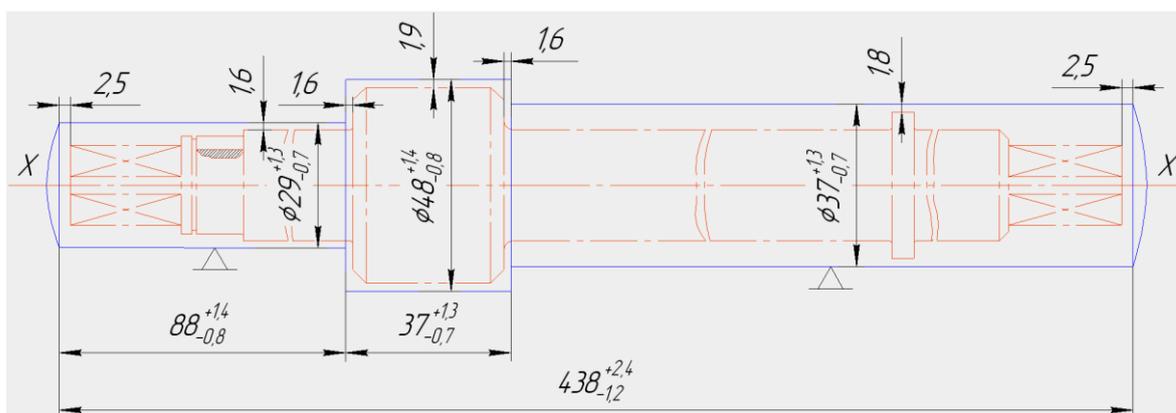


Рисунок 5.1 – Эскиз заготовки на КГШП

6 Анализ существующего технологического процесса

6.1 Расчет припусков на механическую обработку

Расчет припусков проводим на наиболее точную цилиндрическую поверхность детали Ø25f8 с шероховатостью 0,4 мкм по критерию Ra на ЭВМ согласно методическим указаниям.

Количество стадий обработки поверхности с заготовительной – 4:

- черновое точение;
- получистовое точение;
- шлифование.

Выбор элементов припусков по переходам

Высота микронеровностей Rz и глубина дефектного слоя T выбираю по:

Rz = 200мкм	T=250 мкм – для заготовки;
Rz = 50мкм	T=50 мкм – для чернового точения;
Rz = 25мкм	T= 30 мкм – для чистового точения;
Rz = 10мкм	T = 5мкм – для шлифования.

Значение пространственных отклонений формы (ЛЗ,с184):

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

$\rho_{см}$ - коэффициент смещения = 1,0мм = 1000мкм

$\rho_{кор}$ - коэффициент коробления = 1,0мм = 1000мкм

$$\rho_{заг} = \sqrt{1000 + 1000} = 1414\text{мкм}$$

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

$$\rho = \rho_{заг} \cdot K_y, \quad (6.2)$$

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

K_y - коэффициент уточнения (выбирается для каждой стадии) [5]:

- черновое точение: $K_y=0,06$;

					ТМ 16320424-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		25

- получистовое точение: $k_u=0,05$;

- чистовое точение: $k_u=0,04$.

Рассчитываем пространственные отклонения для каждой из стадий:

$$\rho_{черн} = 1414 \cdot 0,06 = 85 \text{ мкм}$$

$$\rho_{чист} = 1414 \cdot 0,05 = 71 \text{ мкм}$$

$$\rho_{шлиф} = 1414 \cdot 0,04 = 57 \text{ мкм}$$

Погрешность установки $\sum_y = 0$, так как деталь устанавливается в предварительно обработанных центровых отверстиях. Исходные данные вводим в программу на ЭВМ, которая производит расчет припусков и межоперационных размеров и производит распечатку (приложение А).

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

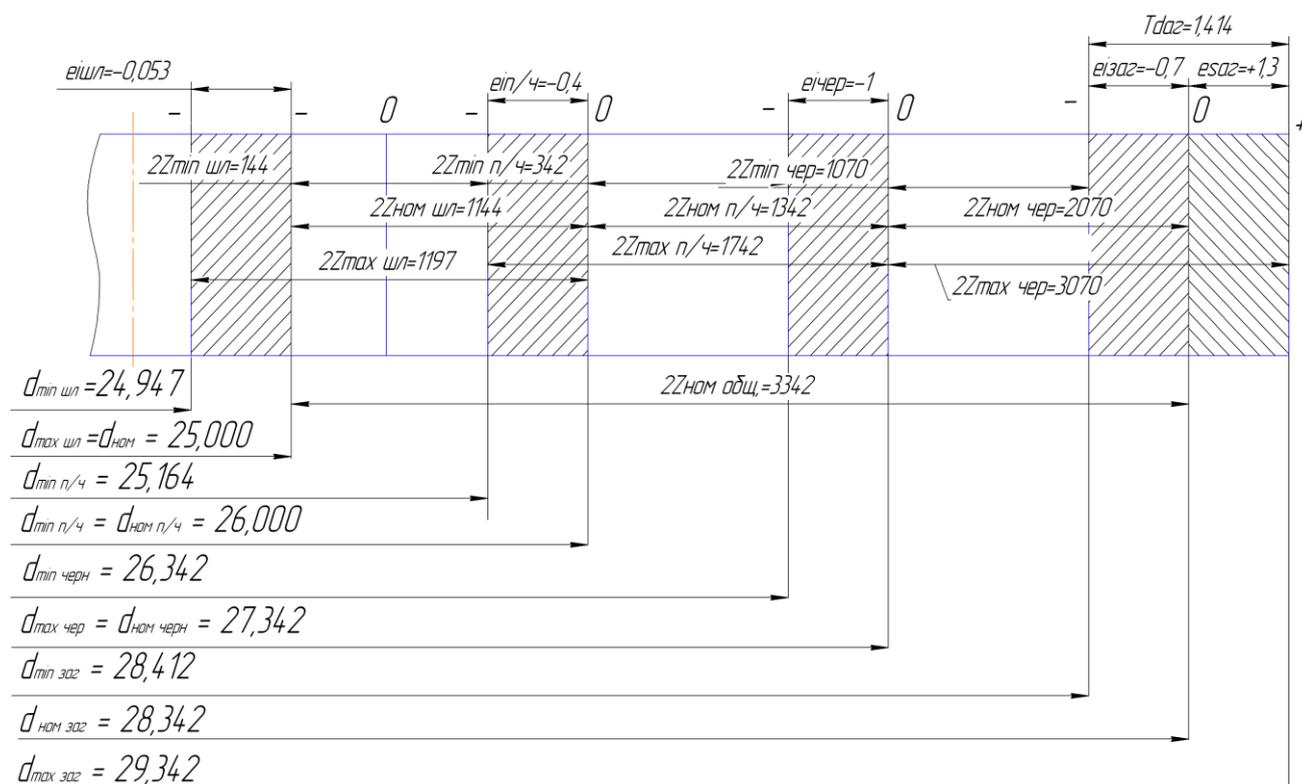


Рисунок 6.1- Схема расположения припусков и допусков для поверхности $\varnothing 25f8$

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.

Поверхность, используемая для базирования, должна соответствовать следующим требованиям:

- большие размеры, геометрически правильная форма;
- низкая шероховатость поверхности (без задиров, наплывов, буртиков, остатков литниковой системы и т.д.);
- непосредственная размерная связь с обрабатываемой поверхностью, близкое расположение к обрабатываемой поверхности;
- отсутствие значимых деформаций и низкой жесткости базовых поверхностей;
- использование принципа постоянства баз;
- возможность простого и удобного закрепления заготовки.

Для рассмотрения в этом пункте курсового проекта по специальности было принято три операции базового технологического процесса:

- операция 040 токарно – винторезная;
- операция 060 вертикально – фрезерная.

Выбор метода установки и закрепления заготовки на станке определяется конфигурацией заготовки, серийностью изготовления и принятыми методами обработки. Методы установки и закрепления заготовки на столе станка существенно влияют на точность, качество обрабатываемых поверхностей и на общую продолжительность обработки.

040 токарная с ЧПУ.

					<i>TM 16320424-00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		27

На токарную операцию возможно предложить две схемы базирования и закрепления заготовки:

а) Базирование с использованием плавающего и вращательного правого центра.

б) Базирование в жестком левом и вращательного правого центра.

Рассмотрим базирование с использованием левого плавающего и вращательного правого центра.

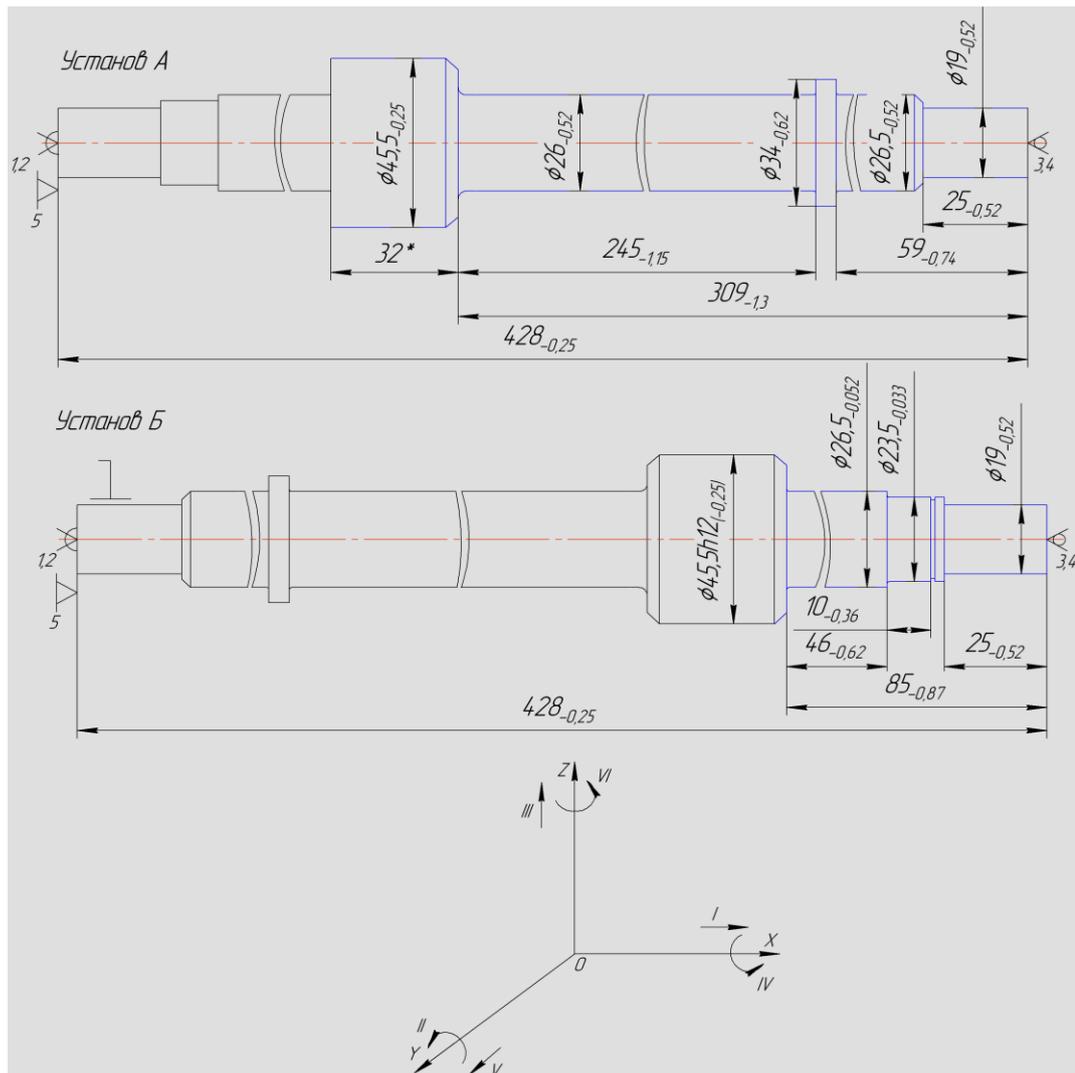


Рисунок 6.1 – Схема обработки вала с использованием левого плавающего и вращательного правого центра

Расчет погрешностей базирования на исполняемые размеры

Установ А

$$E_{6\ 25} = T_{428} = 0,25 \leq T_{25} = 0,52 \text{ мм}$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ТМ 16320424-00.ПЗ

