

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

Кафедра «Технологія машинобудування, верстати та інструменти»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

технології машинобудування,

верстатів та інструментів

_____ В. О. Залога

« ____ » _____ 2020 р.

**ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ
ВАЛА-ШЕСТЕРНІ В233.01.007.01**

Бакалаврська кваліфікаційна робота

Напрямок підготовки 6.05050201 – Інженерна механіка

(Технології машинобудування)

Студент

В. А. Зименко

Керівник

В. О. Колесник

Нормоконтроль

Ю. О. Денисенко

РЕФЕРАТ

Записка: 72 с., 11 табл., 14 рис., 10 источников литературы.

Объект разработки: деталь «Вал-шестерня В233.01.007.01».

Цель: Проектирование технологического процесса изготовления детали «Вала-шестерни В233.01.007.01»

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

Выбран способ получения заготовки и разработаны технические требования. Проанализированы технологические операции: токарно-винторезная 015, а также вертикально-фрезерная 025, в которых рассмотрены схемы базирования и закрепления заготовки на данных операциях. Обоснован выбор металлорежущих станков и станочных приспособлений, измерительных приборов и режущих инструментов. Проведен расчет режимов резания.

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

Содержание

Введение	4
1 Анализ служебного назначения машины, узла детали. описание конструктивных особенностей детали и условий ее эксплуатации	5
2 Анализ технических требований на изготовление детали	11
3 Определение типа производства, такта выпуска и партии запуска, организационной формы производства и описание ее характеристик	15
4 Анализ технологичности конструкции детали	19
5 Выбор и обоснование способа получения исходной заготовки	23
6 Анализ существующего технологического процесса.....	29
6.1 Расчет припусков на механическую обработку.....	29
6.2 Анализ и обоснование схемы базирования и закрепления.....	31
6.3 Обоснование и выбор моделей металлорежущих станков.....	34
6.4 Обоснование и выбор станочных приспособлений, металлорежущего и измерительного инструментов.....	36
6.5 Расчет режимов резания.....	40
6.6 Техническое нормирование операций.....	50
7 Проектирование станочного приспособления.....	53
Выводы.....	64
Список использованных источников	65
Приложение А. Заводской чертёж детали.....	66
Приложение Б. Расчет припусков.....	67
Приложение В. Спецификации на станочное приспособление	68
Приложение Г. Охрана труда и безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	70

					ТМЗ 17320424-00.ПЗ								
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>	Проектирование технологического процесса изготовления вала-шестерни В233.01.007.01				<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>		
<i>Разраб.</i>	<i>Зименко</i>								Д	П	3	70	
<i>Пров.</i>	<i>Колесник</i>								СумГУ, ТМЗ-51к				
<i>Реценз.</i>													
<i>Н. Контр.</i>	<i>Денисенко</i>												
<i>Утв.</i>	<i>Залого</i>												

Введение

Машиностроение, поставляющее новую технику всем отраслям народного хозяйства, определяет технический прогресс страны и оказывает решающее влияние на создание материальной базы нового общества. В связи с этим его развитию придавалось и придается первостепенное значение. Рост промышленности и народного хозяйства, а так же и темпы перевооружения их новой техникой в значительной степени зависят от уровня развития машиностроения. Технический прогресс в машиностроении характеризуется не только улучшением конструкций машин, но и непрерывным совершенствованием технологии их производства. В настоящее время важно качественно, дешево и в заданные плановые сроки с минимальными затратами живого и овеществленного труда изготовлять машину, применив современное высокопроизводительное оборудование, инструмент, технологическую оснастку, средства механизации и автоматизации производства. От принятой технологии производства во многом зависят долговечность и надежность работы выпускаемых машин, а так же экономика их эксплуатации. Совершенствование технологии машиностроения определяется потребностями производства необходимых обществу машин. В планах развития народного хозяйства предусмотрено ускорить темпы научно-технического прогресса путем всемерного развития исследований в наиболее перспективных областях науки и сокращения сроков внедрения результатов научных исследований в производстве.

Весьма актуальна проблема повышения и технологического повышения точности в машиностроении. Точность в машиностроении имеет большое значение для повышения эксплуатационных качеств машин и для технологии их производства. Решение в ее достижении должно базироваться на глубоком исследовании технологических факторов влияющих на точность, а также на применение новых технологических методов и процессов.

					ТМЗ 17320424-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		4

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

Анализ служебного назначения машины.

Деталь – вал-шестерня является основной составной частью зубчатой пары мультипликатора, применяющегося в гидравлических муфтах типа М – 710.

Назначение машины и ее техническая характеристика

Муфта гидродинамическая МГЛ – М – 710 предназначена для регулирования частоты вращения электронасосных агрегатов АПЭ 600-300-4 с целью изменения напора и подачи в соответствии с характеристикой сети.

Номинальные показатели гидромуфты:

- расчетная мощность на входном валу	7000 кВт
- частота вращения входного вала	49,75с ⁻¹ (2985 об/мин)
- скольжение при расчетной мощности не более	3%
- глубина регулирования по скольжению вручную	3-70%
- передаточное число зубчатой пары	2,2
- тип зацепления	эвольвентное
- тип смазки	принудительная под давлением
- рабочая жидкость	масло турбинное Т _П -22С или ОМТИ
- масса не более	5500 кг
- габаритные размеры гидромуфты:	
длина	2355 ± 5 мм
ширина	1980 ± 5 мм
высота	1150 _{-2,6} мм

Гидромуфта изготавливается для районов с умеренным и холодным климатом для эксплуатации в помещениях с искусственно регулируемые климатическими условиями.

Гидромуфта состоит из корпуса, ротора насосного, ротора турбинного, зубчатой пары (мультипликатора), подшипников скольжения, системы регулирования.

Корпус гидромуфты является базовой деталью с горизонтальным разъемом в плоскости осей ротора и зубчатой передачи. Он состоит из картера, крышки и крышек подшипников.

Ротор гидромуфты состоит из насосного и турбинного роторов. Насосный ротор в свою очередь из насосного колеса, к которому крепится крышка черпаковой камеры и крышка ротора. Турбинный ротор состоит из колеса турбинного, посаженного на вал зубчатого колеса, зубчатого колеса выполняемого заодно с валом, уплотнения и деталей крепления. Зубчатая пара состоит из зубчатого колеса и шестерни с эвольвентным зацеплением. Вал зубчатого колеса и шестерни опираются на подшипники скольжения. Осевые усилия, действующие на турбинное колесо, воспринимаются упорным подшипником. На конусном конце вала шестерни крепится полумуфта для соединения с валом насоса.

Изменение частоты вращения турбинного ротора гидромуфты происходит при изменении степени заполнения ротора рабочей жидкостью (степенью заполнения круга циркуляции). Масло для регулирования гидромуфты и ее охлаждения подается через втулку насосного ротора и сверления турбинного колеса в круг циркуляции и черпаковую камеру. Под действием центробежных сил масло образует в черпаковой камере вращающееся кольцо, в которое погружается черпак. Положение входного сечения черпака определяет уровень масла в черпаковой камере и следовательно в круге циркуляции. При изменении степени заполнения ротора гидромуфты турбинное колесо проскальзывает по отношению к насосному, частота которого постоянная. Таким образом при уменьшении или увеличении скольжения изменяется частота вращения турбинного ротора и следовательно частота вращения выходного вала гидромуфты.

					ТМЗ 17320424-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		6

Масло для смазки подшипников, зубчатой пары и для заполнения рабочей полости гидромуфты подается от централизованной системы смазки насосного агрегата.

Анализ служебного назначения детали и ее конструктивные особенности

Деталь вал-шестерня входит в узел машины, представляющей собой зубчатую пару, являющуюся мультипликатором и служащую для повышения числа оборотов на выходном валу гидромуфты и передачи крутящего момента, необходимых для нормальной работы насосного агрегата.

Вращение и крутящий момент передаются от зубчатого колеса 1 к валу-шестерне 2, от вала-шестерни через полумуфту 3 к валу ротора насосного агрегата (смотри рис. 1.1).

Конструкция детали представляет собой зубчатое шевронное колесо, выполненное заодно целое с валом, имеющим две опорные шейки с коническим хвостовиком для крепления полумуфты. Опорами вала-шестерни служат подшипники скольжения 4 и 5. конструкция корпуса гидромуфты допускает слив масла в картер без применения средств уплотнения на выходном конце вала-шестерни.

Основные базы детали (смотри рис. 1.2):

- поверхности 1 и 7 являются для детали двойной направляющей базой ДНБ, лишая вал-шестерню двух перемещений: II – вдоль оси Y и III – вдоль оси Z, а также двух поворотов V и VI вокруг этих же осей;

- поверхность 4 (зубья шестерни) являются для детали одновременно и исполнительной поверхностью и, поскольку зацепление шевронное, опорной базой лишая деталь одной степени свободы – перемещения I вдоль оси X.

Так как деталь по своему служебному назначению передает вращающий момент с гидромуфты на вал ротора насосного агрегата, то у нее имеется одна вакантная связь, то есть IV степень свободы – вращение вокруг оси X – у нее сохранилась.

Таблица 1.1 – Таблица соответствия Таблица 1.2 – Матрица связей

					ТМЗ 17320424-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		7

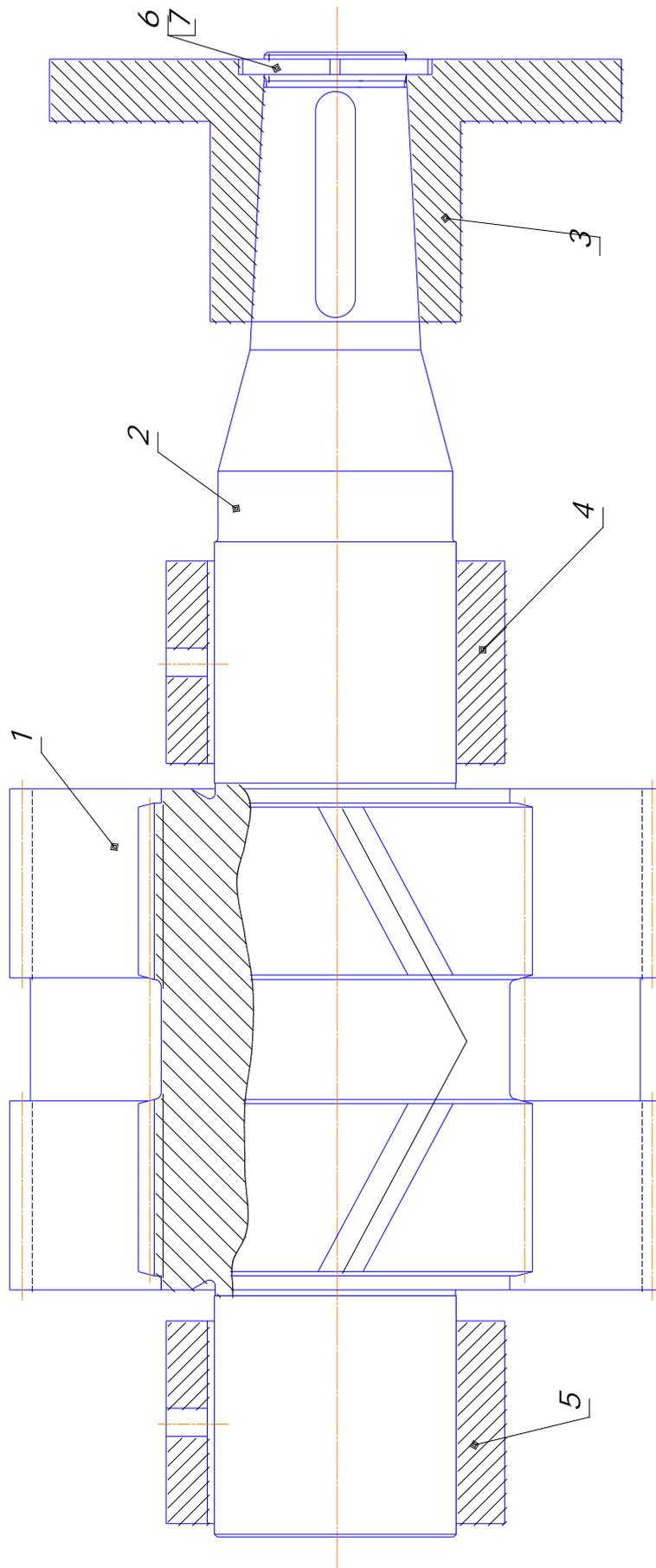


Рисунок 1.1 – Эскиз расположения вал-шестерни в узле мультипликатора гидромурфты

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ТМЗ 17320424-00.ПЗ

Лист

9

- поверхности 19 служат для установки рым-болтов и специального кронштейна предназначенного для транспортировки детали;
- поверхность 13 служит для центрирования поводкового патрона, а поверхности 26 для крепления последнего во время балансирования детали;
- поверхность 20 является основной технологической базой детали в процессе механической обработки.

