

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Политехнический институт
Факультет «Механико-технологический»
Кафедра «Машиностроение, автоматика и электроэнергетика»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой
к.т.н, доцент
_____ В.Г. Некрутов
_____ 2017 г.

Участок механической обработки детали «Полумуфта зубчатая (левая)
171.049.02»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ–15.03.05.2017.008.00.00 ПЗ ВКР

Консультанты
Безопасность жизнедеятельности,
к.т.н, доцент
_____ В.Г. Некрутов
_____ 2017 г.

Руководитель работы,
профессор
_____ А.В. Козлов
_____ 2017 г.

Строительный раздел,
к.т.н, доцент
_____ Е.Н. Гордеев
_____ 2017 г.

Автор работы
студент группы ДО-551
_____ Д.С. Моисеев
_____ 2017 г.

Нормоконтролер,
профессор
_____ Б.А. Решетников
_____ 2017 г.

Челябинск 2017

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы

Машиностроение, поставляющее новую технику всем отраслям народного хозяйства, определяет технический прогресс страны и оказывает решающее влияние на создание материальной базы общества.

Современный уровень технического прогресса, непрерывное создание новых совершенных высокопроизводительных, автоматизированных и высокоточных машин, требуют подготовки высокообразованных инженеров, обладающих глубокими теоретическими знаниями и хорошо владеющих новой техникой и технологией производства.

Под технологией производства подразумевается прикладная наука под названием «Технология машиностроения», имеющая значительную теоретическую основу, включающую в себя: учение о типизации технологических процессов и групповой обработке, о жесткости технологической системы, о точности процессов обработки, рассеянии размеров обрабатываемых заготовок, погрешностях технологической оснастки и оборудования, о припусках на обработку, о путях повышения производительности и экономичности технологических процессов, а также теорию конструкторских и технологических баз и другие теоретические разделы.

Важнейшие современные направления развития технологии машиностроения по оптимизации режимов и процессов обработки, автоматизации серийного производства и управления технологическими процессами, применению технологических методов повышения эксплуатационных качеств изготавливаемых изделий в значительной мере основываются на достижениях математических наук, электронной вычислительной и управляющей техники, кибернетики, робототехники, металлофизики и других современных теоретических и технических наук

Цель выпускной квалификационной работы – разработка участка механической обработки детали «Полумуфта зубчатая (левая) 171.049.02».

Задачи работы:

- разработать технологический процесс механической обработки;
- спроектировать для закрепления заготовок сверлильное приспособление;
- спроектировать приспособление для контроля биения поверхности зубьев;
- спроектировать шпоночную протяжку;
- проработать вопросы по безопасности жизнедеятельности;
- разработать планировку участка механической обработки детали «Полумуфта зубчатая (левая) 171.049.02»;
- определить экономический эффект

Объект работы –участок групповой механической обработки детали «Полумуфта зубчатая (левая)»

Предмет работы – процесс разработки участка механической обработки детали «Полумуфта зубчатая (левая) 171.049.02». Результаты работы рекомендуется использовать при изготовлении детали «Полумуфта зубчатая (левая) 171.049.02»

					15.03.05.2017.165.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

1 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

1.1 Описание узла изделия. Служебное назначение детали

В нефтегазовой промышленности Российской Федерации, в частности в компаниях ОАО «Сургутнефтегаз» и ОАО «Газпром», широко применяются буровые лебедки типа ЛБУ.

Буровая лебедка — основной механизм подъёмной системы буровой установки. Она предназначена для проведения следующих операций:

- Спуска и подъёма бурильных и обсадных труб.
- Удержания колонны труб на весу в процессе бурения или про-мывки скважины.
- Приподъёма бурильной колонны и труб при наращивании.
- Передачи вращения ротору; свинчивания и развинчивания труб.
- Вспомогательных работ по подтаскиванию в буровую инстру-мента, оборудования, труб и др.
- Подъёма собранной вышки в вертикальное положение.

Деталь «Полумуфта зубчатая (левая) 171.005 является составляющей буровой лебедки ЛБУ-800Э. Она входит в узел муфты (рисунок 1.1), которая передает вращение с электродвигателя на ведущий вал. Внутренней конической поверхностью полумуфта устанавливается на конец ведущего вала, закрепляется шпонкой. На вал электродвигателя устанавливается аналогичная полумуфта. Две полумуфты скрепляются муфтой, через которую и передается вращение.

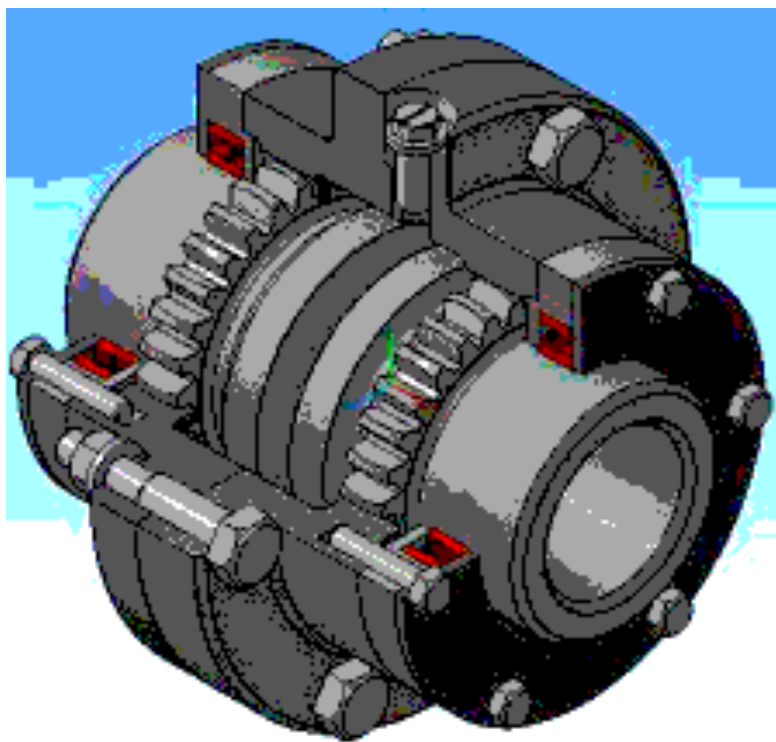


Рисунок 1.1 – Муфта сцепления

									Лист
									7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.165.000 ПЗ				

1.2 Анализ соответствия требований чертежа деталей требованиям ее назначения

Проанализировав диаметральные и линейные параметры чертежа детали, а также конструкцию узла изделия, в который входит деталь, можно сделать вывод, что в целом требования чертежа детали соответствует требованиям её назначения в конструкции изделий. Необоснованным является, завышенные параметры шероховатостей поверхностей всех деталей группы

1.3 Сравнение отечественных и передовых зарубежных технологий и решений

В рамках программы импортозамещения, проводимой в Российской Федерации в последние годы, увеличился выпуск многих деталей нефтегазовой отрасли, закупаемых ранее в европейских и азиатских странах, а также в США. В том числе изготовление буровых лебедок.

Многие узлы данного изделия ранее закупались на территории Украины. В связи с последними политическими событиями, закупки практически прекратились. Однако уровень нефтедобычи заставляет искать другие пути решения данных проблем. В том числе, повышается объем изготовления и ремонта оборудования на предприятиях Российской Федерации, таких как ОАО «Сургутнефтегаз». Для этого был перестроен литейный участок на ЦБПО БНО, открыты цеха штамповки и прессовки, закуплены в большом количестве современные станки с ЧПУ.

Увеличение спроса на новые детали типа «Полумуфта» требует внедрения современных и передовых технологий изготовления, которые позволят сократить трудоемкость и увеличить качество, а также повысить доремонтный цикл работы оборудования.

Для обработки детали типа «Полумуфта» можно применить зубофрезерный станок серии Kalibo модели Y3150H компании BUFFALO MACHINERY CO., LTD (Тайвань) (рисунок 1.2).

Предназначен для фрезерования цилиндрических прямозубых, косозубых шестерен и коротких шлицевых валов с количеством зубьев более 6 с поддержанием постоянной точности обработки в условиях единичного и серийного производства. Нарезание зубчатых колес производится по способу обкатки червячной фрезы и обрабатываемой заготовки попутным или встречным методами фрезерования.

Гидравлика и электроника станка управляется с помощью программируемых контроллеров, что обеспечивает удобство в эксплуатации, высокую надежность и снижает вероятность отказа станка.

Серия Y31 оснащен системой безопасности, системой автоматической смазки узлов станка. Станок отличается высокой статической и динамической жесткостью, достигаемой за счет большой массой станины и длинными и широкими направляющими, а также высокой надежностью, точностью и стабильностью обработки. К основным параметрам станка относятся:

					15.03.05.2017.165.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

- Максимальный диаметр заготовки - 500 мм.
- Максимальный нарезаемый модуль - 8 мм.
- Скорость вращения шпинделя - 40 - 250 об/мин.
- Скорость подачи шпинделя - 0,4 - 4 мм/об.
- Расстояние между осью фрезы и осью стола- 30 - 330 мм.
- Расстояние между осью фрезы и столом - 235 - 535 мм.
- Максимальный угол поворота фрезы - 240°.
- Максимальное перемещение червячной фрезы- 75 мм.
- Максимальный размер червячной фрезы Ø x L - 160×160 мм.
- Диаметр стола/отверстия - 510/80 мм.
- Т - образный паз стола - 6×М12.

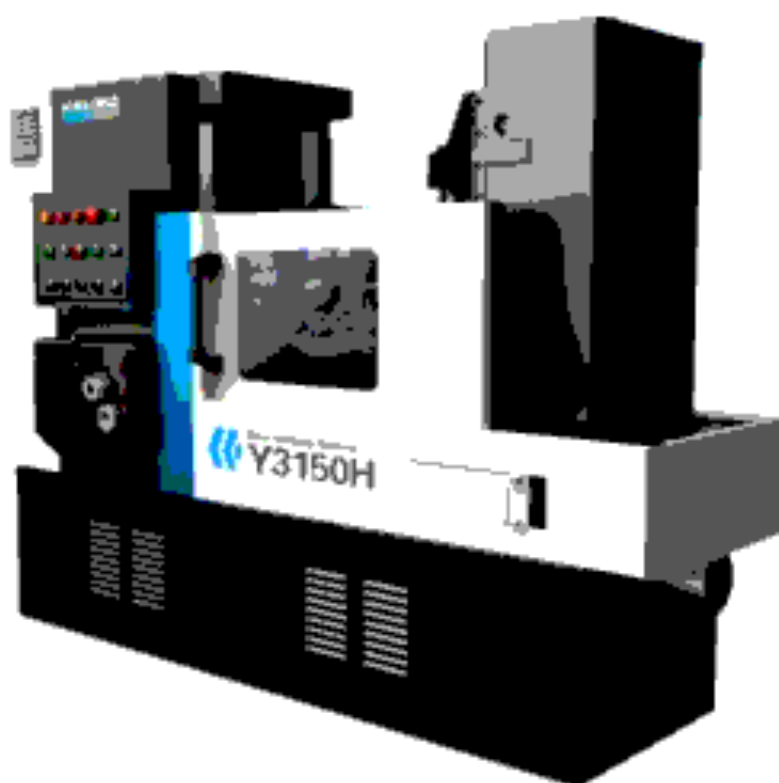


Рисунок 1.2 – Зубофрезерный станок с ЧПУ модели Y3150H

Цельная, литая станина из мелкозернистого чугуна MEEHANITE имеет специфическую конструкцию, дополненную ребрами жесткости, для обеспечения высокой стабильности и износостойкости.

Стоимость станка составляет 4,5 млн.руб.

Своими техническими характеристиками данный соответствует требованиям чертежа, поэтому его применение для обработки приемлемо.

					15.03.05.2017.165.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

1.4 Задачи проектирования

Задачами проектирования является:

- разработать технологический процесс механической обработки;
- спроектировать для закрепления заготовки сверлильное приспособление;
- спроектировать приспособление для контроля биения поверхности зубьев;
- спроектировать шпоночную протяжку;
- разработать планировку участка механической обработки детали «Полумуфта зубчатая (левая) 171.049.02»
- рассмотреть вопросы безопасности жизнедеятельности;
- определить экономический эффект.

					15.03.05.2017.165.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАЗДЕЛ

2.1 Анализ технологичности детали и существующего технологического процесса

Анализ конструкции на технологичность представляет собой комплекс мероприятий по обеспечению необходимого уровня технологичности конструкции по установленным показателям и направлен на повышение производительности труда, снижение затрат и сокращение времени на изготовление изделия при обеспечении необходимого его качества.

В качестве материала применена сталь конструкционная легированная 40Х ГОСТ 4543-71, который обеспечивает требования точности.

В базовом варианте в качестве заготовки применяется отливка, в качестве материала применяется литейная сталь 40ХЛ ГОСТ 977-88.

Определим коэффициент использования материала для базового варианта по формуле.

$$\text{КИМ} = \frac{m_d}{m_z}, \quad (2.1)$$

где m_d – масса детали, $m_d = 74$ кг;

m_z – масса заготовки, для базового $m_z = 106,5$ кг.

$$\text{КИМ}_6 = 74/106,5 = 0,69$$

По форме поперечного сечения – полая деталь. Состоит из двух простых наружных поверхностей (цилиндрической и сферической) и одной простой конической внутренней поверхности.

В большинстве деталь может быть обработана при базировании на отверстие, что обеспечивает, минимальные значения торцового и радиального биения поверхностей детали.

Полумуфта зубчатая относится к жестким деталям, так как обеспечивается условие $d > L$ ($334,4 > 241$). Это означает, что данную деталь можно обрабатывать, используя нормативные режимы резания, не уменьшая их.

В целом деталь можно считать достаточно технологичной.

В соответствии с ГОСТ 14.201-83 рассчитаем показатели технологичности конструкции детали.

Средний квалитет точности T_{cp} обработки детали определяется по формуле

$$T_{cp} = \sqrt[n_i]{T_i}, \quad (2.2)$$

где T_i – номер квалитета точности i -ой поверхности;

n_i – количество размеров деталей, обрабатываемых по T_i -му квалитету.

Для расчета T_{cp} , из чертежа детали, составим таблицу 2.1 по точности всех обрабатываемых поверхностей.

										Лист
										11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.165.000 ПЗ					

Таблица 2.1 – Точность поверхностей детали.

Квалитет точности, IT	7	8	9	10	11	12
Количество размеров детали, n	3	1	1	2	1	20

Подставив значения из таблицы 2.1 в формулу 2.2, получим

$$T_{cp} = \frac{0,318 + 1,19 + 1,10 + 2,11 + 1,12 + 2,0}{3 + 1 + 1 + 2 + 1 + 20} = 11,03$$

Коэффициент точности обработки $K_{то}$ составит

$$K_{то} = 1 - 1 / T_{cp} = 1 - 1 / 11,03 = 0,91 \quad (2.3)$$

Средняя шероховатость детали $Ш_{cp}$ определяется по формуле

$$Ш_{cp} = \sqrt{\frac{Ra_1^2 + Ra_2^2 + Ra_3^2 + Ra_4^2 + Ra_5^2 + Ra_6^2 + Ra_7^2 + Ra_8^2 + Ra_9^2 + Ra_{10}^2 + Ra_{11}^2 + Ra_{12}^2 + Ra_{13}^2 + Ra_{14}^2 + Ra_{15}^2 + Ra_{16}^2 + Ra_{17}^2 + Ra_{18}^2 + Ra_{19}^2 + Ra_{20}^2}{n_1 + n_2 + n_3 + n_4 + n_5 + n_6 + n_7 + n_8 + n_9 + n_{10} + n_{11} + n_{12} + n_{13} + n_{14} + n_{15} + n_{16} + n_{17} + n_{18} + n_{19} + n_{20}}}, \quad (2.4)$$

где Ra_i – значение шероховатости i -той поверхности;

n_i – количество поверхностей, имеющих шероховатость Ra_i .

Для расчета $Ш_{cp}$, из чертежа детали, составим таблицу 2.2 по шероховатости всех обрабатываемых поверхностей.

Таблица 2.2 – Шероховатость поверхностей детали.

Шероховатость Ra , мкм	1,6	3,2	6,3
Количество поверхностей, n	81	3	25

Коэффициент шероховатости детали $K_{шд}$ составит

$$K_{шд} = 1 / Ш_{cp} = 1 / 2,72 = 0,37 \quad (2.5)$$

Так как расчетное значение коэффициента точности обработки больше нормативного, равного 0,8 и значение коэффициента шероховатости поверхностей также больше нормативного, равного 0,18 (ГОСТ 14.201-83), можно сделать вывод о том, что с количественной оценки конструкция детали «Полумуфта зубчатая (левая)» технологична.

В целом конструкция детали является достаточно технологичной и позволяет сравнительно легко и гарантированно обеспечивать заданные требования известными технологическими способами. При этом на всех операциях обеспечивается соблюдение принципа единства и постоянства баз.

Проведя анализ технологичности конструкции детали, разработаем вариант технологического процесса изготовления Полумуфты зубчатой.

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

Обработка деталей «Полумуфта зубчатая» ведется по единичному технологическому процессу. Заданная точность и шероховатость поверхностей обеспечивается обычными методами обработки.

					15.03.05.2017.165.000 ПЗ	Лист
					12	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Базовый техпроцесс позволяет с достаточной вероятностью получать качественные детали, отвечающие всем требованиям чертежа.

Однако применение операций, таких как малопроизводительное долбление, увеличивают трудоемкость обработки и затраты на изготовление детали. За счет применения станочных приспособлений с ручным зажимом соответственно увеличивается вспомогательное время.

Базовый технологический процесс в технологическом оснащении устарел и требует усовершенствования.

Обработка детали «Полумуфта» выполняется в следующей последовательности:

000 Заготовительная операция (отливка).

10 Отжиг

15 Токарная операция. Обработка происходит за несколько переустановок детали с помощью стандартных зажимных устройств, что снижает точность изготовления.

20 Токарная операция. Расточка отверстия. Требуется ввести шлифовальную операцию, что увеличит чистоту и точность изготовления конической поверхности и позволит снизить трудоемкость.

30 Долбежная операция. Требуется применить более производительную протяжную операцию для обработки шпоночного паза

40 Зубофрезерная операция. Нет зубошлифовальной операции, что снижает точность изготовления зубьев. Необходимо ввести данную операцию, что несколько повысит трудоемкость, однако повысит качество изготовления

50 Сверлильная операция. Обработка происходит на вертикально-сверлильном станке с применением универсальной оснастки

60 Слесарная операция.

70 Контрольная операция.

2.2 Разработка технологического процесса

Исходными данными для проектирования технологического процесса будут являться: чертеж детали и расчеты, проведенные в процессе выполнения выпускной квалификационной работы.

Альбом карт технологического процесса заполняется в соответствии с требованиями ЕСТПП на специальных бланках: титульный лист – форма 2 по ГОСТ 3.1105-84; маршрутная карта – форма 1, 1б по ГОСТ 3.1118-82; операционная карта – форма 3 по ГОСТ 3.1404-86; карта эскизов – форма 7,8 по ГОСТ 3.1105-84; карта технического контроля – форма 2, 2а по ГОСТ 3.1502-85. Все расчетные данные, и текстовая информация заносится в соответствующие графы.

					15.03.05.2017.165.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

2.2.1 Выбор вида и метода получения заготовки

В крупносерийном и массовом производстве для получения исходной заготовки применяют штамповку и литье. В базовом варианте применяется литье.

Для получения заготовки детали «Полумуфта зубчатая (левая)» выберем метод штамповки в закрытых штампах на кривошипных горячештамповочных прессах (КГШП)

Зная метод получения исходной заготовки, начертим ее чертеж с указанием исходных размеров, который изобразим на рисунке 2.1.

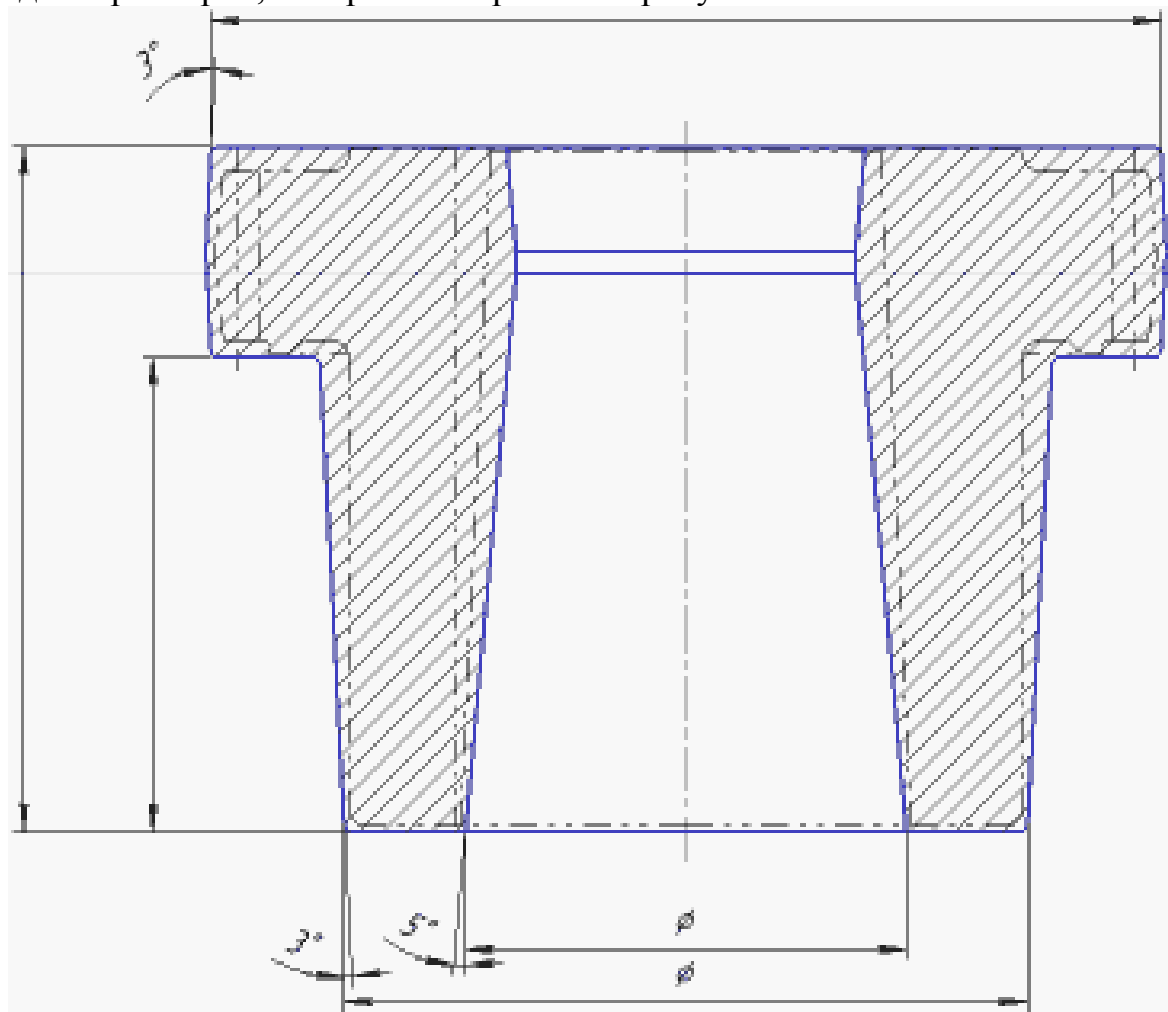


Рисунок 2.1 – Исходная заготовка детали «Полумуфта зубчатая (левая)».

Данная деталь, полученная методом штамповки на КГШП, имеет точность изготовления – 14 квалитет, шероховатость поверхностей – Rz 80.

Штамповочные уклоны: наружных поверхностей – 3° , внутренних поверхностей – 5° .

Радиусы закруглений углов заготовки – 3 мм.

Отклонение от плоскостности по разьему X–X – 0,4 мм.

Зная конфигурацию и размеры готовой детали и заготовки, массы соответственно будут составлять:

- масса готовой детали – 74 кг;
- масса исходной заготовки – 91,3 кг.

					15.03.05.2017.165.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

2.2.2 Определение последовательности обработки поверхностей детали

При горячей штамповке в открытом штампе на КГШП получаем черновую базу $\Phi 243$ и торец 2.

Относительно черновой базы $\Phi 243$ обрабатывается вспомогательная база $\Phi 335$ и торец 1.

Относительно вспомогательной базы обрабатываются все наружные поверхности детали, а также основная база – внутренняя коническая поверхность.

2.2.3 Выбор методов и определение количества переходов для обработки поверхности детали

Для обработки каждой из поверхностей детали необходимо выбрать определенное количество переходов. Каждый из методов обработки позволяет получить точности и шероховатость определенного значения. Поэтому правильность выбора повлияет на точность и качество поверхностей получаемой детали.

Для одной из точных поверхностей произведем аналитический расчет количества переходов, для остальных менее точных поверхностей выбор произведем табличным методом.

