

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

Кафедра «Технологія машинобудування, верстати та інструменти»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

технології машинобудування,

верстатів та інструментів

_____ В. О. Залого

« ____ » _____ 2019 р.

ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ

ВАЛА 1.3000-98.15.03-02

Бакалаврська кваліфікаційна робота

Напрямок підготовки 6.05050201 – Інженерна механіка

(Технології машинобудування)

Студент

М. В. Литвиненко

Керівник

В. О. Колесник

Нормоконтроль

Ю. О. Денисенко

Суми – 2019

Реферат

Записка: страниц 90, рисунков 11, таблиц 13, приложений 3, источников 20.

Объект исследования – деталь «Вал».

Цель работы – проектирование технологической операции изготовления детали «Вал» позиции 1.3000-98.15.03-02.

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 – фрезерно-центровальной и токарной 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, посвященный сосудам под давлением.

Разработан комплект технической документации.

ВАЛ, НАСОС, БАЗИРОВАНИЕ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ОСНОВНОЕ ВРЕМЯ.

СОДЕРЖАНИЕ

	с.
Введение.....	3
1 Анализ служебного назначения машины, узла, детали. описание их конструктивных особенностей и условий эксплуатации.....	4
2 Анализ технических требований на изготовление детали.....	10
3 Определение типа производства, партии запуска или такта выпуска, организационной формы производства и описание ее характеристик.....	15
4 Анализ технологичности конструкции детали	20
5 Выбор и обоснование способа получения исходной заготовки и разработка технических требований.....	23
6 Анализ базового технологического процесса	27
6.1 Расчет припусков на механическую обработку поверхностей	27
6.2 Анализ и обоснование схем базирования и закрепления	29
6.3 Обоснование выбора металлорежущих станков.....	36
6.4 Обоснование выбора технологической оснастки	39
6.5 Расчёт режимов резания.....	43
6.6 Техническое нормирование операций	55
7 Проектирование станочного приспособления	59
8 Охрана труда и безопасность в чрезвычайных ситуациях	77
Выводы.....	83
Список использованной литературы	84
Приложение А. Заводской чертеж детали	86
Приложение Б. Расчет припусков	87
Приложение В. Спецификации.....	88

					<i>ТМЗ 16190034-00.ПЗ</i>				
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>	<i>Проектирование технологического процесса изготовления вала 1.3000-98.15.03-02</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>	
<i>Разраб.</i>	<i>Литвиненко</i>							2	90
<i>Пров.</i>	<i>Колесник</i>								
<i>Реценз.</i>	<i></i>								
<i>Н. Контр.</i>	<i>Денисенко</i>								
<i>Утв.</i>	<i>Залого</i>						<i>СумГУ, ТМЗ-41к</i>		

Введение

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

Технический прогресс в машиностроении характеризуется не только улучшением конструкций машин, но и непрерывным совершенствованием технологии их производства. Важно качественно и в заданные сроки изготовить машину с минимальными затратами материалов, энергии, живого и овеществленного труда. В технологии машиностроения решаются задачи по всем технологическим переделам – от получения заготовки до приемки собранных изделий. Однако большое внимание уделяется конечным этапам производства – механической обработке заготовок и сборке машин. Эти процессы наиболее трудоемки (80-90% всей трудоемкости изготовления изделий) и взаимосвязаны между собой; они являются определяющими во всем цикле производства машин.

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

Как известно насос – это гидравлическая машина, в которой механическая энергия, приложенная к выходному валу, преобразуется в гидравлическую энергию потока рабочей среды.

					<i>ТМЗ 16190034-00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		

1 Анализ служебного назначения машины, узла, детали. описание их конструктивных особенностей и условий эксплуатации

Процесс создания машины складывается в основном из двух частей: проектирования и изготовления. Оба эти процесса взаимосвязаны и преследуют одну и ту же цель – создание машины удовлетворяющей заданному служебному назначению. Эксплуатационные показатели качества машины зависят не только от ее конструкции, но и в большей степени от технологии изготовления деталей и сборки в изделие [1].

Поэтому четкое определение назначения машины, конкретизация ее функции, а также области и условий эксплуатации, причин выхода ее из строя необходимо для обоснованной постановки задач по разработке ТП изготовления и сборки изделия.

Назначение агрегата

Агрегаты электронасосные типа ЦНС 180, предназначены для закачки в нефтеносные пласты чистой воды и нефтепромысловых вод без содержания сероводорода. Содержание примесей не более 0,1% по весу и размерах твердых частиц не более 0,1мм.

Устройство и принцип работы

Принцип действия насоса заключается в преобразовании получаемой от привода динамической энергии в потенциальную энергию давления, кинетическую энергию потока перекачиваемой жидкости за счет взаимодействия с жидкостью рабочих колес ротора и направляющих аппаратов насоса.

Насос типа ЦНС-180 – центробежный, горизонтальный, секционный, однокорпусный с односторонним расположением колес, с гидравлической пятой, подшипниками скольжения и кольцевыми уплотнениями комбинированного типа – щелевое уплотнение и уплотнение с мягкой сальниковой набивкой или торцев.

Базовыми деталями насоса являются крышки входная напорная с лапами, расположенными в плоскости, параллельной горизонтальной от насоса. Входной

патрубок – горизонтальный, напорный патрубок – направлен вертикально вверх. Во избежание перетока воды по валу, имеется плотный металлический контакт в стыках. В секциях по напряженной посадке посажены направляющие аппараты. От проворота направляющие аппараты стопорятся в секциях штифтами.

Ротор насоса состоит их рабочих колес, посаженных на вал по скользящей посадке, диска разгрузочного, защитных втулок, и других деталей собираемых на валу. Для предотвращения обводнения масла, предусмотрены водомаслоотражатели на валу и уплотнительные кольца в корпусе подшипников. Опорами ротора служат подшипники скольжения, с принудительной смазкой.

Таблица 1.1 – Техническая характеристика агрегата

Наименование показателя	Значение показателя
Подача м ³ /с (м ³ /ч)	0,05 (180)
Напор, м	1900
Частота вращения синхронная, с ⁻¹ (об/мин)	50 (3000)
Допускаемый кавитационный запас, м не более	7
Внешняя утечка через сальниковые уплотнения, не более м ³ /с (л/час)	14·10 ⁻⁶ (50)
Давление на входе, мПа	
Минимальное	0,1
Максимальное	3,1
КПД, % не менее	
Насоса	73
Агрегата	70
Мощность, кВт	
Насоса при ρ=1000 кг/м ³	1350
Агрегата при ρ=1000	1480
Двигатели,	
Напряжение, В	6000
Мощность, кВт	1600

Приводом агрегатов электонасосных типа ЦНС-180 служат синхронные электродвигатели серии СТД с разомкнутым или замкнутым циклом вентиляции, а также двигатель серии 4АДМ или АЗМ. Насос с электродвигателем соединяется с помощью зубчатой муфты с консистентной смазкой или с упругой пластинчатой муфты без смазки.

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

ТМЗ 16190034-00.ПЗ

Деталь "Вал 1.3000-98.15.03-02" (см. рис.1.1) предназначена для установки рабочих колес насоса и передачи вращательного момента от полумуфты к рабочим колесам и входит в состав узла "Ротор насоса 1.3000-98.15-00 СБ" . Вал представляет собой тело вращения цилиндрической формы [2].

Основными конструкторскими базами вала являются поверхности:

5 – цилиндрические поверхности (шейки вала) $\varnothing 90d6$, на них устанавливаются втулки подшипников при помощи которых ротор устанавливается в корпус насоса, данные поверхности являются двойной направляющей базой и лишают узел четырех степеней свободы – двух перемещений вдоль двух осей и двух вращений вокруг двух осей.

11 – торец, предназначен для базирования ротора в осевом направлении, через детали поз. Л, 9, 11, 15, 17 (см. прил.Б), поверхность является опорной базой и лишает узел в изделии одной степени свободы – перемещения вдоль одной оси;

Вспомогательными конструкторскими базами вала являются:

1 – резьба M72×2LN-8g, на которую накручивается стопорная гайка 23;

2 – коническая поверхность конус 1:10, на которую устанавливается полумуфта поз. К, при помощи которой вал соединяется с валом электродвигателя;

4 – цилиндрическая поверхность $\varnothing 90h6$, предназначена для установки водо-маслоотражателя 17;

6 – цилиндрические поверхности $\varnothing 90d6$, предназначена для установки водо-маслоотражателя 17 и втулок 15, 16;

7 – резьбы M95×2LN-8g, на которые накручиваются стопорные гайки 10, 11;

10 – цилиндрическая поверхность $\varnothing 94,96h6$, предназначена для базирования на ней рубашки Л и втулки 9;

12 – торец, предназначен для базирования рабочего колеса 35 в осевом направлении;

13 – цилиндрическая поверхность $\varnothing 94,96h6$, предназначена для базирования на ней рабочих колёс 35, 36, 5, рубашки 12, диска разгрузочного 18 и рубашки 7.

Исполнительными поверхностями вала являются:

					<i>ТМЗ 16190034-00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		

3 – шпоночный паз 110×25×9, предназначен для установки шпонки 27, при помощи которой собственно и передается крутящий момент на вал;

8 – шпоночные пазы 25×16×5, предназначены для установки шпонок 25, при помощи которых осуществляется фиксация на валу в радиальном направлении стопорных гаек 10, 11;

9 – шпоночные пазы 95(100)×5×5, предназначены для установки шпонок 25, при помощи которых осуществляется фиксация на валу в радиальном направлении рубашек Л;

14 – шпоночные пазы 40×8×4, предназначены для установки шпонок 26, при помощи которых осуществляется фиксация на валу в радиальном направлении рабочих колёс 35, 36, 5;

15 – шпоночный паз 70×8×4, предназначен для установки шпонки 13, при помощи которой осуществляется фиксация на валу в радиальном диска разгрузочного 18.

Остальные поверхности вала являются свободными.

Долговечность данной детали лимитирует долговечность сборочной единицы – ротора, сборочной единицы более высокого порядка – насоса и всей машины – электронасосного агрегата в целом. Поэтому необходимо подробно рассмотреть режимы и условия работы детали в машине и причины ее выхода из строя.

Деталь при работе изолирована от воздействий перекачиваемой среды. Среда – чистая вода либо нефтепромысловые воды с содержанием примесей не более 0,1% по весу, температура перекачиваемой среды порядка 4-20°С.

Передаваемая мощность на валу 1600 кВт. Частота вращения вала 3000 об/мин.

					<i>ТМЗ 16190034-00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		

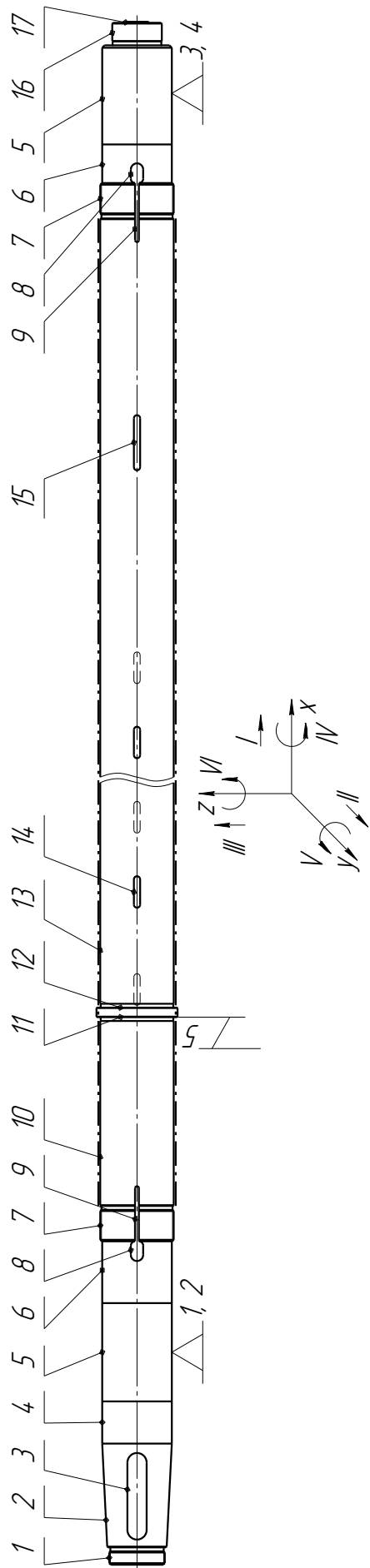


Рисунок 1.1 – Эскиз вала с указанием поверхностей и конструкторских баз

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ТМЗ 16190034-00.ПЗ

Лист

Таблица 1.2 – Таблица соответствий

Связи	Степени свободы	База
1, 2, 3, 4	II, III, V, VI	ДНБ
5	I	ОБ
6	IV	Вакансия

Таблица 1.3 – Матрица связей

	X	Y	Z	База
L	0	1	1	ДНБ
α	0	1	1	
L	1	0	0	ОБ
α	0	0	0	
L	0	0	0	Вакансия
α	0	0	0	
Σ	1	2	2	5

Суммируя, можно заключить следующее: работа вала осуществляется в условиях динамических, знакопеременных, циклических нагрузок при высоких частотах вращения, при нормальной температуре без воздействия перекачиваемой среды. При работе вал испытывает изгиб с кручением в совокупности со сжимающими нагрузками, возникающими от осевой силы.

2 Анализ технических требований на изготовление детали

Технические требования (условия) на изготовление детали определяются ее служебным назначением. На основе анализа рабочего чертежа можно заключить, что имеющихся проекций и сечений достаточно, они правильно размещены согласно существующим стандартам, на всех поверхностях обозначены исходные данные: размеры, их точность и шероховатость, проставлены нужные технические требования на изготовление детали [5].

Очевидно, что чертеж выполнен согласно ЕСКД и полностью отвечает действующим стандартам: ГОСТ 2.109-73. Основные требования к чертежам: ГОСТ 2.305-68. Изображенные виды, размеры, сечения ГОСТ 2.307-68. Нанесение размеров и предельных отклонений ГОСТ 2.309-73. Шероховатость поверхности. Параметры, характеристики и обозначения ГОСТ 24643-81. Допуски нормы и взаимного расположения поверхностей. Числовые значения.

Чертеж детали представлен двумя видами, пятью выносными элементами и четырьмя сечениями. Этих видов необходимо и достаточно для получения полного представления о геометрической форме и ее конструктивных элементов, в частности. Количество, способ простановки размеров, отклонений, параметров шероховатости поверхностей является достаточным для изготовления детали. Технические требования изложены в поле чертежа в виде условных обозначений, принятых стандартами ЕСКД и текстовой частью, изложенной над основной надписью. Данная деталь "Вал 1.3000-98.15.03-02" изготавливается с материала сталь 40Х ГОСТ 4543-71. Химический состав в % материала сталь 40Х приведен в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Химический состав в % материала 40Х

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu
0,36÷0,44	0,17÷0,37	0,5÷0,8	до 0,3	до 0,035	до 0,035	0,8÷1,1	до 0,3

1. Гр. V КП 540 ГОСТ 8479-70 – поковка V группы прочности, категория прочности 540, которой соответствуют следующие механические свойства:

					<i>ТМЗ 16190034-00.ПЗ</i>			<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>				

Таблица 2.2 – Механические свойства при $T = 20^{\circ}\text{C}$ материала 40X

Сортамент	σ_B	σ_T	δ_5	ψ	KCU	Термообработка
Пруток $\varnothing 100 \div 300$	МПа а	МПа а	%	%	кДж/м ²	–
	685	540	1 3	4 0	490	Закалка 860°C , масло, Отпуск 500°C , вода
Твердость материала 40X после отжига						HB $10^{-1} = 223 \div 262$ МПа

Механические свойства:

σ_B – Предел кратковременной прочности (предел выносливости), МПа;

σ_T – Предел пропорциональности (предел текучести для остаточной деформации), МПа;

δ_5 – Относительное удлинение при разрыве, %;

ψ – Относительное сужение, %;

KCU – Ударная вязкость, кДж/м²;

HB – Твердость по Бринеллю, МПа.

Технологические свойства материала 40X:

Свариваемость: трудносвариваемая – для получения качественных сварных соединений требуются дополнительные операции: подогрев до $200-300^{\circ}\text{C}$ при сварке, термообработка после сварки – отжиг;

Флокеночувствительность: чувствительна;

Склонность к отпускной хрупкости: склонна.

Технические требования материала сталь 40X ГОСТ 4543-71 дают нам возможность судить о трудности или наоборот, о легкости обработки заготовки и необходимости подверганию ее термической обработке для достижения необходимой прочности и твердости.

Термообработать для снятия внутренних напряжений – применяется вид термической обработки отжиг.

Отсутствие внутренних дефектов проверять методом УЗД. Максимальная эквивалентная площадь допускаемого дефекта – 10 мм^2 . Сумма эквивалентных

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ТМЗ 16190034-00.ПЗ					

площадей всех зафиксированных дефектов на участке длиной 1000 мм контролируемой заготовки вала не должно превышать 50 мм^2 , при этом наименьшее расстояние между близлежащими дефектами должно быть не менее 30 мм.

Шпоночный паз Н выполнить параллельно образующей конуса 1:10.

*Размеры для справок.

Неуказанные предельные отклонения размеров Н14, h14, $\pm IT12/2$ – поверхности, на которые не стоят требования к точности, должны изготавливаться с качеством точности Н14 – для охватывающих размеров, h14 – для охватываемых размеров и $\pm IT12/2$ – для уступов.

