

Реферат

Выпускная квалификационная работа на тему разработка технологического процесса изготовления генератора. Разработка технологического процесса данной детали-сложная, многовариантная задача, включающая в себя размерный анализ, создание эскизов и наладок в графических программах

В технологической части представлен технологический процесс детали «генератор», которая используется при изготовлении устройства для размыва донных отложений «Тайфун 16»

Для данной детали поэтапно выполнено следующее: обоснован выбор заготовки, выбраны базы и схемы установки, разработана маршрутно операционная технология, на листах 2,3,4,5,6 произведен размерный анализ детали с применением теории графов,

также определены припуски, технологические размеры, выбрано оборудование, приспособления и инструмент, рассчитаны режимы резания и произведено нормирование ТП. на 5 листах представлен, разработанный мною ТП. Все расчеты сведены в таблицы и графы

В предоставленной конструкторской части было спроектировано приспособление, специализированная цанговая оправка-114(лист 7), которое обеспечивает эксцентриситет детали, является достаточно быстродействующим. Представлена разработанная мной оправка-цанговая, предназначенная для обеспечения эксцентриситета детали, позволяет обрабатывать деталь без проектирования сложных алгоритмов обработки детали. Позволяющая обрабатывать деталь практически на любых станках, обеспечивающих технические требования конструкторских размеров детали. Эти оправки отличаются повышенной надежностью. Данная деталь не технологична, для ее изготовления необходимо специальное оборудование и инструмент, данная цанговая оправка, дает возможность использования более простого оборудования. Планируется упрощение изделия с целью удешевления производства устройства для размыва донных отложений.

Оглавление

Введение.....	6
1. Технологическая часть	7
1.1. Этапы разработки технологических процессов	7
1.2. Исходные данные для проектирования технологического процесса.....	8
1.3. Анализ чертежа детали.....	9
1.4. Анализ технологичности конструкции детали	10
1.5. Выбор заготовки.....	11
1.6. Структура технологического процесса.....	13
1.7. Выбор оборудования и технологической оснастки.....	17
1.8. Размерный анализ технологических процессов.....	21
1.8.1. Применение теории графов в размерных расчетах	21
1.8.2. Последовательность построения графа технологических связей ТП.....	22
1.9. Расчет припусков и технологических размеров.	26
1.10. Расчет режимов резания	36
2.11. Нормирование технологического процесса	39
2. Конструкторская часть	42
2.1. Описание конструкции и принципа действия специального приспособления.	42
2.2. Расчет сил зажима	43
2.3. Выбор привода зажимающего устройства и расчет его параметров.....	45
2.4. Выбор оборудования и технологической оснастки.....	47
3. Организационно-экономический раздел	53
3.1. Определение норм времени для механической обработки.....	54
3.1.1. Расчет штучно-калькуляционного времени на заводской техпроцесс.....	54
3.2.2. Затраты на заработную плату производственных рабочих.....	55
3.2.3. Затраты на инструмент	55

3.2.4. Отчисления на социальные цели	56
3.2.5. Затраты на электроэнергию	56
3.2.6. Затраты на ремонт оборудования	57
3.2.7. Затраты на эксплуатацию приспособления.....	57
3.2.8. Затраты на амортизацию оборудования	57
3.5. Сроки окупаемости	59
3.6. Построение графика безубыточности	59
4 Социальная ответственность	60
4.1 Производственная безопасность.....	60
4.1.1 Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации участка изготовления деталей вырубного штампа.....	60
4.1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации участка изготовления деталей вырубного штампа.....	66
4.2 Экологическая безопасность.....	74
4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	77
4.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.	84
Правовые нормы трудового законодательства	84
Список литературы	98

Введение

Темой выпускной квалификационной работы является ”Разработка технологического процесса изготовления генератора.

Цель работы – на основе теоретических знаний в области проектирования технологических процессов (ТП) составить технологический процесс изготовления детали, на уровне с современными технологиями проектирования

В соответствии с этим решаются следующие задачи:

- изучение общих вопросов проектирования;
- создание технологии по проектированию ТП детали «Генератор»;
- проектирование специального приспособления для данного ТП.

