

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

Кафедра «Технологія машинобудування, верстати та інструменти»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

технології машинобудування,

верстатів та інструментів

_____ В. О. Залюга

« ____ » _____ 2019 р.

**ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ
ВАЛА-ШЕСТИРІНІ 1.82156.14.20.000-04**

Бакалаврська кваліфікаційна робота

Напрямок підготовки 6.05050201 – Інженерна механіка

(Технології машинобудування)

Студент

В. О. Нікітенко

Керівник

І. М. Дегтярьов

Нормоконтроль

Ю. О. Денисенко

Суми – 2019

Реферат

Записка: страниц 82, рисунков 17, таблиц 16, приложений 3, источников 18.

Объект исследования – деталь «Вал-шестерня».

Цель работы – проектирование технологической операции изготовления детали «Вал-шестерня» позиции 1.82156.14.20.000-04.

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 – 015 – токарная с ЧПУ и 085 – вертикально-фрезерная с ЧПУ. Так же для этих операций рассчитаны режимы резания и произведено нормирование времени. Выбраны станочные приспособления, режущий и мерительный инструмент для обработки данной детали на исследуемой технологической операции.

Выполнен раздел охраны труда, 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 изготовление детали.....	10
3 Определение типа производства, такта выпуска и партии запуска, организационной формы производства и описание ее характеристик.....	13
4 Анализ технологичности конструкции детали	17
5 Выбор и обоснование способа получения исходной заготовки.....	20
6 Анализ существующего технологического процесса.....	24
6.1 Расчет припусков на механическую обработку	24
6.2 Анализ и обоснование схемы базирования и закрепления.....	26
6.3 Обоснование и выбор моделей металлорежущих станков	34
6.4 Обоснование и выбор станочных приспособлений, металлорежущего и измерительного инструментов.....	37
6.5 Расчет режимов резания	38
6.6 Техническое нормирование операций	47
7 Проектирование станочного приспособления	51
8 Охрана труда и безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	68
Выводы	73
Список использованных источников	74
Приложение А. Заводской чертёж детали	76
Приложение Б. Расчет припусков.....	77
Приложение В. Спецификации на станочное приспособление	78

					ТМЗ 16320611 - 00 ПЗ									
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>	Проектирование технологического процесса изготовления вала-шестерни 1.82156.14.20.000-04				<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>			
<i>Разраб.</i>	<i>Никитенко</i>								Д	П	3	82		
<i>Пров.</i>	<i>Дегтярев</i>													
<i>Реценз.</i>														
<i>Н. Контр.</i>	<i>Денисенко</i>													
<i>Утв.</i>	<i>Залого</i>				<i>СумГУ, ТМЗ-41с</i>									

Введение

В наше время роль машиностроения во многих отраслях народного хозяйства очень велика. В сельском хозяйстве, например, используют трактора, автомобили и другую сельхозтехнику, которую успешно производят на отечественных предприятиях. Продукция заводов Украины пользуется спросом как внутри страны, так и за рубежом. Перед отечественным машиностроением стоят такие проблемы как: качество, производительность труда, улучшение труда.

В современном машиностроении для решения этих проблем особую роль отводят созданию и внедрению новой техники во всех отраслях, ускорению научно-технического прогресса страны. С переходом Украины на рыночные отношения резко возросла потребность народного хозяйства в качественной, надежной, конкурентоспособной продукции изготавливаемой машиностроением. Для получения качественной, конкурентоспособной продукции на предприятиях внедряются передовые технологии и высокопроизводительное, прогрессивное оборудование.

На машиностроительных предприятиях также выпускают продукцию для химической и нефтяной промышленности, в частности изготавливают центробежные насосы типа ЦНС. Эти насосы выпускаются как для потребления внутри страны так и на экспорт.

Центробежные насосы являются самым распространенным из всех типов насосов. Широкий диапазон подач (до десятков кубических метров в секунду) и напоров (несколько тысяч метров), высокая частота вращения, достигающая до десятков тысяч оборотов в минуту и высокий к.п.д. (80 – 85 %) позволяют использовать их в различных отраслях народного хозяйства. Их используют в водоснабжении городов и поселков, промышленных предприятий и предприятий сельского хозяйства, в горнорудной промышленности для откачки грунтовых вод, на насосных станциях магистральных и оросительных каналов. Ведущая роль центробежным насосам отводится на тепловых и атомных электрических станциях, где они применяются в качестве питательных насосов для подачи воды в паровой котел, конденсатных – для откачки сконденсировавшегося пара из конденсатора. Насосы типа ЦНС играют большую роль во многих отраслях народного хозяйства и наращивание их выпуска в связи с ростом потребности в них в дальнейшем просто необходимо. Таким образом, грамотно-построенная технология изготовления насосов типа ЦНС, а в частности технология изготовления конкретных деталей, а именно детали «Вал-шестерня» является актуальной задачей для ее рассмотрения в дипломном проекте.

					ТМЗ 16320611 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		4

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

Служебное назначение агрегата

Условное обозначение газоперекачивающего агрегата типа ГПА-Ц-6,3, где ГПА – газоперекачивающий агрегат, Ц – тип установки – авиа, 6,3 – мощность агрегата – 6,3 тыс. кВт.

Агрегат газоперекачивающий типа ГПА-Ц-6,3 предназначен сжать и перекачивать природный газ с заданными технологическими параметрами на линейных компрессорных станциях магистральных газопроводов, дожимных компрессорных станциях (ДКС) и станциях подземных хранилищ газа (ПХГ).

Таблица 1.1 - Техническая характеристика агрегата ГПА-Ц-6,3

Показатель	ГПА-Ц-6,3
Мощность, тыс. кВт	6,3
К.п.д., %	23
Температура цикла газотурбинных установок, К	1023
Степень сжатия цикла газотурбинных установок	7,8

Агрегат оснащен газотурбинным приводным двигателем Д-336-2 авиационного типа мощностью 6,3 МВт с номинальной частотой вращения 8200 об/мин и диапазоном регулирования частоты вращения 70 ÷ 105 %.

Сжимание газов происходит ступенчато. Число ступеней сжатия – 2.

Таблица 1.2 – Производительность агрегата.

Производительность	
При 1,013 бар т 20° С, млн.ст.м ³ /сут.	По условиям всасывания, м ³ /мин
6,6	84,9

Таблица 1.3 – Давление агрегата

Давление, МПа (кгс/см ²)	
Начальное	Конечное
5,35 (54,56)	6,33 (64,48)

Основные преимущества агрегата:

- высокая супер эффективность и надежность;
- соответствие экологии окружающей среды;
- возможность эксплуатации в любых климатических зонах при температуре окружающей среды;
- полная заводская готовность блоков, поставляемых на компрессорные станции;
- полная автоматизация агрегата;
- высокая ремонтпригодность блоков и узлов в полевых условиях;
- возможность комплектования по желанию заказчика утилизаторами тепла, а также дополнительными системами и устройствами (обогрева, вентиляции и др.), обеспечивающими удобство эксплуатации.

Система автоматического управления агрегатов реализована на базе микропроцессоров нового поколения и обеспечивает выполнение следующих основных операций:

- автоматическая сигнализация состояния механизмов агрегата;
- автоматическое включение и отключение резервных устройств агрегата;
- проверка защит при работающем и отключенном агрегате;
- проверка исправности цепей исполнительных механизмов;
- связь с системами централизованного контроля, управления и автоматического регулирования компрессорной станции.

Одним из основных узлов агрегата является шестеренчатый насос.

Шестеренный насос применяется в качестве пускового насоса, снабжающего маслом индустриальным И20 ($\rho = 885 \text{ кг/м}^3$) систему смазки подшипников и систему уплотнений нагнетателя во время пуска-останова агрегата. Может работать только на чистых отфильтрованных жидкостях. Рабочие органы – шестерни, которые вращаются навстречу друг другу. Жидкость в полости всасывания заполняет впадины шестерен и по корпусу перемещается в область нагнетания, где создается давление. Далее, из области нагнетания масло подается к подшипникам агрегата и системе уплотнений нагнетателя.

Подача насоса $Q = 27 \text{ л/мин.}$

Даление $P = 15 \text{ МПа.}$

Одна из основных деталей шестеренчатого насоса – вал-шестерня.

Вал-шестерня является рабочим звеном шестеренного насоса. Работает в зацеплении со второй шестерней в закрытом корпусе. Непосредственно вместе со второй шестерней участвует в перекачивании рабочей жидкости, которая заполняя впадины зубчатых колес из полости всасывания передается в полость нагнетания. Работает при постоянной частоте вращения $n = 1500 \text{ об/мин.}$

					ТМЗ 16320611 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		6

Максимальную нагрузку деталь воспринимает в период пуска насоса. Смазка детали происходит в процессе работы шестеренчатого насоса маслом индустриальным И20 ГОСТ 20799-75.

Все поверхности деталей в зависимости от своего функционального назначения делятся на исполнительные, базовые и свободные.

Исполнительными поверхностями называют те поверхности, при помощи которых деталь непосредственно выполняет свое служебное назначение.

Базовыми поверхностями являются поверхности определяющие положение данной детали в изделии (основные конструкторские базы ОКБ), либо определяющие положение деталей и узлов, которые присоединяются к данному изделию (вспомогательные конструкторские базы ВКБ).

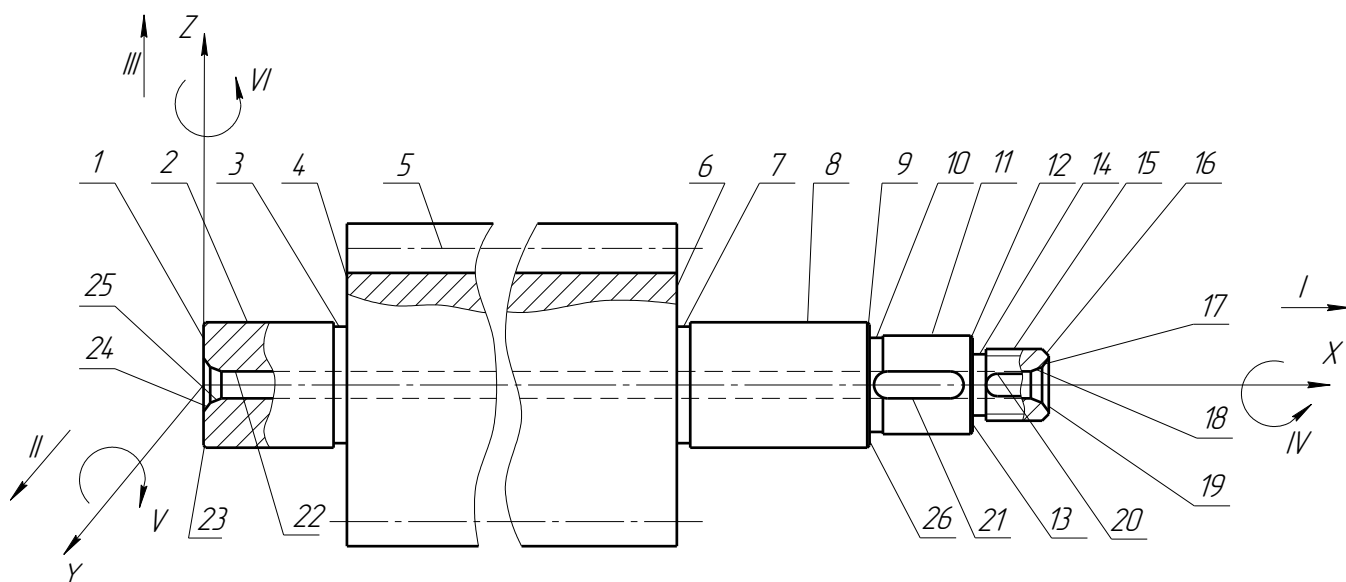


Рисунок 1.1 – Эскиз детали

Свободными поверхностями являются те поверхности, которые не контактируют с другими поверхностями и лишь определяют габариты, массу, жесткость и другие параметры изделия.

Исполнительные поверхности :2, 5, 8, 11, 13, 15, 20, 21, 22, 26;

пов. 2 – наружная цилиндрическая поверхность $\varnothing 28e8$ предназначена для посадки подшипника скольжения;

пов. 5 – зубья, которые в процессе работы взаимодействуют с зубьями другого вала-шестерни;

пов. 8 – наружная цилиндрическая поверхность $\varnothing 28e8$ предназначена для посадки подшипника скольжения;

					ТМЗ 16320611 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		7

пов. 11 – наружная цилиндрическая поверхность Ø22п6 служит для посадки полумуфты;

пов. 13 – торцевая поверхность, в которую при навинчивании упирается гайка;

пов. 15 – наружная резьбовая поверхность, предназначена для навинчивания гайки, крепящей полумуфту ;

пов. 20 – поверхность шпоночного паза, служит для присоединения шпонки, предохраняющей гайку от развинчивания;

пов. 21 – поверхность шпоночного паза, служит для передачи через шпонку крутящего момента;

пов. 22 – сквозное отверстие Ø6. При попадании рабочей жидкости из рабочей полости насоса в полость, расположенную с торца вала-шестерни там образуется давление, стремящееся сдвинуть вал-шестерню в осевом направлении. Сквозное отверстие Ø6 обеспечивает свободное вытекание скопившейся жидкости, а следовательно - осевую разгрузку вала;

пов. 26 – торцевая поверхность, в которую при посадке упирается полумуфта.

Базовые поверхности: 2, 4, 8, 11, 13, 15, 20, 21, 26.

ОКБ – 2, 4, 8, – основные поверхности, по которым деталь базируется в узле.

В целом деталь лишена пяти степеней свободы. Поверхности 2 и 8 в совокупности образуют двойную направляющую базу (ДНБ), она лишает деталь четырех степеней свободы II, III, V, VI. Поверхность 4 является опорной базой, она лишает деталь одной степени свободы I.

Таблица 1.3 - Таблица соответствий

Точки	Степени свободы	База
1,2,3,4	II, III, V, VI	ДНБ
5	I	ОБ

Таблица 1.4 - Матрица связей

	x	y	z	
l	0	1	1	ДНБ
a	0	1	1	
l	1	0	0	ОБ
a	0	0	0	

ВКБ – 11, 13, 15, 20, 21, 26 – определяющие положение деталей, которые присоединяются к данному изделию:

11, 26 – служат для присоединения к валу полумуфты;

15 – служит для присоединения гайки;

20, 21 – предназначены для присоединения шпонок.

Свободные поверхности: 1, 3, 6, 7, 9, 10, 12, 14, 16, 17, 18, 19, 23, 24, 25;

пов. 3, 7, 10, 14 – технологические канавки для выхода шлифовального инструмента;

пов. 9, 12, 16, 23 – поверхности фасок, служащие для беспрепятственной сборки и снятия заусенцев после механической обработки;

пов. 1, 6, 19 – торцевые поверхности вала;

пов. 17, 18, 24, 25 – конические поверхности центровых отверстий.

					ТМЗ 16320611 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		9

2 Анализ технических требований на изготовление детали

На основании изучения рабочего чертежа детали, сборочного чертежа со спецификацией, можно сказать, что в приведенных заводских документах достаточно информации для чёткого понимания конструкции, и она изложена с достаточной точностью и корректностью. На чертеже «детали присутствуют разрезы, дающие полное представление о детали без дополнительных видов». Размеры проставлены согласно с действующими стандартами, присутствуют требования к точности расположения поверхностей, их шероховатости. Есть так же технические требования, дающие представление материалу, его допустимой твердости, есть допуски на поверхности, которые не отмечены на чертеже.

Деталь «Вал-шестерня» изготовлена из качественной конструкционной стали 45 ГОСТ 1050-88.

Таблица 2.1 – Механические свойства Стали 45 ГОСТ 1050-88

σ_T , МПа	σ_B , МПа	НВ	σ_5 , %
353	650	197	16

Таблица 2.2 – химический состав стали 45ГОСТ 1050-88

C	Si	Mn	Cr
0,42-0,50%	0,17-0,37%	0,50-0,80%	Mn; $\leq 0,25\%$

Из стали 45 изготавливаются детали, требующие более высокой прочности при средней вязкости: оси, валы коленчатые и распределительные, кронштейны, штоки, зубчатые колеса, нагруженные болты, гайки, шайбы.

«Обрабатываемые поверхности с точки зрения обеспечения точности и шероховатости не представляют особых технологических трудностей».

Деталь достаточно технологична, допускает применение высокопроизводительных режимов обработки, имеет хорошие базовые поверхности для первоначальных операций и довольно проста по конструкции.

Гр. III – НВ 250-290 ГОСТ 8479-70. Это техническое требование оговаривает 100% контроль твердости и оно обоснованно, так как контролируемые поверхности будут контактировать с подшипниками скольжения и пониженная твердость может привести к быстрому износу поверхностей. Это приведет к повышению вибраций, разбивке посадочных мест. Термическая обработка поверхностей (цилиндрические поверхности $\varnothing 28e8$) – поверхностная закалка токами высокой частоты.

					ТМЗ 16320611 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		10

Острые кромки зубьев скруглить радиусом 0,3 мм. Кромки обрабатываются для снятия заусенца после механической обработки и для упрощения процесса сборки.