Условия эксплуатации детали:

Вал испытывает циклическую нагрузку и крутящий момент, зубья шестерни работают на изгиб и испытывают контактные напряжения. Шейки вала под подшипники скольжения работают в условиях трения;

Максимально передаваемая мощность 6700 кВт;

Максимальный передаваемый крутящий момент 32,2 кН · м;

Диапазон частот вращения вала-шестерни (регулирование плавное)
 $n = 1980 \div 6567$ об/мин;

Температура в зоне подшипников не должна превышать 353-363 К(80-90°C);

Среднее квадратическое значение вибрационной скорости, измеренной в зоне расположения подшипников, по разъему картера гидромuffты, не более 7,0 мм/с.

					ТМЗ 17320424-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		10

2 Анализ технических требований на изготовление детали

Рабочий чертеж обрабатываемой детали содержит все необходимые сведения, дающие полное представление о детали, т.е. все проекции, разрезы и сечения, совершенно четко и однозначно объясняющие ее конфигурацию и возможные способы получения заготовки. На чертеже указаны все размеры с необходимыми предельными отклонениями, требуемая шероховатость поверхностей, допускаемые отклонения от правильных геометрических форм, а так же взаимного положения поверхностей. Чертеж содержит все необходимые сведения о материале детали, термической обработке, массе детали. Рабочий чертеж выполнен согласно требований соответствующих стандартов ЕСКД.

Для изготовления детали вал-шестерня применяется высококачественная, легированная конструкционная хромоникельмолибденованадиевая сталь 38ХНЗМФА ГОСТ 4543-71 с массовой долей элементов: 0,33-0,40 % углерода, 0,17-0,37% кремния, 0,25-0,5% марганца; 1,2-1,5% хрома; 3-3,5% никеля; 0,35-0,45% молибдена; 0,1-0,18% ванадия.

Механические свойства: $\sigma_{\sigma} = 1176$ МПа; $\sigma_{T} = 1079$ МПа; $\delta = 12\%$, $\psi = 50\%$; ударная вязкость 784.

Допускается замена на сталь 36Х2Н2МФА с близкими механическими свойствами.

Подбор марки стали осуществляется по механическим свойствам, конструктивно полученным при расчете зубчатой передачи. Сталь обладает повышенной прочностью и вязкостью. Поверхность зубьев и шейки вала под опоры, работающие в условиях трения и с большими нагрузками, требуют высокой твердости поверхностного слоя, что достигается азотированием. Это еще одно из условий в выборе марки стали, которая подвергается азотации.

Поскольку деталь является в изделии ответственной, к тому же массивной, работает с большими нагрузками и на больших скоростях она должна быть

					ТМЗ 17320424-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		11

работоспособной и долговечной, отсюда высокие требования к марке материала и к заготовке из которой она будет изготавливаться.

Поэтому на поковку назначена V группа КП 785 по ГОСТ 8479-70 с твердостью 293...331 НВ. Категория прочности поковки определяет необходимые механические свойства, а V группа предусматривает, что индивидуально каждая поковка должна подвергаться испытанию на растяжение, определению ударной вязкости и определению твердости. Одним из недостатков данной марки стали, является большая склонность их к образованию флокенов, при обнаружении их хотя бы в одной поковке бракуют все поковки данной плавки. [3]. Одним из требований к заготовке после предварительной обработки является 100% ее контроль ультразвуковой дефектоскопией по ОСТ 108.958.03-83, которые регламентирует допускаемые площади дефектов по длине заготовки.

Механической обработки поверхностей вала предшествует образование единой базы для обеспечения расположения осей всех обрабатываемых ступеней вала на одной геометрической линии в целях уменьшения радиального биения. Такой линией является ось центров, и все допуски расположения поверхностей ориентированы относительно этой оси.

Основной конструкторской базой вала (ДНБ) являются шейки вала $\varnothing 170_{-0,30}^{-0,25}$. Допуск на размер соответствует 7 качеству точности и обеспечивает в подшипнике скольжения типичную ходовую посадку H7/a7 предназначенную для подвижных соединений, когда необходимо обеспечить легкодостижимую посадку высокого качества с гарантированным тепловым зазором и зазором для масляной подушки. На трущиеся элементы сильно нагруженных деталей, подвергаемым азотации назначена рекомендуемая шероховатость поверхности Ra = 0,4 мкм [3].

Во избежание заклинивания и перекоса в подшипниках скольжения, а также для обеспечения требуемого зазора зубчатой пары, разность диаметров шеек вала под опоры должна быть не более 0,01 мм.

					ТМЗ 17320424-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		12

В зависимости от качества, размера, от вида посадки, учитывая частоту вращения вала – допуск формы (прямолинейность и круглость), а так же допуск радиального биения составляет 20-30% от допуска на размер [3].

На изготовление зубьев шестерни назначена 4-я степень точности, как для детали с $m > 1$, к которой предъявляются требования бесшумной, плавной работы с большими окружными скоростями до 90 м/с, КПД такой передачи с учетом потерь в подшипниках 0,99 [3].

Согласно рекомендаций в отношении требований к точности заготовок для зубчатых колес 4-й степени точности на диаметр наружного цилиндра назначен 7 квалитет с допуском на размер – 52 мкм, радиальное биение контрольного пояса $0,01d+5$ (мкм) [3]. Согласно 7 квалитета на диаметр наружного цилиндра назначена шероховатость $Ra = 1,6$ мкм, а на профиль зубьев $Ra = 0,8$ мкм [3]. Согласно степени точности зубчатого колеса, модуля и делительного диаметра по ГОСТ 1643-81 назначен допуск на радиальное биение зубчатого венца $F_r = 0,016$ мм, допуск на погрешность обката $F_c = 0,012$ мм, допуск на циклическую погрешность зубчатого колеса $f_{СК} = 0,0022$ мм, а так же суммарное пятно контакта с сопряженным колесом должно быть по высоте зуба не менее 60% и по длине не менее 90% [3].

Выходной конец вала выполнен в виде конуса под соединительную муфту с конусностью 1:10 по ГОСТ 8593-81, по скользящей посадке H7/h6, которая применяется в неподвижных соединениях, при высоких требованиях к точности центрирования часто разбираемых деталей [3]. Для IT6 квалитета точности соответствует шероховатость поверхности $Ra = 0,8$ мкм. Допуск радиального биения поверхности назначен, чтобы снизить дисбаланс вала и полумуфты $T \cong 48 / n$ (для $n > 1000$ об/мин) [3].

На коническом конце вала расположены два шпоночных паза. Шпонки обычно сопрягаются по ширине с валом по неподвижной посадке, поэтому для нормального шпоночного соединения назначено поле допуска по N9 для ширины паза. Предельное отклонение глубины шпоночного паза при данном сечении

					ТМЗ 17320424-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		13

шпонки равно 0,2 мм [3]. На расположение шпоночных пазов назначены соответствующие допуски $T_{//} = 0,5 t_{\text{шп}}$; $T_{\div} = 2 t_{\text{шп}}$, где $t_{\text{шп}}$ – допуск на ширину шпоночного паза [3]. шероховатость поверхностей шпоночного паза назначена в соответствии с допуском размера по качеству [3].

На размер $\varnothing 42$ назначен допуск обеспечивающий рекомендуемую, предпочтительную посадку H7/h6, применяемую в неподвижных соединениях, при высоких требованиях к точности центрирования часто разбираемых деталей.

Назначение резьб детали – крепежное. Класс точности резьбы назначен – «грубый». В соответствии с классом точности, шагом и длиной свинчивания резьбы назначено поле допуска 8g для наружной и 7H для внутренней резьбы [7].

Остальные поверхности свободные, их предельные отклонение размеров для отверстий по H14, валов h14, остальных $\pm IT14/2$, допуски формы и расположения по ГОСТ 25069-81.

					ТМЗ 17320424-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		14

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

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

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

Исходные данные:

Годовая программа выпуска изделий $N=500$ штук.

Режим работы предприятия - в две смены.

Действительный годовой фонд работы оборудования, F_d 1029 часов.

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

Таблица 3.1 – Штучное время на механические операции

№ операции	Наименование операции	$T_{шт}$, мин
010	Токарная с ЧПУ	20
015	Токарная с ЧПУ	45
025	Шлифовальная	50
030	Фрезерная с ЧПУ	20
035	Сверлильная	15
040	Зубофрезерная	40
045	Шлифовальная	25

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

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

где N - годовая программа выпуска изделий, шт;

$T_{шт}$ - штучное время;

F_d - действительный годовой фонд времени, ч;

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

$$\eta_{з.н.} = 0,8$$

Таблица 3.2 - Нормирование операций

№ операции	Наименование операции	$T_{шт-к},$ $T_{шт}$	m_p	P	$\eta_{з.ф.}$	O
010	Токарная с ЧПУ	20	0,031	1	0,031	25,78
015	Токарная с ЧПУ	45	0,077	1	0,077	10,31
025	Шлифовальная	50	0,031	1	0,031	25,78
030	Фрезерная с ЧПУ	20	0,023	1	0,023	34,38
035	Сверлильная	15	0,023	1	0,023	34,38
040	Зубофрезерная	15	0,031	1	0,031	35,6
045	Шлифовальная	25	0,036	1	0,036	25,78
Σ	-	190	-	7	-	210,41

Коэффициент закрепления операции подсчитываем по формуле:

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

Таким образом коэффициент закрепления операции равен:

$$K_{з.о.} = \frac{210,41}{7} = 30,06 \approx 30, \text{ что соответствует мелкосерийному типу производ-}$$

ства, так как $K_{з.о.}$ входит в пределы $20 < 30 < 40$.

Определяем форму организации производства.

											Лист
											16
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата							

Определяем партию запуска по формуле [3]:

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

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

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

Определяем среднюю трудоемкость механических операций:

$$T_{cp} = \frac{145,1}{6} = 17,8 \text{ мин.}$$

$n=6$ - число операций.

Определяем суточное время работы оборудования:

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

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

$$z = \frac{T_{cp} \cdot N_{пар}}{F_3 \cdot \eta_{з.н.}} = \frac{22,14 \cdot 29}{476 \cdot 0,8} = 1,68$$

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

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

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

Тогда число деталей в партии:

$$n = (2000 \cdot 12) / 254 = 22,7 \text{ шт.}$$

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

					ТМЗ 17320424-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		17

Мелкосерийный тип производства характеризуется ограниченной номенклатурой изделий, изготавливаемых периодически повторяющимися партиями и сравнительно большим объемом выпуска. Коэффициент закрепления операций 20-40.

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

					ТМЗ 17320424-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		18

4 Анализ технологичности конструкции детали

Деталь вал-шестерня, изготавливаемая из высоколегированной стали, представляют собой тело вращения, конструкция которого не вызывают затруднений при получении заготовки. Однако габариты и масса заготовки затрудняют получение заготовки методом штамповки.

Нетехнологичными с точки зрения механической обработки являются:

1. Материал детали, который является все же труднообрабатываемым, однако другие марки стали не позволяют получить требуемую категорию прочности.

2. Масса детали, от которой никуда не деться, но которая обуславливает применение грузоподъемных механизмов для перемещения и установки на станок.

3. Резьбовые отверстия на торцах вала, ввиду длины последнего требуют применения либо специального оборудования, либо специального приспособления для обработки на универсальных радиально-сверлильных станках. Фаски в отверстиях под резьбу М12 и М6 имеют разные углы, что требует применения двух зенковок с разными углами ф.

4. Наличие двух соосных шпоночных пазов, обработка которых требует применения разметки или специального приспособления с фиксирующим или делительным устройством. Для удобства обработки и контроля желательно данные шпоночные пазы изготавливать на проход, уменьшив диаметр резьбы М100х2. проставленный конструкторский размер 3 мм (начало шпоночного паза) так же нетехнологичен для автоматического получения размера, так как опорной базой здесь должен служить торец конической ступени вала имеющий небольшую опорную площадь.

5. Зубья шестерни – так как операция нарезания зубьев со снятие стружки производится в основном малопродуктивными методами. К тому же шевронные колеса невозможно шлифовать из-за отсутствия пространства для выхода шлифовального круга, а поскольку на шестерню назначена высокая

					ТМЗ 17320424-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		19

степень точности, требуется применение на зубофрезерной операции высокоточного оборудования, оснастки и инструмента.