Выберем поверхность $\Phi 160H9(+0.1)$.

Заготовка – поковка IT14, Ra12,5, T=3.

Определяем уточнение детали по диаметру по формуле

$$\varepsilon_{\text{д}}^{\phi} = \frac{TD_{\text{з}}}{TD_{\text{д}}}, \quad (2.6)$$

где $TD_{\text{з}}$ – допуск на соответствующий размер заготовки, $TD_{\text{з}} = 1,7$ мм;

$TD_{\text{д}}$ – допуск на соответствующий размер готовой детали, $TD_{\text{д}} = 0,1$ мм.

$$\varepsilon_{\text{д}}^{\phi} = \frac{1,7}{0,1} = 17$$

Определяем уточнение детали по шероховатости по формуле

$$\varepsilon_{\text{д}}^{\text{Ra}} = \frac{Ra_{\text{з}}}{Ra_{\text{д}}}, \quad (2.7)$$

где Ra – шероховатость на соответствующий размер заготовки, $Ra_{\text{з}} = 12,5$ мкм;

Ra д– шероховатость на соответствующий размер готовой детали, $Ra_{\text{д}} = 1,6$ мкм.

$$\varepsilon_{\text{д}}^{\text{Ra}} = \frac{12,5}{1,6} = 7,8.$$

Т.к. уточнение по шероховатости численно получилось меньше, чем уточнение по диаметру, то выбор методов получения детали будем проводить по достижимой на операции значения точности.

										Лист
										15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.165.000 ПЗ					

В качестве окончательного метода обработки может быть внутренне шлифование.

Номинальный припуск: $z_{\text{шлиф. ном.}} = 0,5$ мм.

Определяем допуск и шероховатость предшествующего перехода:

$$T_{\text{пчист.т.}} = 0,5/2 \dots 4 = 0,25 \dots 0,125 \text{ мм.}$$

Принимаем $T_{\text{пчист.т.}} = 0,2$ мм (Н11)

$$\varepsilon_{\text{т.т.}} = \frac{0,2}{0,1} = 2$$

Первая операция: черновое обтачивание. Допуск на этой операции: $T_{\text{черн.т.}} = 0,35$ мм.

$$\varepsilon_{\text{черн.т.}} = \frac{3}{0,35} = 8,57$$

Проверка: $\varepsilon_{\text{т.т.}} \cdot \varepsilon_{\text{черн.т.}} = 2 \cdot 8,57 = 17,14$ – это практически равно 17, поэтому условие выполняется.

Для обработки $\Phi 160\text{H}9(+0.1)$ необходимы следующие переходы:

- 1) черновое точение $\Phi 159\text{H}12(+0.35)$, Ra6,3;
- 2) получистовое точение $\Phi 159,5\text{H}11(+0.25)$, Ra2,5;
- 3) шлифование $\Phi 160\text{H}9(+0,1)$, Ra1,6.

Для остальных поверхностей количество переходов определяем табличным методом. Результаты выбора сводим в таблицу 2.3.

Таблица 2.3 – Количество переходов

Размер	Переходы
$\Phi 240\text{h}11$, Ra6,3	1 Черновое точение $\Phi 241,5\text{h}14$, Ra12,5 2 Чистовое точение $\Phi 240\text{h}11$, Ra6,3
$\Phi 240\text{h}14$, Ra6,3	1 Чистовое точение $\Phi 240\text{h}14$, Ra 6,3
$\Phi 282\text{H}14$, Ra6,3	1 Чистовое точение $\Phi 282\text{H}14$, Ra6,3
$\Phi 296\text{h}14$, Ra6,3	1 Чистовое точение $\Phi 296\text{h}14$, Ra6,3
Сфера $\Phi 334,4\text{h}10$, Ra1,6	1 Черновое точение $\Phi 335,5\text{h}12$, Ra6,3 2 Чистовое точение $\Phi 334,4\text{h}10$, Ra1,6 2 Анодирование $\Phi 28\text{h}14$, Ra6,3
$168 \pm 0,5$, Ra6,3	1 Точение черновое $169 \pm 0,75$, Ra 12,5 2 Точение чистовое $168 \pm 0,5$, Ra 6,3
$241\text{h}14$, Ra6,3	1 Подрезка правого торца, Ra6,3 2 Подрезка черновая торца, Ra12,5 3 Подрезка чистовая торца, Ra6,3
$36\text{D}10$, Ra3,2	1 Протягивание Ra3,2
$\Phi 23\text{H}14$	1 Сверление $\Phi 23 \text{H}14$, Ra6,3

Продолжение таблицы 2.3

Z=40 m=8; Ra1,6	1 Фрезерование 40 зубьев Ra 6,3 2 Закалка ТВЧ 3 Зубошлифование Ra 1,6
173±0,5, Ra6,3	1 Подрезка правого торца Ra 6,3 2 Подрезка чистовая торца Ra 6,3
1,6×45°, Ra6,3	1 Точение чистовое IT14, Ra6,3
R6, Ra6,3	1 Точение чистовое IT14, Ra6,3

2.2.4 Формирование операций с выбором оборудования

Составим маршрут обработки детали с одновременным выбором оборудования:

000 Заготовительная (штамповка), IT14, Rz 50 (КГШП).

005 Токарная, (Токарный станок GH-1860ZX)

- 1) подрезка левого торца чистовая;
- 2) точение черновое $\Phi 335,5h12$;

010 Токарная (токарный с ЧПУ HAAS TL-2)

- 1) подрезка правого торца чистовая ;
- 2) точение $\Phi 240(+0,46)$ получистовое;
- 3) подрезка торца в размер 168 получистовая;
- 4) растачивание конического отверстия $\Phi 159H12$ черновое;
- 5) растачивание конического отверстия $\Phi 159,5H11$ получистовое;
- 6) растачивание фаски 1,6x45° чистовое (с учетом припуска).

015 Внутришлифовальная, IT10, Ra 1,6 (шлифовальный станок 3A228)

- 1) Шлифование конического отверстия $\Phi 159H9$ чистовое.

020 Токарная (токарный с ЧПУ HAAS TL-2); обработка на оправке

- 1) точение $\Phi 240(-0,29)$ чистовое;
- 2) точение сферы $\Phi 334,4h10$ чистовое;
- 3) точение $\Phi 296(-1,3)$ чистовое;
- 4) точение $\Phi 240(-1,15)$ чистовое;
- 5) точение $\Phi 282(+1,3)$ чистовое;
- 6) точение фаски 1,6x45° чистовое;

.....7) точение R6 чистовое.

025 Протяжная (протяжной станок 7Б510)

- 1) протяжка паза 36D10.

030 Зубофрезерная (станок зубофрезерный Y3150)

- 1) фрезерование 40 зубьев получистовое;

035 Слесарная (верстак слесарный)

- 1) зачистка поверхности зубьев после фрезерования

040 Закалка ТВЧ поверхности зубьев

045 Зубошлифовальная (станок зубошлифовальный 5M841)

- 1) шлифование 40 зубьев чистовое;

050 Сверлильная (станок ZY5035A)

					15.03.05.2017.165.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

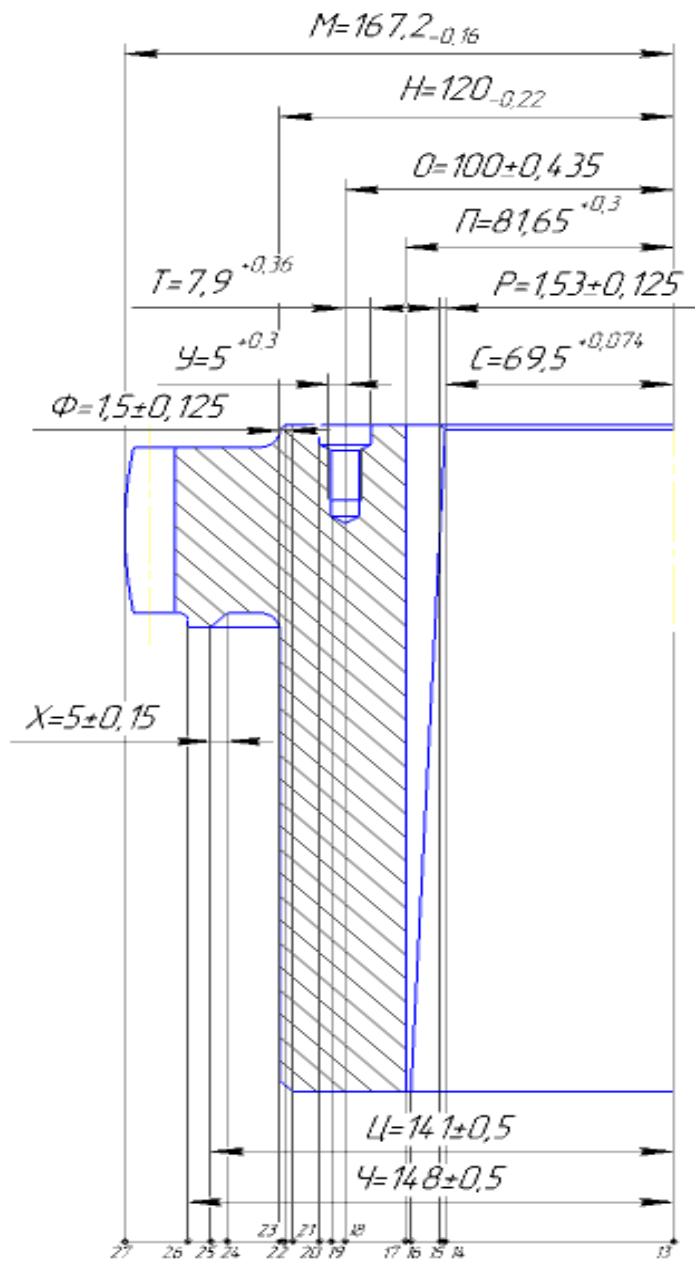


Рисунок 2.3 – Кодирование диаметральных размеров

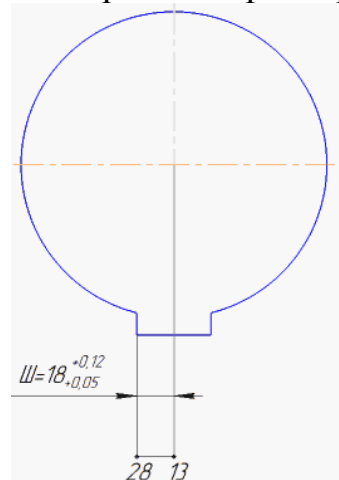


Рисунок 2.4 – Кодирование линейных размеров (шпоночный паз)

										Лист
										19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.165.000 ПЗ					

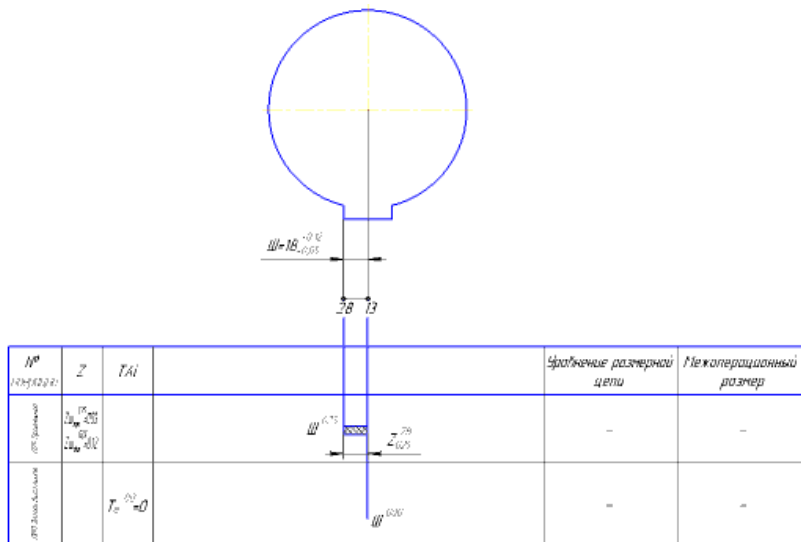


Рисунок 2.7 – Схема линейных размеров (шпоночный паз)

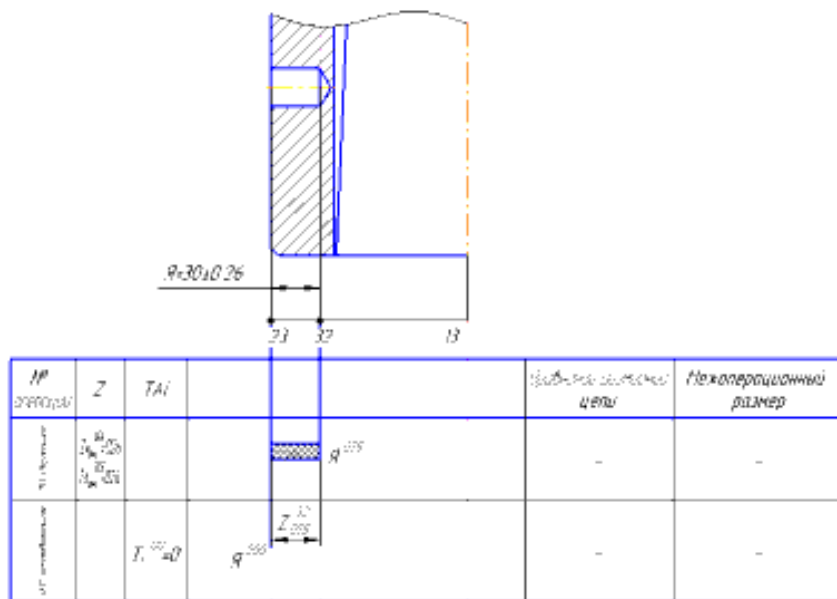


Рисунок 2.8 – Схема диаметральных размеров (отверстие $\varnothing 23$)

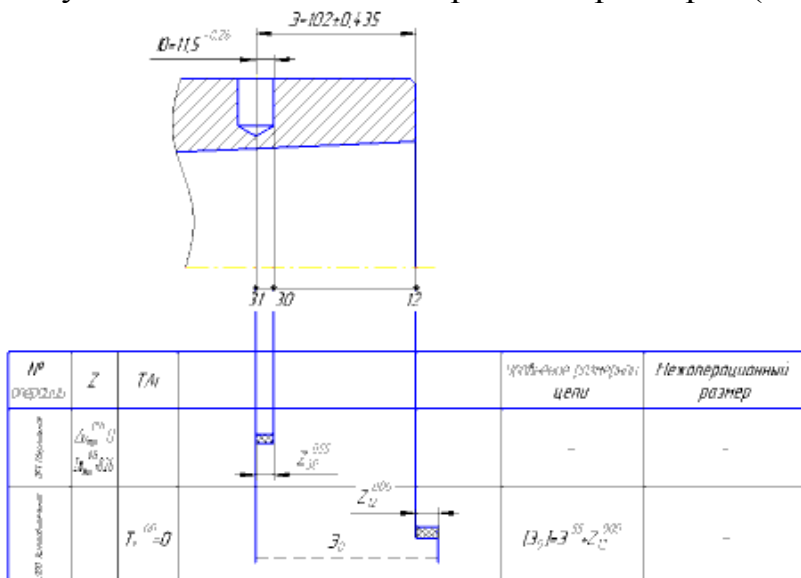


Рисунок 2.9 – Схема линейных размеров (отверстие $\varnothing 23$)

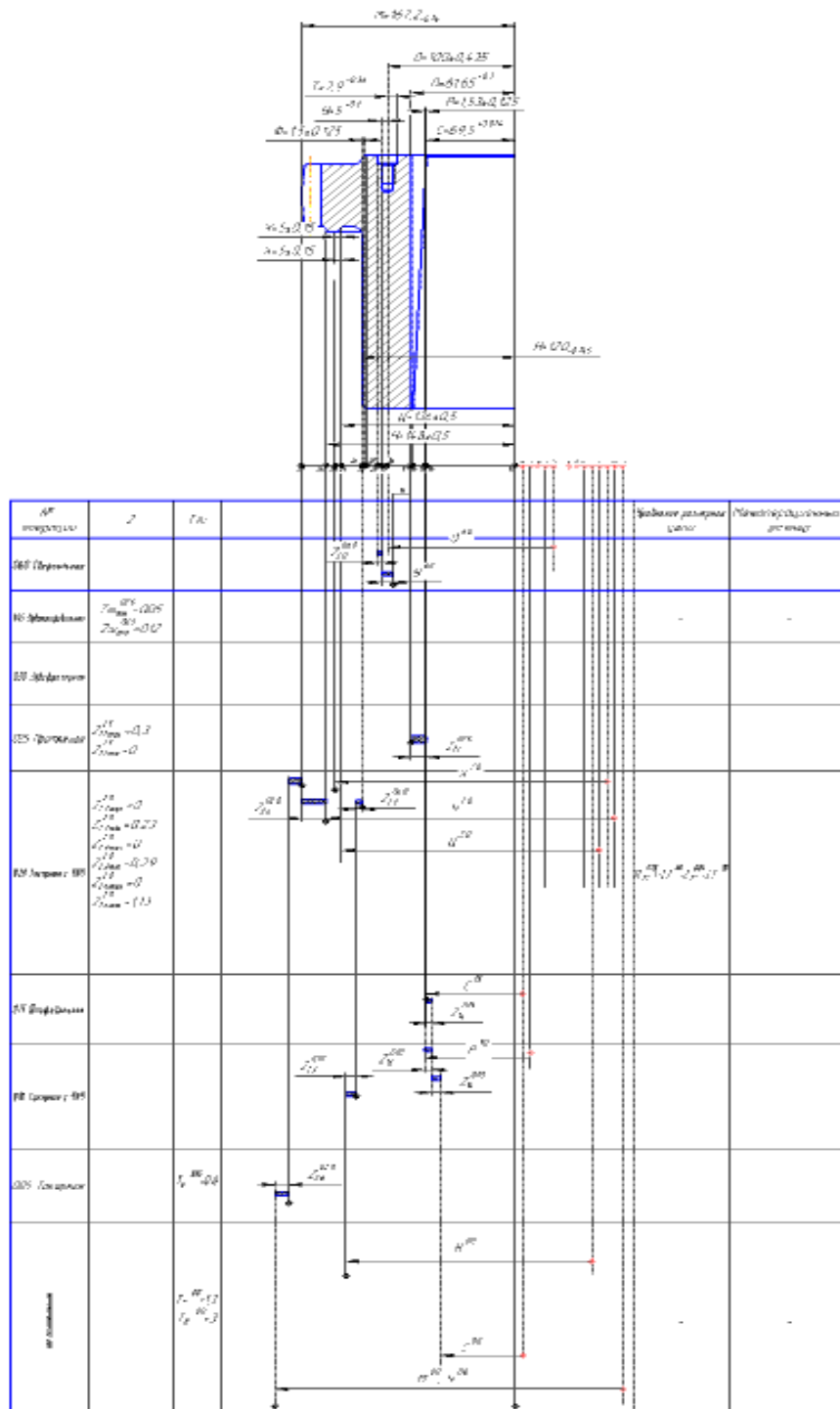


Рисунок 2.10 – Схема диаметральных размеров

На данных изображениях показаны расчеты максимальных и минимальных припусков, а также межоперационных размеров, получаемых в каждой технологической операции.

2.3.2 Расчет размерных цепей

Произведем проверку точности разработки технологического процесса по схеме диаметральных размеров в соответствии с рисунком 2.10.

$$2TЧ=2TЧ^{20}+2TМ^{20}+2TМ^{05}=0,4+0,33+0,59=1,32<1,3;$$

По схеме линейных размеров уравнений нет.

Точность замыкающих звеньев обеспечивается, поэтому можно поправки вносить не нужно, можно перейти к расчету межоперационных размеров.

Произведем расчет межоперационных размеров по схеме диаметральных размеров, в соответствии с рисунком 2.8, способом предельных значений (max – min).

$$1) Z_{M_{\text{чист}}}^{\text{min}} = 2 \cdot (0,024 + 0,04) + \sqrt{0,02^2 + 0,02^2} = 0,19 \text{ мм}$$

$$Z_{M_{\text{чист}}}^{\text{max}} = 0,19 + 0,165 + 0,285 = 0,64 \text{ мм}$$

$$M_{020}^{\text{min}} = 334,4 + 2 \cdot 0,19 = 334,78 \text{ мм}$$

$$M_{020}^{\text{max}} = 334,17 + 2 \cdot 0,64 = 335,45 \text{ мм}$$

$$Z_{M_{\text{черн}}}^{\text{min}} = 2 \cdot (0,08 + 0,2) + \sqrt{0,16^2 + 0,16^2} = 0,779 \text{ мм}$$

$$Z_{M_{\text{черн}}}^{\text{max}} = 0,779 + 0,7 + 0,285 = 1,764 \text{ мм}$$

$$M_{00}^{\text{min}} = 335,45 + 2 \cdot 0,779 = 337,008 \text{ мм}$$

$$M_{00}^{\text{max}} = 334,78 + 2 \cdot 1,764 = 338,308 \text{ мм}$$

2.3.3 Технологический маршрут обработки детали

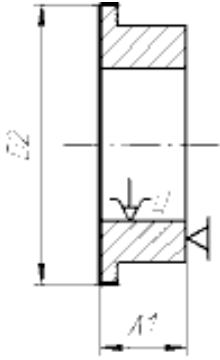
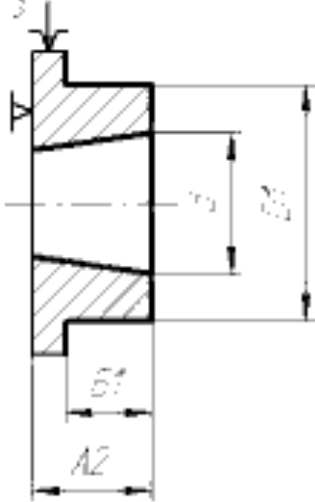
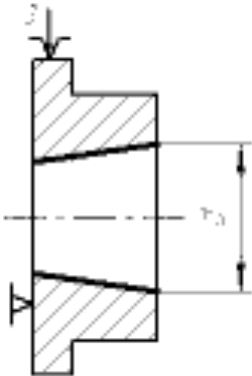
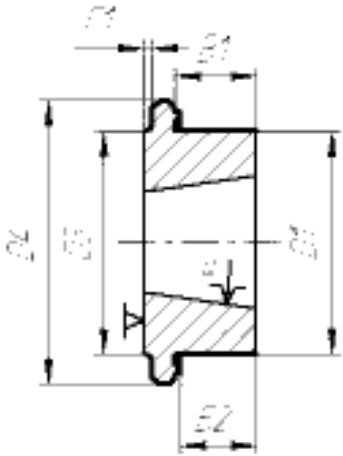
Для технологической обработки детали «Полумуфта зубчатая (левая) 171.049.02» необходимо составить маршрут обработки.

Данный маршрут приведен в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Технологический процесс обработки

Номер операции	Эскиз	Допуски и технические требования
000 Заготовительная		$Ta^{00}=1,15$ $T2M=$

Продолжение таблицы 2.4

005 Токарная		$Ta^{05}=1,15$ $T2M^{05}=1,4$ $\odot 14^0,27^5=0,8$
010 токарная с ЧПУ		
015 Шлифовальная		
020 Токарная с ЧПУ		

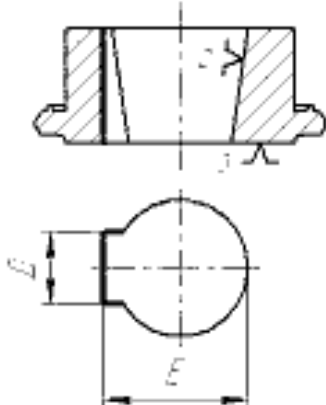
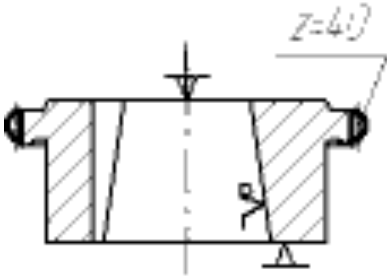
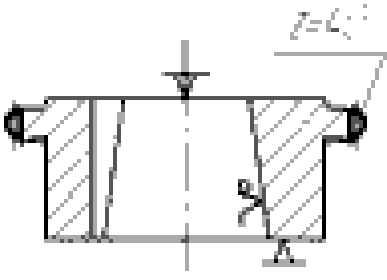
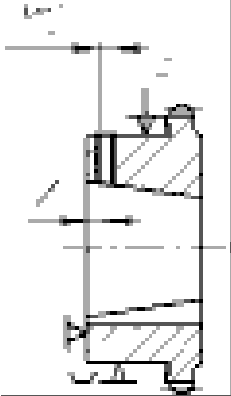
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2017.165.000 ПЗ

Лист

24

Продолжение таблицы 2.4

<p>025 Протяжная</p>		
<p>030 Зубофрезерная</p>		
<p>045 Зубошлифовальная</p>		
<p>050 Сверлильная</p>		

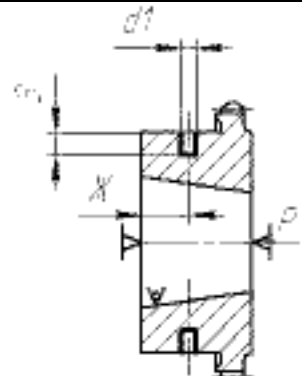
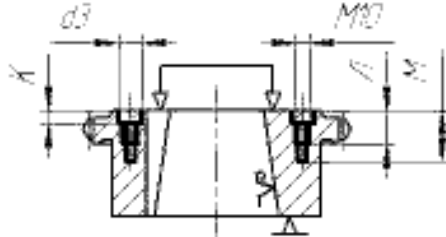
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2017.165.000 ПЗ

Лист

25

Продолжение таблицы 2.4

<p>055 Сверлильная</p>		
<p>060 Сверлильная</p>		

2.4 Расчет режимов резания

Для проведения расчета режимов резания для выполнения операций выберем следующие металлорежущие станки [9]:

- токарная операция – токарно-винторезный станок GH-1860ZX;
- токарная с ЧПУ операция – токарно-винторезный станок с ЧПУ HAAS TL-2;
- шлифовальная операция – внутришлифовальный станок 3A228;
- протяжная операция – горизонтально-протяжной станок 7Б510;
- зубофрезерная операция – зубофрезерный станок Y3150H;
- зубошлифовальная операция – зубошлифовальный станок 5M841;
- сверлильные операции – вертикально-сверлильный станок ZY5035A.