При проектировании ТП было выполнено следующее: обоснован выбор заготовки, разработана маршрутно-операционная технология, определены технологические допуски, припуски на операционные размеры, выбрано оборудование, приспособления и инструмент, рассчитаны режимы резания.

В конструкторской части было разработано приспособление для обеспечения эксцентриситета детали, для токарной операции.

В организационно-экономическом разделе рассчитана себестоимость изготовления детали.

В заключительной части ВКР были рассмотрены вопросы производственной и экологической безопасности, произведен расчет освещенности, разработаны мероприятия по обеспечению безопасности жизнедеятельности.

1. Технологическая часть

1.1. Этапы разработки технологических процессов

В настоящее время нельзя обойтись без квалифицированной и грамотной работы технолога. Ниже приведена последовательность проектирования общих технологических процессов

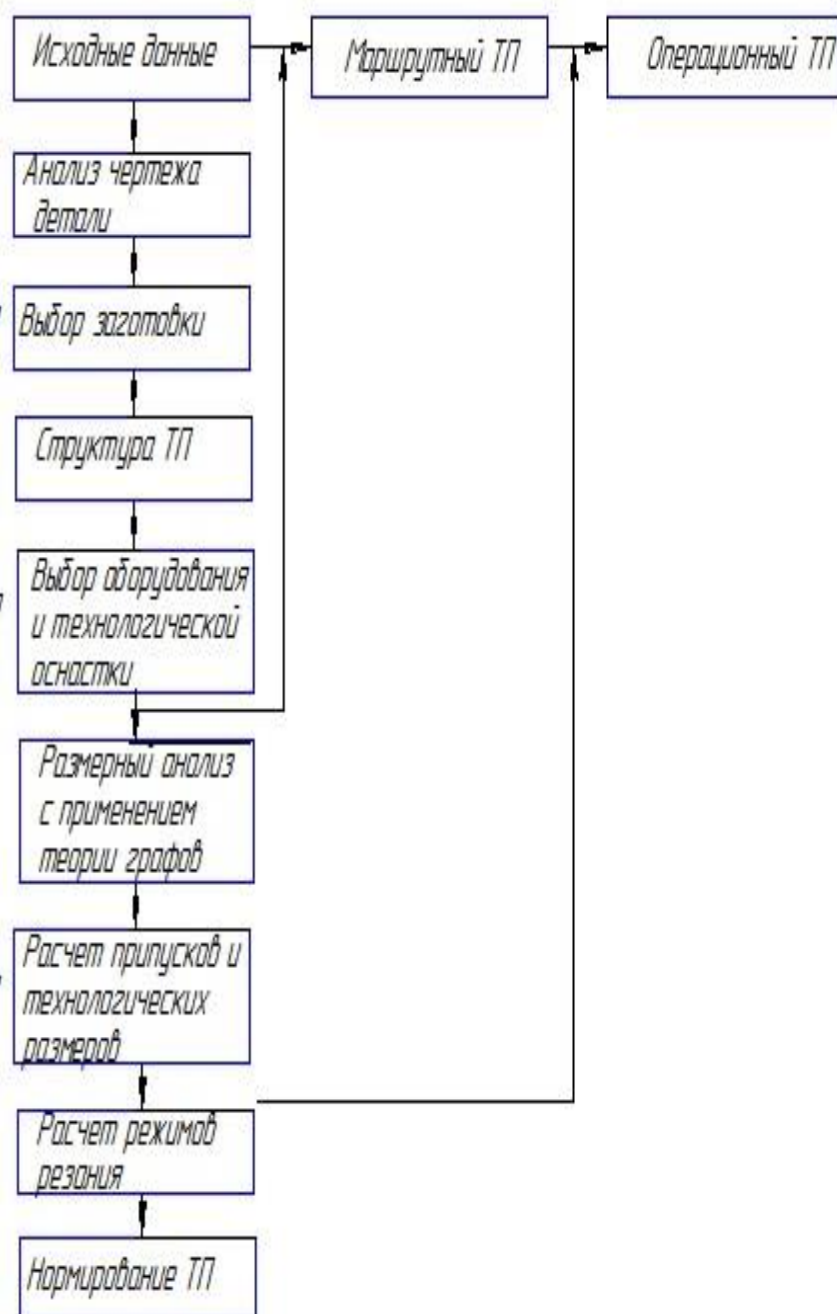


Рис.1.1.1. Последовательность проектирования технологических процессов.