6. Канавки для выхода шлифовального круга и галтели R8. Для их обработки требуется специальный канавочный резец, хотя положение детали в узле позволяет выполнить данные галтели с наружи вала-шестерни.

В остальном деталь технологична, хотя точность размеров, поверхностей и их расположений, а так же низкая шероховатость требуют применения чистовых и доводочных операций на точном оборудовании.

Деталь имеет хорошие базовые поверхности для черновых и последующих операций, обладает достаточной жесткостью, имеет зуборазделительную канавку для выхода червячной фрезы при нарезании зубьев шевронного колеса.

Таблица 4.1 - Определение коэффициента точности

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

Определяем коэффициент точности обработки:

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

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

T – класс точности обработки.

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

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

По этому показателю деталь технологична.

Определяем коэффициент шероховатости:

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

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

Таблица 4.2 – Определение коэффициента шероховатости

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

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

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

По этому показателю деталь технологична.

Определение коэффициента использования материала:

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

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

M_3 – масса заготовки, $M_3 = 3,9$ кг

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

$$K_{ИМ} = \frac{2,44}{3,9} = 0,62$$

По этому показателю деталь технологична.

По качественным и количественным показателям деталь технологична.

					ТМЗ 17320424-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		22

5 Выбор и обоснование способа получения исходной заготовки

Основным условием рациональной технологии есть максимальное приближение формы и точности заготовки к форме готовой детали. Вид заготовки определяется вследствие анализа чертежа детали, ее материала и технических условий на изготовление, объема выпуска, габаритов и массы.

Исходной заготовкой для детали типа вал-шестерня, когда отношение длины к диаметру равно 3,5, учитывая ее материал – легированная сталь 38ХНЗМФА, и массу 248 кг, а так же годовую программу выпуска N = 50 шт. – может служить либо прокат, либо поковка, выполненная на молотах или прессах. Получение заготовки методом штамповки ограничено массой детали (т.к. ГОСТ 7505-89 Поковки стальные штампованные, регламентирует получение штамповок массой до 250 кг).

Припуски и допуски на поковку, изготавливаемую свободной ковкой на молотах, назначаем табличным способом по ГОСТ 7829-70.

Назначение основных и дополнительных припусков и предельных отклонений:

1) основные припуски и предельные отклонения на диаметры назначаем по таблице 2 (ГОСТ 7829-70)

на $\varnothing 277,2$ мм – 16 ± 5 мм;

на $\varnothing 170$ мм – 14 ± 4 мм;

на $\varnothing 120$ мм – 12 ± 4 мм;

на диаметры 245; 165; M100x2 (смотри рисунок 5.1) в соответствии с ГОСТ 7829-70 назначаем напуски.

Учитывая требования ГОСТ 8479-70, образцы для механических испытаний вырезают из напуска или из тела поковки таким образом, чтобы их ось находилась на расстоянии 1/3 радиуса от наружной поверхности поковки. Поскольку наиболее ответственная часть детали – зубья шестерни, поэтому на левый конец вала назначаем дополнительный припуск под образцы, длиной 135 мм (ГОСТ 1497-84), и диаметром равным диаметру заготовки под шестерню, при

					ТМЗ 17320424-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		23

$$\text{На длину } 685 \Rightarrow 2\delta \pm 2 \frac{\Delta}{2} = 2 \cdot 16 \pm 2 \cdot 5 = 32 \pm 10 \text{ мм};$$

где δ и $\frac{\Delta}{2}$ - припуск и допуск на диаметр:

$$311 \Rightarrow \pm 1,5 \frac{\Delta}{2} = 0 \pm 6 \text{ мм};$$

$$1187 \Rightarrow 2,5\delta \pm 2,5 \frac{\Delta}{2} = 40 \pm 12 \text{ мм};$$

В соответствии с таблицей 3 ГОСТ 7829-70 назначим дополнительный припуск на несоосность:

$$\text{Ø}184 \rightarrow 6 \text{ мм}; \text{Ø}132 \rightarrow 4 \text{ мм};$$

а также назначаем дополнительный припуск на длину поковки для правки центровых отверстий после термической обработки – 10 мм.

Окончательно размеры поковки будут:

$$\text{Ø}277,2 + 16 \pm 5 = 294 \pm 5 \text{ мм};$$

$$\text{Ø}170 + 14 \pm 4 + 6 = 190 \pm 4 \text{ мм};$$

$$\text{Ø}120 + 12 \pm 4 + 4 = 136 \pm 4 \text{ мм};$$

$$L \ 1187 + 40 \pm 12 + 10 = 1237 \pm 12 \text{ мм};$$

$$L \ 685 + 32 \pm 10 + 5 = 722 \pm 10 \text{ мм};$$

$$L \ 311 + 0 \pm 6 = 311 \pm 6 \text{ мм}.$$

Заготовку из проката подбираем в соответствии с ГОСТ 2590-88, учитывая дополнительный припуск на отрезку образцов и не учитывая дополнительной подрезки торцев ступеней вала под УЗД.

Эскизы заготовок двух сравнительных вариантов представлены на рис. 5.2.

Согласно размеров заготовок определим их массы G_3 и коэффициенты использования материала $K_{ИМ}$ по каждому из вариантов:

$$K_{ИМ} = \frac{G_L}{G_3} \quad (5.1)$$

					ТМЗ 17320424-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		25

где $G_d = 248$ кг – масса детали;

$G_3 = \gamma \cdot V_3$ – масса заготовки (кг);

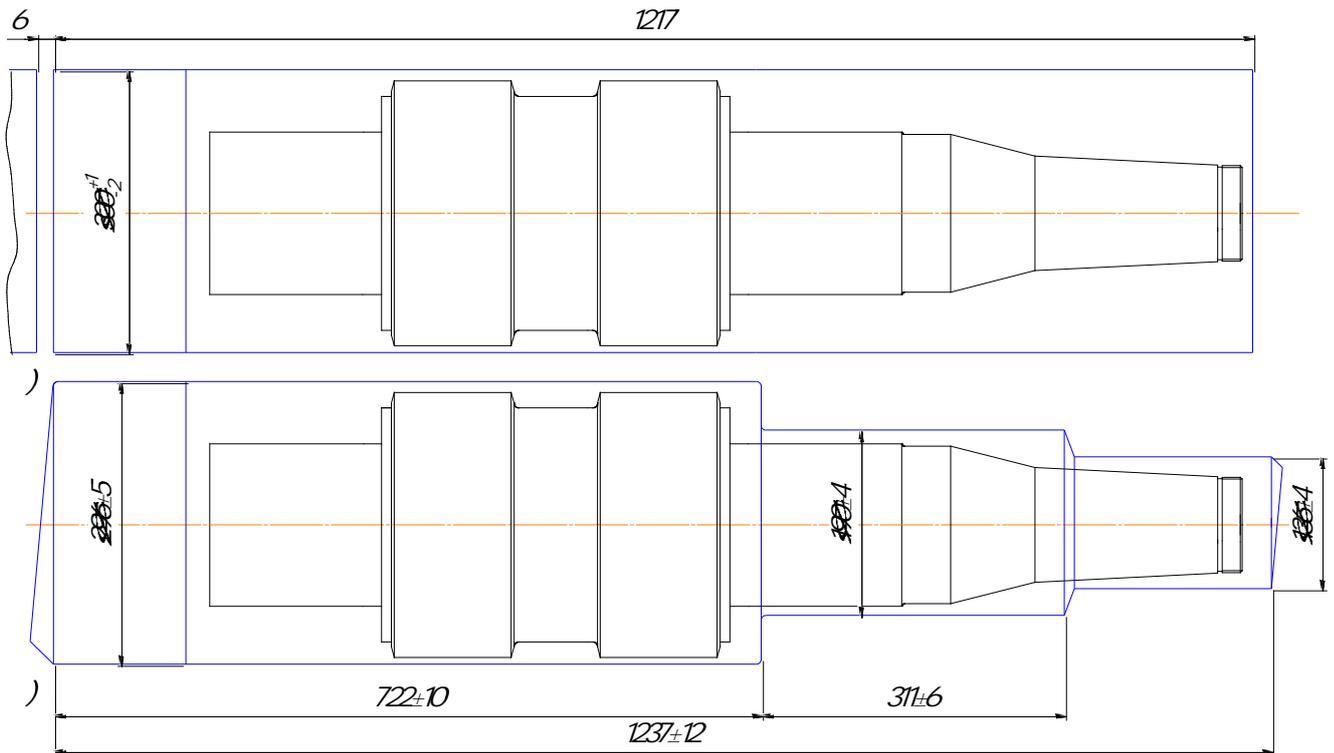


Рисунок 5.2 – Заготовка вал-шестерни:

а) из проката, б) полученная ковкой на молотах

$\gamma = 8,2 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ – удельный вес стали;

V_3 – объем заготовки (м^3).

Вариант I – прокат:

$$V = \frac{\pi D^2}{4} \cdot l = \frac{\pi \cdot 0,3^2}{4} \cdot (217 + 0,006) = 0,0864 \text{ м}^3;$$

$$G = 8,2 \cdot 10^3 \cdot 0,0864 = 708,5 \text{ кг};$$

$$K_{\text{ИМ}} = \frac{248}{708,5} = 0,35.$$

Вариант II – поковка:

$$V = \frac{\pi}{4} (0,294^2 \cdot 0,722 + 0,19^2 \cdot 0,311 + 0,136^2 \cdot (237 - 0,722 - 0,311)) = 0,0607 \text{ м}^3;$$

$$G = 8,2 \cdot 10^3 \cdot 0,0607 = 498 \text{ кг};$$

					ТМЗ 17320424-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		26

$$K_{им} = 248/498 = 0,498.$$

Экономическое обоснование выбора заготовки.

Расчет стоимости заготовки можно приблизительно определить по [6]:

$$S = Q \cdot Ц \left(1 + \frac{a_{т.з.}}{100} \right) - Q - q \cdot Ц_{отх}, \text{ грн} \quad (5.2)$$

где $Q = 708,5$ кг – масса заготовки;

$Ц = 1980/1000$ – оптовая цена 1 кг заготовки, грн;

$a_{т.з.}$ – транспортно-заготовительные расходы (11%);

$q = 248$ кг – масса детали;

$Ц_{отх} = 0,18$ грн – цена 1 кг отходов.

$$S = 708,5 \cdot \frac{1980}{1000} \left(1 + \frac{11}{100} \right) - 708,5 - 248 \cdot 0,18 = 1474,2 \text{ грн.}$$

Вариант II – поковка:

$$S = Q \cdot Ц \left(1 + \frac{a_{т.з.}}{100} \right) - Q - q \cdot Ц_{отх}, \text{ грн} \quad (5.3)$$

где $Q = 498$ – масса заготовки;

$Ц = Ц_{и} \cdot K_{мз} \cdot K_{сл} \cdot K_{оп}$ (грн) – оптовая цена 1 кг поковки;

$Ц_{и} = 2445$ грн – оптовая цена тонны заготовок;

$K_{мз} = 0,7$ – коэффициент, учитывающий массу поковки;

$K_{сл} = 0,81$ – коэффициент, учитывающий группу сложности;

$K_{оп} = 1,3$ – коэффициент, учитывающий объем производства [6].

$$S = 498 \cdot \frac{2445}{1000} \cdot 0,7 \cdot 0,81 \cdot 1,3 \cdot \left(1 + \frac{11}{100} \right) - 498 - 248 \cdot 0,18 = 852,5 \text{ грн.}$$

Экономический эффект при внедрении заготовки поковки взамен проката определим по формуле:

					ТМЗ 17320424-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		27

$$\mathcal{E} = (S_I - S_{II}) \cdot N \quad (5.4)$$

$$\mathcal{E} = (474,2 - 852,2) \cdot 50 = 31085 \text{ грн.}$$

Сравнивая с заводским способом получения заготовки, когда поковка выполняется двух ступеней, смотри рисунок 5.3, и соответственно имеет объем

$$V = \frac{\pi}{4} (3,3^2 \cdot 0,73 + 0,196^2 \cdot (24 - 0,73)) = 0,0669 \text{ м}^3;$$

и массу

$$G = 8,2 \cdot 10^3 \cdot 0,0669 = 549,5 \text{ кг};$$

мы получим годовую экономию материала:

$$\mathcal{E}_M = (49,5 - 498) \cdot 50 = 2575 \text{ кг}, \text{ что в денежном выражении при оптовой цене}$$

1,98 грн за 1 кг материала составит:

$$S = 2575 \cdot 1,98 = 5098,5 \text{ грн.}$$

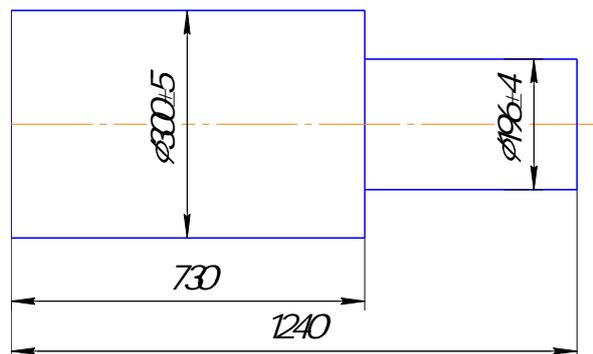


Рисунок 6.3 – Эскиз заготовки по заводскому варианту.

