

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Институт открытого и дистанционного образования
Кафедра «Техника, технологии и строительство»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой,

к.т.н., доцент

_____ К.М. Виноградов

_____ 03 июля _____ 2020 г.

Проектирование участка механической обработки детали «Шестерня
привода насоса-дозатора»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ–15.03.05.2020.013.00.000ПЗ ВКР

Строительный раздел,
ст. преподаватель

_____ А.А. Дериглазов
_____ 2020 г.

Руководитель работы, к.т.н.,
доцент

_____ В.Г. Некрутов
_____ 2020 г.

Автор работы

студент группы ДО-505

_____ А.А.Костюченко
_____ 2020 г.

Нормоконтролер,
преподаватель

_____ О.С. Микерина
_____ 2020 г.

Челябинск 2020

АННОТАЦИЯ

Костюченко, А.А. Проектирование участка механической обработки детали «Шестерня привода насоса-дозатора». – Челябинск: «ЮУрГУ», ИОДО 2020. – 84 с: 23 ил. Библиография литературы – 15 наименований, чертежей формата А1 – 6,0 листов, 68 листов карт технологического процесса.

В выпускной квалификационной работе спроектирован участок механической обработки детали «Шестерня привода насоса-дозатора». Методом размерного анализа определены размеры заготовки, благодаря к чему сведены к минимуму припуски на механическую обработку. Спроектированы станочное приспособление для обработки внутренних шлиц, комплексный калибр для контроля внутренних шлиц, фреза червячная для обработки зубьев.

В строительном разделе приведены расчёты количества оборудования, количества производственных и вспомогательных рабочих. Для годового объёма выпуска деталей рассчитаны транспортные средства, склад заготовок, склад готовых деталей, подъёмно-транспортное оборудование, транспортирование стружки, а так же была выполнена рациональная планировка участка механического цеха.

В разделе безопасность жизнедеятельности был проведен анализ производственных факторов на проектируемом участке, рассчитано искусственное освещения на участке и рассмотрены вопросы повышения устойчивости работы цеха в условиях чрезвычайных ситуаций.

В экономическом разделе проведен ориентировочный расчет себестоимости изготовления детали.

					15.03.05.2020.013.000 ПЗ		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>			
Разраб.	Костюченко				<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
Провер.	Некрутов				4	84	
Реценз.					ФГАОУ ВО «ЮУрГУ» (НИУ) ИОДО Кафедра «ТТиС» Группа ДО-505		
Н. конт.	Микерина						
Утв.	Виноградов						
					Проектирование участка механической обработки детали «Шестерня привода насоса-дозатора»		

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ.....	9
1.1 Описание узла изделия. Служебное назначение детали.....	9
1.2 Анализ соответствия требований чертежа детали требованиям ее назначения.....	9
1.3 Сравнение отечественных и передовых зарубежных технологий и решений.....	10
1.4 Задачи проектирования.....	11
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	13
2.1 Анализ технологичности детали и существующего технологического процесса.....	13
2.2 Разработка предлагаемого варианта технологического процесса изготовления детали.....	13
2.2.1 Выбор вида и метода получения заготовки.....	17
2.2.2 Определение последовательности обработки поверхностей детали.....	18
2.2.3 Выбор метода и определение количества переходов для обработки поверхностей деталей.....	19
2.2.4 Формирование операций и технологического маршрута обработки детали.....	24
2.3 Размерный анализ разработанного технологического процесса.....	26
2.3.1 Преобразование и кодирование чертежа детали.....	26
2.3.2 Технологический маршрут обработки детали.....	27
2.3.3 Расчет размерных цепей.....	29
2.3.4 Оформление чертежа заготовки.....	32
2.4 Расчет режимов резания.....	32
2.5 Нормирование технологической операции.....	35
3 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ.....	39
3.1 Проектирование станочного приспособления для обработки внутренних шлиц.....	39
3.1.1 Теоретическая схема базирования.....	39
3.1.2 Проектирование схемы приспособления.....	40
3.1.3 Разработка и расчет конструкции зажимного приспособления.....	41
3.1.4 Компоновка приспособления.....	43
3.2 Проектирование комплексного калибра для контроля внутренних шлиц.....	44
3.3 Расчет и проектирование червячной фрезы для обработки шлиц.....	48
4 СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ.....	48
4.1 Исходные данные.....	48
4.2 Выбор и определение количества оборудования.....	52
4.3 Определение состава и количества работающих.....	55

					15.03.05.2020.134.000.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

4.4	Выбор типов и определение количества транспортных средств.....	55
4.4.1	Расчет подвешного конвейера.....	56
4.4.2	Расчет потребного количества мостовых кранов.....	58
4.4.3	Определение потребного количества электротележек.....	58
4.5	Расчет площадей для складирования заготовок и деталей.....	59
4.6	Выбор способа транспортировки стружки.....	
4.7	Планировка оборудования и определение производственной площади.....	60
4.7.1	Организация рабочих мест.....	61
4.8	Выбор типа, формы и определение размеров здания.....	62
5	БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	66
5.1	Анализ производственных факторов.....	67
5.2	Расчет искусственного освещения на участке	
5.3	Повышение устойчивости работы цеха в условиях чрезвычайных ситуаций	66
6	ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	72
6.1	Ориентировочный расчет себестоимости изготовления детали.....	76
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	80
	БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	79

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы

Проектирование технологических процессов изготовления деталей машин имеет целью установить наиболее рациональный и экономный способ обработки, при этом обработка деталей на металлорежущих станках должна обеспечивать выполнение требований, предъявляемых к точности и чистоте обрабатываемых поверхностей, правильности контуров, форм и т.д. На данном этапе развития машиностроения при проектировании технологических процессов стремятся к применению малоотходных способов получения заготовок, т.к. металлосбережение является актуальной темой в связи с высоким ростом цен на черные металлы. Для машиностроения рост цен на металл является одним из самых значимых факторов, влияющих на результаты деятельности, так как в большинстве отраслей машиностроения затраты на металл составляют более 90% материальных затрат на производство. Необходимо создавать экономически выгодные технологические процессы, позволяющие эффективно использовать материальные средства и время; повышать производительность труда; уменьшать долю ручного труда и т.д.

Цель работы - разработать участок механической обработки детали «Шестерня привода насоса-дозатора».

Задачи работы:

- разработать технологический процесс механической обработки;
- разработать специальное приспособление;
- разработать режущий инструмент;
- разработать комплексный калибр для контроля внутренних шлиц;
- выполнить планировку участка механической обработки детали «Шестерня привода насоса-дозатора»;
- определить мероприятия и оптимальные параметры по безопасной работе на данном участке;
- произвести ориентировочный расчет себестоимости.

Объект работы – участок механической обработки детали «Шестерня привода насоса-дозатора».

Предмет работы – процесс разработки участка механической обработки детали «Шестерня привода насоса-дозатора». Результаты работы рекомендуется использовать при изготовлении детали «Шестерня привода насоса-дозатора».

					15.03.05.2020.013.000.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

1 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

1.1 Описание узла изделия. Служебное назначение детали

Основными базовыми поверхностями детали в соответствии с рисунком 1.1 являются наружные диаметры $\varnothing 20js6(\pm 0,0065)$, диаметр $\varnothing 19_{-0,033}$, диаметр $\varnothing 19,919_{-0,033}$ и левый и правый торец размера $21,9h10$. По этим поверхностям деталь устанавливается в узле. Функциональная поверхность внутренние шлицы, остальные поверхности вспомогательные.

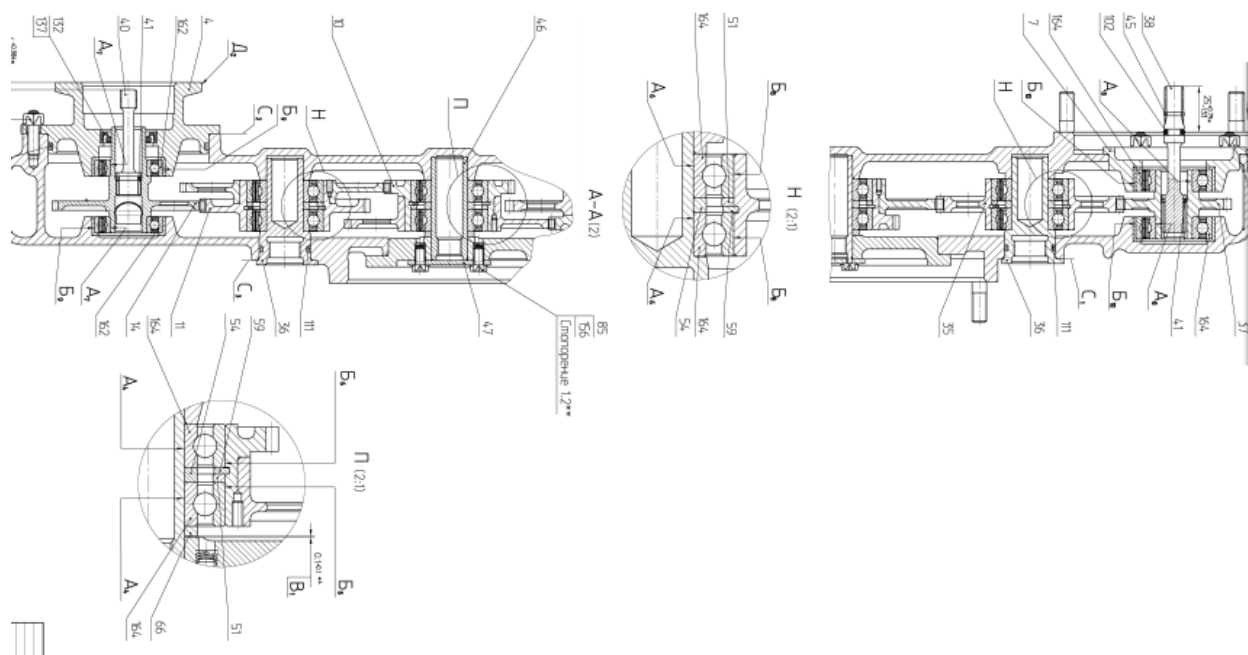


Рисунок 1.1 – Фрагмент узла

1.2 Анализ соответствия требований чертежа детали требованиям ее назначения

Рассмотрев назначение детали в узле, проведем анализ на соответствие требований чертежа детали требованиям её назначения.

С целью избегания перекоса наружного диаметра, обеспечения собираемости задан допуск биения $0,007$ мм. Центральное отверстие служит для протока топлива.

По шлицам устанавливаются ответные детали в агрегате, по наружному зубчатому венцу деталь входит в зацепление с ответной деталью.

					15.03.05.2020.013.000.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

1.3.3 Сравнение отечественных и передовых зарубежных технологий и решений

Высокие темпы развития машиностроительной промышленности неразрывно связаны с разработкой, проектированием и изготовлением новых видов оборудования. К такому оборудованию относятся токарные станки, на которых могут обрабатываться детали типа шестерня.

В своем технологическом процессе я использую станок LT-400M, показанный в соответствии с рисунком 1.2.



Рисунок 1.2 – Токарный станок LT-400M

В машиностроении четко обозначилась тенденция к производству изделий малыми сериями, при которой обострился вопрос обеспечения загрузки производственных мощностей. При продвижении новых изделий, технологий и оборудования предприятия машиностроения и металлообработки также сталкиваются с такой проблемой, как острый дефицит инвестиций и капиталовложений в эту отрасль.

Российская станкоинструментальная отрасль пережила глубокий спад: для полноценного возвращения на рынок потребуется время. Сейчас отечественные производители находят очень удачные технические решения, и способны выпускать станки и оборудование мирового класса. Но их стоимость зачастую

выше импортных аналогов. В большинстве случаев покупатель выбирает более дешевый иностранный станок, который выпускают массово.

Одна из тенденций станкостроения – создание гибких, программно-управляемых ОЦ с возможностью последующей автоматизации производства. Современные станки ведущих зарубежных компаний обеспечивают уникальную производительность при высокой точности. К сожалению, у отечественных производителей большую долю по-прежнему занимают широкоуниверсальные станки с ручным управлением. Известно, в последние годы разработаны новые модели российских фрезерных и токарно-фрезерных обрабатывающих центров с числовым программным управлением Siemens, Heidenhain и Fanuc.

1.4 Задачи проектирования

В данной выпускной квалификационной работе задачами проектирования являются:

- анализ исходных данных
- проектирование технологического процесса
- проектирование станочного приспособления для обработки внутренних шлиц
- проектирование червячной фрезы для обработки зубчатого венца
- проектирование комплексного калибра для контроля внутренних шлиц
- планировка участка
- обеспечение безопасности жизнедеятельности
- расчет ориентировочной себестоимости детали.

									Лист
									10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2020.013.000.ПЗ				

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Анализ технологичности детали и существующего технологического процесса

Разработку технологического процесса изготовления детали начинают с изучения чертежа детали и технических требований на ее изготовление.

Рабочий чертеж детали должен содержать все необходимые сведения для ее изготовления:

- необходимое число проекций и сечений;
- все необходимые размеры, расставленные с соблюдением правил расстановки на чертежах;
- допуски на неточность изготовления;
- обозначения шероховатости поверхности после обработки, указания о необрабатываемых поверхностях (если они имеются);
- материал и его марку;
- указания о термообработке и твердости;

При анализе рабочего чертежа детали, прежде всего, нужно установить наиболее точные поверхности и размеры, обеспечение заданной точности которых представляет наибольшую сложность и важность.

В качестве материала принята легированная сталь 12Х2Н4А. Характеристики материала приведены в таблицах 2.1, 2.2, 2.3, 2.4.

Таблица 2.1 – Общие сведения

Классификация	Сталь инструментальная штамповая
Применение	Шестерни, вал-шестерни, кулачковые муфты, пальцы и др. особо ответственные высоконагруженные детали, к которым предъявляются требования высокой прочности, пластичности и вязкости сердцевины и высокой поверхностной твердости, работающие под действием ударных нагрузок или при отрицательных температурах.

Таблица 2.2 – Химический состав, в %

C	0,13-0,19
Si	0,17-0,37
Mn	0,50-0,90
Cr	2,65-3,25
Ni	0,4-0,8
S	до 0,025
P	до 0,025

Cu	до 0,3
Ac	805
Ac3	870
Ar1	640
Ar3	—

Таблица 2.3 – Механические свойства

Сортамент	Размер	Напр.	σв	σТ	d5	у	КСУ	Термообр.
-	мм	-	МПа	МПа	%	%	кДж / м ²	-
Лист отожжен., ГОСТ 22178-76			885		8			
Прутки, повышенн. качество, ГОСТ 26492-85			835-1050		6-10	20-30	300-400	Отжиг
Прутки, ГОСТ 26492-85			835-885		6-8	15-20	250	Отжиг
Прутки, повышенн. качество, ГОСТ 26492-85			1080		6	20	250-300	Закалка и старение
Штамповка			950-1100		10-13	35-60	400-800	Отжиг
Плита отожжен., ГОСТ 23755-79	11 - 100		835-1080		6	12-16	300	

Таблица 2.4 – Твердость

Твердость 12Х2Н4А после закалки и старения Прутки	НВ 10 -1 = 293 - 361 МПа
Твердость 12Х2Н4А после отжига, Штамповка	НВ 10 -1 = 255 - 341 МПа

Анализ конструкции на технологичность представляет собой комплекс мероприятий по обеспечению необходимого уровня технологичности конструкции по установленным показателям и направлен на повышение

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2020.013.000.ПЗ					12

производительности труда, снижение затрат и сокращение времени на изготовление изделия при обеспечении необходимого его качества.

Трудоёмкость и себестоимость детали зависят не только от конструкции, но и от выбранного тех. процесса, его оснащённости и режимов обработки.

Для изготовления детали в основном используется стандартный режущий инструмент. Для контроля применяется универсальный измерительный инструмент и некоторые специальные шаблоны.

Обработка деталей «Шестерня привода насоса-дозатора» ведётся по единичному технологическому процессу. Заданная точность и шероховатость поверхностей обеспечивается обычными методами обработки.

Анализ существующего технологического процесса должен быть проведён с точки зрения обеспечения качества продукции. При этом следует выяснить, правильно ли он составлен для выполнения требований чертежа и соблюдаются ли все требования технологического процесса.

Чертеж детали представлен в соответствии с рисунком 2.1

					15.03.05.2020.013.000.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

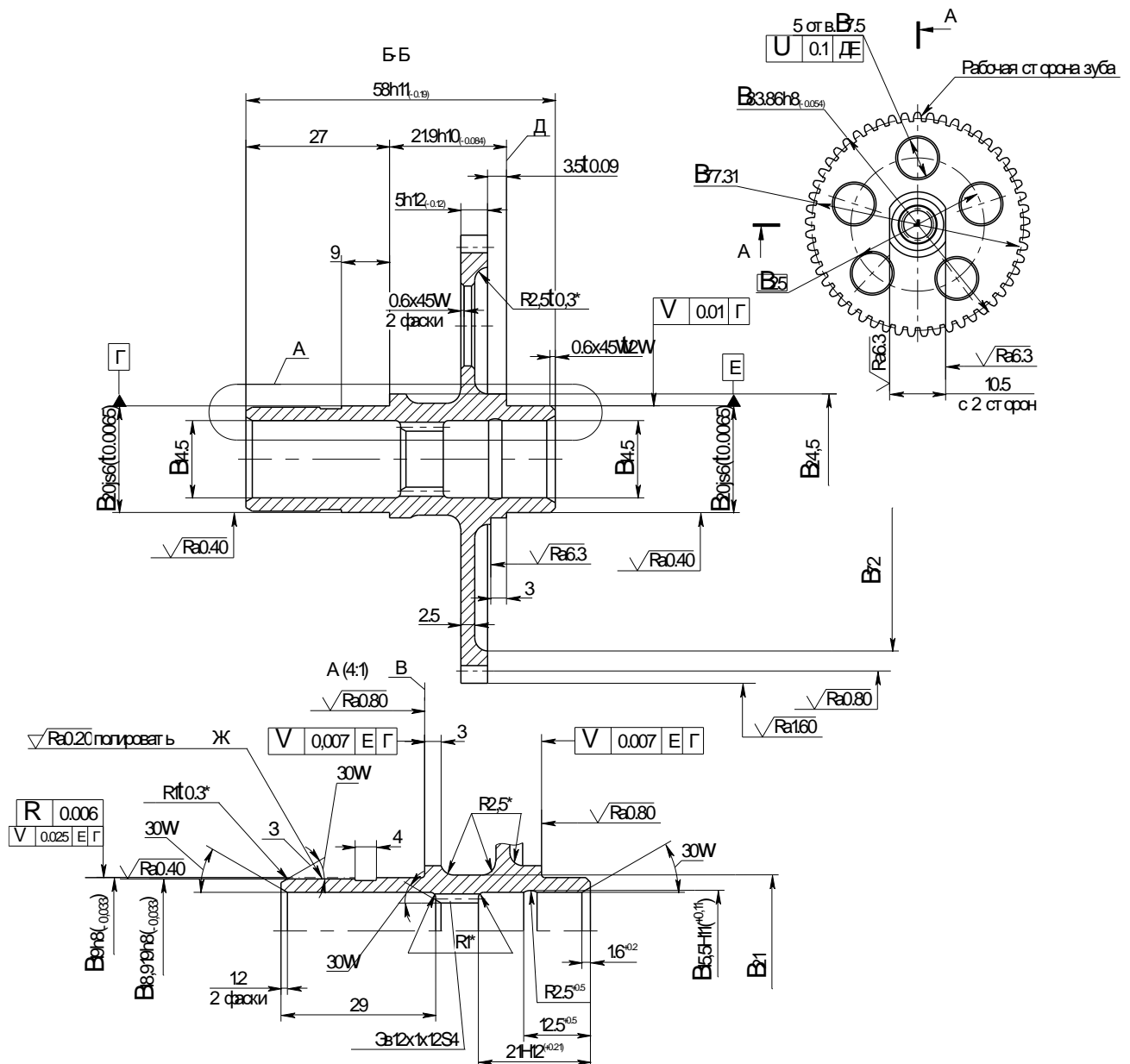


Рисунок 2.1 – Деталь Шестерня привода насоса-дозатора

Рассмотрим заводской (базовый) технологический процесс изготовления детали «Шестерня ведущая».

00 Заготовительная. Пруток

05 Револьверная (4110) Станок револьверный мод. 1341.

10 Шлифовальная (4110) Станок шлифовальный мод. 3110.

15 Слесарная (0190).

20 Контрольная (0200)

25 Цементация

30 Контрольная (0200)

50 Револьверная (4110) Станок револьверный мод. 1336.

55 Слесарная (0190).

65 Фрезерная (4152) Станок фрезерный мод. ОФ-55.

70 Слесарная (0190).

75 Зубофрезерная (4153) Станок зубофрезерный 5К32

- 80 зубодолбежная (4153) Станок зубодолбежный Lorenz
- 85 Слесарная (0190).
- 90 Шлифовальная (4110) Станок шлифовальный мод. 3110.
- 95 Шлифовальная (4110) Станок шлифовальный мод. 3110.
- 100 Слесарная (0190).
- 105 Контрольная (0200).

В базовом варианте технологического процесса на токарных операциях применяются универсальные токарные станки, приспособления с механическим креплением, в основном универсальный инструмент. Для контроля параметров расположения поверхностей не применяются контрольные приспособления, в технологическом процессе написано, что данные параметры обеспечиваются технологически.

В заводском варианте применяется прутки в качестве заготовки. В общем случае при выборе вида заготовки определяющими факторами являются материал детали и тип производства.