Поверхность Н хромировать твердо. Толщина покрытия 50÷80 мкм.

Материал-заменитель – сталь 40ХН ГОСТ 4543-71.

Допускается изготавливать из проката по ГОСТ 5949-75. Контролю подвергнуть каждую заготовку. Отбор проб и значения технических свойств как для поковки Гр. V КП 540 ГОСТ 8479-70.

На основании изложенного в предыдущем пункте можно заключить, что вал является ответственной тяжело нагруженной деталью. Основные задачи по изготовлению:

Обеспечить заданные механические свойства: предел прочности, предел текучести, относительное удлинение, ударную вязкость, твердость. Это необходимо для работы вала в описанных выше условиях в течение нормативного периода времени. Это достигается выбором материала детали и режимом термической обработки. В соответствии с тех требованиями к чертежу детали, группа поковки детали – V ГОСТ 8479-70, устанавливает следующие виды испытаний:

Испытания на растяжение.

Определение ударной вязкости.

Определение твердости.

При этом к одной партии относятся те поковки, которые получены одной плавкой стали, совместно прошедшие термическую обработку. В соответствии с табл.2, устанавливается объем обязательных испытаний: испытания на растяже-

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ТМЗ 16190034-00.ПЗ					

ние, определение ударной вязкости и определение твердости – подвергаются 100% поковок.

Допускается изготовление образцов для механических испытаний из напусков или из тела поковок. Рассматривая формулировку тех требования регламентирующего мех свойства материала детали необходимо отметить, что форма записи не соответствует ГОСТ 8479-70. В соответствии с ГОСТ 8479-70 необходимо писать: Гр V – КП 540 – $\sigma_b \geq 685$ – $\delta_5 \geq 13$ – КСУ ≥ 49 ГОСТ 8479-70.

Обработать шейки вала $\varnothing 90$, $\varnothing 94,98$ и $\varnothing 64$ не ниже h6 качества, что необходимо для обеспечения заданной точности в сопряжениях вал – водомаслоотражатели, вал – втулки, вал – рубашки, вал – колеса и вал – диск разгрузочный насоса соответственно. Поверхность $\varnothing 90$ обработать не ниже d6 качества, что необходимо для обеспечения заданной точности в сопряжениях вал – втулки подшипников. Выполнения этого требования необходимо для обеспечения работы изделия в заданных режимах и как результат получения необходимой долговечности машины в целом. Данная точность обработки обеспечивается разбиением обработки на стадии, точность применяемого оборудования, режущего инструмента, соответствующим выбором режимов резания.

Обработать посадочные поверхности вала конус 1:10 и $\varnothing 90h6(-0,022)$ с чистотой не ниже Ra 0,8 мкм, что необходимо для обеспечения в сопряжениях вал – полумуфта, вал – водомаслоотражатели и вал – втулки насоса соответственно. Поверхности $\varnothing 90d6(-0,12;-0,142)$ и $\varnothing 94,98h6(-0,022)$ обработать с чистотой не ниже Ra = 0,4 мкм, что необходимо для обеспечения в сопряжениях вал – втулки подшипников, вал – втулка, вал – рубашки, вал – колеса и вал – диск разгрузочный насоса соответственно. Выполнения этого требования добиваются путем разбиением обработки на стадии, используя в качестве окончательного вида обработки – шлифование, выбором режущих материалов и режимов обработки.

Требования по радиальному биению и цилиндричности шеек вала под установку втулок подшипников – 0,02 мм, по радиальному биению шеек вала под установку втулки, рубашек вала и диска разгрузочного – 0,02 мм, под установку

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					

ТМЗ 16190034-00.ПЗ

рабочих колес – 0,04 мм, по торцевому биению поверхностей 11 и 12 под установку втулки и колесо первой ступени, не более 0,02 мм. Выполнение этого требования позволяет добиться снижения возможности дисбаланса. Обеспечивается за счет обработки шеек вала на оборудовании повышенной точности, при установке по предварительно обработанным поверхностям.

Допускаемая не симметричность боковых поверхностей шпоночных пазов 9 относительно оси вала не более 0,06 мм, допускаемая непараллельность – 0,015 мм, а также не симметричность боковых поверхностей шпоночных пазов 14, 15 относительно оси вала не более 0,07 мм, допускаемая непараллельность – 0,018 мм. Выполнение этого требования необходимо для обеспечения собираемости сборочной единицы – ротор. Обеспечивается за счет точности установки детали в приспособлении.

					<i>ТМЗ 16190034-00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		

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

Тип производства и соответствующая ему форма организации работ определяют характер технологического процесса и его построение. По ГОСТ 3.1108-74 тип производства 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 [4].

Производим расчет $K_{з.о}$, согласно [5].

Штучное время, $T_{шт}$ для выполнения каждой операции механической обработки, принимаем согласно базовому (заводскому) технологическому процессу.

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

$$m_p = \frac{NT_{шт}}{60F_{\delta}\eta_{з.н}}, \quad (3.1)$$

где N – годовая программа выпуска изделий, $N = 100$ шт.;

$T_{шт}$ – норма штучного времени выполнения технологической операции механической обработки;

F_{δ} – действительный годовой фонд времени работы оборудования, $F_{\delta} = 4015$;

$\eta_{з.н}$ – нормативный коэффициент загрузки оборудования, для серийного производства принимаем $\eta_{з.н} = 0,8$ [5].

После определения m_p устанавливаем принятое число рабочих мест P , шт. округлив до ближайшего большего целого числа полученное значение m_p .

Далее по каждой операции вычисляем значение фактического коэффициента загрузки рабочего места по формуле:

$$\eta_{з.ф} = \frac{m_p}{P}, \quad (3.2)$$

Количество операций определяем по формуле:

					<i>ТМЗ 16190034-00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

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

Внесем результаты расчета изложенного по выше указанной методике в табл.3.1, а также после заполнения всех граф таблицы подсчитываем суммарные значения для O и P .

Коэффициент закрепления операции определяем по формуле:

$$K_{з.о} = \frac{\Sigma O}{\Sigma P}. \quad (3.4)$$

Тогда $K_{з.о} = \frac{362}{9} = 39$, что соответствует мелкосерийному типу производства, так как $20 < 36 < 40$.

Таблица 3.1 – Данные по базовому (заводскому) технологическому процессу

Операция механической обработки	$T_{шт}$, МИН	m_p , ШТ	P , ШТ	$\eta_{з.ф}$	O , ШТ
1	2	3	4	5	6
005 Пило-отрезная	12	0,0062	1	0,0062	129
020 Пило-отрезная	12	0,0062	1	0,0062	129
035 Фрезерно-центровальная	36	0,0187	1	0,0187	43
045 Токарная с ЧПУ	96	0,0498	1	0,0498	16
065 Токарная с ЧПУ	148	0,0768	1	0,0768	10
075 Фрезерная с ЧПУ	195	0,1012	1	0,1012	8
090 Круглошлифовальная	192	0,0996	1	0,0996	8
095 Круглошлифовальная	198	0,1027	1	0,1027	8
115 Круглошлифовальная	144	0,0747	1	0,0747	11
Σ	1033	–	9	–	362

Определяем формы организации производства:

Определяем партию запуска по формуле [4]:

$$N_{зан} = \frac{aN_{год}}{258}. \quad (3.4)$$

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ТМЗ 16190034-00.ПЗ					

где a – периодичность запуска, $a = 31$.

$$\text{Тогда } N_{\text{зан}} = \frac{31 \cdot 100}{258} = 12 \text{ шт.}$$

Определяем среднюю трудоемкость механических операций:

$$T_{\text{cp}} = \frac{\Sigma T_{\text{шт.}}}{n}. \quad (3.4)$$

где n – число рассматриваемых операций, $n = 31$ шт.

$$\text{Тогда } T_{\text{cp}} = \frac{1033}{9} = 115 \text{ мин.}$$

Определяем суточное время работы оборудования:

$$F_{\text{сут}} = \frac{60 F_{\text{д}}}{258} = \frac{60 \cdot 4015}{258} = 934 \text{ мин.}$$

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

$$N_{\text{см}} = \frac{T_{\text{cp}} N_{\text{зан}}}{F_{\text{см}} \eta_{\text{з.н}}}. \quad (3.4)$$

где $F_{\text{см}}$ – сменный фонд времени работы станка, который определяется, мин:

$$F_{\text{см}} = \frac{F_{\text{сут}}}{2} = \frac{934}{2} = 467 \text{ мин.}$$

$$\text{Тогда } N_{\text{см}} = \frac{115 \cdot 12}{467 \cdot 0,8} = 3,69.$$

Число смен округляем до ближайшего целого значения $N_{\text{см.пр}} = 4$.

$$\text{Тогда число деталей в партии: } N_{\text{пар}} = \frac{F_{\text{см}} N_{\text{см.пр}} \eta_{\text{з.н}}}{T_{\text{cp}}} = \frac{467 \cdot 4 \cdot 0,8}{115} = 13,02 \approx 13 \text{ шт.}$$

Так как тип производства вышел мелкосерийный, то выбираем форму организации работ по видам оборудования. В этой форме организации работ станки располагаются по признакам механической обработки.

По всем технологическим и производственным характеристикам серийное производство занимает промежуточное положение между единичным и массовым производством.

Используется универсальное и специализированное и частично специальное оборудование. Широко используются станки с ЧПУ, обрабатывающие центры и находят применение гибкие автоматизированные системы станков с ЧПУ, связанных транспортирующими устройствами и управляемым от ЭВМ. Технологическая оснастка в основном универсальная, однако, во многих случаях создается высокопроизводительная специальная оснастка; при этом целесообразность ее создания должна быть предварительно обоснована технико-экономическим расчетом. Большое распространение имеет универсально-сборная, переналаживаемая технологическая оснастка, позволяющая существенно повысить коэффициент оснащенности серийного производства. В качестве исходных заготовок используются горячий и холодный прокат, литье второго класса точности, точные виды литья и точные штамповки, целесообразность применения которых также обосновывается технико-экономическими расчетами. Требуемая точность достигается как методами автоматического получения размеров, так и методами пробных ходов и промеров с частичным применением разметки.

Средняя квалификация рабочих выше, чем в массовом производстве, но ниже, чем в единичном. Наряду с рабочим высокой квалификации, работающими на сложных универсальных станках, и наладчиками используются рабочие-операторы, работающие на настроенных станках.

Технологическая документация и техническое нормирование подробно разрабатываются для наиболее сложных и ответственных заготовок при одновременном применении упрощенной документации и опытно-статистического нормирования простейших заготовок.

Для серийного типа производства рекомендуется предметная форма организации работ, при которой станки располагаются в последовательности технологических операций для одной детали. Детали обрабатываются на станках партиями;

					<i>ТМЗ 16190034-00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		

при этом время выполнения операции на отдельных станках может быть не согласовано со временем обработки на других станках. Изготовленные детали во время работы хранят у станков и затем транспортируют целой партией. Детали, ожидающие поступления на следующий станок для выполнения очередной операции, хранят или у станков, или на специальных площадках между станками, на которых производится контроль деталей [5].

Мелкосерийное производство характеризуется тем, что за каждым рабочим местом согласно ГОСТ 3.1108-74 закреплено от 21 до 40 операций.

					<i>ТМЗ 16190034-00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		

4 Анализ технологичности конструкции детали

Отработка конструкции на технологичность – комплекс мероприятий по обеспечению необходимого уровня технологичности конструкции изделия по установленным показателям. Она направлена на повышение производительности труда, снижения затрат и сокращения времени на изготовление при обеспечении необходимого ею качества [7].

Оценка технологичности конструкции производится двух видов: качественная и количественная. В данном разделе будет приведена качественная оценка технологичности детали "Вал".

Качественная оценка технологичности конструкции. Анализируя технологичность конструкции по применяемым материалам необходимо отметить, что сталь 40Х ГОСТ 4543-71 имеет удовлетворительную обрабатываемость. Применение более дешевого материала не целесообразно т.к. это неизбежно приведет к снижению механических свойств материала. Например, сталь 30Х имеет более низкую ударную вязкость, что недопустимо т.к. данная деталь работает в условиях тяжелого нагружения. Стали 35, 40 имеют значительно низшие механические свойства. Применение для изготовления данной детали более легкого и прочного материала не имеет смысла т.к. данные материалы имеют более высокую стоимость, чем данная сталь и более низкие показатели обрабатываемости, что еще более увеличивает стоимость получения детали.

Химический состав стали 40Х приведен в табл.2.1, а механические свойства в табл.2.2.

Анализируя форму поверхностей детали с точки зрения возможности применения высокопроизводительного оборудования можно выделить, что основная масса обрабатываемых поверхностей являются простыми (плоскими, цилиндрическими, конусными), что облегчает обработку детали т.к. точность и стабильность обработки в значительной мере определяется простотой конструктивных форм.

					<i>ТМЗ 16190034-00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		

Вообще, сам вал является нетехнологичной деталью т.к. при максимальном диаметре 105 мм он имеет длину 2151 мм, что отрицательно сказывается на жесткости вала, создает проблемы при его обработке. Отношение $L/d = 2151/105 = 21$, показывает, что вал является нежестким. Известно, что при многолезцовой обработке это отношение следует уменьшить до 10. Поэтому обработку вала следует производить с упором (люнетом). Если обработку центральных участков вести без люнета, то это приведет к прогибанию детали, упругим деформациям и вибрациям, что понижает качество обработки, вызывая такую погрешность формы как бочкообразность, и производительность. Кроме этого обнаружены некоторые нетехнологичные элементы.

Обработка большого количества шпоночных пазов, которые закрыты с обеих сторон (18 пазов) (см. прил.А), это требует применение специальных шпоночных фрез – что является не производительным методом обработки. В то время как обработка открытых шпоночных пазов может выполняться при использовании дисковых фрез напроход.

Канавки на валу довольно узкие и составляют 5мм. Это мешает свободному доступу инструмента к обрабатываемым поверхностям, а также приводит к частой поломке инструмента. Механическая обработка остальных участков поверхностей не имеет затруднений.

Линейные размеры проставлены правильно – комбинированным способом. Такой метод проставления является удобным и приемлемым для измерения размеров вала при механической обработке.

В остальном деталь достаточно технологична, имеет хорошие базовые поверхности для первоначальных операций и довольно проста по конструкции.

Количественные показатели технологичности.

Коэффициент точности:

$$Km = (1 - \frac{1}{Asp}) > 0,8, \quad (4.1)$$

где Asp - средний коэффициент точности поверхности.

					ТМЗ 16190034-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

$$A_{cp} = \frac{\sum A}{\sum n_i} \quad (4.2)$$

$$A_{cp} = \frac{2 \times 6 + 1 \times 7 + 1 \times 9 + 1 \times 12 + 7 \times 11 + 30 \times 14}{41} = 10,6$$

$$Km = \left(1 - \frac{1}{10,6}\right) = 0,92 > 0,8$$

По коэффициенту точности деталь технологична.

Коэффициент шероховатости:

$$Kш = \frac{1}{B_{cp}} < 0,32,$$

где B_{cp} - среднее арифметическое значение шероховатости поверхностей.

$$B_{cp} = \frac{\sum B_i}{\sum n_i} \quad (4.3)$$

$$B_{cp} = \frac{10 \times 1,6 + 8 \times 3,2 + 14 \times 6,3 + 14 \times 12,5}{41} = 6,3$$

$$Kш = \frac{1}{6,3} = 0,117 < 0,32$$

Таким образом по коэффициенту шероховатости деталь технологична.

По количественным показателям технологичности деталь технологична.

Анализируя качественные и количественные показатели технологичности делаю вывод, что в целом деталь технологична.

					<i>ТМЗ 16190034-00.ПЗ</i>	Лист
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		

5 Выбор и обоснование способа получения исходной заготовки и разработка технических требований

Технологические условия изготовления заготовки

С целью экономии металла и уменьшения трудоемкости обработки, конфигурация заготовки должна быть максимально приближена к конфигурации детали. Трудоемкость изготовления и себестоимость заготовки должны быть минимальными. Заготовка должна иметь форму, позволяющую вести обработку с минимальным количеством установов и режущего инструмента. Материал заготовки не должен иметь трещин, рыхлот, расслоений.

На производстве деталь "Вал" получают прокатом. Исходя из конфигурации заданной детали целесообразно применить горячекатаный прокат (ГОСТ 2590-88) [10]. Заготовки из проката применяются для деталей, по конфигурации приближающихся к какому либо виду данного проката, когда нет значительной разницы в поперечных сечениях детали и когда можно при получении окончательной ее формы избежать снятия большого количества металла.