Деталь подвергнуть магнитной дефектоскопии. Трещины, волосовины на окончательно обработанных поверхностях не допускаются. Допускаются точечные разрозненные неметаллические включения размером не более 0,1 мм в количестве не более трех штук при расстоянии между ними не менее 20 мм. Это требование обусловлено тем, что наличие вышперечисленных дефектов способствует более быстрому разрушению поверхностей детали. Трещины, волосовины, неметаллические вкрапления являются концентраторами напряжений, которые в процессе работы приводят к выкрашиванию, ошелушиванию частичек металла.

Маркировать обозначение чертежа на бирке. Это обусловлено тем, что деталь является важным звеном узла и случайная замена на другую конструктивно похожую деталь недопустима.

Клеймить знак окончательной приемки на бирке. Для того, чтобы убедиться, что деталь прошла все необходимые виды контроля.

Неуказанная шероховатость поверхностей Rz40. Поверхности, на которые не проставлена шероховатость, выполняются с шероховатостью Rz40.

Допуск радиального биения 0,01 мм, предъявляемый к наружной цилиндрической поверхности Ø28e8 с шероховатостью Ra 0,32 относительно базы В. Точность и качество этой поверхности, заданные конструктором, соответствуют требованиям к ней в узле. Эта поверхность будет сопряжена в узле с подшипником скольжения и повышенное радиальное биение будет приводить к разбивке посадочных мест. Повышение шероховатости поверхности приведет к более быстрому износу поверхности

Допуск торцевого биения 0,02 мм относительно базы В, предъявляемый к торцевым поверхностям зучатой части вала с параметром шероховатости Ra 1,25. Расстояние между этими поверхностями и стенками корпуса узла составляет не более 0,05мм и поэтому большее торцевое биение может привести к заклиниванию и поломке.

Допуск радиального биения 0,02 мм, предъявляемый к венцу зубьев вала с параметром шероховатости Ra 1,25 относительно базы В. Повышение радиального биения приведет к ударам при работе зубчатого соединения, повышению шума, выкрашиванию зубьев шестерен и значительно снизит срок эксплуатации как рассматриваемой детали, так и сопряженной с ней шестерни. Снижение шероховатости поверхности венца зубьев приведет к появлению задиров при работе детали и быстрому изнашиванию поверхности.

					ТМЗ 16320611 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		11

Допуск торцевого биения 0,02 мм относительно базы В, предъявляемый к торцевой поверхности вала с параметром шероховатости Ra 1,25 относительно базы В. В данную торцевую поверхность при присоединении к валу упирается полумуфта. Повышение радиального биения приведет к тому, что соединение будет не плотным и в процессе работы будет происходить разбивка торца, будет увеличиваться зазор. Это повлечёт за собой вибрации при работе и, в дальнейшем, к разбивке цилиндрической части вала.

Размер $28e8^{(-0.040)}_{-0.073}$. Это диаметр шейки вала под подшипник скольжения. Снижение качества точности (например до девятого $28e9^{(-0.040)}_{-0.092}$) приведет к увеличению зазоров в сопряжении, что приведет к радиальному биению шеек вала и разбивке посадочных мест подшипника. Появятся шум и вибрации при работе узла.

Размер $22п6^{(+0.028)}_{+0.015}$. Это диаметр шейки вала, на которую садится полумуфта. Посадка выполняется с натягом. За счет высокого качества точности достигается соосность вала и полумуфты. Снижение качества нарушит соосность, что приведет к эксцентricности расположения полумуфты по отношению к валу. А это, в свою очередь, приведет к повышению нагрузки на ближайший подшипник скольжения.

H14, h14, ±IT14/2. Все размеры, на которые не назначена точность обработки, выполняются согласно качества, указанного в технических требованиях.

Технические требования, представленные на чертеже конструктором, обоснованы и не завышены. Их выполнение позволит получить деталь с качественными и точными поверхностями и обеспечит надежную и правильную работу детали в узле.

					ТМЗ 16320611 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		12

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

Тип производства по ГОСТ 3.1108 – 74 характеризуется коэффициентом закрепления операций $K_{з.о}$, который показывает отношение всех различных технологических операций, выполняемых или подлежащих выполнению подразделением в течении месяца к числу рабочих мест. Так как $K_{з.о}$ отражает периодичность обслуживания рабочего места всей необходимой информацией, а также снабжения рабочего места всей необходимой информацией, а также снабжения рабочего места всеми необходимыми вещественными элементами производства, то $K_{з.о}$ оценивается применительно к явочному числу рабочих подразделения из расчета на одну смену:

$$K_{з.о} = \frac{\Sigma P_o}{P_я}, \quad (3.1)$$

где ΣP_o – суммарное число различных операций; $P_я$ – явочное число рабочих подразделения, выполняющих различные операции.

В нашем случае для определения типа производства необходимо рассчитать коэффициент закрепления операций для технологического процесса, состоящего из восьми операций:

- 1) токарной с ЧПУ, $T_{шт-к} = 4,99$ мин;
- 2) токарно-винторезной, $T_{шт-к} = 13,21$ мин;
- 3) токарно-винторезной, $T_{шт-к} = 15,64$ мин;
- 4) зубофрезерной, $T_{шт-к} = 15,75$ мин;
- 5) токарно-винторезной, $T_{шт-к} = 6,45$ мин;
- 6) зубошлифовальной, $T_{шт-к} = 11,01$ мин;
- 7) круглошлифовальной, $T_{шт-к} = 10,26$ мин;
- 8) вертикально-фрезерной с ЧПУ, $T_{шт-к} = 2,3$ мин;

Располагая штучным временем, затраченным на каждую операцию, определяем количество станков:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{шт-к}}{60 \cdot F_d \cdot \eta_{з.н}}, \quad (3.2)$$

где N – годовая программа, шт.; $T_{шт-к}$ – штучно-калькуляционное время, мин.; F_d – действительный годовой фонд времени, ч.; $\eta_{з.н}$ – нормативный коэффициент загрузки оборудования.

					ТМЗ 16320611 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		13

Годовая программа $N = 500$ шт.

Нормативный коэффициент загрузки оборудования принимаем равным $\eta_{з.н} = 0,8$.

Действительный годовой фонд времени $F_{д} = 4029$.

Рассчитываем количество станков для каждой операции:

$$1) m_p = \frac{500 \cdot 4,99}{60 \cdot 4029 \cdot 0,8} = 0,013, \text{ принимаем кол-во станков} - 1 \text{ шт.}$$

$$2) m_p = \frac{500 \cdot 13,21}{60 \cdot 4029 \cdot 0,8} = 0,034, \text{ принимаем кол-во станков} - 1 \text{ шт.}$$

$$3) m_p = \frac{500 \cdot 15,64}{60 \cdot 4029 \cdot 0,8} = 0,04, \text{ принимаем кол-во станков} - 1 \text{ шт.}$$

$$4) m_p = \frac{500 \cdot 15,75}{60 \cdot 4029 \cdot 0,8} = 0,041, \text{ принимаем кол-во станков} - 1 \text{ шт.}$$

$$5) m_p = \frac{500 \cdot 6,45}{60 \cdot 4029 \cdot 0,8} = 0,017, \text{ принимаем кол-во станков} - 1 \text{ шт.}$$

$$6) m_p = \frac{500 \cdot 11,01}{60 \cdot 4029 \cdot 0,8} = 0,028, \text{ принимаем кол-во станков} - 1 \text{ шт.}$$

$$7) m_p = \frac{500 \cdot 10,26}{60 \cdot 4029 \cdot 0,8} = 0,027, \text{ принимаем кол-во станков} - 1 \text{ шт.}$$

$$8) m_p = \frac{500 \cdot 2,3}{60 \cdot 4029 \cdot 0,8} = 0,01, \text{ принимаем кол-во станков} - 1 \text{ шт.}$$

Находим количество операций, выполняемых на каждом рабочем месте. Эта величина определяется по формуле:

$$O = \frac{\eta_{з.н}}{\eta_{з.ф}}. \quad (3.3)$$

Рассчитываем для каждой операции:

$$1) O = \frac{0,8}{0,013} = 62$$

$$5) O = \frac{0,8}{0,017} = 47$$

$$2) O = \frac{0,8}{0,034} = 23$$

$$6) O = \frac{0,8}{0,028} = 29$$

$$3) O = \frac{0,8}{0,04} = 20$$

$$7) O = \frac{0,8}{0,027} = 30$$

$$4) O = \frac{0,8}{0,041} = 20$$

$$8) O = \frac{0,8}{0,01} = 80$$

Коэффициент закрепления операций:

$$K_{з.о} = \frac{62 + 23 + 20 + 20 + 47 + 29 + 30 + 80}{1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1} = \frac{311}{8} = 38,875.$$

Т.к. $20 \leq 38,875 \leq 40$, то тип производства – мелкосерийное.

Определение такта выпуска проводим согласно формуле, приведённой в [3]:

$$\tau = \frac{60 \cdot \Phi_{\delta}}{N_{год}}, \quad (3.4)$$

где Φ_{δ} — действительный годовой фонд времени и при двух сменах работы оборудования и рабочих мест равен $\Phi_{\delta}=4029$ ч.

$$\tau = \frac{60 \times 4029}{500} = 483,48 \text{ (мин.)}.$$

Определяем партию запуска [3]:

$$n_{зан} = \frac{N_{год}}{z}, \quad (3.5)$$

где z - количество повторений запуска деталей в год.

$$n_{зан} = \frac{500}{12} = 42 \text{ (шт.)}.$$

Определение количества деталей в партии [3]:

$$n = \frac{N \cdot a}{F}, \quad (3.6)$$

где F – число рабочих дней в году;

N – число деталей (программа);

a – периодичность запуска ($a = 3, 6, 12, 24$ дней).

$$n = \frac{500 \cdot 24}{254} = 47,2, \text{ принимаем } n = 47 \text{ шт.}$$

					ТМЗ 16320611 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		15

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.

Мелкосерийное производство характеризуется приготовлением деталей огромной номенклатуры на местах, не имеющих определенной специализации. Это производство должно во всех случаях быть достаточно гибким и адаптированным к выполнению различных производственных задач.

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.

Широкая номенклатура изготавливаемой продукции, применение укрупненных норм расхода материалов создают трудности в бесперебойном снабжении, из-за чего на предприятиях накапливаются большие запасы материалов, а это ведет, в свою очередь, к омертвлению оборотных средств.

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 завершенного комплекса работ.

					ТМЗ 16320611 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		16

4 Анализ технологичности конструкции детали

Деталь изготовлена из качественной конструкционной стали 45 ГОСТ 1050-77.

Таблица 4.1 – Механические свойства Стали 45 ГОСТ 1050-77

σ_T , МПа	σ_B , МПа	НВ	σ_5 , %
353	650	197	16

Таблица 4.2 – химический состав стали 45ГОСТ 1050-77

C	Si	Mn	Cr
0,42-0,50%	0,17-0,37%	0,50-0,80%	Mn; $\leq 0,25\%$

Из стали 45 изготавливаются детали, требующие более высокой прочности при средней вязкости: оси, валы коленчатые и распределительные, кронштейны, штоки, зубчатые колеса, нагруженные болты, гайки, шайбы.

Материал сравнительно недорогой и по своим характеристикам вполне подходящий для изготовления детали «Вал-шестерня».

Так размер $L = 100$ мм задан с предельным нижним отклонением - 0,04 мм, а ближайшие стандартные значения отклонений следующие:

по h7: -0,035 мм;

по h8: -0,054 мм;

Нетехнологичными являются точные поверхности, обработка которых ведётся в несколько стадий, а значит, требует больше времени, большого количества инструментов, в результате чего себестоимость их изготовления возрастает по отношению к менее точным поверхностям, не требующим дополнительной обработки. К ним можно отнести поверхности $\varnothing 28e8$, $\varnothing 22n6$.

Нетехнологичным элементом является центральное сквозное отверстие диаметром $\varnothing 6$ мм. Технологично то, что отверстие является сквозным, но не технологично, что длина отверстия ($L = 215$ мм) для столь малого диаметра слишком велика, что затрудняет его получение.

Нетехнологичными являются шпоночные пазы разной ширины (причем один из пазов - закрытый), требующие для их получения применения разных инструментов.

Нетехнологичным является наличие разных по конфигурации канавок для выхода шлифовального круга.

					ТМЗ 16320611 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		17

Нетехнологичными элементами также являются: допуски радиального биения на наружные цилиндрические поверхности $\varnothing 28e8$, составляющего 0,01 мм относительно оси детали; допуски торцевого биения, составляющие 0,02 мм относительно оси детали. Всё это требует применения точного оборудования (станков, режущего и мерительного инструмента).

Не технологичными являются поверхности $\varnothing 28e8$ у которых низкая шероховатость $Ra = 0,32$ мкм, поверхность венцов зубьев с шероховатостью $Ra = 1,25$ мкм, так как требуют применения дополнительных дорогостоящих операций.

Технологичным является возможность применения рационального и производительного способа обработки.

В целом деталь достаточно технологична, допускает применение высокопроизводительных режимов обработки, имеет хорошие базовые поверхности для первоначальных операций и довольно проста по конструкции.

Количественный анализ технологичности детали.

Определение коэффициента использования материала:

$$K_{им} = \frac{M}{M_з}, \quad (4.1)$$

где M – масса готовой детали, $M = 1,6$ кг

$M_з$ – масса заготовки, $M_з = 2,56$ кг

$$M_з = M \cdot K_p = 1,6 \cdot 1,6 = 2,56 \text{ кг} \quad (4.2)$$

$$K_{им} = \frac{1,6}{2,56} = 0,625$$

Определение уровня технологичности конструкции по использованию материала:

$$K_{ум} = \frac{K_{б\text{им}}}{K_{им}}, \quad (4.3)$$

где $K_{б\text{им}}$ – базовый коэффициент использования материала, $K_{б\text{им}} = 0,3$ (по данным предприятия, на котором изготавливалась деталь);

					ТМЗ 16320611 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		18

$$K_{ym} = \frac{0,3}{0,625} = 0,49.$$

Определяем коэффициент точности обработки:

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

где $\sum n_i$ – число размеров соответствующего классу точности;
 T – класс точности обработки.

$$\sum n_i = 7 + 5 + 14 = 26.$$

$$\sum T \cdot n_i = 7 \cdot 9 + 12 \cdot 5 + 14 \cdot 14 = 319.$$

$$K_m = 1 - \frac{26}{319} = 0,92 > 0,8.$$

По этому показателю деталь технологична.

Определяем коэффициент шероховатости:

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

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

$$\sum Ш \cdot n_{im} = 1,6 \cdot 10 + 6,3 \cdot 16 = 116,8.$$

$$K_u = \frac{26}{116,8} = 0,22 < 0,32.$$

По этому показателю деталь технологична.

					ТМЗ 16320611 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		19

5 Выбор и обоснование способа получения исходной заготовки

Проектирование заготовки является одним из важнейших этапов построения технологического процесса.

Рассмотрим два варианта способов получения заготовки для детали «Вал-шестерня». Первым вариантом есть получение заготовки свободной ковкой на молотах, так как это производится в базовом технологическом процессе (при единичном производстве). Заготовка представляла собой кольцо с наружным диаметром 190 ± 5 мм, внутренним диаметром 80 ± 5 мм и толщиной 50 ± 3 мм. Масса этой заготовки составляет 13 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 потребуется черновая обдирка как это было в базовом технологическом процессе».

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

Ориентировочную расчетную массу поковки определяем по формуле:

$$G_{\text{п}} = m_{\text{o}} \cdot K_{\text{р}}, \quad (5.1)$$

где $K_{\text{р}} = 1,6$ – коэффициент для определения ориентировочной массы поковки [3] определен в зависимости от конфигурации детали (деталь типа фланца, шестерни);

$$G_{\text{п}} = 1,6 \cdot 1,6 = 2,56 \text{ кг}.$$

Класс точности - определяем по [3,] принимаем Т4.

Группа стали - определяем по [3] принимаем М3 (в зависимости от химического состава).

Определяем расчетную массу описывающей фигуры по формуле:

$$G_{\text{ф}} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot H \cdot \rho, \quad (5.2)$$

где $D = 164$ мм – диаметр фигуры;

$H = 40$ мм – высота фигуры;

$\rho = 0,00785$ г/мм³ - плотность стали.

					ТМЗ 16320611 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		20

$$G\phi = \frac{\pi \cdot 164^2}{4} \cdot 40 \cdot 0,00785 = 6632 \text{ г} = 6,63 \text{ кг}$$

Определяем степень сложности из отношения $G_{\Pi} / G_{\phi} = 2,56 / 6,63 = 0,38$, что по [3] соответствует степени сложности С2.

Конфигурация поверхности разъема штампа – П (плоская).

Исходный индекс по [3] - 16.

Основные припуски на сторону определяем по [3].

Выбираем дополнительные припуски, учитывающие:

- смещение по поверхности разъема штампа – 0,3 мм [3];
- изогнутость и отклонение от плоскостности и прямолинейности – 0,6 мм [3];
- допускаемое отклонение от concentричности пробитого отверстия относительно внешнего контура поковки – 2 мм [3].

Штамповочные уклоны выбираем по [3]:

- по наружной поверхности 5°;
- по внутренней поверхности 7°.