1.2. Исходные данные для проектирования технологического процесса

- 1) рабочий чертеж детали (представлен на рис.2.2.1.)
- 2) программа выпуска деталей $N = 1000 \text{ шт./год}$
- 3) справочная и нормативная литература.

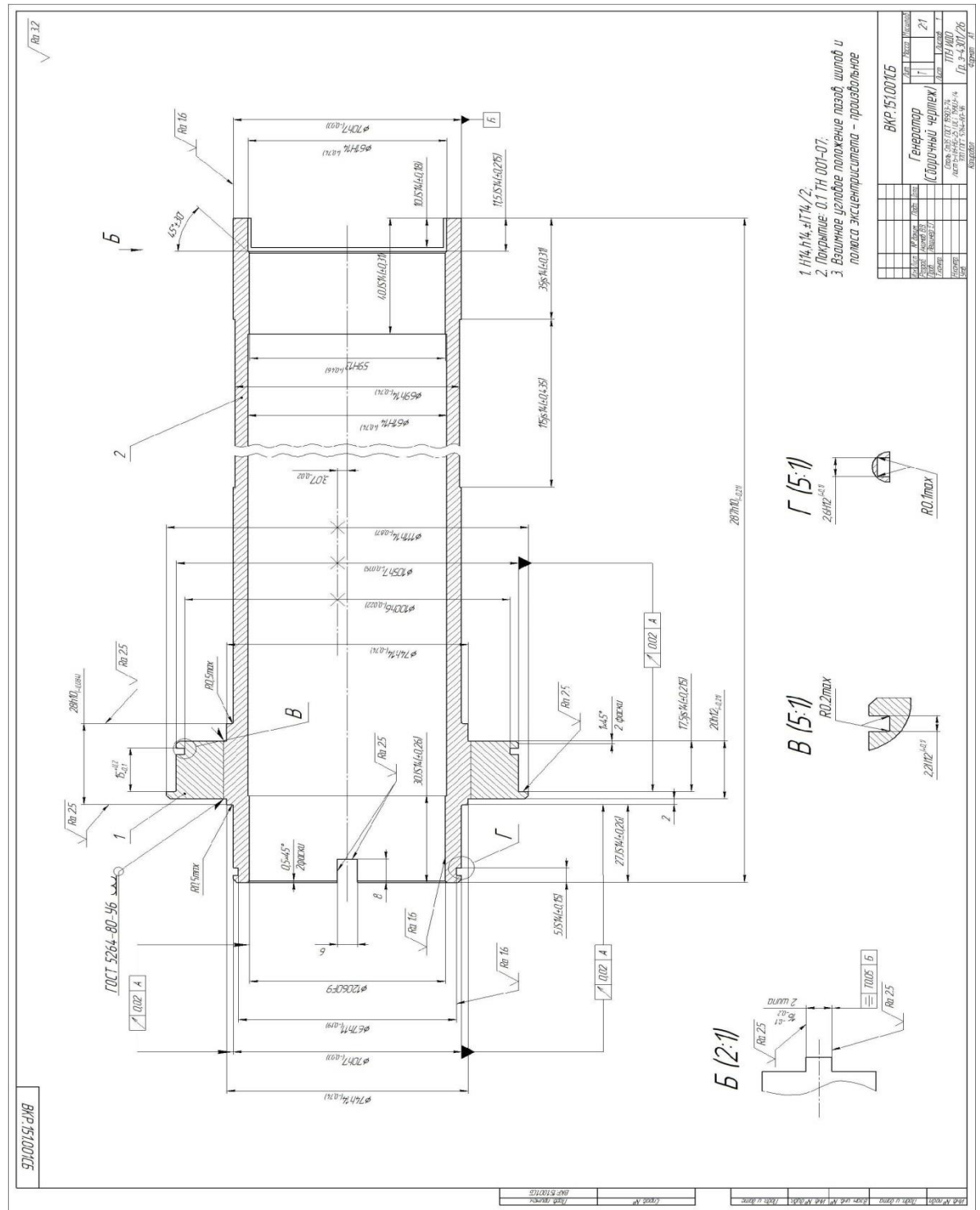


Рис.1.2.1, Конструкторский чертеж детали

1.3. Анализ чертежа детали

Деталь – генератор (приведена на рис.2.2.1.).