Лист

28

$$E_{\phi_{59}} = T_{428} = 0,25 \leq T_{59} = 0,74 \text{ мм}$$

$$E_{\phi_{309}} = T_{428} = 0,25 \leq T_{309} = 1,3 \text{ мм}$$

$$E_{\phi_{245}} = 0 \text{ мм}$$

Установ Б

$$E_{\phi_{25}} = T_{428} = 0,25 \leq T_{25} = 0,52 \text{ мм}$$

$$E_{\phi_{85}} = T_{428} = 0,25 \leq T_{85} = 0,87 \text{ мм}$$

$$E_{\phi_{10}} = 0 \text{ мм}$$

$$E_{\phi_{46}} = 0 \text{ мм}$$

Рассмотрим базирование в жестком левом и вращательном правом центре

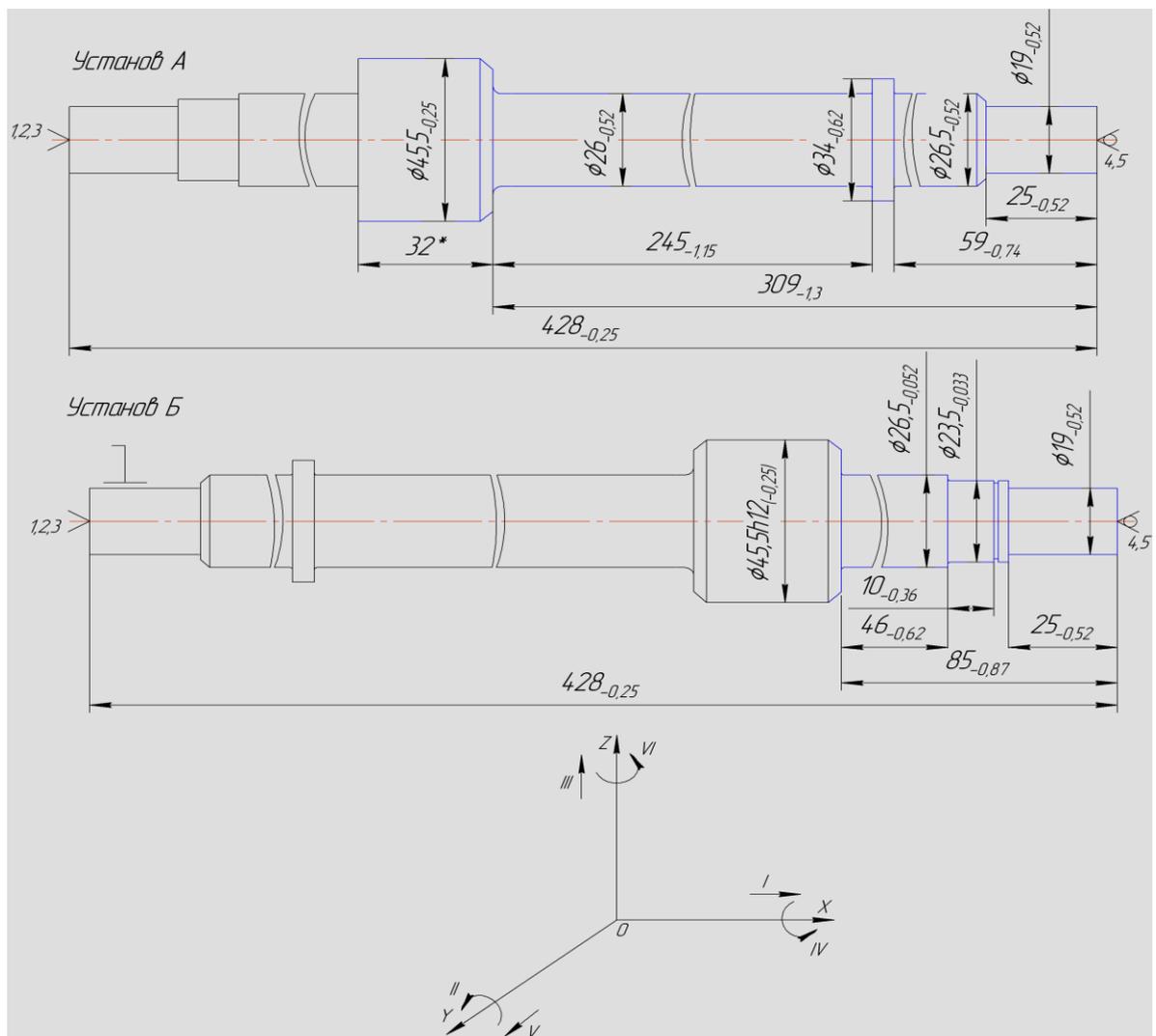


Рисунок 6.2 – Схема обработки вала с использованием жестком левого и вращательного правого центра

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

TM 16320424-00.ПЗ

Лист

29

При этом методе базирования еще существует погрешность базирования на зацентровку. Таким образом $\varepsilon_A = \varepsilon_u$.

Рассчитаем погрешность базирования на зацентровку:

$$\varepsilon_u = \frac{\delta_D}{2 \operatorname{tg}\left(\frac{\alpha}{2}\right)}, \quad (6.1)$$

где δ_D - допуск по диаметру конической части центрального гнезда, 0,43мм;

α - угол при вершине конуса центрального гнезда, 60° .

Производим расчет согласно формуле (7.1.2):

$$\varepsilon_u = \frac{0,43}{2 \operatorname{tg}\left(\frac{120}{2}\right)} = 0,124 \text{ мм}$$

Расчет погрешностей базирования на исполняемые размеры

Установ А

$$E_{\delta_{25}} = T_{428} + \varepsilon_u = 0,25 + 0,124 \leq T_{25} = 0,52 \text{ мм}$$

$$E_{\delta_{59}} = T_{428} + \varepsilon_u = 0,25 + 0,124 \leq T_{59} = 0,74 \text{ мм}$$

$$E_{\delta_{309}} = T_{428} + \varepsilon_u = 0,25 + 0,124 \leq T_{309} = 1,3 \text{ мм}$$

$$E_{\delta_{245}} = \varepsilon_u = 0,124 \text{ мм}$$

Установ Б

$$E_{\delta_{25}} = T_{428} + \varepsilon_u = 0,25 + 0,124 \leq T_{25} = 0,52 \text{ мм}$$

$$E_{\delta_{85}} = T_{428} + \varepsilon_u = 0,25 + 0,124 \leq T_{85} = 0,87 \text{ мм}$$

$$E_{\delta_{10}} = 0,124 \text{ мм}$$

$$E_{\delta_{46}} = 0,124 \text{ мм}$$

Таким образом видим, что погрешность базирования меньше при базировании с использованием левого плавающего и вращательного правого центра. Погрешности базирования на размер 428 намного больше чем допуски на соответствующие размеры, а следовательно точность не будет обеспечена, следовательно необходимо ужесточить допуск на размер 428, выполнив его по 10-му качеству.

060 Вертикально-фрезерная

					<i>ТМ 16320424-00.ПЗ</i>	Лист
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		30

На данной операции обрабатывается паз, размеры которого составляют: длина 10мм, ширина $5P9\left(\begin{smallmatrix} -0,012 \\ -0,042 \end{smallmatrix}\right)$ мм, глубина $3^{+0,1}$ мм; шероховатость боковых сторон паза по критерию $Ra=3,2\text{мкм}$; поверхности дна паза- $Ra=6,3\text{мкм}$.

Существует возможных варианта базирование и закрепление заготовки:

1) закрепление и базирование заготовки может осуществляться закреплением поверхностей $d25f8\left(\begin{smallmatrix} -0,020 \\ -0,053 \end{smallmatrix}\right)$ в двух местах в призмах с упором в торец $d18h14$. Призмы ориентируют заготовку относительно осей координат OZ и OY, а торец лишает перемещения вдоль оси OX. Такое базирование лишает пяти степеней свободы и обеспечивает требования чертежа.

2) закрепление и базирование заготовки может осуществляться закреплением поверхностей $d25f8\left(\begin{smallmatrix} -0,020 \\ -0,053 \end{smallmatrix}\right)$ с двух сторон в призмах с упором в торец $d22h7\left(\begin{smallmatrix} -0,021 \end{smallmatrix}\right)$. Точность выполнения ширины паза определяется точностью изготовления режущей части фрезы (размер $5P9\left(\begin{smallmatrix} -0,012 \\ -0,042 \end{smallmatrix}\right)$ мм), точностью настройки станка (размер 10мм) и точностью базирования вала в призме (размер $3^{+0,1}$ мм). Последний достигается при способе автоматического обеспечения размера на предварительно настроенном станке и рассчитывается как точность базирования вала в призме.

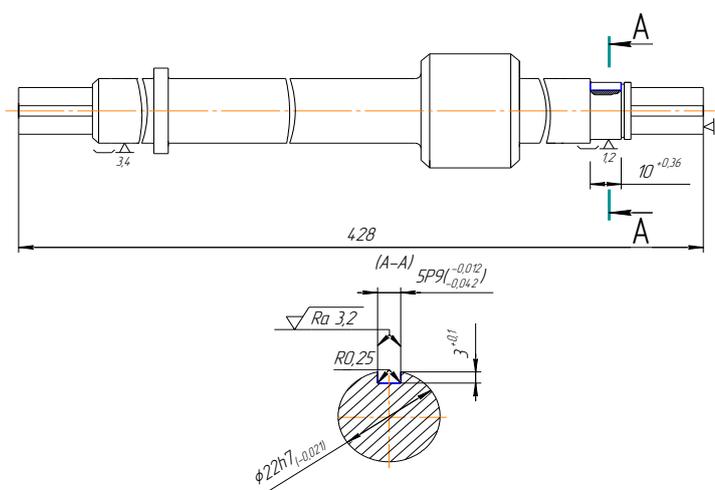


Рисунок 6.3 – Схема базирования на вертикально-фрезерной операции

					Лист
					31
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ТМ 16320424-00.ПЗ

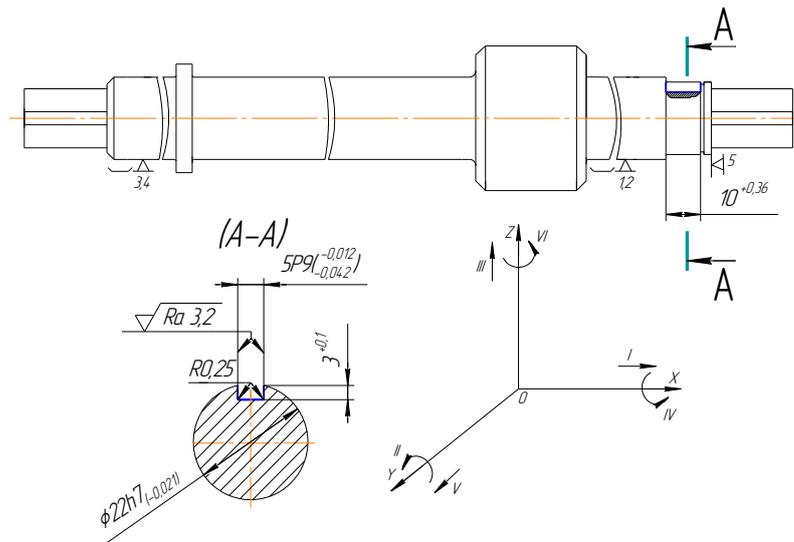


Рисунок 6.4 Альтернативная схема базирования на вертикально-фрезерной операции

Так как альтернативная схема базирования связана с дополнительными техническими трудностями, а также будет дороже по себестоимости, то предпочтение в базировании заготовки следует отдать первой схеме.

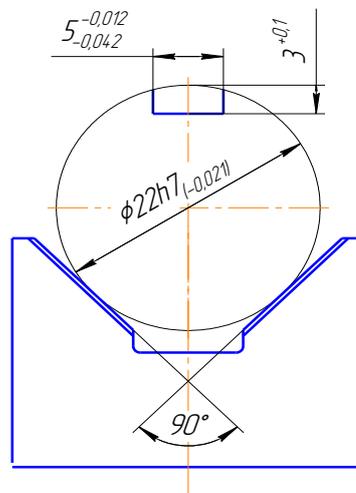


Рисунок 6.5 -Схема для расчета погрешности базирования

Точность базирования E_b определяется по формуле:

$$E_{БЗ} = \frac{T_{22}}{2} \left(\frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} + 1 \right) = \frac{0.021}{2} \left(\frac{1}{\sin \frac{90^\circ}{2}} + 1 \right) = 0.02 \text{ мм}$$

где $T_{22}=0,021\text{мм}$ - допуск на установочный размер $d_{22}h7\text{мм}$; $\alpha = 90^\circ$ - угол призмы.

Сравниваем допуск на глубину паза $T_3=0,10\text{мм} > E_{6,3}=0,02\text{мм}$ и делаем вывод, что точность будет обеспечена при изготовлении всей программы изделий.

6.3 Обоснование выбора металлорежущих станков

Выбор металлорежущих станков выполняем исходя из следующих требований:

- 1) обращаем внимание на технологические методы обработки поверхностей;
- 2) мощность двигателя с учетом коэффициента полезного действия должна быть больше мощности резания;
- 3) габариты рабочего пространства должны позволять производить обработку как можно большего числа поверхностей за 1^й установ;
- 4) тип оборудования должен соответствовать типу производства;
- 5) количество инструментов не должно превышать емкость инструментального магазина станка и др.

Для операции 040 – токарная с ЧПУ используем станок с ЧПУ модели 16K20T1. Параметры обрабатываемой заготовки следующие: длина 428 мм, максимальный диаметр 44 мм. Станок необходимо выбирать таким образом, чтобы расстояние между центрами было больше 428 мм, а максимальный диаметр, который возможно обработать на станке был равен или превышал 44 мм.