Точность получения заготовок из прутка: размеров – по 15-му качеству, шероховатость – Ra 25.

2.2 Разработка предлагаемого варианта технологического процесса

2.2.1 Выбор вида и метода получения заготовки

В общем случае при выборе вида заготовки определяющими факторами являются материал детали и тип производства.

Исходя из требований чертежа, материалом детали является сталь 12Х2Н4А, поэтому возможными способами получения заготовки являются: горячекатаный прокат круглого профиля, свободная ковка или штамповка. Для данного типа производства (среднесерийное) принимаем прокат, так как применение заготовки из штамповки хотя и повышает КИМ, но в тоже время повышает и себестоимость детали.

Точность получения заготовок из прутка: размеров – по 15-му качеству, шероховатость – Ra 25.

Схематично заготовка показана на рисунке 2.2

					15.03.05.2020.013.000.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

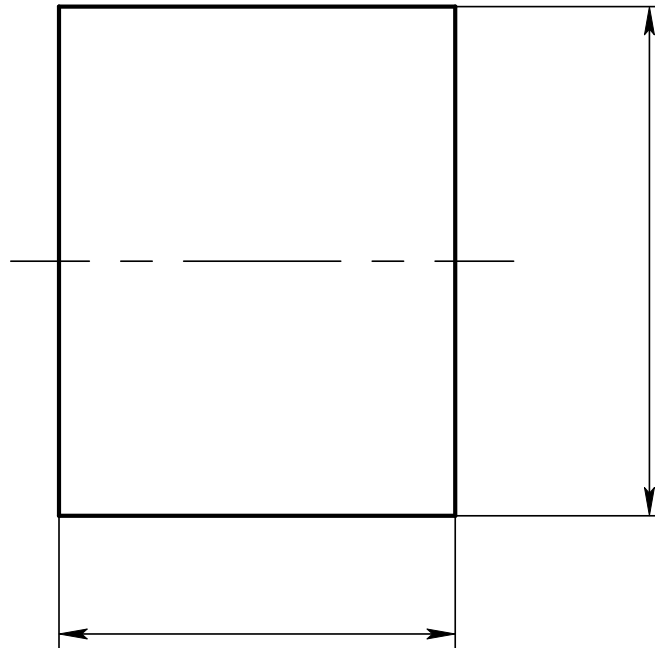


Рисунок 2.2 – Форма заготовки

Величина дефектного слоя у проката составляет 0,5 – 1,0 мм.

2.2.2 Определение последовательности обработки поверхностей детали

Первоначально базируемся за диаметр прутка и обрабатываем деталь с правого торца:

- обработка $\varnothing 83,86$ (предварительная)
- обработка торца правого размера 58 (предварительная)
- обработка $\varnothing 24,5$ (окончательная)
- обработка $\varnothing 20$ (предварительная)
- обработка торца правого размера 21,9 (предварительная)
- обработка торца правого размера 3,5 (предварительная)
- обработка канавки $\varnothing 72$ (окончательная)
- обработка фаски $0,6 \times 45^0$
- обработка отверстия $\varnothing 14,5H13$
- обработка канавки $\varnothing 15,5H11$
- обработка торца правого размера 12,5
- обработка торца правого размера 21
- обработка радиальных отверстий $\varnothing 7,5$

Базируемся за правый торец размера 58 и $\varnothing 20$:

- обработка левого торца размера 58 (окончательная)
- обработка $\varnothing 20$ (предварительная)
- обработка $\varnothing 24,5h13$ (окончательная)
- обработка канавки $\varnothing 21$

Базируемся за $\varnothing 20$ и левый торец размера 58:

					15.03.05.2020.013.000.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

– обработка зубчатого венца (предварительная)

Базируемся за левый торец размера 58 и $\varnothing 20$:

– обработка лысок 21

– обработка шлиц

Базируемся за центровые фаски:

– обработка $\varnothing 20$ (окончательная)

– обработка $\varnothing 83,86$ (окончательная)

– обработка зубчатого венца (окончательная)

2.2.3 Выбор метода и определение количества переходов для обработки поверхности детали

Расчетный метод.

Расчётный метод используется для определения количества переходов при обработке наружной поверхности $\varnothing 20^{+0,0065}_{-0,0065}$, Ra0,4.

Определяем величину уточнения по диаметральной точности и шероховатости поверхности [4]:

$$E_{\varnothing} = \frac{T_3}{T_d}; \quad E_{Ra} = \frac{Ra_3}{Ra_d};$$

где T_3 – допуск заготовки для данной поверхности (IT12 – 0,21 мм.);

T_d – допуск детали;

Ra_3 – шероховатость заготовки (Ra25);

Ra_d – шероховатость детали;

$$E_{\varnothing} = \frac{0,25}{0,013} = 19,23$$

$$E_{Ra} = \frac{25}{0,4} = 62,5$$

Выбираем способы обработки, которые позволяют обеспечить заданную точность данной поверхности – js6, Ra0,4; шлифование тонкое 5 кв., Ra0,32.

Принимаем в качестве способа окончательной обработки шлифование тонкое, которое позволяет обеспечить 6 кв. и Ra0,4.

Определяем допуск предшествующего перехода [4]:

$$T_{i-1} = \frac{z_n}{2 \dots 4},$$

где $z_n = 0,1$ – номинальный припуск для шлифования чистового [5];

					15.03.05.2020.013.000.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

$$T_{i-1} = \frac{0,1}{2 \dots 4} = 0,05 \dots 0,025.$$

Принимаем $T_{i-1} = 0,07$ (IT10).

Определяем величину уточнения, которую обеспечивает шлифование чистовое [4]:

$$E_i = \frac{T_{i-1}}{T_d};$$

$$E_i = \frac{0,027}{0,013} = 2,08$$

В качестве первого способа обработки наружной поверхности принимаем точение черновое, которое обеспечивает IT12, Ra25.

Допуск точения $T_1 = 0,25$.

Определяем величину уточнения

$$E_1 = \frac{T_3}{T_1},$$

где T_3 – допуск заготовки для данной поверхности;

T_1 - допуск, обеспечиваемый способом обработки на первом переходе (операции).

$$E_1 = \frac{0,25}{0,25} = 1,0.$$

Проверка:

$$(E_i \cdot E_1) \geq E_d^{\circ};$$

$$2,25 \cdot 1,0 = 2,25 < 19,23$$

Условие не выполняется. Назначаем промежуточные способы обработки, начиная от окончательного способа обработки с учетом принятого значения T_{i-1} .

По принятому значению $T_{i-1} = 0,027$ назначаем точение получистовое и определяем величину уточнения, которую обеспечит данный способ

$$E_2 = \frac{0,25}{0,027} = 9,26$$

					15.03.05.2020.013.000.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

Проверка:

$$(E_i \cdot E_1 \cdot E_2) \geq E_d^{\varnothing};$$

$$2,25 \cdot 1,0 \cdot 9,26 = 20,835 > 19,23$$

Условие выполняется.

Проверка по обеспечению шероховатость поверхности:

$$E_{\text{чист}}^{\text{Ra}} = \frac{\text{Ra}^{\text{Рчист}}}{\text{Ra}^{\text{Рчист}}} - \text{чистовое шлифование};$$

$$E_{\text{чист}}^{\text{Ra}} = \frac{1,6}{0,4} = 4;$$

$$E_{\text{чист}}^{\text{Ra}} = \frac{\text{Ra}^{\text{Рполу}}}{\text{Ra}^{\text{Рчист}}} - \text{точение чистовое};$$

$$E_{\text{чист}}^{\text{Ra}} = \frac{6,3}{1,6} = 3,9375;$$

$$E_{\text{полу}}^{\text{Ra}} = \frac{\text{Ra}^{\text{черн}}}{\text{Ra}^{\text{полу}}} - \text{точение получистовое};$$

$$E_{\text{черн}}^{\text{Ra}} = \frac{25}{25} = 1;$$

Проверка:

$$(E_{\text{чист}}^{\text{Ra}} \cdot E_{\text{полу}}^{\text{Ra}} \cdot E_{\text{черн}}^{\text{Ra}}) \geq E_d^{\text{Ra}};$$

$$4 \cdot 3,9375 \cdot 3,968 \cdot 1 = 62,49 > 31,25$$

Условие выполняется.

Таким образом, для обработки наружной поверхности $\varnothing 20_{-0,0065}^{+0,0065}$, Ra0,4 необходимы следующие способы обработки и количество переходов:

- точение черновое: $T_1 = 0,25$ (h12), Ra 25;
- точение чистовое: $T_2 = 0,1$ (h8), Ra 3,2;
- точение тонкое: $T_3 = 0,05$ (h7), Ra 1,6;
- шлифование тонкое: js6, Ra 0,4.

Табличный метод.

					15.03.05.2020.013.000.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

Для всех остальных поверхностей детали способы обработки и количество переходов выбираем по рекомендации [5].

Для всех остальных поверхностей детали способы обработки и количество переходов выбираем по рекомендации [5].

1) обработка наружной поверхности $\varnothing 19h8$, IT8, Ra0,2

- обтачивание черновое: IT12 Ra 25;
- обтачивание получистовое: IT11, Ra 12,5;
- обтачивание чистовое: IT8, Ra 1,6.
- обтачивание тонкое: IT6, Ra 0,1.
- шлифование тонкое: IT8, Ra0,2

2) обработка $\varnothing 18,919h8$, IT8, Ra0,4

- обтачивание черновое: IT12, Ra 25
- обтачивание чистовое: IT13, Ra 3,2
- обтачивание чистовое: IT8, Ra 1,6.
- обтачивание тонкое: IT6, Ra 0,1.
- шлифование тонкое: IT8, Ra0,4

3) обработка $\varnothing 24,5h13$, IT13, Ra3,2

- обтачивание черновое: IT12, Ra 25
- обтачивание чистовое: IT13, Ra 3,2

4) обработка $\varnothing 21h13$, IT13, Ra3,2

- обтачивание черновое: IT12, Ra 25
- обтачивание чистовое: IT13, Ra 3,2

5) обработка $\varnothing 83,86h8$, IT8, Ra1,6

- обтачивание черновое: IT12, Ra 25
- обтачивание чистовое: IT13, Ra 3,2
- обтачивание чистовое: IT8, Ra 1,6.
- обтачивание тонкое: IT6, Ra 0,1.
- шлифование чистовое: IT8, Ra0,4

б) обработка отверстия $\varnothing 14,5H13$, IT13, Ra3,2

- сверление: IT12, Ra 25
- растачивание чистовое IT9, Ra3,2

7) обработка канавки $\varnothing 15,5H13$, IT13, Ra3,2

- растачивание черновое: IT12, Ra 25
- растачивание чистовое IT9, Ra3,2

8) обработка $\varnothing 15,5H11$, IT11, Ra3,2

- растачивание черновое: IT12, Ra 25
- растачивание чистовое IT9, Ra3,2

9) обработка $\varnothing 72h13$, IT13, Ra3,2

- обтачивание черновое: IT13 Ra 25;
- обтачивание получистовое: IT11, Ra 12,5;
- обтачивание чистовое: IT8, Ra 1,6.

10) обработка отверстий $\varnothing 7,5H13$, IT13, Ra3,2

- сверление: IT12, Ra 25
- зенкерование чистовое IT10, Ra 6,3

					15.03.05.2020.013.000.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

- развертывание нормальное IT9, Ra3,2
- 11) обработка левого и правого торца размера 58h11, IT11, Ra3,2
 - а) обработка левого торца:
 - торцевое точение черновое IT12, Ra 25
 - торцевое точение получистовое IT11, Ra12,5
 - торцевое точение чистовое IT8, Ra3,2
 - б) обработка правого торца:
 - торцевое точение черновое IT12, Ra 25
 - торцевое точение получистовое IT12, Ra 12,5
 - торцевое точение чистовое IT8, Ra 3,2
- 12) обеспечение линейного размера $27\pm 0,1$, IT14, Ra3,2
 - а) обработка левого торца смотри п. 11.а
 - б) обработка правого торца
 - торцевое точение черновое: IT12 Ra 25;
 - торцевое точение получистовое: IT10, Ra 12,5;
 - торцевое точение чистовое: IT8, Ra 3,2
- 13) обеспечение размера $29\pm 0,26$, IT14, Ra3,2
 - а) обработка левого торца смотри п. 11.а
 - б) обработка правого торца
 - торцевое точение черновое: IT12, Ra 25
 - торцевое точение чистовое: IT8, Ra3,2
- 14) обеспечение размера 21,9h10 , IT10, Ra3,2
 - а) обработка правого торца
 - торцевое точение черновое IT12, Ra25
 - торцевое точение получистовое IT11, Ra12,5
 - торцевое точение чистовое IT10, Ra3,2
 - б) обработка левого торца
 - торцевое точение черновое IT12, Ra25
 - торцевое точение получистовое IT11, Ra12,5
 - торцевое точение чистовое IT10, Ra3,2
- 15) обработка левого и правого торца размера 5h12, IT12, Ra3,2
 - а) обработка правого торца
 - торцевое точение черновое IT12, Ra25
 - торцевое точение получистовое IT11, Ra12,5
 - торцевое точение чистовое IT11, Ra3,2
 - б) обработка левого торца
 - торцевое точение черновое IT12, Ra25
 - торцевое точение получистовое IT11, Ra12,5
 - торцевое точение чистовое IT11, Ra3,2
- 16) обеспечение размера 21H12, IT12, Ra3,2
 - а) обработка правого торца смотри п. 11.б
 - а) обработка левого торца
 - торцевое точение черновое IT12, Ra25
 - торцевое точение получистовое IT11, Ra12,5

					15.03.05.2020.013.000.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

- торцевое точение чистовое IT11, Ra3,2
- 17) обеспечение размера 12,5H14, IT14, Ra3,2
- а) обработка правого торца смотри п. 11.б
- б) обработка левого торца
- растачивание черновое IT12, Ra25
- растачивание получистовое IT11, Ra12,5
- растачивание чистовое IT11, Ra3,2
- 18) обеспечение размера 21h14, IT14, Ra3,2
- фрезерование черновое: IT13, Ra25
- фрезерование чистовое: IT14, Ra3,2
- 19) обработка шлиц Эв.12x1x12S₄
- обтачивание черновое: IT12, Ra 25;
- обтачивание получистовое: IT10, Ra 6,3;
- обтачивание чистовое: IT8, Ra 3,2;
- шлифование чистовое: IT6; Ra 0,63;
- обработка шлиц.
- 20) обработка зубьев:
- долбление черновое: IT12, Ra 25;
- шлифование получистовое зубьев: : IT6; Ra 0,63;
- шлифование чистовое зубьев: IT6; Ra 0,63;

2.2.4 Формирование операций и технологического маршрута обработки детали

Наметив последовательность обработки поверхностей, количество переходов, способы их выполнения, приступаем к формированию операций и технологического маршрута изготовления детали [8,10,11].

00 Заготовительная. Холоднотянутый прокат (2158)

05 Токарная с ЧПУ (4233)

Станок токарный с ПУ LT-400

1) обработка наружной поверхности $\varnothing 20m5$, IT5, Ra0,4

- точение черновое: $T_1 = 0,25$ (h12), Ra 25;
- точение чистовое: $T_2 = 0,1$ (h8), Ra 3,2;
- точение тонкое: $T_3 = 0,05$ (h7), Ra 1,6;

2) обработка $\varnothing 19h8$, IT8, Ra0,1

- обтачивание черновое: IT12 Ra 25;
- обтачивание получистовое: IT11, Ra 12,5;
- обтачивание чистовое: IT8, Ra 1,6.

3) обработка $\varnothing 38h13$, IT13, Ra3,2

- обтачивание черновое: IT12, Ra 25
- обтачивание чистовое: IT13, Ra 3,2

4) обработка $\varnothing 18,919h8$, IT8, Ra0,4

- обтачивание черновое: IT12, Ra 25

					15.03.05.2020.013.000.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

- обтачивание чистовое: IT13, Ra 3,2
- обтачивание чистовое: IT8, Ra 1,6.
- обтачивание тонкое: IT6, Ra 0,1.
- 5) обработка правого торца размера 58h11, IT11, Ra3,2
- торцевое точение черновое IT12, Ra 25
- торцевое точение получистовое IT12, Ra 12,5
- торцевое точение чистовое IT8, Ra 3,2

10 Токарная с ЧПУ (4233)
 Станок токарный с ПУ LT-400

- 1) обработка наружной поверхности $\varnothing 20m5$, IT5, Ra0,4
 - точение черновое: $T_1 = 0,25$ (h12), Ra 25;
 - точение чистовое: $T_2 = 0,1$ (h8), Ra 3,2;
 - точение тонкое: $T_3 = 0,05$ (h7), Ra 1,6;
- 2) обработка $\varnothing 19h8$, IT8, Ra0,1
 - обтачивание черновое: IT12 Ra 25;
 - обтачивание получистовое: IT11, Ra 12,5;
 - обтачивание чистовое: IT8, Ra 1,6.
- 3) обработка $\varnothing 18,919h8$, IT8, Ra0,4
 - обтачивание черновое: IT12, Ra 25
 - обтачивание чистовое: IT13, Ra 3,2
 - обтачивание чистовое: IT8, Ra 1,6.
 - обтачивание тонкое: IT6, Ra 0,1.
- 4) обработка левого торца размера 58h11, IT11, Ra3,2
 - торцевое точение черновое IT12, Ra 25
 - торцевое точение получистовое IT12, Ra 12,5
 - торцевое точение чистовое IT8, Ra 3,2

15 Слесарная (0108)

20 Зубофрезерная (4152). Станок зубофрезерный H200:
 1) обработка наружного венца.

25 Слесарная (0108)

30 Промывка растворителем (0127)

35 Контрольная (0260)

40 Цементация

45 Контрольная (0260)

50 Токарная с ЧПУ (4233)

					15.03.05.2020.013.000.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

Станок токарный с ПУ LT-400

- 1) обработка наружной поверхности $\varnothing 20m5$, IT5, Ra0,4
– точение тонкое: $T_3 = 0,05$ (h7), Ra 1,6;
- 2) обработка $\varnothing 19h8$, IT8, Ra0,1
– обтачивание чистовое: IT8, Ra 1,6.
- 3) обработка $\varnothing 38h13$, IT13, Ra3,2
– обтачивание чистовое: IT13, Ra 3,2
- 4) обработка $\varnothing 18,919h8$, IT8, Ra0,4
– обтачивание чистовое: IT8, Ra 1,6.
– обтачивание тонкое: IT6, Ra 0,1.
- 5) обработка правого торца размера 58h11, IT11, Ra3,2
– торцевое точение чистовое IT8, Ra 3,2
- 6) обработка $\varnothing 24,5h13$, IT13, Ra3,2
– обтачивание черновое: IT12, Ra 25
– обтачивание чистовое: IT13, Ra 3,2
- 7) обработка $\varnothing 21h13$, IT13, Ra3,2
– обтачивание черновое: IT12, Ra 25
– обтачивание чистовое: IT13, Ra 3,2
- 8) обработка $\varnothing 83,86h8$, IT8, Ra1,6
– обтачивание черновое: IT12, Ra 25
– обтачивание чистовое: IT13, Ra 3,2
– обтачивание чистовое: IT8, Ra 1,6.
– обтачивание тонкое: IT6, Ra 0,1.

55 Слесарная (0108)

60 Токарная с ЧПУ (4233)

Станок токарный с ПУ LT-400

- 1) обработка наружной поверхности $\varnothing 20m5$, IT5, Ra0,4
– точение тонкое: $T_3 = 0,05$ (h7), Ra 1,6;
- 2) обработка $\varnothing 19h8$, IT8, Ra0,1
– обтачивание чистовое: IT8, Ra 1,6.
- 3) обработка $\varnothing 38h13$, IT13, Ra3,2
– обтачивание чистовое: IT13, Ra 3,2
- 4) обработка $\varnothing 18,919h8$, IT8, Ra0,4
– обтачивание чистовое: IT8, Ra 1,6.
– обтачивание тонкое: IT6, Ra 0,1.
- 5) обработка правого торца размера 58h11, IT11, Ra3,2
– торцевое точение чистовое IT8, Ra 3,2
- 6) обработка $\varnothing 24,5h13$, IT13, Ra3,2
– обтачивание черновое: IT12, Ra 25
– обтачивание чистовое: IT13, Ra 3,2
- 7) обработка $\varnothing 21h13$, IT13, Ra3,2
– обтачивание черновое: IT12, Ra 25

					15.03.05.2020.013.000.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

- обтачивание чистовое: IT13, Ra 3,2
- 8) обработка $\varnothing 83,86h8$, IT8, Ra1,6
- обтачивание черновое: IT12, Ra 25
- обтачивание чистовое: IT13, Ra 3,2
- обтачивание чистовое: IT8, Ra 1,6.
- обтачивание тонкое: IT6, Ra 0,1.

65 Слесарная (0108)

70 Шлифовальная с ЧПУ (4236)
Станок шлифовальный с ЧПУ RSM 500

- 1) обработка наружной поверхности $\varnothing 20m5$, IT5, Ra0,4
- шлифование чистовое: IT6; Ra 0,63;
- шлифование тонкое: IT5; Ra 0,4.

75 Слесарная (0108)

80 Зубодолбежная (4152). Станок зубодолбежный 5122:

- 1) обработка шлиц
- обработка шлиц.