Произведем расчет режимов резания при механической обработке детали в последовательности выполнения операций.

2.4.1 Токарная операция (обработка торца и наружного диаметра)

Расчет проведем для обработки торца с максимальными режимами резания [12].

Материал резца – сплав Т15К6.

Глубина резания: $t = 1,5$ мм.

Длина рабочего хода

$$L = (338 - 114,3) / 2 = 111,85 \text{ мм}$$

По глубине резания определяем подачу.

									Лист
									26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

15.03.05.2017.165.000 ПЗ

Для нашей глубины резания рекомендуется подача $S = 0,6$ мм/об.

С учетом обрабатываемого материала и шероховатости обработки подачу рекомендуется не более $S = 0,45$ мм/об, а с учетом коэффициента на подачу $K=0,75$ получим, $S = 0,45 \cdot 0,75 = 0,34$ мм/об.

Корректируем принятую подачу для суппорта по паспортным данным станка: $S = 0,35$ мм/об.

Определим скорость резания по формуле

$$V_p = V_{\text{табл}} \cdot K_M \cdot K_H \cdot K_T, \quad (2.9)$$

где $V_{\text{табл}}$ – табличная скорость резания, зависящая от подачи, принимаем $V_{\text{табл}} = 135$ м/мин;

K_M – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала, принимаем $K_M = 0,6$;

K_H – коэффициент, зависящий от стойкости инструмента, принимаем $K_H = 1,25$ при стойкости инструмента 100 мин.;

K_T – коэффициент, зависящий от вида обработки, принимаем $K_T = 1,0$ [12].

Таким образом,

$$V_p = 135 \cdot 0,6 \cdot 1,25 \cdot 1,0 = 101,25 \text{ м/мин}$$

Частота вращения шпинделя, соответствующая скорости резания составит

$$n = \frac{1000 \cdot V_p}{S} = \frac{1000 \cdot 101,25}{0,35} = 95,4 \text{ мин}^{-1}$$

Корректируем частоту вращения шпинделя по паспорту станка и устанавливаем действительную $n_d = 90 \text{ мин}^{-1}$.

Рассчитаем действительную скорость резания

$$V = 3,14 \cdot 338 \cdot 90 / 1000 = 95,52 \text{ м/мин}$$

Для расчета мощности станка определим силы резания всех резцов по формуле

$$P_z = P_{z \text{ табл}} \cdot K_M \cdot K_V, \quad (2.10)$$

где $P_{z \text{ табл}}$ – табличная сила резания, кгс, принимаем $P_{z \text{ табл}} = 120$ кгс;

K_M – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала, принимаем $K_M = 0,9$;

K_V – коэффициент, зависящий от скорости резания и переднего угла, принимаем $K_V = 1,1$ [12].

Тогда,

$$P_z = 120 \cdot 0,9 \cdot 1,1 = 118,8 \text{ кгс.}$$

Определим суммарную мощность резания по всем резцам используя формулу

$$N_p = \frac{P_z \times V}{60 \times 102} = \frac{118,8 \times 95,52}{60 \times 102} = 1,85 \text{ кВт}$$

Проверяем достаточность мощности привода станка из условия

$$N_p \leq N_{\text{шп}}, \quad (2.11)$$

где $N_{\text{шп}} = N_{\text{ст}} \cdot \eta$ – мощность шпинделя станка, кВт.

									Лист
									27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

У станка GH-1860ZX $N_{\text{шп}} = 10 \cdot 0,75 = 7,5$ кВт.

$1,85 < 7,5$

Следовательно, обработка возможна.

2.4.2 Токарная операция с ЧПУ (обработка торца, наружного диаметра, растачивание отверстия)

Расчет проведем для растачивания отверстия с максимальными режимами резания.

Материал резца – сплав T15K6.

Глубина резания: $t = 1,5$ мм.

Длина рабочего хода $L = 241$ мм.

По глубине резания определяем подачу.

Для нашей глубины резания рекомендуется подача $S = 0,4$ мм/об [12].

Принятая подача совпадает с паспортными данными станка, следовательно, подачу оставляем принятой.

Определим скорость резания по формуле (9)

$$V_p = 120 \cdot 0,6 \cdot 1,25 \cdot 1,05 = 94,5 \text{ м/мин}$$

Частота вращения шпинделя, соответствующая скорости резания составит

$$n = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 94,5}{3,14 \cdot 157} = 191,7 \text{ мин}^{-1}$$

Корректируем частоту вращения шпинделя по паспорту станка и устанавливаем действительную $n_d = 180 \text{ мин}^{-1}$.

Рассчитаем действительную скорость резания

$$V = 3,14 \cdot 157 \cdot 180 / 1000 = 88,73 \text{ м/мин}$$

Силу резания определим по формуле (10)

$$P_z = 150 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 135 \text{ кгс}$$

Мощность резания составит

$$N_p = 135 \cdot 88,73 / 60 \cdot 102 = 1,95 \text{ кВт}$$

Так как $N_p \leq N_{\text{шп}}$ ($1,95 < 7,5$), следовательно, обработка возможна.

2.4.3 Шлифовальная операция (шлифование отверстия)

Для обработки выбираем шлифовальный круг: наружный диаметр $D_k = 125$ мм, ширина $B = 50$ мм, материал – Э512СТ15К [4].

По таблице принимаем скорость вращения шлифовального круга $V_k = 30$ м/с, скорость вращения детали $V_d = 65$ м/мин [12].

										Лист
										28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.165.000 ПЗ					

Частота вращения шлифовального круга

$$n_k = \frac{10000 \cdot 60 \cdot K_2}{3,14 \cdot 1000} = \frac{10000 \cdot 60 \cdot 0,8}{3,14 \cdot 1000} = 4590 \text{ мин}^{-1}.$$

Корректируем частоту вращения шлифовального круга по паспортным данным станка, принимаем $n_k = 4500 \text{ мин}^{-1}$.

Частота вращения детали

$$n_d = \frac{10000 \cdot V_d}{3,14 \cdot 1000} = \frac{10000 \cdot 0,2}{3,14 \cdot 1000} = 129 \text{ мин}^{-1}.$$

Данная частота вращения детали может быть установлена, так как привод станка имеет бесступенчатое регулирование частоты вращения детали в пределах $85 \div 600 \text{ мин}^{-1}$.

Глубину шлифования принимаем $t = 0,004 \text{ мм/ход}$ стола. Эта величина t имеется у станка.

По глубине определяем подачи:

– продольная подача круга $S_o = S_d \cdot B = 0,3 \cdot 50 = 15 \text{ мм/об}$;

– поперечная подача круга $S_m = S_{\text{табл}} \cdot K_1 \cdot K_2 = 0,006 \cdot 1,0 \cdot 0,8 = 0,0048 \text{ мм/дв. ход}$.

Скорость продольного хода стола

$$V_{\text{ст}} = \frac{60 \cdot n_d \cdot S_o}{1000} = \frac{60 \cdot 129 \cdot 15}{1000} = 1,9 \text{ м/мин}$$

Найденное значение $V_{\text{ст}} = 1,9 \text{ м/мин}$ может быть установлено на станке, имеющем бесступенчатое регулирование скорости продольного хода стола в пределах $1,5 \div 8 \text{ м/мин}$.

Мощность резания составит

$$N_{\text{рез}} = 0,98 \cdot (V_d \cdot S_o \cdot S_m)^{0,7} \cdot K_1 \cdot K_2 = 0,98 \cdot (65 \cdot 15 \cdot 0,0048)^{0,7} \cdot 1,0 \cdot 1,12 = 1,6 \text{ кВт}.$$

Проверяем достаточность мощности двигателя шлифовального шпинделя.

$$N_{\text{шп}} = N_{\text{ст}} \cdot \eta = 4,5 \cdot 0,75 = 3,8 \text{ кВт}.$$

Так как $N_p \leq N_{\text{шп}}$ ($1,6 < 3,8$), следовательно, обработка возможна.

2.4.4 Протяжная операция (протягивание шпоночного паза)

Для обработки применим протяжку шпоночную из легированной стали Р9К10 [4], рассчитанную в разделе 3.3

Подача черновых зубьев на сторону $s_o = 0,15 \text{ мм/зуб}$, шаг черновых зубьев $t_o = 24 \text{ мм}$. Число калибрующих зубьев $z_k = 5$.

Геометрические параметры протяжки: передний угол $\gamma = 20^\circ$; задний угол на черновых зубьях $\alpha = 3^\circ$, на чистовых зубьях $\alpha = 2^\circ$, на калибрующих зубьях $\alpha = 1^\circ$ [4].

Определим осевую силу резания по формуле

$$P = q \cdot l_p, \quad (2.12)$$

где q – осевая сила резания, приходящаяся на 1 мм длины режущей кромки, принимаем $q = 18,6 \text{ кгс/мм}$ [12];

					15.03.05.2017.165.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

l_p – суммарная длина режущих кромок зубьев, одновременно участвующих в работе, мм.

Суммарная длина режущих кромок зубьев, одновременно участвующих в работе

$$l_p = \Pi \cdot z_p, \quad (2.13)$$

где Π – периметр протягиваемой поверхности, мм, $\Pi = 42$ мм;

z_p – число зубьев, одновременно участвующих в работе.

Число зубьев, одновременно участвующих в работе

$$z_p = (1/t_o) + 1 = (241/24) + 1 = 11$$

Принимаем $z_p = 11$.

Тогда,

$$l_p = 42 \cdot 11 = 462 \text{ мм}$$

Таким образом, осевая сила резания составит

$$P = 18,6 \cdot 462 = 8593 \text{ кгс}$$

Проверяем достаточность тяговой силы станка

$$P \leq Q_{ст}, \quad (2.14)$$

где $Q_{ст} = 10\,000$ кгс – тяговая сила горизонтально-протяжной станок 7Б510.

Следовательно, протягивание возможно

$$8593 < 10\,000$$

Для протягивания шпоночного паза назначим скорость резания

$$v = 8 \text{ м/мин.}$$

Определим скорость резания из формулы 2.15, допускаемую мощностью электродвигателя станка

$$V_{ст} = \frac{1000 \cdot P_{дв}}{C_v \cdot l_p} = \frac{1000 \cdot 10000}{20000 \cdot 462} = 22,6 \text{ м/мин} \quad (2.15)$$

Таким образом, выполняется условие $v \leq V$ ($8 < 22,6$).

2.4.5 Зубофрезерная операция

Принимаем червячную модульную фрезу из быстрорежущей стали Р18.

Основные параметры: модуль $m = 8$, наружный диаметр $D = 140$, число зубьев $z = 9$ [4].

Нарезаем зубья за два прохода.

Определяем подачу фрезы на один оборот нарезаемой детали

$$S_o = S_{отабл} \cdot K_s = 2,6 \cdot 1,0 = 2,6 \text{ мм/об.}$$

Корректируем подачу по станку: $S_o = 2,5$ мм/об.

Определяем скорость резания

$$V = V_{табл} \cdot K_1 \cdot K_2 = 30 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 30 \text{ м/мин.}$$

Частота вращения фрезы

									Лист
									30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.165.000 ПЗ				

$$n = \frac{10000 \cdot V}{K_f \cdot D} = \frac{10000 \cdot 30}{2,14 \cdot 140} = 68,2 \text{ мин}^{-1}.$$

Корректируем по паспортным данным станка: $n = 63 \text{ мин}^{-1}$.

Мощность, затрачиваемая на резание

$$N_{\text{рез}} = N_{\text{табл}} \cdot K_{\beta N} = 2,1 \cdot 1,0 = 2,1 \text{ кВт}.$$

Проверяем достаточность мощности привода станка

$$N_{\text{шп}} = N_{\text{ст}} \cdot \eta = 7,0 \cdot 0,65 = 4,5 \text{ кВт}.$$

Так как $N_p \leq N_{\text{шп}}$ ($2,1 < 4,5$), следовательно, обработка возможна.

2.4.6 Зубошлифовальная операция

Для выполнения данной операции выбираем шлифовальный конический круг: наружный диаметр $D = 150 \text{ мм}$, ширина $B = 10 \text{ мм}$, материал – Э512СТ15К [4].

Подачу обката выбираем $S_o = 1,35 \text{ мм/дв.ход}$ [12].

Подача на глубину шлифования $S_t = 0,05 \div 0,12 \text{ мм/р.ход}$, принимаем $S_t = 0,08 \text{ мм/р.ход}$ [12].

Частота вращения шпинделя: $n = 1920 \text{ мин}^{-1}$.

Скорость вращения шлифовального круга составит

$$V = \frac{\omega \cdot D}{1000} = \frac{2\pi \cdot n \cdot D}{60 \cdot 1000} = 30,2 \text{ м/с}.$$

Таким образом, обеспечивается обработка в рекомендуемом диапазоне скоростей круга ($V_k = 30 \div 35 \text{ м/с}$).

2.4.7 Расчет режимов резания на сверлильной операции (сверление отверстия под резьбу)

Для выполнения данной операции выберем сверло с диаметром $D = 8,4 \text{ мм}$ из быстрорежущей стали Р6М5 [4].

Назначаем подачу $S_o = 0,14 \text{ мм/об}$ [12].

Выбранная подача соответствует паспортным данным станка.

Определяем скорость резания

$$V_p = V_{\text{табл}} \cdot K_M \cdot K_n \cdot K_r = 23 \cdot 0,55 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 12,65 \text{ м/мин}.$$

Частота вращения шпинделя, соответствующая скорости резания составит

$$n = \frac{10000 \cdot V_p}{K_f \cdot D} = \frac{10000 \cdot 12,65}{2,14 \cdot 8,4} = 479,6 \text{ мин}^{-1}$$

Корректируем частоту вращения шпинделя по паспорту станка и устанавливаем действительную $n_d = 450 \text{ мин}^{-1}$.

Определим осевую силу

$$P_o = P_{\text{табл}} \cdot K_P = 180 \cdot 1,3 = 234 \text{ кгс}.$$

Механизм подачи станка допускает осевую силу $P_{\text{max}} = 900 \text{ кгс}$, т.е. $P_o < P_{\text{max}}$ ($234 < 900$), следовательно, при назначенной подаче обработка допустима.

										Лист
										31
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.165.000 ПЗ					

Мощность, затрачиваемая на резание,

$$N_{\text{рез}} = N_{\text{табл}} \cdot K_N \cdot n / 1000 = 0,45 \cdot 1,3 \cdot 500 / 1000 = 0,3 \text{ кВт.}$$

Проверяем достаточность мощности привода станка

$$N_{\text{шп}} = N_{\text{ст}} \cdot \eta = 2,8 \cdot 0,8 = 2,2 \text{ кВт.}$$

Так как $N_p \leq N_{\text{шп}}$ ($0,3 < 2,2$), следовательно, обработка возможна.

Проведем расчет режима резания для нарезания резьбы М10 метчиком.

Принимаем машинный метчик М10х1,5 из быстрорежущей стали Р18 [4].

Определяем скорость резания

$$V_p = V_{\text{табл}} \cdot K_V = 10 \cdot 1,0 = 10 \text{ м/мин.}$$

Частота вращения шпинделя, соответствующая скорости резания составит

$$n = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi \cdot d \cdot K_V} = \frac{1000 \cdot 10}{\pi \cdot 10 \cdot 1,0} = 318,5 \text{ мин}^{-1}$$

Корректируем частоту вращения шпинделя по паспорту станка и устанавливаем действительную $n_d = 300 \text{ мин}^{-1}$.

Мощность, затрачиваемая на резание, для нормализованной стали 40Х и диаметра резьбы М10 составит $N_{\text{табл}} = N_{\text{рез}} = 0,45 \text{ кВт}$.

Произведя основные расчеты режимов резания, проведем нормирование операций.

2.5 Нормирование технологических операций

Нормирование технологических операций сводится к определению штучно-калькуляционного времени, необходимого для выполнения операции.

Произведем нормирование технологических операций последовательно по операциям.

2.5.1 Токарная операция

Произведем расчет штучного времени по формуле

$$T_{\text{шт}} = T_o + T_b + T_{\text{т.о}} + T_{\text{о.п.}} \quad (2.16)$$

Основное машинное время определяется по формуле

$$T_o = L \cdot i / n \cdot S, \quad (2.17)$$

где $L = l + y + \Delta$ – длина рабочего хода, мм: l – длина обрабатываемого участка, мм; $y = t \cdot \text{ctg } \varphi$ – величина врезания, мм; $\Delta = 1 \div 3$ мм – перебеги инструмента, принимаем $\Delta = 2$ мм [10];

i – число проходов.

Подставив значения в формулу (2.17) определим основное время

$$T_o = (111,85 + 0,8 \cdot \text{ctg } 45^\circ + 2) / 90 \cdot 0,35 + (76 + 0,8 \cdot \text{ctg } 45^\circ + 2) / 90 \cdot 0,35 = 3,63 + 2,50 = 6,13 \text{ мин.}$$

										Лист
										32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.165.000 ПЗ					

Вспомогательное время на операцию определяется по формуле

$$T_B = t_{уст} + t_{пер} + t_{изм}, \quad (2.18)$$

где $t_{уст}$ – время на установку и снятие детали

$t_{пер}$ – время, связанное с переходом;

$t_{изм}$ – время на измерение.

Тогда вспомогательное время на токарную операцию будет равно:

$$T_B = 3,2 + 0,13 + 0,22 + 0,15 = 3,7 \text{ мин}$$

Время на техническое обслуживание рабочего времени $T_{т.о}$ определяется в зависимости от типа производства по формуле

$$T_{т.о.} = (T_o + T_B) \cdot a_{п.о.} / 100 \quad (2.19)$$

где $a_{п.о.}$ - время на техническое обслуживание рабочего места в процентах к оперативному времени, которое выбирается по нормативным таблицам в зависимости от типа производства. Принимаем $a_{п.о.} = 3,5\%$. Тогда

$$T_{т.о.} = (6,13 + 3,7) \cdot 0,035 = 0,34 \text{ мин}$$

Время на отдых и личные надобности $T_{о.п.}$ определяется по формуле

$$T_{о.п.} = (T_o + T_B) \cdot a_{т.о.} / 100 \quad (2.20)$$

где $a_{т.о.}$ - время на отдых и физические потребности (в %) к оперативному времени, которое выбирают по нормативным таблицам. Принимаем $a_{т.о.} = 1,7\%$. Тогда

$$T_{о.п.} = (6,13 + 3,7) \cdot 0,017 = 0,17 \text{ мин}$$

Подставив все известные значения в формулу 2.16, получим:

$$T_{ш} = 6,13 + 3,7 + 0,34 + 0,17 = 10,34$$

2.5.2 Токарная операция с ЧПУ

Основное время определим по формуле 2.17

$$T_o = (241 + 0,8 \cdot \text{ctg } 60^\circ + 2) \cdot 2 / 180 \cdot 0,4 + (40 + 0,8 \cdot \text{ctg } 45^\circ + 2) / 150 \cdot 0,4 + (168 + 0,8 \cdot \text{ctg } 45^\circ) / 150 \cdot 0,4 = 6,78 + 0,71 + 2,81 = 10,3 \text{ мин.}$$

$$T_B = 3,81 \text{ мин.}$$

$$T_{т.о.} = 0,56 \text{ мин.}$$

$$T_{о.п.} = 0,28 \text{ мин.}$$

$$T_{ш} = 10,3 + 3,81 + 0,56 + 0,28 = 14,95 \text{ мин.}$$

Нормирование остальных операций сведем в таблицу 2.6

Таблица 2.6 – Определение нормы штучного времени по операциям

№ операции	T_o , мин	T_B , мин	$T_{т.о.}$, мин	$T_{о.п.}$, мин	$T_{ш}$, мин
015	4,05	2,81	0,27	0,27	7,4
020	14,4	4,45	0,75	0,75	20,35
025	0,15	3,54	0,15	0,15	3,99
030	13,03	4,23	0,69	0,69	18,64
035	1,34	2,33	0,15	0,15	3,97
045	10,34	4,23	0,58	0,58	15,73

Продолжение таблицы 2.6

050	1,2	2,56	0,15	015	4,06
055	4,1	2,56	0,27	0,27	7,2
060	3,56	2,56	0,25	0,25	6,62
065	1,1	2,33	0,14	0,14	3,71

Подготовительно-заключительное время определяется табличным методом и зависит от способа установки детали, количества режущих инструментов, участвующих в операции, наибольшего диаметра изделия, устанавливаемого над станиной [10]. Определение подготовительно-заключительного времени $T_{пз}$ приведено в таблице 2.7

Таблица 2.7 – Определение подготовительно-заключительного времени

№ операции	Способ установки детали	Наибольший диаметр устанавливаемого над станиной изделия, мм	Количество режущих инструментов, шт.	$T_{пз}$, мин
1	2	3	4	5
005	Патрон 4-кулачковый	400	2	16
010	Патрон 3-кулачковый	500	2	19
015	Патрон 3-кулачковый	500	-	17
020	Специальная оправка	500	4	28
025	Без снятия протяжки	-	-	7
030	На оправке с подставками	-	-	40
035	Установка на стол			7
045	Работающие методом обкатки	-	-	18
050	В специальном приспособлении	-	2	14
055	На УДГ	-	1	14
060	На стол с кондуктором	-	3	14
065	Установка на стол	-	-	7

Норма штучно-калькуляционного времени на операцию определяется по формуле [10]

$$T_{шт.к.} = T_{ш} + (T_{п.з.}/n_d), \quad (2.21)$$

где n_d – минимальное число деталей в партии, определяется по формуле

$$n_d = T_{п.з.}/(T_{ш} \cdot \alpha), \quad (2.22)$$

где $T_{п.з.}$ – подготовительно–заключительное время на ведущей 20 операции, $T_{п.з.} = 28$ мин;

α – коэффициент допустимых потерь на переналадку, $\alpha = 0,08$.

Подставив значения, получим

$$n_d = 28/(20,25 \cdot 0,08) = 17,2 \text{ шт.}$$

Принимаем $n_d = 15$ деталей в партии, что близко к расчетному значению и кратно годовому выпуску.

Находим штучно-калькуляционное время для 005 операции

$$T_{шт.к.} = 10,34 + (16/15) = 11,4 \text{ мин.}$$

Остальные рассчитанные значения сводятся в таблицу 2.8

Таблица 2.8 – Норма штучно-калькуляционного времени

№ операции	$T_{ш}$	$T_{п.з.}$	$T_{шт.к.}$
005	10,34	16	11,4
010	14,95	19	16,22
015	7,4	17	8,53
020	20,35	28	22,22
025	3,99	7	4,46
030	18,64	40	21,31
035	3,97	7	4,44
045	15,73	18	16,93
050	4,06	14	4,99
055	7,2	14	8,13
060	6,62	14	7,55
065	3,71	7	4,17

Вывод по разделу два.

В технологическом разделе выполнены: анализ технологичности деталей и существующего технологического процесса, разработан групповой технологический процесс, размерный анализ для базовой детали группы, расчет режимов резания и нормирование технологического процесса.

3 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

В данном разделе произведем расчет и сконструируем приспособление для сверления отверстия под резьбу М10 на диаметре $\phi 240$ мм, а также приспособление для контроля биения поверхностей зубьев

3.1 Проектирование приспособления для сверления отверстия под резьбу М10

В зависимости от вида производства (единичное, серийное, массовое), технологических требований, конфигурации обрабатываемых деталей, их размеров станочные приспособления подразделяют на несколько групп: специальные (СП), универсально-сборочные (УСП), сборно-разборные (СРП), универсально-переналаживаемые (УПП), универсальные приспособления (УП) и другие [6].