Таблица 6.1 - Технические характеристика станка модели 16K20T1

Техническая характеристика	Значение
Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки, мм	
- над станиной	500
- над суппортом	215
Наибольшая длина обрабатываемой заготовки, мм	900
Шаг нарезаемой резьбы(метрической)	0,01-40,959

Частота вращения шпинделя, об/мин	10-2000
Число скоростей шпинделя	24
Наибольшее перемещение суппорта:	
- продольное	900
- поперечное	250
Подача суппорта, мм/об (мм/мин)	
– продольная	0,01-2,8
– поперечная	0,005-1,4
Число ступеней подач	Б/с
Скорость быстрого перемещения стола, мм/мин	
– продольного	6000
– поперечного	5000
Мощность электродвигателя главного привода, кВт	11
Габаритные размеры (без ЧПУ)	
- длина	3700
- ширина	1770
- высота	1700
Масса, кг	3800

Мощность привода достаточна для обработки требуемых размеров, а габариты и масса станка обеспечивают повышенную жесткость технологической системы и возможность выдержать требуемую точность размеров заготовки.

Для операции 060 – вертикально-фрезерная выбираем универсальный вертикально фрезерный станок модели 6P12.

Таблица 6.2 –Технических характеристика вертикально-фрезерного станка модели 6P12

Параметры	6P12
Размеры рабочей поверхности стола, мм:	
- ширина	320
- длина	1250
Наибольшая длина обрабатываемой заготовки, мм	2800
Наибольшее перемещение стола, мм:	
- продольное, мм	800
- поперечное	280
- вертикальное	420

Частота вращения шпинделя, об/мин	31,5 – 1600
Число подач стола	18
Подача стола, мм/мин: - продольная и поперечная - вертикальная	25-1250 8,3-416,6
Перемещение гильзы со шпинделем	70
Внутренний конус шпинделя	50
Габаритные размеры, мм: - длина - ширина - высота - масса, кг	2305 1950 2020 3120
Мощность электродвигателя главного привода, кВт	7,5

6.4 Обоснование выбора станочных приспособлений, режущего и измерительного инструментов

Выбор зажимных приспособлений производится исходя из типа производства и конфигурации поверхностей заготовки. При выборе режущего инструмента необходимо обратить внимание на материал режущей части, геометрию, их габариты. При этом необходимо учитывать:

- а) метод обработки поверхности;
- б) этапы обработки;
- в) использование смазочно-охлаждающей жидкости;
- г) габариты станка;
- д) материал заготовки и её состояние.

Операции 040 - Токарная с ЧПУ

Для установки и закрепления детали «Вал-шестерня» в качестве приспособления используем универсальное приспособление - трехкулачковый поводковый патрон 7108-0021 ГОСТ 2571-71 с центром 7032-0017 ГОСТ 13214-79 Этот патрон обеспечивает возможность закрепления заготовок, имеющих

значительные погрешности формы поверхности. Патрон позволяет повысить точность обработки за счет равномерного распределения усилия между кулачками, что уменьшает радиальное биение и кривизну обработанной детали относительно базовых поверхностей – центровых гнезд. Наличие упора обеспечивает базирование заготовки по торцу. В данном приспособлении путем несложной переналадки могут обрабатываться детали подобные заданной (диски, фланцы с $l/d < 1$). Применяем вращающийся центр модели 1-4-НП по ГОСТ 8742-75. Этот центр позволяет получать радиальную нагрузку при 1000 об/мин не более 1000Н. Частота вращения – не более 2500 об/мин. Так как жесткость вала недостаточная ввиду сравнительно большой ее длины, то с целью избежания прогиба, вибраций и упругих деформаций при обработке, что понижает качество обработанной поверхностей. В связи с этим по середине вала необходимо установить в люнет станка 6046-0011 ГОСТ 21190-75.

Для обработки заданных поверхностей на операции применяем следующие режущие инструменты:

- резец проходной упорный МТJNR2525N10 Т15К6 и МТJNL2525N10 Т15К6 – для точения наружных поверхностей и подрезания торцов;
- резец канавочный специальный Т15К6 для обработки канавки. Ширина режущей кромки 1,4 мм.

При обработке применяем смазочно – охлаждающую жидкость 7-10% УКРИНОЛ – 1 ТУ 38 – 101197 – 76 для возможности осуществления обработки с более высокими скоростями резания при обработке стали 45 ГОСТ 1050-88-88.

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

Для контроля размеров на операции 040 – токарная с ЧПУ применяем универсальный шкальный мерительный инструмент, а именно штангенциркуль ШЦ-II-500-0,1-2 ГОСТ 166–89, применение которого обусловлено мелкосерийным типом производства. Одним инструментом можно проконтролировать все

					<i>ТМ 16320424-00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		36

размеры.*; шаблон для канавок В=1,4 ГОСТ 9372-75, образцы шероховатости ГОСТ 9378-75, шаблон радиусный R2 ГОСТ 9372-76.

Операции 060 – вертикально-фрезерная

Базирование и закрепление заготовки на рассматриваемой операции производится в специальном приспособлении с гидроприводом, которое устанавливается на стол станка и крепится болтами к пазам.

Выбор режущего инструмента зависит от материала заготовки и состояния ее поверхностного слоя, своеобразности обработки некоторых поверхностей заготовки, этапов обработки. В зависимости от этих и других факторов выбирается материал режущей части инструмента, геометрия и габариты.

Режущий инструмент, применяемый на операции - шпоночная фреза 2235-0047 ГОСТ 9140-81*, материал фрезы Р6М5 по ГОСТ19265-73[5]. Вспомогательный инструмент - цанговый патрон 1-40-12-90 ГОСТ 26539-85*

Для измерения размеров паза применяется штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89*, глубиномер 8315-0508 ГОСТ 24116-80.Шероховатость поверхностей измеряется эталонами шероховатости по ГОСТ 9378-75[5].

6.5 Расчет режимов резания

Операцию 040 –токарная с ЧПУ

Расчет режимов резания для обтачивания наружной поверхности на одном переходе ведем расчетно-аналитическим способом [6]. Режимы резания на остальных переходах определяем табличным методом по нормативам.

Переход 1. Точить цилиндрическую поверхность выдерживая размеры $l = 25\text{мм}$, $D = 19\text{мм}$, $d = 18\text{мм}$, за один проход.

Назначаем глубину резания припуск на сторону по формуле:

$$t = \frac{D-d}{2}, \text{мм} \quad (6.4)$$

					<i>ТМ 16320424-00.ПЗ</i>	Лист
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		37

где D - диаметр заготовки до обработки,

d - диаметр детали после обработки.

$$t = \frac{19 - 18}{2} = 0,5 \text{ мм}$$

Выбираем подачу по [6]:

$S_{ТАБЛ} = 0,15$ (мм/об). При обработке прерывистых поверхностей табличные значения подач следует уменьшать на коэффициент $K_S = 0,8$. Окончательно получим:

$$S = S_{ТАБЛ} \cdot K_S = 0,15 \cdot 0,8 = 0,12 \text{ (мм/об)}.$$

Расчитываем скорость резания по эмпирической формуле согласно [6]:

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V \text{ (м/мин)}, \quad (6.5)$$

где T - стойкость инструмента, мин.; согласно [6]: $T = 45$ мин.

Коэффициенты для данной формулы равны согласно [6]: $C_V = 420$, $x = 0,15$, $y = 0,20$, $m = 0,20$.

K_V - общий поправочный коэффициент учитывающий качество обрабатываемого материала и определяется по формуле:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПВ} \cdot K_{ИВ}, \quad (6.6)$$

где K_{MV} - коэффициент учитывающий качество обрабатываемого материала и определяется по формуле согласно [6]:

$$K_{MV} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V}, \quad (6.7)$$

где $\sigma_B = 700$ Мпа – предел прочности обрабатываемого материала;

K_r - коэффициент характеризующий группу стали по обрабатываемости определяется по $K_r = 1$

n_V - показатель степени определяется по $n_V = 0,9$

					<i>ТМ 16320424-00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		38

Следовательно:

$$K_{MV} = 1 \cdot \left(\frac{750}{700} \right)^{0,9} = 1,06;$$

K_{IV} - коэффициент учитывающий состояние поверхности заготовки
 $K_{IV} = 0,8$;

K_{UV} - коэффициент учитывающий материал инструмента $K_{UV} = 1,0$.

Таким образом:

$$K_V = 1,06 \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 0,85$$

Определяем скорость резания по формуле:

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V \quad (6.7)$$

$$V = \frac{350}{45^{0,2} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 0,12^{0,20}} \cdot 0,85 = 85 \text{ (м/мин)}.$$

Определяем частоту вращения шпинделя по формуле:

$$n_{ш} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} \quad (6.8)$$

$$n_{ш} = \frac{1000 \cdot 85}{\pi \cdot 19} = 1428 \text{ (об/мин)}$$

Корректируем частоту вращения шпинделя, то есть принимаем
 $n_{ш} = 1400$ (об/мин).

Определяем фактическую скорость резания по формуле:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{ш}}{1000}. \quad (6.9)$$

$$V = \frac{\pi \cdot 19 \cdot 1400}{1000} = 84 \text{ (м/мин)}.$$

Определим минутную подачу по формуле:

$$S_M = S \cdot n_{ш}. \quad (6.10)$$

$$S_M = 0,12 \cdot 1400 = 168 \text{ (мм/мин)}.$$

Основной составляющей силы резания является тангенциальная составляющая, значение которой находим по формуле согласно [6]:

					<i>ТМ 16320424-00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		39

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p. \quad (6.11)$$

Коэффициенты для данной формулы определяются согласно [6]:

$$C_p = 300, \quad x = 1,0, \quad y = 0,75, \quad n = -0,15.$$

Поправочный коэффициент K_p определяем по формуле:

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rp}. \quad (6.12)$$

Численно значение этих коэффициентов определяем согласно [6]:

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n, \quad (6.13)$$

Выполняем расчет согласно формуле (6.13):

$$K_{MP} = \left(\frac{700}{750} \right)^{0,85} = 0,94,$$

$$K_{\varphi P} = 1,0, \quad K_{\gamma P} = 1,0, \quad K_{\lambda P} = 1,0, \quad K_{rp} = 0,93.$$

$$K_p = 0,94 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 0,87.$$

Тангенциальная сила резания равна:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,5^1 \cdot 0,12^{0,75} \cdot 84^{0,15} \cdot 0,87 = 2500 \text{Н}.$$

Определяем эффективную мощность по формуле:

$$N_p = \frac{P_z \cdot V}{60 \cdot 1020} \text{ (кВт)} \quad (6.14)$$

$$N_p = \frac{2500 \cdot 84}{60 \cdot 1020} = 3 \text{ (кВт)}.$$

Для возможности реализации резания на станке должно выполняться условие:

$$N_p < N_D \cdot \eta.$$

где N_d – мощность двигателя станка, 11 кВт;

η – коэффициент полезного действия станка, 0,8.

Проверяем условие: $N_d \cdot \eta = 11 \cdot 0,8 = 8,8$ кВт.

Так как $3 < 8,8$, то условие выполняется на станке и процесс резания осуществляется. Аналогично производим расчеты режимов резания на остальных переходах установка А и установки Б и составляем таблицы.

Таблица 6.1 – Режимы резания на установ А.

№ п/п	Содержание перехода	t , мм	S , мм/об	V , м/мин	n , об/мин
2	Точить цилиндрическую наружную поверхность в размер $\varnothing 26,5_{-0,052}$ и $L = 33$ мм	0,5	0,14	83	1000
3	Точить цилиндрическую наружную поверхность в размер $\varnothing 34_{-0,62}$ и $L = 5$ мм	0,5	0,24	85	800
4	Точить цилиндрическую наружную поверхность в размер $\varnothing 26_{-0,084}$ и $L = 245$ мм	0,5	0,24	82	1000
5	Точить цилиндрическую наружную поверхность в размер $\varnothing 45,5_{-0,25}$ и $L = 34$ мм	0,5	0,24	90	630

Таблица 6.2 – Режимы резания на установ Б.

№ п/п	Содержание перехода	t , мм	S , мм/об	V , м/мин	n , об/мин
6	Точить цилиндрическую наружную поверхность в размер $\varnothing 19_{-0,52}$ и $L = 25$ мм	0,5	0,12	84	1400
7	Точить цилиндрическую наружную поверхность в размер $\varnothing 23,5_{-0,052}$ и $L = 14$ мм	0,5	0,24	80	1000
8	Точить цилиндрическую наружную поверхность в размер $\varnothing 26,5_{-0,084}$ и $L = 46$ мм	0,5	0,24	83	1000
9	Точить канавку шириной 1,4 мм	1,4	0,05	60	1000

Операция 060 –вертикально-фрезерная

					<i>ТМ 16320424-00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		41

Расчет режимов резания на данной операции ведется расчетно - аналитическим способом [5].

1. Глубина резания $t=5$ мм.
2. Подача на один зуб фрезы $S_z=0,05$ мм/об.
3. Скорость резания определим по эмпирической формуле:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q \cdot K_v}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \quad (6.15)$$

где C_v - коэффициент и m, x, y, p, q, u - показатели степени, зависящие от материала заготовки, величины подачи;

T - нормативный период стойкости резца, мин;

K_v - коэффициент, учитывающий несоответствие фактических условий работы резца табличным

По (Л5; табл.39, с.286-290):

$C_v = 46,7$; $q=0,45$; $x = 0,5$; $y = 0,5$; $m = 0,33$; $u=0,1$; $p=0,1$; $T = 80$ мин.

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv} \quad (6.16)$$

где K_{mv} – коэффициент, учитывающий влияние материала заготовки;

K_{nv} - коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки;

K_{iv} - коэффициент, учитывающий материал инструмента.