85 Слесарная (0108)

90 Зубошлифовальная с ЧПУ (4236)
Станок шлифовальный с ЧПУ RZ260
– шлифовать профиль зубчатого венца

95 Слесарная (0108)

100 Промывка растворителем (0127)

105 Контрольная (0260)

110 Покрытие Хим. Фос. Окс. Прм.

2.3 Размерный анализ разработанного технологического процесса

На данном этапе выполняем размерный анализ разработанного технологического процесса по методике проф. Матвеева В.В. [6].

2.3.1 Преобразование и кодирование чертежа детали

Преобразованный чертеж детали в первой и во второй проекциях приведен в соответствии с рисунками 2.3, 2.4.

					15.03.05.2020.013.000.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

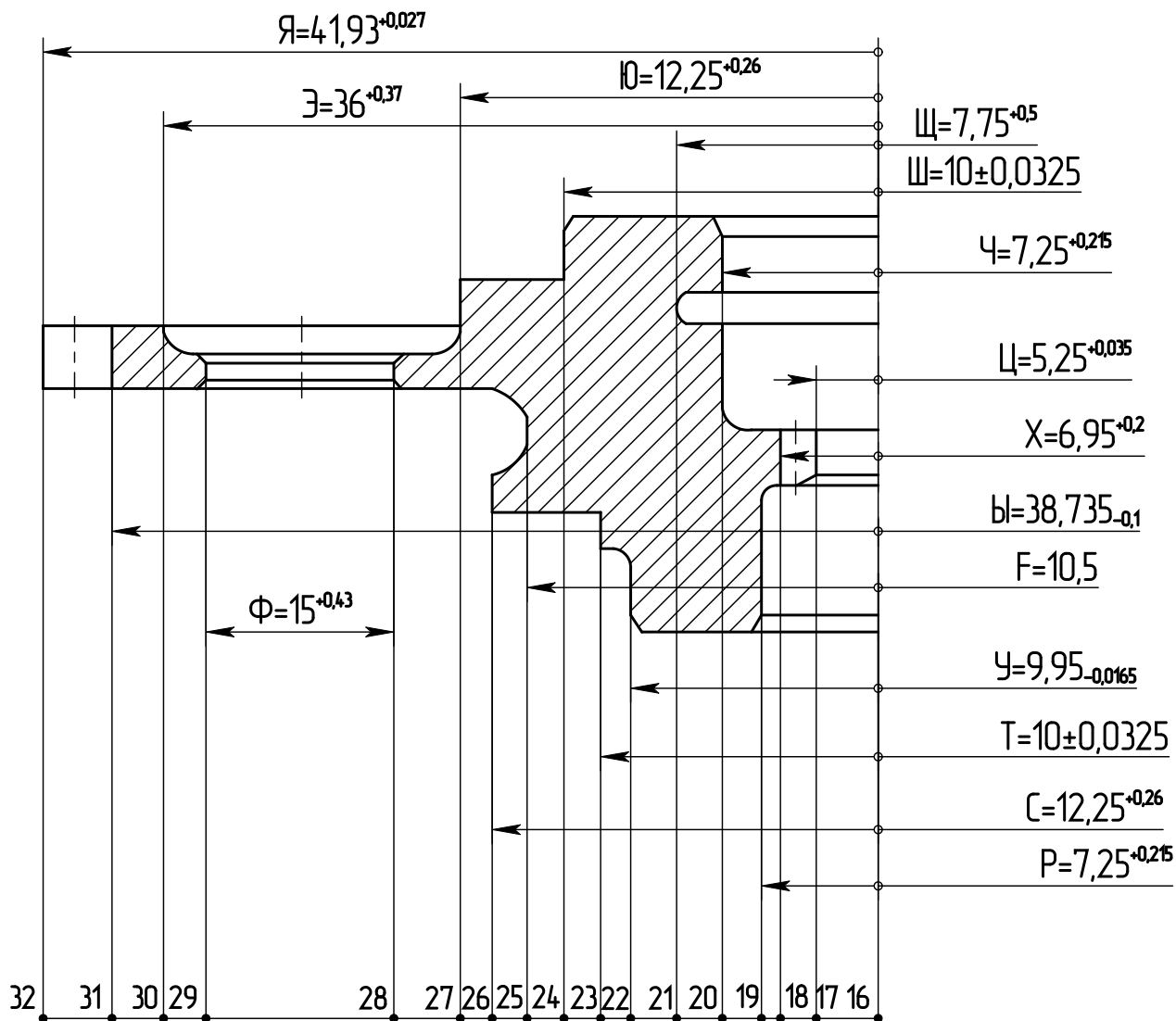


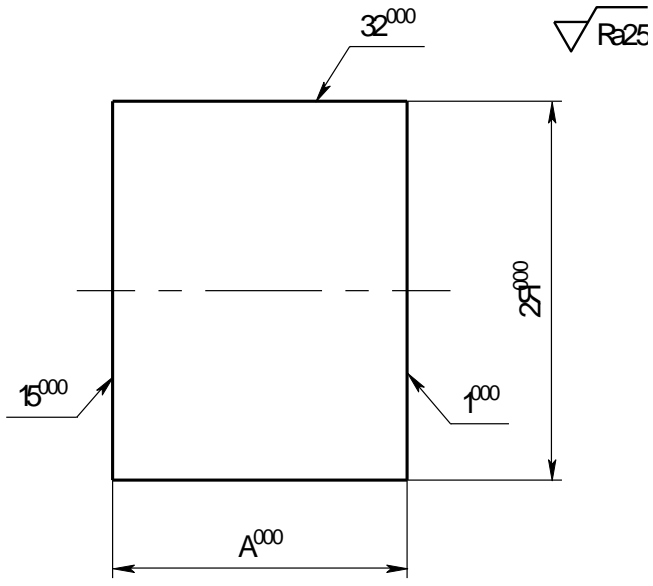
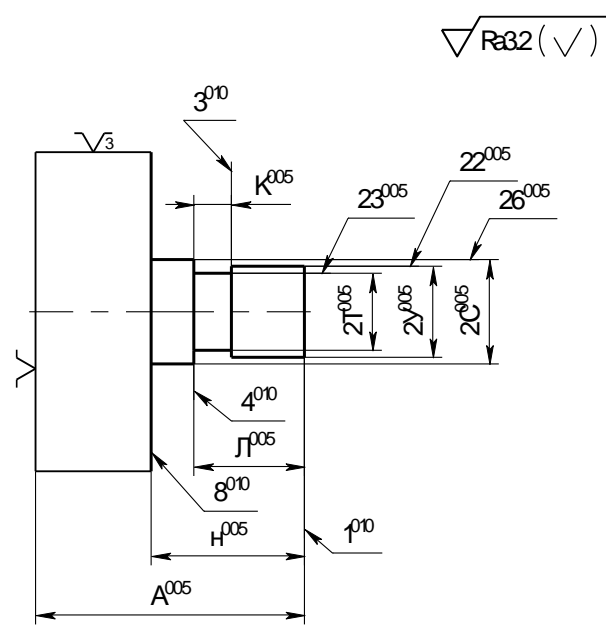
Рисунок 2.4 – Преобразованный чертёж детали во второй проекции

2.3.2 Технологический маршрут обработки детали

На основе сформированных операций составляем таблицу технологического маршрута изготовления детали (таблица 2.5).

					15.03.05.2020.013.000.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

Таблица 2.5 – Технологический маршрут изготовления детали

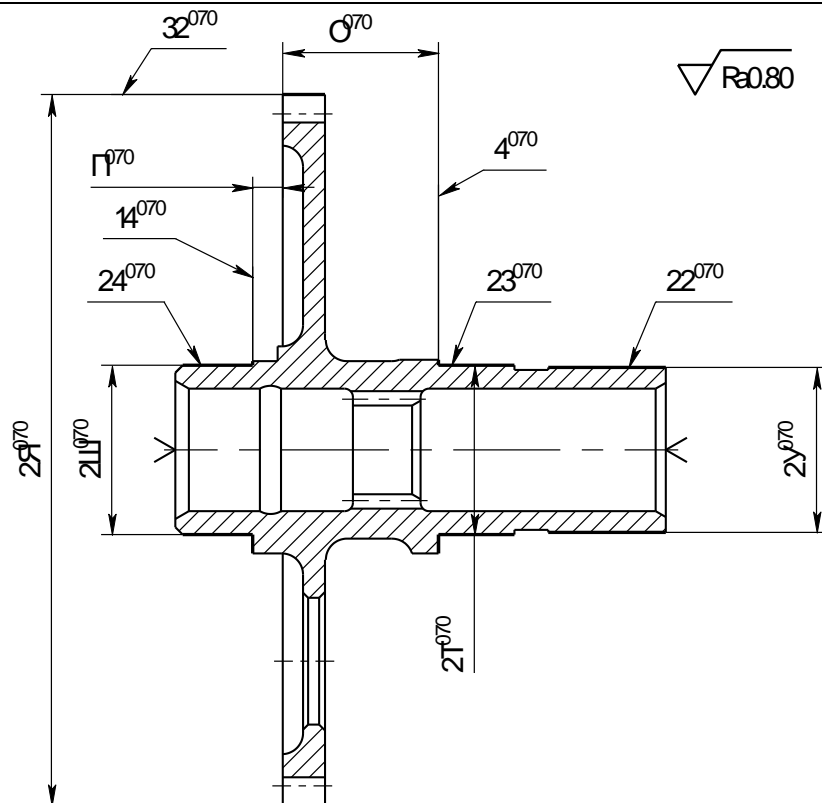
№	Эскиз	Допуски и тех. требования
000 Заготовительная		<p> $TA^{000}=1,2$ $T2Я^{000}=1,4$ </p>
005 Токарная с ЧПУ		<p> $TA^{005}=0,5$ $TK^{005}=0,08$ $TL^{005}=0,2$ $TH^{005}=0,2$ $T2Y^{005}=0,14$ $T2T^{005}=0,045$ $T2C^{005}=0,033$ </p>

<p>010 Токарная с ЧПУ</p>		<p>$Ta^{010}=0,2$ $ТП^{010}=0,4$ $ТН^{010}=0,2$ $T2Ш^{010}=0,045$ $T2Ю^{010}=0,084$ $T2Я^{010}=0,14$</p>
<p>025 Зубодолбежная</p>		<p>$T2Ы^{025}=0,2$</p>

Продолжение таблицы 2.5

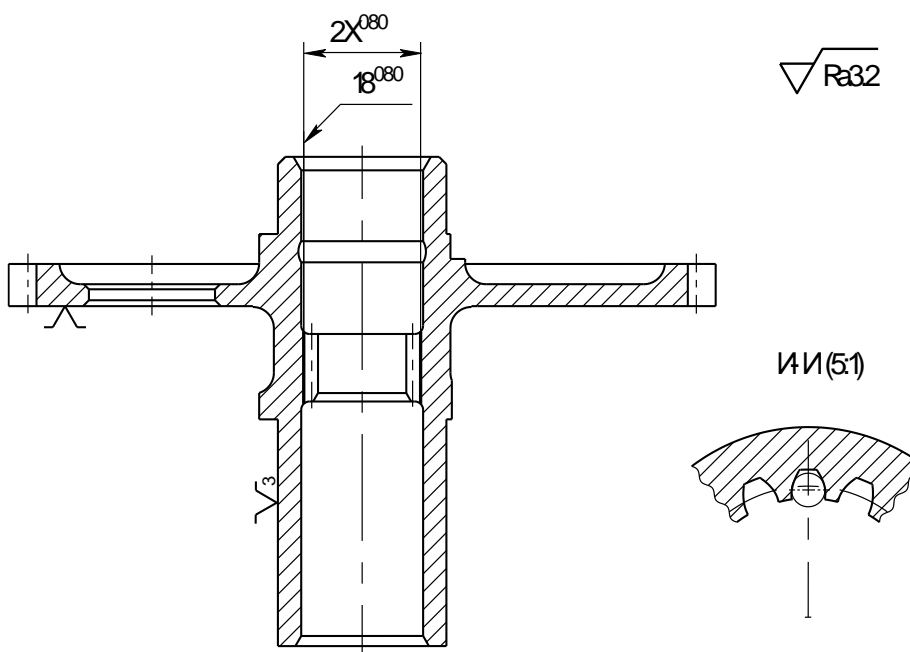
<p>050 Токарная с ЧПУ</p>		<p>ТД⁰⁵⁰=0,3 ТВ⁰⁵⁰=0,5 ТБ⁰⁵⁰=0,21 Те⁰⁵⁰=0,6 Та⁰⁵⁰=0,2 ТМ⁰⁵⁰=0,12 ТО⁰⁵⁰=0,05 Т2Э⁰⁵⁰=0,46 Т2Ю⁰⁵⁰=0,33 Т2Ц⁰⁵⁰=0,11 Т2Ч⁰⁵⁰=0,07 Т2Ц⁰⁵⁰=0,07 Т2Р⁰⁵⁰=0,2</p>
<p>060 Токарная с ЧПУ</p>		<p>ТЕ⁰⁶⁰=0,4 Та⁰⁶⁰=0,13 Тж⁰⁶⁰=0,15 ТН⁰⁶⁰=0,03 Т2Р⁰⁶⁰= 0,07 Т2У⁰⁶⁰= 0,045 Т2С⁰⁶⁰= 0,33 Т2F⁰⁶⁰= 0,33</p>

070 Шлифовальная с ЧПУ



T2Ш⁰⁷⁰=0,13
 T2Т⁰⁷⁰=0,13
 T2У⁰⁷⁰=0,01
 T2Я⁰⁷⁰=0,054
 Т0⁰⁷⁰=0,084
 ТП⁰⁷⁰=0,18
 ТЖ⁰⁷⁰=0,25
 ТЛ⁰⁷⁰=0,2
 ТК⁰⁷⁰=0,22
 ТГ⁰⁷⁰=0,25

080 Зубодолбежная



T2X⁰⁸⁰=0,4

На основании таблицы 2.5 оформляем размерные схемы и составляем уравнения технологических размерных цепей

Схема диаметральных размеров

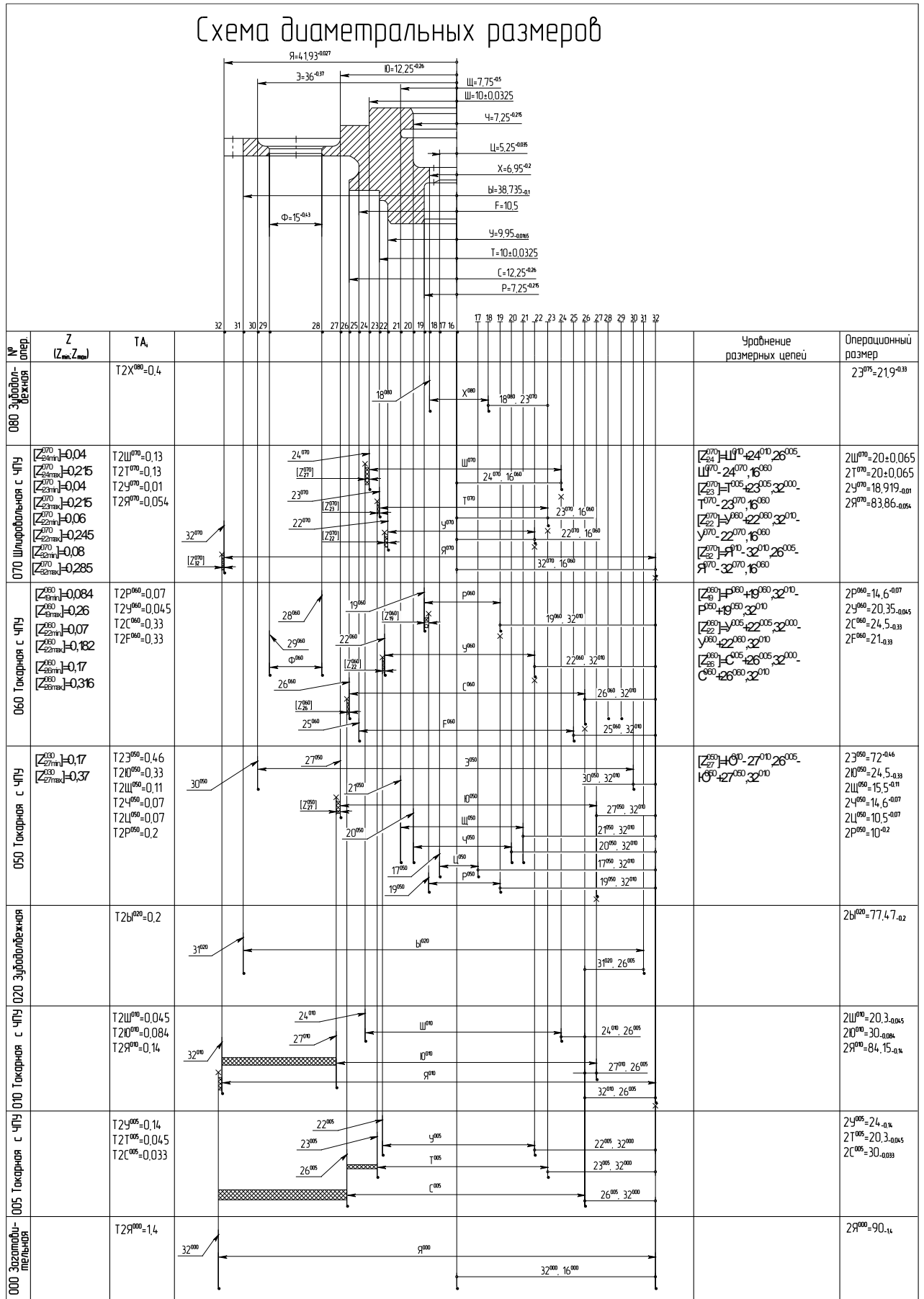


Рисунок 2.6 – Схема диаметральных размеров

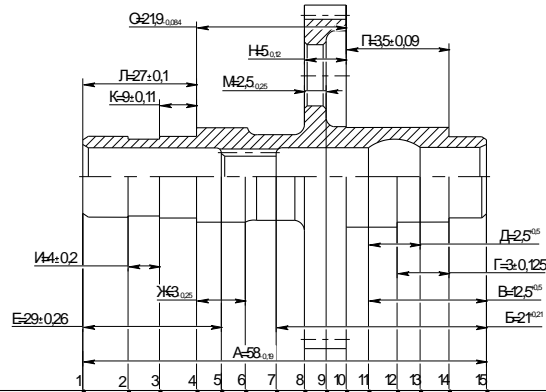
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

15.03.05.2020.013.000.ПЗ

Лист

32

Схема линейных размеров



№ отср.	Z (Z _{нп} , Z _{вп})	ТА		Уравнение размерных цепей	Операционный размер
070 Шлицевая с ЧПУ	$[Z_{нп}^{070}] = -0,4035$ $[Z_{вп}^{070}] = 0,5375$ $[Z_{нп}^{070}] = -0,4035$ $[Z_{вп}^{070}] = 0,5375$	ТО ⁰⁷⁰ = -0,084 ПТ ⁰⁷⁰ = -0,18 ТЖ ⁰⁷⁰ = -0,25 ПТ ⁰⁷⁰ = -0,2 ТК ⁰⁷⁰ = -0,22 ПТ ⁰⁷⁰ = -0,25		$[Z_4^{070}] = O^{070} - O^{070}$ $[Z_4^{070}] = P^{070} + Z_0^{070} - P^{070}$	O ⁰⁷⁰ = 219 _{-0.084} ПТ ⁰⁷⁰ = 35 _{±0.09} Ж ⁰⁷⁰ = 3 _{±0.125} Л ⁰⁷⁰ = 27 _{±0.1} К ⁰⁷⁰ = 9 _{±0.11} Г ⁰⁷⁰ = 3 _{±0.125}
060 Токерная с ЧПУ	$[E_{нп}^{060}] = -0,402$ $[E_{вп}^{060}] = 0,565$ $[E_{нп}^{060}] = -0,402$ $[E_{вп}^{060}] = 0,563$ $[E_{нп}^{060}] = -0,312$ $[E_{вп}^{060}] = 0,516$	ТЕ ⁰⁶⁰ = -0,4 Та ⁰⁶⁰ = -0,13 ТЖ ⁰⁶⁰ = -0,15 ПТ ⁰⁶⁰ = -0,03		$[Z_4^{060}] = P^{060} + O^{060} - a^{060}$ $[Z_5^{060}] = a^{060} + P^{060} + [Z_0^{060}] - e^{060} - E^{060}$ $[Z_6^{060}] = P^{060} - [Z_0^{060}] + P^{060}$	E ⁰⁶⁰ = 29 _{±0.26} a ⁰⁶⁰ = 45 _{±0.03} Ж ⁰⁶⁰ = 3 _{±0.125} H ⁰⁶⁰ = 5 _{±0.05}
060 Токерная с ЧПУ	$[D_{нп}^{060}] = 0,2$ $[D_{вп}^{060}] = 0,312$ $[Z_{нп}^{060}] = 0,23$ $[Z_{вп}^{060}] = 0,42$	ДД ⁰⁶⁰ = -0,3 ТВ ⁰⁶⁰ = -0,5 ТЕ ⁰⁶⁰ = -0,21 Тe ⁰⁶⁰ = -0,6 Та ⁰⁶⁰ = -0,2 ТМ ⁰⁶⁰ = -0,12 ТО ⁰⁶⁰ = -0,05		$[Z_5^{060}] = a^{060} + P^{060} + [Z_0^{060}] + O^{060} - a^{060}$ $[Z_0^{060}] = H^{060} + P^{060} - P^{060} - O^{060}$	Д ⁰⁶⁰ = 5 _{±0.05} B ⁰⁶⁰ = 2 _{±0.05} E ⁰⁶⁰ = 2 _{±0.021} e ⁰⁶⁰ = 3 _{±0.03} a ⁰⁶⁰ = 3 _{±0.125} M ⁰⁶⁰ = 2 _{±0.012} O ⁰⁶⁰ = 219 _{±0.025}
010 Токерная с ЧПУ		Та ⁰¹⁰ = -0,2 ПТ ⁰¹⁰ = -0,04 ПТ ⁰¹⁰ = -0,2			a ⁰¹⁰ = 18 _{±0.1} ПТ ⁰¹⁰ = 3 _{±0.02} H ⁰¹⁰ = 4 _{±0.1}
005 Токерная с ЧПУ		ТА ⁰⁰⁵ = -0,5 ТК ⁰⁰⁵ = -0,08 ПТ ⁰⁰⁵ = -0,2 ПТ ⁰⁰⁵ = -0,1			A ⁰⁰⁵ = 64 _{±0.05} K ⁰⁰⁵ = 12 _{±0.08} Л ⁰⁰⁵ = 9 _{±0.25} H ⁰⁰⁵ = 4 _{±0.05}
000 Заг от овальности		ТА ⁰⁰⁰ = 12			A ⁰⁰⁰ = 70 _{±0.12}