Определяем размеры поковки:

Таблица 5.1-Расчет размеров поковки

Номинальный размер, мм	Основной припуск	Дополнительный припуск	Допуск	Расчет размера	Окончательный размер поковки, мм
32	7	-	± 2	$(-0,75 \cdot 7 + 1,25 \cdot 7)$	35,5±2
100	7	-	± 4	$(0,75 \cdot 7 + 0,75 \cdot 7)$	110,5±4
43	5	-	± 2	$(-0,75 \cdot 7 + 0,75 \cdot 5)$	-
23	5	-	± 2	$(-0,752 \cdot 5 + 0,752 \cdot 5)$	-
17	5	-	± 2	$(-0,752 \cdot 5 + 0,752 \cdot 5)$	-
215	7	-	± 5	$(1,25 \cdot 7 + 1,25 \cdot 7)$	232,5±5
Ø28	5	3	± 2	(5+3)	Ø36±2
Ø71,5	7	-	± 2	7	Ø78,5±2
Ø22	3	2	± 2	(3+2)	-
M16	3	2	± 2	(3+2)	-

Масса заготовки была определена на ЭВМ с помощью программы КОМПАС – 3D V16, для чего была построена трехмерная модель заготовки и выбран материал. Масса заготовки составила 3,63 кг.

Определим себестоимости заготовок по обоим вариантам.

Расчет стоимости заготовки, получаемой свободной ковкой на молотах

Стоимость ковальной заготовки определяем по формуле:

$$S_{заг1} = \left(\frac{C_i}{1000} \cdot Q_2 \cdot k_T \cdot k_C \cdot k_B \cdot k_M \cdot k_{II} \right) - (Q - q) \cdot \frac{S_{отх}}{1000}, \text{ грн} \quad [2] \quad (4.3)$$

где $C_i = 8000 \text{ грн}$ - цена 1т заготовок;

$Q_2 = 13 \text{ кг}$ - 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);

$k_B = 0,75$ - коэффициент зависящий от материала заготовки (для стали 45);

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

$q = 1,6 \text{ кг}$ - масса готовой детали;

$S_{отх} = 500 \text{ грн}$ - цена 1т отходов.

$$S_{заг1} = \left(\frac{8000}{1000} \cdot 13 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 0,75 \cdot 1,79 \cdot 1 \right) - (13 - 1,6) \cdot \frac{500}{1000} = 112,48 \approx 113 \text{ грн}.$$

$$K_{M1} = \frac{1,6}{13} = 0,12.$$

Расчет стоимости заготовки, получаемой штамповкой на КГШП

Стоимость штампованной заготовки определяем по формуле 4.3:

где $C_i = 12000 \text{ грн}$ - цена 1т заготовок;

$Q_2 = 3,63 \text{ кг}$ - 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);

					ТМЗ 16320611 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		22

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

$$S_{3AG2} = \left(\frac{12000}{1000} \cdot 3,93 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 0,8 \cdot 1,79 \cdot 1 \right) - 3,93 - 1,6 \cdot \frac{500}{1000} = 43,4 \approx 44 \text{ грн.}$$

$$K_{M2} = \frac{1,6}{3,93} = 0,407.$$

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, кованная свободной ковкой на молотах (разница в стоимости только увеличится).

Следовательно в качестве исходной заготовки для детали принимаем поковку штампованную на КГШП.

Разработка технических требований к заготовке

1. Штамповочный уклон наружных поверхностей не более 7° в сторону увеличения размеров.
2. Поковка: группа III ОСТ92-1008-77, отожженная.
3. Расслоения не допускаются.
4. Неуказанные предельные отклонения размеров по II группе ГОСТ 7505-74.

					ТМЗ 16320611 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		23

6 Анализ существующего технологического процесса

6.1 Расчет припусков на механическую обработку

Расчет припусков проводим на наиболее точную цилиндрическую поверхность детали Ø28e8 с шероховатостью 1,6 мкм по критерию Ra на ЭВМ согласно методическим указаниям.

Исходные данные.

Количество стадий обработки поверхности включительно с заготовительной – 4:

- черновое точение;
- получистовое точение;
- чистовое точение.

Выбор элементов припусков по переходам.

Высоту микронеровностей Rz и глубину дефектного слоя T выбираем:

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

б) по переходам [4]

- черновое точение Rz=100мкм, T=100мкм;
- получистовое точение Rz=50мкм, T=50мкм.

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

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

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

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

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

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

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

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

k_y - коэффициент уточнения (выбирается для каждой стадии) [3]:

- черновое точение: $k_y = 0,06$;
- получистовое точение: $k_y = 0,05$;
- чистовое точение: $k_y = 0,04$.

Рассчитываем пространственные отклонения для каждой из стадий:

					ТМЗ 16320611 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		24

- черновое точение: $\rho_{\text{чер}} = 1118 \cdot 0,06 = 67 \text{ мкм}$;
- получистовое точение: $\rho_{\text{п/ч}} = 1118 \cdot 0,05 = 56 \text{ мкм}$;
- чистовое точение: $\rho_{\text{чист}} = 1118 \cdot 0,04 = 45 \text{ мкм}$.

Погрешность установки на стадии обработки:

- для перехода черновое точение $E_u = 500 \text{ мкм}$ [4];
- для перехода получистовое точение $E_u = 100 \text{ мкм}$, а для перехода чистовое точение $E_u = 0 \text{ мкм}$ так как этот переход выполняется без переустановки на токарной чистовой операции.

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

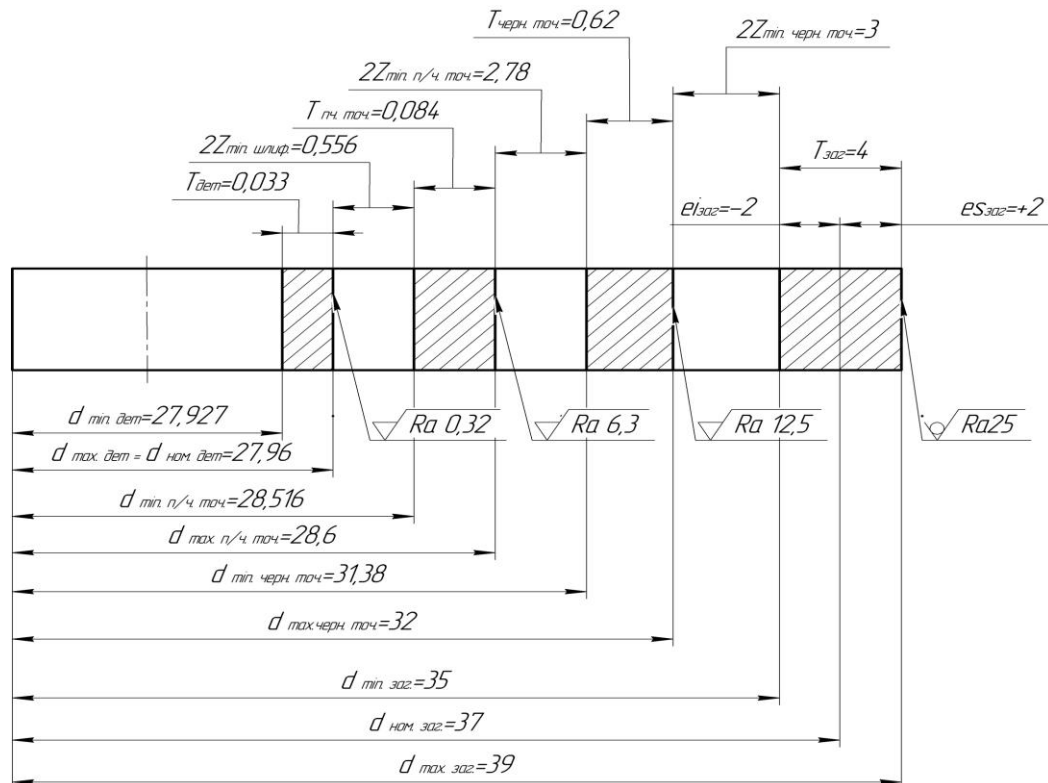


Рисунок 6.1- Схема расположения припусков и допусков для наружной цилиндрической поверхности $\varnothing 28e8$

При сравнении припуска на поверхность $\varnothing 28e8$ рассчитанного аналитическим способом и припуска назначенного по ГОСТ 7505-89 можно отметить, что рассчитанный припуск на сторону 4 мм больше, нежели назначенный 3,5 мм. Но эти значения незначительно отличаются между собой, поэтому можно говорить о том, что назначение припусков на все остальные поверхности с помощью ГОСТа незначительно зависило массу заготовки.

6.2 Анализ и обоснование схемы базирования и закрепления

Для рассмотрения в этом пункте дипломного проекта было принято три операции базового технологического процесса:

- операция 015 токарная с ЧПУ;
- операция 085 вертикально – фрезерная с ЧПУ.

На операции 015 токарная с ЧПУ заготовку можно базировать несколькими способами.

На этой операции выполняется черновая обработка детали и подготовка технологических баз. Обработка ведётся за два станова.

Первая схема базирования установ А:

Деталь лишается пяти степеней свободы. Имеют место установочная база (точки 1, 2, 3), которая лишает трех степеней свободы, и двойная опорная база (точки 4, 5), которая лишает двух степеней свободы.

Таблица 6.1 - Таблица соответствий для первого варианта закрепления

Точки	Степени свободы	База
1,2,3	I, V, VI	УБ
4,5	II, III	ДОБ

Установ А

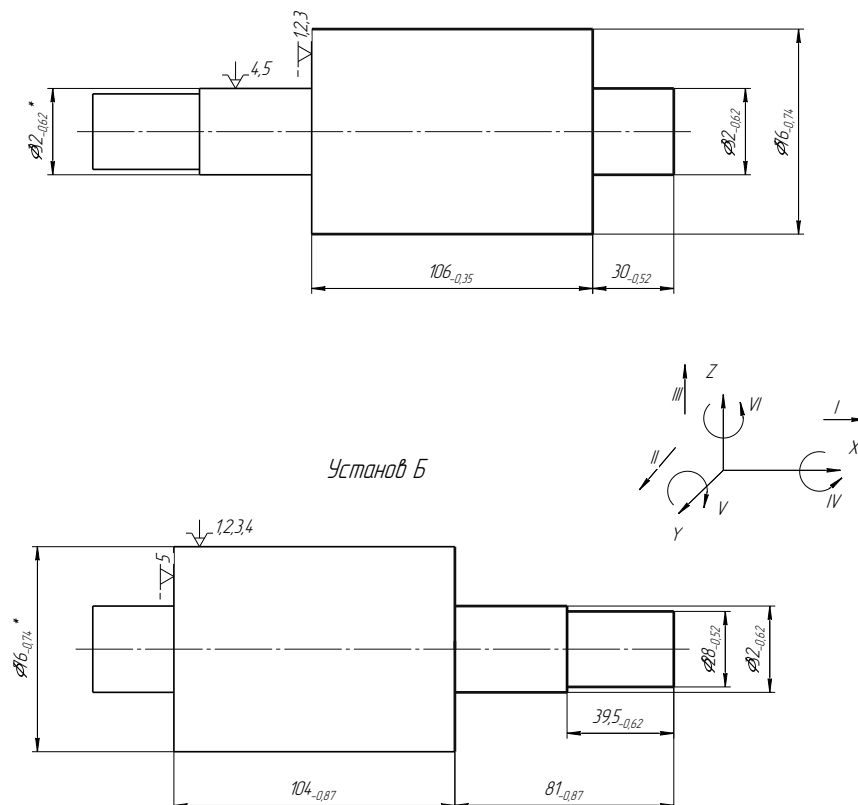


Рисунок 6.2 - Схема базирования 1

Таблица 6.2 - Матрица связей для первого варианта закрепления (Установ А)

	x	y	z	
<i>l</i>	1	0	0	УБ
<i>α</i>	0	1	1	
<i>l</i>	0	1	1	ДОБ
<i>α</i>	0	0	0	

Первая схема базирования установ Б:

Деталь лишается пяти степеней свободы. Имеют место двойная направляющая база (точки 1, 2, 3, 4), которая лишает четырех степеней свободы, и опорная база (точка 5), которая лишает одной степени свободы.

Таблица 6.3 - Таблица соответствий для первого варианта закрепления (Установ Б)

Точки	Степени свободы	База
1,2,3,4	II, III, V, VI	ДНБ
5	I	ОБ

Таблица 6.4 - Матрица связей для первого варианта закрепления (Установ Б)

	x	y	z	
<i>l</i>	0	1	1	ДНБ
<i>α</i>	0	1	1	
<i>l</i>	1	0	0	ОБ
<i>α</i>	0	0	0	

Анализ и обоснование второй схемы базирования и закрепления заготовки

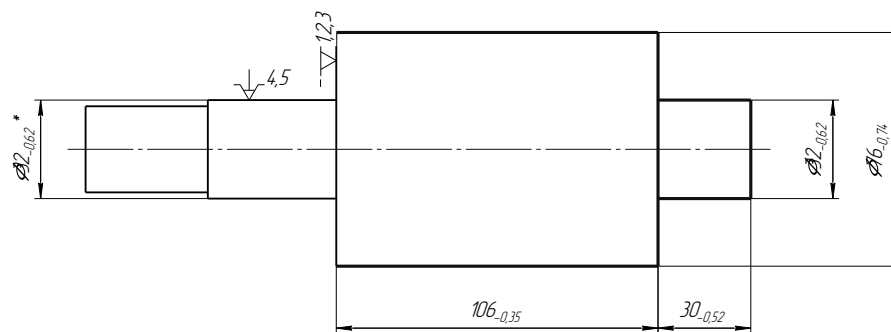
Вторая схема базирования установ А:

Деталь лишается пяти степеней свободы. Имеют место установочная база (точки 1, 2, 3), которая лишает трех степеней свободы, и двойная опорная база (точки 4, 5), которая лишает двух степеней свободы.

Таблица 6.4 - Таблица соответствий для второго варианта закрепления (Установ А)

Точки	Степени свободы	База
1,2,3	I, V, VI	УБ
4,5	II, III	ДОБ

Установ А



Установ Б

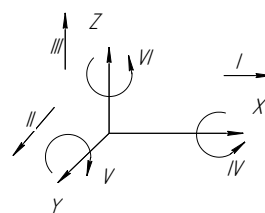
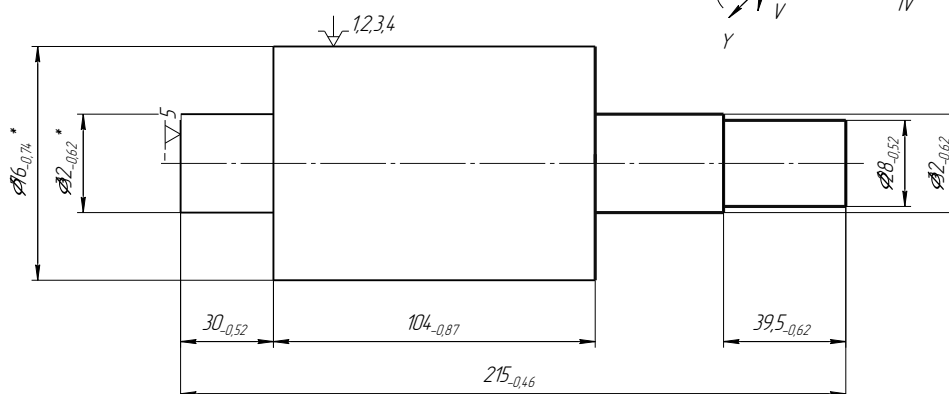


Рисунок 6.3 - Схема базирования 2

Таблица 6.5 - Матрица связей для второго варианта закрепления (Установ А)

	x	y	z	
l	1	0	0	УБ
α	0	1	1	
l	0	1	1	ДОБ
α	0	0	0	

Вторая схема базирования установов Б:

Деталь лишается пяти степеней свободы. Имеют место двойная направляющая база (точки 1, 2, 3, 4), которая лишает четырех степеней свободы, и опорная база (точка 5), которая лишает одной степени свободы.

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

Таблица 6.6 -Таблица соответствий для второго варианта закрепления (Установ Б)

Точки	Степени свободы	База
1,2,3,4	II, III, V, VI	ДНБ
5	I	ОБ

Таблица 6.7 - Матрица связей для второго варианта закрепления (Установ Б)

	x	y	z	
<i>l</i>	0	1	1	ДНБ
<i>α</i>	0	1	1	
<i>l</i>	1	0	0	ОБ
<i>α</i>	0	0	0	

Таблица 6.8 – Сравнительная таблица погрешностей базирования

Первая схема базирования	Вторая схема базирования
Установ А	
$\epsilon_{106} = 0$	$\epsilon_{106} = 0$
$\epsilon_{30} = T_{106} = 0,35 \text{ мм} < T_{30} = 0,52 \text{ мм}$	$\epsilon_{30} = T_{106} = 0,35 \text{ мм} < T_{30} = 0,52 \text{ мм}$
Установ Б	
$\epsilon_{104} = 0$	$\epsilon_{39,5} = T_{215} = 0,46 \text{ мм} < T_{39,5} = 0,62 \text{ мм}$
$\epsilon_{81} = T_{104} = 0,87 \text{ мм} = T_{81} = 0,87 \text{ мм}$	$\epsilon_{215} = 0$
$\epsilon_{39,5} = T_{104} + T_{81} = 0,87 + 0,87 = 1,74 \text{ мм}$ $\epsilon_{39,5} = 1,74 > T_{39,5} = 0,62 \text{ мм}$	$\epsilon_{104} = T_{30} = 0,52 \text{ мм} < T_{104} = 0,87 \text{ мм}$

Как видно из сравнительной таблицы наиболее точной является вторая схема базирования, следовательно для дальнейших расчетов принимается вторая схема базирования.