Коэффициент K_{iv} равен:

$$K_{mv} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_{\epsilon}} \right)^{n_v} \quad (6.17)$$

$K_{\Gamma}=1$

					<i>ТМ 16320424-00.ПЗ</i>	Лист
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		42

$\sigma_v=700$ МПа

$n_v=0,9$

$$K_{mv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{700} \right)^{0,9} = 1,06$$

Коэффициенты $K_{nv}=0,8$, $K_{nv}=1,00$

Тогда $K_v=1 \cdot 0,8 \cdot 1=0,8$.

$$V = \frac{46,7 \cdot 5^{0,45} \cdot 0,8}{80^{0,33} \cdot 5^{0,5} \cdot 0,05^{0,1} \cdot 10^{0,1} \cdot 2^{0,1}} = 22 \text{ м / мин}$$

4. Частота вращения фрезы n , об/мин:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} \quad (6.18)$$

где D -диаметр фрезы, мм.

$$n = \frac{1000 \cdot 22}{3,14 \cdot 5} = 1400 \text{ об/мин}$$

Найденную частоту вращения корректируем по паспорту станка. Принимаем n равным 1250 мин^{-1} . После корректировки находим фактическую скорость резания V_ϕ , м/мин.:

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \quad (6.19)$$

$$V_\phi = \frac{3,14 \cdot 5 \cdot 1250}{1000} = 20 \text{ м / мин}$$

5. Минутная подача:

$$S_M = S_z \cdot z \cdot n \text{ мм/мин} \quad (6.20)$$

$$S_M = 0,05 \cdot 2 \cdot 1250 = 125 \text{ мм / мин}$$

					<i>ТМ 16320424-00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		43

6. Определение силы резания:

Силу резания определим по эмпирической формуле:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^n \cdot z \cdot K_{mp}}{D^q \cdot n_n^w} \quad (6.21)$$

где C_p - коэффициент и n, x, y, q, w - показатели степени, зависящие от материала, заготовки, величины подачи;

По [5]:

$$C_p = 68,2; q=0,86; x = 0,86; y = 0,72; u=0,1; w=0$$

K_{mp} – коэффициент, учитывающий влияние материала заготовки;

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_{\epsilon}}{750} \right)^n = \left(\frac{750}{700} \right)^{0,3} = 1,02$$

Тогда

$$P_z = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 5^{0,86} \cdot 0,05^{0,72} \cdot 10^{1,0} \cdot 1,02}{5^{0,86} \cdot 1250^0} = 616 H$$

7. Определение крутящего момента на шпинделе:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100}, H \cdot м \quad (6.22)$$

$$M_{кр} = \frac{616 \cdot 5}{2 \cdot 100} = 15,4 H \cdot м$$

8. Определение мощности резания (эффективной):

Мощность резания определим по эмпирической формуле [6]:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} \quad (6.23)$$

					ТМ 16320424-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		44

$$N = \frac{616 \cdot 22}{1020 \cdot 60} = 0,22 \text{ кВт}$$

Сравнив мощности привода главного движения станка и мощности резания приходим к выводу что мощность резания не ограничена мощностью привода главного движения станка.

Все значения режимов резания по операции сведены в таблицу 6.4.

9. Определяем основное (машинное) время T_o при обработке паза:

$$T_o = \frac{L_p}{S_m} i, \text{ мин} , \quad (6.24)$$

L_p – расчетная длина обработки,

$$L_p = l + y + \wedge$$

y - величина врезания, $y=D/2=2,5$ мм

\wedge - величина перебега, $\wedge=1 \dots 5$ мм, принимаем $\wedge=3$ мм

S_m - минутная подача стола станка,

i - количество ходов фрезы

$$T_o = \frac{15,5}{125} \cdot 1 = 0,12 \text{ мин}$$

Таблица 6.4 Режимы обработки на операции 060

Номер и текст перехода	Параметры режимов резания							
	t, мм	S, мм/об	n, об/мин	V_p , м/мин	V_ϕ , м/мин	n_ϕ , об/мин	N_ϕ , кВт	S, мм/мин
Фрезеровать паз	3	0.05	1400	22	20	1250	0,22	125

6.6 Техническое нормирование операций

Техническое нормирование 040 операции – токарная с ЧПУ производим согласно известным формулам расчета основного времени и выбора из соответствующей литературы норм вспомогательного времени.

Данные о режимах резания берем из предыдущего пункта.

Норма времени на выполнение операции на станке с ЧПУ при работе на одном станке определяется по формуле согласно [7]:

$$T_{ш-к} = T_{ш} + \frac{T_{п.з.}}{n}, \quad (6.25)$$

Норма штучного времени определяется по формуле согласно [7]:

$$T_{ш} = (T_o + T_B) \cdot \left(1 + \frac{a_{ТЕХ} + a_{ОРГ} + a_{ОТД}}{100} \right), \quad (6.26)$$

где $T_{ц.а.}$ - время цикла автоматической работы станка;

T_B - вспомогательное время, мин;

$a_{ТЕХ}$ - время на техническое обслуживание рабочего места, мин;

$a_{ОРГ}$ - время на организационное обслуживание рабочего места, мин;

$a_{ОТД}$ - время на отдых и личные потребности рабочего, мин.

Время цикла автоматической работы станка состоит из основного времени непосредственной работы станка на каждом переходе

Время работы станка на каждом переходе определяем по формуле:

$$T_o = \frac{L}{S \cdot n} \cdot i, \quad (6.27)$$

где L - длина пути инструмента;

					<i>ТМ 16320424-00.ПЗ</i>	Лист
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		46

S - подача, мм/об; n - обороты, об/мин; i - количество проходов.

Длина пути инструмента определяется по формуле:

$$L = L_p + l_1 + l_2, \quad (6.28)$$

где L - длина обрабатываемой поверхности;

l_1 - величина врезания;

l_2 - величина перебега.

Вспомогательное время определяется по формуле:

$$T_B = T_{Вуст} + T_{Вон} + T_{Виз}, \quad (6.29)$$

где $T_{Вуст}$ - вспомогательное время установки и снятие детали;

$T_{Вон}$ - вспомогательное время связанное с операцией;

$T_{Виз}$ - вспомогательное время на контрольные измерения.

Норма подготовительно-заключительного времени определяется по формуле:

$$T_{П.З.} = T_{П.З.1} + T_{П.З.2} + T_{ПР.ОБР.}, \quad (6.30)$$

где $T_{П.З.1}$ - норма времени на организационную подготовку, мин;

$T_{П.З.2}$ - норма времени на наладку станка, приспособления, инструмента,

программных устройств, мин;

$T_{ПР.ОБР.}$ - норма времени на пробную обработку.

Переход 1. Режим резания на переходе: $S = 0,14 \text{ мм/об}$, $n = 800 \text{ об/мин}$,
 $t = 0,45 \text{ мм}$.

Величина врезания и перебега: $l_1 + l_2 = 6 \text{ мм}$.

Длина пути инструмента: $L = L_p + l_1 + l_2 = 33 + 6 = 39 \text{ мм}$.

					<i>ТМ 16320424-00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		47

Количество проходов: $i = 1$.

Основное время на данном переходе:

$$T_0 = \frac{39}{0,14 \cdot 800} \cdot 1 = 0,35 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время на установку и снятие детали выбираем согласно [14]: $T_{Вуст} = 2,4 \text{ мин.}$

Вспомогательное время связанное с операцией, то есть время на включение и выключение станка, проверку возврата инструмента в заданную точку после обработки, установку и снятие щитка, предохраняющего от забрызгивания эмульсией выбираем согласно [Л17, карта 14]: $T_{Воп} = 0,15 + 0,03 = 0,18 \text{ мин.}$

Вспомогательное время на контрольные измерения содержит время на шесть замеров линейкой и шесть замеров штангенциркулем:

$$T_{Виз} = (0,055 + 0,10 + 4 \cdot 0,13) + (3 \cdot 0,14 + 3 \cdot 0,19) = 1,665 \text{ мин}$$

Тогда суммарное вспомогательное время составит по формуле (6.26):

$$T_B = 2 \cdot 2,4 + 2 \cdot 0,18 + 1,665 = 6,83 \text{ мин.}$$

Время на организационное и техническое обслуживание рабочего места, отдых и личные потребности приведено в процентах от оперативного времени согласно [7]: 8%.

Окончательно норма штучного времени равна согласно формуле (6.26):

$$T_{шт} = (0,35 + 6,825) \cdot (1 + 0,08) = 7,75 \text{ мин.}$$

Определяем составляющие подготовительно-заключительного времени.

Норма времени на организационную подготовку $T_{П.3.1}$ состоит согласно [7]:

					<i>ТМ 16320424-00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		48

- получения, наряда, чертежа, технологической документации, программоносителя и режущего инструмента, 4мин.;
- получение вспомогательного инструмента, контрольно-измерительного инструмента, приспособления, получения и сдачи заготовки, 9мин.;
- ознакомления с работой, чертежом, технологической документацией, осмотром заготовки, 2,0мин.;
- инструктажа мастера, 2,0мин..

$$T_{п.3.1} = 4 + 9 + 2 + 2 = 17 \text{ мин.}$$

Норма времени на наладку станка, приспособления, инструмента, программных устройств $T_{п.3.2}$ состоит из согласно [7]:

- установления и снятия поводкового патрона, люнета 9,5мин.;
- установления режимов работы станка (число оборотов и подач), 0,15мин.;
- установления и снятия кулачков, 3,0мин.;
- расточки сырых кулачков, 5,0мин.;
- установки режущего инструмента в резцедержателе, 2мин.;
- набратие программы кнопками (переключателями) на пульте УЧПУ и проверить ее, 4,4мин.;
- установить исходные координаты X и Z (настроить нулевое положение), 2,0 мин.;
- настройки устройства для подачи СОЖ, 0,2,мин..

$$T_{п.3.2} = 9,5 + 0,15 + 3,0 + 5,0 + 2,0 + 4,4 + 2,0 + 0,2 = 26,25 \text{ мин.}$$

Норма времени на выполнение операции на станке с ЧПУ при работе на одном станке определяется по формуле (6.25):

$$T_{ш-к} = 7,75 + \frac{26,25}{45} = 8,33 \text{ мин.}$$

Нормирование заключается в определении штучно-калькуляционного времени по формуле:

					<i>ТМ 16320424-00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		49

$$T_{шт-к} = \frac{T_{п.з.}}{n} + T_{шт} \quad (6.31)$$

где $T_{п.з.}$ – подготовительно-заключительное время

$$T_{п.з.} = T_{п.з.1} + T_{п.з.2} + T_{п.з.3} \quad (6.32)$$

$T_{п.з.1}$ – время на установку в специальном приспособлении,

$$T_{п.з.1} = 16 \text{ мин [6]}$$

$T_{п.з.2}$ – время на установку фрез, $T_{п.з.2} = 2$ мин

$T_{п.з.3}$ – время на получение и сдачу инструмента, $T_{п.з.3} = 7$ мин

$$T_{п.з.} = 16 + 2 + 7 = 25 \text{ мин}$$

n – количество деталей в настроечной партии, $n = 29$ шт

T_o – основное время на обработку детали (на фрезерной операции), мин

$$T_o = 0,12 \text{ мин (определено ранее)}$$

T_v – вспомогательное время

$$T_v = (T_{yc} + T_{з.о} + T_{из}) \cdot K \quad (6.33)$$

T_{yc} – время на установку и снятие детали, $T_{yc} = 0,66$ мин [6]

$T_{з.о}$ – время на закрепление и открепление детали, $T_{з.о} = 0,85$ мин [6]

$T_{изм}$ – время на измерение детали, $T_{изм} = 0,35$ мин [6]

K – коэффициент, уточняющий тип производства, $K = 1,85$

$$T_v = (0,66 + 0,85 + 0,35) \cdot 1,85 = 3,44 \text{ мин}$$

Определяем оперативное время.

$$T_{оп} = T_o + T_v \quad (6.34)$$

$$T_{\text{оп}} = T_o + T_B = 0,12 + 3,44 = 3,56 \text{ мин}$$

$T_{\text{об.от}}$ – время на обслуживание и отдых определяем по формуле:

$$T_{\text{об.от}} = \frac{T_{\text{оп}} \cdot P_{\text{об.от.}}}{100} \quad (6.35)$$

$P_{\text{об.от.}}$ – время на обслуживание рабочего места, отдыха и естественные потребности, $P_{\text{об.от.}} = 8\%$

$$T_{\text{об.от.}} = \frac{3,56 \cdot 8}{100} = 0,28 \text{ мин}$$

Определяем штучное время по формуле:

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{оп}} + T_{\text{об.от.}} \quad (6.36)$$

$$T_{\text{шт}} = 3,56 + 0,28 = 3,84 \text{ мин}$$

Определив все составляющие рассчитываем штучно-калькуляционное время

$$T_{\text{шт-к}} = \frac{25}{29} + 3,84 = 4,7 \text{ мин}$$

					<i>ТМ 16320424-00.ПЗ</i>	Лист
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		51

7 Проектирование станочного приспособления

Обоснование необходимости создания приспособления. Выбор системы приспособления.