Рисунок 2.7 – Схема линейных размеров

2.3.3 Расчет размерных цепей

1) Уравнения по размерной схеме первой проекции

$$1. [Z_4^{070}] = O^{050} - O^{070}$$

$$2. [Z_{14}^{070}] = \Pi^{010} + [Z_{10}^{050}] - \Pi^{070}$$

$$3. [Z_1^{060}] = Л^{005} + O^{050} - a^{060}$$

$$4. [Z_5^{060}] = a^{050} + Л^{005} + [Z_1^{060}] - e^{050} - E^{060}$$

$$5. [Z_8^{060}] = H^{010} - [Z_{10}^{050}] + H^{060}$$

$$6. [Z_{15}^{050}] = a^{010} + \Pi^{010} + [Z_{10}^{050}] + O^{050} - a^{050}$$

$$7. [Z_{10}^{050}] = н^{005} + H^{010} - Л^{005} - O^{050}$$

Решение начинается с уравнения с одним неизвестным.

$$1. [Z_4^{070}] = O^{050} - O^{070}$$

Исходные данные:

$$A^{070} = 21,9; TO^{070} = 0,084; TO^{050} = 0,05$$

Решение:

$$TZ_4^{070} = 0,084 + 0,05 = 0,134$$

$$\Delta_0 Z_4^{070} = \frac{\sum \Delta_B \vec{A}_i + \sum \Delta_H \vec{A}_i}{2}$$

$$\Delta_0 Z_4^{070} = \frac{0,025 + (-0,084)}{2} = -0,0295$$

$$Z_{4\text{ном}}^{070} = Z_{4\text{min}}^{070} - (\Delta_0 Z_4^{070} - \frac{TZ_4^{070}}{2})$$

$$Z_{4\text{ном}}^{070} = 0,4035 - (-0,0295 - \frac{0,134}{2}) = 0,5$$

$$Z_{4\max}^{070} = Z_{4\min}^{070} + TZ_4^{070}$$

$$Z_{4\max}^{070} = 0,4035 + 0,134 = 0,5375$$

Ответ: $Z_1^{015} = 0,5 \begin{matrix} +0,0375 \\ -0,0965 \end{matrix}$

$$O^{050} = [Z_{4\text{ном}}^{070}] + O^{070}$$

$$O^{050} = 0,5 + 21,9 = 21,95$$

Ответ: $O^{050} = 21,95 \pm 0,025$

Остальные уравнения решаются аналогично. Результаты расчета приведены в таблице 2.6.

Таблица 2.6 – Результаты расчёта уравнений по размерной схеме первой проекции

Уравнение размерной цепи	Исходные данные	Результат расчёта (A_i, Z_{\max})
$[Z_{10}^{050}] = H^{005} + H^{010} - L^{005} - O^{050}$	$O^{050} = 21,95 \pm 0,025$ $H^{010} = 12 \pm 0,1$ $H^{005} = 40,4 \pm 0,05$ $Z_{10}^{050} \min = 0,23$	$L^{005} = 19,25 \pm 0,1$ $Z_9^{060} \max = 0,312$
$[Z_1^{060}] = L^{005} + O^{050} - a^{060}$	$L^{005} = 19,25 \pm 0,1$ $O^{050} = 21,95 \pm 0,025$ $Z_1^{060} \min = 0,402$	$a^{060} = 45,5 \begin{matrix} +0,03 \\ -0,1 \end{matrix}$ $Z_2 \max = 0,565$
$[Z_{14}^{070}] = \Pi^{010} + [Z_{10}^{050}] - \Pi^{070}$	$\Pi^{070} = 3,5 \pm 0,09$ $Z_{10}^{050} \min = 0,23$ $Z_{14}^{070} \min = 0,4035$	$\Pi^{010} = 3,9 \pm 0,02$ $Z_9 \max = 0,182$
$[Z_5^{060}] = a^{050} + L^{005} + [Z_1^{060}] - e^{050} - E^{060}$	$L^{005} = 19,25 \pm 0,1$ $E^{060} = 29 \pm 0,2$ $e^{050} = 32 \pm 0,3$ $Z_1^{060} \min = 0,402$ $Z_5^{060} \min = 0,402$	$a^{050} = 31,2 \pm 0,1$ $Z_5^{060} \max = 0,563$
$[Z_8^{060}] = H^{010} - [Z_{10}^{050}] + H^{060}$	$H^{060} = 5,3 \begin{matrix} -0,03 \end{matrix}$ $Z_{10}^{050} \min = 0,23$ $Z_8^{060} \min = 0,312$	$H^{010} = 12 \pm 0,1$ $Z_8^{060} \max = 0,516$
$[Z_{15}^{050}] = a^{010} + \Pi^{010} + [Z_{10}^{050}] + O^{050} - a^{050}$	$\Pi^{010} = 3,9 \pm 0,02$ $a^{050} = 31,2 \pm 0,1$ $O^{050} = 21,95 \pm 0,025$ $Z_{10}^{050} \min = 0,23$ $Z_{15}^{050} \min = 0,063$	$a^{010} = 11,8 \pm 0,1$ $Z_{15}^{050} \max = 0,42$

2) Расчет размерных цепей по схеме диаметральных размеров.

$$1. [Z_{24}^{070}] = Ш^{010} + 24^{010},26^{005} - Ш^{070} - 24^{070},16^{060}$$

$$2. [Z_{23}^{070}] = Т^{005} + 23^{005},32^{000} - Т^{070} - 23^{070},16^{060}$$

$$3. [Z_{22}^{070}] = У^{060} + 22^{060},32^{010} - У^{070} - 22^{070},16^{060}$$

$$4. [Z_{32}^{070}] = Я^{010} + 32^{010},26^{005} - Я^{070} - 32^{010},16^{060}$$

$$5. [Z_{19}^{060}] = Р^{060} + 19^{060},32^{010} - Р^{050} + 19^{050},32^{010}$$

$$6. [Z_{22}^{060}] = У^{005} + 22^{005},32^{000} - У^{060} + 22^{060},32^{010}$$

$$7. [Z_{26}^{060}] = С^{005} + 26^{005},32^{000} - С^{060} + 26^{060},32^{010}$$

$$8. [Z_{27}^{050}] = Ю^{010} - 27^{010},26^{005} - Ю^{050} + 27^{050},32^{010}$$

Исходные данные:

$$Z_{24 \min}^{070} = 0,04; 2Ш^{070} = 20 \pm 0,065; ТШ^{010} = 0,045$$

Решение:

$$TZ_{24}^{070} = ТШ^{070} + ТШ^{010}$$

$$TZ_{24}^{070} = 0,13 + 0,045 = 0,175$$

$$\Delta_0 Z_{24}^{070} = \frac{\sum \Delta_{\vec{A}_i} + \sum \Delta_{\vec{A}_i}}{2}$$

$$\Delta_0 Z_{24}^{070} = \frac{0 + (-0,045)}{2} = -0,0225$$

$$Z_{24 \text{ ном}}^{070} = Z_{24 \min}^{070} - (\Delta_0 Z_{24}^{070} - \frac{TZ_{24}^{070}}{2})$$

$$Z_{24 \text{ ном}}^{070} = 0,04 - (0,0225 - \frac{0,175}{2}) = 0,15$$

					15.03.05.2020.013.000.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

$$Z_{24 \max}^{070} = Z_{24 \min}^{070} + TZ_{24}^{070}$$

$$Z_{24 \max}^{070} = 0,04 + 0,175 = 0,215$$

$$\text{Ответ: } Z_{24}^{070} = 0,15^{+0,065}_{-0,11}$$

$$\text{Ш}^{010} = Z_{24 \text{НОМ}}^{070} + \text{Ш}^{070}$$

$$\text{Ш}^{010} = 0,15 + 10 = 10,15$$

$$\text{Ответ: } 2\text{Ш}^{010} = 20,3_{-0,045}$$

Остальные уравнения решаются аналогично. Результаты расчета приведены в таблице 2.7.

Таблица 2.7 – Результаты расчёта уравнений по размерной схеме второй проекции

Уравнение размерной цепи	Исходные данные	Результат расчёта (A_i, Z_{\max})
1	2	3
$[Z_{23}^{070}] = T^{005} + 23^{005}, 32^{000} - T^{070} - 23^{070}, 16^{060}$	$2T^{070} = 20 \pm 0,065$ $Z_{23}^{070} \min = 0,04$	$2T^{005} = 30_{-0,033}$ $Z_{23}^{070} \max = 0,215$
$[Z_{22}^{070}] = Y^{060} + 22^{060}, 32^{010} - Y^{070} - 22^{070}, 16^{060}$	$2Y^{070} = 18,919_{-0,01}$ $Z_{22}^{070} \min = 0,06$	$2Y^{060} = 20,35_{-0,045}$ $Z_{22}^{070} \max = 0,245$
$[Z_{32}^{070}] = Я^{010} + 32^{010}, 26^{005} - Я^{070} - 32^{010}, 16^{060}$	$2Я^{070} = 83,86_{-0,054}$ $Z_{32}^{070} \min = 0,08$	$2Я^{010} = 84,15_{-0,14}$ $Z_{32}^{070} \max = 0,285$
$[Z_{19}^{060}] = P^{060} + 19^{060}, 32^{010} - P^{050} + 19^{050}, 32^{010}$	$2P^{060} = 14,6^{+0,07}$ $Z_{19}^{060} \min = 0,084$	$2P^{050} = 10^{+0,2}$ $Z_{19}^{060} \max = 0,26$

Окончание таблицы 2.7

Уравнение размерной цепи	Исходные данные	Результат расчёта (A_i, Z_{max})
1	2	3
$[Z_{22}^{060}] = y^{005} + 22^{005},32^{000}$ $- y^{060} + 22^{060},32^{010}$	$2y^{060} = 20,35_{-0,045}$ $Z_{22}^{060} min = 0,07$	$2y^{005} = 24_{-0,14}$ $Z_{22}^{060} max = 0,182$
$[Z_{26}^{060}] = c^{005} + 26^{005},32^{000}$ $- c^{060} + 26^{060},32^{010}$	$2c^{060} = 24,5_{-0,33}$ $Z_{26}^{060} min = 0,17$	$2c^{005} = 30_{-0,033}$ $Z_{26}^{060} max = 0,316$
$[Z_{27}^{050}] = \text{Ю}^{010} - 27^{010},26^{005}$ $- \text{Ю}^{050} + 27^{050},32^{010}$	$2\text{Ю}^{050} = 24,5_{-0,33}$ $Z_{23}^{030} min = 0,17$	$2\text{Ю}^{010} = 30_{-0,084}$ $Z_{23}^{030} max = 0,37$

Анализируя результаты, полученные при размерном анализе:

- 1) Размерный анализ показал, что предлагаемый вариант технологического процесса гарантирует изготовление качественных деталей, если в операциях будут заданы размеры и технические требования, найденные в процессе анализа.
- 2) Схемы базирования, способы простановки размеров выбраны правильно.
- 3) Проверка чертежных размеров – замыкающих звеньев показала, что вариант технологического процесса обеспечивает необходимую точность размеров детали.

2.3.4 Оформление чертежа заготовки

С учетом рассчитанных размеров заготовки в соответствии с рисунком 2.7 представлен эскиз заготовки с техническими требованиями.

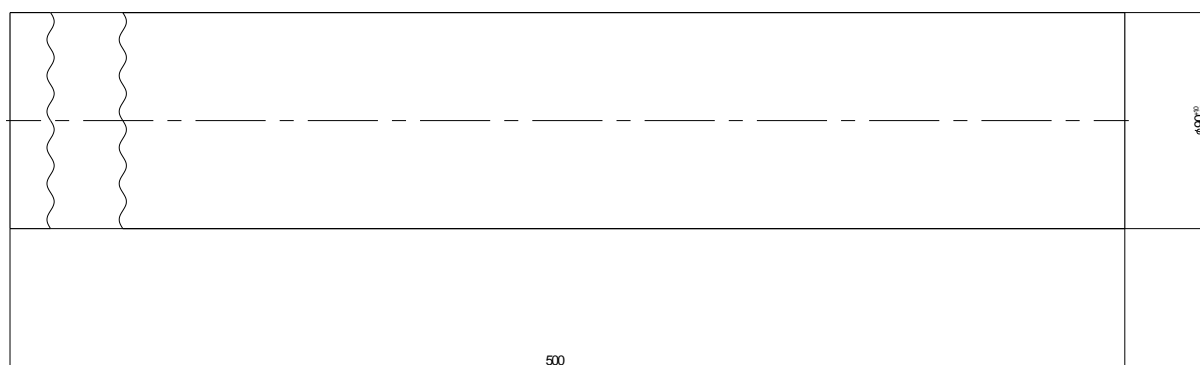


Рисунок 2.7 – Эскиз заготовки

2.4 Расчет режимов резания

Расчёт режимов резания ведётся на операцию 05 «Токарная с ЧПУ» по рекомендациям [9]. Оборудование – станок токарный с ЧПУ модели «LT-400» (в соответствии с рисунком 2.8).

Исходные данные:

Приспособление – патрон трехкулачковый;

Режущий инструмент – резец подрезной ГОСТ 21151-85, резец проходной ГОСТ 2216-84, сверло;

Материал заготовки сталь 12Х2Н4А, заготовка пруток.

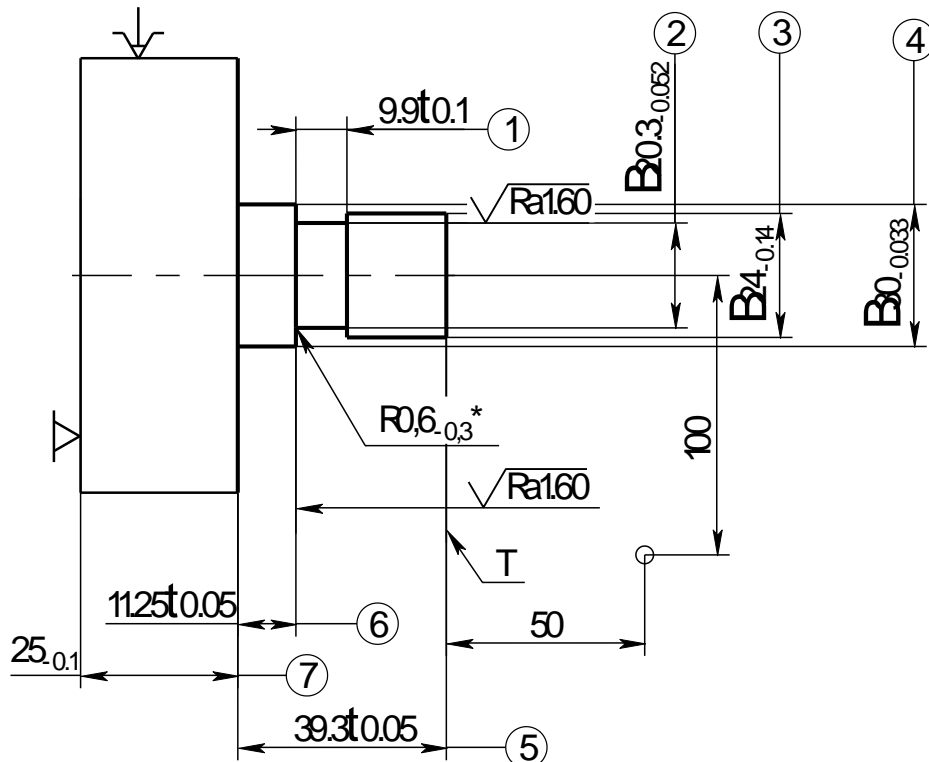


Рисунок 2.8 – Схема обработки для операции 05

1 переход: подрезать торец , точить поверхность

Выбираем подачу по таблице: $S=0,1$ мм/об.

Скорость резания определяется по формуле (2.5) [13]

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$$

где $K_1=0,8$ – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала,
 $K_2=0,9$ – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки,
 $K_3=1,0$ – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента,
 $C_v=350$, $x=0,15$, $y=0,2$, $m=0,20$ [13]

$$V = \frac{420}{25^{0,2} \cdot 12^{0,15} \cdot 0,1^{0,2}} \cdot 0,8 \cdot 0,9 \cdot 1 = 161,9, \text{ м/мин.}$$

Частота вращения шпинделя определяется по формуле (2.2) [13]

$$n = \frac{1000 \cdot 161,9}{3,14 \cdot 90} = 573, \text{ об/мин.}$$

Корректируем частоту вращения шпинделя по паспорту станка и принимаем ближайшее меньшее значение из стандартного ряда. $n_n=500$ об/мин.

Для выбранной частоты вращения пересчитываем фактическое значение скорости резания по формуле [13]

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 90 \cdot 500}{1000} = 141,1, \text{ м/мин.}$$

Определим мощность двигателя, необходимую для процесса резания при глубине резания $t=2$ мм

$$N_e = \frac{P_z \cdot V_{\phi}}{1020 \cdot 60}, \text{ кВт,} \quad (2.6)$$

где P_z – максимальная сила резания при точении, определяется по формуле

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot v^n \cdot K_p, \text{ Н,} \quad (2.7)$$

где $C_p=204$, $x=1,0$, $y=0,75$, $n=0$, $K_p=0,9$ – коэффициенты от силы резания, $t=1,95$ мм – глубина резания,

$$P_z = 10 \cdot 204 \cdot 2^1 \cdot 0,1^{0,75} \cdot 141,1^0 \cdot 0,9 = 653, \text{ Н,}$$

$$N_e = \frac{653 \cdot 141,1}{1020 \cdot 60} = 1,51, \text{ кВт.}$$

Для обеспечения работоспособности станка при выполнении данной операции, необходимо чтобы было выполнено следующее условие:

$$N_e \leq N_{дв} \cdot \eta = 1,5 \cdot 7,5 = 11,25 \text{ кВт.}$$

Условие выполняется, а значит, станок для выполнения данной операции подойдет.

2 переход: точить канавку

					15.03.05.2020.013.000.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

Выбираем подачу по таблице: $S=0,05$ мм/об.

Скорость резания определяется по формуле (2.1)

$K_1=0,8$ – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала,
 $K_2=0,9$ – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки,
 $K_3=1,0$ – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента,
 $C_v=420$, $x=0,15$, $y=0,2$, $m=0,20$ [13]

$$V = \frac{420}{45^{0,2} \cdot 3^{0,15} \cdot 0,15^{0,2}} \cdot 0,8 \cdot 0,9 \cdot 1 = 102,2, \text{ м/мин.}$$

Частота вращения шпинделя определяется по формуле (2.6) $D=18,4$ мм.

$$n = \frac{1000 \cdot 102,2}{3,14 \cdot 24} = 1356, \text{ об/мин.}$$

Корректируем частоту вращения шпинделя по паспорту станка и принимаем ближайшее меньшее значение из стандартного ряда. $n_n=1200$ об/мин.

Для выбранной частоты вращения пересчитываем фактическое значение скорости резания по формуле [13]

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 24 \cdot 1200}{1000} = 90,4, \text{ м/мин.}$$

Определим мощность двигателя, необходимую для процесса резания при глубине резания $t=1,85$ мм и P_z – максимальная сила резания при точении.

$C_p=204$, $x=1,0$, $y=0,75$, $n=0$, $K_p=0,9$ – коэффициенты от силы резания,
 $t=1,85$ мм – глубина резания,

$$P_z = 10 \cdot 204 \cdot 1,85^1 \cdot 0,05^{0,75} \cdot 90,4^0 \cdot 0,9 = 359, \text{ Н,}$$

$$N_e = \frac{359 \cdot 90,4}{1020 \cdot 60} = 0,53, \text{ кВт.}$$

Для обеспечения работоспособности станка при выполнении данной операции, необходимо чтобы было выполнено следующее условие:

$$N_e \leq N_{\text{дв}} \cdot \eta = 1,5 \cdot 7,5 = 11,25 \text{ кВт.}$$

Условие выполняется, а значит, станок для выполнения данной операции подойдет.

Результаты расчётов режимов резания на остальные операции приведены в таблице 2.8.