Для проектирования зажимного приспособления необходимо знать теоретическую схему базирования детали для выполнения операции.

3.1.1 Разработка теоретической схемы базирования

Теоретическая схема базирования представляет собой схему расположения на технологических базах заготовки идеальных опорных точек и условных точек, символизирующих позиционные связи заготовки с принятой системой координат [5].

Применение условных баз (точек) позволяет исключить из расчетов неизбежные погрешности реальных поверхностей, снижающие точность базирования. Полезную роль играют условные базы при использовании центрирующих зажимов [5].

Полумуфта зубчатая (левая) для выполнения сверлильной операции будет устанавливаться на призму с упором в торец, и зажиматься пневматическим зажимом.

Теоретическая схема базирования детали в приспособлении показана на рисунке 3.1.

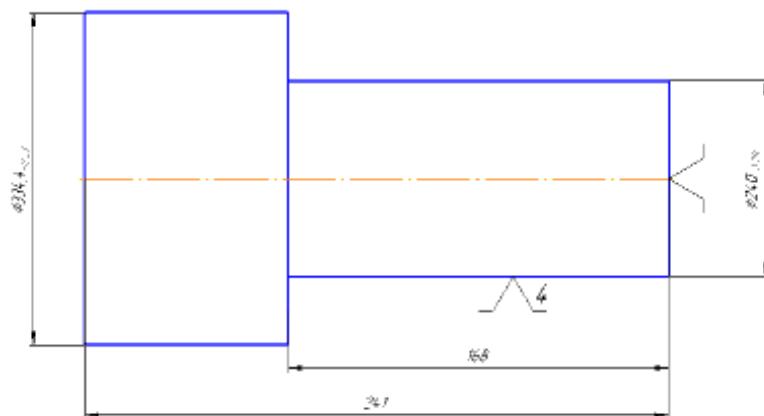


Рисунок 3.1 – Теоретическая схема базирования детали.

					15.03.05.2017.165.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

По теоретической схеме базирования спроектируем схему приспособления.

3.1.2 Проектирование схемы приспособления

Данное приспособление включает призму, на которую опирается деталь, упор в торец, а также пневматический зажим, который представляет собой прихват (рис. 3.2).

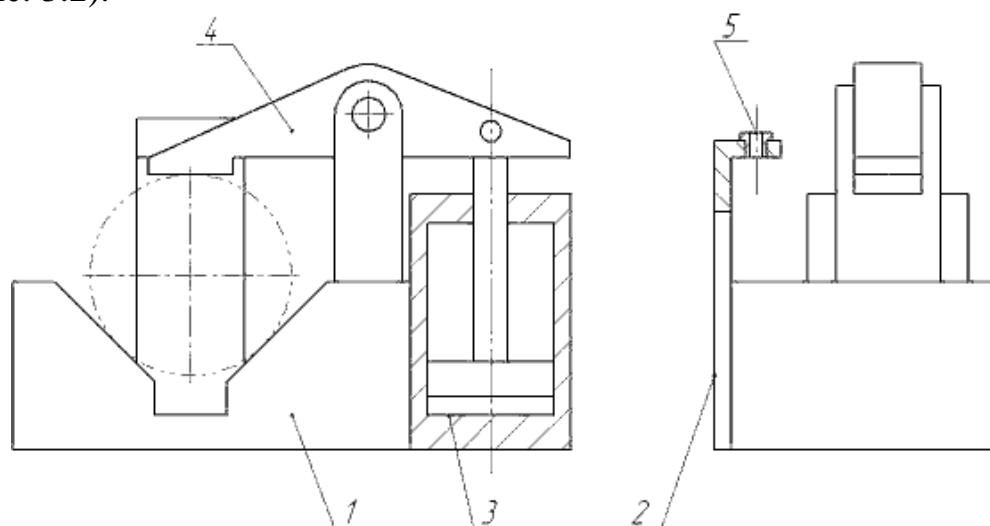


Рисунок 3.2 – Схема зажимного приспособления.

На основании схемы приспособления произведем расчет основных элементов приспособления.

3.1.3 Расчет основных элементов приспособления

Расчет зажимного приспособления сводится к определению силы зажима P в соответствии с рисунком 7.

При этом должно соблюдаться условие, что сила зажима должна быть больше силы сопротивления резанию P_z , возникающей на режущей кромке сверла. Так как момент от силы сопротивления резанию M_z будет оказывать влияние на смещение заготовки в зажимном приспособлении.

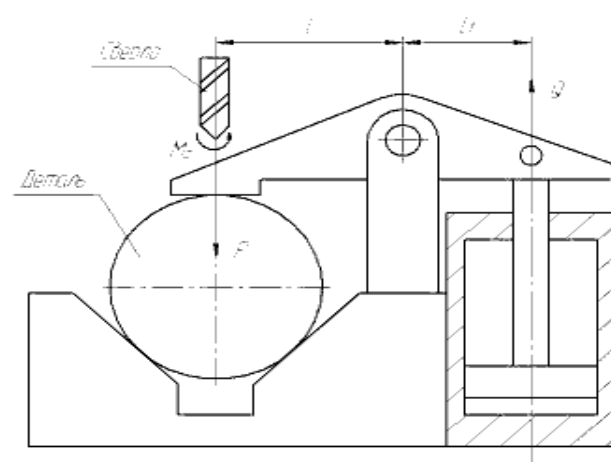


Рисунок 3.3 – Схема для расчета силы зажима.

									Лист
									37
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.165.000 ПЗ				

Момент от силы сопротивления резанию определяется по формуле

$$M_z = 10 \cdot C_M \cdot D^z \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_M, \quad (3.1)$$

где $C_M = 0,9$ – константа, определяемая по обрабатываемому материалу;

$D = 8,4$ мм – диаметр сверла;

$t = 4,2$ мм – глубина резания;

$S = 0,14$ мм/об – подача при сверлении;

z, x, y – коэффициенты, зависящие от режима резания, принимаем $z=1,0, x = 0,9, y = 0,8$ [1];

K_M – коэффициент, определяемый по пределу прочности обрабатываемого материала.

Коэффициент, определяемый по пределу прочности обрабатываемого материала, рассчитывается следующим образом

$$K_M = \frac{\sigma_{\text{предел}}}{\sigma_{\text{рабочий}}} = 2,83 \quad (3.2)$$

Подставив значения в формулу 3.1, получим

$$M_z = 10 \cdot 0,9 \cdot 8,4^{1,0} \cdot 4,2^{0,9} \cdot 0,14^{0,8} \cdot 2,83 = 161,5 \text{ Н}\cdot\text{м} = 16150 \text{ кгс}\cdot\text{мм}.$$

Определим силу зажима заготовки по формуле

$$P = \frac{M_z \cdot \sin(\alpha/2)}{f \cdot d}, \quad (3.3)$$

где $k = 1,5$ – коэффициент запаса;

$\alpha = 90^\circ$ – угол призмы;

$f = 0,15$ – коэффициент трения на зажимающих поверхностях призмы;

$d = 240$ мм – диаметр заготовки. [1]

Таким образом,

$$P = \frac{161,5 \cdot 16150 \cdot \sin(45^\circ)}{0,15 \cdot 240} = 475,8 \text{ кгс}.$$

Условие $P > P_z$ ($475,8 > 238$) выполняется, следовательно, зажимное приспособление функционально.

Усилие необходимое для получения заданной силы зажима определяется по формуле (21)

$$Q = P \cdot \frac{l}{l_1} \cdot \eta. \quad (3.4)$$

где l, l_1 – плечи действующих сил, мм, принимаем $l = 200$ мм, $l_1 = 125$ мм;

η – коэффициент, учитывающий потери от трения, принимаем $\eta = 0,9$ [6].

Таким образом,

$$Q = 475,8 \cdot \frac{200}{125} \cdot 0,9 = 845 \text{ кгс}.$$

									Лист
									38
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

По усилию на штоке выбираем встраиваемый пневмоцилиндр для станочных приспособлений по ГОСТ 21307-75 с номинальным давлением до 6,3 МПа [3]:

- диаметр цилиндра – 125 мм;
- диаметр штока – 32 мм;
- длина хода – 63 мм.

Для работы привода зажимного приспособления выбираем следующую аппаратуру [3]:

- кран распределительный ручной тип В71-23;
- обратный клапан по ГОСТ 21321-75 с номинальным давлением до 6,3 МПа и $D_y = 10$ мм.

Произведя расчет основных элементов приспособления сделаем его компоновку.

3.1.4 Компоновка приспособления

Зажимное приспособление, представленное на рисунке 8, состоит из установочной плиты 1, на которой жестко закреплен упор 2, пневмоцилиндр, рычажная система 4. В упор 5 устанавливается кондукторная втулка.

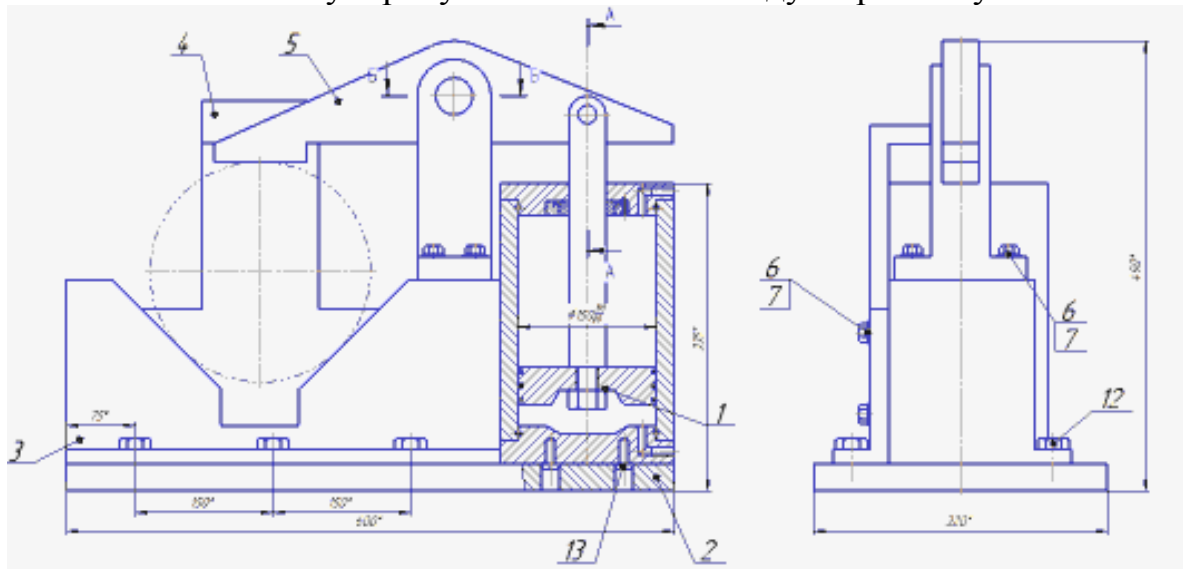


Рисунок 3.4 – Общий вид приспособления зажимного:

1 – пневмоцилиндр; 2 – плита установочная; 3 – призма; 4 – упор; 5 – прижим.

Принцип действия зажимного приспособления следующий:

- из общей сети сжатый воздух подается в приспособление через блок подготовки воздуха, где он осушается и очищается, при этом можно отрегулировать давление при помощи редукционного клапана, входящего в состав блока подготовки воздуха. Работой привода приспособления управляет кран распределительный;

- установив деталь в приспособление на призму 3 до упора 4, открываем кран распределительный. При этом сжатый воздух поступает в пневмоцилиндр 1, тем

					15.03.05.2017.165.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

самым выдвигая шток. А значит, производит зажим детали при помощи прижима 5 за счет опускания;

- после обработки детали кран распределительный переключаем в обратное положение. Воздух, попадая во вторую полость пневмоцилиндра 1, возвращает шток в исходное положение вместе с прижимом 5. Воздух из системы выходит через обратный клапан.

3.2 Проектирование приспособления для контроля биения поверхности зубьев.

3.2.1 Разработка схемы приспособления

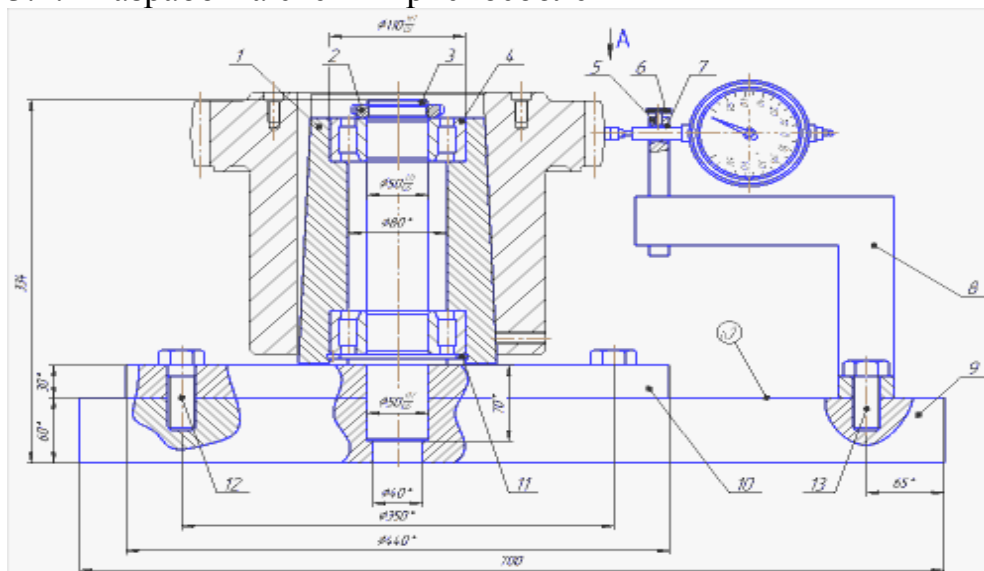


Рисунок 3.5 – Общий вид контрольного приспособления

Разрабатываемое контрольное приспособление предназначено для контроля радиального биения поверхности зубьев относительно конического отверстия полумуфты. Контрольное приспособление должно обеспечивать необходимую точность, а также возможность проворота детали.

Деталь устанавливаем на коническую оправку 1, которая установлена на оправку 3. Для вращения применяем 2 подшипника качения 4. Верхний подшипник закрепляем гайкой 2, нижний закрепляем стопорным кольцом 11. Проворот детали осуществляем вручную. Контроль будем производить индикатором часового типа 6, закрепленным на стойке 7, которая приварена к основанию 8. Вал приварен к плите 10, которая присоединена к основанию болтами 9

3.2.2 Расчет приспособления для контроля на точность.

Для расчета приспособления на точность произведем расчет погрешностей.

Погрешность измерения складывается из погрешности установки и погрешности измерительного устройства. Поскольку посадка детали на оправку осуществляется по конической поверхности, то погрешность установки равна сумме погрешностей, а также биения подшипников качения:

Погрешность установки на коническую поверхность равна:

$$\Delta_{\text{уст}}=0,015 \text{ мм}$$

Погрешность, связанная с биением подшипников качения – для подшипника 42610

$$\Delta_{\text{подш}}=0,025 \text{ мм.}$$

Погрешность индикатора часового типа с ценой деления 0,005 мм и пределами измерения 0...5 мм:

$$\Delta_{\text{инд}}=0,005 \text{ мм}$$

Общая погрешность измерительного приспособления:

$$\Delta_{\text{изм}}= \Delta_{\text{уст}}+ \Delta_{\text{подш}}+ \Delta_{\text{инд}} \quad (3.5)$$

Подставив значения в формулу 3.5, получим:

$$\Delta_{\text{изм}}=0,015+0,025+0,005=0,045 \text{ мм}$$

Допуск радиального биения по чертежу $T=0,05$ мм.

$$\begin{aligned} \Delta_{\text{изм}} &\leq T \\ 0,045 &\leq 0,05 \end{aligned} \quad (3.6)$$

Следовательно, условие точности выполняется, а значит приспособление обеспечивает необходимую точность измерения.

3.3. Проектирование и расчет шпоночной протяжки.

По существующему технологическому процессу обработка шпоночного паза производится на долбежном станке. Предлагаю использовать метод протягивания, который существенно снижает трудоемкость обработки. Для этого произведем расчет протяжки для обработки шпоночного паза $b=36D10$.

Материал детали – сталь 40Х, длина обработки $L=241$ мм.

Материал протяжки принимаем Р9К5 – быстрорежущая сталь

Выбираем хвостовик протяжки по ГОСТ 4043-70 и принимаем размеры хвостовика

Тип хвостовика – 1

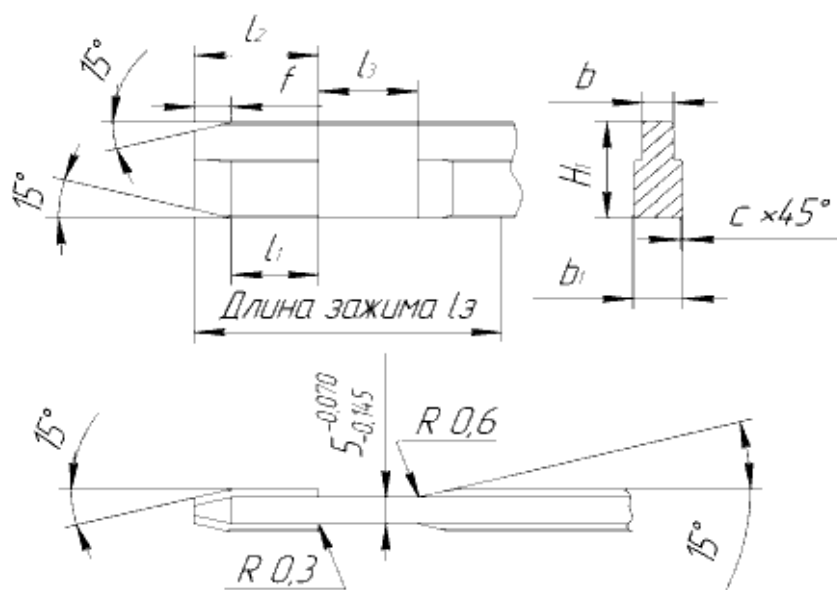


Рисунок 3.6 – Эскиз хвостовика по ГОСТ

Габаритные размеры согласно таблице 3.1

Таблица 3.1 – Размеры хвостовика по ГОСТ 4043-70

b	H ₁	l ₁	l ₂	l ₃	l ₄	c	K	r ₁	r ₂
36	60	20	30	28	220	1.0	0,20	0,4	1,6

Суммарный подъем протяжки определяем по формуле

$$\sum \Delta h = t'_{max} - D + f_0 \quad (3.7)$$

где t_{max} - наибольшее расстояние от края отверстия до дна канавки, 151,15 мм

D - диаметр отверстия (наименьший размер), 139 мм;

f_0 - величина стрелки.

Величина f_0 , мм определяется по формуле:

$$f_0 = \frac{D - d}{2} \quad (3.8)$$

$$f_0 = 2, \text{ мм}$$

Отсюда

$$\Delta h = 151,15 - 139 + 2 = 10,4 \text{ мм}$$

Ширину зубчатой части находим по формуле

$$B_n = B_{max} - B' \quad (3.9)$$

где B' - остаточная деформация паза по ширине, принимается от 0 до 0,01 мм (устанавливается при протягивании первых деталей). Принимаем 0,01 мм

$$B_{max} = 36,18.$$

$$B_n = 36,18 - 0,01 = 36,17 \text{ мм}$$

Шаг зубьев t, мм определяем по формуле:

$$t = \frac{B_n}{z} \quad (3.10)$$

Находим $t = 15 \text{ мм}$

Принимаем стандартное значение $t = 15 \text{ мм}$ [14]

Определяем наибольшее количество одновременно работающих зубьев по формуле

$$z_n = \frac{B_n}{t} \quad (3.11)$$

Определим профиль и размеры стружечных канавок. Для шпоночных протяжек обычно делают стружечные канавки с прямолинейной спинкой (рис.3.7)

										Лист
										42
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.165.000 ПЗ					

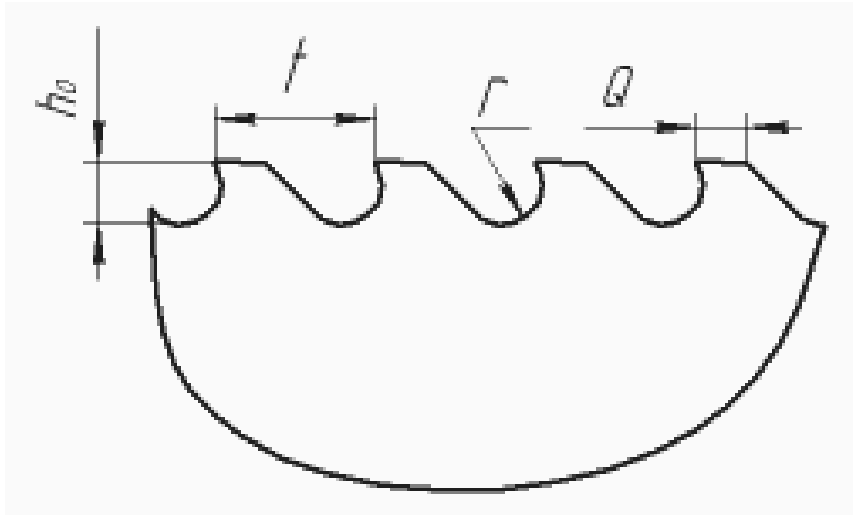


Рисунок 3.7 – Форма и размеры стружечных канавок.

$h_0=10$ мм; $r=5,0$ мм; $Q=6,5$ мм

Передний угол принимаем по справочникам $\gamma = 20^\circ$ задний угол $\alpha = 5^\circ$.

Коэффициент заполнения впадины K определяется по формуле

$$K = \frac{F_a}{S_z \cdot S_x}$$

(3.12)

где F_a – активная площадь сечения стружечной канавки $=78,5 \text{ мм}^2$;

Подача на зуб для режущих зубьев $S_z = 0,15$ мм [14].

$$K = \frac{78,5}{241 \cdot 0,15} = 2,17$$

Высоту режущего выступа находим по формуле:

$$h_0' = 1,25 \cdot h_0 = 1,25 \cdot 10 = 12,5 \text{ мм} \quad (3.13)$$

Сила протягивания

$$P = C_p \cdot S_z^x \cdot b \cdot Z_i \cdot K_\gamma \cdot K_c \cdot K_u \quad (3.14)$$

где значения C_p , x , K_γ , K_c , K_u принимаются по справочникам [7]

$$C_p = 250;$$

$$x = 0,85;$$

K_γ = коэффициент, учитывающий передний угол. Так как обрабатываемый материал сталь 40Х, и передний угол по табл. [7] выбираем 0,85;

$$K_\gamma = 0,85;$$

K_c = коэффициент, учитывающий применение СОЖ (10%-ая эмульсия);

$$K_c = 1;$$

K_u = коэффициент, учитывающий степень затупления протяжки (рассчитываем для острой);

$$K_u = 1.$$

$$P = 250 \cdot 0,15^{0,85} \cdot 36 \cdot 11 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 1 = 16777,68 \text{ кгс};$$

$$P = 9,81 \cdot 16777,68 = 164588 \text{ Н}.$$

Высота сечения по первому зубу протяжки H_1 определяется из условия прочности протяжки при растяжении

					15.03.05.2017.165.000 ПЗ	Лист
						43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$H_1 \geq \frac{P}{B[\sigma]} + h_0 \quad (3.15)$$

где $[\sigma]$ – допускаемое напряжение рабочей части протяжки [7]. Полученное значение H_1 округляется до стандартной величины, приведенной в таблице П. 3.19. Принимаем $H_1 = 11$ мм; [7]



Принимаем $H_1 = 60$ мм.

Высота по последнему режущему зубу

$$H_n = H_1 + \sum \Delta h \quad (3.16)$$

$$H_{II} = 60 + 10,4 = 70,4 \text{ мм}$$

Определяем количество режущих зубьев по формуле

$$Z_p = \frac{\sum \Delta h}{S_z} + (2 \div 1) \quad (3.17)$$



Принимаем $Z_p = 98$.