6 Анализ существующего технологического процесса

6.1 Расчет припусков на механическую обработку

Расчет припусков на механическую обработку производим на один из наиболее точных размеров – диаметр $170_{-0,030}^{-0,025}$ мм.

Припуски и допуски определяем расчетно-аналитическим методом проф. В.М. Кована по формуле [8]:

$$2Z_{\min} = 2 \left(r_{Z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right) \quad (6.1)$$

Расчет производим с помощью ПЭВМ, для чего составляем таблицу исходных данных, куда входит:

R_z – высота на предшествующем переходе;

h – глубина дефектного поверхностного слоя на предшествующем переходе

Значения R_z и h выбираем из таблиц [8], для заготовки – поковка выполняется на молотах – значения R_z и h – суммарное.

ρ – суммарное отклонение расположения поверхности на предшествующем переходе,

для заготовки поковка, при обработке в центрах суммарное отклонение будет состоять из:

$$\rho = \sqrt{\rho_{см}^2 + \rho_{кор}^2 + \rho_{ц}^2} \quad (6.2)$$

где $\rho_{см} = 3,2$ мм – смещение шейки вала поковки, относительно основного диаметра (или других ступеней);

$\rho_{кор}$ – кривизна поковки [8]:

$$\rho_{кор} = \Delta_k \cdot L \cdot 0,001 \cdot 720 \cdot 0,72 \text{ мм} \quad (6.3)$$

					ТМЗ 17320424-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		29

$R_{ц}$ – смещение оси заготовки в результате погрешности центрования;

При $T \gg 1$ $\rho_{ц} = 0,25T$ [8], где T – допуск на диаметральный размер базы заготовки при центрировании: $\rho_{ц} = 0,25 \cdot 10 = 2,5$ мм.

Тогда:

$$\rho = \sqrt{3,2^2 + 0,72^2 + 2,5^2} = 4000 \text{ мкм.}$$

На остальных операциях значение ρ определяют с помощью коэффициентов $\rho_i = k_i \cdot \rho_{i-1}$.

Принимаем: $k_1 = 0,07$, $k_2 = 0,06$, $k_3 = 0,05$, $k_4 = 0,04$, $k_5 = 0,03$, $k_6 = 0,02$.

ε_y – погрешность установки на выполняемом переходе:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_B^2 + \varepsilon_3^2} \quad (6.4)$$

где ε_B – погрешность базирования;

ε_3 – погрешность закрепления.

При установке в центрах и при работе с поводковым патроном $\varepsilon_y = 0$.

По результатам расчета можно судить, что в разделе 6, величина назначенного припуска немного недостаточна, корректируем и окончательно принимаем размеры диаметральных поверхностей заготовки с теми же предельными отклонениями: $D_1 = 296 \pm 5$ мм, $D_2 = 194 \pm 4$ мм, $D_3 = 138 \pm 4$ мм.

Расчетный припуск на обработку под УЗД разбивается на две операции: токарно-винторезную и круглошлифовальную.

1. Обработка под УЗД 1 – припуск 16 мм:

принимаем на точение – припуск 15 мм;

на шлифование – 1 мм.

2. Обработка под УЗД 2 – припуск 2 мм:

принимаем на точение – припуск 1,6 мм;

на шлифование – 0,4 мм.

Схему расположения припусков и допусков на обработку поверхности $\varnothing 170_{-0,030}^{-0,025}$ изображаем на чертеже заготовки.

6.2 Анализ и обоснование схемы базирования и закрепления

Токарно-винторезная обработка. Черновая обработка.

На данную операцию деталь приходит с обработанными торцами в размер $1062_{-1,0}$ и зацентрированными отверстиями по IT12 качеству точности. На установке А производится обработка шейки вала $\varnothing 174_{-0,4}$ с подрезкой торца выдерживая размер $175 \pm 0,5$ мм (смотри рисунок 6.1).

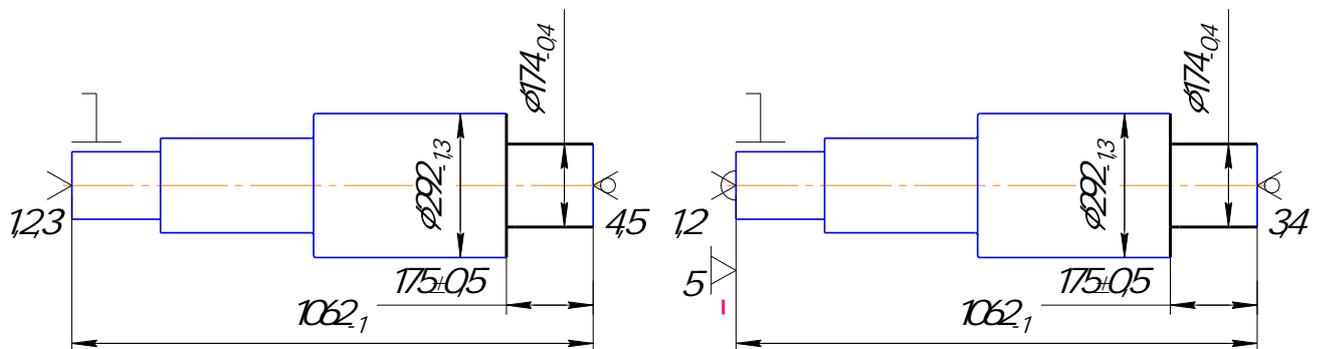


Рисунок 6.1 – Варианты базирования детали при токарно-черновой обработке

Одним из возможных вариантов базирования является установка детали в центрах. По первому варианту деталь устанавливается на неподвижный центр и поджимается вращающимся. При этом погрешность базирования на диаметральной поверхности $\mathcal{E}_{\varnothing 174} = 0$, а на размер 175 равна сумме допусков: допуску на центровое отверстие $\Delta_{Ц} = 0,18$ мм и допуску на длину вала $\Delta_{1062} = 1$ мм

$$\mathcal{E}_{175} = \Delta_{Ц} + \Delta_{1062} = 0,18 + 1,0 = 1,18 \text{ мм}.$$

В данном случае погрешность базирования больше допуска на размер $\mathcal{E}_{175} = 1,18 > \Delta_{175} = 1,0$ мм.

					ТМЗ 17320424-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		31

При втором варианте деталь устанавливается также в центрах, но с упором в торец на плавающий передний центр. Погрешность базирования на диаметральной поверхности также равна «0», а на размер 175 равна допуску на размер 1062 $\rightarrow \mathcal{E}_{\phi 175} = \Delta_{1062} = 1,0$ мм.

В данном случае погрешность базирования равна допуску на размер $\mathcal{E}_{\phi 175} = \Delta_{175}$, поэтому второй вариант базирования более приемлем для автоматического получения размеров. В качестве поводкового патрона возможно применение трехкулачкового самоцентрирующего патрона, при этом возможно возникновение погрешности закрепления $\mathcal{E}_3 = 0,07$ мм, что не превышает допусков на диаметральные размеры, а его применение позволит увеличить сопротивление силам резания и увеличить жесткость обработки.

Вертикально-фрезерная операция

На данной операции производится обработка шпоночных пазов. Учитывая, что вал имеет основную технологическую базу – центровые отверстия, и то, что все конструкторские допуски расположения поверхностей связаны с этой базой, а также то что на данную операцию вал приходит после токарно-чистовой обработки на которой поверхности обработаны по IT8 качеству точности с $Ra = 1,6 \div 3,2$ мкм, принимаем в качестве базовых поверхностей основную конструкторскую базу – шейки вала $\phi 170$ мм, которыми деталь устанавливается в призмах.

При этом погрешность базирования на глубину паза $14,3^{+0,2}$, для призм с $\alpha = 90^\circ$ составит:

$$\mathcal{E}_{\phi 14,3} = 1,21 \Delta_{\phi 170} = 1,21 \cdot 0,063 = 0,076 < \Delta_{14,3} = 0,2 \text{ мм.} \quad (6.5)$$

Размер ширины паза зависит от диаметра фрезы. Для обеспечения линейных размеров $3_{-0,25}$ и $160 \pm 0,5$ мм при базировании с упором по торцу вала – вариант 1 – погрешность составит:

$$\mathcal{E}_3 = \Delta_{190} + \Delta_{165} = 1,15 + 1,0 = 2,15 \text{ мм. ;}$$

что значительно больше допуска на размер 3 мм – $\Delta_3 = 0,25$ мм.

					ТМЗ 17320424-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		32

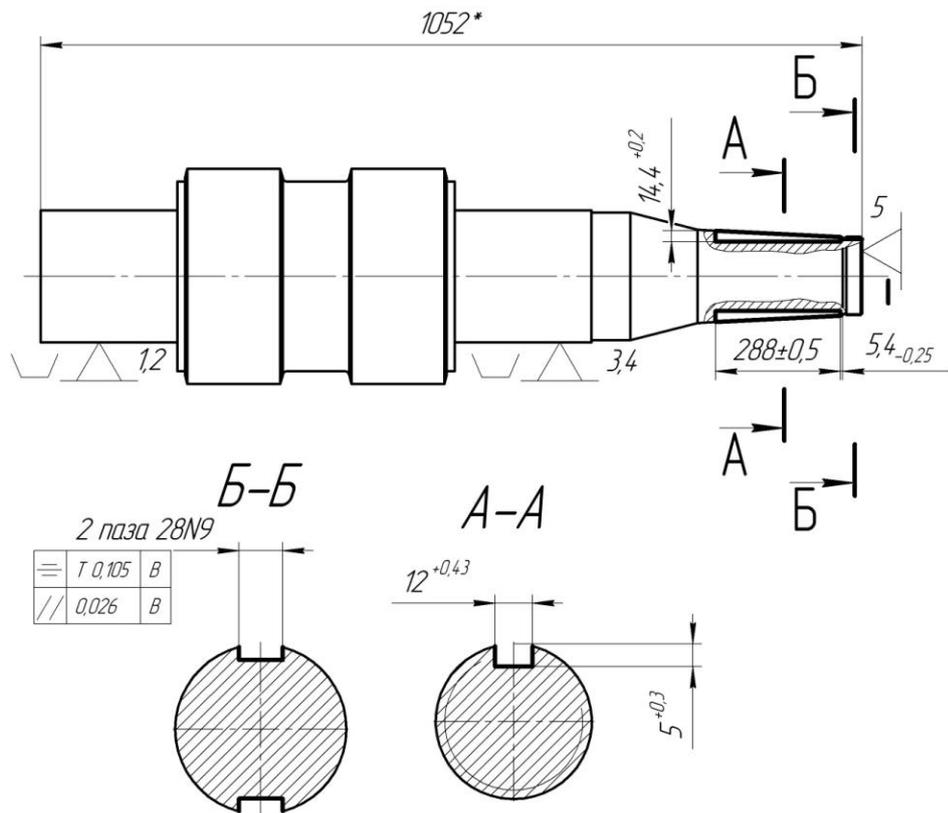


Рисунок 6.2 – Возможные варианты базирования вала на фрезерной операции (1-й вариант)