					15.03.05.2020.013.000.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

Таблица 2.8 – Сводная таблица режимов резания

№ опер	Операция/переход	Припуск t, мм	Подача S _o , мм/об	Скорость резания V, м/мин	Частота вращения n, мин ⁻¹
10	Токарная Черн. ø30	2	0,1	141,1	500
	Черн. ø20,3	2	0,1	141,1	500
20	Зубофрезерная	0,5	0,2	14,6	300
45	Токарная Чист. ø5	5	0,15	55	3500
	Чист. ø10	5	0,4	31,4	1000
	Чист. ø30	2,75	0,1	75,4	800
	Чист. ø14,6	2,25	0,15	55	1200
	Чист. ø74	2,6	0,05	185	800
	Чист. ø15,5	0,45	0,05	37,7	800
	Чист. ø8	3	0,05	25,2	1000
55	Токарная Чист. ø5	5	0,15	55	3500
	Чист. ø30	2,75	0,1	75,4	800
	Чист. ø14,6	2,25	0,15	55	1200
	Чист. ø24,5	2,6	0,05	61,5	800
	Чист. ø8	3	0,05	25,2	1000
70	Шлифовальная чист.ø20,3	0,1	0,005	11	190
	чист.ø83,9	0,15	0,005	15	190
80	Зубодолбежная	0,5	0,2	14,6	300
90	Зубошлифовальная	0,5	0,2	14,6	300

2.5 Нормирование технологической операции

Нормирование операции ведётся на операцию 05 токарную с ЧПУ по рекомендациям [9].

Определим для каждой операции основное время обработки по формуле

$$T_o = \sum T_{oi} \text{, мин,} \quad (2.8)$$

где T_{oi} – основное (машинное) время обработки на каждом из переходов, определяемое по формуле

$$T_{oi} = \frac{L}{S \cdot n} \cdot i, \text{ мин,} \quad (2.9)$$

где L – длина обработки, мм;

S – подача, мм/об;

n – число оборотов, об/мин;

i – число переходов.

Произведем расчет для операции 10 – токарная с ЧПУ.

$$T_{o2} = \frac{65}{0,1 \cdot 500} \cdot 5 = 6,5, \text{ мин,}$$

$$T_{o2} = \frac{10}{0,05 \cdot 1200} \cdot 2 = 0,33, \text{ мин,}$$

Штучное время обработки определяется по формуле

$$T_{шт} = T_o + T_{всп} + T_{тех} + T_{орг} + T_{от.л.}, \text{ мин,} \quad (2.10)$$

где $T_{всп}$ – вспомогательное время, определяется по формуле

$$T_{всп} = T_{уст} + T_{п.о.} + T_{к.о.}, \text{ мин,} \quad (2.11)$$

где $T_{уст}$ – время на установку и снятие детали, $T_{уст.}=0,4 \dots 0,8$ мин;

$T_{п.о.}$ – время на подвод и отвод инструмента к детали, $T_{п.о.}=0,15$ мин;

$T_{к.о.}$ – время на контрольный обмер детали, $T_{к.о.}=0,1$ мин;

$T_{тех}$ – время на техническое обслуживание, $T_{тех}=0,02$ мин;

$T_{орг}$ – организационное время, $T_{орг}=0,41$ мин;

$T_{от.л.}$ – время на отдых и личные нужды, $T_{от.л.}=0,41$ мин.

$$T_{шт05} = 6,83 + 1,6 + 0,47 + 0,35 + 0,35 = 9,603, \text{ мин.}$$

Штучное калькуляционное время определяется по формуле

$$T_{шт.к} = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{П_d}, \text{ мин,} \quad (2.13)$$

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

					15.03.05.2020.013.000.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

$$T_{шт.к05} = 9,603 + \frac{25}{50} = 10,103 \text{ мин.}$$

Аналогично рассчитываются нормы времени на остальные операции. Результаты расчётов приведены в таблице 2.9.

Таблица 2.9 – Расчёт норм времени на изготовление детали

№ опер	Название операции	T_o , мин	T_v , мин	$T_{обс}$, мин	$T_{п}$, мин	$T_{шт}$, мин	$T_{п-з}$, мин	$T_{ш-к}$, мин
05	Токарная	6,83	1,9	0,35	0,35	9,603	25	10,103
10	Токарная	4,5	1,3	0,29	0,29	6,38	25	6,88
15	Слесарная	1,6	1	0,104	0,104	2,808	15	3,108
20	Зубофрезерная	4,35	1,95	0,252	0,252	6,804	25	7,304
25	Слесарная	1,55	0,8	0,094	0,094	2,538	15	2,838
30	Промывка растворителем	-	0,3	-	-	-	-	-
35	Контрольная	-	0,3	-	-	-	-	-
40	Цементация	-	1,2	-	-	-	-	-
45	Контрольная	-	0,3	-	-	-	-	-
50	Токарная	9,42	1,55	0,55	0,55	12,067	25	12,567
55	Слесарная	1,4	0,8	0,088	0,088	2,376	15	2,39
60	Токарная	8,12	1,55	0,48	0,48	10,637	25	11,137
65	Слесарная	1,4	0,8	0,088	0,088	2,376	15	2,39
70	Шлифовальная	2,2	0,56	0,11	0,11	2,98	18	3,34
75	Слесарная	1,4	0,8	0,088	0,088	2,376	15	2,39
80	Зубодолбежная	2,59	0,95	0,14	0,14	3,82	25	4,32
85	Слесарная	3,12	1	0,16	0,16	4,45	15	4,75
90	Зубошлифовальная	1,48	1,55	0,12	0,12	3,27	17	3,61
95	Слесарная	2,55	1	0,142	0,142	3,83	15	4,13
100	Промывка растворителем	-	0,3	-	-	-	-	-
105	Контрольная	-	0,3	-	-	-	-	-

Вывод по разделу два

В технологической части квалификационной работы разработан новый технологический процесс; выполнен размерный анализ, который позволяет определить припуски на обработку и размеры заготовки; рассчитаны режимы резания и нормы времени на операции.

					15.03.05.2020.013.000.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

3 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

3.1 Проектирование станочного приспособления для долбления внутренних шлиц

3.1.1 Теоретическая схема базирования

Для долбления шлиц в качестве технологических баз используются: поверхность наружная диаметром $\varnothing 20js6$, которая является двойной опорной базой (центрирующей базой) и лишает заготовку двух степеней свободы; поверхность левого торца – установочная база, лишаящая заготовку трёх степеней свободы.

Теоретическая схема базирования заготовки показана в соответствии с рисунком 3.1.

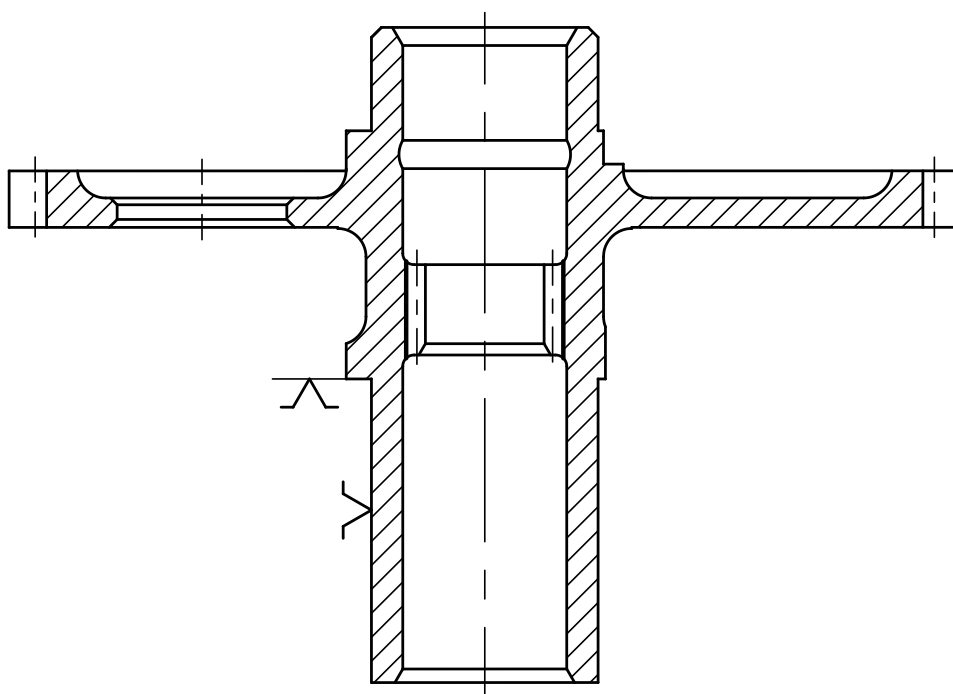


Рисунок 3.1 – Схема базирования заготовки

3.1.2 Проектирование схемы зажимного приспособления

На основании теоретической схемы базирования разрабатываем схему приспособления (рисунок 3.2).

Приспособление предназначено для установки и закрепления деталей (типа – вал и др.) по обработанным наружным цилиндрическим поверхностям. В качестве базировочного и зажимного элемента используется цанга.

Цанги обеспечивают высокую точность центрирования обрабатываемых деталей вследствие использования для закрепления упруго-деформируемых зажимных элементов, объединенных в одну деталь и перемещающихся при закреплении в пределах упругих деформаций, ограниченных величиной

									Лист
									46
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2020.013.000.ПЗ				

исходного радиального зазора между цангой и поверхностью закрепляемой детали.

Упруго-деформируемые зажимные элементы называют лепестками цанги. Лепестки цанги образованы продольными прорезями и представляют балку, которая получает радиальные упругие перемещения при продольном движении штока за счет взаимодействия с конусом на конце штока.

Разжим всех лепестков цанги происходит одновременно, что обеспечивает свойство самоцентрирования.

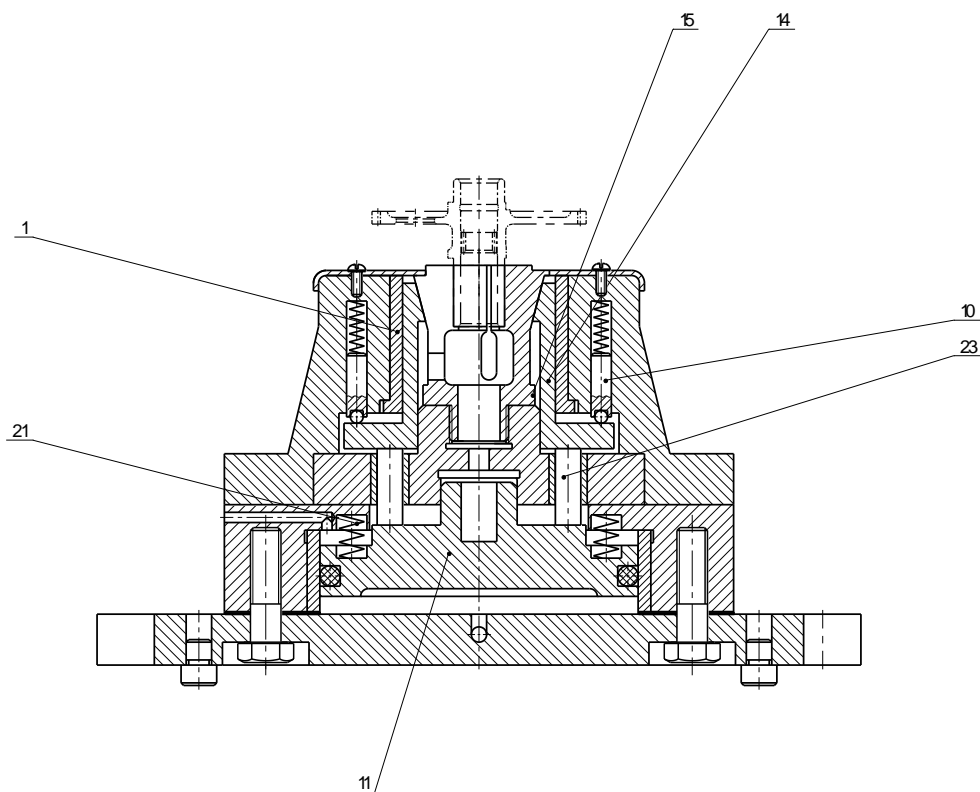


Рисунок 3.2 – Схема приспособления

Заготовка устанавливается в приспособление. Сжатый воздух из сети подается через штуцер в нижнюю полость приспособления. Поршень 11, преодолевая усилие пружин 21, перемещается вверх, поднимая стойки 4, 5. Стойки, в свою очередь, поднимают стакан 14, который сжимает лепестки цанги 15 – происходит зажим заготовки. После обработки сжатый воздух подается в верхнюю полость 6 корпуса приспособления, элементы приспособления возвращаются в исходное положение, происходит разжатие заготовки.

3.1.3 Разработка и расчёт конструкции зажимного приспособления

Рассмотрим силы, действующие при обработке в соответствии с рисунком 3.3.

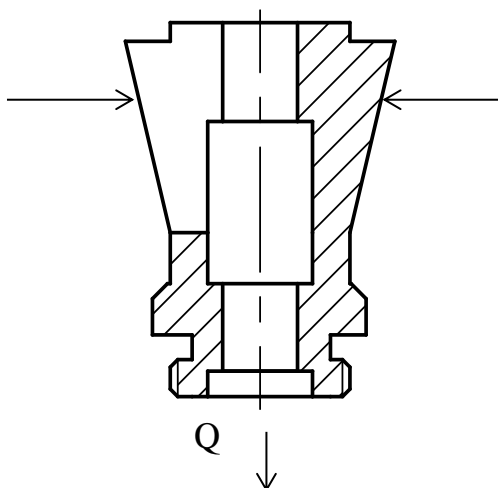


Рисунок 3.3 – Схема действия сил зажима

Расчета цанговой разжимной оправки на вертикально-фрезерную операцию ведем согласно рекомендациям [6].

В проектируемом приспособлении зажимным устройством является цанга. В цанговых патронах центрирование и зажим заготовки цангой производится осевой силой на штоке привода патрона.

В цанговом патроне требуемую осевую силу на штоке привода для сжатия лепестков цанги определяют в зависимости от необходимой силы зажима обрабатываемой заготовки.

Осевая сила Q на штоке привода, необходимая для затягивания цанги, обеспечивающая силу зажима P_2 , при отсутствии внутри цанги упора для точной установки заготовки по длине определяется по формуле (1):

$$Q = (P_1 + P_2 + P_3) \cdot \operatorname{tg}(\alpha + f), \quad (3.1)$$

где, $\alpha=30^\circ$ – угол наклона конуса цанги,

$f=7^\circ$ – угол трения м/у конической частью цанги и сжимающей частью цанги.

$$P_1 = 0.375 \frac{ED^3 S \Delta Z}{l_1^3} \left(0.0174 \frac{\alpha_1}{2} + \sin \alpha_1 \cos \alpha_1 - 229.88 \frac{\sin^2 \alpha_1}{\alpha_1} \right) \quad (3.2)$$

P_1 – сила, сжимающая лепестки цанги до их соприкосновения с поверхностью заготовки

$$P_2 = \frac{1}{\Delta} \sqrt{\frac{M^2}{r^2} + q^2 K}, \quad (3.3)$$

P_2 – сила, противостоящая вращению вдоль оси детали.

$$P_3 = \frac{P_Z l_2}{l_3}, \quad (3.4)$$

P_3 – сила, противостоящая вращению детали относительно опорного торца.

$K = 1,5$ – коэффициент запаса прочности.

$F = 0,3$ – коэффициент трения между цангой и обрабатываемой деталью.

$r = 9,1$ – радиус базовой зажатой части (мм).

$P_Z = 19,28$ – сила резания при обработке (Н).

$\Delta = 0,5$ – диаметральный зазор м/у цангой и базовой поверхностью детали.

$S = 2$ – толщина изгибающегося лепестка цанги в тонком сечении (мм).

$D = 33$ – наружный диаметр изгибающихся лепестков цанги (мм).

$L_1 = 30$ – длина лепестков цанги от места ее задела до середины конуса цанги (мм).

$\alpha_1 = 120^\circ$ – угол лепестка цанги.

$Z = 3$ – количество лепестков цанги.

$E = 2,1 \cdot 10^4$ – модуль упругости цанги (кгс/см²)

$q = 0,25 P_Z = 0,25 \cdot 19,28 = 4,82$ – составляющая часть усилия сдвигающая заготовку вдоль оси,

M – момент, передаваемый цангой (Н·м)

На практике в связи с допусками на изготовление инструмента возникает момент равный 0,2 силе резания

$$M = 0,2 \cdot P_Z = 0,2 \cdot 19,28 = 3,86, \text{ Н} \cdot \text{м}$$

					15.03.05.2020.013.000.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

$$P_1 = 0,375 \frac{2,1 \cdot 10^4 \cdot 33^3 \cdot 2 \cdot 0,5 \cdot 3}{30^3} \left(0,0174 \frac{120}{2} + \sin 120 \cos 120 - 229,88 \frac{\sin^2 120}{120} \right)$$

$$P_1 = 3439 \text{ Н}$$

$$P_2 = \frac{1}{0,5} \sqrt{\frac{3,86^2}{9,1^2} + 4,82^2 \cdot 1,5}$$

$$P_2 = 243,126 \text{ Н}$$

$$P_3 = \frac{19,28 \cdot 2}{10}$$

$$P_3 = 3,86 \text{ Н}$$

$$Q = (3439 + 243,126 + 3,86) \cdot \text{tg}(30 + 7) = 3096, \text{ Н}$$

Определим необходимый диаметр поршня

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{p \cdot \pi \cdot \eta}}, \quad (3.5)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 3096}{0,4 \cdot 3,14 \cdot 0,8}} = 111, \text{ мм}$$

p – давление воздуха в магистрали

Принимаем $D_{п} = 125 \text{ мм}$

Тогда фактическое усилие зажима равно:

$$Q = \frac{D^2 \cdot p \cdot \pi \cdot \eta}{4}, \quad (3.6)$$

$$Q = \frac{125^2 \cdot 0,4 \cdot 3,14 \cdot 0,8}{4} = 3925, \text{ Н}$$

3.1.4 Компоновка приспособления

В соответствии с рисунком 3.3 показано приспособление для центрирования и зажима заготовки предназначенное для долбления шлиц.

					15.03.05.2020.013.000.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

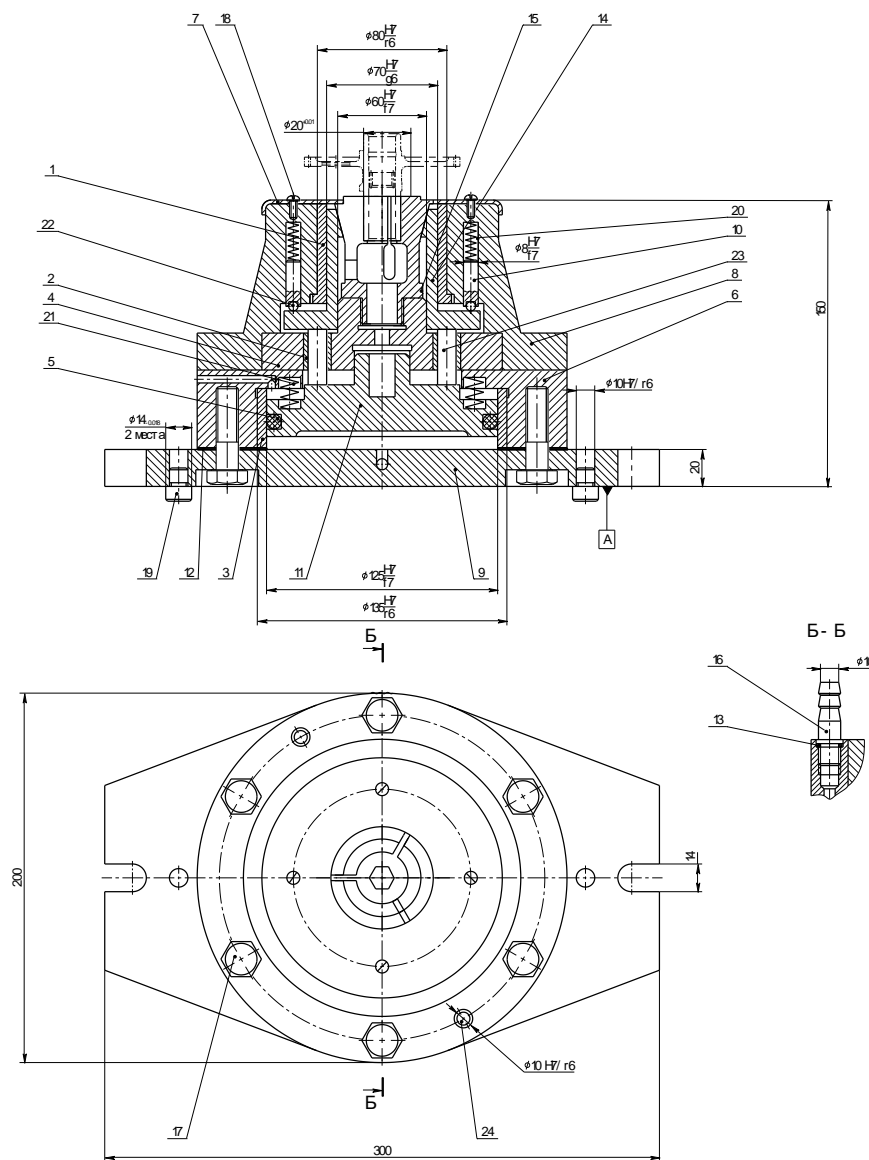
При установке заготовка вставляется в лепестки цанги 16. Сжатый воздух из сети подается через штуцер 17. Поршень 11, преодолевая усилие пружин 23, выполняет поступательное движение вверх. Посредством выдвигания стоек 26 происходит движение стакана 14 вверх. Стакан сжимает лепестки цанги.