Определяем длину режущей части протяжки

$$l_p = t \cdot Z_p \text{ мм.} \quad (3.18)$$

$$l_p = 24 \cdot 98 = 1470 \text{ мм.}$$

Количество и размеры стружкоразделительных канавок n_k на режущих зубьях можно выбрать по таблице [7]

$$n_k = 4$$

Профиль стружкоразделительной канавки принимаем угловой с углом $\omega = 60^\circ$ и размерами, принятыми по табл. П. 3.20. [7]

$$S_k = 1,0; h_k = 0,7; r_k = 0,2 \text{ мм.}$$

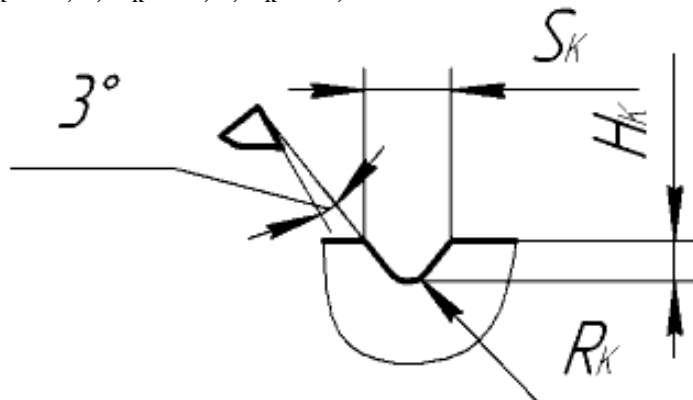


Рисунок 3.8 – Профиль стружечной канавки

											Лист
											44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.165.000 ПЗ						

Угол бокового поднутрения $\varphi_1 = 1^\circ \div 1^\circ 30'$, для изделий из вязких сталей $\varphi_1 = 2^\circ \div 2^\circ 30'$ (рисунок 3.9)

С целью уменьшения трения на боковых поверхностях зубьев на всех зубьях делается поднутрение под углом $\varphi_1=2^\circ$. Поднутрение начинается не от самой вершины, а на расстоянии $f = 0,7 \div 1$ мм. Поднутрение делается на зубьях, высота которых равна или больше $1,2 \div 1,3$ мм. (рисунок 3.9).

Принимаем $f = 0,7$ мм.

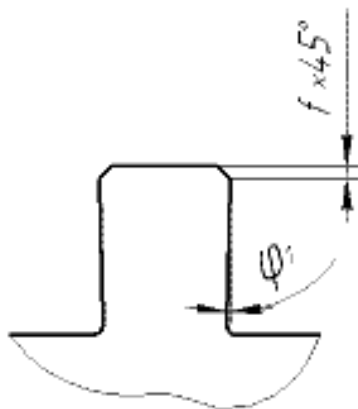


Рисунок 3.9 – Величина поднутрения

Переходные режущие кромки выполняются по дуге радиуса R_n или прямой, составляющей угол 45° с боковыми сторонами. Обычно $R_n = 0,25 \div 0,3$ мм, а длина переходной кромки $0,2 \div 0,3$ мм.

Напряжение растяжения в материале хвостовика протяжки

$$\sigma = \frac{P}{F_x}, \quad (3.19)$$

где σ должно быть меньше $[\sigma]$. Величину $[\sigma=300 \text{ МПа}]$ принимают по таблице [7]
 Величина $F_x = 1680 \text{ мм}^2$ по ГОСТ 4043-70.



Высота калибрующих зубьев равна высоте последнего режущего зуба

$$H_K = H_{\Pi}. \quad (3.20)$$

Принимаем $H_K = 74,525$ мм;

Количество калибрующих зубьев Z_K принимается по таблице П. 3.21 [7].

Принимаем $Z_K = 5$

Шаг калибрующих зубьев t_K принимается равным шагу режущих зубьев
 $t_K = 15$ мм.

Длина калибрующей части

$$l_K = t_K \cdot Z_K + (5 \div 10) \text{ мм}. \quad (3.21)$$

$$l_K = 15 \cdot 4 + (5 \div 10) = 65 \div 70 \text{ мм}.$$

Примем длину калибрующей части 70 мм.

Длина последнего калибрующего зуба $t_{k.п.} = t_K + 5 = 15 + 5 = 20$ мм.

									Лист
									45
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

15.03.05.2017.165.000 ПЗ

Прямая ленточка на вершинах: калибрующих зубьев $f_K = 0,2$ мм.

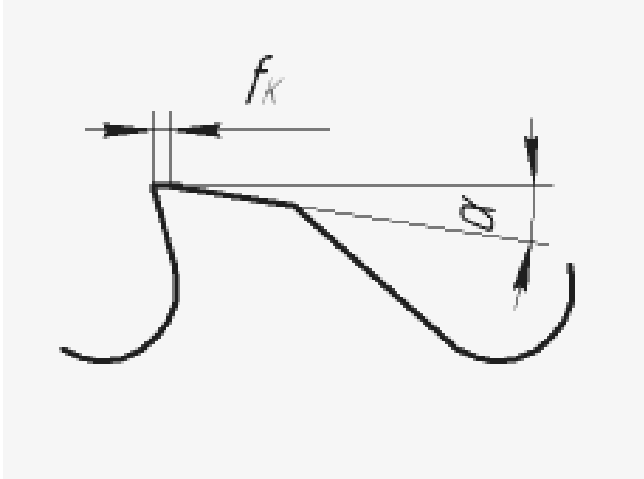


Рисунок 3.10 – Размеры ленточки на калибрующих зубьях.

Общая длина гладких частей протяжки подсчитывается по формуле [7]

$$l_1 = l_1' + l_c + l_a + l_3 + l_b + l_v + l_{ч} \text{ мм}; \quad (3.22)$$

где l_1' – длина хвостовика, зависящая от способа крепления и размеров протяжки;

$$l_1' = 188 + 36 = 224 \text{ мм};$$

l_3 – длина входа патрона в отверстие станка;

$$l_3 = 0 \text{ мм};$$

l_c – толщина опорной плиты (стола) станка;

$$l_c = 30 \text{ мм};$$

l_a – длина выступающей части опорного кольца;

$$l_a = 20 \text{ мм};$$

l_b – длина выступающей части фланца направляющей оправки;

$$l_b = 15 \text{ мм};$$

l_v – длина посадочной части оправки;

$$l_v = 30 \text{ мм};$$

$l_{ч}$ – длина, необходимая для беспрепятственного насаживания изделия в том случае, когда работа ведется без отключения протяжки от станка после каждого рабочего хода.

$$l_{ч} = 85 \text{ мм};$$

При работе с переносом протяжки участок $l_{ч}'$ может отсутствовать. Величина l_3 принимается равной $0 \div 15$ мм. Размер выбирается в зависимости от типа станка. Размеры l_a и l_b зависят от конструкции кольца и оправки. Длина l_v и $l_{ч}$, обычно принимается больше длины протягиваемого отверстия на $5 \div 15$ мм. Если работа производится с планшайбой, надо при подсчете учитывать и толщину планшайбы. Подсчитанная величина l_1 является наименьшей допустимой. Подставив все данные в формулу 3.22, получим:

$$l_1 = 224 + 30 + 20 + 0 + 15 + 30 + 85 = 404 \text{ мм}$$

Общая длина протяжки

$$L_{\Pi} = l_1 + l_p + l_K \text{ мм}; \quad (3.23)$$

$$L_{\Pi} = 404 + 1470 + 165 = 1939 \text{ мм};$$

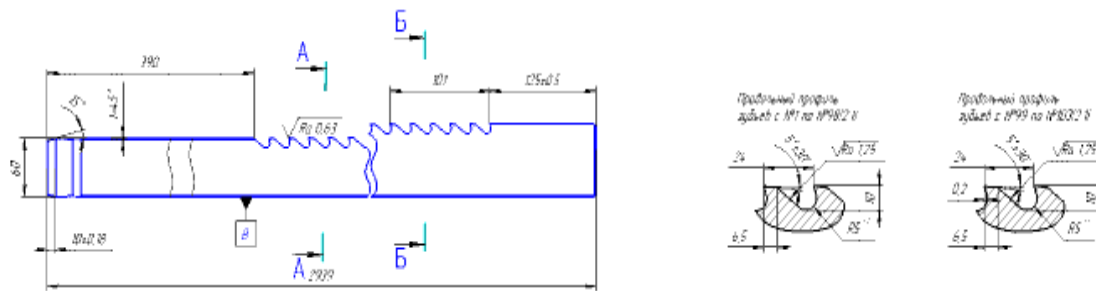


Рисунок 3.11 – Общий вид шпоночной протяжки

Вывод по разделу три.

В конструкторском разделе была спроектирована и рассчитана технологическая оснастка:

- сверлильное приспособление;
- контрольное приспособление для контроля радиального биения поверхности зубьев;
- протяжка шпоночная $b=36D10$.

					15.03.05.2017.165.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

4 СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

В данном разделе предлагается выполнить рациональную планировку участка механической обработки детали «Полумуфта зубчатая (левая)». Первым этапом выполнения является определение количества оборудования и работающих.

4.1 Определение количества оборудования и работающих

Таблица 4.1 – Исходные данные.

№ оп.	Наименование операции.	Станок	Нормы времени.			Число станков	
			T _{м.}	T _{всп.}	T _{шт.}	C _p ¹	C
005	Токарная черновая	GH-1860ZX	6,13	3,7	10,34	2,53	2,81
010 020	Токарная с ЧПУ	HAAS TL-2	24,7	8,26	35,35	8,66	9,62
015	Шлифовальная чистовая	3A228	4,05	2,81	7,4	1,81	2,01
025	Протяжная	7Б510	0,15	3,54	3,99	0,97	1,08
030	Зубофрезерная	Y3150H	13,03	4,23	18,64	4,57	5,07
045	Зубошлифовальная	5M841	10,34	4,23	15,73	3,86	4,29
050	Сверлильная	ZT5035 A	8,86	7,68	21,59	5,29	5,88

Штучное время выполняемых операций рассчитывается по формуле:

$$T_{шт} = (T_m + T_{всп}) \cdot (1 + K_{обсл}) \quad (4.1)$$

где $K_{обсл}$ – это 6...10% потерь времени на обслуживание рабочего места и регламентированные перерывы в работе.

T_m – Машинное время выполнения операции, мин.

$T_{всп}$ – Вспомогательное время выполнения операции, не перекрываемое машинным временем, мин.

Произведем расчет по каждой операции. Полученные данные округляем и заносим в таблицу 4.1.

Произведем расчет такта выпуска деталей. Расчет ведётся по формуле:

$$T_{шт} = \frac{60}{C_{шт}} \quad (4.2)$$

где $C_{шт}$ – эффективный годовой фонд времени работы оборудования, ч (табл. 4.2).

$G_{шт}$ – годовая программа выпуска, шт. Годовая программа выпуска 30000 деталей

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.165.000 ПЗ	Лист
						48

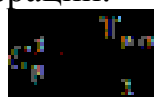
Таблица 4.2 – Эффективный годовой фонд времени работы оборудования

Оборудование	Режим работы оборудования		
	в одну смену	в две смены	в три смены
Металлорежущие станки массой, т: до 10	2000	3900	5900
св.10 до 30	1900	3900	5800
Металлорежущие станки с программным управлением (ПУ) массой, т:			
до 10	–	3900	5800
св.10 до 30	–	3800	5700
Металлорежущие станки с ЧПУ типа «Обрабатывающий центр» массой, т:			
до 10	–	3800	5700
св.10 до 30	–	3700	5600
Агрегатные станки	–	3900	5800
Автоматические линии	–	3800	5600
Гибкие производственные модули, роботизированные технологические комплексы			
массой, т:	–	3800	5600
до 10	–	3700	5500
св.10 до 30			

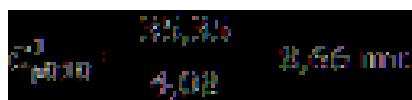
Выбираем Металлорежущие станки с программным управлением (ПУ) массой, т: до 10. Режим работы в одну смену – 2040. Подставим значения в формулу 4.2



После выполняем расчёт числа станков, необходимых для выполнения каждой операции.



Получаем:



7,4
4,08 : 1,81 мм.

3,90
4,08 : 0,97 мм.

10,54
4,08 : 4,57 мм.

15,75
4,08 : 3,86 мм.

21,50
4,08 : 5,29 мм.

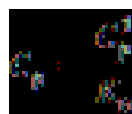
Данные заносим в таблицу 4.1.

Далее определяем количество станков на данной операции с учётом коэффициента использования оборудования $K_{и}$.

Выбираем $K_{и}$ равный 0,9 (универсальные станки).

Таблица 4.3 – Допустимые значения коэффициентов загрузки и использования оборудования

Группа оборудования	Коэффициент загрузки оборудования		Коэффициент использования оборудования, $K_{и}$
	максимальный	средний по группе	
Универсальные станки Автоматы и полуавтоматы	0,95... 1,0	0,8	0,9
одношпиндельные Автоматы и полуавтоматы	0,95...1,0	0,85	0,85
многошпиндельные	0,9	0,9	0,8
Агрегатные станки	0,95...1,0	0,9	0,75
Автоматические линии	0,95	0,9	0,85
Станки с ЧПУ			



(4.3)

Получаем:

$$C_{\text{ред}}^{(1)} = \frac{2,13}{0,5} = 2,21 \text{ шт.}$$

$$C_{\text{ред}}^{(2)} = \frac{8,56}{0,5} = 9,57 \text{ шт.}$$

$$C_{\text{ред}}^{(3)} = \frac{1,81}{0,5} = 2,01 \text{ шт.}$$

$$C_{\text{ред}}^{(4)} = \frac{0,97}{0,5} = 1,018 \text{ шт.}$$

$$C_{\text{ред}}^{(5)} = \frac{4,57}{0,5} = 5,017 \text{ шт.}$$

$$C_{\text{ред}}^{(6)} = \frac{3,86}{0,5} = 4,29 \text{ шт.}$$

$$C_{\text{ред}}^{(7)} = \frac{5,29}{0,5} = 5,918 \text{ шт.}$$

Полученные значения заносим в таблицу 4.1.

Полученное значение $C_{\text{ред}}$ округляют до ближайшего большего числа, получая при этом принятое число станков $C_{\text{пр}}$ для данной операции.

$C_{\text{ред}}^{(1)}$	2
$C_{\text{ред}}^{(2)}$	10
$C_{\text{ред}}^{(3)}$	3
$C_{\text{ред}}^{(4)}$	2
$C_{\text{ред}}^{(5)}$	6
$C_{\text{ред}}^{(6)}$	5
$C_{\text{ред}}^{(7)}$	6

После этого определяем коэффициент загрузки станков на данной операции по формуле:

$$K_{\text{з}} = \frac{C_{\text{пр}}}{C_{\text{ред}}}$$

(4.4)

Получаем:

$$K_{005} = \frac{2,81}{3} = 0,94$$

$$K_{010} = \frac{9,52}{10} = 0,95$$

$$K_{015} = \frac{2,01}{3} = 0,67$$

$$K_{020} = \frac{1,08}{2} = 0,54$$

$$K_{030} = \frac{5,07}{6} = 0,85$$

$$K_{040} = \frac{4,29}{6} = 0,72$$

$$K_{050} = \frac{5,28}{6} = 0,88$$

Далее рассчитываем средний коэффициент загрузки станков проектируемого участка по формуле:

$$K_{ср} = \frac{\sum K_{i,j}}{\sum n_{i,j}}$$

(4.5)

Получаем:

$$K_{ср} = \frac{2,81 + 9,52 + 2,01 + 1,08 + 5,07 + 4,29 + 5,28}{3 + 10 + 3 + 2 + 6 + 5 + 6} = 0,88$$

$K_{ср} \geq 0,85$ в мелкосерийном и единичном производстве.

Для наглядного представления о степени использования оборудования составляем таблицу расчёта и по ней строим график загрузки станков, где по оси абсцисс указывают количество станков для каждой операции обработки детали в их технологической последовательности, а по оси ординат $K_{i,j}$ в процентах.

Таблица 4.4 – расчёты коэффициента загрузки

№ оп.	Принятое число станков. $n_{i,j}$	Коэффициент загрузки. $K_{i,j}$	Средний коэффициент загрузки. $K_{ср}$
005	3	0,94	0,88
010	10	0,96	
015	3	0,67	

Продолжение таблицы 4.4

025	2	0,54	
030	6	0,85	
045	5	0,86	
050	6	0,98	

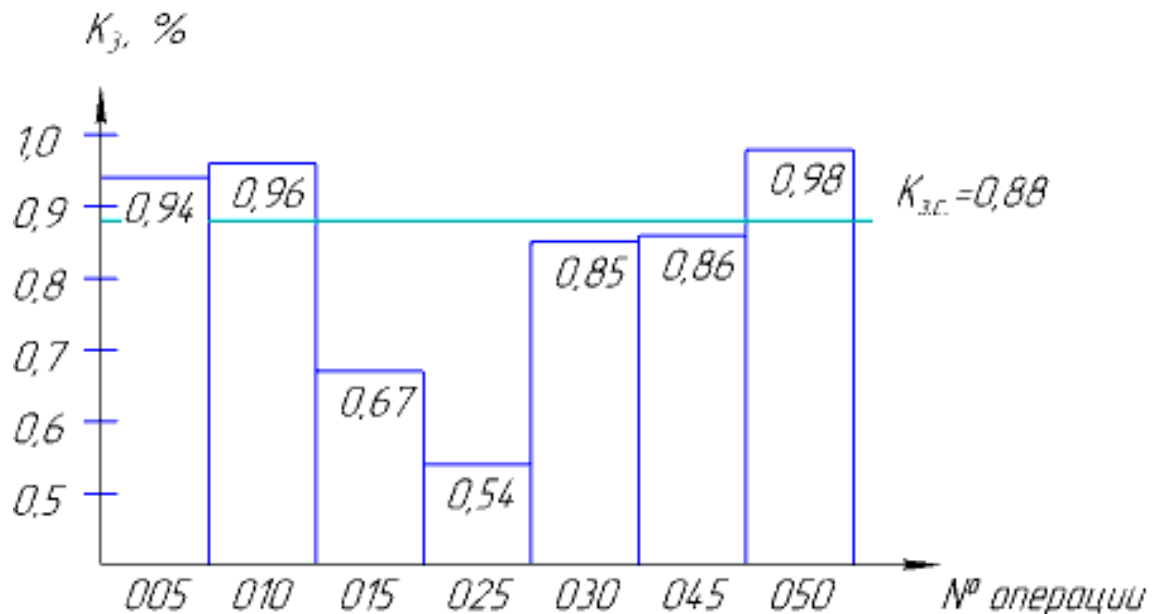


Рисунок 4.1 – График загрузки оборудования

4.2. Определение состава и количества работающих.

4.2.1 Определение числа рабочих по станкоёмкости.

При расчётах число станочников определяют по станкоёмкости, годового объёма работ или по принятому числу станков участка.

В первом случае количество станочников.

$$N_{\text{ст}} = \frac{K_{\text{м}}}{K_{\text{н}}} \cdot N_{\text{ст.н}}$$

(4.6)

где $K_{\text{м}}$ – это коэффициент многостаночного обслуживания.

Коэффициент $K_{\text{н}}$ зависит от вида оборудования. Для универсальных станков с ручным управлением $K_{\text{н}} = 1$. Для прутковых токарных и токарно-револьверных полуавтоматов $K_{\text{н}} = 3 \dots 8$; для многшпindelных полуавтоматов $K_{\text{н}} = 1 \dots 4$; для зубообрабатывающих полуавтоматов $K_{\text{н}} = 2 \dots 4$; для агрегатно-сверлильных, агрегатно-расточных $K_{\text{н}} = 1 \dots 3$; для станков с программным управлением $K_{\text{н}} = 2 \dots 3$.

При определении числа производственных рабочих пользуются усредненными значениями $K_{\text{ст}}$: для мелкосерийного и единичного производства $K_{\text{ст}}=1,1 \dots 1,35$; для среднесерийного $K_{\text{ст}}=1,3 \dots 1,5$; для крупносерийного и массового $K_{\text{ст}}=1,9 \dots 2,2$.

Так как в нашем случае производство мелкосерийное то выберем $K_{\text{ст}}=1,2$.
Находим суммарную станкоемкость обработки.

$$N_{\text{ст}} = \frac{Q_{\text{ст}}}{C_{\text{ст}}} = \frac{113,04 \cdot 33000}{60} = 61720 \text{ шт.} \quad (4.7)$$

Получаем:

$$N_{\text{ст}} = \frac{113,04 \cdot 33000}{60} = 61720 \text{ шт.}$$

Получаем:

$$N_{\text{раб}} = \frac{61720}{1,2} = 51433 \text{ чел.}$$

4.2.1 Определение числа рабочих по числу принятых станков

Число станочников можно определить также по числу принятых станков $N_{\text{ст}}$ цеха или участка

$$N_{\text{раб}} = \frac{C_{\text{ст}} \cdot \Phi_{\text{ст}}}{\Phi_{\text{раб}}} \cdot K_{\text{ст}} \cdot K_{\text{ис}} \quad (4.8)$$

где $K_{\text{ст}}$ и $K_{\text{ис}}$ – коэффициенты соответственно загрузки и использования оборудования (см. табл. 4.3).

Получаем:

$$N_{\text{раб}} = \frac{33000 \cdot 21040 \cdot 0,83 \cdot 0,9}{21040 \cdot 1,2} = 23,1 \text{ чел.}$$

4.2.3 Определение количества рабочих для каждой операции в отдельности по количеству принятых станков

Выбираем именно этот метод так как из всех перечисленных ранее, он является самым точным.

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

$$K_{\text{м.ст}} = \frac{G_{\text{ст}}}{K_{\text{м.ст}} \cdot \alpha_{\text{ст}}} \cdot (1 + K_{\text{м.ст}}) \quad (4.9)$$

где $\alpha_{\text{ст}}$ – число смен;

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

Величину коэффициента многостаночного обслуживания можно определить двумя методами – расчетным и графическим.

Основное условие для использования многостаночного обслуживания заключается в том, чтобы за время автоматической работы одного станка рабочий мог выполнить работу по обслуживанию других станков.

Расчетное значение коэффициента многостаночного обслуживания определяется по формуле

$$K_{\text{м.ст}} = \frac{T_{\text{м.ст}} + T_{\text{всп}}}{T_{\text{авт}} + T_{\text{пер}} + T_{\text{всп}} \cdot K_{\text{м.ст}}} \quad (4.10)$$

Где $T_{\text{м.ст}}$ – машинное автоматическое время;

$T_{\text{всп}}$ – вспомогательное время, не перекрываемое машинным временем;

$T_{\text{пер}}$ – время на переход от одного станка к другому.

$$K_{\text{м.ст}1} = \frac{6,13 + 3,7}{3,7 + 0,4 + 0,2} = 2,29$$

$$K_{\text{м.ст}2} = \frac{7,47 + 8,26}{8,26 + 0,4 + 0,2} = 3,72$$

$$K_{\text{м.ст}3} = \frac{4,06 + 2,81}{2,81 + 0,4 + 0,2} = 2,01$$

$$K_{\text{м.ст}4} = \frac{0,16 + 3,46}{3,46 + 0,4 + 0,2} = 0,91$$

$$K_{\text{м.ст}5} = \frac{10,03 + 4,23}{4,23 + 0,4 + 0,2} = 3,29$$

$$K_{\text{м.ст}6} = \frac{10,34 + 4,23}{4,23 + 0,4 + 0,2} = 3,02$$

$$N_{\text{стан}} = \frac{0,26 \cdot 7,68}{7,68 \cdot 0,4 \cdot 0,2} = 2,017$$

На рисунках 4.2,4.3 приведены схемы многостаночного обслуживания для различных операций.

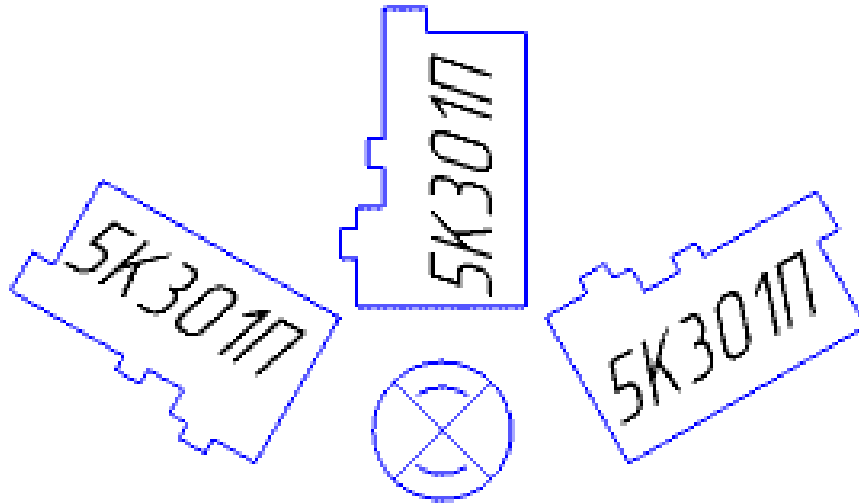


Рисунок 2 – Схемы многостаночного обслуживания для 030 операции.