Исходя из маршрута технологического процесса заводского варианта заготовкой для детали "Вал" является прокат $\varnothing 110$ и длиной 2320 мм. Коэффициент использования материала такой заготовки составляет:

$$K_m = \frac{G_d}{G_3}, \quad (5.1)$$

где G_d – масса готовой детали, $G_d = 113$ кг;

G_3 – расход металла на исходную заготовку, кг:

$$G_3 = \frac{\pi d^2 l}{4} \rho, \quad (5.2)$$

где ρ – плотность материала заготовки, $\rho = 7,85$ г/см³;

d – диаметр заготовки, $d = 110$ мм;

					<i>TM3 16190034-00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

l – длина заготовки, l = 2320 мм.

$$\text{Тогда } G_3 = \frac{\pi \cdot 11^2 \cdot 232}{4} \cdot 7,85 = 173 \text{ кг.}$$

$$\text{Тогда } K_{.m1} = \frac{113}{173} = 0,65.$$

Расчет стоимости заготовки из проката

Себестоимость заготовки из проката определяем по формуле согласно [8], грн:

$$S_{загл} = M + \sum C_{оз}, \quad (5.3)$$

где M – затраты на материал заготовки, грн;

$$M = Q_1 S - Q_1 - q \frac{S_{отх}}{1000}, \quad (5.4)$$

где Q_1 – масса заготовки из проката, $Q_1 = 173$ кг;

S – цена 1кг материала заготовки, S = 10 грн.;

q – масса готовой детали, q = 113 кг;

$S_{отх}$ – цена 1т отходов, $S_{отх} = 1000$ грн.

Тогда

$$M = 173 \cdot 10 - (173 - 113) \cdot \frac{1000}{1000} = 1670 \text{ грн.}$$

$\sum C_{оз}$ – технологическая себестоимость операций правки, калибрования прутков, резки их на штучные заготовки, грн:

$$\sum C_{оз} = \frac{C_{пз} T_{шт}}{60 \cdot 100}, \quad (5.5)$$

где $C_{пз}$ – приведенные затраты на рабочем месте: правки 3000 коп/ч., резки 2000 коп/ч.;

$T_{шт}$ – штучное время выполнения заготовительной операции, $T_{шт} = 60$ мин.

Тогда

					ТМЗ 16190034-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

$$\sum C_{оз} = \frac{6000 + 2000}{60 \cdot 100} \cdot 60 = 50 \text{ грн.}$$

Тогда $S_{заг1} = 1670 + 50 = 1720 \text{ грн.}$

Расчет стоимости штампованной заготовки

Себестоимость штампованной заготовки определяем по формуле согласно [8], грн:

$$S_{заг2} = \left(\frac{C_i}{1000} Q_2 K_t K_M K_c K_\theta K_n \right) - Q - q \frac{S_{отх}}{1000}, \quad (5.6)$$

где C_i – цена 1т материала заготовки, $C_i = 30000 \text{ грн.}$;

Q_2 – масса штампованной заготовки, кг:

$$Q_2 = q \cdot K_p, \quad (5.7)$$

где q – масса готовой детали, $q = 113 \text{ кг.}$

K_p – коэффициент для определения ориентировочной массы поковки, для валов $K_p = 1,6$ [11];

K_t – коэффициент зависящий от точности штамповки по ГОСТ 7505-89 (для нормальной точности), $K_t = 1$;

K_M – коэффициент зависящий от марки материала, $K_M = 1,13$;

K_c – коэффициент зависящий от группы сложности (для первой группы сложности и стали 40Х), $K_c = 0,77$;

K_θ – коэффициент зависящий от материала штамповки, $K_\theta = 0,7$;

K_n – коэффициент зависящий от объема производства заготовок, $K_n = 1$;

$S_{отх}$ – цена 1т отходов, $S_{отх} = 1000 \text{ грн.}$

$$\text{Тогда } S_{заг2} = \left(\frac{30000}{1000} \cdot 113 \cdot 1,3 \cdot 1 \cdot 1,13 \cdot 0,77 \cdot 0,7 \cdot 1 \right) - (46,9 - 113) \cdot \frac{1000}{1000} = 2650 \text{ грн.}$$

$$K_{.м2} = \frac{113}{146,9} = 0,8.$$

Таким образом видим, что $Q_1 > Q_2$, $K_{M1} < K_{M2}$, $S_{заг1} < S_{заг2}$.

					Лист
					ТМЗ 16190034-00.ПЗ
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

На основании полученных результатов, можно сделать вывод:
получение заготовок из проката выгоднее, т.к. себестоимость заготовки ниже;
форма заготовки максимально приближена к форме детали.

Согласно [10], выбираем $\varnothing 110 (+0,4; -1,7)$ мм.

Назначаем тех требования на изготовление заготовки:

1. Прокат $\frac{110 - В \text{ ГОСТ } 2590 - 88}{40X - А - Т \text{ ГОСТ } 4543 - 71}$.
2. Материал-заменитель – сталь 40ХН ГОСТ 4543-71.
3. Термообработать для снятия внутренних напряжений.
4. Овальность проката не должна превышать 75% суммы предельных отклонений по диаметру.
5. Кривизна проката не должна превышать 0,2% длины.
6. Кривизна реза прутка не должна превышать 1 мм.
7. Кривизну проката измеряют на участке длиной не менее 1 м на расстоянии не менее 100 мм от конца прутка.
8. Диаметр и овальность проката измеряют на расстоянии не менее 100 мм от конца прутка.
9. Отсутствие внутренних дефектов проверять методом УЗД. Максимальная эквивалентная площадь допускаемого дефекта – 10 мм². Сумма эквивалентных площадей всех зафиксированных дефектов на участке длиной 1000 мм контролируемой заготовки вала не должно превышать 50 мм², при этом наименьшее расстояние между близлежащими дефектами должно быть не менее 30 мм.
10. Контролю подвергнуть каждую заготовку. Отбор проб и значения технических свойств как для поковки Гр. V КП 540 ГОСТ 8479-70.
11. Маркировать ударным способом: номер заказа и номер детали.
12. *Размер для справок.

					<i>ТМЗ 16190034-00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		

6 Анализ базового технологического процесса

Существует множество способов обработки поверхностей, обеспечивающих одинаковые требования к обрабатываемым поверхностям, но существенно отличающиеся по себестоимости и поэтому рациональны в различных типах производства. В процессе обработки к детали предъявляется ряд технических требований по точности, чистоте обработки, взаимному расположению поверхностей, механическим свойствам материала.

6.1 Расчет припусков на механическую обработку поверхностей

Расчет припусков на механическую обработку будем производить для наиболее точной и ответственной поверхности вала, на которые вал устанавливается в насос (основные конструкторские базы), – $\varnothing 90d6(-0,012; -0,146)$, $Ra = 0,4$ мкм. Расчет производим расчетно-аналитическим методом, профессора В.М. Кована, при помощи ПЭВМ. Для выполнения расчета понадобятся исходные данные, которые приведены в табл.6.1.

Суммарные пространственное отклонение определяем по формуле, мкм [8]:

$$\rho = \sqrt{\rho_k^2 + \rho_y^2}, \quad (6.1)$$

где ρ_k – коробление обрабатываемой заготовки, мкм;

ρ_y – величина смещения при зацентровка, $\rho_y = 250$ мкм.

Степень коробления обрабатываемой заготовки определяем по формуле:

$$\rho_k = \Delta_k l, \quad (6.2)$$

Δ_k – удельная кривизна горячекатаного проката, $\Delta_k = 0,5$ мкм/мм;

l – длина заготовки, $l = 2151$ мм.

Тогда $\rho_k = 0,5 \cdot 2151 = 1075,5$ мкм.

Находим пространственное отклонение на заготовительной операции по (6.1):

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

ТМЗ 16190034-00.ПЗ

$$\rho = \sqrt{1075,5^2 + 250^2} = 1104 \text{ мкм.}$$

Пространственное отклонение на остальных операциях находим при помощи коэффициента уточнения.

Пространственное отклонение на токарной черновой:

$$\rho_{\text{ток.чер.}} = 0,06 \cdot \rho = 0,06 \cdot 1104 = 66 \text{ мкм.}$$

Пространственное отклонение на токарной чистовой:

$$\rho_{\text{ток.чис.}} = 0,04 \cdot \rho = 0,04 \cdot 1104 = 44 \text{ мкм.}$$

Пространственное отклонение на шлифовальной получистовой:

$$\rho_{\text{шл.п-ч.}} = 0,02 \cdot \rho = 0,02 \cdot 1104 = 22 \text{ мкм.}$$

Пространственное отклонение на чистовом шлифовании:

$$\rho_{\text{шл.чис.}} = 0,01 \cdot \rho = 0,01 \cdot 1104 = 11 \text{ мкм.}$$

Погрешность базирования и закрепления равны 0, т.к. вал в центрах.

Таблица 6.1 – Исходные данные для расчета припусков

Наименование операции	Обозначение точности	Предельные отклонения es, ei, мм	Допуск T, мкм	Элементы припуска, мкм			
				Шероховатость Rz	Дефектный слой h	Пространственные отклонения ρ	Погрешность установки ε
Прокат горячекатаный	Класс точности В ГОСТ 2590-88	+0,4 -1,7	2100	200	300	1104	-
Токарная черновая	h14	0 -0,87	870	125	120	66	0
Токарная чистовая	h11	0 -0,22	220	32	30	44	0
Шлифовальная получистовая	h8	0 -0,054	54	10	20	22	0
Шлифовальная чистовая	d6	-0,120 -0,142	22	3,2	6	11	0

Расчетные значения		Принятые значения, мм								
припуск, мкм		расчетный размер, мм	расчетный размер	номинальный размер с предельными отклонениями	предельный размер		припуск, мкм			
миним	расч.				минимальный	максимальный	миним	расч.	макс	
-	-	97.308	110.4	110	+0.400 -1.700	108.3	110.4	-	-	-
3208	5308	91.992	92	92	0 -0.870	91.13	92	16300	18400	19270
622	1492	90.472	90.5	90.5	0 -0.220	90.28	90.5	630	1500	1720
212	432	90.037	90.04	90.04	0 -0.054	89.986	90.04	240	460	514
104	158	89.88	89.88	90	-0.120 -0.142	89.858	89.88	106	160	182

<Enter> – продолжение работы <Esc> – возврат

Рисунок 6.1 – Результаты расчетов на ПЭВМ

Из расчетов видим, что метод, расчета припусков профессора В.М. Кована оказался, точнее, чем опытно-статистический метод определения припусков.

6.2 Анализ и обоснование схем базирования и закрепления

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

Одной из основных погрешностей, что вызывают брак, есть погрешность установки заготовки на станка:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{np}^2}, \quad (6.3)$$

где ε_6 – погрешность базирования;

ε_3 – погрешность закрепления;

ε_{np} – погрешность приспособления.

Операция 035 Фрезерно-центровальная

На данной операции производится одновременное фрезерование обоих торцов вала в размер $L = 2151h11_{(-1,1)}$ мм, а затем одновременная зацентровка обеих торцов вала – отверстия типа В6.3 ГОСТ 14034-74. Поэтому данная операция состоит – с одного установа – одной позиции – двух технологических переходов: 1) фрезерование торцов; 2) зацентровка торцов.

Как варианты базирования можно предложить два варианта:

заготовка устанавливается на призмы и прижимается двумя прихватами (Рис.6.1);

заготовка устанавливается на самоцентрирующиеся призмы (Рис.6.2).

Рассмотрим первый вариант

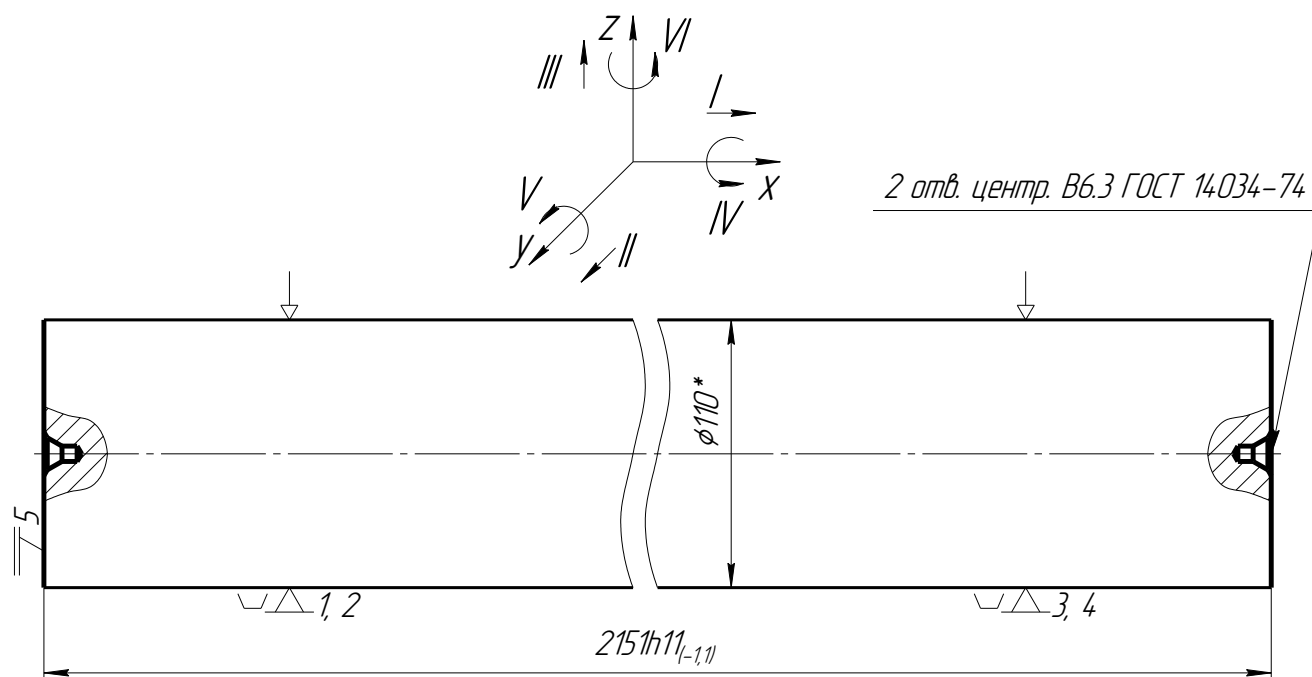


Рисунок 6.1 – Схема установки заготовки на призмы с прижимом прихватами

Заготовка устанавливается на призмы и прижимается прихватами. Данная схема базирования (см. рис.6.1) реализует двойную направляющую базу (призмы), которая лишает заготовку четырех степеней свободы – двух перемещений вдоль двух осей и двух вращений вокруг этих же осей, а также опарную базу (левая фреза – является подвижной опорой) – одного перемещения вдоль одной оси, оставшийся степени свободы заготовка не лишается, таблица соответствий и мат-

					Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ТМЗ 16190034-00.ПЗ

рица связей – см. табл.6.1 и табл.6.2 соответственно. Погрешности базирования, на исполнительные размеры рассматриваемой операции:

линейные размеры: для размера $L = 2151h11_{(-1,1)}$ мм равна нулю $\varepsilon_\delta = 0$ т.к. он получают методом автоматической настройки инструмента на размер; для глубины центровых отверстий равна нулю $\varepsilon_\delta = 0$ т.к. уже обработанные торцы вала являются настроечной базой;

в радиальном направлении – эксцентриситет расположения центровых отверстий В6.3 ГОСТ 14034-74 [14, табл.18, с.46]:

$$e = 0,5Td \frac{1}{\sin \alpha/2}, \quad (6.4)$$

где Td – допуск на диаметр установочной поверхности,

$$Td = es - ei = 0,4 + 1,7 = 2,1 \text{ мм};$$

α – угол призм, $\alpha = 90^\circ$.

$$\text{Тогда } e = 0,5 \cdot 2,1 \frac{1}{\sin 45^\circ} = 1,485 \text{ мм.}$$

Рассмотрим второй вариант

Заготовка устанавливается на самоцентрирующиеся призмы. Данная схема базирования (см. рис.6.2) реализует такие же базы как и в первом случае, таблица соответствий и матрица связей тоже как и в первом случае. Погрешности базирования, на исполнительные размеры рассматриваемой операции:

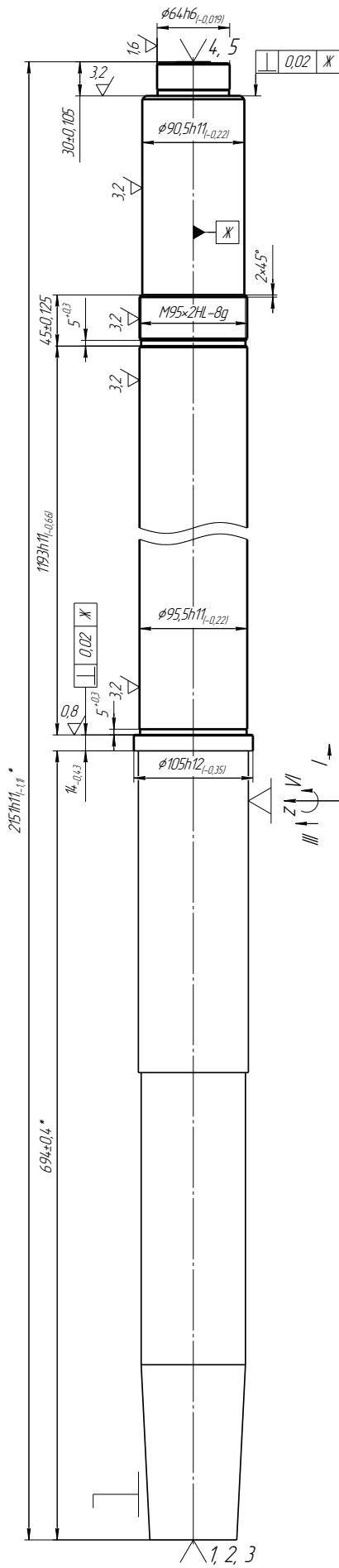
линейные размеры – такая же как и в первом случае;

в радиальном направлении – эксцентриситет расположения центровых отверстий В6.3 ГОСТ 14034-74 [14] $e = 0$, т.к. призмы самоцентрирующиеся.