Анализ и обоснование схемы базирования и закрепления заготовки на операции № 085 Вертикально-фрезерная с ЧПУ

Эта операция состоит из двух переходов. На первом переходе выполняется обработка первого шпоночного паза, на втором переходе выполняется обработка второго паза.

На операции 085 Фрезерная с ЧПУ заготовку можно базировать несколькими способами (Рисунки 6.5 и 6.6).

Анализ и обоснование первой схемы базирования и закрепления заготовки

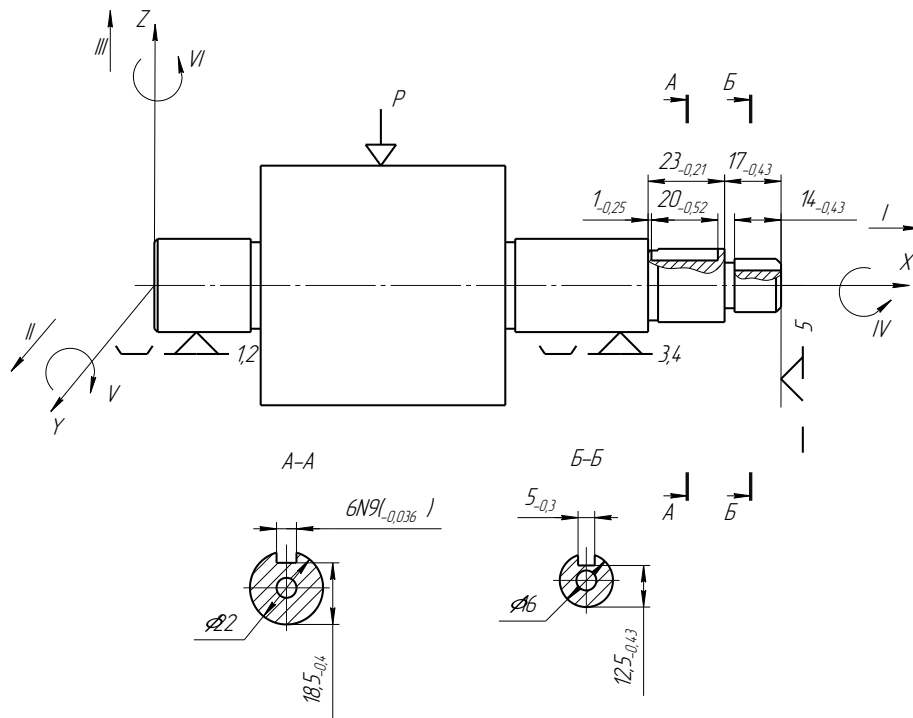


Рисунок 6.6 - Схема базирования 1

При данной схеме базирования деталь лишается пяти степеней свободы. Имеют место двойная направляющая база (точки 1, 2, 3, 4), которая лишает четырех степеней свободы, и опорная база (точка 5), которая лишает одной степени свободы.

Таблица 6.8 - Таблица соответствий

Точки	Степени свободы	База
1,2,3,4	II, III, V, VI	ДНБ
5	I	ОБ

Таблица 6.9 - Матрица связей

	x	y	z	
<i>l</i>	0	1	1	ДНБ
<i>a</i>	0	1	1	
<i>l</i>	1	0	0	ОБ
<i>a</i>	0	0	0	

Расчет погрешностей базирования.

Погрешность базирования линейного размера $l = 18,5$:

$$\varepsilon_{\bar{\sigma}_{18,5}} = \frac{T_{22}}{2} \left(\frac{1}{\sin 90^\circ / 2} - 1 \right); \quad (6.10)$$

$$\varepsilon_{\bar{\sigma}_{18,5}} = \frac{0,013}{2} \left(\frac{1}{0,707} - 1 \right) = 0,0027 \text{ мм.}$$

$$T_{18,5} = 0,4 \text{ мм}$$

При достаточной точности базирования должно выполняться условие:

$$\varepsilon_{\bar{\sigma}_{18,5}} \leq T_{18,5}. \quad 0,0027 < 0,4 - \text{следовательно, точность базирования достаточная.}$$

Погрешность базирования линейного размера $l = 20$:

$$\varepsilon_{\bar{\sigma}_{20}} = T_{17} + T_{23} + T_1; \quad (6.11)$$

$$\varepsilon_{\bar{\sigma}_{20}} = 0,18 + 0,21 + 0,1 = 0,49 \text{ мм.}$$

$$T_{20} = 0,52 \text{ мм.}$$

При достаточной точности базирования должно выполняться условие:

$$\varepsilon_{\bar{\sigma}_{20}} \leq T_{20}. \quad 0,49 \leq 0,52 - \text{следовательно, точность базирования достаточная.}$$

Погрешность базирования линейного размера $l = 12,5$:

$$\varepsilon_{\bar{\sigma}_{12,5}} = \frac{T_{M16}}{2} \left(\frac{1}{\sin 90^\circ / 2} - 1 \right); \quad (6.3)$$

$$\varepsilon_{\bar{\sigma}_{12,5}} = \frac{0,011}{2} \left(\frac{1}{0,707} - 1 \right) = 0,0023 \text{ мм.}$$

$$T_{12,5} = 0,43 \text{ мм}$$

При достаточной точности базирования должно выполняться условие:

$$\varepsilon_{\bar{\sigma}_{12,5}} \leq T_{18,5}. \quad 0,0027 < 0,4 - \text{следовательно, точность базирования достаточная.}$$

Погрешность базирования линейного размера $l = 14$:

					ТМЗ 16320611 - 00 ПЗ	Лист
						31
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Таблица 6.12 - Таблица соответствий

Точки	Степени свободы	База
1,2,3,4	II, III, V, VI	ДНБ
5	I	ОБ

Таблица 6.13 - Матрица связей

	x	y	z	
<i>l</i>	0	1	1	ДНБ
<i>α</i>	0	1	1	
<i>l</i>	1	0	0	ОБ
<i>α</i>	0	0	0	

Расчет погрешностей базирования.

Погрешность базирования линейного размера $l = 18,5$:

$$\varepsilon_{\sigma_{18,5}} = \frac{T_{22}}{2} \left(\frac{1}{\sin 90^\circ / 2} - 1 \right); \quad (6.14)$$

$$\varepsilon_{\sigma_{18,5}} = \frac{0,013}{2} \left(\frac{1}{0,707} - 1 \right) = 0,0027 \text{ мм.}$$

$$T_{18,5} = 0,4 \text{ мм}$$

При достаточной точности базирования должно выполняться условие:

$$\varepsilon_{\sigma_{18,5}} \leq T_{18,5}. \quad 0,0027 < 0,4 - \text{следовательно, точность базирования достаточная.}$$

Погрешность базирования линейного размера $l = 20$:

$$\varepsilon_{\sigma_{20}} = T_{23} + T_1; \quad (6.15)$$

$$\varepsilon_{\sigma_{20}} = 0,21 + 0,1 = 0,31 \text{ мм.}$$

$$T_{20} = 0,52 \text{ мм.}$$

При достаточной точности базирования должно выполняться условие:

$$\varepsilon_{\sigma_{20}} \leq T_{20}. \quad 0,31 \leq 0,52 - \text{следовательно, точность базирования достаточная.}$$

Погрешность базирования линейного размера $l = 12,5$:

$$\varepsilon_{\delta_{12,5}} = \frac{T_{M16}}{2} \left(\frac{1}{\sin 90^\circ / 2} - 1 \right); \quad (6.16)$$

$$\varepsilon_{\delta_{12,5}} = \frac{0,011}{2} \left(\frac{1}{0,707} - 1 \right) = 0,0023 \text{ мм.}$$

$$T_{12,5} = 0,43 \text{ мм}$$

При достаточной точности базирования должно выполняться условие:
 $\varepsilon_{\delta_{12,5}} \leq T_{18,5}$. $0,0027 < 0,4$ - следовательно, точность базирования достаточная.

Погрешность базирования линейного размера $l = 14$:

$$\varepsilon_{\delta_{14}} = T_{17}; \quad (6.17)$$

$$\varepsilon_{\delta_{14}} = 0,43 \text{ мм.}$$

$$T_{14} = 0,43 \text{ мм.}$$

При достаточной точности базирования должно выполняться условие: $\varepsilon_{\delta_{14}} \leq T_{14}$. $0,43 = 0,43$ - следовательно, точность базирования достаточная.

Погрешность базирования линейного размера $l = 1$:

$$\varepsilon_{\delta_1} = T_{23} \quad (6.18)$$

$$\varepsilon_{\delta_1} = 0,21 \text{ мм}$$

При достаточной точности базирования должно выполняться условие:

$$\varepsilon_{\delta_1} \leq T_1. \quad 0,21 < 0,25 \text{ - следовательно, точность базирования достаточная.}$$

Сравнив схемы базирования заготовок, принимаем второй способ базирования, т.к. он является более точным. При первом способе базирования и закрепления возможен брак.

6.3 Обоснование и выбор моделей металлорежущих станков

Металлорежущий станок выбирается исходя из требований к качеству поверхности, которую необходимо получить, необходимой мощности двигателей, габаритов, типа производства, количества инструментов на данной операции.

					ТМЗ 16320611 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		34

Для операций 015 – токарная с ЧПУ предлагаем использовать токарный станок с ЧПУ модели 16P20Ф3, паспортные данные которого взяты из [4].

При выборе данного оборудования, учитывая технологические методы обработки поверхностей на данной операции (на операции производится точение наружных поверхностей и расточка ступенчатого отверстия) пришли к выводу, что данный станок вполне пригоден для осуществления заданных операций (черновой и чистовой токарной обработки).

Мощность данного оборудования составляет 11кВт, что должно быть достаточно для совершения данных операций.

Также удобно использования данного станка с точки зрения того, что частота вращения шпинделя (12,5 – 2000 об/мин) и привод подач (продольных - 1-2000 мм/мин, а поперечных 1-600 мм/мин) на нем имеют бесступенчатое регулирование, что удобно при назначении режимов резания, так как нет необходимости округлять расчетное значение подачи и частоты вращения к фактическим по станку. Подробные технические характеристики станка модели 16P20Ф3 приведены в таблице 6.13

Таблица 6.13 – Технические характеристики станка модели 16K20Ф3

Параметры	Значения параметров
Наибольший супер диаметр обрабатываемой заготовки, мм: - над станиной - над суппортом	480 210
Наибольший диаметр прутка, проходящего через отверстие шпинделя, мм	55
Наибольшая длина обрабатываемой заготовки, мм	1000
Шаг нарезаемой резьбы: - метрической, мм - дюймовой, число ниток на дюйм - модульной, модуль - питчевой, питч	До 10 – – –
Частота вращения шпинделя, об/мин	12,5 – 2000
Число скоростей шпинделя	24
Наибольшее перемещение суппорта, мм: - продольное - поперечное	750 270
Подача суппорта, мм/мин: - продольная - поперечная	1 – 1200 1 – 600
Число ступеней подач	Б/с

Скорость быстрого перемещения суппорта, мм/мин:	
- продольного	4800
- поперечного	2400
Мощность электродвигателя главного привода, кВт	11
Коэффициент полезного действия	0,85
Габаритные размеры:	
- длина	3850
- ширина	2100
- высота	1600
Масса, кг	5300

Для операции 085 – вертикально-фрезерная с ЧПУ предлагаем использовать вертикально-фрезерный металлорежущий станок модели 6P11Ф3, паспортные данные которого были взяты из [4].

При выборе данного оборудования учитывая технологические методы обработки поверхностей на данной операции (на операции производится фрезеровка паза) пришли к выводу, что данный станок вполне пригоден для осуществления заданной операции. Мощность данного оборудования составляет 7,5кВт, что должно быть достаточно для совершения данной операции.

Таблица 6.14 –Техническая характеристика станка модели 6P11Ф3

Параметры	Значения параметров
Размеры рабочей поверхности стола, мм:	
- ширина	320
- длинна	1000
Наибольшая длина обрабатываемой заготовки, мм	750
Наибольшее перемещение стола, мм:	
- продольное	600
- поперечное	250
- вертикальное	380
- угловое (шпиндельной головки), °	90
Частота вращения шпинделя, об/мин	31,5 – 1600
Подача стола, мм/мин:	
- продольная и поперечная	12,5-1250
- вертикальная	12,5-1250
Перемещение гильзы со шпинделем, мм	100
Расстояние от торца шпинделя до рабочей поверхности стола, мм	35-435
Внутренний конус шпинделя	50

Габаритные размеры, мм:	
- длина	1705
- ширина	1650
- высота	2020
- масса, кг	3120
Мощность электродвигателя главного привода, кВт	7,5
Коэффициент полезного действия	0,9

Такие габариты рабочего пространства позволят установить специальное приспособление и беспрепятственно обработать заготовку с заданной точностью.

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

6.4 Обоснование и выбор станочных приспособлений, металлорежущего и измерительного инструментов

Для установки и закрепления детали «Вал-шестерня» на операции 015 в качестве приспособления используем специальное приспособление - трехкулачковый патрон с расточенными на Ø170мм и длину 30 мм кулачками. Патрон с пневматическим приводом. Трехкулачковый патрон был выбран, учитывая мелкосерийный тип производства.

Для обработки заданных поверхностей на операции применяем следующие режущие инструменты:

- резец проходной упорный MCLNR2525K12 из BK8 – для точения наружных поверхностей и подрезания торцов;

- резец расточной проходной упорный S25MCLNR из BK8 – для растачивания внутренних поверхностей и подрезания торцов.

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

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

Для контроля размеров на операции 015 – токарная с ЧПУ применяем универсальный шкальный мерительный инструмент, а именно штангенциркуль ШЦ-II-250-0,1 ГОСТ 166–89, применение которого обусловлено мелкосерийным типом производства. Одним инструментом можно проконтролировать все размеры.

Инструмент был подобран из условия, чтобы цена деления была меньше 0,33 наименьшего допуска размера на данной операции, контролируемого штангенциркулем. Цена деления штангенциркуля 0,1 мм, а третья часть допуска на контролируемый размер 0,143мм (размер 14(+0,215;-0,215) мм), что удовлетворяет условию.

Для установки и закрепления детали на операции 085 в качестве приспособления используем специальное приспособление, которое будет разрабатываться в дальнейшем.

Для обработки заданных поверхностей на операции применяем следующие режущие инструменты:

- фреза концевая 2223-3385 BK8 ГОСТ 23248-78 – для обработки паза.

Все поверхности на данной операции обрабатываются начерно (по 14-му качеству), поэтому, учитывая материал детали в соответствии с рекомендациями по выбору инструментального материала по [5] были приняты выше указанные инструментальные материалы с покрытием их рабочих частей нитридом титана TiN.

При обработке применяем смазочно – охлаждающую жидкость 7-10% УКРИНОЛ–1 ТУ38–101197–76 для возможности осуществления обработки с более высокими скоростями резания.

Для данной операции также предусматриваем вспомогательные инструменты (оправки и переходные втулки для крепления режущих инструментов в шпинделе станка), а именно патрон 191113050 ТУ2–035–986-85.

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

Применение данных инструментов экономически обосновано в мелкосерийном производстве, так как они универсальные (кроме шаблона) и позволяют проконтролировать размеры всего предела измерения с одинаковой точностью. То есть можно контролировать различные размеры из предела измерения штангенциркуля.

6.5 Расчет режимов резания

Исходные данные:

На токарно-винторезном станке точить поверхность. Обрабатываемый материал – сталь 45 ГОСТ 1050-88 с пределом прочности $\sigma_B=650$ МПа. Твердостью HB 197. Заготовка – поковка.

					ТМЗ 16320611 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		38

Обработка производится на токарно-винторезном станке с ЧПУ 16К20Ф3 с использованием универсального трехкулачкового патрона ГОСТ 2675-70 за два установа.

Расчет режимов резания производится для одной поверхности – $\varnothing 32_{-0,62}$, для других поверхностей определяется табличным способом.

Необходимо:

- выбрать режущий инструмент (резец): его конструкцию, марку материала режущей части, геометрические параметры режущей части ;
- назначить период стойкости инструментов;
- назначить режим резания;

Расчет режимов резания:

1. Назначаем глубину резания.

Припуск на сторону:

$$\Delta = \frac{D - d}{2} = \frac{36 - 32}{2} = 2 \text{ мм}, \quad (6.15)$$

где D – диаметр поверхности заготовки, мм;

d – диаметр поверхности детали, мм.

Обработка будет производиться за один проход. Следовательно глубина резания будет равна припуску на сторону:

$$t = \Delta = 2 \text{ мм.}$$

2. Выбор резца и установка его геометрических параметров.