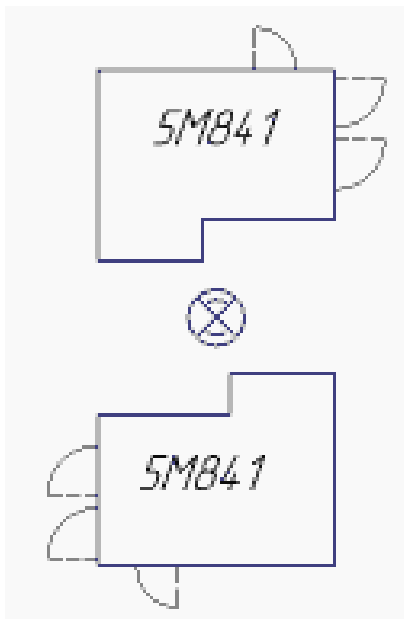


Рисунок 3 – Схемы многостаночного обслуживания для 045 операции
Далее определяем число производственных рабочих.

$$N_{\text{стан}} = \frac{3}{2,73} \cdot 1 \cdot (1 + 0,12) = 1,167 \text{ стан.}$$

$$N_{\text{стан}} = \frac{100}{3,72} \cdot 1 \cdot (1 + 0,12) = 3,101 \text{ стан.}$$

$$N_{\text{станки}} = \frac{3}{2,01} \cdot 1 \cdot (1 + 0,12) = 1,67 \text{ чел.}$$

$$N_{\text{станки}} = \frac{2}{0,91} \cdot 1 \cdot (1 + 0,12) = 2,46 \text{ чел.}$$

$$N_{\text{станки}} = \frac{6}{3,07} \cdot 1 \cdot (1 + 0,12) = 1,88 \text{ чел.}$$

$$N_{\text{станки}} = \frac{3}{3,02} \cdot 1 \cdot (1 + 0,12) = 1,81 \text{ чел.}$$

$$N_{\text{станки}} = \frac{6}{2,0} \cdot 1 \cdot (1 + 0,12) = 3,36 \text{ чел.}$$

Округляем полученные результаты и принимаем, общее число работников 16 человека.

Численность вспомогательных рабочих при укрупненном проектировании определяют общим числом в зависимости от числа производственных рабочих. При детальном проектировании вспомогательных служб число вспомогательных рабочих определяют либо по нормам обслуживания, либо в зависимости от трудоемкости выполняемого объема работ.

Принимаем, что вспомогательных рабочих 20% от всех рабочих проведя расчёты получаем что 20% от 16 это 3,2. Принимаем число вспомогательных работников равным 4.

Численность инженерно –технических работников определяется в зависимости от числа станков по рекомендациям. Число инженерно-технических рабочих принимаем равным 22% от числа станков. Произведя расчеты, получаем 7,7 человек. Принимаем 8 человек.

4.3. Выбор типов и определение количества транспортных средств

Межоперационное транспортирование крупногабаритных деталей в данном случае (вес обрабатываемой детали 74 кг,) может осуществляться в тележках, движущихся по узким путям, которые проходят перед рабочим. С помощью тележек можно обслуживать станки с разной высотой загрузки. Для удобства обслуживания станков путь оборудуют поворотными и откидными секциями для прохода рабочих. Исходя из технических характеристик выбираем электротележку ЭТМ

Характеристики электротележку ЭТМ.

Грузоподъёмность – 1 т.

Длинна – 1100.

Ширина – 700.

					15.03.05.2017.165.000 ПЗ	Лист
						57
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

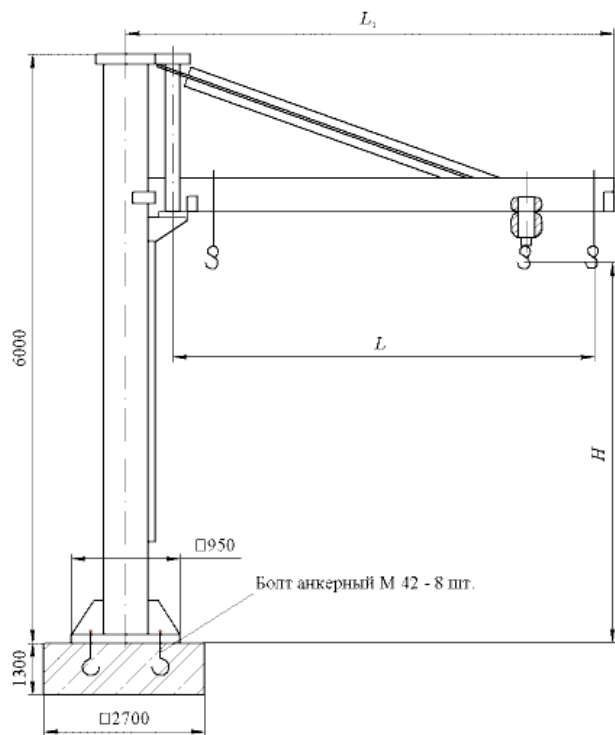


Рисунок 4.5 –Схема установки крана консольного с электроприводом

4.3.1. Выбор и определение потребного количества мостовых кранов

Мостовые краны применяются для установки, кантования и межоперационного транспортирования деталей. Достоинство мостовых кранов в том, что они обслуживают всю площадь цеха.

Мостовые краны следует устанавливать внутри здания тогда, когда невозможно использование менее дорогостоящих и не требующих увеличения размеров и стоимости здания грузоподъемных средств: автопогрузчиков, консольных кранов

Характеристики мостового подвешенного однобалочного крана грузоподъемностью 1–5т с электроталью (ГОСТ 7890 - 84):

Длина моста $L_M = 3,6 - 18$ м;

Ширина подкранового пути $L_K = 3,6 - 15$ м;

Длина консоли моста $l = 0,3 - 1,5$ м;

Высота подъема грузов 6 – 18 м.

Недоход крюка $l_1 = 660 - 900$ мм;

Скорость передвижения 0,5 – 0,8 м/с;

Крановый путь – двутавровые балки профиля № 24М – № 45М ГОСТ 19425 - 74 управление с пола подвешенной кнопочной станцией;

Крепление кранового пути к железобетонным фермам с помощью металлической обвязки фермы в двух местах, при $L_M > 7,5$ м обвязка фермы в трёх местах;

$$K = \frac{L_M \cdot \left(\frac{L_K}{L_M} + \frac{l}{L_M} + \frac{l_1}{L_M} \right)}{\Phi_{\text{об}} \cdot K_1} \quad (4.11)$$

(4.11)

					15.03.05.2017.165.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

где L – количество перевезённых грузов (контейнеров с деталями) на годовую программу выпуска M деталей

$$L = \frac{M \cdot G_1}{G_2} \quad (4.12)$$

Где:

- G_1 – вес одной детали;
- G_2 – вес контейнера с деталями;
- n – количество рабочих смен в сутки;
- $T = 240$ – количество рабочих дней в году;
- n_{op} – количество крановых операций на один перевезенный груз;
- L_{op} – средняя длина пути на одну крановую операцию, м ;
- V_{op} – средняя скорость движения крана;
- t_{op} , – время на одну загрузку и одну разгрузку, мин.;
- $t_{op} = 480$ мин – номинальный фонд времени работы крана;
- $K_{op} = 0,85$ – коэффициент, учитывающий простои крана.

$$L = \frac{300000 \cdot 74}{6000} = 37000 \text{ шт.}$$

Далее рассчитываем потребное количество кранов:
Полученное количество кранов K округляется до целого числа в большую сторону.

$$K = \frac{37000 \cdot 1,2 \cdot 2}{240 \cdot 1,48} = \frac{20}{1,48} = 13,5 \approx 14 \text{ шт.}$$

Коэффициент загрузки крана по времени

$$K_{вр} = \frac{1,56}{2} = 0,78$$

Принимаем 2 крана на участке.

4.3.2. Определение потребного 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:

					15.03.05.2017.165.000 ПЗ	Лист
						60
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$T = \frac{Q \cdot \gamma}{g \cdot \Phi_{\text{ЭТМ}} \cdot \alpha_1 \cdot K_1} \cdot \left(\frac{L_{\text{ЭТМ}}}{V_{\text{ЭТМ}}} + \varepsilon_{\text{ЭТМ}} \right) \quad (4.13)$$

где Q – годовой грузопоток деталей (заготовок);
 $\Phi_{\text{ЭТМ}}$ – заполнение электротележки за один рейс;
 $\alpha_1 = 1920$ часов – номинальный годовой фонд времени работы электротележки в одну смену;

$$T = \frac{300000 \cdot 1}{10 \cdot 60 \cdot 1920 \cdot 1 \cdot 0,85} \cdot \left(\frac{30}{7} + 10 + 10 \right) = 0,7 \approx 1 \text{ шт.}$$

Принимаем 1 электротележку ЭТМ.

Характеристики электротележки ЭТМ.

- Грузоподъёмность – 1 т.
- Длина – 1100.
- Ширина – 700.
- Скорость с грузом – 7–8.
- Скорость без груза – 10–11.
- Наименьший радиус поворота – 2100 мм.
- Изготовитель – СНГ

4.4. Расчёт площадей для складирования заготовок и деталей

При большом объёме 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.

Площадь цехового склада материалов и заготовок или дооперационного задела определяется по формуле:

$$S_{\text{скл}} = \frac{Q_{\text{зап}} \cdot \gamma}{2600 \cdot \alpha_2 \cdot K_2} \quad (4.14)$$

где $Q_{\text{зап}}$ – масса материала и заготовок годового объёма выпуска, т.
 α_2 – Среднее количество рабочих дней, в течение которых металл и заготовки хранятся на складе до поступления на обработку;
 γ – Средняя допустимая нагрузка на 1 м² полезной площади пола, для средних и мелких $\gamma = 7...15$ кН/м² в зависимости от высоты штабелирования (до 6... 10 м);

K_n – коэффициент использования площади, $K_n = 0,3 \dots 0,4$.

$$S_{\text{ск}} = \frac{2720 \cdot 2}{260 \cdot 1,5 \cdot 0,3} = 18,3 \text{ м}^2$$

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

$$S_{\text{ск}} = \frac{Q \cdot t_1}{260 \cdot q_n \cdot K_n}$$

(4.15)

где Q – масса детали годового объема выпуска, подлежащих хранению, т.

t_1 – Число рабочих дней запаса.

q_n – Средняя допустимая нагрузка на 1 м² $q_n = 10 \dots 40 \text{ т/м}^2$

K_n – коэффициент использования площади, $K_n = 0,25 \dots 0,3$.

$$S_{\text{ск}} = \frac{2720 \cdot 20}{260 \cdot 30 \cdot 0,3} = 18,3 \text{ м}^2$$

4.5. Выбор способа транспортировки стружки

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

Техническое решение по организации сбора и транспортирования стружки зависит от годового количества стружки, образованного на 1 м² площади цеха (участка). Существует три системы уборки стружки от станков: М – механизированная с использованием ручного труда, средств малой механизации. В данном случае целесообразно собирать стружку в специальные ёмкости и доставлять к месту сбора или переработки напольным транспортом; К – комбинированная, когда предусматривают линейные конвейеры вдоль станочных линий со специальной тарой в конце конвейера в углублении на подъёмнике. Заполненная стружкой тара вывозится на накопительную площадку или участок переработки; А – автоматизированная с применением средств непрерывного транспорта – линейных и магистральных конвейеров, которые транспортируют стружку на накопительную площадку или бункерную эстакаду, расположенную за пределами цеха для погрузки на автосамосвалы.

Площадь цеха определяется по удельной площади, приходящейся на единицу оборудования по формуле

$$S_{\text{цеха}} = \pi_1 Q_1 + \pi_2 Q_2 + \pi_3 Q_3$$

									Лист
									62
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			15.03.05.2017.165.000 ПЗ		

где n_1, n_2, n_3 – количество станков, соответственно мелких, средних и крупных;

S_1, S_2, S_3 – удельная площадь, приходящаяся соответственно на один мелкий, средний и крупный станок.

Получаем:

$$n_1 = 6, n_2 = 20, n_3 = 4$$

$$S_1 = 10, S_2 = 20, S_3 = 40$$

$$S = 6 \cdot 10 + 20 \cdot 20 + 4 \cdot 40 = 740 \text{ м}^2$$

Количество стружки на 1 м² цеха рассчитывается по формуле:

$$Q = (M_1 + M_2) \cdot \frac{M_{\text{стр}}}{M - 100000}$$

(4.16)

Получаем:

$$Q = (0,23 + 7,4) \cdot \frac{200000}{7400 - 100000} = 0,7$$

Так как $Q=0,7$ принимаем автоматизированную систему (А) с применением средств непрерывного транспорта – линейных и магистральных конвейеров, которые транспортируют стружку на накопительную площадку или бункерную эстакаду, расположенную за пределами цеха для погрузки на автосамосвалы.

4.6. Планировка оборудования и определение производственной площади

Планировку оборудования выполняют в масштабе 1:100 для малых и средних цехов. При планировке оборудования учитывают все факторы, которые оказывают влияние на работающих. Основные из них следующие: доступ к рабочим местам; удобство работы рабочего и доставки заготовок к месту работы; близость комнат для отдыха и туалетов, раздевалок, душей и столовых; хорошее освещение, достаточный обмен воздуха.

Планировка участка выполненная в масштабе 1:200 представлена на рисунке 4.6

					15.03.05.2017.165.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

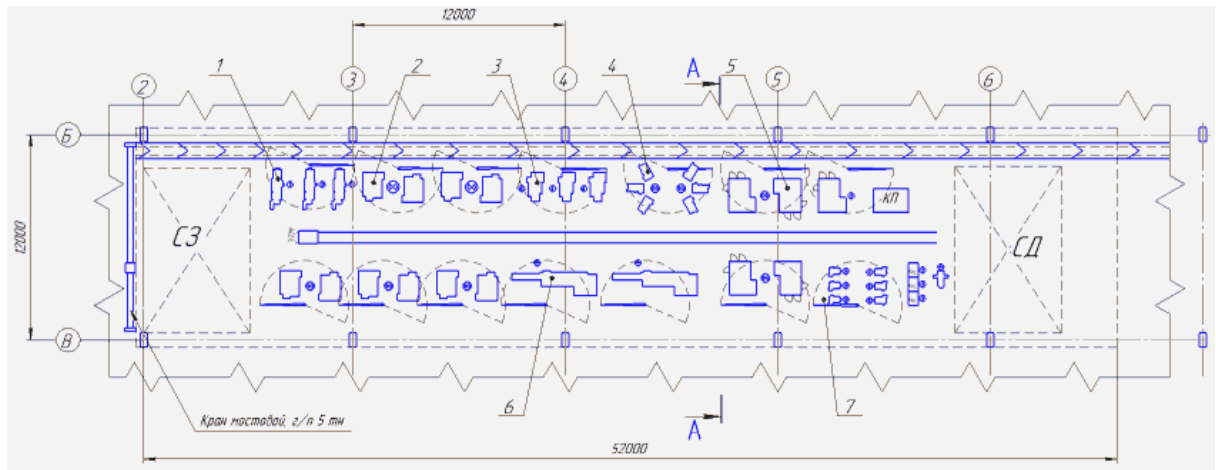


Рисунок 4.6 – Планировка участка.

После расстановки оборудования получи фактическую площадь:

длина участка – 52 м, ширина участка – 12 м.

Фактическая площадь определяется по формуле:

$$F = 52 \cdot 12 = 624 \text{ м}^2$$

(4.17)

Получаем:

$$F = 52 \cdot 12 = 624 \text{ м}^2$$

Расчётная площадь равна 600 м².

Расхождение расчетной площади от фактической в процентном отношении определяется по формуле.

$$\frac{624 - 600}{600} = 0,04 \text{ или } 4\%$$

(4.18)

Получаем:

$$\frac{624 - 600}{600} = 0,04 \text{ или } 4\%$$

4.6.1. 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.

На рис. 5 представлена примерная схема организации рабочего места шлифовщика, обслуживающего шлифовальный станок. Перед станком 1

					15.03.05.2017.165.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

расположена решетка (подставка) под ноги 3 и стул 4 для отдыха. Слева от него установлен контрольный столик 2 для измерительного инструмента, а справа — приемный стол 5 и стеллаж 6 для приспособлений с выдвжной платформой. Сверху стеллажа установлена кассета 7 для хранения абразивного инструмента. Справа от станка размещена гидростанция 8 и электрический шкаф 9, а слева — бак 10 для СОЖ.

Рабочее место шлифовщика оснащают устройством для принудительного отсасывания пыли, чтобы избежать ранения глаз рабочего абразивными зернами при правке шлифовальных кругов. В шлифовальных станках, работающих без применения СОЖ, должна быть предусмотрена возможность подсоединения к ним местной вытяжной вентиляционной системы.

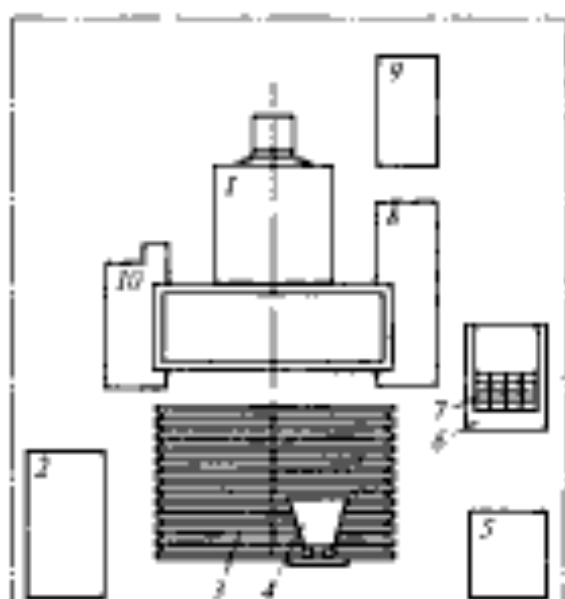


Рисунок 49 – Схема организации рабочего места шлифовщика

4.6.2. Выбор типов, формы и определение размеров здания

Механосборочное производство обычно размещают в зданиях, имеющих один или несколько параллельных, по возможности однотипных пролётов.

Основными строительными параметрами такого здания являются:

ширина пролёта L – расстояние между продольными осями колонн;

шаг колонн t – расстояние между их поперечными осями;

высота пролёта H – расстояние от уровня пола до нижней части несущих конструкций покрытия зданий.

Выбор основных параметров здания определяются технологическим процессом и рациональным размещением производства.

Сетку колонн ($L \times t$) и высоту H пролёта выбирают из унифицированного ряда указанных величин.

				15.03.05.2017.165.000 ПЗ		Лист
						65
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Исходя из максимальной высоты $h_1 = 5,65$ м оборудования, минимального расстояния $h_2 = 1$ м между оборудованием и перемещаемым грузом, а также высоты транспортируемых грузов $h_3 = 1$ м крана $h_4 = 2$ м определяют высоту H_k до головки подкранового рельса

$$H_k = h_1 + h_2 + h_3 + h_4$$

Получаем:

$$H_k = 5,65 + 1 + 1 + 2 = 9,65 \text{ м}$$

Принимаем $H_k = 9,65$ тогда высота цеха $H = 12,6$ м.

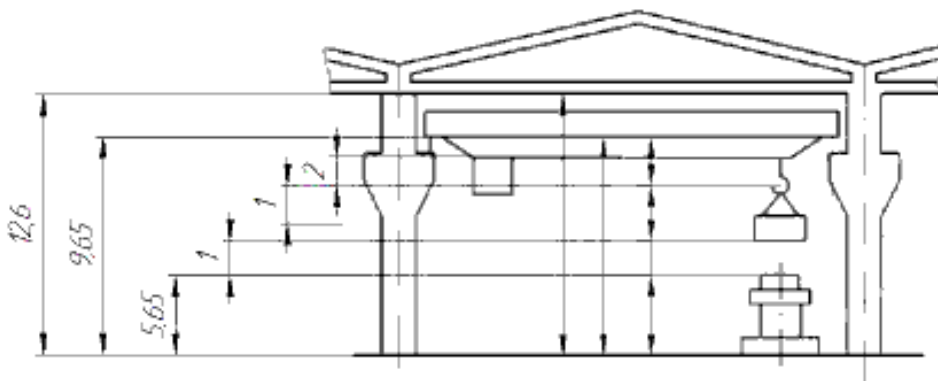


Рисунок 4.10 – Основные размеры пролёта здания и сетки колонн

Колонны одноэтажных промышленных зданий преимущественно делают железобетонными прямоугольного сечения. При высоте пролётов 8,4...10,8 м, оборудованных мостовыми кранами грузоподъёмностью 10 применяют колонны прямоугольного сечения (40×80 см) с консолями.

Основные размеры колонн приведены на рисунке 7.

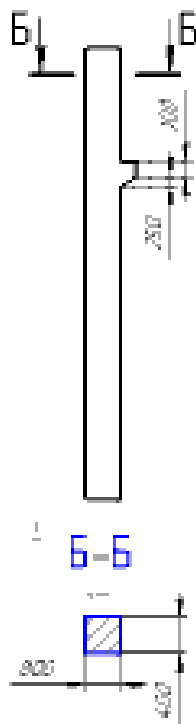


Рисунок 4.11 – Основные размеры колоны для здания

К несущей конструкции одноэтажных производственных зданий относятся фермы, которые изготавливаются железобетонными или стальными.

Габаритные размеры железобетонных ферм приведены на рисунке 4.12.

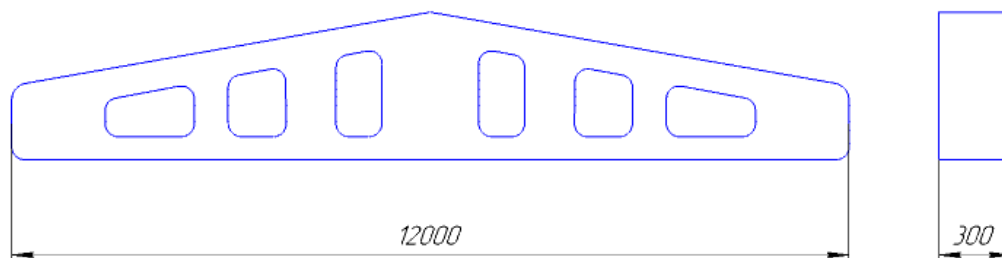


Рисунок 4.12 – Габаритные размеры железобетонной фермы

Фундаменты под колонны зданий представляют собой отдельно стоящие железобетонные ступенчатые конструкции, на которые устанавливаются также железобетонные фундаментные балки под стены. Верхняя плоскость фундамента располагается на 150 мм ниже уровня пола, отметка подошвы фундамента – 1,95 м. Размеры фундаментов приведены на рисунке 4.13.

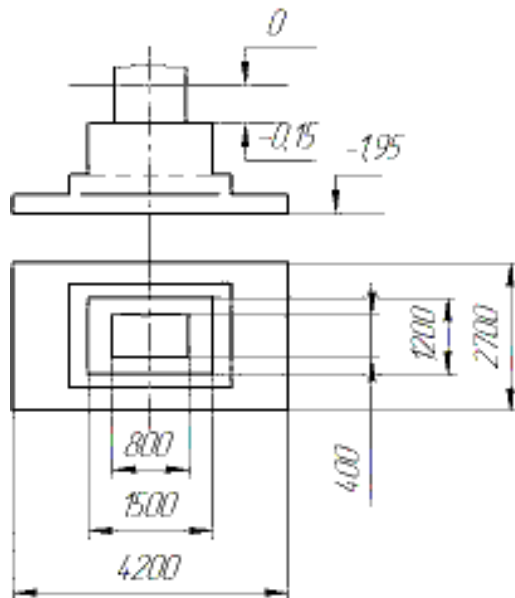


Рисунок 4.13 – Фундамент под колонны серии КЭ-01-49

При оформлении поперечного разреза здания необходимо выбрать конструкцию пола и кровли.

Оборудование участка (цеха) в основном устанавливают непосредственно на полу. Поэтому полы в цехах представляют собой многослойную конструкцию, включающую утрамбованный грунт, надёжную бетонную подготовку толщиной 200...300 мм, песчано-цементную стяжку для выравнивания, слой гидроизоляции, а также покрытие пола. Хорошим покрытием полов являются плитки из мраморной крошки.

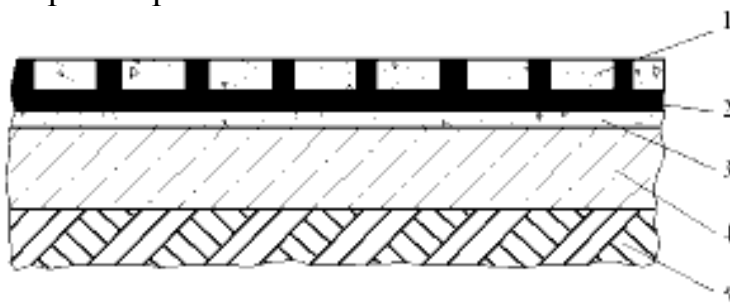


Рисунок 4.14 – Конструкция полов одноэтажных зданий

- 1 – верхнее покрытие пола;
- 2 – гидроизоляция;
- 3 – стяжка;
- 4 – бетонная подготовка;
- 5 – трамбованный грунт

Кровля производственных зданий состоит из сборных настилов, укладываемым по балкам или фермам. Несущий настил, при шаге стропильных конструкций в 6 м, выполняется из унифицированных железобетонных плит с размерами 1,5×6 м. В соответствие с рисунком 4.15

					15.03.05.2017.165.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

В качестве покрытия кровли применяется также профилированный металлический настил вместо железобетонных плит с целью уменьшения массы покрытия. Профилированный настил высотой 80 мм выполнен из стального оцинкованного листа толщиной 1мм. Максимальная ширина листов настила 3 м и длина 12 м.