По этому приняв во внимание выше приведенные расчеты целесообразно применить второй вариант базирования, т.к. при данной схеме нету погрешности эксцентриситета расположения центровых отверстия.

					<i>ТМЗ 16190034-00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		

Установ А



Установ Б

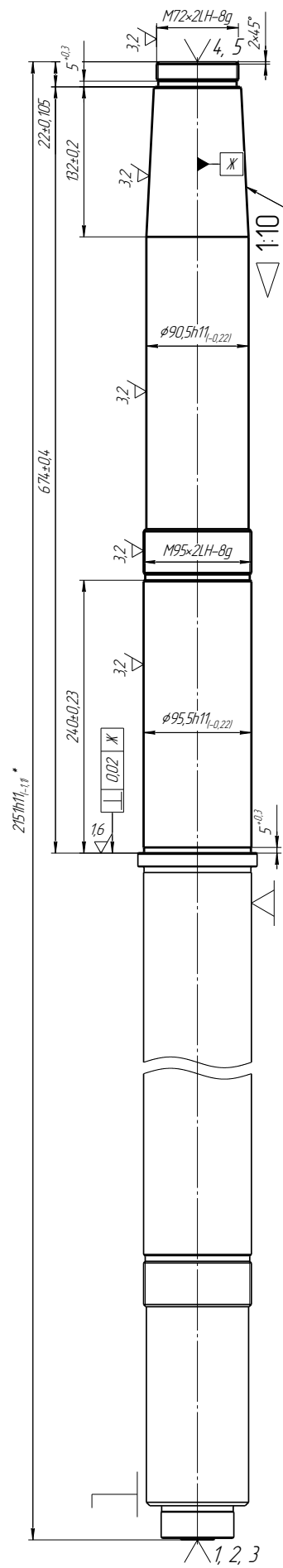


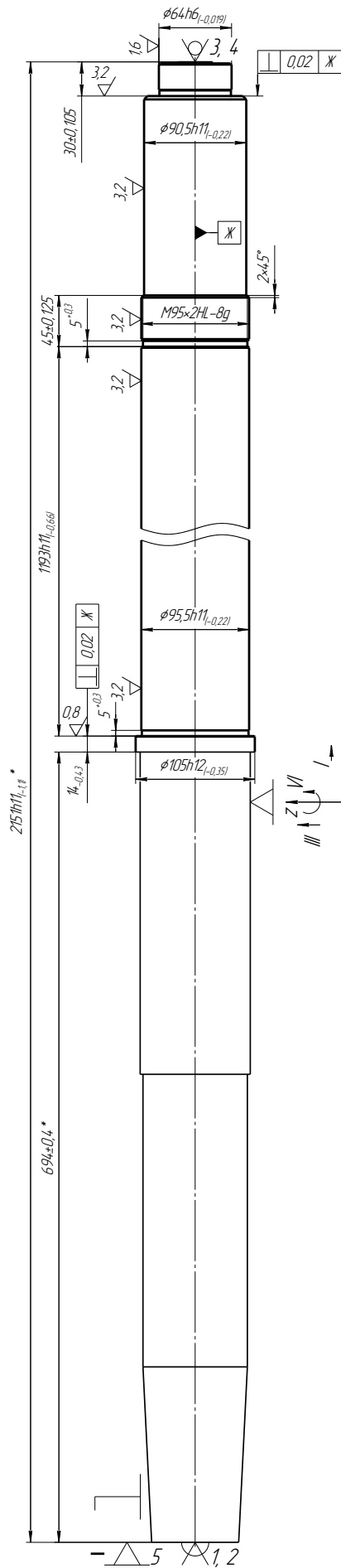
Рисунок 6.4 – Схема установки заготовки на жестких центрах

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ТМЗ 16190034-00.ПЗ

Лист

Установ А



Установ Б

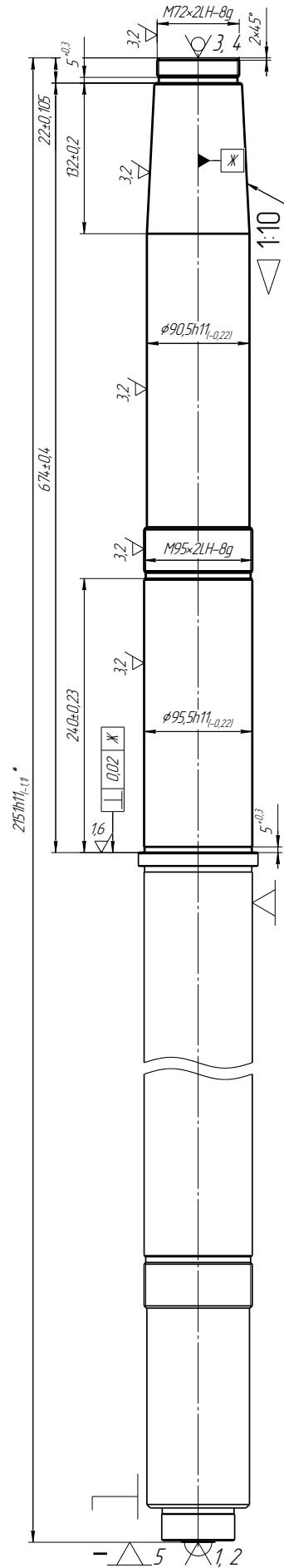


Рисунок 6.5 – Схема установки заготовки на плавающий и вращающийся центра

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ТМЗ 16190034-00.ПЗ

Лист

Заготовка устанавливается на жестких центрах. Данная схема базирования (см. рис.6.3) реализует двойную направляющую базу + опорную (жесткие центра), которая лишает заготовку пяти степеней свободы – трех перемещений вдоль трех осей и двух вращений вокруг этих же осей, оставшийся степени свободы заготовка не лишается, таблица соответствий и матрица связей – см. табл.6.3 и табл.6.4 соответственно. Погрешности базирования, на исполнительные размеры рассматриваемой операции:

линейные размеры – на все размеры влияет лишь погрешность глубины центрового гнезда – "погрешность зацентровка" [14]:

$$\Delta_{\varphi} = \frac{TD_{\varphi}}{\operatorname{tg} \alpha}, \quad (6.2)$$

где TD_{φ} – допуск на диаметр центрового гнезда,

$$TD_{\varphi} = es - ei = 0,15 - 0 = 0,15 \text{ мм};$$

α – половина угла центрового гнезда, $\alpha = 30^{\circ}$.

$$\text{Тогда } \Delta_{\varphi} = \frac{0,15}{\operatorname{tg} 30^{\circ}} = 0,26 \text{ мм.}$$

в радиальном направлении – равна нулю $\varepsilon_{\delta} = 0$ т.к. заготовка устанавливается на центра.

Рассмотрим второй вариант

Заготовка устанавливается на плавающий и вращающийся центра. Данная схема базирования (см. рис.6.4) реализует двойную направляющую базу (плавающий и вращающийся центра), которая лишает заготовку четырех степеней свободы – двух перемещений вдоль двух осей и двух вращений вокруг этих же осей, а также опорную базу (упор в левый торец) – одного перемещения вдоль одной оси, оставшийся степени свободы заготовка не лишается, таблица соответствий и матрица связей такие же как и в первом случае. Погрешности базирования, на исполнительные размеры рассматриваемой операции:

									Лист	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<i>ТМЗ 16190034-00.ПЗ</i>					

линейные размеры – равна нулю $\varepsilon_0 = 0$ т.к. применяемое оборудование с оперативным управлением, где производится "зануление" резца с началом обрабатываемой поверхности, то есть совмещается технологическая база с измерительной.

в радиальном направлении – такая же как и в первом случае.

По этому приняв во внимание выше приведенные расчеты целесообразно применить второй вариант базирования, т.к. при данной схеме нету погрешности зацентровки.

6.3 Обоснование выбора металлорежущих станков

Выбор модели станка зависит от: типа производства, конфигурации и размеров заготовки, качества обработанных поверхностей, технологических методов обработки поверхностей, требуемого количества режущих инструментов для получения конфигурации детали [13, 14, 15].

Операция 035 Фрезерно-центровальная

Так как тип производства мелкосерийный, деталь типа тела вращения, точность обрабатываемых поверхностей на данной операции не более IT12 качество Ra не более 3,2 мкм, методы обработки поверхностей – фрезерование и сверление, для обработки необходимо четыре режущих инструмента – поэтому принимаем фрезерно-центровальный полуавтомат модели МР-75М [8, табл.4.42, с.195].

Данное оборудование было выбрано с учётом следующих показателей:

технологические методы обработки поверхностей: для обработки вышеуказанных поверхностей был рассмотрен перечень фрезерно-центровальных станков, проанализировав, был выбран станок модели МР-75М;

мощность двигателя: станок данной модели оснащён 30 кВт двигателем, которого достаточно для фрезерования, т.к. именно при фрезеровании на данной операции необходимо наибольшая мощность резания;

габариты рабочего пространства: данное оборудование позволяет обрабатывать заготовки диаметром – до 150 мм, и длиной – до 2500 мм, что позволит

					<i>ТМЗ 16190034-00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		

установить заготовку, наибольший ход головки фрезы – 250 мм, что позволит обработать торцовые поверхности заготовки вала;

тип производства: при мелкосерийном производстве преимущество отдается универсальному оборудованию, таким оборудованием является станок модели МР-75М (полуавтомат);

установленное количество инструментов: станок позволяет установить две торцовые фрезы и два центровых сверла, чего необходимо и достаточно для осуществления обработки с одного установа и одной позиции всех поверхностей.

Таблица 6.5 – Основные параметры станка модели МР-75М

Наименование параметра	МР-75М
Диаметр обрабатываемой заготовки, мм	25-150
Длина обрабатываемой заготовки, мм	500-2500
Число скоростей фрезерных шпинделей	6
Частота вращения фрезерных шпинделей, об/мин	125-725
Наибольший ход фрезерной головки, мм	250
Рабочие подачи фрезерной головки с б/с регулированием, мм/мин	20-400
Конец фрезерного шпинделя по ГОСТ 836-72	50
Число скоростей сверлильных шпинделей	6
Частота вращения сверлильных шпинделей, об/мин	225-1125
Наибольший ход сверлильной головки, мм	75
Рабочие подачи сверлильной головки с б/с регулированием, мм/мин	20-300
Продолжительность холостых ходов, мин	0,3
Мощность всех электродвигателей, кВт	30
Габаритные размеры станка, мм	4000×1700
Категория ремонтной сложности	7

Операция 065 Токарная с ЧПУ

Так как тип производства мелкосерийный, деталь типа тела вращения, точность обрабатываемых поверхностей на данной операции IT12÷8 качество Ra = 1,6 мкм, методы обработки поверхностей – точение, для обработки необходимо четыре режущих инструмента – поэтому принимаем токарно-винторезный станок с оперативным управлением модели 16М30РФ3 [14].

Данное оборудование было выбрано с учётом следующих показателей:

					ТМЗ 16190034-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

технологические методы обработки поверхностей: для обработки вышеуказанных поверхностей был рассмотрен перечень токарно-винторезных станков, проанализировав, был выбран станок модели 16М30РФ3;

мощность двигателя: станок данной модели оснащён 22 кВт двигателем, которого достаточно для обработки поверхностей, получаемых на данной операции;

габариты рабочего пространства: данное оборудование позволяет обрабатывать заготовки над суппортом диаметром – до 340 мм, и длиной – до 12000 мм, что позволит установить заготовку;

тип производства: при мелкосерийном производстве преимущество отдается универсальному оборудованию, таким оборудованием является станок модели 16М30РФ3;

установленное количество инструментов – станок позволяет установить четыре резца, чего необходимо и достаточно для осуществления обработки с двух установов и одной позиции всех поверхностей.

Таблица 6.5 – Основные параметры станка модели 16М30РФ3

Наименование параметра	16М30РФ3
Наибольший диаметр заготовки, мм: устанавливаемой над станиной	670
обрабатываемой над суппортом	340
обрабатываемой над станиной (с поворотом резцедержателя)	630
Наибольший диаметр прутка, проходящего через отверстие шпинделя, мм	70
Наибольшая длина обрабатываемой заготовки, мм	3000
Шаг нарезаемой резьбы, мм	10
Количество ступеней частот вращения шпинделя	2
Частота вращения шпинделя, об/мин	10-1600
Количество ступеней подач	б/с
Подача суппорта, мм/мин: продольная	1-1200
поперечная	1-600
Скорость быстрого перемещения суппорта, мм/мин: продольная	5000
поперечная	2500
Наибольший вес устанавливаемой заготовки, кг	3500
Мощность главного привода, кВт	22

6.4 Обоснование выбора технологической оснастки

Операция 035 Фрезерно-центровальная

Выбор станочного приспособления

Выбор станочного приспособления зависит от типа производства, такта выпуска и коэффициента загрузки станка, от принятой схемы базирования заготовки, от возможности обеспечения точностных требований операции и от выбранного станка.

При выборе предпочтение отдается многоместным, стандартным и нормализованным приспособлениям, что связано с типом производства – мелкосерийное. Выбор приспособления осуществлялся по справочникам [12, 13, 14, 15].

В настоящее время заготовка обрабатывается с использованием нормализованных призм и прихватов. Применение специализированного приспособления с механизированным приводом, позволит снизить трудоемкость операции, уменьшить штучное время, повысить стабильность точностных параметров операции. Ориентировочно в заданных условиях следует признать наиболее рациональной систему неразборных специальных приспособлений (НСП). По этому принимаем специальное приспособление для фрезерно-центровальной операции, которое состоит из призм и прихватов с механизированным приводом – что снизит вспомогательное время выполнения операции.

Выбор металлорежущего и вспомогательного инструментов

Выбор инструмента зависит от таких факторов: модели станка; метода обработки; материала заготовки, её размеров и конфигурации; необходимой точности обработки и шероховатости обработанных поверхностей; типа производства (единичное, серийное, массовое).

Выбор инструмента начинают с выбора материала режущей части в зависимости от материала заготовки, этапа обработки, её термической обработки.

Поскольку обрабатываемая заготовка изготовлена из стали 40Х, то в качестве материала для режущей части примем твердый сплав для фрез и быстрорежущую

					ТМЗ 16190034-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

сталь для осевого инструмента, которые по большинству критериев подходит и для обработки этого материала [12, 13, 14, 15].

Для обработки данной заготовки на фрезерно-центровальном станке выбираем следующий режущий и вспомогательный инструмент:

Для фрезерования торцов вала – две фрезы торцовые с механическим креплением многогранных пластин (пятигранные пластины, $\varphi = 67^\circ$) с твёрдого сплава Т14К8, с числом зубьев $z = 10$ и $\varnothing 160$ 2214-0399 по ГОСТ 26595-85, диаметр фрез принят из соотношения $D = (1,25 \div 1,5)B$, где B – ширина фрезерования т.е. равна диаметру заготовки вала $\varnothing 110$; для установки фрез в шпиндель станка – необходимо две оправки для насадных торцовых фрез 6222-0138 по ГОСТ 26538-85;

Для сверления центровых отверстий – два сверла центровочных комбинированных с быстрорежущей стали Р6М5 $\varnothing 6,3$ 2317-0020 по ГОСТ 14952-75; для установки в станок сверл – необходимо два патрона цанговых 191-113-050 по ГОСТ 25557-82.

Выбор контрольно-измерительного инструмента

Для мелкосерийного производства характерно применение универсальных измерительных инструментов [12, 13, 14, 15]. На данной операции необходимо проверить шероховатость обработанных поверхностей согласно эскизу, проверить линейные и диаметральные размеры. Для контроля этих параметров выбираем такие контрольно-измерительные инструменты:

- линейка ЛП-2500 ГОСТ 427-75;
- штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89;
- образцы шероховатости ГОСТ 9378-93.

Операция 065 Токарная с ЧПУ

Выбор станочного приспособления

Выбор станочного приспособления зависит от типа производства, такта выпуска и коэффициента загрузки станка, от принятой схемы базирования заготовки, от возможности обеспечения точностных требований операции и от выбранного станка.

					<i>ТМЗ 16190034-00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		

При выборе предпочтение отдается многоместным, стандартным и нормализованным приспособлениям, что связано с типом производства – мелкосерийное. Выбор приспособления осуществлялся по справочникам [12, 13, 14, 15].

В соответствии со схемой базирования заготовки при механической обработке на данной операции выбираем:

Трехкулачковый поводковый патрон с плавающим центром модели – 7108-0021 ГОСТ 2571-71. Патрон состоит из корпуса с тремя двуплечими рычагами и плавающим центром. Патрон позволяет повысить точность обработки за счет равномерного распределения усилия между кулачками, что уменьшает радиальное биение и кривизну обработанной детали относительно базовых поверхностей – центровых гнезд. Наличие упора обеспечивает базирование заготовки по торцу.

Центр вращающийся модели 1-4-НП ЧПУ по ГОСТ 8742-75. Этот центр позволяет получать радиальную нагрузку при 1000 об/мин не более 1000Н. Частота вращения – не более 2500 об/мин.