В базовом технологическом процессе деталь точится на старом универсальном оборудовании. Для усовершенствования и снижения себестоимости детали обработку будем производить на новом оборудовании с применением приспособления с пневмоприводом. Применение данного приспособления позволит снизить разряд рабочего на данной операции, снизить трудоёмкость обработки, повысить стабильность точности параметров операции, повысить производительность и облегчить условия труда рабочих за счёт механизации приспособления.

Определение количественных и качественных результатов выполнения операции

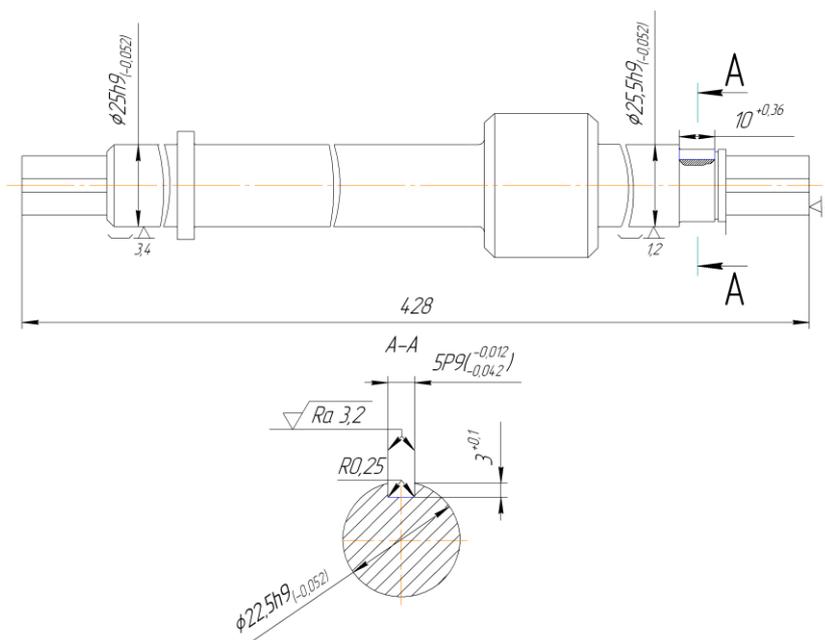


Рисунок 7.1 – Эскиз вертикально-фрезерной операции

На данную операцию заготовка поступает с окончательно обработанными базовыми поверхностями. Масса заготовки – 3,45 кг. Материал – сталь 45 ГОСТ 1050-88. Заготовка имеет цилиндрическую форму, вполне жесткая, обрабатываемость её удовлетворительная. К базовым относим поверхности на

					ТМ 16320424-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		52

которые будет установлена заготовка в приспособлении. Уточним точностные параметры поверхностей, которые могут быть базовыми.

Точность размеров выдерживаемых на операции

На вертикально-фрезерной операции формируются следующие размеры:

а) паз шириной $5P9\left(\begin{smallmatrix} -0,012 \\ -0,042 \end{smallmatrix}\right)$ Длина составляет 10 мм. Допуск на размер принимаем по качеству H14. Следовательно допуск составляет 0,36мм, т.е $10^{+0,36}$. Глубина паза составляет $3^{+0,1}$ мм.

б) также на чертеже детали проставлен размер R0,25 - этот размер формируется инструментом, поэтому поле допуска на него не проставляем [12].

Точность формы обрабатываемых поверхностей

На чертеже не обозначены допуски плоскостности, поэтому принимаем их равными 60% от допуска на размер, обуславливающий эту поверхность. Отклонение от плоскостности стенок паза принимаем в пределах допуска на размер $10^{+0,36}$, и он составляет 60% от поля допуска. $T=0,6 \cdot 0,36=0,216$ согласно [12] для 16 степени точности допуск равен 0,25 мм. Принимаем, что допуск плоскостности стенок паза равен 0,25 мм.

Точность расположения обрабатываемых поверхностей.

На чертеже не обозначены допуски расположения, поэтому принимаем их равными 60% от допуска на размер, обуславливающий эту поверхность .

Допуск параллельности стенок паза в пределах допуска на размер $10^{+0,36}$ он составляет 60% от поля допуска. $T=0,6 \cdot 0,36=0,216$ согласно [12] для 15 степени точности он равен 0,25 мм. Принимаем, что допуск параллельности стенок паза равен 0,25мм.

Отклонение от наклона оси паза относительно оси симметрии паза принимаем в пределах допуска на размер $10^{+0,36}$ мм он составляет 60% от поля допуска. $T=0,6 \cdot 0,36=0,216$ согласно [12] для 15 степени точности он равен 0,25мм. Принимаем, что отклонения от плоскостности равно 0,25мм.

					<i>ТМ 16320424-00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		53

Шероховатость обрабатываемых поверхностей указанных на чертеже, имеет значение: шероховатость согласно чертежа – Ra 6,3 мкм, боковых поверхностей паза – Ra3,2 мкм.

Определение количественных и качественных данных о заготовке, поступающей на операцию

На данную операцию заготовка поступает с окончательно обработанными базовыми поверхностями. Масса заготовки – 3,45 кг. Материал – сталь 45 ГОСТ 1050-88. Заготовка имеет цилиндрическую форму, вполне жесткая, обрабатываемость её удовлетворительная. К базовым относим поверхности на которые будет установлена заготовка в приспособлении. Уточним точностные параметры поверхностей, которые могут быть базовыми.

Точность размеров базовых поверхностей

Цилиндрические поверхности $\varnothing 25,5h9_{(-0,052)}$ мм, $\varnothing 18h14_{(-0,43)}$ мм. Отклонение на размер выбрано согласно ГОСТ 25347-82. Допуск на поверхность $\varnothing 25,5h9_{(-0,052)}$ составляет $T_{25,5}=52$ мкм. Допуск на поверхность $\varnothing 18h14_{(-0,43)}$ составляет $T_{18}=430$ мкм. Поверхности $\varnothing 25,5h9_{(-0,052)}$ мм выступают в качестве двойной направляющей базы, а поверхность $\varnothing 18h14_{(-0,43)}$ в качестве опорной базы.

Точность формы базовых поверхностей

Искажение цилиндрических поверхностей $\varnothing 25,5h9_{(-0,052)}$ и $\varnothing 18h14_{(-0,43)}$ характеризуются отклонением от цилиндричности и круглости. Поскольку искажение цилиндрических поверхностей $\varnothing 25,5h9_{(-0,052)}$ и $\varnothing 18h14_{(-0,43)}$ характеризуются отклонением от цилиндричности и круглости. Поскольку допуски цилиндричности и круглости не оговорены, принимаем допуск на них в пределах 30% от допуска на диаметры, т.е. допуск цилиндричности и круглости для размера $\varnothing 25,5h9_{(-0,052)}$ составляет $0,52 \cdot 0,3 = 0,156$ мм, а для размера $\varnothing 18h14_{(-0,43)}$ составляет $0,43 \cdot 0,3 = 0,129$ мм. Скорректировав по справочнику получим, что отклонение от цилиндричности и круглости для размера

											Лист
											54
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата							

ТМ 16320424-00.ПЗ

$\varnothing 18h14_{(-0,43)}$ составляет $T=0,2$ мм, что соответствует 14 степени точности [12]. Для размера $\varnothing 25,5h9_{(-0,052)}$ составляет $T=0,16$ мм, что соответствует 13 степени точности [12].

Точность расположения базовых поверхностей

Допуск радиального биения 0,06 мм на размер $\varnothing 25,5h9_{(-0,052)}$ задано в соответствии со стандартом (ГОСТ 24643-81) [12].

Шероховатость базовых поверхностей

Шероховатость на размер $\varnothing 18h14_{(-0,43)}$ составляет Ra 6,3 мкм

Шероховатость на размер $\varnothing 25,5h9_{(-0,052)}$ составляет Ra 3,2 мкм

Определение условий, в которых будет изготавливаться и эксплуатироваться проектированное приспособление

Заготовка будет обрабатываться на вертикально-фрезерном станке с крестовым столом модели 6P12.

Составление перечня реализуемых функций

0 Перемещение и предварительная ориентация заготовки.

1 Базирование заготовки.

2 Закрепление заготовки.

3 Базирование приспособления на станке.

4 Закрепление приспособления на станке.

5 Подвод и отвод энергоносителя.

6 Образование исходной силы для закрепления.

7 Управление энергоносителем.

8 Обработка шпоночного паза 3x5x10

9 Создание безопасных условий труда.

Исходя из условий реализации этих функций и требования к результатам их реализации, осуществляем поиск прототипов из накопленного фонда технических решений. Предпочтение отдаем апробированным практикой стандартным техническим носителям функции.

					<i>TM 16320424-00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		55

На данную операцию возможно предложить две схемы базирования и закрепления заготовки:

а) Базирование в призмах с упором в правый торец.

б) Базирование в призмах с упором в цилиндрическую поверхность $\varnothing 22,5h9_{(-0,052)}$

Разработка и обоснование схемы базирования

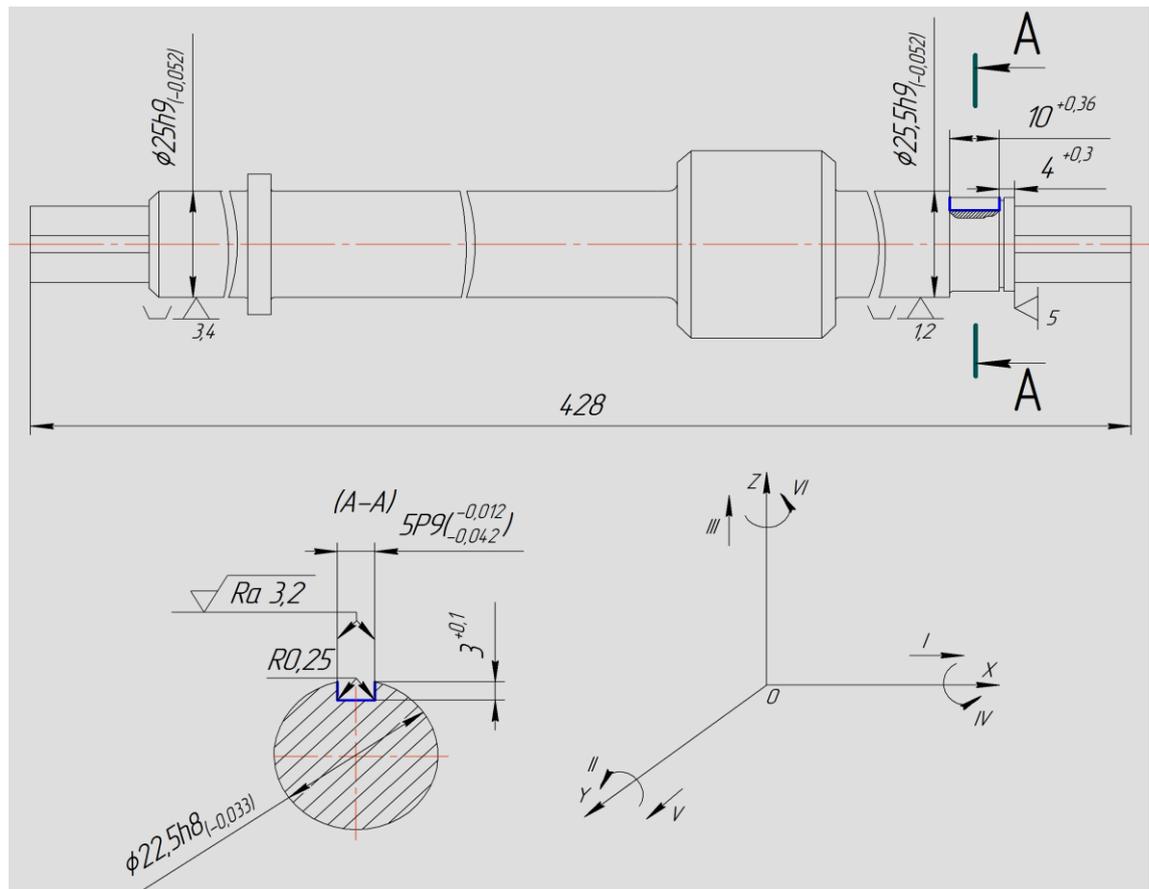


Рисунок 7.2 - Базирование заготовки. Схема 1

Закрепление и базирование заготовки по схеме 1 производится поверхностями $\varnothing 25,5h9_{(-0,052)}$ с двух сторон в призмах с упором в $\varnothing 22,5h8_{(-0,033)}$. Призмы ориентируют заготовку относительно осей координат OZ и OY, а торец лишает перемещения вдоль оси OX. Такое базирование лишает деталь пяти степеней свободы и обеспечивает требования чертежа. Погрешность базирования $E_{\delta 1}$ для размера $10^{+0,36}$ мм для первой схемы базирования (рис. 7.1) равна $E_{\delta 1} = T_4 = 300 \text{ мкм}$.

Закрепление и базирование заготовки по схеме 2 производится поверхностями $\varnothing 25,5h9_{(-0,052)}$ с двух сторон в призмах с упором в $\varnothing 18h14_{(-0,43)}$. Призмы ориентируют заготовку относительно осей координат OZ и OY, а торец лишает перемещения вдоль оси OX. Такое базирование лишает деталь пяти степеней свободы и обеспечивает требования чертежа.