Для черновой обработки принимается токарный резец: правый контурный резец PCLNR2525M12 с механическим креплением (клин-прихватом) параллелограммной пластины из твердого сплава с углами в плане $\varphi = 92^\circ$, $\varphi_1 = 25^\circ$. Материал пластины – твердый сплав Т15К6 [2], Обозначение пластины 11114-090408 ГОСТ 19068-80. Толщина пластины 4,76 мм, радиус при вершине 0,5 мм.

При ориентировочном значении черновой подачи для заданных условий 0,4...0,5 мм/об [2], и глубине резания $t = 2$ мм для станка 16К20Ф3, у которого расстояние опорной поверхности резцедержателя до оси заготовки равно 25 мм, принимаем сечение державки резца 25×25 мм. Задний угол $\alpha=8^\circ$, передний угол $\gamma=10^\circ$. Угол наклона главной режущей кромки $\lambda=0$.

3. Выбор подачи по [5].

Для данных условий обработки рекомендуемый диапазон подач $S_T=0,4...0,5$ мм/об. Так как жесткость станка достаточно высокая, то принимаем $S_T=0,5$ мм/об.

					ТМЗ 16320611 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		39

4. Расчет скорости резания

$$V = \frac{C_v}{T^m \times t^x \times s^y} \times K_v \quad (6.16)$$

где $C_v = 250$ коэффициент по [5];

$x = 0,15$; $y = 0,35$; $m = 0,20$; показатели степеней по [5];

$T = 90$ мин – стойкость резца по [5].

K_v - общий поправочный коэффициент на скорость резания:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{пв} \cdot K_{ив} \quad (6.17)$$

где K_{mv} – поправочный коэффициент учитывающий влияние физико-механических свойств обрабатываемого материала на скорость резания

$$K_{mv} = K_\Gamma \left(\frac{750}{\sigma_\epsilon} \right)^{n_v} \quad (6.18)$$

где $K_\Gamma = 1,0$ коэффициент по [2];

$n_v = 1,0$ показатель степени по [2];

$$K_{mv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{650} \right)^{1,0} = 1,15$$

$K_{пв} = 0,8$ - поправочный коэффициент учитывающий влияние состояния поверхности заготовки на скорость резания по [5];

$K_{ив} = 1,0$ поправочный коэффициент учитывающий влияние инструментального материала на скорость резания по [5];

$$K_v = 1,15 \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 0,92$$

По формуле 14 определяется скорость резания:

$$v_p = \frac{250}{90^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} \cdot 0,92 = 97,25 \text{ м/мин.}$$

5. Расчет частоты вращения шпинделя.

					ТМЗ 16320611 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		40

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

$$n = \frac{1000 \cdot 97,25}{3,14 \cdot 36} = 860,3 \text{ об/мин}$$

Корректировка частоты вращения шпинделя по паспортным данным станка и установка фактической частоты вращения: $n_\delta = 800$ об/мин.

6. Действительная скорость (м/мин) главного движения резания

$$v_\delta = \frac{\pi D n_\delta}{1000} \quad (6.20)$$

$$v_\delta = \frac{3,14 \cdot 36 \cdot 800}{1000} = 90,43 \text{ м/мин.}$$

7. Расчет силы резания P_z по формуле [5]:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p \quad (6.21)$$

где $C_p = 300$ коэффициент по [5];

$x = 1,0$; $y = 0,75$; $n = -0,15$; показатели степеней по [5];

K_p – поправочный коэффициент, учитывающий фактические условия резания;

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} \quad (6.22)$$

где K_{mp} - поправочный коэффициент для стали и чугуна, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала на силовые зависимости по [5]:

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_s}{750} \right)^n \quad (6.23)$$

где n - показатель степени; $n = 0,75$ по [5, табл.9 с.264]:

$$K_{MP} = \left(\frac{650}{750} \right)^{0,75} = 0,89$$

$K_{\text{фр}}$, $K_{\text{гр}}$, $K_{\lambda\text{р}}$, $K_{\text{гр}}$ - поправочные коэффициенты, учитывающие влияние геометрических параметров режущей части инструмента на составляющие силы резания при обработке стали и чугуна по [5]:

$$K_{\text{фр}}=0,89; K_{\text{гр}}=1,0; K_{\lambda\text{р}}=1,0; K_{\text{гр}}=0,93.$$

$$K_p = 0,89 \times 0,89 \times 1,0 \times 1,0 \times 0,93 = 0,74$$

По формуле 19 расчет осевой силы резания P_z :

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2^1 \cdot 0,5^{0,75} \cdot 90,432^{-0,15} \cdot 0,74 = 135864 \text{ Н.}$$

8. Расчет потребной мощности на резание по формуле:

$$N_p = \frac{P_z \times V}{1020 \times 60}, \quad (6.24)$$

$$N_p = \frac{1358,64 \times 90,432}{1020 \times 60} = 2,0076 \text{ кВт.}$$

Обработка возможна, так как $N_p=2,0076 \text{ кВт} < N_{\text{ст}}$ ($N_{\text{ст}}=N_d \cdot \eta=10 \cdot 0,8=8 \text{ кВт}$).

9. Основное время рассчитывается как частное расстояния, пройденного резцом с учетом врезания и перебега к минутной подаче:

$$T_o = \frac{l_{\text{рх}}}{S_m}; \quad (6.25)$$

Длина рабочего хода:

$$l_{\text{рх}} = l_{\text{ер}} + l_{\text{нов}} = 3 + 30 = 33 \text{ мм} \quad (6.26)$$

Минутная подача рассчитывается как произведение оборотной подачи на число оборотов:

$$S_m = S_o \cdot n = 0,5 \cdot 800 = 400 \text{ мм/мин} \quad (6.27)$$

Подставив значения в формулу подсчета основного времени получим:

					ТМЗ 16320611 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		42

$$T_o = \frac{33}{400} = 0,0825 \text{ мин.}$$

Режимы резания и нормы времени для остальных поверхностей, обрабатываемых на данной операции № 015 «Токарная с ЧПУ» приведены в таблице 6.16.

Также в данном пункте производим расчет режимов резания на операции 085 – вертикально-фрезерная с ЧПУ. Причем расчет режимов резания аналитическим методом производим на основной переход фрезерования паза по [5], и сводим в таблицу 6.16.

Исходные данные.

На вертикально-фрезерном станке с ЧПУ концевой фрезой фрезеровать шпоночный паз. Ширина паза $b = 5$ мм, глубина паза $h = 3,5$ мм, длина паза $l = 14$ мм. Обрабатываемый материал – сталь 45 ГОСТ 1050-88 с пределом прочности $\sigma_b = 650$ МПа, твердостью НВ 197. Заготовка – поковка. Обработка с охлаждением эмульсией.

Необходимо:

- выбрать режущий инструмент (концевую фрезу): его конструкцию, марку материала режущей части, геометрические параметры режущей части.

- назначить период стойкости инструмента;

- назначить режим резания.

Расчет:

1. Выбор концевой фрезы, её геометрических параметров.

Принимаем фрезу концевую с нормальным зубом из быстрорежущей стали Р6М5 по ГОСТ17025-71 [5, табл.65, с. 174]. Диаметр фрезы принимаем равным ширине паза $D = b = 5$ мм; число зубьев фрезы $z = 4$; длина режущей части $l = 13$ мм; общая длина фрезы $L = 47$ мм. Геометрические параметры фрезы [8]: $\gamma = 15^\circ$, $\alpha = 14^\circ$, $\varphi_1 = 3^\circ$.

2. Глубина резания.

При фрезеровании пазов концевой фрезой глубиной резания считается ширина паза. В данном случае $t = b = 5$ мм.

Так как обработка ведётся за один проход, то шириной фрезерования является глубина паза $B = h = 3,5$ мм.

3. Назначение подачи на зуб фрезы.[8]

Для фрезерования стали, $D = 5$ мм, $z = 4$ и $h = 3,5$ мм принимаем подачу на зуб $S_z = 0,2$ мм/зуб.

					ТМЗ 16320611 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		43

4. Назначение периода стойкости фрезы [5, табл. 40, с. 290].

Для концевой фрезы диаметром $D \leq 20$ мм из быстрорежущей стали Р6М5 рекомендуемый период стойкости $T = 80$ мин.

5. Расчет скорости резания.

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u z^p} K_v \quad (6.21)$$

где $C_v = 46,7$ коэффициент по [5];
 $m = 0,33$; $x = 0,5$; $y = 0,5$; $u = 0,1$; $p = 0,1$; $q = 0,45$; показатели степеней по [5];

$T = 90$ мин – стойкость фрезы по [5];

K_v - общий поправочный коэффициент на скорость резания:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{пв} \cdot K_{ив} \quad (6.22)$$

где K_{mv} – поправочный коэффициент учитывающий влияние физико-механических свойств обрабатываемого материала на скорость резания

$$K_{mv} = K_z \left(\frac{750}{\sigma_s} \right)^{n_v} \quad (6.23)$$

где $K_z = 1$ коэффициент по [5];
 $n_v = 0,9$ показатель степени по [5];

$$K_{mv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{650} \right)^{0,9} = 1,137.$$

$K_{пв} = 0,8$ - поправочный коэффициент на скорость резания при фрезеровании, учитывающий влияние состояния поверхности заготовки по [5].

$K_{ив} = 1,0$ - поправочный коэффициент учитывающий влияние инструментального материала на скорость резания по [5];

					ТМЗ 16320611 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		44

$$K_v = 1,137 \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 0,91$$

По формуле определяется скорость резания:

$$v_p = \frac{46,7 \cdot 5^{0,45}}{90^{0,33} \cdot 5^{0,5} \cdot 0,2^{0,5} \cdot 3,5^{0,1} \cdot 4^{0,1}} \cdot 0,91 = 15,09 \text{ м/мин.}$$

6. Расчет частоты вращения шпинделя.

$$n = \frac{1000 \cdot v_p}{\pi \cdot D} \quad (6.24)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 15,09}{3,14 \cdot 5} = 961 \text{ об/мин}$$

Корректировка частоты вращения шпинделя по паспортным данным станка и принимаем ближайшую меньшую фактическую частоту вращения $n_\delta = 800$ об/мин.

7. Действительная скорость (м/мин) главного движения резания

$$v_\delta = \frac{\pi D n_\delta}{1000} \quad (6.25)$$

$$v_\delta = \frac{3,14 \cdot 5 \cdot 800}{1000} = 12,56 \text{ м/мин.}$$

8. Расчет осевой силы резания.

Главная составляющая силы резания при фрезеровании – окружная сила, Н:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^n \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{mp} \quad (6.26)$$

где $C_p = 68,2$ – коэффициент по [5]

$x = 0,86$; $y = 0,72$; $u = 1,0$; $q = 0,86$; $w = 0$ – показатели степени по [5];

K_{mp} - поправочный коэффициент, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала:

					ТМЗ 16320611 - 00 ПЗ	Лист
						45
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_6}{750} \right)^n \quad (6.27)$$

где $n = 0,33$ – показатель степени по [5]

$$K_{mp} = \left(\frac{650}{750} \right)^{0,33} = 0,954$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 5^{0,86} \cdot 0,06^{0,72} \cdot 3,5^{1,0} \cdot 4}{5^{0,86} \cdot 800} \cdot 0,928 = 0,65 \text{ Н.}$$

9. Расчет крутящего момента при фрезеровании.

Формула для расчета крутящего момента при фрезеровании:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} \quad (6.28)$$

где $D = 5$ – диаметр фрезы.

$$M_{кр} = \frac{0,65 \cdot 5}{2 \cdot 100} = 0,016 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

10. Расчет мощности резания.

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} \quad (6.29)$$

$$N = \frac{0,65 \cdot 12,56}{1020 \cdot 60} = 0,0001 \text{ кВт}$$

11. Проверка выбора станка по мощности.

Обработка возможна, если:

$$N_{рез} \leq N_{шп} \quad (6.30)$$

Мощность (кВт) на шпинделе станка $N_{шп} = N_d \cdot \eta$. У станка 6P13Ф3-1 $N_d = 7,5$ кВт, а $\eta = 0,81$; $N_{шп} = 7,5 \cdot 0,81 = 6,07$ кВт. $0,0001 < 6,07$ т.е. обработка возможна.

12. Расчет основного времени.

					ТМЗ 16320611 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		46

Основное время рассчитывается как отношение расстояния, пройденного фрезой с учетом врезания к минутной подаче:

$$T_o = \frac{L}{S_m}; \quad (6.31)$$

где

$$L = l + y; \quad (6.32)$$

где l – длина обрабатываемого паза, $l = 14$ мм;

y - величина врезания, определяется по формуле:

$$y = \frac{D}{2} = \frac{5}{2} = 2,5 \text{ мм} \quad (6.33)$$

Минутная подача рассчитывается по формуле:

$$S_m = S_z \cdot z \cdot n = 0,2 \cdot 4 \cdot 800 = 640 \text{ мм/мин.} \quad (6.34)$$

Подставив значения в формулу подсчета основного времени получим:

$$T_o = \frac{14 + 2,5}{640} = 0,025 \text{ мин.}$$

Таблица 6.16 - Результаты нормирования

Наименование операции №	Переход (РИ)	t	S	V _ф	n _ф	T _о	
		мм	мм/мин	м/мин	об/мин		
085 Фрезерная с ЧПУ	Фрезерование паза 1	5	300	19,6	1250	0,11	
	Фрезерование паза 2	6	220	18,8	1000		
015Токарная с ЧПУ	Установ А						1,33
	Точение РИ№1	5	200	99,56	500		
	Точение РИ№2	2	400	90,43	800		
		1,25	250	124,1	500		
	Установ Б						
	Точение РИ№1	5	200	99,56	500		
	Точение РИ№2	2	400	90,43	800		
		2	400	80,38	800		

6.6 Техническое нормирование операций

					ТМЗ 16320611 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		47

Техническое нормирование 015 операции – токарная с ЧПУ производим согласно выбора из соответствующей литературы норм вспомогательного времени.

Целью данного нормирования является определение нормы штучно – калькуляционного времени на 015 операции.

Данные о режимах резания берем из предыдущего пункта.

Основное время на операции складывается из сумм основных времен на отдельных переходах. $T_0=2,24$ мин.

Вспомогательное время T_v на 015 операции определяем по формуле:

$$T_v = T_{v.уст} + T_{v.оп} + T_{v.изм}, \quad (6.35)$$

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

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

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

$T_{v.уст} = 0,65$ мин (на одном установе) [6].

$T_{v.оп} = 0,7$ мин [6].

$T_{v.изм} = 0,18 + 0,045 + 0,08 + 0,08 + 0,14 + 0,13 + 0,09 + 0,11 + 0,11 + 0,11 + 0,045 + 0,08 + 0,1 = 1,3$ мин

$$T_v = 0,65 \cdot 2 + 1,3 + 0,7 = 3,3 \text{ мин.}$$

Определение штучного времени:

$$T_{шт} = (\sum T_0 + T_v \cdot K_{tv}) \cdot (1 + a_{огр.} + a_{тех.} + a_{отл.}/100) \quad (6.36)$$

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

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

$$T_{шт} = (2,24 + 3,3 \cdot 1,23) \cdot (1 + 8/100) = 5,73 \text{ мин.}$$

Определяем норму штучно - калькуляционного времени по формуле:

$$T_{шк} = T_{шт} + T_{пз}/n, \quad (6.37)$$

где $n = 35$ штук – количество деталей в партии;

					ТМЗ 16320611 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		48

Тпз – подготовительно-заключительное время, мин.

$$Т_{пз} = 4 + 9 + 2 + 2 + 2 + 0,8 * 2 + 1 + 1 + 2,5 + 0,3 = 25,4 \text{ мин [6];}$$

где 4 – время на получение наряда, чертежа;

9 – время на получения режущего, мерительного и вспомогательного инструмента в инструментальной кладовой;

2 – время на ознакомление с чертежом;

2 – время на прослушивание инструктажа мастера;

2 – время на наладку приспособления (смена кулачков);

0,8 - время на установку и снятие одного инструмента в револьверной головке;

1 – время на ввод программы с программносителя;

2,5 – время на привязку инструмента по осям X,Z.

0,3 – время на настройку подачи СОЖ.

Штучно – калькуляционное время на операции

$$Т_{шк} = 5,73 + 25,4 / 35 = 6,46 \text{ мин.}$$

Также в данном пункте производим нормирование операции 085 аналогично операции 015.

Основное время на операции складывается из сумм основных времен на отдельных переходах. $T_o = 0,04$ мин.