Люнет 6046-0011 ГОСТ 21190-75. Так как жесткость вала недостаточная ввиду сравнительно большой ее длины, то с целью избежания прогиба, вибраций и упругих деформаций при обработке, что понижает качество обработанной поверхности.

Выбор металлорежущего и вспомогательного инструментов

Выбор инструмента зависит от таких факторов: модели станка; метода обработки; материала заготовки, её размеров и конфигурации; необходимой точности обработки и шероховатости обработанных поверхностей; типа производства (единичное, серийное, массовое).

Выбор инструмента начинают с выбора материала режущей части в зависимости от материала заготовки, этапа обработки, её термической обработки.

Поскольку обрабатываемая заготовка изготовлена из стали 40Х, то в качестве материала для режущей части примем твердый сплав, который по большинству критериев подходит и для обработки этого материала [12, 13, 14, 15].

					<i>ТМЗ 16190034-00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		

Для обработки данной заготовки на токарно-винторезном станке выбираем следующий режущий и вспомогательный инструмент:

Для продольно точения и подрезания торцов – резец проходной PCLNR2525M16 по ТУ 2-035-892-82 с $\varphi = 95^\circ$ с ромбической пластинкой ($\varepsilon = 80^\circ$) по ГОСТ 19059-80 с механическим креплением – с отверстием L-образным рычагом сменных неперетачиваемых пластин из твердого сплава Т15К6 по ГОСТ 9391-80.

Для контурного точения – резец контурный PDINR2525M16 по ТУ 2-035-892-82 с $\varphi = 93^\circ$ с ромбической пластинкой ($\varepsilon = 55^\circ$) по ГОСТ 24256-80 с механическим креплением – с отверстием L-образным рычагом неперетачиваемых пластин из твердого сплава Т30К4 по ГОСТ 9391-80.

Для нарезания канавок – резец канавочный 035-2126-1183 по ОСТ 2И10-7-84 с пластинами по ГОСТ 25416-82 с механическим креплением – прихватом пластин из твердого сплава Т15К6 по ГОСТ 9391-80.

Для нарезания резьбы – резец резьбовой 035-2159-0543 по ОСТ 2И10-9-84 с пластинами ($\varepsilon = 60^\circ$) по ГОСТ 25416-82 с механическим креплением – прихватом пластин из твердого сплава Т15К6 по ГОСТ 9391-80.

Выбор контрольно-измерительного инструмента

Для мелкосерийного производства характерно применение универсальных измерительных инструментов. На данной операции необходимо контролировать диаметральные и линейные размеры, шероховатость обработанных поверхностей согласно эскизу. Для контроля этих параметров выбираем такие контрольно-измерительные инструменты:

- линейка ЛП-2500 ГОСТ 427-75;
- штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89;
- образцы шероховатости ГОСТ 9378-93.

					<i>ТМЗ 16190034-00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		

6.5 Расчёт режимов резания

Расчет режимов резания производим для одного – первого перехода фрезерование торцов вала расчетно-аналитическим методом, а для второго перехода – сверления центровых отверстий осуществляем выбор режимов резания табличным методом.

Операция 035 Фрезерно-центровальная

Переход 1 – фрезерование торцов вала (см. рис.5.1) Ø110 мм с глубиной резания $t = 4,5$ мм. Ширина фрезерования будет равна диаметру заготовки $B = 110$ мм.

Выбираем подачу на зуб фрезы по [15]: $S_z = 0,1$ мм/об.

Рассчитываем скорость резания по эмпирической формуле согласно [15], м/мин:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u z^p} \cdot K_v, \quad (6.7)$$

где T – среднее значение периода стойкость инструмента, мин; согласно [15]: $T = 240$ мин.

Коэффициенты для данной формулы равны согласно [15]: $C_v = 332$, $q = 0,2$, $x = 0,1$, $y = 0,4$, $u = 0,2$, $p = 0$, $m = 0,2$.

K_v – общий поправочный коэффициент учитывающий качество обрабатываемого материала и определяется по формуле:

$$K_v = K_{MV} K_{PIV} K_{IV}, \quad (6.8)$$

где K_{MV} – коэффициент учитывающий качество обрабатываемого материала и определяется по формуле согласно [15]:

$$K_{MV} = K_\Gamma \left(\frac{750}{\sigma_b} \right)^{n_v}, \quad (6.9)$$

где $\sigma_b = 685$ МПа – предел прочности обрабатываемого материала, сталь 40Х;

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					

ТМЗ 16190034-00.ПЗ

K_{Γ} – характеризует группу стали по обрабатываемости, $K_{\Gamma} = 0,95$, сталь хромистая [15];

n_V – показатель степени, $n_V = 1$.

Следовательно:

$$K_{MV} = 0,95 \cdot \left(\frac{750}{685} \right)^{1,0} = 1,04;$$

$K_{ПV}$ – учитывает состояние поверхности заготовки, $K_{ПV} = 0,9$, прокат с коркой [15];

$K_{ИV}$ – учитывает материал инструмента, $K_{ИV} = 0,8$, Т14К8 [15].

Таким образом:

$$K_V = 1,04 \cdot 0,9 \cdot 0,8 = 0,75.$$

Определяем скорость резания:

$$V = \frac{332 \cdot 160^{0,2}}{240^{0,2} \cdot 4,5^{0,1} \cdot 0,1^{0,4} \cdot 110^{0,2} \cdot 10^0} \cdot 0,75 = 194 \text{ м/мин.}$$

Определяем частоту вращения шпинделя по формуле, об/мин:

$$n_p = \frac{1000V}{\pi D}. \quad (6.10)$$

Выполняем расчет:

$$n_p = \frac{1000 \cdot 194}{\pi \cdot 160} = 385 \text{ об/мин.}$$

Корректируем частоту вращения шпинделя, то есть принимаем:

$n = 325$ об/мин.

Определяем фактическую скорость резания, м/мин:

$$V = \frac{\pi D n}{1000}. \quad (6.11)$$

					<i>ТМЗ 16190034-00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Выполняем расчет:

$$V = \frac{\pi \cdot 110 \cdot 325}{1000} = 112 \text{ м/мин.}$$

Определим минутную подачу по формуле, мм/мин:

$$S_M = S_Z n. \quad (6.12)$$

Выполняем расчет:

$$S_M = 0,1 \cdot 10 \cdot 325 = 325 \text{ мм/мин.}$$

Рассчитаем силу резания. Основной составляющей силы резания является тангенциальная составляющая, значение которой находим по формуле согласно [15]:

$$P_z = \frac{10 C_p t^x S_z^y B^u z}{D^q n^w} K_{MP}. \quad (6.13)$$

Коэффициенты для данной формулы определяются согласно [15]: $C_p = 825$, $x = 1$, $y = 0,75$, $u = 1,1$, $q = 1,3$, $w = 0,2$.

Поправочный коэффициент K_{MP} учитывающий влияние качества обрабатываемого материала определяем по формуле [15]:

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n, \quad (6.14)$$

Выполняем расчет:

$$K_{MP} = \left(\frac{685}{750} \right)^{0,75} = 0,93$$

Тангенциальная сила резания равна:

$$P_z = \frac{10 \cdot 825 \cdot 4,5^1 \cdot 0,1^{0,75} \cdot 110^{1,1} \cdot 10}{160^{1,3} \cdot 325^{0,2}} \cdot 0,93 = 4655 \text{ Н.}$$

					<i>ТМЗ 16190034-00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Определяем крутящий момент на шпинделе по формуле [15], Н·м:

$$M_{кр} = \frac{P_z D}{2 \cdot 100}. \quad (6.15)$$

Выполняем расчет:

$$M_{кр} = \frac{4655 \cdot 160}{2 \cdot 100} = 3724 \text{ Н·м.}$$

Определяем эффективную мощность резания по формуле [15], кВт:

$$N_e = \frac{P_z V}{60 \cdot 1020}. \quad (6.16)$$

Выполняем расчет:

$$N_e = \frac{4655 \cdot 112}{60 \cdot 1020} = 8,54 \text{ кВт.}$$

Так как операция фрезерно-центровальная и переход – фрезерование торцов производится одновременно с обеих сторон заготовки, то мощность затрачиваемая на резание будет равна:

$$N_p = 2N_e = 2 \cdot 8,54 = 17,09 \text{ кВт.}$$

Для возможности реализации резания на станке должно выполняться условие:

$$N_p < N_d \cdot \eta, \quad (6.17)$$

где N_d – мощность двигателей станка, 30 кВт;

η – коэффициент полезного действия станка, 0,75.

Проверяем условие:

$$N_d \cdot \eta = 30 \cdot 0,75 = 22,5 \text{ кВт.}$$

					<i>ТМЗ 16190034-00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Так как $17,09 < 22,5$, то условие (6.17) выполняется на станке и процесс резания осуществляется.

Основное время работы станка на переходе определяем по формуле, мин:

$$T_o = \frac{L}{S_m} i, \quad (6.18)$$

где L – длина пути инструмента, учитывающая длину врезания и перебега;

S_m – минутная подача, мм/мин;

i – количество проходов.

Тогда:

$$T_{o.фр} = \frac{110 + 50}{325} \cdot 1 = 0,49 \text{ мин.}$$

Переход 2 – зацентровка торцов вала (см. рис.5.1) отв. центр. В6.3 ГОСТ 14034-74 – $\varnothing 6,3$ мм на глубину 15 мм.

Выбираем подачу на оборот сверла по [16], для сверления комбинированными центровочными сверлами: $S_o = 0,1$ мм/об.

Выбираем скорость резания по [16], для сверления комбинированными центровочными сверлами: $V_T = 21$ м/мин.

Определим расчетное значение скорости резания с учетом поправочных коэффициентов для различных условий работы в зависимости от:

$$V_p = V_T K_{MV} K_{IV} K_{ИВ}, \quad (6.18)$$

где K_{MV} – учитывает группу и механическую характеристику стали, $K_{MV} = 0,7$, сталь 40Х с $\sigma_b = 685$ МПа и $HB \cdot 10^{-1} = 223 \div 262$ МПа [16];

K_{IV} – учитывает длину отверстия, $K_{IV} = 1$, до 3D [16];

$K_{ИВ}$ – учитывает материал инструмента, $K_{ИВ} = 1$, Р6М5 [16].

Тогда: $V_p = 21 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1 = 14,7$ м/мин.

Определяем количества оборотов шпинделя по формуле (6.15):

					<i>ТМЗ 16190034-00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

$$n_p = \frac{1000 \cdot 14,7}{\pi \cdot 20} = 234 \text{ об/мин.}$$

Корректируем частоту вращения шпинделя, то есть $n = 225$ об/мин.

Определяем фактическую скорость резания по формуле (6.14):

$$V = \frac{\pi \cdot 20 \cdot 225}{1000} = 14 \text{ м/мин.}$$

Определим минутную подачу по формуле (6.16):

$$S_M = 0,1 \cdot 225 = 22,5 \text{ мм/мин.}$$

Выбираем мощность потребляемую на резание по [16], для заданных условий резания: $N_e = 1$ кВт.

Так как операция фрезерно-центровальная и переход – зацентровка торцов производится одновременно с обеих сторон заготовки, то мощность затрачиваемая на резание будет равна:

$$N_p = 2N_e = 2 \cdot 1 = 2 \text{ кВт.}$$

Так как $2 < 22,5$, то условие (6.18) выполняется на станке и процесс резания осуществляется.

Основное время работы станка на переходе определяем по формуле (6.19):

$$T_{o.св} = \frac{15 + 5}{22,5} \cdot 1 = 0,89 \text{ мин.}$$

Определим основное время выполнения операции:

$$T_o = T_{o.фр} + T_{o.св} = 0,49 + 0,89 = 1,38 \text{ мин.}$$

Результаты расчета режимов резания приведены в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Режимы обработки на переходе операции 035

Номер и текст перехода	Параметры режимов обработки					L, мм	T _о , мин
	t, мм	S, мм/мин	n, об/мин	V, м/мин	i		
1 Фрезеровать торцы	4,5	325	325	112	1	160	0,49
2 Центровать торцы	3,15	22,5	225	14	1	20	0,89

Операция 065 Токарная с ЧПУ

Расчет режимов резания производим для переходов – чистового продольного точения поверхностей $\varnothing 90,5h11(-0,22)$ мм (см. рис.6.3-6.4).

Глубина резания, мм:

$$t = \frac{D - d}{2}, \quad (6.19)$$

где D – диаметр заготовки до обработки, $D = 92$ мм (см. рис.6.1);

d – диаметр детали после обработки, $d = 90,5$ мм (см. рис.6.1).

Тогда $t = \frac{92 - 90,5}{2} = 0,75$ мм.

Выбираем подачу по [15]: $S_m = S_o = 0,2$ мм/об.

Рассчитываем скорость резания по эмпирической формуле [15], м/мин:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v, \quad (6.20)$$

где T – стойкость инструмента, мин; согласно [15]: $T = 60$ мин;

Коэффициенты для данной формулы равны согласно [15]: $C_v = 420$, $x = 0,15$, $y = 0,2$, $m = 0,2$;

K_v – общий поправочный коэффициент учитывающий качество обрабатываемого материала и определяется по формуле:

$$K_v = K_{MV} K_{IV} K_{IV}, \quad (6.21)$$

где K_{MV} – коэффициент учитывающий качество обрабатываемого материала и определяется по формуле согласно [15, с.261]:

$$K_{MV} = K_\Gamma \left(\frac{750}{\sigma_s} \right)^{n_v}, \quad (6.22)$$

где $\sigma_s = 685$ МПа – предел прочности обрабатываемого материала, сталь 40Х;

K_Γ – характеризует группу стали по обрабатываемости, $K_\Gamma = 0,95$, сталь хромистая [15];

n_v – показатель степени, $n_v = 1$.

Следовательно:

					ТМЗ 16190034-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

$$K_{MV} = 0,95 \cdot \left(\frac{750}{685} \right)^{1,0} = 1,04;$$

K_{IV} – учитывает состояние поверхности заготовки, $K_{IV} = 1$, без корки [15];

K_{IV} – учитывает материал инструмента, $K_{IV} = 1$, Т15К6 [15].

Таким образом:

$$K_V = 1,04 \cdot 1 \cdot 1 = 1,04.$$

Определяем скорость резания:

$$V = \frac{420}{60^{0,2} \cdot 0,75^{0,15} \cdot 0,2^{0,2}} \cdot 1,04 = 277,5 \text{ м/мин.}$$

Определяем частоту вращения шпинделя по формуле, об/мин:

$$n_p = \frac{1000V}{\pi D}. \quad (6.22)$$

Выполняем расчет согласно формуле (6.22):

$$n_p = \frac{1000 \cdot 277,5}{\pi \cdot 92} = 960 \text{ об/мин.}$$

Корректируем частоту вращения шпинделя, то есть $n = 1000$ об/мин.

Определяем фактическую скорость резания:

$$V = \frac{\pi D n}{1000}. \quad (6.23)$$

Выполняем расчет согласно формуле (6.19):

$$V = \frac{\pi \cdot 92 \cdot 1000}{1000} = 289 \text{ м/мин.}$$

Определим минутную подачу по формуле:

$$S_m = S_o n. \quad (6.24)$$

Выполняем расчет согласно формуле (6):

$$S_m = 0,2 \cdot 1000 = 200 \text{ мм/мин.}$$

Рассчитаем силу резания. Основной составляющей силы резания является тангенциальная составляющая, значение которой находим по формуле согласно [15], Н:

$$P_z = 10 C_{pt}^x S^y V^n K_p. \quad (6.25)$$

					ТМЗ 16190034-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Коэффициенты для данной формулы определяются согласно [15]: $C_p = 300$, $x = 1$, $y = 0,75$, $n = -0,15$.

Поправочный коэффициент K_p определяем по формуле:

$$K_p = K_{MP}K_{\varphi P}K_{\gamma P}K_{\lambda P}K_{rP}, \quad (6.26)$$

где K_{MP} – коэффициент учитывающий качество обрабатываемого материала и определяется по формуле согласно [15]:

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_s}{750} \right)^n, \quad (6.27)$$

Выполняем расчет согласно формуле (6.27):

$$K_{MP} = \left(\frac{685}{750} \right)^{0,75} = 0,93.$$

Остальные коэффициенты учитывают влияние геометрических параметров режущей части инструмента [15]:

$K_{\varphi P}$ – учитывает главный угол в плане, $K_{\varphi P} = 0,89$, $\varphi = 90^\circ$;

$K_{\gamma P}$ – учитывает передний угол, $K_{\gamma P} = 1$, $\gamma = 10^\circ$;

$K_{\lambda P}$ – учитывает угол наклона главной режущей кромки, $K_{\lambda P} = 1$, $\lambda = -5^\circ$;

K_{rP} – учитывает радиус при вершине, $K_{rP} = 0,93$, $r = 1$ мм.

Таким образом выполняем расчет согласно формуле (6.24):

$$K_p = 0,93 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 0,77.$$

Тангенциальная сила резания равна:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,75^1 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 289^{-0,15} \cdot 0,77 = 222 \text{ Н.}$$

Определяем эффективную мощность резания по формуле [15], кВт:

$$N = \frac{P_z V}{60 \cdot 1020}. \quad (6.28)$$

Выполняем расчет:

$$N = \frac{222 \cdot 289}{60 \cdot 1020} = 1,05 \text{ кВт.}$$

Для возможности реализации резания на станке должно выполняться условие:

$$N_p < N_d \cdot \eta, \quad (6.29)$$

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

ТМЗ 16190034-00.ПЗ

где N_d – мощность двигателя станка, 22 кВт;

η – коэффициент полезного действия станка, 0,75.