На чертеже изображена сборка-сварная выполненная безотрывным швом ГОСТ 5264-80-У6, самый точный размер выполняется по 7му качеству, так же имеется 3 вида шероховатости Ra 3,2;2,5;1,6.

Наружный контур состоит из пяти ступеней $\varnothing 70_{-0,03}$ — $\varnothing 74_{-0,74}$ мм, $\varnothing 74_{-0,74}$ — $\varnothing 111_{-0,87}$ мм, $\varnothing 111_{-0,87}$ — $\varnothing 105_{-0,035}$ мм, $\varnothing 105_{-0,035}$ — $\varnothing 74_{-0,74}$ мм, $\varnothing 74_{-0,74}$ — $\varnothing 70_{-0,003}$ мм; имеются две канавки шириной $2,2^{+0,1}$ и $2,6^{+0,1}$; широкая внутренняя канавка $\varnothing 61^{+0,74}$; два торцевых паза шириной $6 \pm 0,15$ и глубиной $8 \pm 0,18$; два шипа шириной $16^{+0,1}_{-0,2}$; занижение шириной $115 \pm 0,435$, . и полюс эксцентриситета $3,07_{-0,02}$, относительно 2й и 3й ступени; два торцевых биения $0,02$, один из которых расположен на эксцентриситете, допуск радиального биения между размерами $\varnothing 70_{-0,03}$ - $\varnothing 60_{+0,03}^{+0,1}$ и допуск симметричности поверхностей шипа 0.05 .

Внутренний контур состоит из трех ступеней $\varnothing 60_{+0,03}^{+0,1}$ мм - $\varnothing 61^{+0,74}$ мм, $\varnothing 61^{+0,74}$ — $\varnothing 59^{+0,45}$ мм, $\varnothing 59^{+0,45}$ — $\varnothing 61^{+0,74}$ мм.

Так как деталь составная то имеется 2 вида материала детали:

Сталь Ст35 ГОСТ 19903-74- это конструкционная сталь с содержанием углерода $C=0,035\%$, трубного проката, что говорит о прочности, пластичности и достаточной вязкости материала. Конструкционные стали применяют для изготовления различных деталей, частей машин, станков и других конструкций;

Лист Б-ПН-НО-25 ГОСТ 19903-74 Э70 ГОСТ 5264-80-У6 –это листовой прокат нормальной точности, с нормальной точностью проката плоскости и нормальной кромкой.

Сварное соединение выполняется ручной дуговой сваркой ГОСТ 5264-80-У6 с двумя симметричными криволинейными скосами двух кромок

Деталь имеет габаритные размеры: длина — $287_{(-0,21)}$ мм, диаметр — $111_{(-0,87)}$ мм.

Самые точные поверхности:

- посадочное отверстие диаметром : $\phi 60F9_{(-0,025)}$ мм с шероховатостью Ra 1.63.

- посадочный диаметр: $\phi 70H7_{(-0,03)}$ мм, длина- $27JS14(\pm 0.26)$ мм.

Остальные размеры выполняются по 14 качеству, неуказанная шероховатость Ra 3,2.

Деталь подвергается термообработке - отжиг после сварки, и наносится покрытие: 0.1 ТН 001-07

Чертеж обрабатываемой детали имеет все необходимые сведения, дающие полное представление о детали, т.е. все разрезы и сечения. На чертеже указаны все размеры с необходимыми отклонениями, требуемая шероховатость обрабатываемых поверхностей. Указаны сведения о материале детали, термической обработке.

К недостаткам чертежа можно отнести:

а) необходимость дополнительно готовить технологическую документацию для обработки детали, т.к. чертёж не отражает требований технологии;

б) рост числа контрольно-измерительных операций, т.к. заказчик принимает изготовленную деталь не по технологическому, а по конструкторскому чертежу.