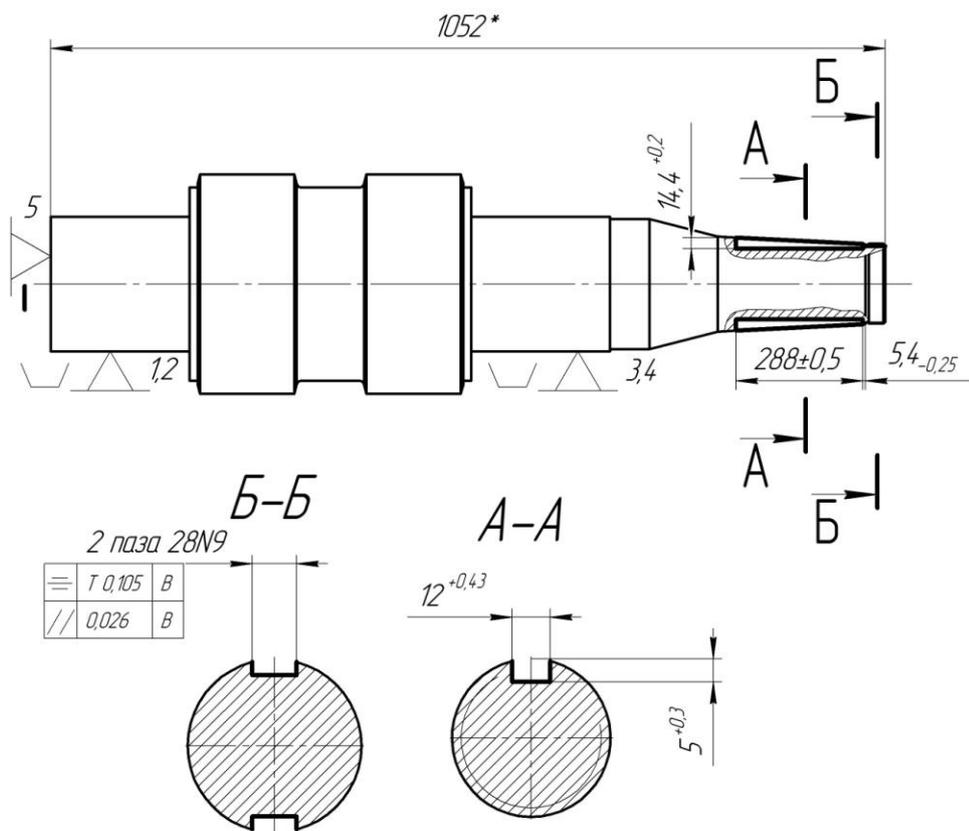


Рисунок 6.3 – Возможные варианты базирования вала на фрезерной операции (2-й вариант)

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ТМЗ 17320424-00.ПЗ

Лист

33

Поэтому для автоматического получения размеров более приемлем второй вариант, при котором технологическая и измерительная базы совпадают и погрешность базирования равна «0».

При нарезании резьбы М6-7Н с упором по:

- варианту 1 → погрешность базирования равна:

$$\mathcal{E}_{\delta_{12}} = \Delta_{175} + \Delta_{1052} + \Delta_{1,6} = 1,0 + 1,0 + 0,25 = 2,25 \text{ мм.};$$

$$\mathcal{E}_{\delta_{12}} = 2,25 \text{ мм.} > \Delta_{12} = 1,5 \text{ мм.};$$

- вариант 2 → погрешность базирования равна:

$$\mathcal{E}_{\delta_{12}} = \Delta_{1052} + \Delta_{1,6} = 1,0 + 0,25 = 1,25 \text{ мм.};$$

$$\mathcal{E}_{\delta_{12}} = 1,25 \text{ мм.} < \Delta_{12} = 1,5 \text{ мм.};$$

- вариант 3 → погрешность базирования равна нулю, так как совпадают измерительная и технологическая базы.

6.3 Обоснование и выбор моделей металлорежущих станков

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

В условиях мелкосерийного производства для обработки деталей применяется универсальное оборудование и станки с ЧПУ. При выборе оборудования необходимо учитывать применяемые технологические методы обработки поверхностей, мощность электродвигателей, габариты рабочего пространства, установленное количество инструментов.

Учитывая это, а также конструкцию детали, ее габариты и массу, н токарную обработку детали под УЗД, токарно-черновую обработку и токарно-

					ТМЗ 17320424-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		34

центровальную, которые имеют небольшое количество простых однообразных переходов, более рациональным будет использование токарно-винторезного станка модели РТ2516 (Рязанского станкостроительного завода) в отличие от принятого по базовому технологическому процессу токарно-винторезного станка модели 1А64.

Станок модели РТ2516 – универсальный, предназначен для выполнения различных токарных и резьбовых работ в центрах или патроне. Техническая характеристика станка модели РТ2516:

- наибольший диаметр обрабатываемой заготовки (мм)
над станиной – 630 мм;
над суппортом – 340 мм;
- наибольшая длина обрабатываемой заготовки – 1330 мм;
- частота вращения шпинделя – 10...1250 ;
- пределы рабочих подач:
 - продольных – 0,06...2,01 ;
 - поперечных – 0,04...1,18 ;
- мощность главного привода, кВт – 14.

Станок 1А64 предназначен для обработки более крупных деталей: наибольший диаметр обрабатываемой заготовки – над станиной – 800 мм; над суппортом – 450 мм; расстояние между центрами – 2800 мм, мощность главного привода – 20 кВт, поэтому применение этого станка будет нерациональным по габаритам рабочего пространства и низкого коэффициента использования по мощности. К тому же станок модели РТ2516 имеет в два раза больше число продольных и поперечных подач. В отличие от станка 1А64 имеет механическую подачу верхних салазок суппорта, что важно при обработке конуса детали с углом 15°. Станок модели РТ2516 в отличие от 1А64 имеет меньшие габариты, меньшую категорию ремонтной способности (19 против 30 единиц), и соответственно меньшую стоимость.

					ТМЗ 17320424-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		35

Для обработки шпоночных пазов принимаем универсальное оборудование, так как специальные шпоночно-фрезерные станки больше предназначены для крупносерийного производства. Нет необходимости и в применении станка с ЧПУ, поскольку операция состоит из небольшого количества переходов, которые сопровождаются остановками на смену инструмента и поворот детали на 180°.

Поэтому для фрезерной операции по обработке шпоночных пазов, учитывая габариты детали и размеры шпоночных пазов, принимаем вертикально-фрезерный консольный станок модели 6М13П предназначенный для фрезерования всевозможных деталей из стали и чугуна, быстрорежущими и твердосплавными, торцовыми, концевыми, шпоночными, дисковыми фрезами. Сравнивая с аналогичным станком модели 6Р13 можно отметить, что данные станки имеют одинаковые габариты рабочего пространства: размеры стола 400х1600 мм, расстояние от торца шпинделя до стола 30-520 мм, расстояние от оси шпинделя до станины – 450 мм, пределы чисел оборотов шпинделя – 31,5-1600 об/мин. Однако станок модели 6Р13 большие габариты, большую мощность привода главного движения 11 против 10 кВт и большую категорию ремонтной способности 27 против 23 единиц.

К тому же станок модели 6М13П – повышенной точности, что немаловажно для выполнения допуска на ширину шпоночных пазов и допусков на его расположения (Т и Т//).

6.4 Обоснование и выбор станочных приспособлений, металлорежущего и измерительного инструментов

В целях экономии вольфрама и улучшения режущих свойств быстрорежущей стали, последние легируются кобальтом и ванадием (кобальт сообщает стали повышенную теплостойкость и твердость до HRC 67-68, а ванадий - красностойкость). Для обработки стали 38ХНЗМФА применяют стали нормальной Р6М5 и повышенной Р6М5К5 теплостойкости. В выборе инструментальных твердых сплавов для обработки данной детали при высоких

					ТМЗ 17320424-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		36

скоростях резания, когда образуется сливная стружка, постоянно контактирующая с передней поверхностью инструмента в условиях значительных температуры и давления, это приводит к интенсивному образованию лунки износа на передней поверхности. В этом случае превалирует диффузионное изнашивание и большой стойкостью обладают сплавы Т5К10 – для грубой обработки с прерывистым резанием и ударами, Т15К6 – для получистового и чистового точения [8].

Для повышения стойкости как инструментов из быстрорежущей стали, так и твердые сплавы подвергают износостойким покрытием TiN, TiC методом КИБ.

При выборе контрольно-измерительных инструментов учитывается точность измерения, трудоемкость и тип производства. Поэтому преимущество отдается универсальным мерителям, учитывая, что цена деления должна быть 0,3-0,5 допуска измеряемого параметра.

На фрезерно-центровальной операции деталь устанавливается в призмах, закрепление осуществляется прихватами с винтовым зажимом. Для фрезерования торцев применяем фрезу торцевую двухступенчатую с шестигранными неперетачиваемыми пластинами из твердого сплава: $D = 160$ мм, $z = 16$ (данные фрезы предназначаются для скоростного фрезерования глубиной резания до 12 мм на станках с мощностью электродвигателя $N < 12$ кВт. Применение данных фрез обеспечивает возможность съема большого припуска за один проход без возникновения вибрации [8]). При черновом фрезеровании прерывистых поверхностей по корке, деталей из углеродистых сталей рекомендуется марка твердого сплава пластин Т5К10, геометрические параметры режущих кромок: $\gamma_0 = -8^\circ$; $\alpha_0 = 8^\circ$; $\gamma_r = -8^\circ$; $\alpha_r = 8^\circ$; $\phi = 55^\circ$. Для обработки центровых отверстий применяем сверло центровочное комбинированное В10 по ГОСТ 14952-75 из быстрорежущей стали Р6М5.

В качестве вспомогательного инструмента применяем оправку с торцовой шпонкой 6222-0138 ГОСТ 26538-85 для крепления фрезы и патрон 1-40-25-100 ГОСТ 26539-85 для крепления центровочного сверла.

					ТМЗ 17320424-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		37

Мерительный инструмент: штангенциркули ШЦ-II-125-0,1 и ШЦ-II-1200-0,1 ГОСТ 166-89.

На токарно-черновой операции заготовку устанавливаем в центрах с упором в торец (вращающийся и жесткий плавающий центр), поскольку отношение $L/D < 3$, закрепление производим без применения люнета [7]. Для увеличения сопротивления силам резания, жесткости обработки и передачи вращения, заготовку дополнительно закрепляем в трехкулачковом самоцентрирующемся патроне $\varnothing 500$ мм – 7100-0018 ГОСТ 2675-80.

На данной операции применяется три вида токарных резцов:

1) Резец токарный сборный проходной упорный с механическим креплением трехгранных пластин из твердого сплава с углом в плане $\varphi = 92^\circ$ - резцы предназначены для наружного обтачивания ступенчатых деталей, подрезания торцев [7]. Форма и размеры пластины ($l = 12,8$; $S = 6,35$; $rb = 0,8$ мм) по ГОСТ 19048-80, материал Т15К6. Учитывая габариты резцедержателя и площадь сечения срезаемого слоя, назначаем сечение державки 32x32 мм. При черновой обработке, когда нет больших требований к шероховатости поверхности, но существуют требования к прочности режущей пластинки, большое значение имеют геометрические параметры режущей части резца. Повышение угла заострения улучшает отвод тепла из зоны резания и упрочняет кромку. Поэтому рекомендуется выбрать задний угол $\alpha = 6-8^\circ$; передний $\gamma = 5 \dots -10^\circ$ (для сталей у которых > 1000 МПа), угол наклона режущей кромки $\lambda = 0 \dots 5^\circ$, это предохраняет режущую кромку (вершину) от случайных сколов и способствует повышению стойкости резца.

2) Резец токарный проходной, отогнутый, правый с углом в плане $\varphi = 45^\circ$, сечением державки 32x20 2102-0009 Т15К6 ГОСТ 18877-73, напайная пластинка $l \times b \times s = 25 \times 14 \times 8$ мм 61412 по ГОСТ 25395-82, геометрия режущей части $\alpha = 6^\circ$; $\gamma = 5-10^\circ$; $\lambda = 0 \dots 5^\circ$; $rb = 1,5$ мм. Резец предназначен для наружного протачивания напроход и снятия фасок.

					ТМЗ 17320424-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		38

3) Резец токарный прорезной с напайной пластинкой из твердого сплава Т15К6, предназначенный для обработки канавки \varnothing 245 мм; основные размеры по ГОСТ 18881-73 – Н x В = 32x20; пластинка l x b x s = 8,5 x 16 x 3 мм 13391 по ГОСТ 17163-82; $\gamma = 12^\circ$; $\alpha = \alpha_1 = 8^\circ$.

Мерительный инструмент – штангенциркули ШЦ-II-125-0,1 и ШЦ-II-630-0,1 ГОСТ 166-89, линейка 1000 ГОСТ 427-75, причем для измерения диаметра канавки рекомендуется применять штангенциркуль с удлиненными измерительными губками.

На фрезерной операции деталь устанавливается в специальное приспособление с фиксирующим устройством при повороте вала на 180° для фрезерования симметричных шпоночных пазов.