После обработки шлиц, подача давления на штуцере 17 прекращается элементы приспособления приходят в первоначальное положение, происходит разжим заготовки.

Для обеспечения работоспособности цанги деформация ее лепестков не должна выходить за пределы упругой зоны. Это требует повышенной точности базового диаметра обрабатываемой детали, который должен быть выполнен не грубее 9-го квалитета.

Точность центрирования при установке деталей в цанге или на разжимной оправке обусловлена погрешностью, не превышающей 0,02...0,04 мм.

Установочные пальцы 21 базируют приспособление на столе станка, остальные элементы являются крепежными либо необходимы для обеспечения правильной работы приспособления.



					15.03.05.2020.013.000.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

Рисунок 3.4 – Компоновка приспособления

3.2 Проектирование контрольного приспособления для замера радиального биения внутренних шлиц

В качестве мерительного инструмента спроектирован и рассчитан специальный комплексный калибр для контроля параметров внутренних шлиц.

Данный измерительный инструмент производит контроль параметров внутренних шлиц, а именно, модуль, диаметр, угол профиля, число зубьев.

Комплексные калибры должны проходить по контролируемой поверхности под действием собственного веса или определенной силы. Контроль шлицевого вала комплексным калибром достаточен в одном положении, без перестановки калибра.

Рассчитаем калибр по ГОСТ 24969-81.

Предельные размеры толщины зуба $S=1,25$, ширины впадины $1,443$ калибров определяются в соответствии с ГОСТ 6033.

Толщине зуба вала соответствует ширина впадины калибра-кольца, а ширине впадины втулки - толщина зуба калибра-пробки. Это относится и к проходному калибру-кольцу и контрольному калибру-пробке.

При расчете размеров по роликам, соответствующих предельным размерам калибров, следует исходить из предельного размера ширины впадины. Поэтому необходимо сначала пересчитать предельные размеры толщины зуба калибров-пробок на предельные размеры ширины впадины, таким образом, для половины угловой ширины впадины между зубьями, получим:

$\eta' = \frac{e'}{d}$ и $\eta'' = \frac{e''}{d}$ соответственно.

Размеры по роликам комплексных и поэлементных калибров рассчитываются по следующим формулам:

$$\text{inv} \alpha'_M = \text{inv} \alpha \pm \frac{D_M}{d \cdot \cos \alpha} \pm \eta';$$

$$M' = d \cdot \frac{\cos \alpha}{\cos \alpha'_M} \pm D_M$$

Из двойных знаков \pm , встречающихся в формулах, верхние знаки приняты для внешних зубьев (индекс «+» – вал, калибр-пробка), а нижние – для внутренних зубьев (индекс «-» – втулка, калибр-кольцо).

Размеры по роликам контрольных калибров (вид 2, 3) рассчитываются по следующим формулам:

					15.03.05.2020.013.000.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

$$\operatorname{inv} \alpha_M'' = \operatorname{inv} \alpha \pm \frac{D_M}{d \cdot \cos \alpha} \pm \eta''$$

$$M'' = d \cdot \frac{\cos \alpha}{\cos \alpha_M''} \pm D_M$$

Однако расчет размеров калибров по роликам может быть значительно упрощен при использовании номинальных значений по ГОСТ 6033.

3.3 Расчет и проектирование червячной фрезы для обработки зубьев

В качестве режущего инструмента конструируем фрезу червячную для обработки зубчатого венца на операции №20.

1. Толщина зуба в нормальном сечении

$$s_n = \frac{\pi m_n}{2} \pm \Delta s_o.$$

$$s_n = \frac{3,14 \cdot 1,5}{2} + 0,25 = 2,605 \text{ мм};$$

2. Высота головки профиля зуба фрезы

$$h_a = (h_a^* + c^*) m,$$

$$h_a = (0,8 + 0,2) \cdot 1,5 = 1,5 \text{ мм};$$

3. Высота ножки профиля зуба фрезы

$$h_f = (h_a^* + c^*) m$$

$$h_a = (0,8 + 0,2) \cdot 1,5 = 1,5 \text{ мм};$$

4. Полная высота зуба

$$h = h_a + h_f$$

$$h = 1,5 + 1,5 = 3 \text{ мм}$$

5. Глубина стружечной канавки

$$H = h + K + r$$

$$H = 3 + 4 + 3 = 10 \text{ мм}$$

					15.03.05.2020.013.000.ПЗ	Лист
						53
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где r – радиус дна впадины,
 K – величина затылования;
 h – полная высота зуба;

6. Величина затылования для фрез с нешлифованным профилем

$$K = \frac{\pi D}{z_0} \operatorname{tg} \alpha_B;$$

$$K = \frac{3,14 \cdot 75}{12} \operatorname{tg} 11^\circ = 3,2 \approx 3$$

Задний угол на вершине зуба образуется за счет затылования и принимается в пределах $\alpha_B = 11^\circ$.

$z_0 = 12$ – число зубьев фрезы.

D – наружный диаметр фрезы.

Наружный диаметр фрезы D выбирается из нормального ряда исходя из конструктивных соображений и в зависимости от класса точности нарезаемого колеса (чем больше диаметр фрезы, тем выше точность обработанного колеса). Предварительно наружный диаметр можно определить по формуле

$$D = d_0 + 2(H + m)$$

$$D = 27 + 2(10 + 1,5) \approx 50$$

где m – толщина тела фрезы. Должна быть такой, чтобы обеспечить прочность фрезы в наиболее опасном сечении.

Обычно $m = (0,3 \dots 0,5)d_0 = 25 - 0,4 = 24,6$.

Диаметр отверстия d_0 обеспечивает достаточную жесткость оправки, на которой устанавливается фреза и может быть определен по формуле

$d_0 = 14,21h^{0,373}$ – для фрез общего назначения,

$d_0 = 18,65h^{0,404}$ – для прецизионных фрез.

Диаметр d_0 округляется до ближайшего большего значения из нормального ряда (таблица 4.6).

Рассчитываем для фрезы общего назначения:

$$d_0 = 14,21h^{0,373} = 14,21 \cdot 5^{0,373} \approx 25,9$$

Диаметр принимаем 27 мм

Наиболее часто угол профиля фрезы α_{n_0} принимают равным α и профилирование производят по приближенным методам. Фрезы общего

					15.03.05.2020.013.000.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

назначения профилируют на основе конволютного червяка. Этот метод имеет две разновидности:

- при малых углах γ_w подъема витков фрезы (до 3°) угол α_{n_0} принимается равным α ;
- при $\gamma_w > 3^\circ$ угол профиля принимается скорректированным:
 $\alpha_{n_0} = \alpha - \Delta\alpha$,

где $\Delta\alpha$ – поправка на угол профиля.

Угол наклона винтовых стружечных канавок ω . Если винтовую линию на делительном цилиндре развернуть на плоскость, то угол подъема витков фрезы на среднем расчетном диаметре может быть определен по формуле

$$\sin \gamma_w = \frac{p_z}{\pi D_{cp}} = \frac{p_{x_0} n}{\pi D_{cp}},$$

$$\sin \gamma_w = \frac{5,3 \cdot 1}{3,14 \cdot 75} = 0,031$$

$$\gamma_w = 1,9^\circ$$

и считается с точностью до 1 минуты.

Осевой шаг p_{x_0} определяется по формуле:

$$p_{x_0} = \frac{p_{n_0}}{\cos \omega} = \frac{e_n + S_n}{\cos 3^\circ};$$

$$p_{x_0} = \frac{p_{n_0}}{\cos \omega} = \frac{e_n + S_n}{\cos 3^\circ} = \frac{5,32}{0,999} = 5,3$$

n – число заходов червячных фрезы

У червячных фрез с целью обеспечения одинаковых передних углов и одинаковых условий резания на обеих сторонах зуба стружечные канавки делают с углом наклона, равным углу подъема винтовой линии, т.е. $\omega = \gamma_w$.

Шаг винтовых стружечных канавок

$$T_k = \frac{\pi D_{cp}}{\text{tg} \omega};$$

$$T_k = \frac{3,14 \cdot 55}{\text{tg} 3^\circ} = 3366$$

Угол профиля архимедова червяка:

$$\text{ctg} \alpha_{\text{черв.}} = \text{ctg} \alpha_{n_0} \cos \gamma_w = \text{ctg} 20^\circ \cos 1,9^\circ = 0,275;$$

					15.03.05.2020.013.000.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

За счет затылования и наличия винтовой стружечной канавки углы профиля зубьев фрезы различны для каждой стороны и определяются по формулам

$$\operatorname{ctg}\alpha_{\text{прав.}} = \operatorname{ctg}\alpha_{\text{черв.}} \pm \frac{Kz}{T_k}, \quad \operatorname{ctg}\alpha_{\text{лев.}} = \operatorname{ctg}\alpha_{\text{черв.}} \mp \frac{Kz}{T_k},$$

где верхние знаки принимаются для правозаходных фрез, а нижние – для левозаходных. Принимаем правозаходную фрезу.

$$\operatorname{ctg}\alpha_{\text{прав.}} = \operatorname{ctg}\alpha_{\text{черв.}} + \frac{Kz}{T_k} = 0,275 + \frac{4 \cdot 12}{3366} = 0,289,$$

$$\operatorname{ctg}\alpha_{\text{лев.}} = \operatorname{ctg}\alpha_{\text{черв.}} - \frac{Kz}{T_k} = 0,275 - 0,13 = 0,262,$$

Угол профиля канавки θ обычно принимается равным $18 \dots 30^\circ$.
Длина фрезы в общем случае рассчитывается по формуле:

$$l = 2h_a \operatorname{ctg}\alpha + x\pi l + 2l_1$$

где x – коэффициент, выбираемый по таблице, приведенной в справочнике инструментальщика. В нашем случае, $x = 5,5 - 3,5$.

l_1 – длина буртика, равная $3 - 6$ мм.

$$l = 2h_a \operatorname{ctg}\alpha + x\pi l + 2l_1 = 2 \cdot 3,5 \operatorname{ctg}20^\circ + 0,12 \cdot 3,14 \cdot 3,5 + 2 \cdot 5 = 30,71,$$

Фреза показана в соответствии с рисунком 3.7

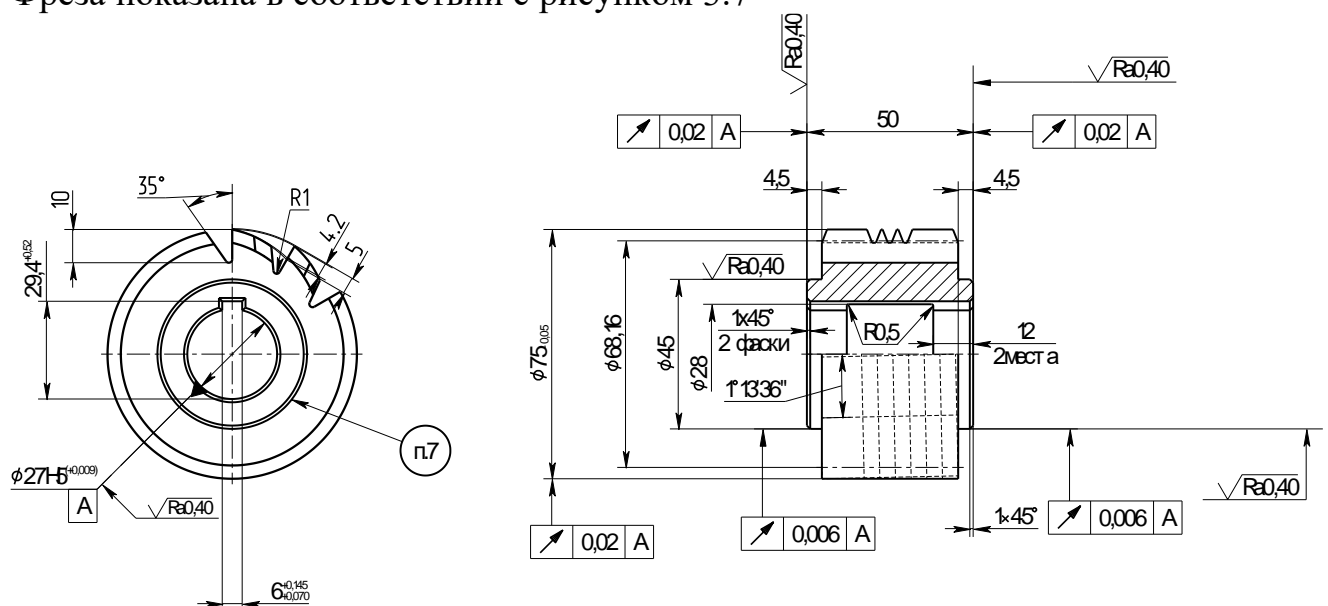


Рисунок 3.7 – Фреза червячная

Выводы по разделу три

В конструкторском разделе спроектировано специальное станочное приспособление, выполнена теоретическая схема базирования и его компоновка, спроектирован комплексный калибр для контроля внутренних шлиц, фреза червячная для обработки зубчатого венца.

					15.03.05.2020.013.000.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

4 СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

4.1 Исходные данные:

Годовая программа N – 72 000 шт;

Вес детали – 0,46 кг;

Наибольший размер детали – 83,86 мм;

Тип пролета здания – средний;

Тип фонаря на кровле – ППФ (продольный прямоугольный фонарь).

При годовой программе выпуска деталей 72000 штук определяем тип производства – среднесерийное.

Данные представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Исходные данные

№ оп.	Наименование операции	Модель станка	To	Tв	Tшт	Tпз
05	Токарная с ПУ	LT-400	6,83	1,9	9,603	25
10	Токарная с ПУ	LT-400	4,5	1,3	6,38	25
15	Слесарная	Верстак	1,6	1	2,808	15
20	Зубофрезерная	H200	4,35	1,95	6,804	25
25	Слесарная	Верстак	1,55	0,8	2,538	15
50	Токарная с ПУ	LT-400M	9,42	1,55	12,067	25
55	Слесарная	Верстак	1,4	0,8	2,376	15
60	Токарная с ПУ	LT-400M	8,12	1,55	10,637	25
65	Слесарная	Верстак	1,4	0,8	2,376	15
70	Шлифовальная	3110	2,2	0,56	2,98	18
75	Слесарная	Верстак	1,4	0,8	2,376	15
80	Зубодолбежная	5122	2,59	0,95	3,82	25
85	Слесарная	Верстак	3,12	1	4,45	15
90	Зубошлифовальная	RZ260	1,48	1,55	3,27	17
95	Слесарная	Верстак	2,55	1	3,83	15

4.2 Выбор и определение количества оборудования

Для современного механосборочного производства характерен высокий уровень автоматизации производственных процессов, поэтому технологическое оборудование должно обеспечивать не только автоматизацию обработки или сборки, но и стыковаться с оборудованием и техническими средствами, объединяющие отдельные виды технологического оборудования в единый автоматизированный производственный процесс.

					15.03.05.2020.013.000.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

Характер и состав технологического оборудования во многом определяются типом производства.

При выборе состава технологического оборудования современных цехов механосборочного производства, необходимо учитывать следующие основные тенденции: интенсификацию технологических процессов; повышение качества обработки деталей и сборки машин; комплексную автоматизацию производственных процессов; повышение производительности труда и рентабельности производства.

Состав технологического оборудования:

1) Операция 05,10 токарная с ПУ: токарный LT-400

Технические характеристики:

Габаритные размеры:

Длина · ширина · высота

2130x1530x1650

Вес, кг.: 3100

2) Операции 15,,25,55,65,75,85,95 слесарная: верстак

Технические характеристики:

Габаритные размеры:

Длина · ширина · высота

200x600x830

Вес, кг.: 52

3) Операция 20 зубофрезерная: зубофрезерный H200

Технические характеристики:

Длина · ширина · высота

2700x1100x1945

Вес, кг.: 2700

4) Операция 50,60 токарная с ПУ: токарный LT-400M

Технические характеристики:

Габаритные размеры:

Длина · ширина · высота

2230x1650x1850

Вес, кг.: 3700

5) Операция 70 шлифовальная: шлифовальный RSM500

Технические характеристики:

Габаритные размеры:

Длина · ширина · высота

2500x1500x1600

Вес, кг.: 2500

6) Операция 80 зубодолбежная: зубодолбежный 5122

Технические характеристики:

Длина · ширина · высота

2700x1100x1945

Вес, кг.: 2700

7) Операция 90 зубошлифовальная: зубошлифовальный RZ260

					15.03.05.2020.013.000.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

Технические характеристики:

Длина · ширина · высота

2830x1750x1960

Вес, кг.: 4800

Расчет количества технологического оборудования в данном случае производится по точной программе и предусматривает разработку подробного технологического процесса обработки деталей с техническим нормированием каждой операции.

Расчет числа станков, необходимых для выполнения каждой операции, определяют по формуле:

$$C'_p = \frac{t_{шт}}{\tau}, \quad (4.1)$$

где $t_{шт}$ – штучное время выполнения операции, мин

$$t_{шт} = (t_m + t_{всп}) \cdot \left(1 + \frac{a}{100}\right), \quad (4.2)$$

t_m – машинное время выполнения операции, мин;

$t_{всп}$ – вспомогательное время выполнения операции, не перекрываемое машинным временем, мин;

$a = 6...10\%$ – процент потерь времени на обслуживание рабочего места и регламентированные перерывы в работе;

$\tau = \Phi_{эф} \cdot 60 / N$ – такт выпуска деталей, мин;

$\Phi_{эф}$ – эффективный годовой фонд времени работы оборудования, ч;

$\Phi_{эф} = 3900$ ч

N – годовая программа выпуска, шт.

$$\tau = \frac{3900 \cdot 60}{72000} = 3,25$$

$t_{шт05,10} = 15,983$ мин, $t_{шт15,25,55,65,75,85,95} = 20,754$ мин, $t_{шт20} = 6,804$ мин, $t_{шт50,60} = 22,704$ мин, $t_{шт70} = 2,98$ мин, $t_{шт80} = 3,82$ мин, $t_{шт90} = 3,27$ мин.

$C'_p / 05,10 = 4,92$ округляем $C_p / 05,10 = 6$,

$C'_p / 15,25,55,65,75,85,95 = 6,39$ округляем $C_p / 15,25,55,65,75,85,95 = 7$,

$C'_p / 20 = 2,09$ округляем $C_p / 20 = 3$,

$C'_p / 50,60 = 6,99$ округляем $C_p / 50,60 = 8$,

					15.03.05.2020.013.000.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

$$C'_p / 70 = 0,92 \text{ округляем } C_{p70}=1,$$

$$C'_p / 80 = 1,18 \text{ округляем } C_{p80}=2,$$

$$C'_p / 90 = 1 \text{ округляем } C_{p90}=2,$$

$$C_p = \frac{C'_p}{K_n}. \quad (4.3)$$

Полученное значение C_p округляют до ближайшего большего числа, получая при этом принятое число станков C_n для данной операции.

После этого определяют коэффициент загрузки станков на данной операции, который равен

$$K_z = \frac{C'_p}{C_p}$$

$$K_{305,10}=0,82; K_{315,25,55,65,75,85,95}=0,91; K_{320}=0,7; K_{350,60}=0,87; K_{370}=0,92; K_{380}=0,59$$

$$K_{390}=0,5$$

Следует иметь ввиду, что в тех случаях, когда коэффициент загрузки получается меньше рекомендованных значений, в качестве принятого берут расчетное число станков и коэффициент использования принимают равным единицы.

Коэффициент загрузки не может быть больше единицы. В тех случаях, когда число станков превышает целое число не более чем на 0,05...0,1, допускается округлить его в меньшую сторону, имея в виду возможный пересмотр содержания данной операции в части режимов резания, структуры операции, применяемых инструментальных материалов и оснастки с целью повышения производительности обработки.

Таблица 4.2 – Допустимые значения коэффициентов загрузки и использования оборудования

Группа оборудования	Коэффициент загрузки оборудования		Коэффициент использования оборудования, K_n
	максимальный	средний по группе	
Универсальные станки	0,95... 1,0	0,8	0,9
Автоматы и полуавтоматы	0,95... 1,0	0,85	0,85
одношпиндельные Автоматы и	0,9	0,9	0,8

полуавтоматы	0,9	0,9	0,8
многошпиндельные	0,95...1,0	0,9	0,75
Агрегатные станки	0,95	0,9	0,85
Автоматические линии			
Станки с ЧПУ			

Средний коэффициент $K_{з\text{cp}}$ загрузки станков проектируемого участка определяется по формуле:

$$K_{з\text{cp}} = \frac{\sum C_{pi}}{\sum C_{ni}}, \quad (4.4)$$

где i – число операций обработки детали.