Проверяем условие:

$$N_d \cdot \eta = 22 \cdot 0,75 = 16,5 \text{ кВт.}$$

Так как $1,05 < 16,5$, то условие (6.28) выполняется на станке и процесс резания осуществляется.

Для нарезания резьбы М95×2НЛ-8g назначаем режимы резания табличным методом (см. рис.6.3-6.4). Глубина резания при резьбонарезании равняется шагу резьбы $t = 2$ мм.

Выбираем число рабочих ходов резца по [18] – 10. Таким образом величина срезаемого слоя за один проход $2/10 = 0,2$ мм.

Выбираем скорость и мощность резания по [18], для нарезание резьбы метрической треугольной: $V_m = 122$ м/мин, $N_m = 3,15$ кВт.

Определим расчетное значение скорости и мощности резания с учетом поправочных коэффициентов для различных условий работы в зависимости от [18]:

$$V_p = V_m K_{VII} K_{VR} K_{VN} K_{VII}, \quad (6.29)$$

$$N_p = N_m K_{NII} K_{NR} K_{NN} K_{NII}, \quad (6.30)$$

где $K_{VII} = K_{NII}$ – инструментального материала, Т15К6, $K_{VII} = K_{NII} = 1$;

$K_{VR} = K_{NR}$ – вид подачи резца, радиальная врезная, $K_{VR} = K_{NR} = 1$;

$K_{VN} = K_{NN}$ – способа нарезания резьбы, одним резцом, $K_{VN} = K_{NN} = 0,75$;

$K_{VII} = K_{NII}$ – вида резьбы, наружная, $K_{VII} = K_{NII} = 1$.

Тогда скорость: $V_p = 122 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,75 \cdot 1 = 91,5$ м/мин.

Тогда мощность: $N_p = 3,15 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,75 \cdot 1 = 2,36$ кВт.

Определяем количества оборотов шпинделя по формуле (6.25):

$$n_p = \frac{1000 \cdot 91,5}{\pi \cdot 95} = 307 \text{ об/мин.}$$

Корректируем частоту вращения шпинделя, то есть $n = 280$ об/мин.

Определяем фактическую скорость резания по формуле (6.30):

$$V = \frac{\pi \cdot 95 \cdot 280}{1000} = 84 \text{ м/мин.}$$

Определим минутную подачу по формуле (6.26):

$$S_m = 2 \cdot 280 = 480 \text{ мм/мин.}$$

Так как $2,36 < 16,5$, то условие (6.30) выполняется на станке и процесс резания осуществляется.

Таблица 6.7 – Режимы обработки на переходе операции 065

Номер и текст перехода	Параметры режимов обработки						L_i , мм	T_o , мин
	t , мм	S , мм/мин	n , об/мин	V , м/мин	D , мм	i		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 Установить, закрепить, снять	–	–	–	–	–	–	–	–
2 Точить фаску $0,5 \times 45^\circ$	0,35	250	1250	267	68	1	3,89	0,016
3 Точить поверхность $\varnothing 30h6_{(-0,013)}$, предварительно	1,3	250	1250	267	68	1	0,55	0,002
4 Подрезать торец в размер $1,3_{-0,1}$	0,65	250	1250	267	68	1	15,75	0,063
5 Точить фаску $1 \times 45^\circ$	0,71	250	1250	267	68	1	1,77	0,007
6 Точить поверхность $\varnothing 64h6_{(-0,019)}$, предварительно	0,75	250	1250	267	68	1	27,45	0,110
7 Подрезать торец в размер $30 \pm 1,05$	2	200	1000	289	92	1	9,75	0,049
8 Точить фаску $3 \times 45^\circ$	2,83	200	1000	289	92	1	4,6	0,023
9 Точить поверхность $\varnothing 90,5h11_{(-0,22)}$	0,75	200	1000	289	92	1	171,75	0,859
10 Подрезать торец в размер $205 \pm 0,23$	2	160	800	251	100	1	2	0,013
11 Точить фаску $2 \times 45^\circ$	2,83	160	800	251	100	1	2,83	0,018
12 Точить поверхность под резьбу $M95 \times 2HL-8g$ в размер $\varnothing 95h11_{(-0,22)}$	2,5	160	800	251	100	1	43	0,269
13 Подрезать торец в размер $45 \pm 0,125$	2	160	800	251	100	1	0,25	0,002
14 Точить поверхность $\varnothing 95,5h11_{(-0,22)}$	2,25	160	800	251	100	1	1193	7,456
15 Подрезать торец в размер $14_{-0,43}$	2	160	800	274	110	1	4,25	0,027
16 Точить фаску $0,5 \times 45^\circ$	0,35	160	800	274	110	1	0,71	0,004
17 Точить поверхность	2,5	160	800	274	110	1	16,5	0,103

ТМЗ 16190034-00.ПЗ

Лист

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

Ø105h12 _(-0,35)								
18 Точить канавку – вид В выдерживая размеры 5 ^{+0,3} , R1 и R0,5	5	25	500	150	95,5	1	8	0,320
19 Точить канавку – вид Г выдерживая размеры 5 ^{+0,3} , R1 и R0,5	5	25	500	149	95	1	4	0,160
20 Точить фаску в канавке выдерживая размер 1×45°	0,71	25	500	149	95	1	5,66	0,226
21 Точить фаску в канавке выдерживая размер 1×45°	1,06	25	500	149	95	1	5,66	0,226
22 Точить канавку – вид М выдерживая размеры 5 ^{+0,3} , R0,5 и R1	5	40	800	162	64,5	1	11	0,275
23 Точить фаску в канавке выдерживая размер 0,5×45°	0,35	40	800	162	64,5	1	1,41	0,035
24 Точить поверхность Ø30h6 _(-0,013) , окончательно	0,25	80	1600	153	30,5	1	1,3	0,016
25 Точить поверхность Ø64h6 _(-0,019) , окончательно	0,25	80	1600	324	64,5	1	25	0,313
26 Нарезать резьбу M95×2HL-8g	2	560	280	84	95	10	400	0,714
27 Переустановить, закрепить, снять	–	–	–	–	–	–	–	–
28 Точить фаску 2×45°	2,83	200	1000	241	76,8	1	5,66	0,028
29 Точить поверхность под резьбу M72×2HL-8g в размер Ø72h11 _(-0,19)	3,4	200	1000	248	78,8	1	20	0,100
30 Подрезать торец в размер 22±1,05	2	200	1000	248	78,8	1	1,45	0,007
31 Точить фаску 1×45°	1,38	200	1000	248	78,9	1	1,79	0,010
32 Точить конус 1:10	1	200	1000	289	92	1	131,39	0,657
33 Точить поверхность Ø90,5h11 _(-0,22)	0,75	200	1000	289	92	1	257	1,285
34 Подрезать торец в размер 411±0,315	2	160	800	251	100	1	0,25	0,002
35 Точить фаску 2×45°	2,83	160	800	251	100	1	2,83	0,018
36 Точить поверхность под резьбу M95×2HL-8g в размер Ø95h11 _(-0,22)	2,5	160	800	251	100	1	43	0,269
37 Подрезать торец в размер 45±0,125	2	160	800	251	100	1	0,25	0,002
38 Точить поверхность	2,25	160	800	251	100	1	240	1,500

ТМЗ 16190034-00.ПЗ

Лист

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

Ø95,5h11(-0,22)									
39 Подрезать торец в размер 45±0,125	2	160	800	274	110	1	4,25	0,027	
40 Точить фаску 0,5×45°	0,35	160	800	274	110	1	1,41	0,009	
41 Точить канавку – вид В выдерживая размеры 5 ^{+0,3} , R1 и R0,5	5	25	500	150	95,5	1	8	0,320	
42 Точить канавку – вид Г выдерживая размеры 5 ^{+0,3} , R1 и R0,5	5	25	500	149	95	1	4	0,160	
43 Точить фаску в канавке выдерживая размер 1×45°	0,71	25	500	149	95	1	5,66	0,226	
44 Точить фаску в канавке выдерживая размер 1×45°	1,06	25	500	149	95	1	5,66	0,266	
45 Точить канавку – вид А выдерживая размеры 5 ^{+0,3} , R0,5 и R1	5	35	710	161	72	1	3	0,086	
46 Точить фаску в канавке выдерживая размер 0,5×45°	0,35	35	710	161	72	1	2,83	0,081	
47 Нарезать резьбу M72×2HL-8g	2	800	400	91	72	10	200	0,250	
48 Нарезать резьбу M95×2HL-8g	2	560	280	84	95	10	400	0,714	

6.6 Техническое нормирование операций

В основе расчёта производительности труда лежит техническое нормирование операции. С этой целью определяют норму штучно-калькуляционного времени по формуле, мин:

$$T_{шк} = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n}, \quad (6.28)$$

где $T_{шт}$ – норма штучного времени, мин;

$T_{пз}$ – норма подготовительно-заключительного времени, мин;

n – количество деталей в партии, $n = 13$ шт.

Операция 035 Фрезерно-центровальная

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ТМЗ 16190034-00.ПЗ				

Норма штучного времени для универсального оборудования определяется по формуле [19], мин:

$$T_{шт} = T_o + T_v + T_{обс} + T_{отд}, \quad (6.29)$$

где T_o – норма основного времени (см. п.5.4), мин;

T_v – норма вспомогательного времени, мин;

$T_{обс}$ – норма времени на обслуживание рабочего места, мин;

$T_{отд}$ – норма времени на отдых и личные потребности рабочего, мин.

Норма вспомогательного времени определяется по формуле, мин:

$$T_v = T_{уст} + T_{оп} + T_{изм}, \quad (6.30)$$

где $T_{уст}$ – норма времени на установку, закрепление и снятие заготовки [17]:

$T_{уст} = 1,3 + 0,12 + 0,4 = 1,46$ мин – установит и снять заготовку подъемным краном, очистка приспособления от стружки, закрепление и открепление;

$T_{оп}$ – норма времени связанного с операцией [17]: $T_{оп} = 0,95$ мин;

$T_{изм}$ – норма времени на контрольные измерения [17]:

$T_{изм} = 0,25 + 2 \cdot 0,12 = 0,49$ мин;

Тогда: $T_v = 1,46 + 0,95 + 0,49 = 2,9$ мин.

Норма времени на обслуживание рабочего места определяется [17]:

$T_{обс} = 0,035(T_o + T_v) = 0,035(1,38 + 2,9) = 0,15$ мин.

Норма времени на отдых и личные потребности рабочего определяется [17]:

$$T_{отд} = 0,04(T_o + T_v) = 0,04(1,38 + 2,9) = 0,17 \text{ мин.}$$

Тогда: $T_{шт} = 1,38 + 2,9 + 0,15 + 0,17 = 4,6$ мин.

Норма подготовительно-заключительного времени определяется [17]:

$T_{пз} = 10 + 1,5 + 5 = 16,5$ мин – наладка станка инструмента и приспособления, установка поддерживающей стойки на размер обрабатываемой детали, получение инструмента и приспособлений исполнителем работы до начала и сдачи их после окончания обработки партии деталей.

Норма штучно-калькуляционного времени на выполнение операции определяется по формуле (6.28):

					<i>ТМЗ 16190034-00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		

$$T_{шк} = 4,6 + \frac{16,5}{13} = 5,87 \text{ мин.}$$

Операция 065 Токарная с ЧПУ

Норма штучного времени для оборудования с оперативным управлением определяется по формуле [19]:

$$T_{шт} = (T_{ца} + T_{\epsilon}) \cdot \left(1 + \frac{a_{mex} + a_{орг} + a_{отд}}{100} \right), \quad (6.31)$$

где $T_{ца}$ – время цикла автоматической работы станка по программе;

T_{ϵ} – вспомогательное время, мин;

a_{mex} – время на техническое обслуживание рабочего места, мин;

$a_{орг}$ – время на организационное обслуживание рабочего места, мин;

$a_{отд}$ – время на отдых и личные потребности рабочего, мин.

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

Время цикла автоматической работы станка по программе определяется:

$$T_{ца} = T_o + T_{мв}, \quad (6.32)$$

где T_o – основное время автоматической работы станка по программе, мин;

$T_{мв}$ – машинно-вспомогательное время, мин.

Тогда: $T_{ца} = 17,08 + 2,27 = 19,35$ мин.

Норму вспомогательного времени определяется по формуле (6.30).

Норма времени на установку, закрепление и снятие заготовки [19]:

$T_{уст} = 3,3 \cdot 2 = 6,6$ мин – установит и снять заготовку подъемным краном в центрах неподвижном люнете, без надевания хомутика, пневматическим устройством (операция состоит из двух установов);

Норма времени связанного с операцией (не вошедшее в управляющую программу) [19]:

$T_{он} = 0,32 \cdot 4 + 0,15 \cdot 2 + 0,03 \cdot 2 = 1,64$ мин – установить заданное взаимное положение детали и инструмента по координатам X, Y, Z и в случаи необходимости произвести подналадку, проверить приход детали или инструмента в заданную точку после обработки, установить и снять щиток от забрызгивания эмульсией;

					ТМЗ 16190034-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Норма времени на контрольные измерения [19]:

$$T_{изм} = 0,05 \cdot 8 + 0,16 \cdot 6 + 0,12 + 0,13 + 0,27 + 0,5 \cdot 2 = 2,88 \text{ мин};$$

Тогда: $T_6 = 6,6 + 1,64 + 2,88 = 11,12$ мин.

Время на организационное и техническое обслуживание рабочего места, отдых и личные потребности приведено в процентах от оперативного времени согласно [19]: 9%.

Окончательно норма штучного времени равна согласно формуле (6.31):

$$T_{шт} = (19,35 + 11,12) \cdot (1 + 0,09) = 33,21 \text{ мин.}$$

Норма подготовительно-заключительного времени определяется по [19]:

$$T_{нз} = T_{нз1} + T_{нз2} + T_{пр.обр}, \quad (6.33)$$

где $T_{нз1}$ – норма времени на организационную подготовку [19], $T_{нз1} = 4 + 9 + 3 + 2 = 18$ мин – получения, наряда, чертежа, технологической документации, программносителя и режущего инструмента; получение вспомогательного инструмента, контрольно-измерительного инструмента, приспособления, получения и сдачи заготовки; ознакомления с работой, чертежом, технологической документацией, осмотром заготовки; инструктажа мастера;

$T_{нз2}$ – норма времени на наладку станка, приспособления, инструмента, программных устройств [19], $T_{нз2} = 1,5 + 8 + 5 + 0,25 + 3,5 + 3 + 0,35 = 27$ мин – установления и снятия патрона, центра и люнета; установления исходных режимов работы станка (число оборотов и подач); установки режущего инструмента в резцедержателе; набратие программы кнопками (переключателями) на пульте УЧПУ и проверить ее; установить исходные координаты X_i и Z_i (настроить нулевое положение); настройки устройства для подачи СОЖ;

$T_{пр.обр}$ – норма времени на пробную обработку [19], $T_{пр.обр} = 16$ мин.

Тогда: $T_{нз} = 18 + 27 + 16 = 61$ мин.

Норма штучно-калькуляционного времени на выполнение операции определяется по формуле (6.28):

$$T_{шк} = 33,21 + \frac{61}{13} = 37,9 \text{ мин.}$$

					<i>ТМЗ 16190034-00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Номинальный диаметр центровых отверстий $\varnothing 6,3H12^{(+0,15)}$ – внутренняя цилиндрическая поверхность, которая должна быть обработана с точностью IT12, $\varnothing 6,3^{+0,15}$, $T_{\varnothing 6,3} = 150$ мкм. Отклонение на него задано конструктором в соответствии со стандартом ГОСТ 14034-74 [16].

Длина $8H12^{(+0,15)}$ – внутренний линейный размер (уступ), который должен быть обработан с точностью IT12, $8^{+0,15}$, $T_8 = 150$ мкм. Отклонение на него задано конструктором в соответствии со стандартом ГОСТ 14034-74 [16].

Длина $5,98H11^{(+0,075)}$ – внутренний линейный размер (уступ), который должен быть обработан с точностью IT11, $5,98^{+0,075}$, $T_{5,98} = 75$ мкм. Отклонение на него задано конструктором в соответствии со стандартом ГОСТ 14034-74 [16].

Длина $7,36H12^{(+0,15)}$ – внутренний линейный размер (уступ), который должен быть обработан с точностью IT12, $7,36^{+0,15}$, $T_{7,36} = 150$ мкм. Отклонение на него задано конструктором в соответствии со стандартом ГОСТ 14034-74 [3, с.272].

Размер $\angle 60^\circ$ – угловой размер, который должен быть обработан с точностью AT12, $T_{\angle 60^\circ} = 12'$. Отклонение на него задано конструктором в соответствии со стандартом ГОСТ 14034-74 [16].

Размер $\angle 120^\circ$ – угловой размер, который должен быть обработан с точностью AT12, $T_{\angle 120^\circ} = 12'$. Отклонение на него задано конструктором в соответствии со стандартом ГОСТ 14034-74 [16].