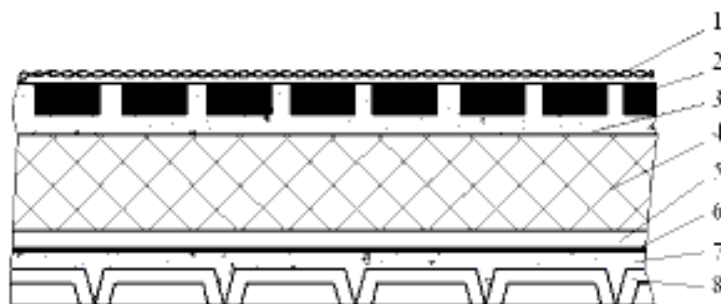


Рисунок 4.15 – Схема конструкции кровли

- 1 –защитный слой гравия;
- 2 – гидроизоляционный ковёр,
- 3 – песчано-цементная стяжка;
- 4 – теплоизоляция,
- 5 – пароизоляция;
- 6 – битумная грунтовка;
- 7 – песчано-цементная стяжка;
- 8 – железобетонные плиты.

Выводы по разделу четыре

В строительной части дипломного проекта выполнен расчет количества оборудования равное 35 единицам. В качестве погрузочного и транспортного устройства на участке приняты 2 мостовых крана. Рассчитано потребное количество тележек равное одной штуке. Выполнен расчет площадей для складирования заготовок и деталей равное $18,8 \text{ м}^2$ и, соответственно, $16,3 \text{ м}^2$. Из расчета количества стружки на 1 м^2 , назначили систему уборки стружки механизированную с использованием ручного труда. Окончательным этапом строительного раздела является проектирование участка механической обработки.

					15.03.05.2017.165.000 ПЗ	Лист
						69
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

5.1 Обеспечение защиты от механического травмирования на производственном участке

Для защиты от механического травмирования применяют следующие способы [18]:

- недоступность для человека опасных объектов;
- применение устройств, защищающих человека от опасного объекта;
- применение средств индивидуальной защиты.

Защитные устройства должны удовлетворять следующим минимальным общим требованиям:

1) Защитное устройство должно предотвращать контакт рук или других частей тела человека или его одежды с опасными движущимися частями машины, не позволять человеку - оператору машины или другому рабочему - приблизить руки и другие части тела к опасным движущимся частям;

2) Рабочие не должны иметь возможность снять или как-то обойти защитное устройство. Защитные устройства и устройства безопасности должны быть изготовлены из прочных материалов, выдерживающих условия нормальной эксплуатации. Их следует надежно прикреплять к машине;

3) Защитное устройство должно обеспечить такое положение, при котором ни один предмет не мог бы попасть в движущие части машины и вывести ее тем самым из строя или срыкошетить от них и нанести кому-нибудь травму;

4) Защитное устройство не выполнит своего предназначения, если оно само создаст хоть какую-нибудь опасность: режущую кромку, заусенец или шероховатость поверхности. Края защитных устройств, например, должны быть так загнуты или закреплены, чтобы не было острых кромок;

5) Защитные устройства, которые мешают выполнять работу, рабочие могут снять или игнорировать.

Наибольшее применение для защиты от механического травмирования машин, механизмов, инструмента находят оградительные, предохранительные, тормозные устройства, устройства автоматического контроля и сигнализации, дистанционного управления.

Оградительные устройства предназначены для предотвращения случайного попадания человека в опасную зону. Они применяются для изоляции движущихся частей машин, зон обработки станков, прессов, ударных элементов машин и т. д.

Оградительные устройства могут быть стационарными, подвижными и переносными.

Оградительные устройства могут быть выполнены в виде защитных кожухов, дверц, козырьков, барьеров, экранов.

Оградительные устройства изготавливают из металла, пластмасс, дерева и могут быть как сплошными, так и сетчатыми.

Существует четыре общих типа ограждений (барьеров, препятствующих входу в опасные зоны).

					15.03.05.2017.165.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		70

Стационарные ограждения. Любое стационарное ограждение является постоянной частью данной машины и не зависит от движущихся частей, выполняя свою функцию. Оно может быть выполнено из листового металла, проволочной сетки, реек, пластмассовых и других материалов, достаточно прочных для того, чтобы выдерживать любой возможный удар и иметь долгий срок службы. Стационарные ограждения обычно предпочтительнее всех других типов ограждений, поскольку они проще и прочнее.

Переносные ограждения используют как временные при ремонтных и наладочных работах.

Ограждения должны быть достаточно прочными, чтобы выдерживать нагрузки от отлетающих частиц обрабатываемого материала, разрушившегося обрабатываемого инструмента, от срыва обрабатываемой детали и т. д.

Вход в огражденную опасную зону осуществляется через дверцы, снабженные устройствами блокировки, останавливающими работу оборудования при их открытии.

Совмещенные защитные устройства. Ограждение снабжено устройством блокировки. Когда ограждение открыто, механизм блокировки автоматически отключается или разъединяется, и машина не может продолжить свой цикл или начать новый, пока защитное ограждение не будет поставлено на место. Тем не менее возвращение на место защитного устройства не влечет за собой автоматического включения машины. Совмещенные с блокировками ограждения могут использовать электрическую, механическую, гидравлическую или пневматическую энергию, а также комбинацию из этих видов энергии.

Регулируемые защитные устройства. Регулируемые защитные устройства позволяют достичь гибкости в выборе различных размеров материалов. Такие устройства используются, например, на ленточной пиле.

Саморегулирующиеся защитные устройства. Открытие саморегулирующихся устройств зависит от движения материала. Когда рабочий продвигает материал в опасную зону, защитное ограждение откидывается, открывая достаточно большое пространство только для приема материала. После того как материал снят, ограждение возвращается на первоначальную позицию. Такое защитное ограждение обеспечивает защиту рабочего, устанавливая барьер между ними опасной зоной. Используется, в частности, на деревообрабатывающих станках и пилорамах.

Предохранительные (блокирующие) устройства предназначены для автоматического отключения машин и оборудования при отклонении от нормального режима работы или попадания человека в опасную зону.

Предохранительные устройства могут остановить машину, если рука или любая другая часть тела непредумышленно попала в опасную зону. Существуют следующие основные типы предохранительных устройств: устройства обнаружения присутствия и оттягивающие устройства.

Устройства обнаружения присутствия останавливают машину или прерывают рабочий цикл или операцию, если рабочий находится в пределах опасной зоны. По принципу действия устройства могут быть фотоэлектрическими, электромагнитными (радиочастотными), электромеханическими, радиационными,

					15.03.05.2017.165.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

механическими. Имеются и другие менее распространенные виды блокирующих устройств (пневматические, ультразвуковые).

Фотоэлектрическое (оптическое) устройство присутствия использует систему световых источников и органов управления, которые могут прерывать рабочий цикл машин. Его работа основана на принципе преобразования в электрический сигнал светового потока, падающего на фотоэлемент. Опасную зону ограждают световыми лучами. Пересечение человеком, его рукой или ногой светового луча вызывает изменение фототока и приводит в действие механизмы защиты или отключения установки. Аналогичные оптические устройства используются в турникетах метро. Такое устройство следует использовать только на машинах, которые можно остановить до того, как рабочий достигнет опасной зоны.

Радиочастотное (емкостное) устройство присутствия использует радиолуч, который является частью цепи управления. Когда емкостное поле нарушено, машина останавливается или не включается. Такое устройство следует использовать только на тех машинах, которые могут останавливаться до того, как рабочий достигнет опасной зоны. Для этого у машины должно быть фрикционное сцепление или другое надежное средство остановки.

Электромеханическое устройство имеет пробный или контактный стержень, опускающийся на заранее установленное расстояние, с которого оператор начинает рабочий цикл машины. Если для его полного опускания на установленное расстояние есть какое-либо препятствие, цепь управления не начинает рабочий цикл.

Работа радиационного устройства основана на применении радиоактивных изотопов. Ионизирующие излучения, направленные от источника, улавливаются измерительно - командным устройством, управляющим работой реле. При пересечении опасной зоны измерительно-командное устройство подает сигнал на реле, которое разрывает электрический контакт и отключает оборудование. Действие изотопов рассчитано на работу в течение десятков лет, и для них не требуется специального ухода.

Оттягивающие устройства являются, по сути, одной из разновидностей механической блокировки. В оттягивающих устройствах используется серия проводов, прикрепленных к рукам, запястьям и предплечьям рабочего. Они применяются, прежде всего, в машинах ударного действия. Например, на небольшом прессе, когда плунжер находится вверху, рабочий получает допуск к зоне операции. Как только плунжер начинает опускаться, механическое соединение автоматически обеспечивает устранение рук рабочего из зоны операции.

Устройства аварийного отключения. К ним относятся: органы ручного аварийного выключения, штанги, чувствительные к изменению давления; устройства аварийного отключения с отключающим стержнем; провода или кабели аварийного отключения.

Органы ручного аварийного выключения в виде штанг, реек и проводов, которые обеспечивают быстрое отключение машины в аварийной ситуации.

Штанги, чувствительные к изменению давления, - при нажатии на них (рабочий падает, теряет равновесие или его затягивает в опасную зону) машина

					15.03.05.2017.165.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		72

выключается. Позиция штанги очень важна, поскольку она должна остановить машину до того, как какая-либо часть тела человека попадет в опасную зону.

Устройства аварийного отключения с отключающим стержнем работают от нажатия рукой. Поскольку они должны включаться рабочим во время аварийной ситуации, их правильное положение очень важно.

Провода или кабели аварийного отключения располагаются по периметру или вблизи опасной зоны. Рабочий, для того чтобы остановить машину, должен иметь возможность дотянуться до провода рукой.

Ворота являются передвижными барьерами, защищающими рабочего от опасной технологической зоны машины. Ворота автоматически закрываются в каждом машинном цикле раньше начала опасной технологической операции.

Другие приспособления безопасности. Хотя различные приспособления безопасности не защищают полностью от опасности, связанной с данной машиной, они могут обеспечить рабочим дополнительную защиту.

В некоторых случаях применяются предупредительные барьеры, которые не предоставляют физическую защиту, они служат только в качестве напоминания рабочему, что он приближается к опасной зоне. Предупредительные барьеры не считаются надежными защитными средствами, когда существует длительная подверженность какой-либо опасности.

Экраны могут использоваться для защиты от летящих частиц, стружки, осколков и т.д., вылетающих из зоны обработки.

Держатели и прихваты используются для размещения и удаления материала. Типичным способом его применения может быть случай, когда рабочему нужно дотянуться и поправить заготовку, находящуюся в опасной зоне. Для этого используются разного рода щипцы, клещи, пинцеты и т.д. Эти инструменты не следует использовать вместо других защитных приспособлений машины, их следует считать просто дополнением к той защите, которую обеспечивают другие защитные приспособления.

Рейки и планки для проталкивания материала могут использоваться при подаче материала в машину, например механическую пилу. Когда становится необходимым участие рук в непосредственной близости к полотну пилы, такая рейка или планка может обеспечить дополнительную безопасность и предотвратить травму.

Ограничительные предохранительные устройства - это элементы механизмов и машин, рассчитанные на разрушение (или несрабатывание) при перегрузках. К таким элементам относятся: срезные штифты и шпонки, соединяющие вал с приводом, фрикционные муфты, не передающие движения при больших крутящих моментах, и т. п. Элементы ограничительных предохранительных устройств делятся на две группы: элементы с автоматическим восстановлением кинематической цепи, после того как контролируемый параметр пришел в норму (например, фрикционные муфты), и элементы с восстановлением кинематической связи путем его замены (например, штифты и шпонки).

Тормозные устройства подразделяют по конструктивному исполнению на колодочные, дисковые, конические и клиновые. В большинстве видов производственного оборудования используют колодочные и дисковые тормоза.

					15.03.05.2017.165.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

Примером таких тормозов могут являться тормоза автомобилей. Принцип действия тормозов производственного оборудования аналогичен. Тормоза могут быть ручные (ножные), полуавтоматические и автоматические. Ручные приводятся в действие оператором оборудования, а автоматические - при превышении скорости движения механизмов машин или выхода за допустимые пределы иных параметров оборудования. Кроме того, тормоза можно подразделить по назначению на рабочие, резервные, стояночные и экстренного торможения.

Применение устройств автоматического контроля и сигнализации – важнейшее условие безопасной и надежной работы оборудования. Устройства контроля - это приборы для измерения давлений, температуры, статических и динамических нагрузок и других параметров, характеризующих работу оборудования и машин. Эффективность их использования значительно повышается при объединении с системами сигнализации (звуковыми, световыми, цветовыми, знаковыми или комбинированными). Устройства автоматического контроля и сигнализации подразделяют: по назначению - на информационные, предупреждающие, аварийные; по способу срабатывания - на автоматические и полуавтоматические.

Для сигнализации должны применяться следующие цвета:

- красный - запрещающий, сигнализирует о необходимости немедленного вмешательства, указывает устройство, работа которого представляет опасность;
- желтый - предупреждающий, указывает на приближение одного из параметров к предельным, представляющим опасность значениям;
- зеленый - извещающий о нормальном режиме работы;
- синий - сигнализирующий, используется для технической информации о работе оборудования и т. п.

На автоматизированных линиях красные сигнальные лампы устанавливают на машинах и оборудовании, которые не контролируются обслуживающим персоналом; зеленые - на временно не работающем оборудовании.

Видом информативной сигнализации являются различного рода схемы, указатели, надписи. Последние поясняют назначение отдельных элементов машин либо указывают допустимые величины нагрузок. Как правило, надписи делают непосредственно на оборудовании или табло, расположенном в зоне обслуживания.

Устройства дистанционного управления наиболее надежно решают проблему обеспечения безопасности, т. к. позволяют осуществлять управление работой оборудования с участков за пределами опасной зоны. Устройства дистанционного управления подразделяют: по конструктивному исполнению - на стационарные и передвижные; по принципу действия - на механические, электрические, пневматические, гидравлические и комбинированные.

Знаки безопасности могут быть предупреждающими, предписывающими и указательными и отличаются друг от друга цветом и формой. Вид знаков строго регламентирован государственным стандартом.

										Лист
										74
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

15.03.05.2017.165.000 ПЗ

Обеспечение безопасности при выполнении работ с ручным инструментом. В обеспечении безопасности труда большое значение имеет организация рабочего места. При организации рабочего места необходимо обеспечить:

- удобную конструкцию и правильную расстановку верстаков - необходим свободный доступ к рабочим местам, а зона вокруг рабочего места должна быть свободной на расстоянии не менее 1 м;
- рациональную систему расположения на рабочем месте инструмента, приспособлений и вспомогательных материалов.

Верстак целесообразно устанавливать на подставках, высота которых подбирается по росту работающего. Верстак должен быть прочным и устойчивым, его каркас желательно делать металлическим, сварным из уголков и труб. При планировке рабочего места следует стремиться к сокращению количества движений. Движения при выполнении работы должны быть короткими и не утомительными, по возможности равномерно выполняемыми обеими руками. Для создания таких условий верстак или стол, приспособления, инструмент, детали должны быть размещены на рабочем месте с учетом следующих правил:

- все предметы, которые берут только правой или левой рукой, кладут соответственно справа или слева;
- ближе должны лежать предметы, которые требуются чаще;
- нельзя допускать скученности предметов, их разбросанности;
- каждый предмет должен иметь свое постоянное место;
- нельзя класть один предмет на другой.

Для того, чтобы избежать травм, необходимо руководствоваться следующими правилами обеспечения безопасности:

- при работе с режущими и колющими инструментами их режущие кромки должны быть направлены в сторону, противоположную телу работающего, чтобы избежать травмы при срыве инструмента с обрабатываемой поверхности;
- пальцы рук, удерживающие обрабатываемый предмет, должны находиться на безопасном удалении от режущих кромок, а сам предмет должен быть надежно закреплен в тисках или каком-либо другом зажимном приспособлении;
- на рабочем месте режущие и колющие предметы должны располагаться на видном месте, а само рабочее место должно быть освобождено от посторонних и ненужных предметов и инструментов, о которые можно зацепиться и споткнуться;
- положение тела работающего должно быть устойчивым, нельзя находиться на неустойчивом и колеблющемся основании;
- при работе с инструментом, имеющим электрический или какой-либо другой механический привод (электродрели, электропилы, электрорубанки), нужно быть особенно осторожными строго соблюдать требования техники безопасности, т. к. механизированный инструмент является источником тяжелейших травм из-за его высокой скорости, для которой быстрота реакции человека недостаточна, чтобы в момент аварии вовремя отключить привод;

										Лист
										75
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.165.000 ПЗ					

– рабочий должен быть одет так, чтобы исключить попадание частей одежды по режущую кромку или на движущие части инструмента (особенно важно, чтобы рукава одежды были застегнутыми), т. к. в противном случае рука может быть затянута под режущий инструмент;

– механизированный инструмент включают только после того, как подготовлено рабочее место, обрабатываемая поверхность, а человек занял устойчивое положение, после завершения операции обработки инструмент должен быть отключен;

– при обработке хрупких материалов образуется факел частиц, вылетающих с высокой скоростью из-под режущего инструмента. Частицы, обладающие большой кинетической энергией, могут нанести травму, особенно опасно повреждение глаз. Поэтому, если на инструменте отсутствуют специальные защитные экраны, лицо человека должно быть защищено маской, глаза - очками, рабочая одежда должна быть изготовлена из плотного материала;

– при обработке вязкого материала образуется стружка (особенно опасна металлическая), она наворачивается на вращающийся инструмент, а затем под действием центробежной силы может отлететь и нанести травму. Поэтому образующуюся ленточную стружку нужно своевременно удалять с инструмента, предварительно остановив его.

Ручной инструмент может быть снабжен дополнительными приспособлениями для повышения безопасности его использования.

5.2 Расчет устройства молниезащиты

Рассчитать молниезащиту— это значит определить тип защиты, ее зону и параметры [18].

По типу молниезащита может быть следующей:

- одностержневой;
- двухстержневой одинаковой или разной высоты;
- многократной стержневой;
- одиночной тросовой;
- многократной тросовой.

По степени надежности защиты различают два типа зон:

- А – степень надежности защиты $\geq 99,5 \%$;
- Б – степень надежности защиты $95... 99,5 \%$.

Параметрами молниезащиты являются:

- h - полная высота стержневого молниеотвода, м;
- h_0 - высота вершины конуса стержневого молниеотвода, м;
- h_x - высота защищаемого сооружения, м;
- h_m - высота стержневого молниеприемника, м;
- h_a - активная высота молниеотвода, м;
- r_0, r_x - радиусы защиты на уровне земли и на высоте защищаемого сооружения, м;
- h_c - высота средней части двойного стержневого молниеотвода, м;

					15.03.05.2017.165.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76

- $2r_c, 2r_x$ - ширина средней части зоны двойного стержневого молниеотвода на уровне земли и на высоте защищаемого объекта, м;
- α - угол защиты (между вертикалью и образующей), град;
- L - расстояние между двумя стержневыми молниеотводами, м;
- a - длина пролета между опорами троса, м;
- $h_{оп}$ - высота опоры троса, м;
- $r_x+r'_x$ - ширина зоны тросового молниеотвода на уровне защищаемого сооружения, м;
- $a+2r_{cx}$ - длина зоны двойного тросового молниеотвода на уровне защищаемого сооружения, м;
- $a+2r_c$ - длина зоны двойного тросового молниеотвода на уровне земли, м.

Рассчитаем ожидаемое количество поражений N молнией в год по формуле

$$N = [(B+6h_x) \cdot (A+6h_x) - 7,7 \cdot h_x^2] \cdot n \cdot 10^{-6}, \quad (5.1)$$

где n – среднее число ударов молнии в месте расположения здания; для города Сургут $n=8$.

$$B=24,8 \text{ м}$$

$$A=48,8 \text{ м}$$

$$h_x=15,5 \text{ м}$$

Подставив известные значения в формулу 5.1, получим:

$$N = [(24,8+6 \cdot 15,5) \cdot (48,8+6 \cdot 15,5) - 7,7 \cdot 15,5^2] \cdot 8 \cdot 10^{-6} = 0,12$$

Принимаем зону защиты Б.

Радиус зоны защиты по высоте здания определяем по формуле:

$$r_x = \sqrt{48,8^2 + 12,4^2} = 50,35 \text{ м} \quad (5.2)$$

Для зоны защиты Б:

$$h_0 = 0,92h \quad (5.3)$$

$$r_0 = 1,5h \quad (5.4)$$

$$h_x = 15,5 \text{ м}$$

$$r_x = 50,35 \text{ м}$$

Определим высоту молниеотвода по формуле

$$h = (r_x + 1,63 \cdot h_x) / 1,5 \quad (5.5)$$

Подставим известные значения в формулу 5.3 и получим:

$$h = (50,35 + 1,63 \cdot 15,5) / 1,5 = 50,41 \text{ м}$$

Вычислим значения h_0 и r_0 :

$$h_0 = 0,92 \cdot 50,41 = 46,38 \text{ м}$$

$$r_0 = 1,5 \cdot 50,41 = 75,62 \text{ м}$$

Вывод: рассчитанная зона молниезащиты здания полностью соответствуют требованиям защиты объекта.

5.3 Мероприятия по предотвращению и уменьшению вероятности возникновения ЧС.

Предупреждение чрезвычайных ситуаций как в части их предотвращения (снижения вероятности возникновения), так и в плане уменьшения потерь и ущерба от них (смягчения последствий) проводится по следующим направлениям:

- мониторинг и прогнозирование чрезвычайных ситуаций;
- рациональное размещение производительных сил и поселений на территории страны с учетом природной и техногенной безопасности;
- предотвращение в возможных пределах некоторых неблагоприятных и опасных природных явлений и процессов путем систематического снижения накапливающегося разрушительного потенциала;
- предотвращение аварий и техногенных катастроф путем повышения технологической безопасности производственных процессов и эксплуатационной надежности оборудования;
- разработка и осуществление инженерно-технических мероприятий, направленных на предотвращение возникновения источников чрезвычайных ситуаций, смягчение их последствий, защиту населения и материальных средств;
- обучение производственного персонала и повышение технологической и трудовой дисциплины;
- подготовка объектов экономики и систем жизнеобеспечения населения к работе в условиях чрезвычайных ситуаций;
- декларирование промышленной безопасности;
- лицензирование деятельности опасных производственных объектов;
- проведение государственной экспертизы в области предупреждения чрезвычайных ситуаций;
- государственный надзор и контроль по вопросам природной и техногенной безопасности;
- страхование ответственности за причинение вреда при эксплуатации опасного производственного объекта;
- информирование населения о потенциальных природных и техногенных угрозах на территории проживания;
- подготовка населения в области защиты от чрезвычайных ситуаций мирного и военного времени.

Под мониторингом понимается система постоянного наблюдения за явлениями и процессами, происходящими в природе и техносфере, для предвидения нарастающих угроз для человека и среды его обитания. Главной целью мониторинга является предоставление данных для точного и достоверного прогноза чрезвычайных ситуаций на основе объединения интеллектуальных, информационных и технологических возможностей различных ведомств и организаций, занимающихся наблюдением за отдельными видами опасностей. Мониторинговая информация служит основой для прогнозирования, в результате

										15.03.05.2017.165.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата							78

которого получают гипотетические данные о будущем состоянии какого-либо объекта, явления, процесса.

Прогнозирование чрезвычайной ситуации - это опережающее предположение о вероятности возникновения и развития чрезвычайной ситуации на основе анализа причин ее возникновения и ее источника в прошлом и настоящем. Главным в этом процессе является информация об объекте прогнозирования, раскрывающая его поведение в прошлом и настоящем, а также закономерности этого поведения. В основе всех методов, способов и методик прогнозирования лежат эвристический и математический подходы. Суть эвристического подхода состоит в изучении и использовании мнений специалистов-экспертов. Этот подход применяется для прогнозирования процессов, формализовать которые нельзя. Математический подход заключается в использовании данных о некоторых характеристиках прогнозируемого объекта после их обработки математическими методами для получения зависимости, связывающей эти характеристики со временем, и вычислении с помощью найденной зависимости характеристик объекта в заданный момент времени. Этот подход предполагает активное применение моделирования или экстраполяции.

Прогнозирование в большинстве случаев является основой предупреждения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. В режиме повседневной деятельности прогнозируется возможность возникновения таких ситуаций: их место, время и интенсивность, возможные масштабы и другие характеристики. При возникновении чрезвычайной ситуации прогнозируется возможное развитие обстановки, эффективность тех или иных мер по ликвидации ситуации, необходимый состав сил и средств. Наиболее важным является прогноз вероятности возникновения чрезвычайной ситуации. Его результаты могут быть наиболее эффективно использованы для предотвращения многих аварий и катастроф, а также некоторых природных бедствий.