Результаты расчетов признаются удовлетворительными, если

$$K_{з\text{cp}} \geq 0,65 \dots 0,75.$$

При этом допускается для отдельных высокопроизводительных станков, например, протяжных $K_3=0,5$ и менее. $K_{з\text{cp}}$ в соответствии с типом производства при двухсменной работе составляет:

$$K_{з\text{cp}} \geq 0,7 \text{ в массовом и крупносерийном производстве;}$$

$$K_{з\text{cp}} \geq 0,8 \text{ в серийном производстве;}$$

$$K_{з\text{cp}} \geq 0,85 \text{ в мелкосерийном и единичном производстве.}$$

$$K_{з\text{cp}}=0,81$$

Таблица 4.3 – Количество оборудования и коэффициент загрузки

№ опер	Тип и модель станка	C/p	Сп, шт	Фэф, ч.	Ки	Кз
05,10	LT-400	4,92	6	3900	0,85	0,82
15,25,55,65,75,85,95	Верстак	6,39	7		0,9	0,91
20	H200	2,09	3		0,9	0,7
50,60	LT-400M	6,99	8		0,85	0,87
70	RSM-500	0,92	1		0,9	0,92
80	5122	1,18	2		0,9	0,59
90	RZ260	1	2		0,85	0,5
Итого		-	29		-	0,81

4.3 Определение состава и количества работающих

При укрупненных расчетах число станочников определяют по станкоемкости годового объема работ или по принятому числу станков участка (цеха).

В первом случае количество станочников по формуле:

$$R_{ст} = \frac{T_{\Sigma}}{\Phi_{эф} \cdot K_M}, \quad (4.5)$$

где $T_{\Sigma} = \Sigma t_{шт} \cdot N$ – суммарная станкоемкость изготовления деталей на станках данного типа на участке, в станко-часах;

$\Phi_{эф}$ – эффективный годовой фонд времени рабочего (таблица 4.3);

K_M – коэффициент многостаночного обслуживания.

Коэффициент K_M зависит от вида оборудования. Для универсальных станков с ручным управлением $K_M=1$. Для прутковых токарных и токарно-револьверных полуавтоматов $K_M=3...8$; для многошпиндельных полуавтоматов $K_M=1...4$; для зубообрабатывающих полуавтоматов $K_M=2...4$; для агрегатно-сверлильных, агрегатно-расточных $K_M=1...3$; для станков с программным управлением $K_M=2...3$.

Таблица 4.3 – Фонд времени работы рабочих

Продолжительность рабочей недели, ч	Номинальный фонд времени, ч	Продолжительность основного отпуска, дни	Потери номинального фонда времени, %	Эффективный годовой фонд времени, ч
40	2000	24	11	1720

При определении числа производственных рабочих пользуются усредненными значениями K_M : для мелкосерийного и единичного производства $K_M=1,1...1,35$; для среднесерийного $K_M=1,3...1,5$; для крупносерийного и массового $K_M=1,9...2,2$.

Число станочников можно определить также по числу принятых станков C_n цеха или участка

$$R_{ст} = \frac{C_n \Phi_{эф} K_3 K_{и}}{\Phi_{эф} K_M}, \quad (4.6)$$

где $\Phi_{эф}$ – эффективный годовой фонд времени работы оборудования;

K_3 и $K_{и}$ – коэффициенты соответственно загрузки и использования оборудования (см. табл. 4.3).

При детальном расчете число производственных рабочих – станочников определяют для каждой операции в отдельности по количеству принятых станков и коэффициенту многостаночного обслуживания

$$R_{ст} = \frac{C_n}{K_{мо}} m_c (1 + K_s), \quad (4.7)$$

где m_c – число смен;

K_s – коэффициент, учитывающий среднее число рабочих-станочников, находящихся в отпусках, не работающих вследствие временной нетрудоспособности и др., $K_s = (0,12 \dots 0,20)$.

Таблица 4.4 – Количество рабочих

№ опер	Тип и модель станка	Спр, шт	Фэф, ч.	Ки	Кз	Rст
05,10	LT-400	6	3900	0,85	0,82	3
15,25,55,65,75,85,95	Верстак	7		0,9	0,91	7
20	H200	3		0,9	0,7	3
50,60	LT-400M	8		0,85	0,87	2
70	RSM-500	1		0,9	0,92	1
80	5122	2		0,9	0,59	2
90	RZ260	2		0,85	0,5	2
Итого:		29		-	0,81	20

При распределении общей численности вспомогательных рабочих по сменам можно принимать, что в первую смену работают в цехах единичного и мелкосерийного производства 65%, среднесерийного 60%, крупносерийного и массового 55% вспомогательных рабочих.

При укрупненном проектировании численность инженерно-технических работников (ИТР) механических цехов определяют по нормам в зависимости от числа основных станков цеха, а ИТР сборочных цехов – в зависимости от числа производственных рабочих. В таблице 4.5 приведены нормы для расчета численности ИТР механических и сборочных цехов с учетом разработки технологических процессов, их нормирования на ЭВМ, а также проектирования специальных приспособлений и инструментов работниками отдела главного технолога. Большие значения норм соответствуют числу основных производственных станков механического цеха до 50 или числу производственных рабочих сборочного цеха до 75, меньшие значения – числу станков более 400 и числу производственных рабочих более 700. Промежуточные значения для конкретных условий могут быть получены интерполяцией.

При детальном проектировании численность ИТР уточняют в соответствии с разработанной структурой цеха и схемой его управления.

Число служащих механических и сборочных цехов определяют по нормам в зависимости от числа производственных рабочих. Для механических цехов

единичного и мелкосерийного производства число служащих составляет 1,2...2,2%, среднесерийного производства 0,9...1,9%, крупносерийного производства 0,6...1,6%, массового производства 0,1...0,4%. Меньшее значение соответствует численности производственных рабочих цеха более 700 человек, большее – численности производственных рабочих менее 75 человек. Для первой смены численность служащих принимают, как и для ИТР, равной 70% общей численности служащих.

Определяем количество станков, обслуживаемых одним рабочим, C_m

$$K_{mo} \leq \frac{T_{осн} + T_{всп. маш}}{T_{всп. руч} + T_{пер}} \quad (4.8)$$

1) Операция 05,10: $R_{ст} = 3$,

т.е. один рабочий может обслуживать 2 станка (всего 6 станков и многостаночное обслуживание);

2) Операция 15,25,55,65,75,85,95: $R_{ст} = 7$,

т.е. один рабочий может обслуживать 1 станок (всего 7 станков);

3) Операция 20: $R_{ст} = 3$,

т.е. один рабочий может обслуживать 1 станок (всего 3 станка);

4) Операция 50,60: $R_{ст} = 2$,

т.е. один рабочий может обслуживать 4 станка (всего 8 станков и многостаночное обслуживание);

5) Операция 70: $R_{ст} = 1$,

т.е. один рабочий может обслуживать 1 станок (всего 1 станок);

6) Операция 80: $R_{ст} = 2$,

т.е. один рабочий может обслуживать 1 станок (всего 2 станка);

7) Операция 90: $R_{ст} = 2$,

т.е. один рабочий может обслуживать 1 станок (всего 2 станка);

На первой операции принимаем:

1 станочник обслуживает 2 станка (многостаночное обслуживание)

На второй операции принимаем:

1 станочник обслуживает 1 станок

На третьей операции принимаем:

1 станочник обслуживает 1 станок

На четвертой операции принимаем:

1 станочник обслуживает 4 станка (многостаночное обслуживание)

На пятой, шестой, седьмой операции принимаем:

1 станочник обслуживает 1 станок.

Общая численность производственных рабочих равна $R_{ст} = 20$. Так как на участке используется многостаночное обслуживание, количество производственных рабочих равно 20.

					15.03.05.2020.013.000.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

Численность вспомогательных рабочих при укрупненном проектировании принимают общим числом в зависимости от числа производственных рабочих. Вспомогательные рабочие 20% от числа производственных рабочих:

$$R_{всп} = R_{ст} \cdot 0,2, \quad (4.8)$$

$$20 \cdot 0,2 = 4$$

Численность ИТР при укрупненном проектировании принимают общим числом в зависимости от числа основных станков цеха (15-20%):

$$R_{итр} = (C_{п1} + C_{п3} + C_{п4}) \cdot 0,15, \quad (4.9)$$

$$22 \cdot 0,15 = 3,3$$

Численность служащих при укрупненном проектировании принимают общим числом в зависимости от числа производственных рабочих.

Служащие 0,5-1,4% от числа производственных рабочих:

$$R_{сл} = R_{ст} \cdot 0,01, \quad (4.10)$$

$$20 \cdot 0,01 = 0,2$$

4.4 Выбор типов и определение количества транспортных средств

В качестве межоперационных средств для транспортирования заготовок, полуфабрикатов, готовых деталей служат устройства с различной степенью механизации и автоматизации. Простейшими являются разновидности подвижной тары ящичного или свечного типа. У каждого рабочего места располагают две тары: одна – для заготовок, поступающих на обработку, другая – для обработанных деталей, которые надо передавать на следующую операцию.

Для перемещения заготовок и деталей между операциями выбираем подвесной конвейер. С помощью него можно обслуживать станки с разной высотой загрузки.

Выбор того или иного вида цехового транспорта зависит от веса и размеров изготавливаемых деталей, количества перемещаемых грузов (грузопотока), назначение транспорта, типа и размеров обслуживаемых транспортом зданий.

В каждом отдельном случае необходимо выбрать такой вид транспорта, который наиболее рационально и экономично обслуживал бы производственный процесс.

Расчет количества транспортных средств выполняется по каждому типу принятого транспортного оборудования.

					15.03.05.2020.013.000.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

4.4.1. Расчет подвешного конвейера

Основным параметром конвейера является его скорость V (м/мин) и производительность Q (шт/час). Скорость конвейера

$$V = \frac{Q \cdot l}{60n} \text{ или } V = \frac{l}{\tau \cdot n}, \quad (4.11)$$

где τ – такт работы поточной линии, мин;

l – шаг подвесок, м;

n – количество изделий на одной подвеске, шт.

Для конвейеров, обслуживающих станочные линии скорость его движения принимают 10...20 м/мин в зависимости от количества изделий на подвеске. Из приведенных выше формул определяется шаг подвесок. Наименьший шаг l_{\min} определяется размерами транспортируемых грузов и размерами промежутка Δ минимально допустимого на поворотах наименьшего радиуса R_{\min} .

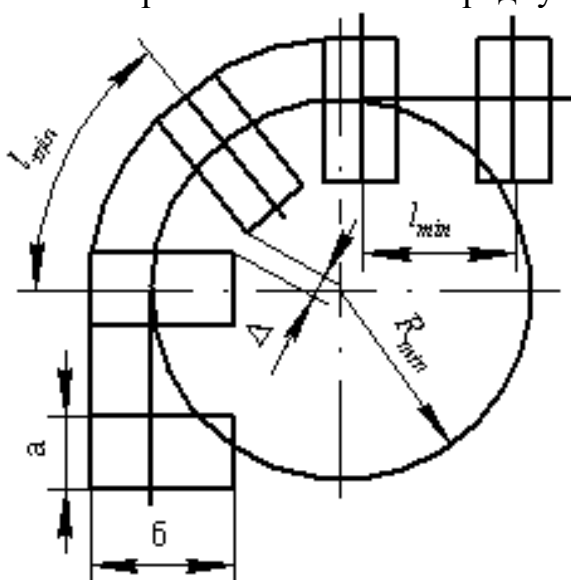


Рисунок 4.2 – Схема расположения подвесок на повороте конвейера: а, б – габаритные размеры подвести; $R_{\min} = 300 \dots 1300$ мм; $\Delta = 100 \dots 150$ мм

В качестве межоперационных средств для транспортирования заготовок, полуфабрикатов, готовых деталей служат устройства с различной степенью механизации и автоматизации. Простейшими являются разновидности подвижной тары ящичного или свечного типа. У каждого рабочего места располагают две тары: одна – для заготовок, поступающих на обработку, другая – для обработанных деталей, которые надо передавать на следующую операцию.

Для перемещения заготовок и деталей между операциями выбираем подвесной конвейер. С помощью него можно обслуживать станки с разной высотой загрузки.

Выбор того или иного вида цехового транспорта зависит от веса и размеров изготавливаемых деталей, количества перемещаемых грузов (грузопотока), назначение транспорта, типа и размеров обслуживаемых транспортом зданий.

В каждом отдельном случае необходимо выбрать такой вид транспорта, который наиболее рационально и экономично обслуживал бы производственный процесс.

Расчет количества транспортных средств выполняется по каждому типу принятого транспортного оборудования.

4.4.2 Расчет потребного количества мостовых кранов

Расчет потребного количества мостовых кранов проводится на основе веса перемещаемых грузов и количества крановых операций.

Потребное количество мостовых кранов определяется по формуле:

$$K = \frac{D i}{\Phi m} \left(\frac{l_{cp} + t_3 + t_p}{V_{cp} \Phi_H K_1} \right), \quad (4.12)$$

где D – количество перевезённых грузов (контейнеров с деталями) на годовую программу выпуска N деталей:

$$D = \frac{N \cdot G_1}{G_k} \quad (4.13)$$

$$D = 72000 \frac{0,46}{250} = 132 \text{ шт.},$$

G_1 – вес одной детали;

G_k – вес контейнера с деталями;

Φ – количество рабочих дней в году, $\Phi = 240$;

m – количество рабочих смен в сутки, $m = 2$;

i – количество крановых операций на один перевезенный груз, $i=2$;

l_{cp} – средняя длина пути на одну крановую операцию, $l_{cp} = 6$;

V_{cp} – средняя скорость движения крана, $V_{cp} = 0,8$;

t_3, t_p – время на одну загрузку и одну разгрузку, $t_3 = 2, t_p = 2$;

					15.03.05.2020.013.000.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

Φ_H – номинальный фонд времени работы крана, $\Phi_H = 480$;
 K_1 – коэффициент, учитывающий простои крана, $K_1 = 0,85$.

$$K = \frac{3 \cdot 2}{240 \cdot 2} \left(\frac{\frac{6}{0,8} + 2 + 2}{480 \cdot 0,85} \right) = 0,15$$

Полученное количество кранов K округляется до целого числа $K_{ц}$ в большую сторону. Принимаем $K=1$.

Коэффициент загрузки крана $K_{зкр}$ по времени:

$$K_{зкр} = \frac{K}{K_H} = \frac{0,15}{1} = 0,15$$

Коэффициент загрузки кранов зависит от условий и характера производства и составляет для механосборочных цехов 0,15.

4.4.3 Определение необходимого количества электротележек

Электротележки могут использоваться для транспортирования заготовок со склада завода или цеха на склад участка и для перевозки деталей в сборочный цех. Заготовки могут транспортироваться навалом на платформе тележки, а детали после обработки в таре.

Потребное количество электротележек определяется по формуле

$$T = \frac{Q \cdot i}{q \cdot 60 \cdot \Phi_H \cdot m \cdot K_1} \left(\frac{l_{cp}}{V_{cp}} + t_3 + t_p \right), \quad (4.14)$$

где Q – годовой грузопоток деталей (заготовок);

q – заполнение электротележек за один рейс;

i – количество транспортных операций с грузом на один рейс;

$\Phi_H=2070$ часов – номинальный годовой фонд времени работы электротележки

в

одну смену;

$K_1=0,85$ – коэффициент, учитывающий простои электротележки;

l_{cp} – пробег электротележки за один рейс туда и обратно, м.;

V_{cp} – средняя скорость электротележки, м/мин;

m – количество рабочих смен в сутки;

t_3, t_p – время одной загрузки и одной разгрузки тележки, мин.

										Лист
										69
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2020.013.000.ПЗ					

$$T = \frac{72000 \cdot 14}{50 \cdot 60 \cdot 2070 \cdot 2 \cdot 0,85} \cdot \left(\frac{60}{25} + 1 + 1 \right) = 0,42$$

Принимаем $T=1$

Для данного участка механического цеха принимаем одну электротележку ЭТМ.

4.5 Расчет площадей для складирования заготовок и деталей

При большом объеме выпуска изделий целесообразно, чтобы склады заготовок находились при соответствующих цехах-потребителях. Цеховой склад заготовок предназначен для обеспечения бесперебойного снабжения станков и поточных линий материалами и заготовками, но не для хранения металла и заготовок, поступающих на завод от поставщиков большими партиями

$$F_{с.з} = \frac{Q \cdot t}{240 \cdot q \cdot K_{и}}, \quad (4.15)$$

$$F_{с.з} = \frac{10 \cdot 6}{240 \cdot 3 \cdot 0,35} = 10 \text{ м}^2$$

где $Q_{\text{чер}}$ – масса материала и заготовок годового объема выпуска, т;

t – среднее количество рабочих дней, в течение которых металл и заготовки хранятся на складе до поступления на обработку;

q – средняя допустимая нагрузка на 1 м^2 полезной площади пола, для крупных заготовок $q = 20 \dots 25 \text{ кН/м}^2$, для средних и мелких $q = 7 \dots 15 \text{ кН/м}^2$ в зависимости от высоты штабелирования (до $6 \dots 10 \text{ м}$);

$K_{и}$ – коэффициент использования площади, $K_{и} = 0,3 \dots 0,4$.

При укрупненном расчете площадь склада принимается в процентном отношении от площади цеха (участка)

$$F_{сз} = (10 \dots 15\%) S.$$

Местом накопления и хранения окончательно обработанных деталей, ожидающих поступления на сборку, является промежуточный склад.

Потребную площадь для промежуточного склада рассчитывают по формуле, аналогично формуле для площади склада материалов

					15.03.05.2020.013.000.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		70

$$F_{с.д} = \frac{Q \cdot t_1}{240 \cdot q_1 \cdot K_{и}}, \quad (4.16)$$

$$F_{с.д} = \frac{7,5 \cdot 2}{240 \cdot 3 \cdot 0,35} = 8 \text{ м}^2$$

где Q – масса деталей годового объёма выпуска, подлежащих хранению, т;

t_1 – число рабочих дней запаса; $t_1=12$;

q_1 – средняя допустимая нагрузка на 1 м^2 , $q_1 = 10...40 \text{ кН/м}^2$;

$K_{и}$ – коэффициент использования площади, $K_{и} = 0,25...0,3$.

4.6 Выбор способа транспортирования стружки

В результате механической обработки металлов резанием образуется значительное количество стружки, которое можно определить как разность масс заготовки и детали из расчета годового объема выпуска. При укрупненных расчетах массу стружки можно принимать равной 10...15% массы готовых деталей.

Для облегчения транспортирования длина стружки должна быть не более 200 мм, а диаметр спирального витка - не более 25...30 мм.

Техническое решение по организации сбора и транспортирования стружки зависит от годового количества стружки, образованного на 1 м^2 цеха. Существует три системы уборки стружки от станков: М – механизированная с использованием ручного труда, средств малой механизации; К – комбинированная, когда предусматривают линейные конвейеры вдоль станочных линий со специальной тарой в конце конвейера; А – автоматизированная с применением средств непрерывного транспорта.

Площадь участка определяется по формуле:

$$F = n_1 \cdot q_1 + n_2 \cdot q_2 + n_3 \cdot q_3, \quad (4.17)$$

где n_1, n_2, n_3 – количество станков соответственно мелких, средних и крупных, шт., $n_1 = 7$, $n_2 = 20$; $n_3 = 2$.

q_1, q_2, q_3 – удельная площадь, приходящая соответственно на один мелкий, средний и крупный станок, м^2 , $q_1 = 12$, $q_2 = 25$, $q_3 = 45$

$$F = 7 \cdot 12 + 20 \cdot 25 + 2 \cdot 45 = 674 \text{ м}^2$$

Количество стружки на 1 м^2 цеха

					15.03.05.2020.013.000.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

$$Q = \frac{0,15 \cdot 1 \cdot 280}{674} = 0,06 \quad (4.18)$$

Так как $Q = 0,06$, принимаем механизированная с использованием ручного труда, средств малой механизации (K до 0,3). В данном случае целесообразно собирать стружку в специальные ёмкости и доставлять к месту сбора или переработки напольным транспортом.

Нормы расстояний между станками с разными габаритными размерами выбираются по большему из этих станков. В случае обслуживания станков подвесными и мостовыми кранами расстояния от стен и колонн до станков принимаются с учетом возможности обслуживания кранами.

Нормы расстояний не учитывают размещение тары для сборки стружки и каналов для ее транспортирования, промпроводок (пар, вода, сжатый воздух и т.д.), устройств для транспортирования деталей (местные подъемные устройства, рольганги и т.д.), мест для хранения оргоснастки (приспособлений, крупных и тяжелых деталей).

Нормы расстояний приняты по [3] и с учетом ГОСТ 12.3.020-80.

4.7 Планировка оборудования и определение производственной площади

Оборудование на участке располагается по ходу технологического процесса с учетом требуемых расстояний между станками и элементами

конструкций здания, транспортных устройств. Операции

скомпонованы таким образом, чтобы был выполнен основной принцип – наикратчайший путь движения детали от склада заготовок до склада готовой продукции, при отсутствии встречных и пересекающихся круговых потоков.

Для обеспечения безопасности и удобства, а так же нормального обслуживания оборудования рекомендуется выдерживать определенные расстояния между габаритами станков и транспортными устройствами.

Производственную площадь участка составляет 674 м^2 , общая длина – 40,465 м, общая ширина – 18 м.