Погрешность базирования $E_{\delta 2}$ на размер для второй схемы базирования (рис.7.2) равна: $E_{\delta 2} = T_{428} + T_{46} + T_{34} + T_{245} + T_5 + T_{59} + T_4$

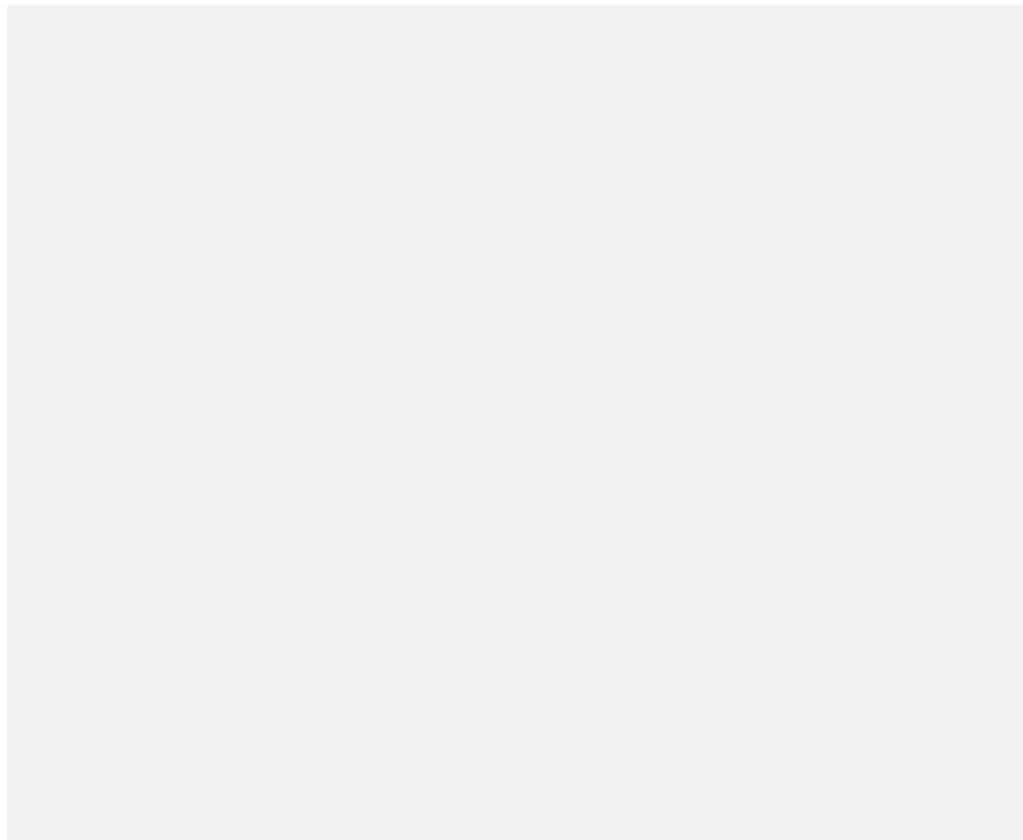


Рисунок 7.3 - Базирование заготовки. Схема 2

$$E_{\delta 2} = 1550 + 620 + 620 + 1150 + 300 + 740 + 300 = 5280 \text{ мкм (согласно чертежа детали)}$$

Точность базирования E_{δ} определяется по формуле:

$$E_{\delta} = \frac{T(\phi 21,5)}{2} \left(\frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} + 1 \right) = \frac{0,052}{2} \left(\frac{1}{\sin \frac{90^\circ}{2}} + 1 \right) = 0,04 \text{ мм,}$$

					<i>ТМ 16320424-00.ПЗ</i>	Лист
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		57

где $T(\varnothing 21,5) = 0,052$ —допуск на установочный размер $\varnothing 21,5$; $\alpha=90^\circ$ - угол призмы

Сравниваем допуск на глубину паза $T=0,2\text{мм} > E_6 = 0,04\text{мм}$ и делаем вывод, что точность будет обеспечена.

Из рассмотренных схем базирования, погрешность базирования будет наименьшей при реализации схемы 1. Точность выполнения ширины паза определяется точностью изготовления режущей части фрезы (размер $5P9\begin{smallmatrix} -0,012 \\ -0,042 \end{smallmatrix}$ мм), точностью настройки станка (размер 10мм) и точностью базирования вала в призме (размер $3^{+0,1}$ мм). Последний достигается при способе автоматического обеспечения размера на предварительно настроенном станке и рассчитывается как точность базирования вала в призме.

Построение функциональной структуры приспособления

Из набора функций, приведенных выше выделим те, которые реализуются в течении оперативного времени: 0,1,2,5,6,7. Функции 3,4 влияют на подготовительно-заключительное время; функция 9 прямого влияния на штучное время не оказывает.

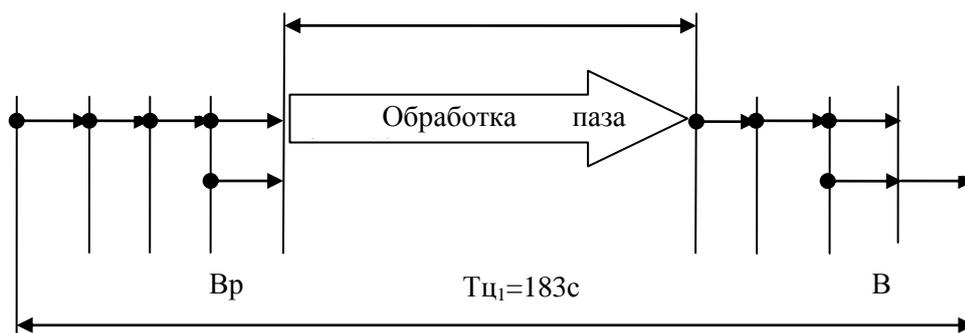


Рисунок 7.4 - Схема последовательной реализации функций

Руководствуясь нормативами времени [13], составим структуру потока функций при их последовательной реализации (рисунок 9.4).

Номер функции без штриха обозначает прямую функцию, например, «закрепить», а со штрим - обратную, например, «раскрепить».

Последовательная структура реализации потока функций нас не может удовлетворить, поскольку ее длительность велика. Используя положения функциональной интенсификации, построим более приемлемую структуру, позволяющую сократить время осуществления функции (рисунок 7.4)

Функциональная структура проектируемого приспособления представлена на рисунке 7.5.

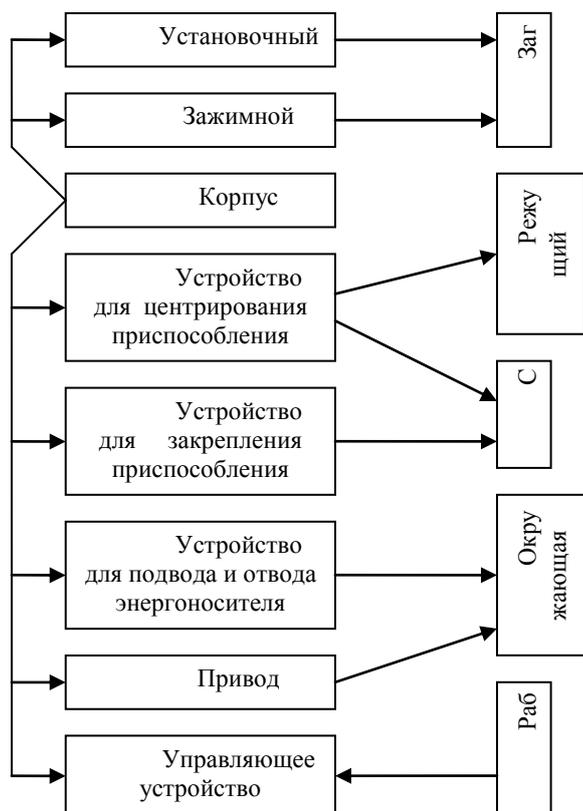


Рисунок 7.5 - Функциональная структура проектируемого приспособления

Анализ структуры полей возмущающих силу

Для определения взаимного влияния поля возмущающих сил и поля уравновешивающих сил построим графическую модель возмущающих сил во взаимосвязи с принятой схемой базирования и модель поля уравновешивающих сил, создаваемых зажимным механизмом.

Рисунок 9.6 – Структура поля возмущающих сил по составляющим P_x, P_y, P_z

Расчет сил закрепления

Приведем расчет режимов резания обработки неблагоприятного участка: фрезерования шпоночного паза шириной $b = 3\text{мм}$, длиной $l = 10\text{мм}$, высотой $h = 5\text{мм}$.

Определяем показатель количества стадий обработки.

Определяем поправочные коэффициенты на показатель количества стадий обработки согласно [6, карта 72]:

$$\delta = 0,74, K_{\delta M} = 0,65, K_{\delta \alpha} = 1, K_{\delta \beta} = 1, K_{\delta \gamma} = 1,0.$$

Выполняем расчет согласно формуле:

$$K_{C.O.} = 0,74 \cdot 0,65 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,481.$$

Находим отношение $\frac{P_{\max}}{D} = \frac{5}{22} = 0,23$.

Таким образом согласно [6, карта 72] требуемая точность может быть достигнута за один проход.

Принимаем глубину резания $t = 5\text{мм}$.

Подачу на зуб $S_{ZT} = 0,04\text{мм/зуб}$ для обработки паза выбираем по [6].

Выбранное значение подачи корректируем с учетом поправочных коэффициентов.

Определяем поправочные коэффициенты на подачу [6, карта 82]:

$$K_{SM} = 1,2, K_{SH} = 0,8, K_{S_z} = 1,3, K_{SI} = 1,0.$$

Выполняем расчет согласно формуле:

$$S_Z = 0,04 \cdot 1,2 \cdot 0,8 \cdot 1,3 \cdot 1,0 = 0,05\text{мм/зуб}.$$

					<i>TM 16320424-00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		60

Выбираем составляющие силы резания P_{yT} и P_{zT} для проверки по полученной подаче согласно [6, карта 88]: $P_{yT} = 235H$, $P_{zT} = 820H$.

Выбранные значения составляющие сил резания корректируем с учетом поправочных коэффициентов.

Определяем поправочные коэффициенты составляющие сил резания по [14]:

$$K_{p0} = 1,0, K_{PM} = 0,6, K_{Pz} = 0,75, K_{PB} = 1.$$

$$P_y = 235 \cdot 1,0 \cdot 0,6 \cdot 0,75 \cdot 1 = 106H ;$$

$$P_z = 820 \cdot 1,0 \cdot 0,6 \cdot 0,75 \cdot 1 = 369H ;$$

$$P_x = 0,5 \cdot P_z = 0,5 \cdot 369 = 185H .$$

Выбираем скорость и мощность резания согласно [6,карта 87]:

$$V_T = 22 м / мин , N_T = 0,3 кВт .$$

Выбранные значения скорости и мощности резания корректируем с учетом поправочных коэффициентов.

Определяем поправочные коэффициенты на скорость и мощность резания по [6, карта 84]:

$$K_{V0} = K_{N0} = 1, K_{VM} = 1,6, K_{NM} = 0,65, K_{VII} = K_{NI} = 1, K_{VT} = K_{NT} = 1,0, K_{VB} = K_{NB} = 1,0, \\ K_{VII} = K_{NII} = 1,0, K_{VЖ} = K_{NЖ} = 1,0.$$

$$V = 22 \cdot 1 \cdot 1,6 \cdot 0,65 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 22,88 \approx 23 м / мин ;$$

$$N = 0,3 \cdot 1 \cdot 1,6 \cdot 0,65 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,312 кВт .$$

Определяем частоту вращения шпинделя по формуле:

$$n_{ш} = \frac{23 \cdot 1000}{\pi \cdot 5} = 1464 об / мин .$$

По паспорту станка принимаем ближайшее значение: $n_{\phi} = 1400 об / мин$

Определяем фактическую скорость резания по формуле:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot 5 \cdot 1400}{1000} = 21,98 \approx 22 м / мин$$

Определяем фактическую скорость резания по формуле:

					<i>ТМ 16320424-00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		61

$$N_{\phi} = 0,312 \cdot \frac{22}{23} = 0,3 \text{ кВт} , \text{ что меньше } 11 \text{ кВт}.$$

Определяем минутную подачу по формуле:

$$S_M = 0,49 \cdot 1400 \cdot 2 = 16,896 \approx 17 \text{ мм/мин} .$$

Силу закрепления рассчитываем по формуле:

$$W = \frac{k}{f} \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \cdot \sqrt{P_x^2 + P_x^2 + P_x^2} \quad [6]$$

Коэффициент трения согласно [2, стр. 85]: $f = 0,16$.

Коэффициент запаса определяем по формуле: $k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6$.

Составляющие коэффициенты находим согласно [6, стр. 85]:

$$k_0 = 1,5, \quad k_1 = 1, \quad k_2 = 1,6, \quad k_3 = 1,2, \quad k_4 = 1,2, \quad k_5 = 1,0, \quad k_6 = 1,5.$$

Таким образом: $k = 1,5 \cdot 1 \cdot 1,6 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,5 = 5,184$.

Тогда сила закрепления равняется:

$$W = \frac{5,184}{0,16} \cdot \sin \frac{90}{2} \cdot \sqrt{106^2 + 369^2 + 185^2} = 9666 \text{ Н}$$

Расчет детали на прочность

Рассчитываю количество винтов, необходимое для закрепления диафрагмы пневмокамеры с учетом того, что сила давления сжатого воздуха в сети 0,4 МПа; сила на штоке пневмокамеры $W=9852$ (Н); резьба винта – М8×6g, материал винта – Сталь 40.