В качестве режущего инструмента применяем:

1. Для фрезерования паза шириной 12 мм – шпоночную фрезу, оснащенную твердосплавными пластинами с коническим хвостовиком 2235-0101 ГОСТ 6396-78 Т15К6, D = 12 мм, z = 2, конус Морзе №1.

2. Для фрезерования пазов шириной 28 мм применяем две фрезы: а) для чернового прохода – шпоночную фрезу, оснащенную твердосплавными пластинами с коническим хвостовиком 2235-0125 ГОСТ 6396-78, D = 27,4 мм, z = 2, конус Морзе №3; б) для чистового прохода – фрезу концевую твердосплавную со стальным цилиндрическим хвостовиком повышенной точности 2225-0198 ГОСТ 18372-73 Е Т30К4, D = 28 мм, z = 4.

Геометрические параметры черновых фрез $\gamma = 0^\circ$; $\alpha = 15^\circ$; $\alpha_1 = 12^\circ$; чистовой $\gamma = -5^\circ$; $\alpha = 18^\circ$.

Для установки фрез в шпинделе станка применяем втулки переходные с внутренним конусом: 40-1; 40-3 ОСТ2 П12-7-84; патрон цанговый 1-40-28-110 ГОСТ 26539-85.

В качестве мерительного инструмента для измерения длины и глубины паза применяем штангенциркули ШЦ-II-125-0,1 и ШЦ-II-630-0,1 ГОСТ 166-89,

					ТМЗ 17320424-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		39

контроль ширины пазов 28N9 осуществляем гладким калибром (плоским) 28N9
СТП 979.79.04.

6.5 Расчет режимов резания

Операция – токарно-винторезная – черновое точение.

Установ А. Переход 1 – Точить поверхность, выдержав размеры $\varnothing 174_{-0,4}$ на длину $178 \pm 0,7$ мм.

Назначаем глубину резания при напуске 55 мм на сторону, поскольку шероховатость поверхности не ограничивает, принимаем предварительно глубину резания $t = 6$ мм (по опыту работы станочника) и число проходов $i = 10$.

По таблице 11 [8] рекомендуемые подачи 0,6 – 1,0 мм/об, при обработке закаленной стали табличные значения подачи уменьшаются на $k = 0,8$. При этом значения подач будут 0,48 – 0,8 мм/об. По таблицам [8] проверяем подачи допустимые мощностью двигателя – 1,2, прочность державки > 3 мм/об; прочностью пластинки – 1,15 мм/об, окончательно принимаем максимальные табличные значения подачи и корректируем по паспорту станка $S_d = 0,8$ мм/об.

Перед определением скорости резания по таблице 17 [8] выбираем значения коэффициентов и показателей степени в формуле в формуле скорости резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x s^y} \cdot K_v, \text{ м/мин} \quad (6.9)$$

$C_v = 350$; $x = 0,15$; $y = 0,35$; $m = 0,2$.

Стойкость инструмента принимаем $T = 60$ мин [17, с. 268].

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{NV} \cdot K_{IV} \cdot K_{\varphi V} \cdot K_{\varphi IV} \cdot K_{rV} \quad (6.10)$$

где K_{MV} – поправочный коэффициент, учитывающий влияние физико-механических свойств обрабатываемого материала:

					ТМЗ 17320424-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		40

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

$$K_r = 0,8; n_V = 1,0.$$

$$K_{MV} = 0,8 \left(\frac{750}{1176} \right)^{1,0} = 0,64.$$

$K_{NV} = 1,0$ – коэффициент, учитывающий влияние состояния поверхности заготовки (заготовка без корки).

K_{IV} - коэффициент, учитывающий влияние инструментального материала на скорость резания.

Для пластинки из твердого сплава Т15К6 при обработке труднообрабатываемых материалов $K_{IV} = 1,0$ [17, с. 263, табл. 6].

K_{φ_V} ; $K_{\varphi_{IV}}$; K_{r_V} – поправочные коэффициенты, учитывающие влияние параметров резца на скорость резания:

$$\text{для } \varphi = 90^\circ - K_{\varphi_V} = 0,7;$$

$$\varphi_1 = 10^\circ - K_{\varphi_{IV}} = 1,0;$$

$$r = 2 \text{ мм} - K_{r_V} = 1,0$$

Тогда

$$K_V = 0,64 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,7 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,58.$$

При этом

$$V = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 6^{0,15} \cdot 0,8^{0,35}} \cdot 0,58 = 73,9 \text{ м/мин.}$$

Определяем число оборотов шпинделя по формуле:

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

$$n = \frac{1000 \cdot 73,9}{3,14 \cdot 284} = 82,8 \text{ об/мин.}$$

Принимаем ближайшее значения по паспорту станка $n_d = 80$ об/мин.

					ТМЗ 17320424-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		41

При этом фактическая скорость резания будет равна:

$$V_{\phi} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{\pi \cdot 284 \cdot 80}{1000} = 71,3 \text{ м/мин} \quad (6.12)$$

Определяем силу резания для чего по таблице 22 [17, с. 273] выбираем значения коэффициентов и показателей степени в формуле силы резания при точении:

$$P_Z = 10 C_p t^x s^y V^n K_{PZ} \quad (6.13)$$

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

$$K_{PZ} = K_{MP} \cdot K_{\phi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P};$$

где - K_{MP} – поправочный коэффициент, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала на силовые зависимости:

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^{n_p} = \left(\frac{1176}{750} \right)^{0,75} = 1,4.$$

Поправочные коэффициенты, учитывающие влияние геометрических параметров режущей части инструмента на составляющие силы резания выбираем по таблице 23 [8].

$$K_{\phi P} = 0,89; K_{\gamma P} = 1,0 \text{ (для } \gamma = 10^0); K_{\lambda P} = 1,0;$$

Тогда

$$K_{PZ} = 1,4 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,24.$$

При этом

$$P_Z = 10 \cdot 300 \cdot 6^{1,0} \cdot 0,8^{0,75} \cdot 71,3^{-0,15} \cdot 1,24 = 9965,6 \text{ Н}.$$

Мощность резания рассчитывают по формуле:

					ТМЗ 17320424-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		42

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

$$N_p = \frac{9965,5 \cdot 71,3}{1020 \cdot 60} = 11,53 \text{ кВт.}$$

Мощность станка $N_{ст} = N_{эл.дв.} \cdot \eta = 14 \cdot 0,8 = 11,2$ кВт.

Так как рассчитанная мощность $N_p > N_{ст}$, необходимо уменьшить режимы резания t или S , которые наиболее влияют на силу резания в формуле резания.

Уменьшив подачу S , мы соответственно увеличим и время обработки детали, к тому же показатель степени в формуле при подаче меньше чем при глубине резания, поскольку глубина резания оказывает большое влияние на силу. Уменьшая глубину резания до $t = 5,5$ мм, мы не увеличиваем число проходов для снятия припуска 55 мм на сторону, $i = 10$, и соответственно не увеличится время на обработку детали.

Для $t = 5,5$ мм скорость резания будет:

$$V = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 5,5^{0,15} \cdot 0,8^{0,35}} \cdot 0,58 = 74,94 \text{ м/мин.}$$

Число оборотов при этом:

$$n = \frac{1000 \cdot 74,94}{3,14 \cdot 284} = 83,9 \text{ об/мин.}$$

Принимаем ближайшее значения по паспорту станка $n_d = 80$ об/мин.

При этом фактическая скорость резания будет равна:

$$V_\phi = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{\pi \cdot 284 \cdot 80}{1000} = 71,3 \text{ м/мин.}$$

Проверяем силу резания:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 5,5^{1,0} \cdot 0,8^{0,75} \cdot 71,3^{-0,15} \cdot 1,24 = 9135,2 \text{ Н.}$$

Мощность резания:

$$N_p = \frac{9135,2 \cdot 71,3}{1020 \cdot 60} = 10,6 \text{ кВт.}$$

Условие резания по мощности выполняется:

$$N_p = 10,6 < N_c = 11,2.$$

Коэффициент загрузки по мощности:

$$K_{им} = \frac{N_p}{N_c} = 0,94.$$

На остальные переходы данной операции назначаем режимы резания табличным методом с помощью справочника-нормировщика [8].

Установ А. Переход 2 – подрезать торец Ø284/ Ø174 выдержав размер $178 \pm 0,7$ мм. При снятии напуска на первом переходе оставляем на подрезку торца 0,5 – 1,0 мм, по этому глубина резания на втором переходе $t = 1$ мм.

Согласно или [8] для резцов с $\phi > 0^0$, сечением державки 25x30, с пластинками из твердого сплава при глубине резания до 3 мм, рекомендуемые значения подач – 0,8 – 1,3 мм/об, при обработке труднообрабатываемых материалов поправочный коэффициент на подачу $K_{мс} = 0,8$, тогда подачи примут значения 0,64 – 1,04, принимаем по паспорту станка $S_d = 1,0$ мм/об.

Проверять подачу по прочности пластинки, прогибу детали и резца нет необходимости, так как глубина резания в 5 раз меньше чем на первом переходе.

					ТМЗ 17320424-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		44

По карте 19 [8] для упорного резца с $\varphi = 90^0$, $\varphi_1 = 10^0$, при глубине резания $t = 1$ мм и подаче $S_d = 1,0$ мм/об значения $V = 106$ м/мин; $P_Z = 950$ Н; $N = 1,7$ кВт.

Поправочные коэффициенты на измененные условия резания:

- в зависимости от обрабатываемого материала для стали с $HВ = 288-317$ и $\sigma_B = 100-1100$ МПа – $K_{MV} = 0,62$; $K_{MP} = 1,26$; $K_{MN} = 0,78$ [8]

- в зависимости от материала режущей части резца для Т15К6 $K_{IV} = K_{NV} = 1,0$ [8]

- в зависимости от переднего угла $\gamma = 10^0$ - $K_{\gamma PZ} = K_{\gamma N} = 1,0$ [8].

Искомые значения режимов резания с учетом поправочных коэффициентов будут:

$$V = 106 \cdot 0,62 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 68,72 \text{ м/мин};$$

$$P_Z = 950 \cdot 1,26 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1197 \text{ Н.}$$

$$N = 1,7 \cdot 0,78 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,31 \text{ кВт.}$$

Определяем число оборотов шпинделя по формуле 6.11:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 68,72}{3,14 \cdot 284} = 77,02 \text{ об/мин.}$$

Принимаем ближайшее значения по паспорту станка $n_d = 80$ об/мин.

При этом фактическая скорость резания будет равна:

$$V_\phi = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{\pi \cdot 284 \cdot 80}{1000} = 71,3 \text{ м/мин.}$$

Аналогично определяются режимы резания и по остальным переходам, значения которых сводим в таблицу 6.4.

					ТМЗ 17320424-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		45

Таблица 6.4 – Таблица режимов резания

Наименование перехода	t, мм	i	S, мм/об	V, м/мин	n, об/мин	P _Z , Н	N, кВт
Установ Б							
1. Подрезать торец Ø284/Ø176 выдержав размер 362 _{-1,97} мм	3	1	1,0	75,9/71,3	85,6/80	5884	6,8
2. Подрезать торец Ø176/Ø126 выдержав размер 211±0,575 мм	3	1	1,0	75,9/68,3	138,8/125	5922	6,6
3. Точить поверхность Ø168 в размер 175±0,5 мм	3,5	1	0,8	80,2/69,1	146,7/125	5834	6,5
4. Точить поверхность, выдержав Ø174 _{-0,4} мм	1	1	1,0	89,5/87,4	163,7/160	1902	2,7
5. Точить поверхность выдержав размер Ø124 _{-0,4} мм	1	1	1,0	89,5/77,9	229,7/200	1935	2,46
6. Точить канавку, выдержав Ø247 _{-0,46} и l = 145±0,5 мм	15	5	0,18	52,6/53,2	59,3/60	10181	8,8
7. Точить поверхность, выдержав Ø282 _{-0,52} мм	1	1	1,0	89,5/88,6	101/100	2358	3,41
8. Точить 2 фаски 3x75 ⁰	3	1	1,0	89,5/88,6	101/100	5896	6,7
9. Точить конус 15 ⁰ выдержав размер 50 ±0,31 мм	5,5	4	0,8	74,9/65,5	142,8/125	9240	9,89

Примечание: В числителе значения V и n расчетные, в знаменателе откорректированные по паспорту станка, фактические значения.

Операция вертикально-фрезерная – фрезерование шпоночных пазов.