										Лист
										72
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

15.03.05.2020.013.000.ПЗ

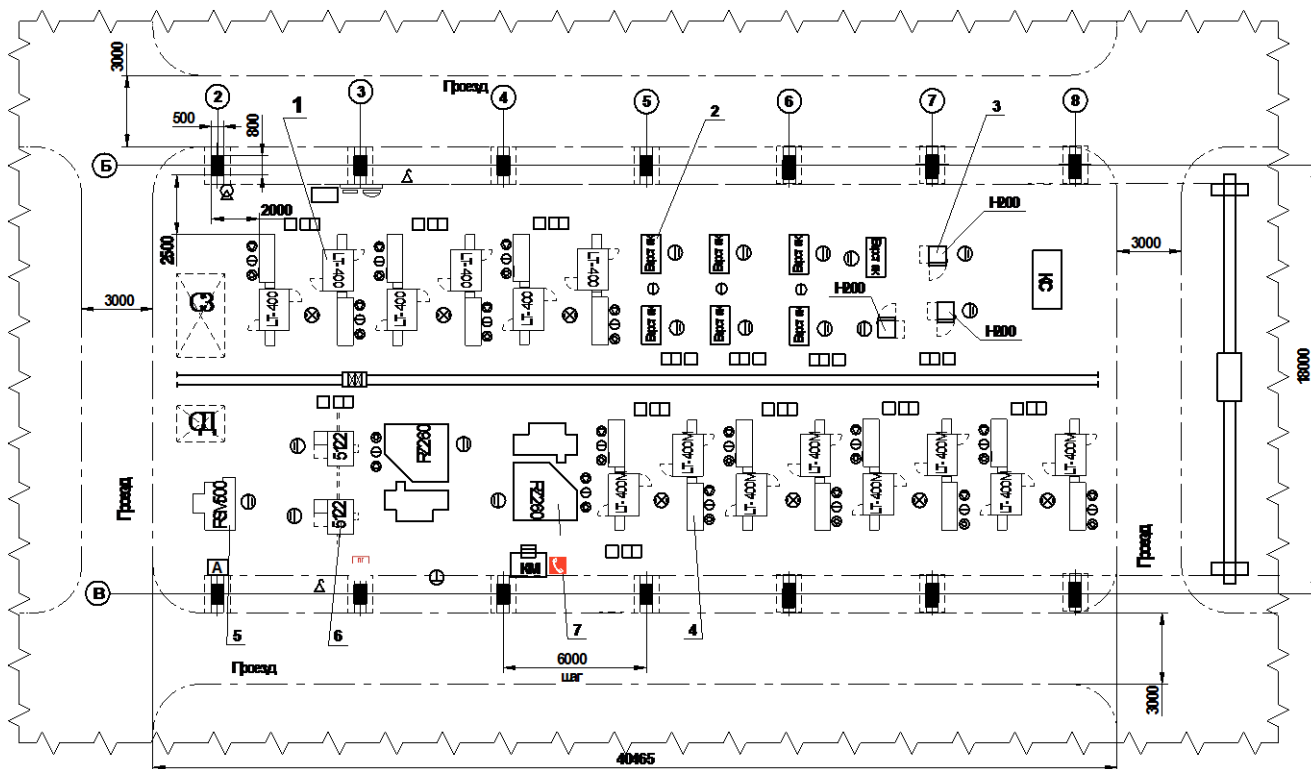


Рисунок 4.2 – Планировка участка

4.7.1 Организация рабочих мест

Основной задачей проектирования рабочего места является создание такой конструкции организационной оснастки и такого расположения оборудования, заготовок, готовых деталей и оснастки, при которых отсутствуют лишние нерациональные движения и приёмы (повороты, нагибания, приседания и т.д.), максимально сокращаются расстояния перемещения рабочего.

Система организации рабочего места должна соответствовать характеру производства, принятой специализации производственного процесса. Так в условиях единичного производства выполнение на рабочем месте большого числа разнообразных операций требует наличия всевозможных инструментов, приспособлений и соответствующего инвентаря для его хранения и расположения. При переходе к серийному производству и специализации производственных участков число операций, выполняемых на рабочем месте сокращается, начинает применяться специализированный инструмент, приспособления и соответственно меняется планировка и оснащение рабочего места.

Типовой инвентарь рабочих мест станочников.

1. Тумбочка – предназначена для двухсменной работы и имеет два отделения для сменщиков. В каждом отделении тумбочки хранятся инструменты постоянного пользователя и средства ухода за оборудованием. Тумбочка снабжена планшетом для крепления технологических карт.

2. Приёмный стол – предназначен для размещения заготовок и раскладки на нём непосредственно применяемого инструмента. Нижняя полка стола используется для хранения принадлежностей к станку.

3. Стеллаж для приспособлений.

Планировка рабочего места оператора при обработке деталей в патроне изображена на рис. 4.3

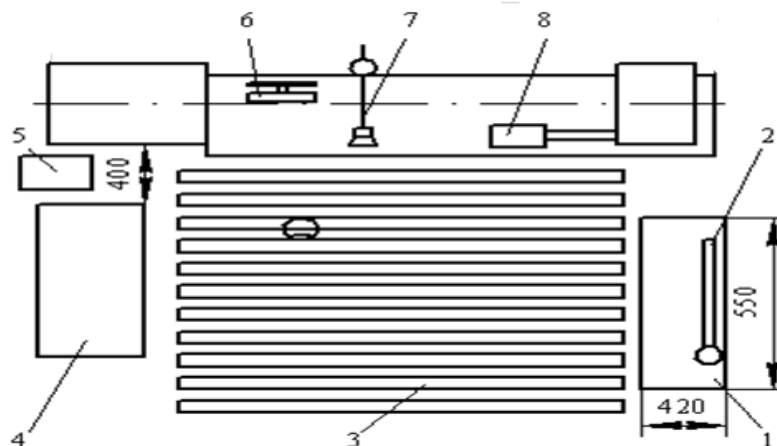


Рисунок 4.3 – Планировка рабочего места оператора при обработке деталей в патроне: 1 – инструментальная тумбочка; 2 – планшет для технологических карт; 3 – решётка под ноги; 4 – стеллаж для деталей; 5 – урна для мусора; 6 – защитный экран; 7 – лампа местного освещения; 8 – планшет для измерительного инструмент

4.8 Выбор типа, формы и определение размеров здания

В соответствии с рисунком 4.4 изображена схема здания в поперечном сечении. Высота пролета здания зависит от высоты устанавливаемого оборудования.

Рассчитываем полезную высоту пролета:

$$H = H_1 + H_2, \quad (4.19)$$

где H_1 – высота подкранового пути;

H_2 – высота, включающая габаритные размеры крана от головки подкранового рельса до верхней точки тележки крана.

$$H_1 = k + z + e + f + c, \quad (4.20)$$

где k – высота станка с наибольшим вертикальным габаритом, 2,22 м;

z – промежуток между транспортируемым предметом, поднятым в верхнее положение, и верхней точкой наиболее высокого станка, $z = 0,5$ м;

e – высота наибольшего транспортируемого предмета, 1,0 м;

Колонны одноэтажных промышленных зданий преимущественно делают железобетонными прямоугольного сечения. Железобетонные колонны с размерами сечения 40×40 см применяют в зданиях высотой до 9,6 м, не имеющих мостовых опорных кранов (рис. 4.5). При высоте пролётов 8,4...10,8 м, оборудованных мостовыми кранами грузоподъёмностью 10 и 20 т, применяют колонны прямоугольного сечения (500×800 мм) с консолями (в соответствии с рисунком 4.5) серия КЭ – 01 – 49.

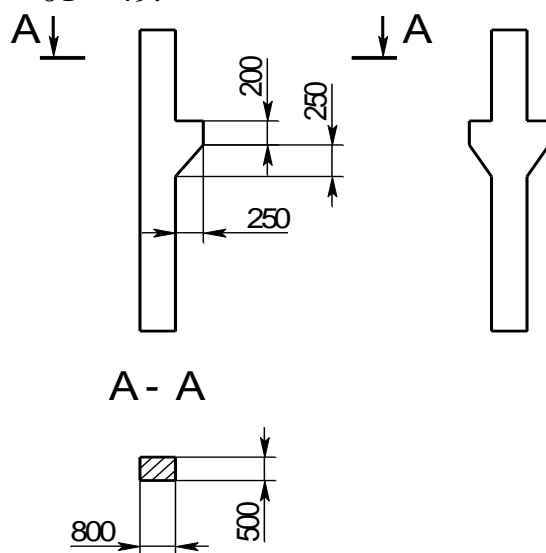


Рисунок 4.5 – Колонна для здания серия КЭ – 01 – 49

Фонари устраивают на кровлях зданий на средних пролётах с целью дополнительного освещения естественным светом и естественной вентиляции. Наибольшее распространение получили прямоугольные продольные фонари (в соответствии с рисунком 4.6).

Фонари состоят из несущей части и ограждений. При железобетонных несущих конструкциях кровли несущие части фонаря делают стальными и железобетонными, а при стальных – только стальными. Фонари применяют шириной 6 и 12 м. Высота фонаря Н при ширине 6 м составляет для пролёта 18 м – 2410 мм; для пролёта 24 м – 2660 мм, для пролёта 30 м – 3430 мм. При ширине фонаря 12 м высота Н для пролёта 24 м составляет 3430 мм, для пролёта 30 м – 3930 мм, для пролёта 36 м – 4430 мм.

Водоотвод с фонарем может быть наружным (при ширине 6 и 12 м) и внутренним (при ширине 12 м).

В последние года признано более целесообразным для естественного освещения применять светопрозрачные пролёты в кровле в виде зенитных фонарей – плафонов из стеклопакетов, из органического стекла, стеклопластика и в виде стекложелезобетонных панелей.

					15.03.05.2020.013.000.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76

5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

5.1 Анализ производственных факторов

Обеспечение безопасности человека в процессе труда - сложная инженерная и организационная задача, которая, безусловно, зависит от конкретных обстоятельств и условий того или иного производства. Вместе с тем технические основы управления безопасностью условий труда достаточно типичны и состоят в идентификации (распознавании) опасных и вредных производственных факторов, оценке рисков, включая их анализ и управление ими.

Разнообразие опасных и вредных производственных факторов допускает самые различные их классификации, которые на практике используются для идентификации опасных и вредных производственных факторов и связанных с ними рисков с целью последующей организации защиты от наиболее часто встречающихся (высокий вероятностный риск) и приносящих наибольший ущерб (высокий стоимостный риск) факторов.

					15.03.05.2020.013.000.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		78

В отечественной практике идентификация опасных и вредных производственных факторов производится на рабочих местах методом аттестации рабочих мест по условиям труда.

При идентификации опасных и вредных производственных факторов по характеру воздействия на организм их разделяют на два основных вида:

а) опасные факторы, связанные с воздействием импульсного характера, последствием которого является практически мгновенное травмирование человека. Условиями проявления опасного фактора и травмирования работника являются:

1) наличие материального носителя энергии с определенной пороговой мощностью, достаточной для травмирования человека, либо наличие условий, когда этим носителем становится само тело человека (при падении);

2) отсутствие, отказ или неэффективность защитных средств;

3) возможность совмещения зоны действия опасного фактора с местонахождением работника;

б) вредные факторы, связанные с воздействием кумулятивного характера на протяжении более или менее длительного периода времени; результатом накопления в организме неблагоприятных последствий от воздействия вредных факторов становится переутомление или заболевание. Условием проявления вредного фактора и заболевания работника служат:

1) наличие материального носителя вредности с определенной пороговой мощностью (концентрацией, интенсивностью), достаточной для преодоления порогового уровня защитных сил организма;

2) отсутствие, отказ или неэффективность защитных средств;

3) возможность длительного пребывания человека в зоне действия вредного фактора, достаточного для накопления в организме пороговой дозы необратимого изменения (путем кумуляции микроизменений) в организме.

При анализе опасных и вредных производственных факторов следует учитывать особенности их возникновения. В этой связи различают:

а) детерминированный (механический) фактор, связанный с характеристиками технологического процесса, оборудования и инструмента, сырья и готового продукта, зданий и сооружений, производственной среды;

б) случайный фактор, связанный с результатом внезапного отказа оборудования, нарушения технологических режимов или возникновения нештатных (незапланированных, необычных, непредвиденных) ситуаций.

Опасные и вредные производственные факторы первого рода могут быть учтены на стадии проектирования, монтажа, эксплуатации, консервации и реконструкции любого объекта; факторы второго рода возникают случайно и предугадать их очень сложно.

5.2 Расчет общего искусственного освещения

					15.03.05.2020.013.000.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		79

Естественное освещение (верхнее и боковое) осуществляется через остекление. На участке принята система комбинированного освещения (общее и местное). Допустимые значения освещенности не менее 500ЛК – общее, 2000ЛК – местное. Аварийное освещение осуществляется лампами накаливания. Расчет искусственного освещения цеха производим по методу удельной мощности /5, стр.138/

Удельную мощность вычисляем по формуле:

$$W = \frac{n \cdot P}{S}$$

где n - число светильников; P - мощность лампы, Вт;

S - освещаемая площадь, м²

Откуда число светильников

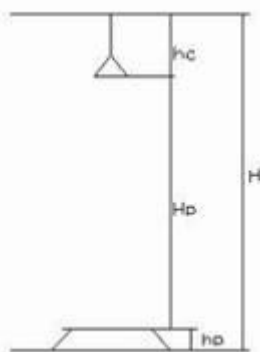
$$n = \frac{W \cdot S}{P}$$

Задаемся исходными данными:

Площадь основного помещения цеха составляет - 15258 м².

Высота рабочей поверхности h_p составляет 0,8 метра.

Высоту свеса h_c принимаем равной 1, так как цех высотой 7,6 метра.



Расчетную высоту определяем по формуле

$$H_p = H - (h_c + h_p), \text{ м}$$

Согласно формуле расчетная высота будет равна

$$H_p = 7,6 - (1 + 0,8) = 5,8,$$

Нормированная минимальная освещенность в помещениях подобного типа принимается равной $E_{MIN} = 200$ лк по /7, табл.4-5/.

					15.03.05.2020.013.000.ПЗ	Лист
						80
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В качестве источника электрического освещения принимаем газоразрядные лампы низкого давления типа ЛБ мощностью 80 Вт, установленные в светильниках типа ЛСП 02 -2х 80.

По /10, табл.5-13/ для заданных коэффициентов отражения от потолка, стен и рабочей поверхности, рассчитанного индекса помещения для светильника типа ЛСП 02 определяем коэффициент использования светового потока, составляющий 69%.

Определяем потребный световой поток от источников света в помещении:

$$F_{л} = \frac{E_{min} \cdot S_p \cdot K_3 \cdot z}{n \cdot u}$$

где E_{MIN} - нормированное значение освещенности, лк.

S - площадь расчетной плоскости, м²;

K_3 - коэффициент запаса (вносит поправку для поддержания во время эксплуатации нормируемой освещенности, учитывает старение ламп и загрязнение осветительной арматуры, принимается равным в пределах 1,3 ... 2);

z - коэффициент зависит от кривых светораспределения светильников и их размещения в освещаемом пространстве, принимается в пределах 1,1 1,2.;

u - коэффициент использования светового потока;

n - число светильников.

$$F_{л} = \frac{200 \cdot 1305 \cdot 1,3 \cdot 1,1}{1 \cdot 0,69} = 540913 \text{ лм}$$

Таким образом, при использовании ламп типа ЛБ 80, имеющих расчетный световой поток 5400 лм по /10, табл.2-12/ для создания нормированной освещенности в рассматриваемом помещении необходима установка 101 светильник ЛСП 02-2х 80, суммарный световой поток которых составит 540913 лм. Расхождения расчетного и фактического светового потоков составляют 0,2 %, что допустимо.

5.3 Повышение устойчивости работы цеха в условиях чрезвычайных ситуаций

Пожарная безопасность предусматривает исключение возникновения пожара, а в случае возникновения его – минимальное воздействие на людей опасных факторов и обеспечение защиты материальных ценностей.

Пожарная безопасность системами защиты, включающих комплекс организационных мероприятий и защитных средств.

Причины пожара в механосборочном производстве: нарушение норм в строительстве зданий, сложные производственные установки, наличие горючих веществ, аппараты под давлением, разветвленная сеть трубопроводов и пусковой

					15.03.05.2020.013.000.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		81

аппаратуры, большая оснащенность электроустановками, неисправность оборудования, вентиляции, короткие замыкания, смеси газов и паров и т. д.

Для предотвращения пожара проводятся мероприятия: организационные, технические, эксплуатационные и режимные.

Организационные: обучение рабочих и служащих, инструктаж.

Технические: соблюдение правил и норм при проектировании зданий, освещения, вентиляции, отопления.

Эксплуатационные: правильная эксплуатация оборудования, осмотры, ремонт, испытания, правильное содержание.

Режимные: запрещение электросварочных и огневых работ в пожароопасных зонах, запрещение курения в не установленных местах.

Мероприятия на базовом производстве: применение огнестойких материалов; огнезащита материалов и конструкций; планировка рабочих мест, участков, цехов, складов, проездов, дорог; создание противопожарных зон в зависимости от типа производств; оснащение рабочих мест, участков и т.д. средствами пожаротушения, сигнализации.

Типы средств пожаротушения:

вода сплошной струей или распылением;

углекислый газ CO₂, азот, аргон;

порошки, песок, покрывала (асбест, брезент);

хладоны – химическое торможение горения;

Причины пожара на участке могут быть:

неисправность электрооборудования (короткое замыкание, перегрузка);

плохая подготовка оборудования к ремонту;

самовозгорание промасленной ветоши и других материалов.

Для исключения этих причин на участке приняты следующие меры:

плановый ремонт оборудования;

своевременный вывоз и утилизация отходов производства;

соблюдение норм пожарной и электробезопасности;

проведение пожарных инструктажей и занятий по пожарно-техническому минимуму с рабочими и служащими.

Ответственными за пожарную безопасность назначаются руководители подразделения: предприятия, цеха, отдела, участка, службы.

Нарушение правил влечет дисциплинарные и административные взыскания, при необходимости – привлечение к судебной ответственности.

Выводы по разделу пять

В разделе БЖД рассмотрен анализ производственных факторов на проектируемом участке, рассмотрены основные виды производственных факторов и меры по снижению воздействия опасных и вредных производственных факторов. Выполнен расчет общего искусственного освещения для проектируемого участка детали «Шестерня ведущая» и, согласно расчетам, выполнено равномерное расположение светильников на участке, а

					15.03.05.2020.013.000.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		82

также рассмотрены вопросы обеспечения безопасности при чрезвычайных ситуациях.

					15.03.05.2020.013.000.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		83

6. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

6.1 Ориентировочный расчет себестоимости изготовления детали.

Себестоимость изготовления детали складывается из следующих показателей:

$$C_{ц} = M + ЗПосн + ЗПдоп + Звып.фон. + Зобоо + Рцех$$

где M – стоимость основных материалов на деталь;

$ЗПосн$ – основная зарплата на деталь;

$ЗПдоп$ – дополнительная зарплата на деталь;

$Звып.фон$ - выплаты во внебюджетные фонды;

$Зобор.$ - расходы на содержание и эксплуатацию оборудования;

$Рцех.$ – цеховые расходы

$$M = M_z \cdot Ц_z - M_{отх} \cdot Ц_{отх}, \quad (6.1)$$

где M_z – масса заготовки, кг

$Ц_z$ - цена 1 кг. материала, руб.

$Ц_{отх}$ - цена 1 кг отходов. руб.

$M_{отх}$. – масса отходов, кг.

$$M = 1,35 \cdot 242,56 - 0,89 \cdot 12 = 316,78 \text{ руб.}$$

$$ЗПтар = \sum Рсд \cdot Кмн \quad (6.2)$$

$$ЗПосн = 82,11 \cdot 1,5 \cdot 1,15 = 141,64 \text{ руб.}$$

Дополнительная зарплата на одну деталь:

$$ЗПдоп = ЗПосн \cdot 0,13 = 141,64 \cdot 0,13 = 18,41 \text{ руб.} \quad (6.3)$$

$$Звып.фон. = (ЗПосн. + ЗПдоп.) \cdot 31,7\% \quad (6.4)$$

$$Звып.фон. = (141,64 + 18,41) \cdot 0,317 = 50,74 \text{ руб.}$$

$$Зобор. = \frac{ЗПтар \cdot Кур \cdot 150}{100} \quad (6.5)$$

$$Зобор. = \frac{82,11 \cdot 1,15 \cdot 150}{100} = 141,64.$$

					15.03.05.2020.013.000.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		84

$$P_{цех} = \frac{ЗПтар \cdot Кур \cdot 250}{100} \quad (6.6)$$

$$P_{цех} = \frac{82,11 \cdot 1,15 \cdot 250}{100} = 236,07$$

$$Сц = 316,78 + 141,64 + 18,41 + 50,74 + 141,64 + 236,07 = 905,28 \text{ руб.}$$

Разработанный технологический процесс изготовления детали «Шестерня привода насоса-дозатора» обеспечивает рентабельную себестоимость.

Выводы по разделу шесть

В данном разделе проведен ориентировочный расчет себестоимости детали, согласно ценам на материал детали.

					15.03.05.2020.013.000.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		85

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенной работы был разработан участок механической обработки детали типа «Шестерня привода насоса-дозатора».

Проведен анализ исходных данных и сравнение отечественных и зарубежных технологий. В технологическом разделе проанализирован существующий технологический процесс и разработан новый предлагаемый вариант технологического процесса. Произведён размерный анализ и расчёт режимов резания.

В конструкторском разделе спроектированы: приспособление для обработки внутренних шлиц; червячная фреза и комплексный калибр.

В строительном разделе: спроектирован участок с оптимальным расположением оборудования; принята механизированная система удаления стружки; определено требуемое количество рабочих и оборудования; определены тип, форма и размер здания.

В разделе «Безопасность жизнедеятельности» разработаны мероприятия: по обеспечению безопасности при чрезвычайных ситуациях; рассчитано общее искусственное освещение;

В экономической части рассчитана ориентировочная себестоимость детали – 905,28 руб.

Таким образом, цель работы достигнута, задачи – решены.

Результаты работы рекомендуется использовать при изготовлении деталей в действующем производстве.

					15.03.05.2020.013.000.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		86