Внутренний диаметр резьбы рассчитывается по формуле:

$$d_B = d_n - (0,541P) \cdot 2 \quad (\text{мм}) \quad (7.1)$$

где d_n – наружный диаметр резьбы;

P – шаг резьбы.

$$d_g = 8 - (0,541 \cdot 1) \cdot 2 = 6,918 \quad (\text{мм})$$

Минимальная площадь резьбы рассчитывается по формуле:

$$S_{\text{мин рез}} = \frac{\pi d_g^2}{4} \quad (\text{мм}^2) \quad (7.2)$$

					ТМ 16320424-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		62

где d_b – внутренний диаметр резьбы.

$$S_{\min_{рез}} = \frac{3,14 \cdot 6,918^2}{4} = 37,57 (\text{мм}^2)$$

Предел текучести для Стали 40 равен 300 МПа.

Допустимый предел текучести определяется по формуле:

$$[\sigma_T] = 0,6\sigma_T \text{ (МПа)} \quad (7.3)$$

то есть $[\sigma_T] = 0,6 \cdot 300 = 180$ (МПа)

$$[\sigma_T] = \frac{W}{S_{\min_{необх}}} \quad (7.4)$$

где W – сила на штоке пневмокамеры;

$S_{\min_{необх}}$ – необходима площадь резьбы.

Отсюда выведем формулу для нахождения необходимой площади резьбы:

$$S_{\min_{необх}} = \frac{W}{[\sigma_T]} \quad (7.5)$$

$$S_{\min_{необх}} = \frac{9852}{180} = 54,73 (\text{мм}^2)$$

Количество винтов, необходимое для закрепления пневмокамеры, рассчитывается по формуле:

$$n = \frac{S_{\min_{необх}}}{S_{\min_{рез}}} \text{ (шт)} \quad (7.6)$$

то есть $n = \frac{54,73}{37,57} = 1,5$ (шт).

Таким образом, для закрепления диафрагмы пневмокамеры хватит двух винтов, поэтому конструктивно принимаю $n=6$ (шт).

Обоснование выбора привода

Определяем силу возникающую на штоке пневмоцилиндра по формуле:

					ТМ 16320424-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		63

$$Q = \frac{W}{1,5} \quad (7.7)$$

$$Q = \frac{9666}{1,5} = 6444 \text{ Н}$$

Силу на штоке пневмоцилиндра определяем по формуле:

$$Q = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot P \cdot \eta \quad (7.8)$$

$$\text{Тогда диаметр поршня будет равен: } D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot P \cdot \eta}}, \quad (7.9)$$

где

$Q = 6444 \text{ Н}$ – сила возникающая на штоке;

$p = 0,63 \text{ МПа}$ – давление которое действует на поршень;

$\eta = 0,85$ - КПД гидроцилиндра.

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 6444}{\pi \cdot 0,63 \cdot 0,85}} = 123,812 \text{ мм}.$$

Выбираем диаметр ближайшего большего стандартного значения поршня
 $D = 125 \text{ мм}$

Сила возникающая на штоке:

$$Q = \frac{3,14 \cdot 125^2}{4} \cdot 0,63 \cdot 0,85 = 6568 \text{ Н}.$$

Сила закрепления:

$$W = 1,5 \cdot Q = 1,5 \cdot 6568 = 9852 \text{ Н}.$$

Расчет приспособления производим для наиболее точного размера получаемого при обработке паза. Наиболее точные параметры имеет шпоночный паз (сечение А-А): ширина паза $5P9$ ^{-0,012}_{-0,042}, отклонение от параллельности 250мкм; отклонение от симметричности 250мкм. Точностной размер будем производить для параметра: отклонение от параллельности 250мкм.

Точностной расчет производим по формуле:

					<i>ТМ 16320424-00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		64

$$\varepsilon_{np} = T - K_T \cdot \sqrt{(K_{T1} \cdot \varepsilon_{\delta})^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_n^2 + \varepsilon_u^2 + (K_{T2} \cdot \omega)^2 + \varepsilon_{noz}^2} \quad (7.10)$$

Где T - наиболее жесткий допуск на рассматриваемый размер ($T = 250$ мкм);

K_T - коэффициент, учитывающий возможное отступление отдельных составляющих от нормального закона распределения случайных величин ($K_T = 1,2$);

K_{T1} - коэффициент, учитывающий некоторое уменьшения предельного значения погрешности базирования ($K_{T1} = 0,85$);

ε_{δ} - погрешность базирования заготовки в приспособлении, для выполнения данного точностного параметра погрешность базирования не оказывает никакого влияния, поэтому ($\varepsilon_{\delta} = 0$ мкм);

ε_3 - погрешность закрепления, учитывает смещение обрабатываемой поверхности заготовки от действия зажимной силы, для выполнения данного точностного параметра погрешность закрепления не оказывает никакого влияния, поэтому ($\varepsilon_3 = 0$ мкм);

ε_y - погрешность установки приспособления на станке, учитывает зазоры между установочными элементами приспособления и посадочными элементами станка. В среднем эта величина составляет ($\varepsilon_y = 10$ мкм);

ε_n - погрешность перекоса инструмента, поскольку отсутствуют направляющие элементы ($\varepsilon_n = 0$ мкм);

ε_u - погрешность, возникающая в следствии износа установочных элементов приспособления.

Погрешность износа установочных элементов приспособления определяем по формуле:

$$\varepsilon_u = \beta_1 \cdot N^n, \text{ где}$$

$\beta_1 = 0,3$ - постоянная;

$N = 300$ - число контактов заготовки с опорой;

$n = 0,5$;

					<i>ТМ 16320424-00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		65

$$\varepsilon_u = 0,3 \cdot 300^{0,5} = 5 \text{ мкм.}$$

K_{T2} - коэффициент, учитывающий вероятность погрешности обработки $K_{T2} = 0,6$;

ω - допуск получаемого размера для качества экономической точности IT 6 конкретного метода обработки $\omega = 30 \text{ мкм}$; (Л6)

ε_{noz} - погрешность позиционирования $\varepsilon_{noz} = 0 \text{ мкм}$.

Таким образом

$$\varepsilon_{np} = 250 - 1,2 \cdot \sqrt{(0,85 \cdot 0)^2 + 0^2 + 10^2 + 0^2 + 5^2 + (0,6 \cdot 11)^2 + 0^2} = 250 - 16 = 234 \text{ мкм.}$$

Принимаем допуск параллельности установочных элементов приспособления
 $T = 200 \text{ мкм}$

Описание устройства и принципа действия приспособления

Приспособление состоит из плиты на которой смонтирован пневмоцилиндр и призмы. Подача сжатого воздуха в нижние и верхние полости цилиндра происходит через трехходовой распределительный кран. При поступлении воздуха в нижнюю полость цилиндра, поршень поднимаясь вверх через шток создает давление на прихват который закрепляет мою деталь при обработке паза. При поступлении воздуха в верхнюю полость цилиндра происходит обратный процесс – с нижней полости воздуха выходит в атмосферу посредством переключения.

Все детали и узлы приспособления подвергнуть визуальному контролю, выявленные дефекты устранить.

1. К столу станка прикрепить корпус приспособления и плиту 5
2. К плите 5 с помощью болтов 15 и штифтов 28 прикрепить призмы 6,7.
3. К плите 5 с помощью винта 17 прикрепить цилиндр 3 в который установить предварительно собранный поршень в сборе 8затянув поршень шайбой 24 и гайкой 19; с веру надеть крышку 14.Шайбу закрепить винтом 16.
4. На стойку 4 надеть пружину 23, шайбу 25, прихват 9, ввинченный в шток 13 пневмокамеры, сверху надеть шайбы сферические 10,11 и закрутить двумя гайками 18.
5. К столу станка прикрепить распределительный кран.

					<i>ТМ 16320424-00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		66

8 Охрана труда и безопасность в чрезвычайных ситуациях

Тема: «Безопасность труда при эксплуатации систем работающих под давлением».

В химической промышленности также широко используются сжатые воздух и газы. Сжатый воздух получают при помощи компрессорных установок. Газы содержатся в сжатом или сжиженном состоянии в газовых баллонах под большим давлением.

Емкости, работающие под большим давлением, и компрессорные установки в процессе эксплуатации составляют для таких работников опасность в связи с возможностью взрывов и разрушений, а также от струй, утечка из них, под давлением. Что происходит из-за нарушения правил безопасности труда, эксплуатации, неисправности контрольно-измерительных приборов, низкое качество материалов, из которых изготовлены емкости.

Мощность взрывов сосудов, наполненных сжатым газом, достаточная, чтобы частично разрушить стены домов.

Работа с сосудами, работающими под давлением, определяется "Правилами устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением". Они распространяются на сосуды, работающие под давлением выше 48 кПа, на цистерны и бочки для перевозки сжиженных газов, давление паров которых при температуре до 60 °. Которые превышает 48 кПа, на баллоны, предназначенные для перевозки и сохранения сжатых, сжиженных и растворенных газов под давлением выше 27 кПа.

Правила распространяются на сосуды и баллоны вместимостью ниже 0,05 м³ и на те, в которых произведение вместимости (в метрах кубических) на рабочее давление составляет не более 100 Па, а также на машины, не представляющие собой самостоятельных двигателей воздушные колпаки насосов, амортизационные стойки шасси, гидроаккумуляторы и др..

					<i>ТМ 16320424-00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		67

Емкости, работающие под давлением изготавливаются на предприятиях, имеющих на это разрешение органов. Сосудик должен поставляться заводом-изготовителем заказчику с паспортом и инструкцией монтажу и эксплуатации.

На сосудице на видном месте должна быть прикреплена заводом-изготовителем металлическая пластинка с нанесенными клейменом паспортными данными:

- наименование завода-изготовителя;
- год изготовления;
- рабочее давление;
- допустимая температура стенок сосуда

Правила:

- порядок расследования аварий и несчастных случаев;
- требования к конструкции сосудов и материалов из которых они изготавливаются;
- правила изготовления и монтажа сосудов, арматуры и контрольно-измерительных приборов и предохранительных установок;
- правила регистрации и технического освидетельствования сосудов, их строения, обслуживание и др.

Сосудики компрессорные, на которые распространяются правила, должны быть к пуску зарегистрированы в госнадзоре. Порядок регистрации сосудинок, работающих под давлением, устанавливается теми же.

Инспектор госнадзора выдает разрешение на пуск в работу сосудинок, после их регистрации и технического осмотра. Разрешение на пуск в работу сосудов, не подлежат регистрации в органах, выдается лицом, назначенным приказом по предприятию, для осуществления за ними и на основании результатов технического осмотра. Разрешение записывается в паспорт и книгу учета и освидетельствования сосудов.

При осмотре обнаружены трещины, разрывы, коррозия, раковины, дефекты сварки и др.

					<i>ТМ 16320424-00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		68

Компрессорные установки сжатого воздуха представляют опасность взрыва и разрушения при перегреве стенок цилиндров из-за низкой температуры сжатого воздуха, повышение давления в воздухопроводах или воздушных аккумуляторах и образования в сжатом воздухе взрывоопасных смесей из-за попадания в него масел, пали.

На компрессорной установке к работе допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие обучение по соответствующей программе и имеющие удостоверение на право ее обслуживания. Для безопасной работы компрессорных и установки необходимо каждой смены контролировать расход масла, проверять исправность предохранительных клапанов, манометров, термометров. При внезапном прекращении подачи воды для охлаждения, с появлением запаха гари или дыма, при увеличении вибрации компрессора его следует немедленно остановить до устранения неполадок.

Эксплуатация баллонов со сжатым или сжиженным газом тогда безопасна, когда они обеспечиваются применением мер безопасности. Каждый баллон газа, в котором он хранится, а также надписи на нем и резьбы на штуцерах окрашиваются в определенный цвет. Окрас баллонов и нанесение надписей осуществляются заводы-изготовители и ремонтные предприятия (табл. 8.1).

Отдельные баллоны со сжатыми газами храниться вне помещений в специально оборудованных металлических шкафах, где отсутствует возможность их нагрева солнечными лучами, отопительными и нагрев боров.

Когда баллоны хранятся, их закрепляют во избежание их падения или столкновения

Баллоны транспортируют только с помощью специальных носилок перекатывать баллоны запрещает потому что это неизбежно приводит к толчкам, ударам корпуса баллона и вентиля, что, в свою очередь, может вызвать разрушение корпуса баллона или произвольное утечки сжатого газа через поврежденный вентиль.

					<i>TM 16320424-00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		69

В помещении затратный баллон закрепляется специальными хомутами. Каждый баллон имеет предохранительный колпак вентиля. Прежде чем подключать газовую линию к вентилю, необходимо убедиться (внешним осмотром) в его исправности. Герметичность газовой линии, редуктора и вентиля проверяют мыльным раствором. Вентиль не должен пропускать газ, когда он закрыт, резьбы должны быть чистыми, без заусенцев и вмятин. Если вентиль пропускает газ, баллон из помещения немедленно выносят и с помощью специального ключа для вентиля закрывают его. Ударять металлическими предметами (молотками, зубилами) по воротка вентиля категорически запрещается. Если вентиль продолжает пропускать газ, баллон ремонтируют только в специальной мастерской. Использование такого баллона недопустимо.