1.4. Анализ технологичности конструкции детали

В процессе разработки конструкции детали конструктор придает ей не только необходимые свойства, выражающие полезность изделия, но и свойства, определяющие уровень затрат ресурсов на его создание, изготовление, техническое обслуживание и ремонт.

Совокупность свойств изделия, определяющих приспособленность его конструкции к достижению оптимальных затрат ресурсов при производстве и эксплуатации для заданных показателей качества, объема выпуска и условий

выполнения работ, представляет собой технологичность конструкции изделия.[8, с.269]

Анализируя технологичность данной детали, можно сказать, что:

- форма детали является телом вращения, деталь ассиметричная, с эксцентриситетом габаритного диаметрального размера;
 - деталь сварная следовательно достаточно сложно обеспечить высокую точность размеров и неоднородность материала детали очень высока
 - внутренние поверхности довольно сложно обрабатываются из-за большого отношения длины к диаметру;
 - не все значения шероховатостей поверхностей соответствует классам точности их размеров и методам обработки этих поверхностей;
 - имеется свободный отвод и подвод режущего и мерительного инструмента к обрабатываемым поверхностям;
 - конфигурация детали обеспечивает легкое удаление стружки;
 - деталь состоит из двух предварительно обработанных заготовок
 - биения станков не должны превышать технических требований чертежа
- Подводя итог вышесказанному, деталь можно считать не технологичной.

1.5. Выбор заготовки

На выбор заготовки влияют следующие показатели: назначение детали, материал, технические условия, объем выпуска и тип производства, тип и конструкция детали; размеры детали и оборудования, на котором они изготавливаются; экономичность изготовления заготовки, выбранной по предыдущим показателям.

Все эти показатели должны учитываться одновременно, так как они тесно связаны. Окончательное решение принимают на основании экономического расчета с учетом стоимости метода получения заготовки и механической обработки.[9,с.195]

Существуют три пути получения заготовки:

1. Грубая заготовка – конфигурация заготовки не повторяет конфигурацию детали, и только два, три размера заготовки близки к размерам детали. Сюда относятся заготовки – прокат различного профиля, штамповка свободной ковкой. Грубая заготовка характерна для малой и средней программы выпуска, это единичное и мелкосерийное производство. Достоинством грубой заготовки является ее доступность и низкая стоимость, недостатком – большой расход материала и большой процент механической обработки.

2. Точная заготовка – повторяет почти полностью конфигурацию детали, и механически обрабатываются только самые точные размеры или те, которые нельзя получить в заготовке (мелкие отверстия, резьбы, пазы и т.д.). Методы получения точных заготовок – точное литье, листовая и профильная штамповка, объемная штамповка, профильный прокат, прессование. Достоинства данной заготовки: – небольшой расход материала, небольшой процент механической обработки, высокое качество и точность поверхностного слоя. Недостатком является необходимость использования дорогостоящего и высокопроизводительного оборудования для производства заготовок. Точная заготовка характерна для большой программы выпуска, применяемой в массовом и крупносерийном производстве.

3. Заготовка покупная – заказ точной заготовки на специализированном заводе. Достоинства данного метода – заготовка точная, стоимость заготовки дешевле, чем при освоении производства заготовок самостоятельно.

Выбор ресурсосберегающего технологического процесса требует оптимизации каждой операции по минимуму потребления материальных, трудовых, энергетических и других ресурсов при соблюдении всех требований, указанных в технической документации.

С учетом технологических свойств материала детали и наличие сварки (материал детали Сталь 35 – обладает достаточной пластичностью, легкой свариваемостью), для её габаритов и массы, а также типом производства (мелкой серии) требуются предварительно обработанные заготовки из трубного

и листового проката (обработка производится вырезанием из листового проката обоймы с дальнейшей обработкой на токарном станке,и токарной обработкой трубного проката)

Заготовка получается при помощи трех заготовительных операции – отрезка проката, предварительная обработка на токарном станке деталей и сварка.

1.6. Структура технологического процесса

Качество детали обеспечивают постепенным ужесточением параметров точности и выполнением остальных технических требований на этапах превращения заготовки в готовую деталь. Точность и качество поверхностного слоя отдельных поверхностей формируют в результате последовательного применения нескольких методов обработки. [8, с.323]

Структура технологического процесса – это последовательность и количество операций, установов и переходов.