Рациональное размещение производительных сил и поселений на территории страны является эффективной совокупностью мер, обеспечивающих предотвращение значительной части чрезвычайных ситуаций (снижение вероятности их возникновения) и уменьшение в определенных пределах возможных потерь и ущерба от них (смягчение их последствий). Это размещение представляет собой меры по распределению и перераспределению по территории страны объектов экономики и хозяйственной инфраструктуры, а также населенных пунктов в соответствии с критериями их защищенности от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Важной частью этих мероприятий является рациональное размещение потенциально опасных объектов и мест утилизации отходов. Объекты экономики размещают таким образом, чтобы они не попадали в зоны, в которых возможные природные и техногенные воздействия на них превышают допустимые нормативные. Объекты экономики должны находиться на таком расстоянии от жилых зон и друг от друга, которое обеспечивает их безопасность. Взрыво- и пожароопасные объекты и их элементы размещают с учетом защитных свойств и других особенностей местности.

Потенциально опасные элементы радиационно опасных объектов размещают на таком расстоянии, которое обеспечивает изоляцию реакторных блоков атомных станций друг от друга. Химически опасные объекты возводят на безопасном расстоянии от рек, водоемов, морского побережья, подземных водоносных слоев и размещают с подветренной стороны населенных пунктов и жилых зон. Биологически опасные объекты и их элементы располагают с учетом розы ветров в данной местности. Вокруг радиационно, химически и биологически опасных объектов создают санитарно-защитные зоны и зоны наблюдения. В санитарно-защитных зонах не допускается размещение жилых домов, детских дошкольных учреждений, учебных заведений и некоторых других объектов. Гидротехнические сооружения возводят таким образом, чтобы в зоны возможного катастрофического затопления попадало минимальное число объектов социального и хозяйственного назначения. Размещение населенных пунктов и объектов важного экономического значения в этих зонах не допускается.

Предотвратить большинство чрезвычайных ситуаций природного характера практически невозможно. Однако существует ряд опасных природных явлений и процессов, негативному развитию которых можно воспрепятствовать. Это может быть выполнено проведением мероприятий по предупреждению градобитий, заблаговременному спуску лавин и сбрасыванию селевых озер, образовавшихся в результате завалов русел горных рек. К мерам по предотвращению таких ситуаций могут быть отнесены также локализация или подавление природных очагов инфекций, вакцинация населения и сельскохозяйственных животных.

В техногенной сфере работу по предотвращению аварий ведут в соответствии с их видами на конкретных объектах. В качестве мер, снижающих риск возможных ЧС, наиболее эффективными являются совершенствование технологических процессов; повышение качества технологического оборудования и его эксплуатационной надежности; своевременное обновление основных фондов; использование технически грамотной конструкторской и технологической документации, высококачественного сырья, материалов и комплектующих изделий; наличие квалифицированного персонала, создание и применение передовых систем технологического контроля и технической диагностики, безаварийной остановки производства, локализации и подавления аварийных ситуаций и многое другое.

Одним из направлений эффективного уменьшения масштабов чрезвычайных ситуаций является строительство и использование защитных сооружений различного назначения. К ним следует отнести гидротехнические защитные сооружения, предохраняющие водотоки и водоемы от распространения радиоактивного загрязнения, а также сооружения, защищающие сушу и гидросферу от некоторых других поверхностных загрязнений. Плотины, шлюзы, насыпи, дамбы и укрепление берегов используют для защиты от наводнений. Важная роль в деле снижения ущерба окружающей природной среде отведена коммунальным и промышленным очистным сооружениям. Для уменьшения негативного воздействия оползней, селей, обвалов, осыпей и лавин в горной местности применяют защитные инженерные сооружения на коммуникациях и в населенных пунктах. Для смягчения эрозивных процессов используют защитные

						15.03.05.2017.165.000 ПЗ	Лист
							80
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			

лесонасаждения. Для защиты персонала объектов экономики и населения от опасностей военного времени, а также от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера используются защитные сооружения гражданской обороны.

Эффективно содействует уменьшению масштабов чрезвычайных ситуаций (особенно в части потерь) создание и применение систем оповещения населения, персонала и органов управления, прежде всего системы централизованного оповещения на федеральном, региональном, территориальном, местном и объектовом уровнях. Благодаря этой системе можно в кратчайшие сроки оповестить об опасности большую часть населения страны или отдельных территорий. Своевременное оповещение позволяет принять меры по защите населения и тем самым снизить потери. На потенциально опасных объектах функционируют локальные системы оповещения, управляемые дежурным персоналом объекта или специалистами централизованной системы оповещения города. Задачей локальной системы оповещения является своевременное оповещение об опасности людей, проживающих вблизи потенциально опасного объекта. На случай, если дежурный персонал не сможет своевременно привести в действие систему оповещения, создают локальные или объединенные автоматизированные системы обнаружения опасных природных и техногенных факторов и оповещения о них. Такие автоматизированные системы контроля радиационной обстановки уже применяются на некоторых отечественных АЭС.

Одним из важнейших мероприятий по предупреждению возникновения и развития чрезвычайных ситуаций, прежде всего техногенного характера, является обучение производственного персонала и повышение технологической и трудовой дисциплины.

Сложившаяся в последние годы ситуация в области эксплуатации промышленных производств, особенно потенциально опасных, характеризуется высоким уровнем аварийности и травматизма. Пожары, взрывы, выбросы токсичных продуктов и другие аварийные ситуации на производстве часто становятся причиной чрезвычайных ситуаций. Несмотря на значительные усилия в области разработки технических систем безопасности и защиты, показатели аварийности в нашей стране в последние годы значительно выросли. В большинстве случаев это связано с низкой обученностью персонала и несоблюдением технологической и трудовой дисциплины. По причине "человеческого фактора" происходит более половины всех техногенных аварий и катастроф на объектах экономики, промышленного и сельскохозяйственного производства, наземном, воздушном и водном транспорте.

В соответствии с действующим законодательством работник несет ответственность за свою производственную деятельность в пределах собственной (аттестационной или лицензируемой) обученности, а также информированности об опасностях при исполнении своих функций на рабочем месте.

Поэтому повышается значимость непрерывного и дополнительного обучения и информирования работников. Трудовым кодексом Российской Федерации, который принят Государственной Думой РФ в декабре 2001 г., предусмотрены обязанности и права как работодателей, так и работников по профессиональной

					15.03.05.2017.165.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		81

подготовке и переподготовке, а также соблюдению трудовой и технологической дисциплины и требований охраны труда. Много внимания этим вопросам уделяется и в других законодательных и нормативных актах, особенно регламенты - рующих деятельность в опасных сферах. Так, в статье 10 Федерального закона РФ "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" говорится об обязанности организации, эксплуатирующей такой объект "обучать работников действиям в случае аварии или инцидента на опасном производственном объекте".

Профессиональная подготовка работника включает в себя:

- первичный инструктаж по безопасным методам работы для вновь принятого или переведенного из одного цеха в другой работника (проводится мастером или начальником цеха);
- ежеквартальный инструктаж по безопасным методам работы и содержанию планов ликвидации аварий и эвакуации персонала (проводятся руководителем организации);
- повышение квалификации рабочих по специальным программам в соответствии с "Типовым положением" (проводится аттестованными преподавателями).
- Противоаварийная подготовка персонала предусматривает выполнение следующих мероприятий:
 - разработка планов ликвидации аварий в цехах и на объектах, подконтрольных Госгортехнадзору России; а также подготовка планов эвакуации персонала цехов и объектов в случае возникновения аварий;
 - первичный инструктаж по действиям в соответствии с планами ликвидации аварий и эвакуации персонала для вновь принятых или переведенных из цеха в цех рабочих (проводится мастером или начальником цеха);
 - ежеквартальный инструктаж по действиям в соответствии с планами ликвидации аварий и эвакуации персонала (проводится руководителем организации).

В соответствии с Федеральным законом РФ "О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера", а также постановлением Правительства Российской Федерации от 4 сентября 2003 г. № 547 предусмотрено обязательное обучение всех работников предприятий, учреждений и организаций правилам поведения, способам защиты и действиям в чрезвычайных ситуациях. Занятия с ними проводятся по месту работы в соответствии с программами, разработанными с учетом особенностей производства. Работники также принимают участие в специальных учениях и тренировках. Для руководителей всех уровней, кроме того, предусмотрено обязательное повышение квалификации в области гражданской обороны и защиты от чрезвычайных ситуаций при назначении на должность, а в последующем не реже одного раза в пять лет.

К мерам, уменьшающим масштабы чрезвычайных ситуаций, следует отнести также поддержание в готовности убежищ и укрытий, санитарно-эпидемические и ветеринарно-противоэпизо-отические мероприятия, эвакуацию населения из

											15.03.05.2017.165.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата								82

неблагоприятных или потенциально опасных зон, обучение населения, поддержание в готовности органов управления и сил и многое другое, а также декларирование промышленной безопасности объекта. Декларация промышленной безопасности разрабатывается на каждом промышленном объекте, деятельность которого связана с повышенной опасностью. Она обеспечивает контроль за соблюдением мер безопасности и позволяет оценить достаточность и эффективность мероприятий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Деятельность, связанная с проектированием потенциально опасных объектов промышленности и транспорта, их строительством (реконструкцией), вводом и выводом из эксплуатации, работой на конкретной территории, осуществляется только на основе лицензии, выданной федеральным или территориальным органом исполнительной власти, специально уполномоченным в области промышленной безопасности. Лицензия является официальным государственным разрешительным документом, удостоверяющим право ее владельца на осуществление определенного вида (видов) деятельности на данной территории в течение установленного срока при соблюдении им заранее оговоренных требований и условий.

Для реализации мер по обеспечению природной и техногенной безопасности объектов различного назначения еще на стадии их проектирования осуществляется государственная экспертиза в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций.

Государственной экспертизе в этой области подлежат:

- градостроительная документация;
- проектная документация на строительство, расширение, реконструкцию, техническое перевооружение, снятие с эксплуатации и ликвидацию объектов промышленного и социального назначения, которые могут быть источником чрезвычайных ситуаций или могут влиять на обеспечение защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций;
- проекты защитных сооружений различного назначения.

Государственная экспертиза по указанным объектам проводится независимо от источников финансирования, организационно-правовых форм и принадлежности объекта на всех стадиях (этапах) разработки документации.

Важным элементом общей деятельности по предупреждению чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера является государственный надзор и контроль в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций. Его целью является проверка полноты выполнения мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций и готовности соответствующих должностных лиц, сил и средств к действиям в случае их возникновения. Государственный надзор и контроль осуществляют федеральные органы исполнительной власти и органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации. По результатам надзорной и контрольной деятельности в области защиты населения и территорий разрабатываются рекомендации, направленные на снижение риска и уменьшение масштабов чрезвычайных ситуаций, а также

					15.03.05.2017.165.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		83

обязательные для исполнения решения о расследовании причин возникновения чрезвычайных ситуаций.

Эффективным инструментом частичной компенсации ущербов от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера является страхование природных и техногенных рисков. Оно защищает имущественные и другие интересы граждан и юридических лиц в случае наступления событий (страховых случаев), определенных договором страхования или действующим законодательством.

Огромный потенциал в деле снижения рисков чрезвычайных ситуаций заключается в использовании для оперативного информирования и оповещения населения комплексной системы, включающей в себя федеральные, региональные и местные информационные центры, соединенные с различными оконечными устройствами отображения информации. Такими устройствами в местах массового пребывания людей наружные и внутренние электронные табло с видеочамерами (для обеспечения обратной связи и профилактического наблюдения). В других местах оконечными устройствами могут служить мобильные телефоны, портативные компьютеры с беспроводным выходом в Интернет, бытовые радио-и телеприемники. На указанные устройства может выводиться информация о возможных чрезвычайных ситуациях, характере их поражающих факторов, правилах безопасного поведения, сигналы оповещения. Наличие обратной связи позволяет в этом случае осуществлять интерактивный процесс обучения, а также профилактическое наблюдение и мониторинг мест массового пребывания людей.

Информация о прогнозируемых и возникших чрезвычайных ситуациях, их последствиях, о состоянии радиационной, химической, медико-биологической, взрывной, пожарной и экологической безопасности на соответствующих территориях должна быть правдивой и своевременной. Соккрытие, несвоевременное представление, либо представление заведомо ложной информации недопустимо и влечет за собой ответственность в соответствии с законодательством Российской Федерации.

В настоящее время особое значение приобретает борьба с терроризмом.

В связи с этим разрабатывается и осуществляется комплекс следующих мероприятий:

- уточнение перечня объектов и систем жизнеобеспечения, наиболее вероятных для проведения на них террористических актов;
- разработка на объектах экономики мероприятий по предотвращению несанкционированного проникновения посторонних лиц и прогнозирование возможных чрезвычайных ситуаций на них в случае террористических актов;
- внедрение системы страхования ответственности за причинение вреда гражданам, в том числе и от аварий в результате террористических актов;
- осуществление лицензирования деятельности опасных производств, декларирование безопасности и повышение готовности к локализации и ликвидации аварий, в том числе в результате террористических актов;

					15.03.05.2017.165.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		84

– подготовка специальных разведывательных групп для обнаружения и идентификации опасных веществ, использование которых возможно при совершении террористических актов;

– определение перечня и разработка специальных мероприятий по обнаружению и обезвреживанию средств совершения технологических террористических актов.

В качестве профилактических мер на объектах целесообразно использовать следующее:

- ужесточение пропускного режима при входе и въезде на территорию;
- установка систем сигнализации, аудио- и видеозаписи;
- организация и проведение совместно с сотрудниками правоохранительных органов инструктажей и практических занятий с работающим персоналом;
- регулярный осмотр территорий и помещений.

Все указанные выше мероприятия по предупреждению возникновения и развития ЧС имеют общий характер. На каждом отдельном объекте экономики с учетом его специфики специалисты разрабатывают и осуществляют конкретные мероприятия.

Выводы по разделу пять

В настоящем разделе рассмотрены вопросы по обеспечению защиты от механического травмирования на производственном участке, проработаны мероприятия по предотвращению и уменьшению вероятности возникновения ЧС, рассчитано устройство молниезащиты.

										Лист
										85
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.165.000 ПЗ					

6 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

6.1 Расчет себестоимости изготовления детали

В настоящее время для обеспечения высокой эффективности общественного производства определяющее значение имеет правильный экономический подход к планированию, производству и эксплуатации создаваемых производственных и непроизводственных машин. В связи с этим необходимо верно дать экономическую оценку изготовления детали «Полумуфта зубчатая (левая)».

Общая себестоимость изготовления детали «Полумуфта зубчатая (левая)» складывается из основных составляющих [20].

$$C_o = C_{ц} + C_{э} + C_{м}, \quad (6.1)$$

где $C_{ц}$ - Цеховая себестоимость, руб;

$C_{э}$ - Затраты на электроэнергию, руб;

$C_{м}$ - затраты на материалы, руб.

Цеховая себестоимость изготовления детали складывается из следующих показателей:

$$C_{ц} = M + 3П_{осн} + 3П_{доп} + 3_{вып.ф} + 3_{обр} + P_{цех}, \quad (6.2)$$

где M - стоимость основных материалов на деталь;

$3П_{осн}$ - основная заработная плата;

$3П_{доп}$ - дополнительная заработная плата;

$3_{вып.ф}$ - выплаты во внебюджетные фонды;

$3_{обр}$ - затраты на содержание и эксплуатацию оборудования;

$P_{цех}$ - цеховые расходы

Стоимость основных материалов на деталь определяется по формуле

$$M = M_3 \times Ц_3 - M_{отх} \times Ц_{отх}, \quad (6.3)$$

где M_3 - масса заготовки, кг;

$Ц_3$ - цена за 1 кг металла, руб.

$M_{отх}$ - масса отходов, кг;

$Ц_{отх}$ - цена за 1 кг отходов, руб

$$M = 91,3 \times 48,5 - 17,3 \times 48,5 = 3589 \text{ руб.}$$

Рассчитаем основную заработную плату для всех рабочих по формулам 6.4-6.7. Все расчеты сведем в таблицу 6.1

$$3П_{осн} = \sum P_{сд} \times K_{мп} \quad (6.4)$$

$$3П_{доп} = 3П_{осн} \times 0,13 \quad (6.5)$$

$$3П_{с.н} = 3П_{осн} \times 0,5 \quad (6.6)$$

$$3П_{р.к.} = 3П_{осн} \times 0,7 \quad (6.7)$$

					15.03.05.2017.165.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		86

Таблица 6.1 – Расчет заработной платы основных рабочих

Профессия	Тариф. разряд	Тарифная ставка	Тшт, час	ЗП _{осн}	ЗП _{доп}	ЗП _{с.н.}	ЗП _{р.к.}	ЗП _{общ}
Токарь	4	69,1	0,170	11,75	1,53	5,87	8,23	27,55
Оператор станков ЧПУ	5	77,9	0,59	45,96	5,97	22,98	32,17	107,67
Шлифовщик	4	69,1	0,12	8,29	1,08	4,15	5,81	19,45
Зубофрезеровщик	5	77,9	0,31	24,15	3,14	12,08	16,91	56,59
Протяжник	5	77,9	0,025	1,95	0,25	0,98	1,37	4,58
Зубошлифовщик	5	77,9	0,26	20,25	2,63	10,13	14,18	47,45
Слесарь	4	69,1	0,3	20,73	2,69	10,37	14,51	48,6
Сверловщик	4	69,1	0,36	24,88	3,23	12,44	17,42	58,33

Итого, общая заработная плата на изготовление одной детали:

$$ЗП_{осн}=27,55+107,67+19,45+56,59+4,58+47,45+48,6+58,33=370,22$$

$$Звыпф=(ЗП_{осн}+ЗП_{доп})\times 30,2\% = (157,96+20,53)\times 0,302=53,9 \text{ руб}$$

$$З_{обр}=(ЗП_{осн}\times K\times 150)/100,$$

$$З_{обр}=(157,96\times 1,15\times 150)/100=272,48 \text{ руб}$$

$$P_{цех}=(ЗП_{осн}\times K\times 250)/100,$$

$$P_{цех}=(157,96\times 1,15\times 250)/100=454,13 \text{ руб}$$

$$С_{ц}=3589+157,96+20,53+53,9+272,48+454,13=4548 \text{ руб}$$

Затраты на электроэнергию при изготовлении детали

$$E = N \times \text{Ц} \times h \times t,$$

(6.8)

где N - мощность электродвигателя, кВт;

Ц - стоимость 1кВтхч, руб/кВтхч;

h - КПД;

t - машинное время, ч.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.165.000 ПЗ					Лист
										87

Для производства детали возьмем данные по всему оборудованию участка:

$N=105,5\text{кВт}$; $\text{Ц}=0,92\text{руб/кВтхч}$; $h=0,88$; $t=10\text{ч}$
Подставив значения в формулу 6.8, получаем:
 $C_3=1102,95\text{ руб}$

Рассчитаем затраты на материалы для изготовления детали «Полумуфта зубчатая (левая)».

$$C_m=(M_d \times C_m \times K_{\text{тзр}} - D_o \times C_o), \quad (6.9)$$

где M_d – масса детали, кг;

C_m – цена металла за 1 кг, руб; $C_m=48,5\text{ руб}$

$K_{\text{тзр}}$ – коэффициент учитывающий транспортно-заготовительные отходы;

D_o – масса отходов, кг;

C_o – цена отходов, руб. $C_o=35,5\text{ руб}$

$C_m = (74 \times 48,5 \times 1,15 - 17,3 \times 35,5) = 3513,2\text{ руб}$

Подставив все вычисленные значения в формулу 6.1, получим:

$C_o=4548+1102,95+3513,2=9164,15\text{ руб}$

Себестоимость изготовления в базовом варианте равна $C_o=11237,45\text{ руб}$, что на 2073,3 руб. больше, чем в проектном.

В связи с внедрением более рациональной заготовки для изготовления детали «Полумуфта зубчатая (левая)», а также внедрения протяжной операции себестоимость ее изготовления уменьшается. Для сравнения в базовом технологическом процессе масса заготовки (106,5 кг) больше, чем в спроектированном технологическом процессе (91 кг).

Выводы по разделу шесть

В данном разделе рассчитана себестоимость изготовления детали «Полумуфта зубчатая (левая)», а также выявлена экономическая целесообразность внедрения спроектированного технологического процесса.

									Лист
									88
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.165.000 ПЗ				

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенной работы был разработан участок механической обработки деталей типа «Полумуфта зубчатая (левая)».

Проведен анализ исходных данных и сравнение отечественных и зарубежных технологий. В качестве заготовки выбрана поковка. Сформированы операции и назначены режимы резания, пронормированы технологические операции, разработан технологический процесс.

В конструкторском разделе разработаны зажимное приспособление для сверления отверстия, протяжка для обработки шпоночного паза и контрольное приспособление для замера радиального биения зубьев зубчатого колеса.

В строительном разделе спроектирован участок с оптимальным расположением оборудования. Спроектировано средство удаления стружки. Определено количество рабочих и оборудования. Спланирована производственная площадь. Определены тип, форма и размер здания.

В разделе безопасности жизнедеятельности разработаны мероприятия по обеспечению защиты от механического травмирования на производственном участке; рассчитано устройство молниезащиты; разработаны мероприятия по предотвращению и уменьшению вероятности возникновения ЧС.

В экономической части определен экономический эффект от внесения изменений.

Таким образом, цель работы достигнута, задачи - решены.

Результаты работы рекомендуется использовать при изготовлении деталей

					15.03.05.2017.165.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		89

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

- 1 Аверьянов, И.Н. Проектирование и расчет станочных и контрольно-измерительных приспособлений в курсовых и дипломных проектах: Учебное пособие / И.Н. Аверьянов, А.Н. Болотеин, М.А. Прокофьев. – Рыбинск: РГАТА. 2010. – 220 с.
- 2 Матвеев, В.В. Размерный анализ технологических процессов / В.В. Матвеев. – М.:Машиностроение, 1982. – 264 с.
- 3 Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: справочник. Т. 3.: / В.И. Анурьев – 9-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение. 2001. – 728 с.
- 4 Аршинов, В.А. Резание металлов и режущий инструмент: Учебник для машиностроительных техникумов / В.А. Аршинов, Г.А. Алексеев – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1979. – 480 с.
- 5 Ванин, В.А. Приспособления для металлорежущих станков: Учебное пособие / – В.А. Ванин. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та. 2008. – 316 с.
- 6 Горошкин, А.К. Приспособления для металлорежущих станков: Справочник. 9-е изд., перераб. и доп / А.К. Горошкин. – М.: Машиностроение. 1989. – 303 с.
- 7 Краткий справочник металлиста: справочник / П. Н. Орлова. – М.: Машиностроение. 1986. – 900 с.
- 8 Маталин, А.А. Технология машиностроения: Учебник для машиностроительных вузов / А.А.Маталин – Л.: Машиностроение. 1985 – 496 с.
- 9 Металлорежущие станки: Учебник для машиностроительных вузов / В. Э. Пуш. – М.: Машиностроение, 1985. – 574 с.
- 10 Нефедов, Н.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту: Учебное пособие / Н.А. Нефедов, К.А. Осипов – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение. 1990. – 288 с.
- 11 Расчет режимов резания: Учебное пособие / В. Ф. Безъязычный, И. Н. Аверьянов, А. В. Кордюков. – Рыбинск: РГАТА. 2009. – 185 с.
- 12 Режимы резания металлов: Справочник / Ю. В. Барановской – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение. 1995. – 455 с.
- 13 Косилова, А.Г. Справочник технолога машиностроителя. т.1 / А. М. Дальский, А. Г. Косилова. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение. 2001 – 912 с.
- 14 Косилова, А.Г. Справочник технолога машиностроителя. т.2: справочник / А. М. Дальский, А. Г. Косилова. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение. 2001 – 944 с.
- 15 Суслов, А.Г. Технология машиностроения: Учебник. / А.Г. Суслов – М.: Машиностроение. 2003 – 496 с.
- 16 Ткачев, А.Г., Типовые технологические процессы изготовления деталей машин: Учебное пособие / А.Г. Ткачев, И.Н. Шубин. – Тамбов: Тамб. гос. техн. ун-та. 2007. – 177 с.

17 Безопасность жизнедеятельности. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Пожарная безопасность: учебное пособие / под ред. В.Н. Павлова. – СПб: изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2001. – 284с.

18 Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие / под ред. Ю.М. Соломенцева. — М.: Высшая школа, 2002. - 310 с.

19 Безопасность жизнедеятельности: учебник / под ред. С.В. Белова, – 5-е изд., испр. и доп. – М.: Высшая школа, 2005. – 606 с.

20 Чучкалова, Е.И. Техничко-экономические расчеты в выпускных квалификационных работах: учебное пособие / Е.И. Чучкалова, Т.А. Козлова, В.П. Суриков. – Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО «Рос.гос.проф.ун-т», 2006. – 66с.