Расчет производим для фрезерования шпоночных пазов 28N9. фрезерование осуществляется за два перехода, при первом – немерной фрезой D = 27,4 мм, шпоночной (Z = 2); второй – мерной фрезой D = 28 мм, концевой (Z = 4); (смотри раздел 7.4), при этом фреза вначале с осевой подачей врезается на глубину

					ТМЗ 17320424-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		46

шпоночного паза, затем производится фрезерование с продольной подачей. Глубина фрезерования равна глубине шпоночного паза 14,1 мм, плюс припуск для шлифования шейки вала 0,3 мм на сторону, поэтому для первого прохода устанавливаем глубину 14,1 мм, для второго – 0,3 мм.

Переход 1. Глубина резания $t = 14,1$ мм.

Подача на один зуб фрезы S_Z , с учетом материала фрезы и заготовки [8]:

- при осевом фрезеровании $S_{ZO} = 0,012$ мм/зуб;

- при продольном фрезеровании $S_{ZП} = 0,036$ мм/зуб.

Перед определением скорости резания по таблице 39 [8] выбираем значения коэффициентов и показателей степени в формуле скорости резания:

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m t^x s_z^y B^u Z^p} \cdot K_V \quad (6.15)$$

Принимаем среднее значение стойкости фрезы $T = 90$ мин.

$C_V = 234$; $q = 0,44$; $x = 0,24$; $y = 0,26$; $u = 0,1$; $p = 0,13$; $m = 0,37$; $K_V = 0,64$.

$$V = \frac{234 \cdot 27,4^{0,44}}{90^{0,37} \cdot 14,1^{0,24} \cdot 0,036^{0,26} \cdot 27,4^{0,1} \cdot 2^{0,13}} \cdot 0,64 = 79,9 \text{ м/мин.}$$

Число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 79,9}{3,14 \cdot 27,4} = 928,5 \text{ об/мин.}$$

Принимаем ближайшее значения по паспорту станка $n_d = 1000$ об/мин.

При этом фактическая скорость резания будет равна:

$$V_\phi = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{\pi \cdot 27,4 \cdot 1000}{1000} = 86 \text{ м/мин.}$$

					ТМЗ 17320424-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		47

Определяем минутную подачу:

- при осевом врезании $S_{Mo} = S_{Zo} \cdot Z \cdot n_d = 0,012 \cdot 2 \cdot 1000 = 24$ мм/мин;

- при продольном движении $S_{Mп} = S_{Zп} \cdot Z \cdot n_d = 0,036 \cdot 2 \cdot 1000 = 72$ мм/мин.

Осевую подачу осуществляем вручную, продольную корректируем по паспорту станка и принимаем ближайшее значение $S_{Md} = 63$ мм/мин, при этом фактическое значение подачи на зуб будет:

$$S_{Zo} = \frac{S_{Md}}{Z \cdot n_d} = \frac{63}{2 \cdot 1000} = 0,0315 \text{ мм/зуб}.$$

Определяем силу резания, для чего по таблице 41 [8] выбираем значения коэффициентов и показателей степени в формуле силы резания при фрезеровании:

$$P_Z = \frac{10C_{PZ} \cdot t^x \cdot s^y \cdot B^n \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP}, H \quad (6.16)$$

где $C_p = 12,5$; $q = 0,73$; $x = 0,85$; $y = 0,75$; $n = 1,0$; $w = -0,13$.

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{1176}{750} \right)^{0,3} = 1,14.$$

Тогда

$$P_Z = \frac{10 \cdot 12,5 \cdot 14,1^{0,85} \cdot 0,035^{0,75} \cdot 27,4^{1,01} \cdot 2}{27,4^{0,73} \cdot 1000^{-0,13}} \cdot 1,14 = 1064 \text{ Н}.$$

Мощность резания при этом:

$$N_P = \frac{P_Z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1064 \cdot 86}{1020 \cdot 60} = 1,5 \text{ кВт}.$$

					ТМЗ 17320424-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		48

Мощность станка $N_{ст} = N_{эл.дв.} \cdot \eta = 10 \cdot 0,7 = 7$ кВт.

Условие резания по мощности выполняется:

$$N_p = 1,5 < N_c = 7.$$

Коэффициент загрузки по мощности:

$$K_{им} = \frac{N_E}{N_C} = \frac{1,5}{7} = 0,22.$$

Аналогично производим расчеты на фрезерование для перехода 2 – чистовой проход 28N9 и для перехода 3 – фрезерование паза $B = 12$ мм и глубиной $t = 5$ мм, причем последний паз открытый с одной стороны и фрезерование производим без осевого врезания. Результаты расчетов заносим в таблицу 6.5.

Таблица 6.5 – Таблица режимов резания

Наименование перехода	t, мм	S_{Zo} , мм/зу б	S_{Zm} , мм/зу б	S_{Mp} , мм/зу б	V, м/мин	n, об/мин	P_z , Н	N, кВт
1. Фрезеровать паз 28N9 длиной $160^{+1,0}$ мм	0,3	0,014	$\frac{0,037}{0,039}$	$\frac{236,8}{250}$	$\frac{184,2}{140,7}$	$\frac{2093,8}{1600}$	115,3	0,26
2. Фрезеровать паз 12H14	5	-	$\frac{0,026}{0,025}$	$\frac{83,2}{80}$	$\frac{84,3}{60,3}$	$\frac{2236,3}{1600}$	359,2	0,35

Примечание: В числителе значения V и n расчетные, в знаменателе откорректированные по паспорту станка, фактические значения.

6.6 Техническое нормирование операций

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

Данные о режимах резания берем из предыдущего пункта.

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

Вспомогательное время $T_{в}$ на 020 операции определяем по формуле:

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

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

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

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

$T_{в.уст}=0,65$ мин [7].

$T_{в.оп}= 0,75$ мин [7].

$T_{в.изм}=0,85$ мин

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

Определение штучного времени:

$$T_{шт} = (\Sigma T_0 + T_{в} \cdot K_{ТВ}) \cdot (1 + a_{огр.} + a_{тех.} + a_{отл.}/100) \quad (6.16)$$

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

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

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

					ТМЗ 17320424-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		50

Определяем норму штучно - калькуляционного времени по формуле:

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

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

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

$T_{пз} = 21$ мин [6];

Штучно – калькуляционное время на операции

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

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

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

Вспомогательное время T_v на 020 операции определяем по формуле:

где $T_{v.уст} = 0,5$ мин [6];

$T_{v.оп} = 0,4$ мин [6];

$T_{v.изм} = 0,3$ мин,

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

Определяем штучное время по формуле:

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

$K_{тв} = 1,23$.

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

Определяем норму штучно - калькуляционного время по формуле:

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

					ТМЗ 17320424-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		51

Тпз=24мин [6]

Штучно – калькуляционное время на операции

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

					ТМЗ 17320424-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		52

7 Проектирование станочного приспособления

На данной операции формируется три шпоночных паза, имеющих соответственные размеры:

- один паз шириной $B_1 = 12$ мм и глубиной $t_1 = 5$ мм, длину паза ограничивает конструкторский размер 165 мм. Все размеры выполнены с точностью по IT 14 и имеют соответствующие допуски $T_{b_1} = 0,43$ мм; $T_{t_1} = 0,3$ мм; $T_{L_1} = 1,0$ мм; радиус R6 обеспечивается непосредственно инструментом;

- размеры двух других пазов одинаковы – ширина $B_{2,3} = 28$ мм, глубина $t_{2,3} = 14,1$ мм, длина $l_{2,3} = 165$ мм, ширина паза выполнена с допуском по IT 9 качеству точности $T_{b_{2,3}} = 0,052$ мм, глубина паза выполнена с допуском $T_{t_{2,3}} = 0,2$ мм, что соответствует IT 13, длина пазов – размер свободный по IT 14 с допуском $T_{L_{2,3}} = 1,0$ мм, все значения допусков приняты по ГОСТ 8909-81. Так как точность формы не оговорена, следовательно, допуск на нее находится в пределах допуска на длину – $T_{\text{—}} = 40$ мкм, $T_{\text{—}} = 40$ мкм, что соответствует 9 степени точности [7].

Допуск на симметричность пазов $b_{2,3} = 28 - T_{\text{±}} = 0,105$ мм, параллельность – $T_{//} = 0,026$ мм. Для паза шириной $b_1 = 12$ мм точность расположения поверхностей не оговорена, поэтому их значения принимаем из расчета:

$$T_{//} = 0,5 \cdot t_{b_1} = 0,5 \cdot 0,43 = 0,21 \text{ мм.}$$

$$T_{\text{±}} = 2 \cdot t_{b_1} = 2 \cdot 0,43 = 0,86 \text{ мм [8].}$$

Шероховатость поверхностей:

- для паза $b_1 = 12$ мм – $Ra = 3,2$ мкм;

- боковые поверхности пазов $b_{2,3} = 28$ - $Ra = 3,2$ мкм;

для дна пазов - $Ra = 6,3$ мкм.

На фрезерную операцию заготовка поступает после чистового точения с припуском 0,3 мм на сторону, линейные размеры вала выполнены в меру. Масса заготовки 260 кг, материал сталь 38ХНЗМФА ГОСТ 4543-71.

Уточним точностные параметры поверхностей, которые могут быть базовыми – шейки вала $\varnothing 170$ мм:

					ТМЗ 17320424-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		53

- поверхность Ø170 после чистового точения выполнена по IT 8 качеству точности с допуском $T_{\varnothing 170} = 0,063$ мм;

- степень шероховатости соответствует качеству точности поверхности размера - $Ra = 1,6 \div 2,5$ мкм.

Заготовка будет обрабатываться на вертикально-фрезерном станке модели 6M13П. Основные параметры станка:

- расстояние от торца шпинделя до стола 30 – 520 мм

- расстояние от вертикальных направляющих до середины стола 260-580 мм

- расстояние от оси шпинделя до оси станины 450 мм

- наибольшие перемещения стола:

продольное 900 мм

поперечное 300 мм

вертикальное 420 мм

- ширина Т-образных пазов стола 18H8

- количество пазов 3

- шаг пазов 90 ± 4 мм

Функциональные узлы приспособления необходимо объединить на одном корпусе. Приспособление устанавливается и крепится на столе станка. Центрирование приспособления в осевом направлении относительно инструмента осуществляется по Т-образным пазам стола станка, для чего корпус должен иметь направляющие. Приспособление должно обслуживаться фрезеровщиком 2 разряда.

Станок оборудован системой охлаждения. Имеющийся на станке кожух с экраном не позволяет стружке и СОЖ разлетаться и попадать на рабочего. К станку возможен подвод сжатого воздуха.

Разработка и обоснование схем базирования

					ТМЗ 17320424-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		54

Разработка и обоснование схем базирования была подробно рассмотрена в разделе, при этом погрешность базирования на размер $3_{-0,25}$ равна нулю, на глубину пазов с допуском $0,2$ мм $\epsilon_6 = 0,076$ мм. (см. рисунок 7.1).

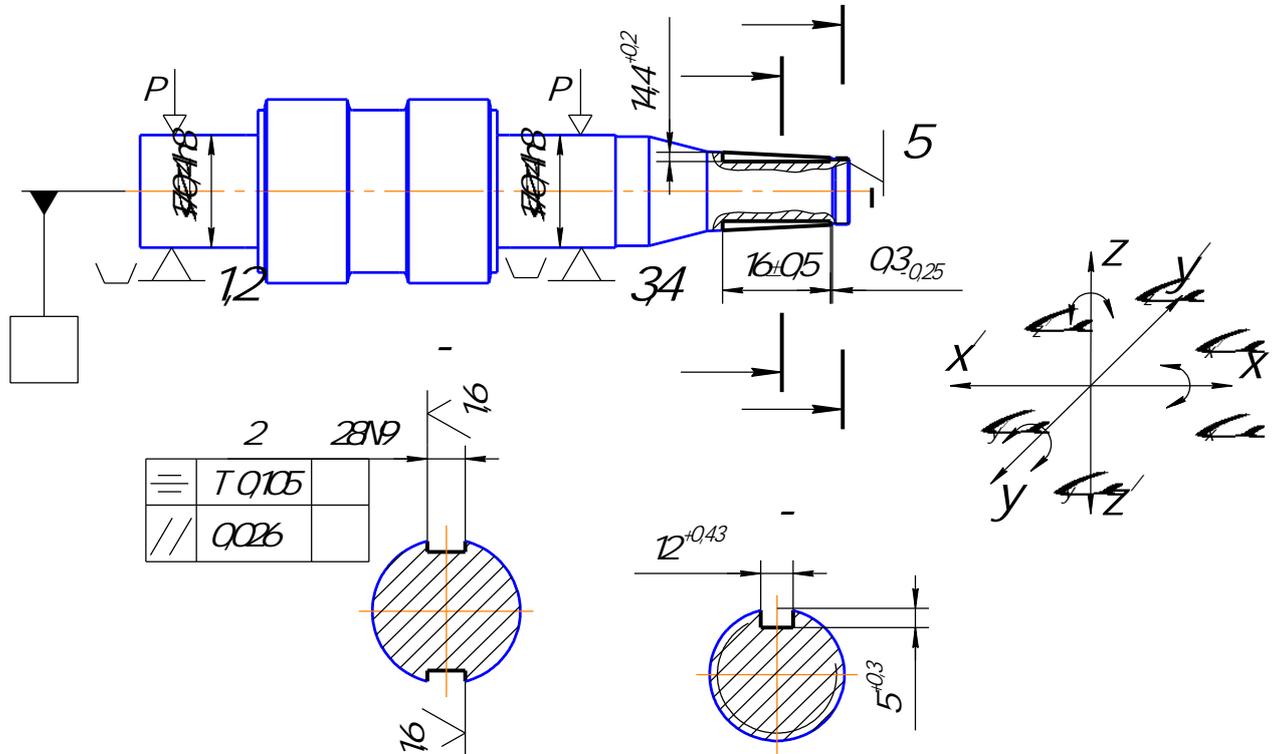


Рисунок 7.1 – Базирование детали и структура связей

Произведем анализ структуры связей, для чего построим таблицу согласно схемы на рисунке 7.1.