Вспомогательное время T_v на 030 операции определяем по формуле:

где $T_{v.уст} = 0,35$ мин [6];

$T_{v.оп} = 0,52$ мин [6];

$T_{v.изм} = 0,3$ мин,

$$T_v = 0,35 + 0,52 + 0,3 = 1,17 \text{ мин.}$$

Определяем штучное время по формуле:

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

$K_{ТВ} = 1,23$.

$$T_{шт} = (0,04 + 1,17 \cdot 1,23) \cdot (1 + 14/100) = 1,33 \text{ мин.}$$

Определяем норму штучно - калькуляционного время по формуле:

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

$$T_{пз} = 4 + 8 + 2 + 2 + 3 + 0,2 + 1 + 1 + 0,5 + 0,3 = 21 \text{ мин [6];}$$

где 4 – время на получение наряда, чертежа;

8 – время на получения режущего, мерительного и вспомогательного инструмента в инструментальной кладовой;

2 – время на ознакомление с чертежом;

2 – время на прослушивание инструктажа мастера;

3 – время на наладку, установку и выверку приспособления на станке;

					ТМЗ 16320611 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		49

- 0,2 – время на перемещение стола в зону удобную для наладки;
- 1 - время на установку и снятие инструментального блока в магазине;
- 1 – время на ввод программы с программоносителя;
- 0,5 – время на привязку инструмента по осям X,Y,Z.
- 0,3 – время на настройку подачи СОЖ.
- Штучно – калькуляционное время на операции

$$T_{шк} = 1,33 + 21/35 = 1,93 \text{ мин.}$$

					ТМЗ 16320611 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		50

7 Проектирование станочного приспособления

Обоснование необходимости создания приспособления. Выбор системы приспособления.

Данная деталь изготавливается в условиях серийного производства. Проектируемое станочное приспособление даст возможность снизить затраты времени на установку и закрепление детали на данной операции (фрезерно-шпоночная). При этом будет обеспечиваться достаточная точность базирования, а применение пневматического привода обеспечит постоянство силы закрепления и быстроту закрепления.

Уточнение цели технологической операции.

Определение количественных и качественных результатов выполнения операции.

Точность размеров. На данной технологической операции (вертикально-фрезерной) обрабатываются поверхности со следующими линейными размерами: 20; 14; 18,5_{-0,4}; 12,5; 6N9_(-0,036); 5.

Размер 6N9_(-0,036) выполняется по IT9 с допуском $T_6 = 36$ мкм. Этот размер обеспечивается инструментом.

Размеры 20, 14, 12,5 и 5 на чертеже заданы свободными, следовательно, согласно техническим требованиям выполняются по IT14 со следующими значениями допусков [17]:

$$T_{20} = 520 \text{ мкм}; T_{14} = 430 \text{ мкм}; T_{12,5} = 430 \text{ мкм}; T_5 = 300 \text{ мкм}.$$

Размер 18,5_{-0,4} задан конструктором на чертеже нетехнологично, так как предельные отклонения не соответствуют стандартным значениям. Так по IT13 для размера 18,5 предельные отклонения будут следующими: 18,5h13_(-0,35). А по IT14 для размера 18,5 – 18,5h14_(-0,52).

Точность формы. Искажение формы плоскостности поверхности 18,5_{-0,4} характеризуется отклонением от плоскостности и прямолинейности и нормируется ГОСТ 24643-81. В соответствии с ним допуск прямолинейности и плоскостности принимаем по [17], он составляет 60% от общего допуска на размер и будет равен:

$$T = 0,6 \cdot 400 = 240 \text{ мкм}.$$

Ближайшее табличное значение $T = 250$ мкм и соответствует 15 степени точности.

Допуск прямолинейности и плоскостности на размер 12,5 принимаем по [17], он составляет 60% от общего допуска на размер и будет равен:

$$T = 0,6 \cdot 430 = 258 \text{ мкм}.$$

Принимаем допуск прямолинейности и плоскостности $T = 200$ мкм, что соответствует 15 степени точности.

					ТМЗ 16320611 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		51

Точность расположения

Допуск параллельности на размер 6N9 составляет 60% от общего допуска на размер $T_{6N9} = 36$ мкм:

$$T_{\parallel} = 0,6 \cdot 36 = 21,6 \text{ мкм.}$$

Принимаем ближайшее значение из ряда стандартных значений: $T_{\parallel} = 16$ мкм, что соответствует 9-й степени точности.

Допуск параллельности на размер 5 составляет 60% от общего допуска на размер $T_5 = 300$ мкм:

$$T_{\parallel} = 0,6 \cdot 300 = 180 \text{ мкм.}$$

Принимаем ближайшее значение из ряда стандартных значений: $T_{\parallel} = 160$ мкм, что соответствует 14-й степени точности.

Степени шероховатости обрабатываемых поверхностей.

Шероховатость поверхностей, указанная на чертеже, имеет следующие значения:

- поверхность 6N9 – Rz 20 (Ra 3,2 мкм);
- поверхности 20; 14; 18,5_{-0,4}; 12,5; 5 – Rz 40 (Ra 6,3 мкм)

3. Выяснение количественных и качественных данных о заготовке, поступающей на операцию.

На данную операцию заготовка поступает предварительно обработанной. Материал заготовки Сталь 45 ГОСТ 1050-88. Заготовка, представляющая собой тело вращения, вполне жесткая, обрабатываемость ее удовлетворительная. Имеет достаточно развитые поверхности, принимаемые за базовые, к которым можно отнести две шейки $\varnothing 28e8 \begin{smallmatrix} -0.040 \\ -0.073 \end{smallmatrix}$ и одну из торцевых поверхностей. Уточним точностные параметры поверхностей, которые могут быть базовыми.

Точность размеров. Диаметральный размер $\varnothing 28e8 \begin{smallmatrix} -0.040 \\ -0.073 \end{smallmatrix}$ выполняется по IT8 с допуском $T_{28}=30$ мкм.

Точность формы. Допуск цилиндричности и круглости на размер $\varnothing 28e8 \begin{smallmatrix} -0.040 \\ -0.073 \end{smallmatrix}$ на чертеже не задан, следовательно он включен в общий допуск на размер и составляет 30%:

$$T = 30 \cdot 0,6 = 9 \text{ мкм.}$$

Ближайшее стандартное значение допуска по ГОСТ 24643-81 составляет $T = 16$ мкм, что соответствует 8 степени точности.

Точность расположения. К поверхности $\varnothing 28e8 \begin{smallmatrix} -0.040 \\ -0.073 \end{smallmatrix}$ предъявлен допуск радиального биения относительно оси детали, который равен 0,01 мм, что соответствует стандартному значению по ГОСТ 24643-81.

					ТМЗ 16320611 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		52

Степени шероховатости обрабатываемых поверхностей. Шероховатость поверхности $\text{Ø}28e8\left(\begin{smallmatrix} -0.040 \\ -0.073 \end{smallmatrix}\right) - Ra 0,32$.

Определение условий, в которых будет изготавливаться и эксплуатироваться проектируемое приспособление.

Так как приспособление будет работать в серийном типе производства (двухсменный режим работы), то делаем заключение о высокой интенсивности использования приспособления.

Обработка будет производиться на вертикально – фрезерном станке модели 6P11Ф3-1.

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 задигов, 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.

На операции 085 Фрезерная с ЧПУ заготовку можно базировать несколькими способами (рисунки 7.1 и 7.2). Эта операция состоит из двух переходов. На первом переходе выполняется обработка первого шпоночного паза, на втором переходе выполняется обработка второго паза.

Анализ и обоснование первой схемы базирования и закрепления заготовки

					ТМЗ 16320611 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		53

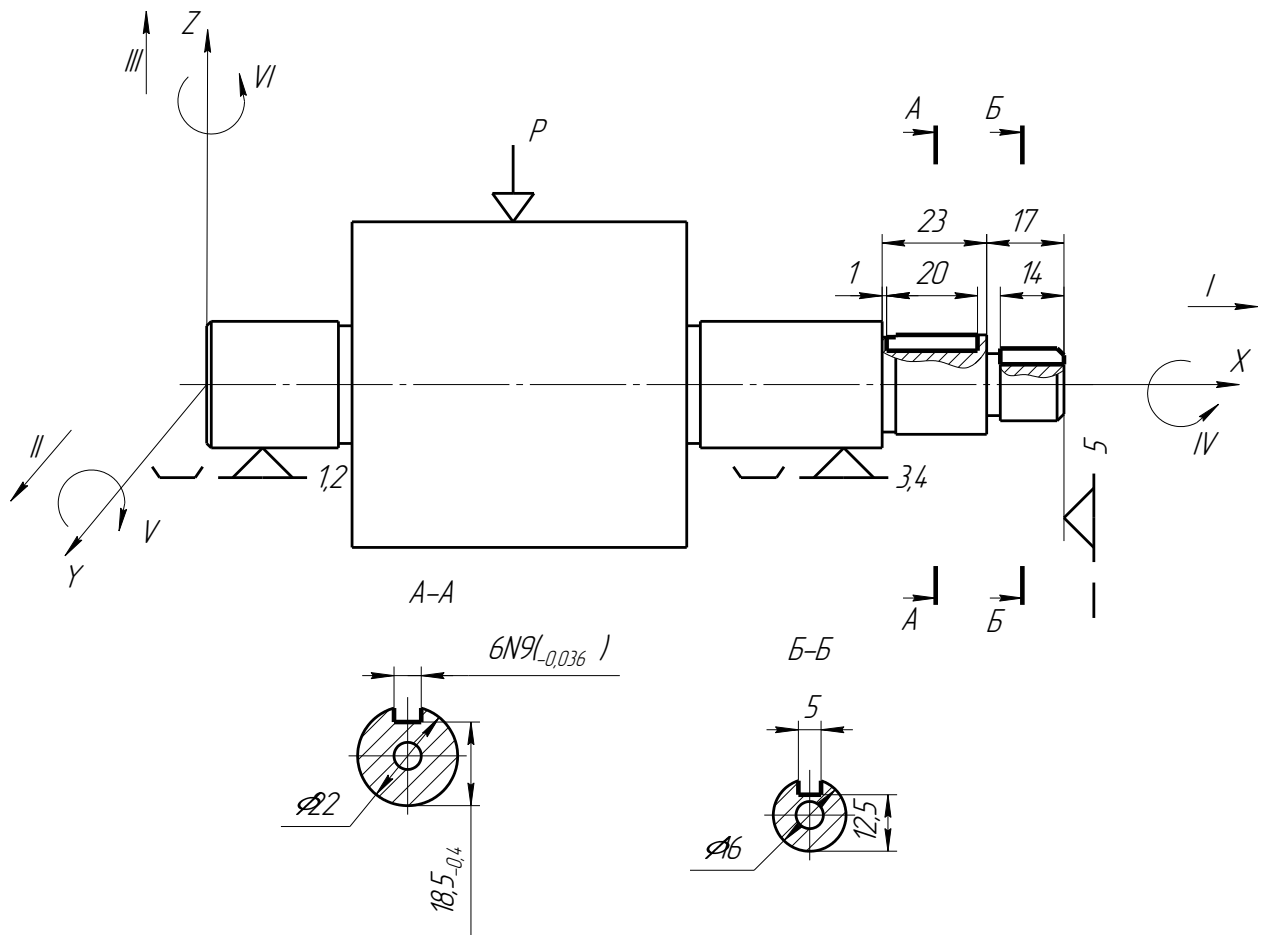


Рисунок 7.1 - Схема базирования 1

При данной схеме базирования деталь лишается пяти степеней свободы. Имеют место двойная направляющая база (точки 1, 2, 3, 4), которая лишает четырех степеней свободы, и опорная база (точка 5), которая лишает одной степени свободы.

Таблица 7.1 - Таблица соответствий

Точки	Степени свободы	База
1,2,3,4	II, III, V, VI	ДНБ
5	I	ОБ

Таблица 2 - Матрица связей

	x	y	z	
l	0	1	1	ДНБ
a	0	1	1	

l	1	0	0	ОБ
α	0	0	0	

Расчет погрешностей базирования.

Погрешность базирования линейного размера $l = 18,5$:

$$\varepsilon_{\delta_{18,5}} = \frac{T_{22}}{2} \left(\frac{1}{\sin \frac{90^\circ}{2}} - 1 \right); \quad (7.1)$$

$$\varepsilon_{\delta_{18,5}} = \frac{0,013}{2} \left(\frac{1}{0,707} - 1 \right) = 0,0027 \text{ мм.}$$

$$T_{18,5} = 0,4 \text{ мм}$$

При достаточной точности базирования должно выполняться условие:

$$\varepsilon_{\delta_{18,5}} \leq T_{18,5}. \quad 0,0027 < 0,4 - \text{следовательно, точность базирования достаточная.}$$

Погрешность базирования линейного размера $l = 20$:

$$\varepsilon_{\delta_{20}} = T_{17} + T_{23} + T_1; \quad (7.3)$$

$$\varepsilon_{\delta_{20}} = 0,18 + 0,21 + 0,1 = 0,49 \text{ мм.}$$

$$T_{20} = 0,52 \text{ мм.}$$

При достаточной точности базирования должно выполняться условие:

$$\varepsilon_{\delta_{20}} \leq T_{20}. \quad 0,49 \leq 0,52 - \text{следовательно, точность базирования достаточная.}$$

Погрешность базирования линейного размера $l = 12,5$:

$$\varepsilon_{\delta_{12,5}} = \frac{T_{M16}}{2} \left(\frac{1}{\sin \frac{90^\circ}{2}} - 1 \right); \quad (7.4)$$

$$\varepsilon_{\delta_{12,5}} = \frac{0,011}{2} \left(\frac{1}{0,707} - 1 \right) = 0,0023 \text{ мм.}$$

$$T_{12,5} = 0,43 \text{ мм}$$

					ТМЗ 16320611 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		55

При достаточной точности базирования должно выполняться условие:
 $\varepsilon_{\delta_{12,5}} \leq T_{18,5}$. $0,0027 < 0,4$ - следовательно, точность базирования достаточная.

Погрешность базирования линейного размера $l = 14$:

$$\varepsilon_{\delta_{14}} = 0$$

Погрешность базирования линейного размера $l = 1$:

$$\varepsilon_{\delta_1} = T_{17} + T_{23} = 0,18 + 0,21 = 0,39 \text{ мм.} \quad (7.5)$$

При достаточной точности базирования должно выполняться условие:
 $\varepsilon_{\delta_1} \leq T_1$. $0,39 > 0,25$ - следовательно, точность базирования недостаточная и вероятен брак при обработке.

Анализ и обоснование второй схемы базирования и закрепления заготовки

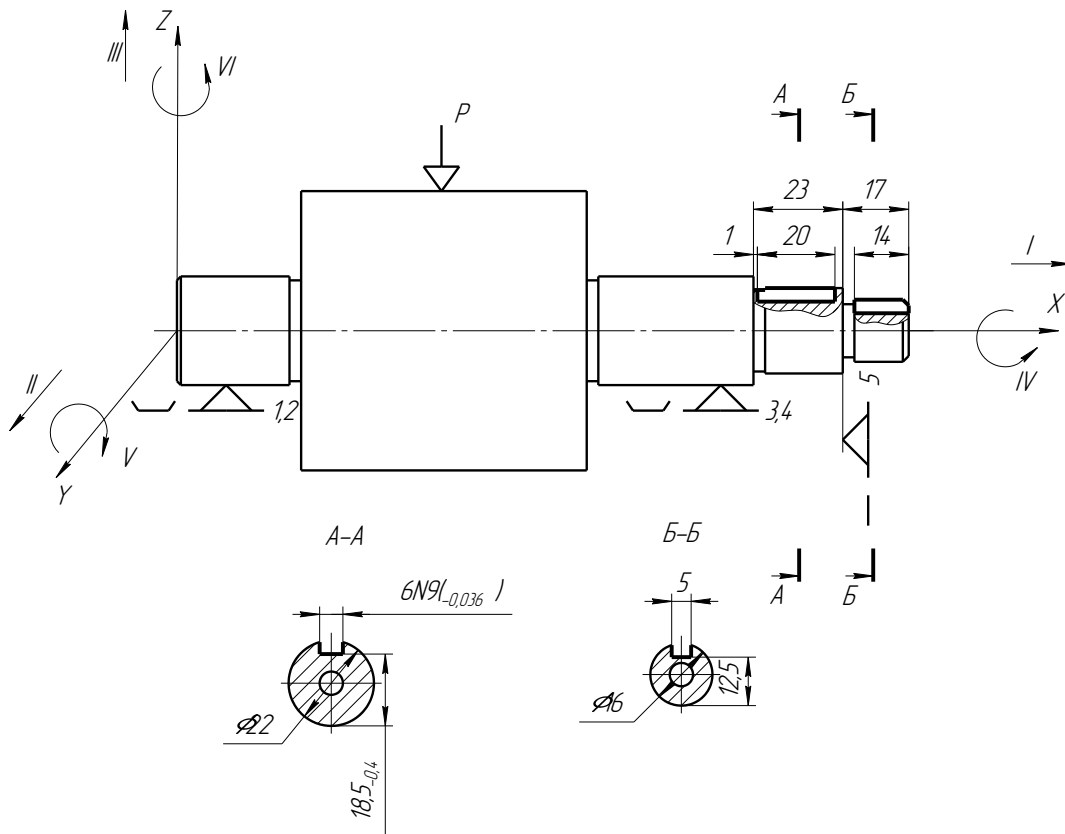


Рисунок 7.2 - Схема базирования 2

При данной схеме базирования деталь лишается пяти степеней свободы. Имеют место двойная направляющая база (точки 1, 2, 3, 4), которая лишает четырех степеней свободы, и опорная база (точка 5), которая лишает одной степени свободы.