Точность формы обрабатываемых поверхностей

Искажение формы торцовых поверхностей $2151h11_{(-1,1)}$ характеризуются отклонением от плоскостности и прямолинейности и нормируется ГОСТ 24643-81. Поскольку данные отклонения на чертеже конструктором не оговорен, по этому принимаем допуски на них в пределах 60% от допуска на размер, т.е. допуск плоскостности и прямолинейности для данного размера $T_{-, \square} = 0,6 \cdot 1100 = 660$ мкм, что соответствует 13 степени точности, которая в свою очередь соответствует 11 качеству точности и относительной геометрической точности A [16] – соответствует техническим требованиям чертежа. По этому, исходя из выше перечисленных фактов следует, что отклонением от плоскостности и прямолиней-

					<i>ТМЗ 16190034-00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		

геометрической точности А [16] – соответствует техническим требованиям чертежа. По этому, исходя из выше перечисленных фактов следует, что допуск радиального биения задано верно, так как соответствует требованиям ГОСТ 24643-81.

Степень шероховатости обрабатываемых поверхностей

Шероховатость торцовых поверхностей 2151h11_(-1,1) согласно техническим требованиям чертежа составляет Ra = 3,2 мкм и нормируется ГОСТ 2789-73. По [16] – минимальное значение шероховатости, что соответствует 11 качеству точности составляет Ra = 6,3 мкм. По этому исходя из выше перечисленных фактов следует, что шероховатость проставлена верно, так как соответствует требованиям ГОСТ 2789-73 $Ra_{\text{констр.}} < Ra_{\text{ГОСТ}}$.

Шероховатость центровых отверстий $\varnothing 6,3H12^{(+0,15)}$ согласно техническим требованиям чертежа составляет Ra = 6,3 мкм и нормируется ГОСТ 2789-73. По [16] – минимальное значение шероховатости, что соответствует 12 качеству точности составляет Ra = 12,5 мкм. По этому исходя из выше перечисленных фактов следует, что шероховатость проставлена верно, так как соответствует требованиям ГОСТ 2789-73 $Ra_{\text{констр.}} < Ra_{\text{ГОСТ}}$.

Выяснение количественных и качественных данных о заготовке, поступающей на операцию

На данную операцию – фрезерно-центровальную заготовка поступает после отрезной операции, необходимый припуск 4,5 мм на торцах снимается за один проход. Масса заготовки 161 кг. Материал – Сталь 40Х ГОСТ 4543-71. Заготовка, представляющая собой тело вращения – вал, не жесткая, обрабатываемость её удовлетворительная. Так как заготовка изготовлена из проката имеющего профиль $\varnothing 110 \times 2160$, обрабатывать необходимо торцы по этому за технологическую базу принимаем поверхность $\varnothing 110$. Уточним точностные параметры поверхностей, которые могут быть базовыми.

Точность размеров базовых поверхностей

					<i>ТМЗ 16190034-00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		

Номинальный диаметр проката $\varnothing 110(+0,4;-1,7)$ – наружная цилиндрическая поверхность, что соответствует точности IT16, $\varnothing 110^{+0,4}_{-1,7}$, $T_{\varnothing 110} = 2100$ мкм. Отклонение на него задано конструктором в соответствии с ГОСТ 2590-88.

Точность формы базовых поверхностей

Искажение формы поверхности $\varnothing 110^{+0,4}_{-1,7}$ характеризуются отклонением от цилиндричности и круглости и нормируется ГОСТ 2590-88. Допуск круглости не должен превышать 75% от допуска на диаметр, т.е. допуск круглости для данного размера $T_{\bigcirc} = 0,75 \cdot 2100 = 1575$ мкм, допуск цилиндричности не должен превышать 0,2% от длины, т.е. допуск цилиндричности для данного размера $T_{\nearrow} = 0,002 \cdot 2160 = 4,32$ мм – соответствует техническим требованиям чертежа. По этому, исходя из выше перечисленных фактов следует, что отклонением от цилиндричности и круглости задано верно, так как соответствует требованиям ГОСТ 2590-88 $T_{\bigcirc, \nearrow \text{констр.}} < T_{\bigcirc, \nearrow \text{ГОСТ}}$.

Точность расположения базовых поверхностей

Допуски расположения поверхности $\varnothing 110^{+0,4}_{-1,7}$ характеризуются допуском радиального биения и нормируется ГОСТ 2590-88. Допуск радиального биения не должен превышать 75% от допуска на диаметр, т.е. допуск радиального биения для данного размера $T_{\nearrow} = 0,75 \cdot 2100 = 1575$ мкм – соответствует техническим требованиям чертежа. По этому, исходя из выше перечисленных фактов следует, что допуск радиального биения задано верно, так как соответствует требованиям ГОСТ 2590-88 $T_{\nearrow \text{констр.}} < T_{\nearrow \text{ГОСТ}}$.

Степень шероховатости базовых поверхностей

Шероховатость поверхности $\varnothing 110^{+0,4}_{-1,7}$ согласно техническим требованиям чертежа составляет $Ra = 50$ мкм и нормируется ГОСТ 2789-73. По [3, с.139] – минимальное значение шероховатости, что соответствует 16 качеству точности составляет $Ra = 100$ мкм. По этому исходя из выше перечисленных фактов следует, что шероховатость проставлена верно, так как соответствует требованиям ГОСТ 2789-73 $Ra_{\text{констр.}} < Ra_{\text{ГОСТ}}$.

					<i>ТМЗ 16190034-00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Выше перечисленные факторы соответствуют точностным требованиям предъявляемым к базовым поверхностям. В проектируемом приспособлении планируется обрабатывать заготовки с базовыми поверхностями только таких размеров и с указанными точностными параметрами. Другим словами, адаптивные свойства установочных элементов приспособления должны находится лишь в пределах допусков указанных размеров.

Определение условий, в которых будет изготавливаться и эксплуатироваться проектируемое приспособление

Годовая программа выпуска определена в 100 деталей. Такая программа с учетом трудоемкости предполагает мелкосерийный тип производства. Поскольку партия запуска при двусменной работе равна 10 штук, то делаем заключение о достаточной интенсивности использования приспособления. При заданном периоде производства 12 месяцев, приспособление должно осуществить 100 циклов.

Заготовка будет обрабатываться на фрезерно-центровальном полуавтомате модели МР-75М, характеристика которого указана в дипломе ранее.

Составление перечня реализуемых функций

0. Перемещение и предварительная ориентация заготовки.
1. Базирование заготовки.
2. Закрепление заготовки.
3. Базирование приспособления на станке.
4. Закрепление приспособления на станке.
5. Подвод и отвод энергоносителя.
6. Образование исходной силы для закрепления.
7. Управление энергоносителем.
8. Замена установочных (зажимных) элементов.
9. Объединение функциональных узлов.
10. Поворот и фиксация шпиндельного блока и холостые ходы.
11. Создание безопасных условий труда.

					<i>ТМЗ 16190034-00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		

По этому погрешности базирования, на исполнительные размеры рассматриваемой операции, равны нулю $\varepsilon_{\delta} = 0$ т.к. они получаются методом автоматической настройки инструмента на размер – линейные размеры ($L = 2151_{-1,1}$ мм и глубина центровых отверстий) и размерами самого инструмента (диаметральные и угловые размеры центровых отверстий).

Построение функциональной структуры приспособления

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

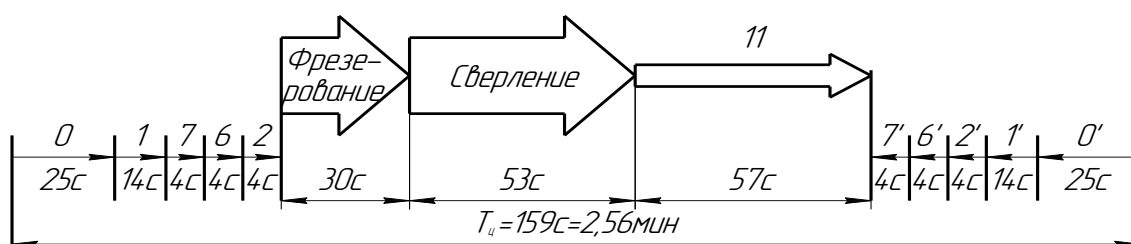


Рисунок 7.3 – Схема последовательной реализации функций

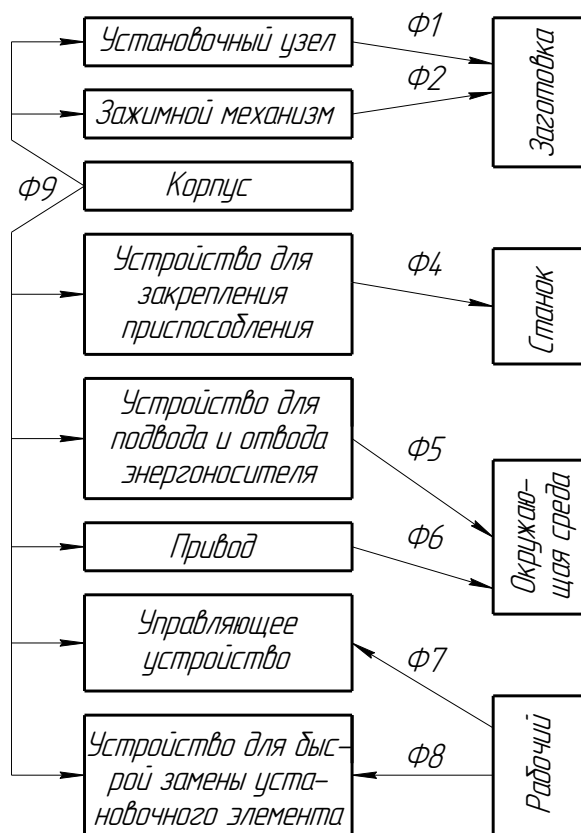


Рисунок 7.4 – Функциональная структура приспособления.

Разработка и обоснование схемы закрепления.

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

Анализ структуры полей возмущающих сил (ПВС)

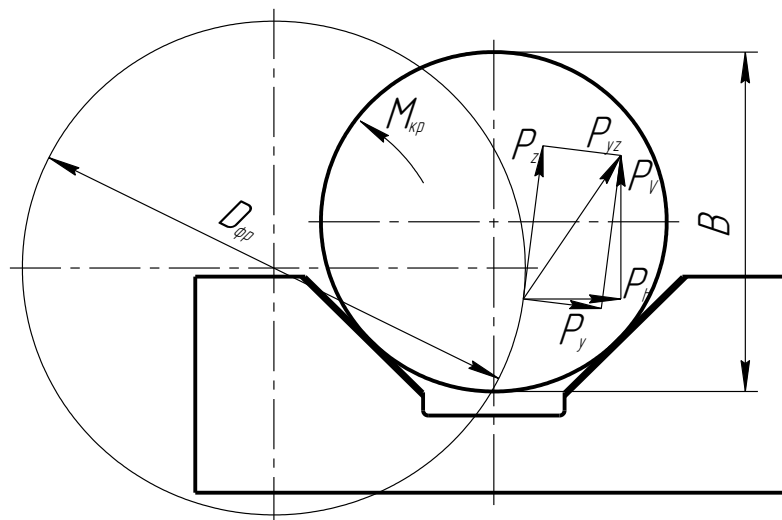


Рисунок 7.5 – Структура поля возмущающих сил

Анализ структуры полей уравновешивающих сил (ПУС)

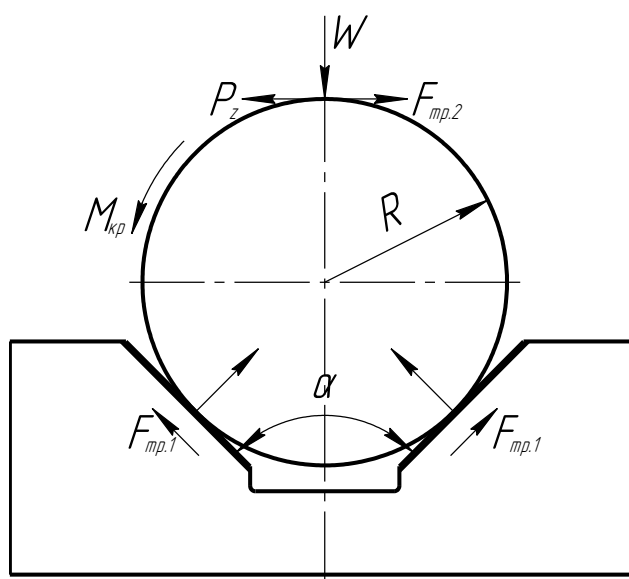


Рисунок 7.6 – Структура поля уравновешивающих сил

Силовые потоки, возникающие при обработке, создают напряжения изгиба в совокупности с кручением на всей длине вала.

					ТМЗ 16190034-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

$$V = \frac{C_V D^q}{T^m t^x S_z^y B^u z^p} K_V, \quad (7.1)$$

где T – среднее значение периода стойкость инструмента, мин; согласно [5]:
 $T = 240$ мин.

Коэффициенты для данной формулы равны согласно [5]: $C_V = 332$, $q = 0,2$,
 $x = 0,1$, $y = 0,4$, $u = 0,2$, $p = 0$, $m = 0,2$.

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

$$K_V = K_{MV} K_{ПВ} K_{ИВ}, \quad (7.2)$$

где K_{MV} – коэффициент учитывающий качество обрабатываемого материала и определяется по формуле согласно [5]:

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V}, \quad (7.3)$$

где $\sigma_B = 685$ МПа – предел прочности обрабатываемого материала, сталь 40Х;

K_{Γ} – характеризует группу стали по обрабатываемости, $K_{\Gamma} = 0,95$, сталь хромистая [5];

n_V – показатель степени, $n_V = 1$.

Следовательно:

$$K_{MV} = 0,95 \left(\frac{750}{685} \right)^{1,0} = 1,04;$$

$K_{ПВ}$ – учитывает состояние поверхности заготовки, $K_{ПВ} = 0,9$, прокат с коркой [5];

$K_{ИВ}$ – учитывает материал инструмента, $K_{ИВ} = 0,8$, Т14К8 [5].

Таким образом:

$$K_V = 1,04 \cdot 0,9 \cdot 0,8 = 0,75.$$

Определяем скорость резания:

$$V = \frac{332 \cdot 160^{0,2}}{240^{0,2} \cdot 4,5^{0,1} \cdot 0,1^{0,4} \cdot 110^{0,2} \cdot 10^0} \cdot 0,75 = 194 \text{ м/мин.}$$

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ТМЗ 16190034-00.ПЗ					

Определяем частоту вращения шпинделя по формуле, об/мин:

$$n_p = \frac{1000V}{\pi D}. \quad (7.4)$$

Выполняем расчет:

$$n_p = \frac{1000 \cdot 194}{\pi \cdot 160} = 385 \text{ об/мин.}$$

Корректируем частоту вращения шпинделя, то есть принимаем:

$$n = 325 \text{ об/мин.}$$

Определяем фактическую скорость резания, м/мин:

$$V = \frac{\pi D n}{1000}. \quad (7.5)$$

Выполняем расчет:

$$V = \frac{\pi \cdot 110 \cdot 325}{1000} = 112 \text{ м/мин.}$$

Расчитаем силу резания. Основной составляющей силы резания является тангенциальная составляющая, значение которой находим по формуле [5]:

$$P_z = \frac{10 C_P t^x S_z^y B^u z}{D^q n^w} K_{MP}. \quad (7.6)$$

Коэффициенты для данной формулы определяются согласно [5]: $C_P = 825$, $x = 1$, $y = 0,75$, $u = 1,1$, $q = 1,3$, $w = 0,2$.

Поправочный коэффициент K_{MP} учитывающий влияние качества обрабатываемого материала определяем по формуле [5]:

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n, \quad (7.7)$$

Выполняем расчет:

$$K_{MP} = \left(\frac{685}{750} \right)^{0,75} = 0,93,$$

Тангенциальная составляющая силы резания равна:

$$P_z = \frac{10 \cdot 825 \cdot 4,5^1 \cdot 0,1^{0,75} \cdot 110^{1,1} \cdot 10}{160^{1,3} \cdot 325^{0,2}} \cdot 0,93 = 4655 \text{ Н.}$$

					ТМЗ 16190034-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Радиальная составляющая силы резания определяем по [5]:

$$P_y = (0,3 \div 0,4) P_z K_{\varphi P}, \quad (7.8)$$

где $K_{\varphi P}$ – учитывает влияние главного угла в плане, $K_{\varphi P} = 0,77$, $\varphi = 67^\circ$ [5];

Тогда: $P_y = 0,4 \cdot 4655 \cdot 0,77 = 1434$ Н.

Таким же образом определим осевую составляющую силы резания:

$$P_x = (0,5 \div 0,55) P_z K_{\varphi P}, \quad (7.9)$$

Тогда: $P_x = 0,55 \cdot 4655 \cdot 0,77 = 1972$ Н.