Таблица 7.1 – Таблица односторонних связей

Индекс связи	/	/	/	x	/x	y	/y	z	/z
Реакция									

Разработка и обоснование схемы закрепления

Таблица 7.2 – Таблица односторонних связей.

Индекс связи		x	x'	y	y'	z	z'	ω_x	ω_x'	ω_y	ω_y'	ω_z	ω_z'
Способ реализации	Реакция	R		R	R		R			R	R	R	R
	Сила закрепления					W				W	W	W	W
	Сила трения		F(W)					F(W)	F(W)				

Приложение сил закрепления исключает зазоры между деталью и прихватом и превращает связи $y, y', \omega_y, \omega_y', \omega_z, \omega_z'$ из неполных в полные, а также создает четыре недостающие до комплекта связи – $x, z, \omega_x, \omega_x'$.

Величину суммарного усилия закрепления W необходимо считать из условия непроврата от момента M (см. рисунок 7.3).

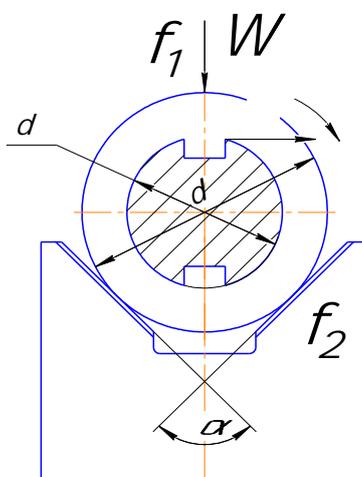


Рисунок 7.3 – Расчетная схема

$$P_{31} = \frac{2 \cdot k \cdot M}{d \left(f_1 + f_2 \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \right)}, \text{ Н} \quad (7.1)$$

где k – коэффициент запаса;

M – крутящий момент;

d – диаметр базовой поверхности заготовки ($d = 170,2$ мм);

$\alpha = 90^\circ$ – угол призмы;

$f_1 = f_2 = 0,16$ – коэффициенты трения в местах контакта заготовки.

И условия сдвига под действием осевой силы:

$$P_{32} = \frac{\kappa P_o}{f_1 + f_2 \frac{1}{\sin \alpha/2}}, \text{ Н} \quad (7.2)$$

Главная составляющая сил резания (максимальная для большего паза 28N9) при обработке равна: $P_{\text{гл}} = 1064$ Н, вращающий момент при этом:

$$M = P_{\text{гл}} \cdot \frac{d_{\text{обр}}}{2} = 1064 \cdot \frac{0,12}{2} = 63,8 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Осевая сила резания: $P_o = (0,3 \div 0,4)P_{\text{гл}}$ и равна $P_o = 0,4 \cdot 1064 = 426$ Н.

Коэффициент запаса

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

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

$K_1 = 1,0$ – коэффициент учитывающий увеличение сил резания из-за случайных неровностей при черновой обработке;

$K_2 = 1,7$ – коэффициент учитывающий увеличение сил резания при затуплении РИ (см табл. 9, стр. 85);

$K_3 = 1,0$ – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при прерывистом резании;

					ТМЗ 17320424-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		58

где l, l_1 – длина плеч, соответственно $l = 100$ мм, $l_1 = 130$ мм;
 $\eta = 0,8$ – КПД передачи.

$$Q = 7496 \cdot \frac{100}{130} \cdot \frac{\cos 45^\circ}{0,8} = 5096,6 \text{ Н.}$$

Учитывая, что схема закрепления заготовки на рисунке 10.4 соответствует как одной так и второй шейке вала устанавливаемых на призмы, силу прикладываемую к штоку можно уменьшить в два раза и окончательно расчетная сила прикладываемая к штоку будет $Q_{\text{расч}} = 2548,3$ Н.

Расчет параметров пневмопривода выполняем на ЭВМ. Согласно расчета фактическая величина усилия на штоке $Q_{\text{факт}} = 2848,6$ Н, при этом величина силы закрепления фактическая:

$$P_{з.факт} = \frac{2Q_{\text{факт}}}{\frac{l}{l_1} \cdot \cos} = 8200 \text{ Н.}$$

Полученные значения фактических величин обусловлены принятием стандартных пневмоцилиндров со стандартными диаметрами поршней.

Точностные расчеты приспособления

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

В нашем случае к расчетным параметрам следует отнести точность взаимного расположения основных и вспомогательных конструкторских баз приспособления, в частности:

					ТМЗ 17320424-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		60

1) Для выполнения допуска параллельности шпоночного паза $T_{//28N9} = 25$ мкм, необходимо обеспечить соосность направляющих шпонок приспособления и рабочих поверхностей призм:

$$E_{np} = T_{//28N9} - K_T \sqrt{K_{T1} \cdot E_6^2 + E_3^2 + E_y^2 + E_{II}^2 + E_{II}^2 + K_{T2} \cdot \omega_{28}^2 + E_{поз}^2} \quad (7.4)$$

где $K_T = 1,2$ – коэффициент, учитывающий возможные отступления от нормального распределения отдельных составляющих;

$K_{T1} = 0,8$ – коэффициент, принимаемый во внимание, когда погрешность базирования не равна «0»;

$E_6 = 0$ – погрешность базирования;

$E_3 = 10$ мкм – погрешность закрепления заготовки с учетом неоднородности базы заготовки;

$E_y = 0$ – погрешность установки приспособления на станке;

$E_{II} = 0$ – погрешность перекоса инструмента;

$E_{II} = 0$ – погрешность, возникающая вследствие износа установочных элементов (в нашем случае износ равномерный);

$\omega_{28} = 13$ мкм – средняя экономическая точность обработки [7, с.150-151]

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

$E_{поз} = 0$ мкм – погрешность позиционирования.

$$E_{np} = 25 - 1,2 \sqrt{0,8 \cdot 0^2 + 10^2 + 0^2 + 0^2 + 0,6 \cdot 13^2 + 0^2} = 10 \text{ мкм.}$$

2) Для выполнения допуска соосности шпоночного паза $T_{\perp} = 105$ мкм необходимо обеспечить соосность фиксатора и направляющих призм, приняв погрешность позиционирования – равную допуску экономически достижимой размерной точности изготовления фиксатора $E_{поз} = 18$ мкм.

					ТМЗ 17320424-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		61

$$E_{np} = 105 - 1,2\sqrt{0,8 \cdot 9^2 + 10^2 + 0^2 + 0^2 + 0,6 \cdot 13^2 + 18^2} = 77,2 \text{ мкм.}$$

Полученные значения допуска разделим, назначив:

- допуск посадочного места фиксатора – 27 мкм и соответствующую ему посадку Н6/h5;

- допуск соосности оси фиксатора с направляющими призм – 50 мкм.

3) Для выполнения допуска на размер глубины паза $T_{14,1} = 200$ мкм необходимо обеспечить параллельность установочной базы приспособления с осью эталонного валика. При этом погрешность базирования при установке в призмах составит [9]:

$$E_B = \frac{T_{ш170}}{2} \left(\frac{1}{\sin \alpha/2} + 1 \right) = \frac{0,063}{2} \left(\frac{1}{\sin 90/2} + 1 \right) = 76 \text{ мкм.}$$

$$E_{np} = 200 - 1,2\sqrt{0,8 \cdot 76^2 + 10^2 + 0^2 + 0^2 + 0,6 \cdot 18^2 + 0^2} = 125 \text{ мкм.}$$

Поскольку допуск на ширину Т – образного паза стола станка выполнен по 8 качеству точности, для обеспечения центрирования приспособления, направляющие шпонки изготавливаем по 7 качеству точности, обеспечивая посадку Н8/h7.

Описание устройства и принципа действия приспособления

Приспособление для фрезерования шпоночных пазов состоит из корпуса 1 на котором расположены две призмы 3, упор 11 с фиксатором 12 и пневмоцилиндры 2, которые присоединены к прижимам 4 и 5.

Приспособление устанавливается на стол вертикально-фрезерного станка модели 6М13П. Для зацепки и перемещения приспособления корпус 1 имеет четыре зацепов виде крюков. Приспособление ориентируется на плоскости стола по двум направляющим шпонкам 13 и крепятся четырьмя болтами, вставленными в Т-образные пазы стола станка.

					ТМЗ 17320424-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		62

Заготовка базируется в призмах 3 и по упору 11 ориентируется в осевом направлении.

Поместив заготовку на установочную позицию, ее закрепляют при помощи двух пар прижимов. Усилие на прижимы передается от пневмоцилиндров управляемых распределителем краном 25. При заполнении воздухом левой полости цилиндров, шток раздвигает прижимы 4 и 5, которые, повернувшись вокруг оси пальцев 6 крепящихся к корпусу, через плечо прижимают заготовку к призмам. В отжатом состоянии шток сдвигает прижимы, которые снизу при помощи колес 7 приподымают заготовку над призмами, давая возможность повернуть ее не свободно вращающихся колесах на 180^0 и при фиксатора 12 зафиксировать по ранее обработанному пазу, после чего деталь снова прижимается к призмам.

Специальный болт 10 регулирует высоту подъема детали над призмами во время поворота, чтобы избежать выход ее из упора 11.

При подъеме колесами 7 детали над призмами, чтобы не было ударов и толчков, применяется конструкция пневмоцилиндров с торможением, в крышке которых выполнена расточка, в которую входит соответствующая по диаметру тормозная втулка, выполненная заодно целое с поршнем.

В конце хода штока свободный выход воздуха из нерабочей полости цилиндров перекрывается втулкой, в результате чего в ней создается воздушная подушка, противодействие воздуха нарастает и поршень тормозится.

					ТМЗ 17320424-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		63

Выводы

В ходе выполнения бакалаврской работы были выполнены следующий объем работ.

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

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

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

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

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

Спроектировано станочное приспособления для операции - фрезерная с ЧПУ

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

					ТМЗ 17320424-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		64

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Стандартные изделия		
		15		Болт М10х25.5.8 ГОСТ 7808-70	2	
		16		Винт М8х20.5.6 ГОСТ 1491-80	2	
		17		Винт М12х50.5.6 ГОСТ 1491-80	2	
		18		Винт М16х110.6.8 ГОСТ 11738-72	4	
		19		Гайка М12 ГОСТ 2524-70	6	
		20		Шайба 10.65Г ГОСТ 6402-70	2	
		21		Шайба 16.65Г ГОСТ 6402-70	4	
		22		Штифт 8х25 ГОСТ 9464-71	2	
		23		Штифт 10х120 ГОСТ 9464-71	4	
		24		Кран распределительный В71-22 ГОСТ 16836-71	1	
		25		Рукав Г(IV)-10-10-22-У ГОСТ 18698-73	0,5 кг	
		26		Пружина Ø22х3,5 ГОСТ 9389-80	1	

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

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	ТМЗ 17320424-07-00.00	Лист 2
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Копировал

Формат А4

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ТМЗ 17320424-00.ПЗ

Лист

69

Приложение Г. Охрана труда и безопасность в чрезвычайных ситуациях

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

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

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

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

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

					ТМЗ 17320424-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		70

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

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

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

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

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

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

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

					ТМЗ 17320424-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		71

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

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

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

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

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

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

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

					ТМЗ 17320424-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		72