Таблица 7.3 - Таблица соответствий

Точки	Степени свободы	База
1,2,3,4	II, III, V, VI	ДНБ
5	I	ОБ

Таблица 7.4 - Матрица связей

	x	y	z	
<i>l</i>	0	1	1	ДНБ
α	0	1	1	
<i>l</i>	1	0	0	ОБ
α	0	0	0	

Расчет погрешностей базирования

Погрешность базирования линейного размера $l = 18,5$:

$$\varepsilon_{\sigma_{18,5}} = \frac{T_{22}}{2} \left(\frac{1}{\sin 90^\circ / 2} - 1 \right); \quad (7.6)$$

$$\varepsilon_{\sigma_{18,5}} = \frac{0,013}{2} \left(\frac{1}{0,707} - 1 \right) = 0,0027 \text{ мм.}$$

$$T_{18,5} = 0,4 \text{ мм}$$

При достаточной точности базирования должно выполняться условие:

$$\varepsilon_{\sigma_{18,5}} \leq T_{18,5}. \quad 0,0027 < 0,4 - \text{следовательно, точность базирования достаточная.}$$

Погрешность базирования линейного размера $l = 20$:

$$\varepsilon_{\sigma_{20}} = T_{23} + T_1; \quad (7.7)$$

$$\varepsilon_{\sigma_{20}} = 0,21 + 0,1 = 0,31 \text{ мм.}$$

$$T_{20} = 0,52 \text{ мм.}$$

При достаточной точности базирования должно выполняться условие:

$$\varepsilon_{\sigma_{20}} \leq T_{20}. \quad 0,31 \leq 0,52 - \text{следовательно, точность базирования достаточная.}$$

Погрешность базирования линейного размера $l = 12,5$:

$$\varepsilon_{\delta_{12,5}} = \frac{T_{M16}}{2} \left(\frac{1}{\sin 90^\circ/2} - 1 \right); \quad (7.8)$$

$$\varepsilon_{\delta_{12,5}} = \frac{0,011}{2} \left(\frac{1}{0,707} - 1 \right) = 0,0023 \text{ мм.}$$

$$T_{12,5} = 0,43 \text{ мм}$$

При достаточной точности базирования должно выполняться условие:

$$\varepsilon_{\delta_{12,5}} \leq T_{18,5}. \quad 0,0027 < 0,4 - \text{следовательно, точность базирования достаточная.}$$

Погрешность базирования линейного размера $l = 14$:

$$\varepsilon_{\delta_{14}} = T_{17}; \quad (7.9)$$

$$\varepsilon_{\delta_{14}} = 0,43 \text{ мм.}$$

$$T_{14} = 0,43 \text{ мм.}$$

При достаточной точности базирования должно выполняться условие:

$$\varepsilon_{\delta_{14}} \leq T_{14}. \quad 0,43 = 0,43 - \text{следовательно, точность базирования достаточная.}$$

Погрешность базирования линейного размера $l = 1$:

$$\varepsilon_{\delta_1} = T_{23} \quad (7.10)$$

$$\varepsilon_{\delta_1} = 0,21 \text{ мм}$$

При достаточной точности базирования должно выполняться условие:

$$\varepsilon_{\delta_1} \leq T_1. \quad 0,21 < 0,25 - \text{следовательно, точность базирования достаточная.}$$

Сравнив схемы базирования и закрепления заготовок, принимаем второй способ базирования, т.к. он является более точным. При первом способе базирования и закрепления возможен брак.

Построение функциональной структуры и общей компоновки приспособления.

Из набора функций, приведенных в п. 2.4, выделим те, которые реализуются в течении оперативного времени: 0, 1, 2, 5, 6, 7. Функции 3, 4, 8 влияют на подготовительно – заключительное время; функции 8, 9, 12 прямого влияния на штучное время не оказывают.

Руководствуясь нормативами времени, составим структуру потока функций при их последовательной реализации (рисунок 7.3).

					ТМЗ 16320611 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		58

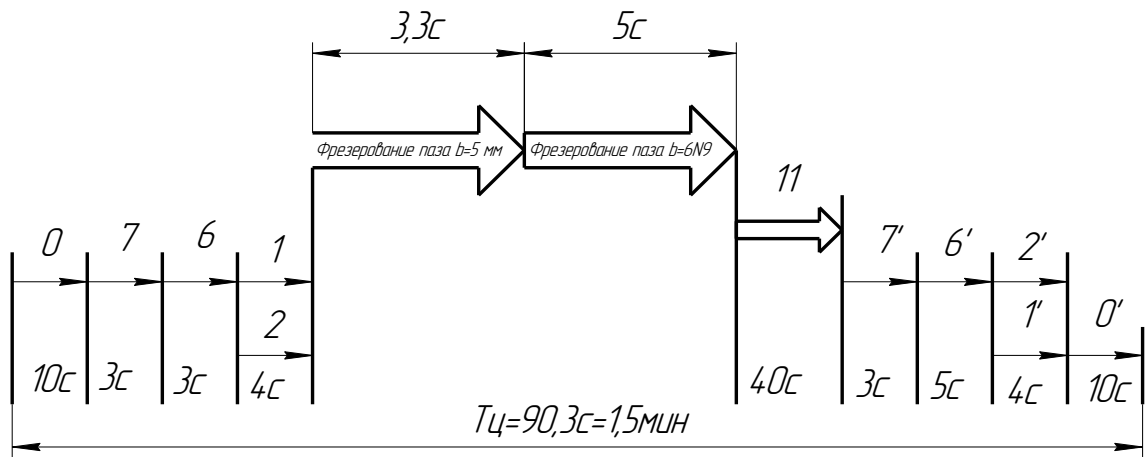


Рисунок 7.3 – Схема последовательной реализации функций.

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

Последовательная структура реализации потока функций нас не может удовлетворить, поскольку ее длительность недопустимо велика. Используя положение функциональной интенсификации, построим более приемлемую структуру.

Функциональная структура проектируемого приспособления представлена на рисунке 7.4.

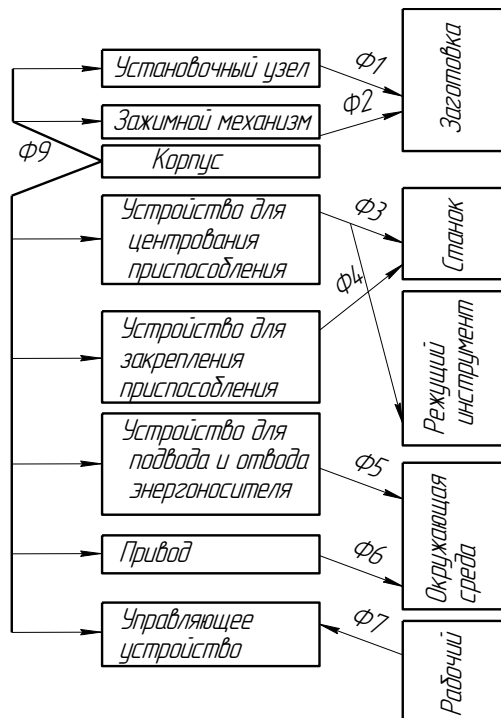


Рисунок 7.4 – Функциональная структура проектируемого приспособления.

Обоснование схемы закрепления.

Анализ структуры полей возмущающих сил.

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

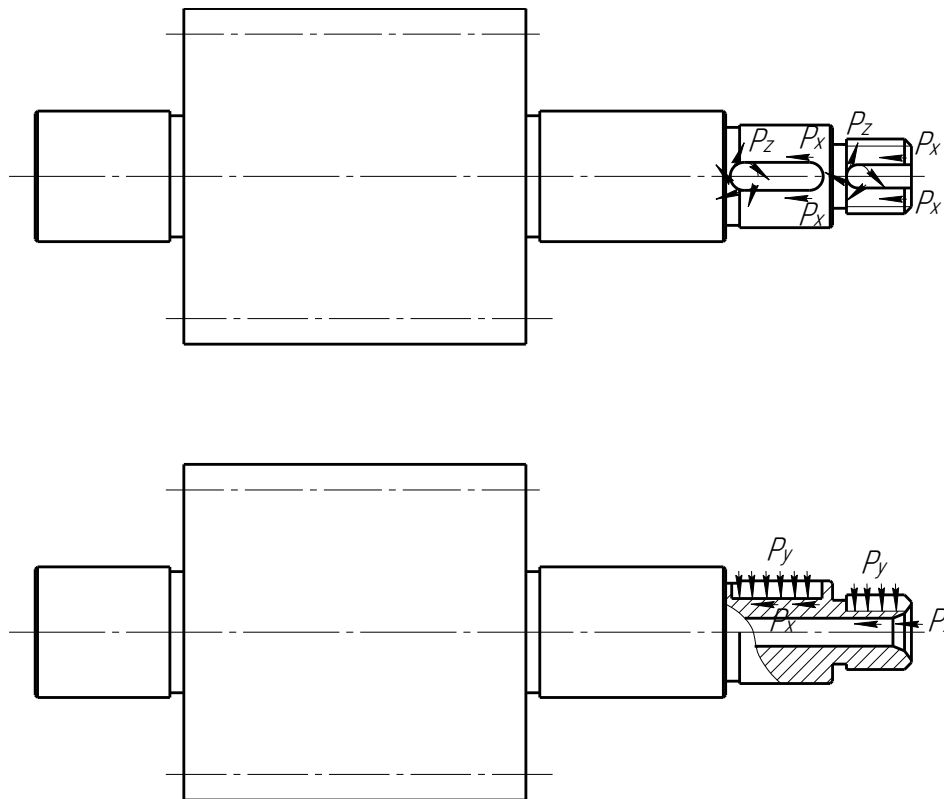


Рисунок 7.5 – Структура поля возмущающих сил.

Анализ структуры полей уравновешивающих сил.

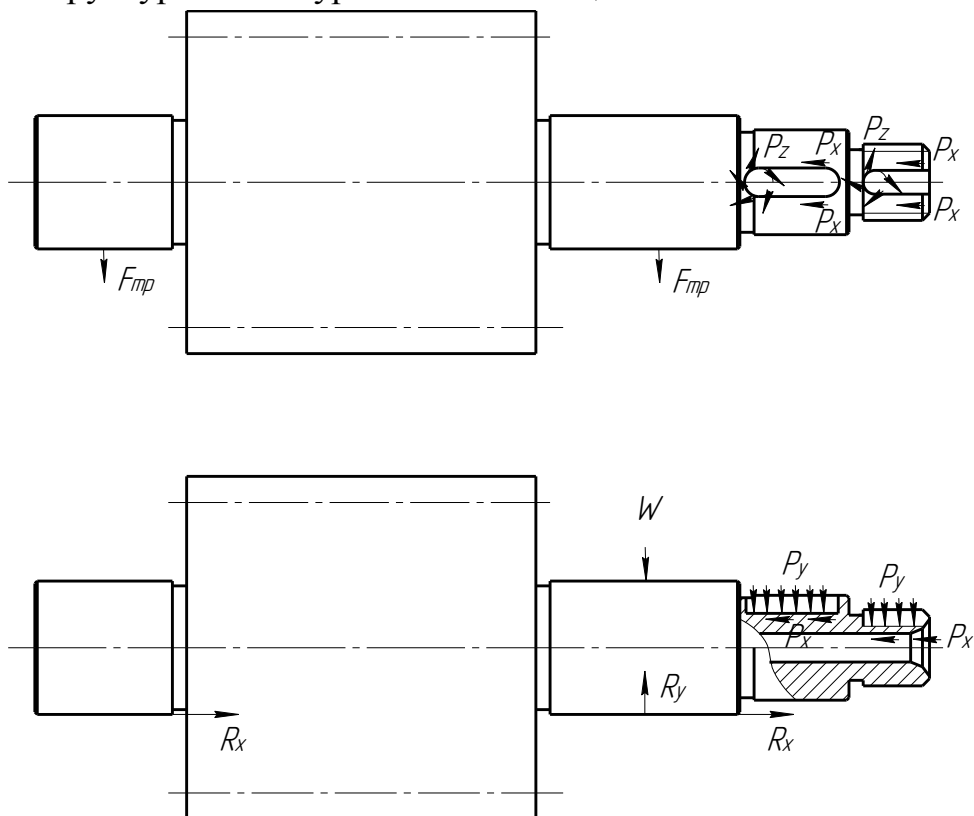


Рисунок 7.6 – Структура поля уравновешивающих сил.

Расчет сил закрепления.

Расчет сил закрепления заготовки производится из условия проворота:

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

$$Q = M_{рез} \cdot \sin(\alpha/2) \cdot K / R_{заг} \cdot f$$

$$M_{рез} = P_z \cdot R_{заг}$$

где $M_{рез}$ – момент резания

P_z - сила резания

$$P_z = \frac{10 C_p t^x S_z^y B^n Z}{D^q n^w} k_{mp}$$

где Z – число зубьев фрезы; $Z=2$

n – частота вращения фрезы, об/мин; $n=630$ об/мин;

t – глубина фрезерования, мм; $t=0,3$ мм;

B – ширина фрезерования, мм; $B=6$ мм;

S_z – подача на зуб фрезы, мм/зуб; $S_z=0,1$ мм/зуб.

Производится выбор показателей степени:

$C_p=68,2$; $x=0,86$; $y=0,72$; $n=1$; $q=0,86$; $w=0$ [18 с.291]

$k_{mp}=0,98$ [18 с 264 т9]

Таким образом

$$P_z = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 0,3^{0,86} \cdot 6^1 \cdot 0,1^{0,72} \cdot 2}{6^{0,86} \cdot 630^0} \cdot 0,98 = 116 \text{ Н}$$

Значение коэффициента трения: $f=0,16$.

При расчете коэффициента запаса учитываются следующие коэффициенты:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6$$

1. гарантированный запас, неточность расчетов, выкрашивание и износ режущей кромки $k_0=1,5$,
2. состояние технологической базы $k_1=1,0$
3. ударную нагрузку на инструмент $k_2=1,0$
4. стабильность силового привода $k_3=1,0$,
5. удобство расположения рукояток $k_4=1,2$,
6. наличие моментов, стремящихся повернуть заготовку $k_5=1,0$

7. увеличение сил резания от прогрессирующего изоса режущей кромки
 $k_6=1,4$.

Значит

$$k=1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,4=2,6$$

$$M_{рез}=116 \cdot 11=1276 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

Таким образом сила зажима равна

$$Q=\frac{1276 \cdot 0,7 \cdot 2,6}{11 \cdot 0,16}=1320 \text{ Н}$$

Расчет на прочность

Для расчёта на прочность принимается деталь – прихват. Для неё рассчитывается на прочность при изгибе. Материал детали – Сталь 45.

Условие прочности при изгибе:

$$\sigma_{и \max} = M_{и \max} / W_x \leq [\sigma_{и}]$$

где $M_{и \max}$ - максимальный изгибающий момент, Нм

W_x – осевой момент сопротивления сечения, Нм

$[\sigma_{и}]$ – допускаемое напряжение, кН/см²

Допускаемое напряжение для Стали 40

$$[\sigma_{и}]=167 \text{ МПа} = 16.7 \text{ кН/см}^3$$

Определение максимального изгибающего момента

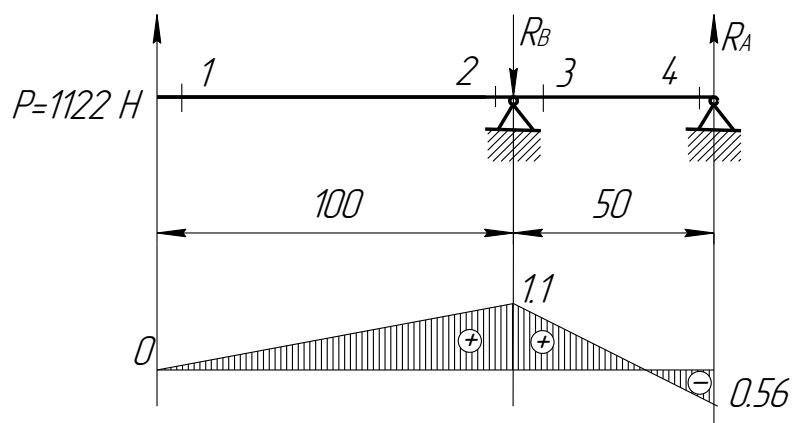


Рисунок 7.7 - Эпюра изгибающих моментов.