Определяем крутящий момент на шпинделе по формуле [5], Н·м:

$$M_{кр} = \frac{P_z D}{2 \cdot 100}. \quad (7.10)$$

Выполняем расчет:

$$M_{кр} = \frac{4655 \cdot 160}{2 \cdot 100} = 3724 \text{ Н·м.}$$

Силу закрепления рассчитываем из условия не сдвигания от момента резания по формуле:

$$W = \frac{K P_z}{f_2 + \frac{f_1}{\sin \alpha / 2}}, \quad (7.11)$$

где f_1 – коэффициент трения между заготовкой и опорами, $f_1 = 0,25$ [5];

f_2 – коэффициент трения между заготовкой и зажимным механизмом, $f_2 = 0,7$ [5];

K – коэффициент запаса определяем по формуле, согласно [5]:

$$K = K_0 K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 K_6, \quad (7.12)$$

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

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

K_2 – характеризует увеличение сил резания вследствие затупления режущего инструмента, $K_2 = 1,8$, [5];

K_3 – учитывает увеличения сил резания при прерывистом резании, $K_3 = 1,2$;

K_4 – характеризует постоянство силы закрепления в зажимном механизме, $K_4 = 1$;

K_5 – характеризует эргономику ручных зажимных механизмов, $K_5 = 1$;

K_6 – учитывают только при наличии моментов, стремящихся повернуть заготовку, установленной плоской поверхностью на постоянные опоры, $K_6 = 1$.

Тогда: $K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,8 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 3,888$.

Тогда сила закрепления равняется:

$$W = \frac{3,888 \cdot 4655}{0,7 + \frac{0,25}{\sin 45^\circ}} = 17179 \text{ Н.}$$

Определение диаметра поршня

Согласно силе закрепления $W = 17179 \text{ Н}$, определяем силу возникающую на штоке пневмоцилиндра по формуле:

$$Q = \frac{W}{1,5} = \frac{17179}{1,5} = 11453 \text{ Н.}$$

Тогда диаметр поршня определим по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi P \eta}}, \quad (7.13)$$

где P – давление которое действует на поршень, $P = 0,4 \div 0,63 \text{ МПа}$;

η – КПД гидроцилиндра, $\eta = 0,8 \div 0,9$.

$$\text{Тогда: } D = \sqrt{\frac{4 \cdot 11453}{\pi \cdot 0,63 \cdot 10^6 \cdot 0,8}} = 0,17 = 170 \text{ мм.}$$

Выбираем диаметр ближайшего большего стандартного значения поршня $D = 200 \text{ мм}$.

Делаем перерасчет силы возникающей на штоке и силы закрепления.

Сила возникающая на штоке:

$$Q = \frac{\pi \cdot (200 \cdot 10^{-3})^2}{4} \cdot 0,63 \cdot 10^6 \cdot 0,9 = 17813 \text{ Н.}$$

Сила закрепления:

$$W = 1,5 \cdot Q = 1,5 \cdot 17812,83 = 26720 \text{ Н.}$$

тали, которое будет проявляться в торцевом биении этих поверхностей. На выдерживаемый размер на данной операции – длину вала 2151h11_(-1,1), точность приспособления существенного влияния не оказывает. При обработке центровых отверстий вала типа В6.3 ГОСТ 14034-74, точность будет определяться точностью режущего инструмента – центровочного сверла. Рассматривая точность расположения центровых отверстий необходимо отметить, что возможно возникновение погрешности связанной с несоосностью осей отверстий и оси вала. Рассмотрим причины, которые могут привести к вышеописанным погрешностям:

Не одинаковая высота призм, приводит к отклонению положения вала в вертикальной плоскости.

Смещение призм друг относительно друга в горизонтальной плоскости, что приводит к смещению вала в горизонтальной плоскости.

Смещение оси призмы относительно оси отверстий – приводит к отклонению оси вала в горизонтальной плоскости;

Отклонение от требуемого положения призм при установке их на станок, что связано с наличием зазора в посадке установочных шпонок и пазов стола станка – приводит к отклонению вала в горизонтальной плоскости.

Рассмотрим возможность обеспечения отклонения от соосности осей вала и центрового отверстия, допуск на которые для нормального уровня относительной геометрической точности составляет 60% от допуска на диаметральный размер.

Определим погрешность приспособления в соответствии с методикой, изложенной:

$$\varepsilon_{np} = T - K_T \sqrt{K_{T1} \varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_z^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_n^2 + \varepsilon_u^2 + K_{T2} \omega^2 + \varepsilon_{noz}^2}, \quad (7.16)$$

где T – наиболее жесткий допуск на рассматриваемый размер, $T = 150$ мкм;

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

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

					<i>ТМЗ 16190034-00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		

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

$\varepsilon_{\varepsilon}$ – погрешность закрепления, учитывает смещение обрабатываемой поверхности заготовки от действия зажимной силы, для выполнения данного точностного параметра погрешность закрепления не оказывает никакого влияния, $\varepsilon_{\varepsilon} = 0$;

ε_y – погрешность установки приспособления на станке, учитывает зазоры между установочными элементами приспособления и посадочными элементами станка, что соответствует величине максимального зазора в соединении шпонка – паз стола 20H8/f8, $\varepsilon_y = 86$ мкм;

ε_n – погрешность перекоса инструмента, для выполнения данного точностного параметра погрешность перекоса не оказывает никакого влияния, $\varepsilon_n = 0$;

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

Погрешность износа установочных элементов приспособления определяем по формуле согласно [16]:

$$\varepsilon_u = \beta_1 N^n,$$

где β_1 – постоянная, $\beta_1 = 0,8$;

N – число контактов заготовки с опорой, $N = 100$;

$n = 0,5$.

Тогда $\varepsilon_u = 0,8 \cdot 100^{0,5} = 8$ мкм.

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

ω – допуск получаемого размера для качества экономической точности IT10 конкретного метода обработки ($\omega = 58$ мкм);

ε_{noz} – погрешность позиционирования, $\varepsilon_{noz} = 0$.

Таким образом:

$$\varepsilon_{np} = 150 - 1,2 \cdot \sqrt{0,85 \cdot 0^2 + 0^2 + 86^2 + 0^2 + 8^2 + 0,6 \cdot 58^2 + 0^2} = 38 \text{ мкм.}$$

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ТМЗ 16190034-00.ПЗ				

Принимаем допуск параллельности боковых поверхностей шпоночных пазов плиты, относительно оси вала $T = 30$ мкм.

Описание устройства и принципа действия приспособления

Приспособление представляет собой две призмы оснащенные пневмоцилиндрами, которые крепятся при помощи болтов с Т-образными головками на столе фрезерно-центровального станка. Базовой деталью призм является плита, на которой при помощи штифтов и болтов с шайбами крепятся призмы. Привод приспособления – пневмоцилиндр, крепится к плите при помощи болта. Пневмоцилиндры соединяются резиновыми шлангами, с подводом сжатого воздуха. Для обеспечения центрирования приспособления на столе станка имеются шпонки установочные, которые закрепляются винтом.

Принцип работы приспособления.

При установке детали в приспособление при помощи подъемного устройства деталь укладывается на установочные элементы призм. Рабочий переводит рукоятку пневмораспределителя в положение «вкл» при этом подается сжатый воздух в нижнюю полость цилиндра поршень перемещается, поворачивая штоком прихват, который закрепляет деталь на призме. Затем производится механическая обработка детали.

При раскреплении детали рабочий переводит рукоятку пневмораспределителя в положение «откл» при этом поршень перемещается вниз, а прихват под действием пружины перемещается вверх, освобождая деталь. С помощью подъемного устройства вал снимается с приспособления.

					<i>ТМЗ 16190034-00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		

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, достаточное, чтобы частично разрушить стены домов.

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

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

					ТМЗ 16190034-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

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 клейменом паспортными данными:

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

Правила:

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

Сосудики компрессорные, на которые распространяются правила, должны быть к пуску зарегистрированы в госнадзоре. Порядок регистрации 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.

					<i>ТМЗ 16190034-00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		

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

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

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

Таблица 8. 1 - Цветовое маркировки газовых баллонов

Газ	Краска для баллонов	Надписи	Цвет надписи	Цвет полосы
Азот	Черная	Азот	Желтый	Коричневый
Аммиак	Желтая	Аммиак	Черный	Есть
Аргон чистый	Серая	Аргон чистый	Зеленый	Зеленый
Ацетилен	Белая	Ацетилен	Красный	Есть
Нефтегаз	Серая	Нафтогаз	Красный	Есть
Бутан	Красная	Бутан	Белый	Есть
Водород	Темно-зеленая	Водород	Красный	Есть
Воздух	Черная	Сжатый воздух	Белый	Есть

к огню (примерно через 50 минут после окончания работы с кислородом опасность воспаления исчезает).

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

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

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

					<i>ТМЗ 16190034-00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		

Выводы

Выполнен анализ служебного назначения машины, узла и детали. Были отражены основные технические характеристики и назначение машины, перечислены узлы с описанием их работы. Что касается самого вала, то был проведен анализ всех его составляющих поверхностей, а также функций, которые они выполняют.

Были подробно проанализированы требования, предъявляемые при изготовлении детали конструктором и их соответствие общепринятым стандартом.

Был определен тип производства – мелкосерийный, определена партия запуска $n = 13$ деталей и соответствующая ему форма организации работ – по видам оборудования.

Для вышеупомянутого типа производства было произведено экономическое обоснование выбора метода получения исходной заготовки. В качестве заготовки был принят прокат.

Был произведен качественный анализ технологичности детали.

Был произведен анализ технологического процесса для операций 035 фрезерно-центровальная и 065 токарная с ЧПУ – обоснование схемы базирования и закрепления, предложено и обосновано применение новых станков, проанализирован выбор технологической оснастки произведен расчет режимов и техническое нормирование; разработан чертеж заготовки и технические требования к ней; маршрутный технологический процесс изготовления детали вал и карта операционной наладки на операцию 065.

Также рассмотрен вопрос охраны труда, касающийся сосудов под давлением.

					<i>ТМЗ 16190034-00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		

Список использованной литературы

1. Захаркин А.У. Методические указания для практических работ по курсам «Теоретические основы изготовления деталей и сборки машин» и «Технология машиностроения» для студентов направления 0902 «Инженерная механика» всех форм обучения [Текст] : А. У. Захаркин, В. Г. Евтухов. - Сумы изд. СумДУ 2004. – 75 с.
2. Горбацевич А. Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения [Текст] : [учеб. пособие для машиностроит. спец.] / А. Ф. Горбацевич, В. А. Шкред. - Мн.: Выш. Школа, 1983. - 256 с.
3. ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски [Текст]. – Введ. 1990-01-07. – Москва. : Изд-во стандартов, 1990. – 55 с.
4. Косилова А. Г. Справочник технолога-машиностроителя [Текст] : в 2 т. / А. Г. Косилова, Р. К. Мещеряков. – М.: Машиностроение, 1985. – 2 т. – 656 с.
5. 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.
6. 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 .
7. Горошкин А. К. Приспособления для металлорежущих станков [Текст] : А. К. Горошкин. – М: Машиностроение, 1979. – 302 с.
8. Колев Н. С. Металлорежущие станки [Текст] : [учеб. пособие для вузов] / Колев Н. С., Красниченко Л. В., Никулин Н. С. -М.: Машиностроение, 1980. - 500 с.
9. Кушніров П. В. Методичні вказівки до практичних занять з курсу “Технологічна оснастка” [Текст] : П. В. Кушніров. – Суми: Вид-во Сум ДУ, 2009. – 52 с.
10. Гжиров Р. И. Краткий справочник конструктора [Текст] : Р. И. Гжиров. - Л: Машиностроение, 1984. – 464 с.

					<i>ТМЗ 16190034-00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		

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

12. Штейнберг Б. И. Справочник молодого инженера конструктора [Текст] : Б. И. Штейнберг, Б. М. Брайнман. – Киев: Техника, 1983. – 184 с.

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

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

15. Чумаков Г. С. Методические указания к выполнению контрольной работы по курсу "Проектирование контрольно-измерительных приспособлений" для студентов специальностей 12.01 "Технология машиностроения" [Текст] : / Г. С. Чумаков.– Харьков, ХПИ , 1990. – 56 с.

16. Кузнецов Ю. И. Оснастка для станков с ЧПУ [Текст] : Кузнецов Ю. И., Маслов А. Р., Байков А. Н. - М: Машиностроение, 1990. – 512 с.

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

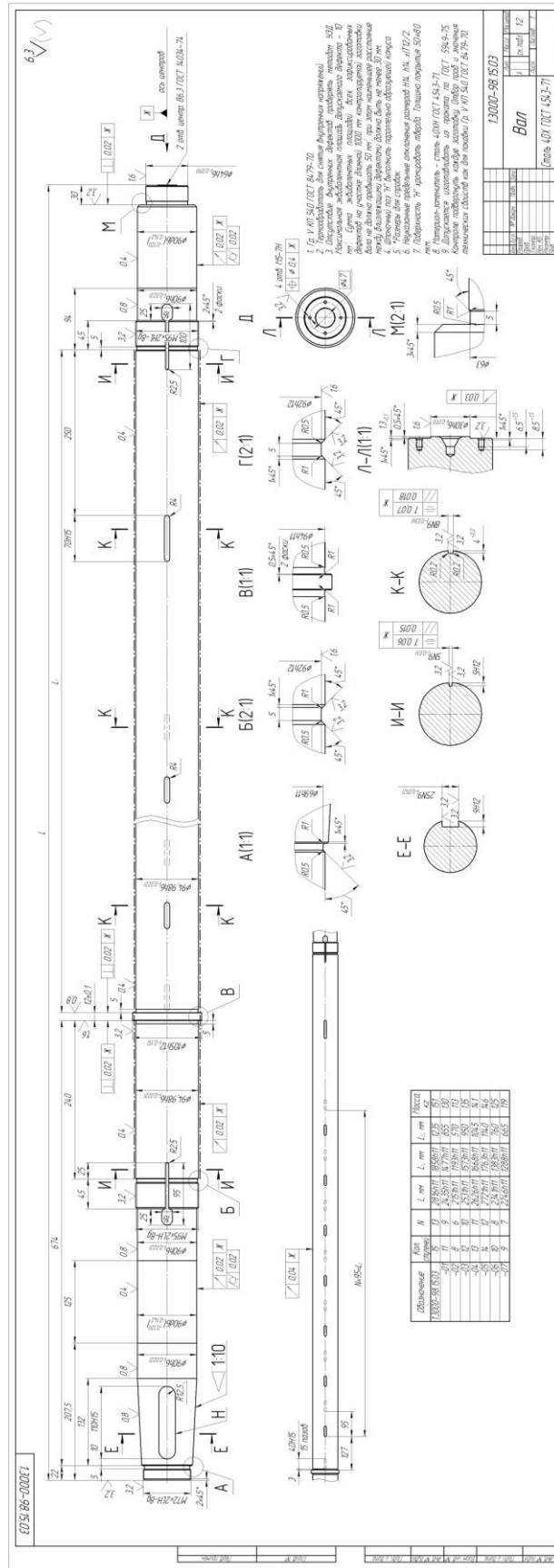
18. Ансеров М. А. Приспособления для металлорежущих станков. Расчеты и конструкции [Текст] : М. А. Ансеров. – М: Машиностроение, 1964. – 428 с.

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

20. Евтухов В. Г. Методические указания к выполнению курсового и дипломного проектов [Текст] : Евтухов В. Г., Евтухов А. В. – Сумы изд. СумДУ 2017. - 52 с.

					ТМЗ 16190034-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Приложение А. Заводской чертеж детали



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ТМЗ 16190034-00.ПЗ

Лист

Приложение В. Спецификации

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документация</i>						
A1			ТМЗ 16190034-07-00.00.СБ	Сборочный чертеж		
<i>Сборочные единицы</i>						
Б/4	1		ТМЗ 16190034-07-01.00	Пневмоприхват	2	
<i>Детали</i>						
Б/4	2		ТМЗ 16190034-07-00.02	Угольник	2	
Б/4	3		ТМЗ 16190034-07-00.03	Основание	1	
Б/4	4		ТМЗ 16190034-07-00.04	Кольцо	2	
Б/4	5		ТМЗ 16190034-07-00.05	Хомутик	8	
Б/4	6		ТМЗ 16190034-07-00.06	Штуцер	1	
Б/4	7		ТМЗ 16190034-07-00.07	Плита	1	
<i>Стандартные изделия</i>						
Б/4	8			Шпанка 20 x 12 x 63 ГОСТ 23360-78	2	
Б/4	9			Пневмораспределитель 08-11 ГОСТ 18467-75	2	
ТМЗ 16190034-07-00.00.						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.	Литвиненко				Лит.	Лист
Проб.	Колесник					1
Реценз.						2
Н.контр.	Денисенко				СумГУ, зр.ТМЗ-41к	
Утв.	Залого					
Копировал				Формат А4		

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	кол.	Примечание
Б/4		10		Винт М5х30 ГОСТ 1491-80	1	
Б/4		11		Гайка М3 ГОСТ 5927-70	8	
Б/4		12		Шайба 3 ГОСТ 11371-78	8	
Б/4		13		Винт М3х10 ГОСТ 1491-80	8	
Б/4		14		Винт М16х80 ГОСТ 1491-80	4	
Б/4		15		Призма 7033-0040 ГОСТ 12195-66	2	
Б/4		16		Штифт 12х80 ГОСТ 3128-70	4	
Б/4		17		Болт 7002-0771 ГОСТ 9048-69	2	
Б/4		18		Рым-болт М16.19 ГОСТ 4751-73	2	
				<i>Прочие изделия</i>		
Б/4		19		Рукав 6х12-10ТУ38.105.1049-76	2	

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ТМЗ 16190034-07-00.00.	Лист
						2

Копировал

Формат А4

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ТМЗ 16190034-00.ПЗ

Лист