В газовую линию сжатые газы из баллонов подаются исключительно через редуктор с манометром, который контролирует низкое давление.

Вентиль газового баллона следует открывать плавно, без рывков, соблюдая меры. Лицо, глаза, открытые части тела не следует держать в плоскости, проходящей перпендикулярно к месту подкладывания накидной гайки редуктора с вентилем баллона, так как струя газа через неплотности соединения, высокое давление может нанести травму лица и очей.

Таблица 8. 1 - Цветовое маркировки газовых баллонов

Газ	Краска для баллонов	Надписи	Цвет надписи	Цвет полосы
Азот	Черная	Азот	Желтый	Коричневый
Аммиак	Желтая	Аммиак	Черный	Есть
Аргон чистый	Серая	Аргон чистый	Зеленый	Зеленый
Ацетилен	Белая	Ацетилен	Красный	Есть
Нефтегаз	Серая	Нафтегаз	Красный	Есть

Бутан	Красная	Бутан	Белый	Есть
Водород	Темно-зеленая	Водород	Красный	Есть
Воздух	Черная	Сжатый воздух	Белый	Есть
Гелий	Коричневая	Гелий	Белый	Есть
Кислород	Голубая	Кислород	Черный	Есть
Кислород медицинский	Голубая	Кислород медицинский	Есть	Есть
Фреон 11	Алюминиевая	Фреон 11	Черный	Синий
Фреон 12	Алюминиевая	Фреон 12	Черный	Есть
Фреон 13	Алюминиевая	Фреон 13	Черный	2 красные
Фреон 22	Алюминиевая	Фреон 22	Черный	2 желтые
Все другие горючие газы	Красная	Наименование газа	Белый	Есть
Все остальные негорючие газы	Черная	Наименование газа	Желтый	Есть

Выключите подачу газа в линию следует после закрытия вентиля баллона. В противном случае между редуктором и запорным устройством вентиля баллона будет храниться газ высокого давления, при откручивании гайки редуктор (при отсоединении баллона) может поразить глаза и лицо работника.

В одном складском помещении хранить баллоны с кислородом и горючими газами запрещается

Наполненные баллоны с насаженными на них башмаками должны храниться в вертикальном положении, а баллоны, без башмаков - в горизонтальном положении на деревянных рамах или стеллажах

В процессе погрузки, разгрузки, транспортировки и хранения баллонов следует применять меры, предотвращающие падение, повреждение и столкновения баллонов.

					<i>ТМ 16320424-00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		71

При работе с кислородной техникой работник должен иметь чистую одежду, обезжиривать руки и пользоваться чистым обезжиренным инструментом. При работе с жидким и газообразным кислородом следует избегать насыщения им одежды и волос, так как это может вызвать их внезапное воспаление при приближении к огню (примерно через 50 минут после окончания работы с кислородом опасность воспаления исчезает).

Учитывая повышенную опасность к обслуживанию систем, работающих под давлением, допускаются лица, достигшие 21-летнего возраста, прошедшие медицинское обследование, обучение по утвержденной программе, аттестованные и имеющие удостоверение на обслуживание соответствующего оборудования (сосуды, аппарата). Подготовка таких работников осуществляется в учебных заведениях (профессионально-технических училищах, учебно-курсовых комбинатах), которые получили в установленном порядке разрешение Госгорпромнадзора на проведение такого обучения.

Администрация предприятия обязана содержать системы, работающие под давлением в исправном состоянии, обеспечивающем безопасность их обслуживания и надежность работы. На предприятиях должны быть разработки, утвержденные, вывешены на рабочих местах и выданы под расписку обслуживающему персоналу инструкции по безопасному обслуживанию таких систем.

На предприятиях в установленном порядке назначается лицо, на которое возлагается ответственность за исправное состояние и безопасную эксплуатацию, работающих под давлением.

					<i>ТМ 16320424-00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		72

Выводы

В ходе выполнения дипломного проекта был выполнен следующий объем работ:

Произведен анализ служебного назначения изделия – Утилизатор тепла УТЛ-6/115, узла изделия – лебедки ручной и детали – вал-шестерня. Кроме того выполнено описание конструктивных особенностей детали и условий ее эксплуатации.

Произведен анализ технических тренований на изготовление детали вал-шестерня позиции А356.14.83-17, где проанализирован материал детали, точность размеров и шероховатости, предъявляемая к детали.

Определен тип производства – мелкосерийный (при годовом выпуске деталей 300 штук) и организационные условия работы. Кроме этого, был определен такт производства, который составил 190 штук.

Произведен выбор метода получения заготовки и расчет заготовки, полученной выбранным методом – штамповка на КГШП. В результате расчетов получили заготовку с минимальными припусками, степенью сложности С2, группой стали М2, исходным индексом 12 и классом точности Т4. Так же по результатам расчета заготовки был спроектирован чертеж заготовки.

Произведен анализ технологической операции технологического процесса. Для анализа были взяты операции 040 – токарная с ЧПУ и 060 – вертикально-фрезерная.

Выполнен расчет режимов резания. Для фрезерования паза режимы резания посчитаны аналитическим способом. Так же приведено нормирование технологической операции. Так штучно-калькуляционное время составляет 4,7 минут.

Кроме того, была проанализированна схема базирования заготовки. В результате принято закрепить деталь в специальное приспособление, в котором заготовка будет лишена п'яти степенем свободы.

Так же для операций были выбраны необходимые режущие инструменты.

В качестве анализа круглошлифовальной операции была разработана операционная наладка.

					<i>ТМ 16320424-00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		73

Список использованной литературы

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.

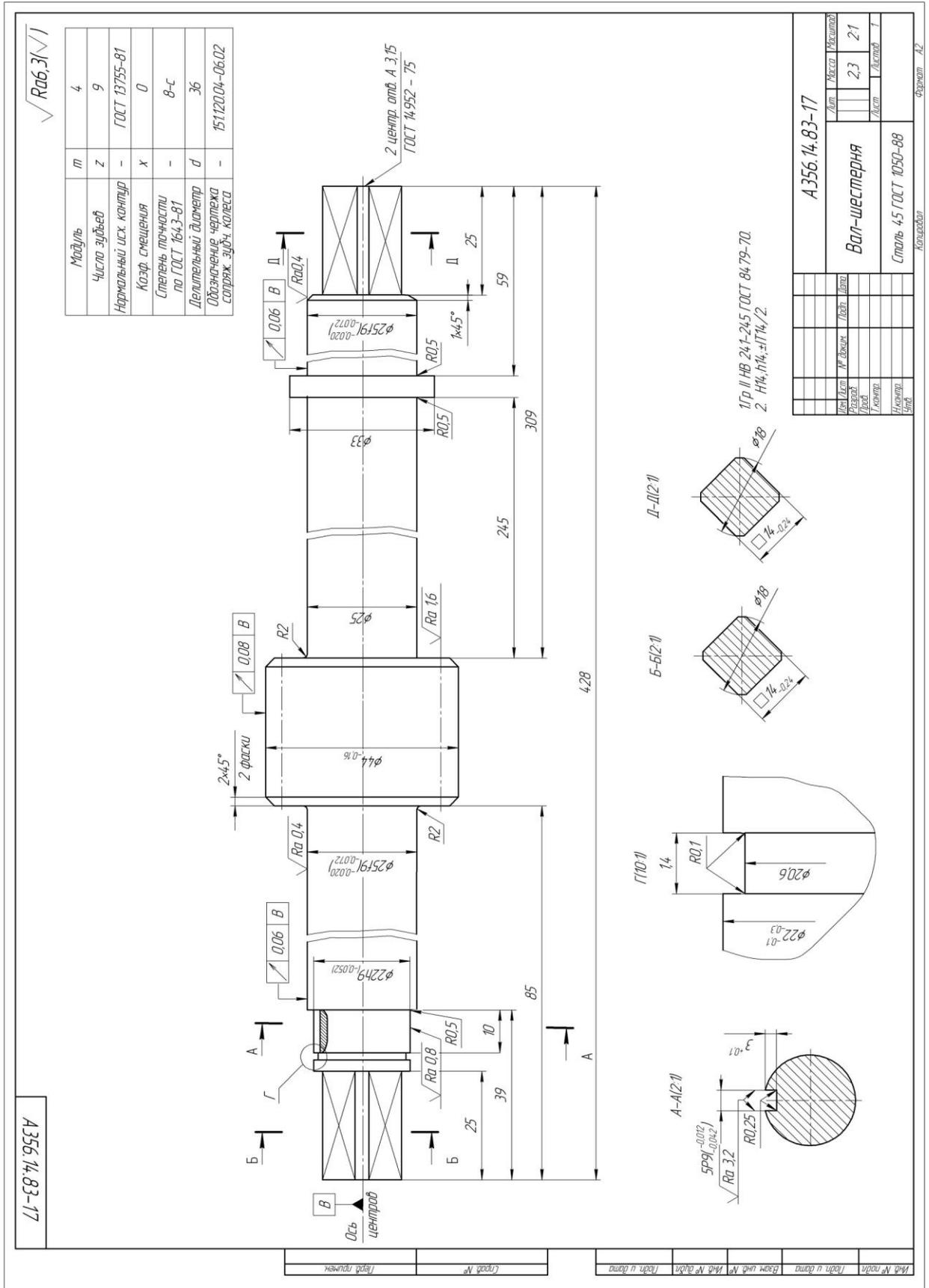
10. Дунаев И. М. Организация проектирования системы технического контроля [Текст] : Дунаев И. М., Скворцов Т. П., Чутырин В. Н. - М: Машиностроение, 1981. – 191 с.

					ТМ 16320424-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		74

11. Штейнберг Б. И. Справочник молодого инженера конструктора [Текст] : Б. И. Штейнберг, Б. М. Брайнман. – Киев: Техника, 1983. – 184 с.
12. Цейтлин Я. М. Нормальные условия измерения в машиностроении [Текст] : Я. М. Цейтлин. – Л.: Машиностроение, 1981. – 224 с.
13. Кузнецов Ю. И. Оснастка для станков с ЧПУ [Текст] : Кузнецов Ю. И., Маслов А. Р., Байков А. Н. - М: Машиностроение, 1990. – 512 с.
14. Юдин Е. Я. Охрана в машиностроении [Текст] : Юдин Е. Я., Белов С. В., Баланцев С. К.— М: Машиностроение, 1983. - 432 с.
15. Ансеров М. А. Приспособления для металлорежущих станков. Расчеты и конструкции [Текст] : М. А. Ансеров. – М: Машиностроение, 1964. – 428 с.
16. Бабаков А. А. Нержавеющие стали. Свойства, обрабатываемость и химическая стойкость в различных агрессивных средах [Текст] : А. А. Бабаков. – М: Госхимиздат, 1956. – 328 с.
17. 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.

					<i>ТМ 16320424-00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		75

Приложение А. Заводской чертеж детали



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

TM 16320424-00.ПЗ

Лист

76

Приложение Б. Расчет припусков

РАСЧЕТ ПРИПУСКОВ НА ДИАМЕТРАЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ

Имя программы - 'prip'
 Вычислительный центр инженерного факультета СумГУ 18.05.2019

Расчет выполнен для Nikolaenko, группа - ТМз-43-6с

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

обрабатываемая поверхность - наружная цилиндрическая поверхность ф 25-0.020
 -0.053

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 Еб (i)	закр Ез (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	-0.020	10	5	57	5	20
		-0.053					

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				
				мини- мальный	макси- мальный	миним	расч.	макс		
-	-	25.958	25.96	28.342	+1.300	28.412	29.342	-	-	-
					-0.700					
1070	2070	20.961	20.97	27.342	0	26.342	27.342	1070	2070	3070
					-1.000					
342	1342	20.21	20.3	26.000	0	25.164	26.000	342	1342	1742
					-0.400					
144	1144	19.98	19.98	25.000	-0.020	24.497	25.000	144	1144	1197
					-0.053					

К О Н Е Ц Р А С Ч Е Т А

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<i>Стандартные изделия</i>		
		20		Болт М8-6дх30.56 ГОСТ 7798-70	4	
		21		Винт В М8-6дх12.56 ГОСТ 1491-80	2	
		22		Винт М8-6дх20.56 ГОСТ 5929-70	6	
				Гайки ГОСТ 5929-70		
		23		М12-6Н.4	1	
		24		М16-6Н.04	3	
				Кольца ГОСТ 288-72		
		25		СТ 114-100-5	2	
		26		СТ 115-100-5	1	
		27		Пружина №303 ГОСТ 13767-68	1	
		28		Рым-болт М8.05 ГОСТ 4751-73	2	
		29		Шайба 12.65Г ГОСТ 6402-70	1	
		30		Шайба 2 16.02 ГОСТ 11371-78	2	
		31		Шайба 8.01.05 ГОСТ 11371-68	1	
		32		Шпонка 20х10 ГОСТ 8790-79	2	
		33		Штифт 8х36 ГОСТ 3128-70	4	

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ТМЗ 16320424-07-01.00.00	Лист
						2

Копировал

Формат А4

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ТМ 16320424-00.ПЗ

Лист

79