Расчёт реакций опор:

$$\Sigma M_A = R_B \cdot 50 - P \cdot 150 = 0$$

$$R_B = P \cdot 150 / \Sigma M_A$$

$$R_B = 1122 \cdot 150 / 50 = 3366 \text{ Н}$$

$$\Sigma M_B = R_A \cdot 50 - P \cdot 100 = 0$$

$$R_A = 1122 \cdot 100 / 50 = 2244 \text{ Н}$$

Расчитывается изгибающий момент:

$$M_{из(1)} = 0$$

$$M_{из(2)} = P \cdot a = 1122 \cdot 100 = 1,1 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_{из(3)} = P \cdot a - R_B \cdot 0 = 1122 \cdot 100 = 1,1 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_{из(4)} = P \cdot a - R_B \cdot 50 = 1122 \cdot 100 - 3366 \cdot 50 = -0,56 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

По наибольшему значению изгибающего момента $M_{из}$ выбирается опасное сечение. На эпюре изгибающих моментов (рисунок 7) видно, что наибольший изгибающий момент $M_{из_{max}} = 1,1 \text{ кН} \cdot \text{м} = 110 \text{ кН} \cdot \text{см}$

Максимальное напряжение при изгибе:

$$\sigma_{и_{max}} = M_{из_{max}} / W_x \leq [\sigma_{и}]$$

Отсюда:

$$W_x \geq M_{из_{max}} / [\sigma_{и}]$$

$$W_x = 110 / 16,7 = 6,59 \text{ см}^3$$

Принимается поперечное сечение детали – прямоугольник, $h = 0.5b$.

$$W_x = b \cdot h^2 / 6 = b \cdot (0.5b)^2 / 6 = b^3 / 24 = 6.59 \text{ см}^3$$

$$b = \sqrt[3]{24 \cdot W_x} = \sqrt[3]{24 \cdot 6.59} = 49.2 \text{ см}$$

Принимаем $b = 50 \text{ см}$, $h = 0.5b = 25 \text{ см}$ (рисунок 7.8)

					ТМЗ 16320611 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		63

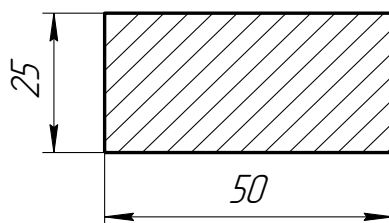


Рисунок 7.8 - Поперечное сечение детали

$$W_x = 50 \cdot 25^2 / 6,95 \text{ см}^3$$

$$\sigma_{и \text{ max}} = 110 / 6,95 = 15,8 \text{ кН/см}^3$$

Так как $15,8 \leq 16,7$ то условие прочности выполняется, значит прочность детали обеспечена.

Расчет привода. В качестве пневмопривода используется пневмоцилиндр двухстороннего действия.

Для того чтобы выбрать диаметр поршня и диаметр штока, необходимо иметь данные о величине усилия на штоке пневмоцилиндра. Схему закрепления детали и силы при закреплении приведено на рисунке 7.9.

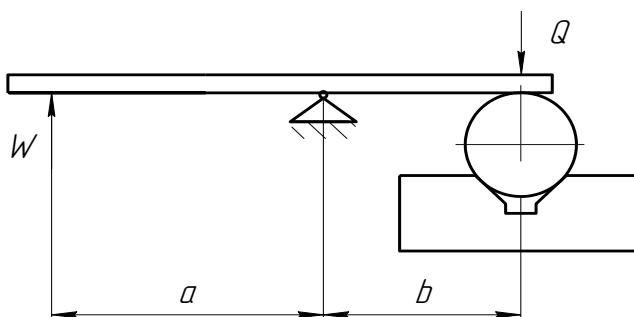


Рисунок 7.9 - Схема приложения сил при закреплении детали

где W – искомое усилие на штоке;

a и b – размеры плеч;

Целесообразно принять, $a=100$ мм; $b=50$ мм.

Усилие на штоке рабочего хода определяется по формуле:

$$W = \frac{P \pi D^2}{4} \eta$$

Усилие на штоке холостого хода определяется по формуле:

$$W = \frac{P\pi(D^2 - d^2)}{4} \eta$$

где P- расчетное давление сжатого воздуха P=0,4 МПа

η - коэффициент полезного действия η =0,9

D-диаметр поршня

d- диаметр штока

Усилие на штоке холостого хода:

$$W = \frac{3,14 \cdot 0,4 \cdot (63^2 - 18^2)}{4} \cdot \frac{50}{100} \cdot 0,9 = 515 \text{ Н}$$

Усилие на штоке рассчитывается с учетом размеров плеч:

$$W \cdot a = Q \cdot b$$

Отсюда минимальное усилие на штоке:

$$W_{\min} \geq 1320 \cdot 50 / 100 = 660 \text{ Н}$$

Расчёт действительного усилия на штоке:

$$W_{\text{д}} = 3,14 \cdot 0,4 \cdot 0,9 \cdot 63^2 / 4 = 1122 \text{ Н}$$

Расчёт действительной силы зажима:

$$Q_{\text{д}} = W \cdot a / b = 1122 \cdot 63 / 50 = 2244 \text{ Н}$$

Коэффициент запаса:

$$K_{\text{з}} = W_{\text{д}} / W_{\min} = 1122 / 660 = 1,7$$

Точностные расчеты приспособления

Погрешность приспособления рассчитывается по формуле:

					ТМЗ 16320611 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		65

$$\varepsilon_{np} = K_T \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_n^2 + K_{T2}^2 \varepsilon_u^2 + \varepsilon_{noz}^2}$$

где:

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

- $K_{T1}=0$ - коэффициент, принимаемый во внимание, когда погрешность базирования не равна 0.

- $\varepsilon_{\delta} = 0$ - погрешность базирования на размер 310.

- $\varepsilon_3 = 0,12$ мм - погрешность закрепления заготовки.

- $\varepsilon_y = 0,034$ мм

- ε_n - погрешность перекося, в данном случае отсутствует, т.к. нет направляющих элементов приспособления.

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

- $\varepsilon_u = 0,058$ мм - средняя экономическая точность обработки [17].

- $\varepsilon_{noz} = \varepsilon_2 \cdot N^n = 0.0015 \cdot 500^{0.5} = 0.033$ - погрешность, возникающая вследствие износа установочных элементов [5].

$\varepsilon_{noz} = 0,02$ - погрешность позиционирования

При оговоренных условиях:

$$\varepsilon_{np} = 1,3 - 1,2 \sqrt{0^2 + 0,12^2 + 0,034^2 + 0^2 + 0,6 \cdot 0,058^2 + 0,033^2 + 0,02^2} = 0,83 \text{ мм}$$

Описание устройства и принципа действия приспособления.

Деталь устанавливается в призмах. При подаче сжатого воздуха в нижнюю камеру пневмоцилиндра поршень поднимается в верхнее положение и движет шток пневмоцилиндра (поз. 7) вверх, который через рычаг (поз.26) закрепляет деталь. Сила зажима может регулироваться при изменении плечей рычага.

При снятии детали, в верхнюю камеру пневмоцилиндра подаётся сжатый воздух, а из нижней выходит, и при этом поршень движет шток пневмоцилиндра вниз, возвращаясь в исходное положение.

Для того чтобы рычаг, при снятии детали, не падал вниз, его снизу поджимает пружина (поз. 6). Стойка резьбовая крепится резьбовой поверхностью в опоре (поз. 12) и может регулироваться по высоте. На опорах крепятся призмы с помощью штифтов (поз.17) и винтов (поз.22).

Для точной установки приспособления на столе станка служат две шпонки (поз.27), которые крепятся снизу к установочной плите винтами (поз.16), а затем базируют приспособление при установке по пазам, выполненным в столе станка.

Для избежания утечки воздуха из пневмоцилиндра, из-за наличия зазора, шток уплотняется прокладкой резиновой и манжетной.

Для транспортировки приспособления предусмотрены рым-болты (поз.19), которые крепятся в плите приспособления.

					ТМЗ 16320611 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		67

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 производство 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..

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 сосудике на видном месте должна быть прикреплена заводом-изготовителем металлическая пластинка с нанесенными клеймением паспортными данными:

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

					ТМЗ 16320611 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		68

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 сосудиков, работающих под давлением, устанавливается теми же.

Инспектор госнадзора выдает разрешение на пуск в работу сосудиков, 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.

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).

					ТМЗ 16320611 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		69

Отдельные баллоны со сжатыми газами хранятся 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 перекачивать 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.

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 подкладки 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	Зеленый	Зелены

		чистый		й
Ацетилен	Белая	Ацетилен	Красный	Есть
Нефтегаз	Серая	Нафтогаз	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.

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.

					ТМЗ 16320611 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		72

Выводы

Тема дипломного проекта – анализ технологической операции изготовления детали «Вал-шестерни» 1.82156.14.20.000-04.

В ходе выполнения был выполнен следующий объем работ.

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

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

Был определен тип производства — мелкосерийный — и определена партия запуска $n = 47$ штук.

В качестве заготовки была принята штамповка на КГШП, так как она более экономически выгодная, чем свободная ковка.

Во время выполнения работы был проанализирован заводской технологический процесс изготовления детали и внесены изменения направленные на его усовершенствование, а именно изменена последовательность операций, заменено универсальное оборудование на оборудование с ЧПУ, также подробно рассмотрены токарная и фрезерная с ЧПУ операции, рассчитаны режимы резания для них и выполнено техническое нормирование.

Спроектировано станочное приспособление для токарной операции, которое позволяет быстро и надежно закреплять заготовку.

В разделе охраны труда рассмотрены правила безопасности при работе сосудов под давлением.

Также выполнен комплект технологической документации на картах КТП.

					ТМЗ 16320611 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		73

Список использованных источников

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

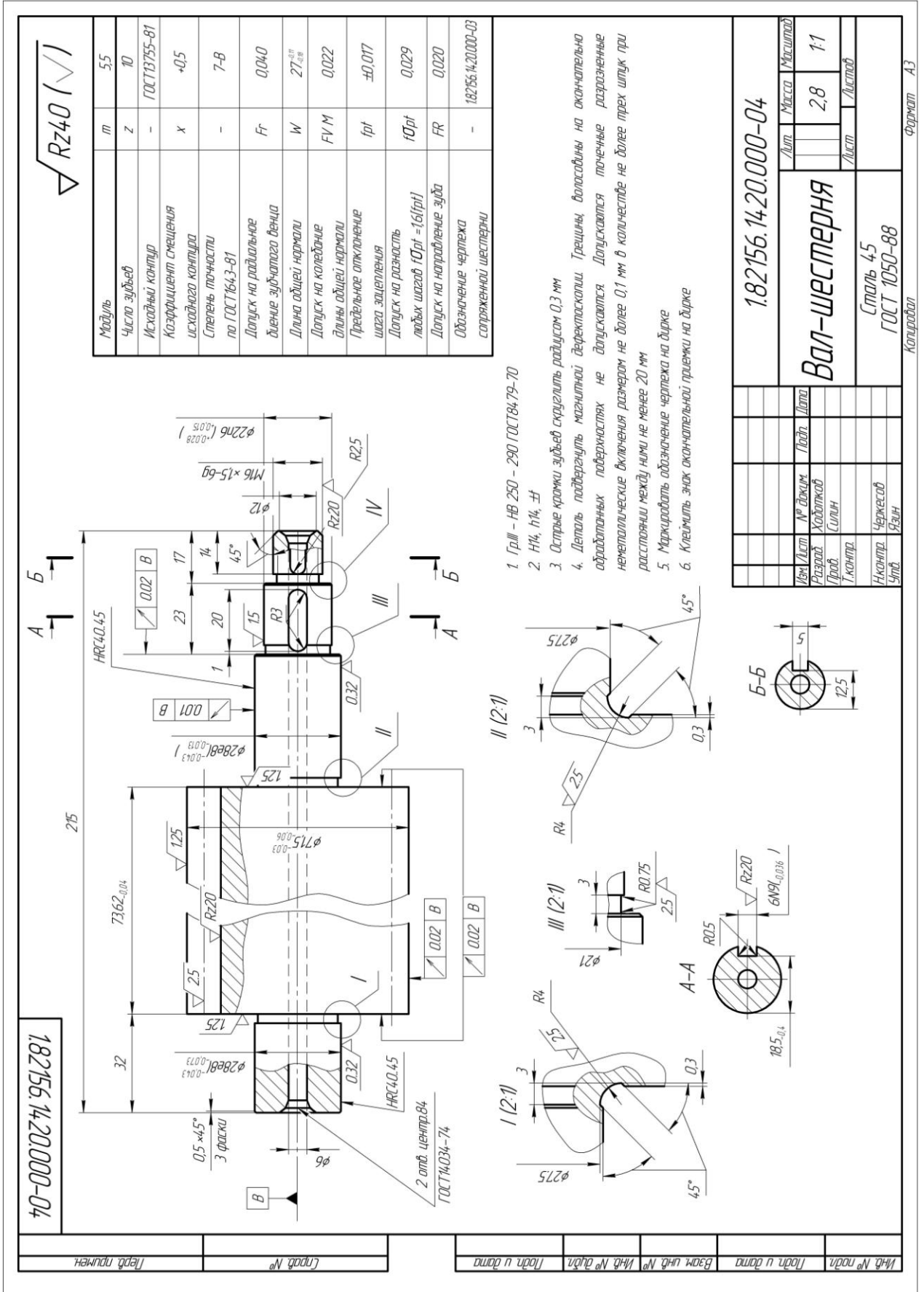
					ТМЗ 16320611 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		74

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.

					ТМЗ 16320611 - 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		75

Приложение А. Заводской чертёж детали



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ТМЗ 16320611 - 00 ПЗ

Лист

76

Приложение Б. Расчет припусков

р

Nikitenko
 -
 3

Nikitenko
 28 -0.043
 -0.143

-
 -
 -90 +2.400
 -1.200

0 -1.000 -1.000

Polychistovay 0 -0.400 -0.400

8 -0.043 20 125 105 0 0
 -0.043 -0.143 -0.143

-
 -
 -
 -
 31.832 32 32 +2.400 30.8 34.4 - - -
 -1.200
 968 1968 29.925 30 30 0 29 30 1400 1340 1430
 -1.000
 145 1875 28.945 29 29 0 28.6 29.0 270 900 1055
 -0.400
 50 655 28 28 28 -0.043 27.857 27.957 145 170 373
 -0.143

Приложение В. Спецификации на станочное приспособление

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документация</i>						
A1			ТМЗ 16320611 - 07.00.00	Сборочный чертеж		
<i>Сборочные единицы</i>						
б/ч	6		ТМЗ 16320611 - 07.01.00	Пневмораспределитель		
б/ч	7		ТМЗ 16320611 - 07.02.00	Пневмоцилиндр		
<i>Детали</i>						
б/ч	30		ТМЗ 16320611 - 07.00.01	Кнопка	1	
б/ч	33		ТМЗ 16320611 - 07.00.02	Корпус	1	
б/ч	2		ТМЗ 16320611 - 07.00.03	Опора высотная	1	
б/ч	3		ТМЗ 16320611 - 07.00.04	Опора установочная	1	
б/ч	1		ТМЗ 16320611 - 07.00.05	Основание	1	
б/ч	7		ТМЗ 16320611 - 07.00.06	Прихват	1	
б/ч	5		ТМЗ 16320611 - 07.00.07	Пружина	1	
б/ч	29		ТМЗ 16320611 - 07.00.08	Пружина	1	
б/ч	4		ТМЗ 16320611 - 07.00.09	Стойка резьбовая	1	
б/ч	6		ТМЗ 16320611 - 07.00.10	Стойка упорная	1	
б/ч	28		ТМЗ 16320611 - 07.00.11	Фиксатор	1	
б/ч	38		ТМЗ 16320611 - 07.00.12	Штуцер	2	
ТМЗ 16320611 - 07.00.00						
Изм. Лист		№ докум.		Подп.		Дата
Разраб. Никитенко						
Пров. Дегтярев						
Н.контр. Денисенко						
Чтв. Залого						
				Приспособление для фрезерования шпоночного паза		
				Лит.	Лист	Листов
					1	3
				СумГУ зр. ТМЗ-41с		
				Копировал		
				Формат А4		

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Стандартные изделия		
		7		Болт 7002-2519 ГОСТ13152-67	2	
		38		Винт М5х50 ГОСТ1491-80	1	
		20		Винт М6х4 ГОСТ1491-80	2	
		36		Винт М8х16 ГОСТ1491-80	1	
		38		Винт М8х55 ГОСТ7802-81	1	
		24		Винт М10х30 ГОСТ1491-80	2	
		16		Винт М10х40 ГОСТ1491-80	4	
		22		Винт М10х45 ГОСТ1491-80	2	
		25		Винт М10х60 ГОСТ1491-80	2	
		35		Втулка ГОСТ1843-73*	1	
		39		Гайка М8 ГОСТ5915-70	1	
		8		Гайка М12 ГОСТ5929-70	1	
		9		Гайка М16 ГОСТ5929-70	2	
		15		Опора 7034-0375 ГОСТ13442-68	1	
		12		Призма 7033-0035 ГОСТ12195-66	1	
		13		Призма 7033-0035 ГОСТ12195-66	1	
		19		Рым-болт М10 ГОСТ751-81	1	
		10		Шайба 7019-0395 ГОСТ1343-68	1	
		11		Шайба 7019-0415 ГОСТ1343-68	1	
		37		Шайба 6 ГОСТ9649-78	1	
		27		Шайба 16 ГОСТ9649-78	1	
		31		Штифт 4х55 ГОСТ3128-70	2	
		21		Штифт 2.6х45 ГОСТ3128-70	1	
		17		Штифт 2.10х40 ГОСТ3128-70	1	
		23		Штифт 2.10х45 ГОСТ3128-70	1	
		18		Штифт 2.10х60 ГОСТ3128-70	1	

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ТМЗ 16320611 - 07.00.00	Лист
						2

Копировал

Формат А4

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ТМЗ 16320611 - 00 ПЗ

Лист

79