Факторы, влияющие на структуру технологического процесса :

- вид обработки (заготовительная,токарная ,фрезерная);
- выбор и подготовка технологических баз;
- точность детали (точность размеров, точность формы, точность расположения поверхностей).
- шероховатость;
- программа выпуска;
- термообработка;
- покрытие;
- вид контроля.

1. По виду обработки грубо определяются операции:заготовительная, токарная, фрезерная.

Перед обработкой заготовки на станках необходимо выполнить процедуру ее базирования и закрепления.

2. На первой операции в качестве технологической базы выбираем наружную цилиндрическую поверхность вращения $\varnothing 75,7 \pm 0,37$ и не обработанный торец прутка – это черновые базы, и обтачиваем поверхность $\varnothing 74_{-0,74}$ мм, которая в дальнейшем будет технологической базой от черновой базы. Остальные поверхности обрабатываем с установкой на различные, последовательно сменяемые чистые базы. Маршрут строится по принципу обработки сначала грубых, а затем более точных поверхностей. Наиболее точные поверхности обрабатываются в последнюю очередь.

3. Предварительно обработанная заготовка не требует большего объема механической обработки: однако для получения точности 7го калитета обработка перепада диаметров с $\varnothing 75,7$ мм до $\varnothing 70$ мм производится за три прохода.

4. Самые точные детали или поверхности обрабатываются по схеме 2.6.1

Схема 1.6.1

Тех процесс 1-го приближения, заготовка
Тех. Процесс 2-го приближения, черновая заготовка
Тех. Процесс 3-го приближения, получистовая обработка
Тех. Процесс 4-го приближения, чистовая обработка

Ряд операций обработки (или технологических переходов), необходимых для получения каждой поверхности, расположены в порядке повышения точности.

Приведем пример обработки поверхности вращения - диаметр

$\varnothing 70H7_{(-0,03)}$. Точные поверхности деталей обрабатываются по следующей схеме (см таблицу 1.6.2.)

Таблица 1.6.2

Тех. процесс 1-го приближения	Тех. процесс 2-го приближения	Тех. процесс 3-го приближения
Черновая обработка	Чистовая обработка	Отделочная обработка
$T_{\text{черн.}}=0,74$	$T_{\text{чист.}}=0,15$	$T_{\text{отдел.}}=0,03$
	$\xi=T_{\text{черн.}}/T_{\text{чист.}}=0,74/0,15=4,9$	$\xi=T_{\text{чист.}}/T_{\text{отдел.}}=0,15/0,03=5$
$\xi_{\Sigma}=T_{\text{черн.}}/T_{\text{дет.}}=0,74/0,03\approx 24,6$	$\xi=\xi_{\text{черн.}}*\xi_{\text{чист.}}*\xi_{\text{отдел.}}=4,9*5\approx 24,5$	

Где ξ – уточнение, т.е. для получения поверхности $\phi 70H7_{(-0,03)}$ ее необходимо обработать несколько раз.

Число этапов обработки (предварительной, промежуточных, окончательной) зависит не только от точности размеров, но и от уровня относительной геометрической точности формы и расположения поверхностей.

Точность размеров получается по методу неполной взаимозаменяемости (метод регулирования или метод компенсации (пробных стружек)).

Точность формы и расположения, получается по методу полной взаимозаменяемости и зависит только от точности оборудования.

Анализируя чертеж, можно заметить, что допуски формы и расположения поверхностей, т.е. допуск радиального биения, допуск торцевого биения и допуск симметричности, следовательно, в нашем случае точность детали (точность размеров) получается по методу полной взаимозаменяемости.

Для получения необходимой шероховатости, качество поверхностного слоя, полученное на смежном предшествующем этапе обработки, должно находиться в пределах, при которых можно применять намечаемый последующий метод обработки. Таким образом, очевидно, что шероховатость зависит от способа обработки, и для получения максимальной шероховатости,

заданной конструктором на чертеже Ra 1.6 (под посадку) – применяем тонкое точение на малых подачах.

5. В зависимости от программы выпуска, технологические процессы могут быть: интегрированные и дифференцированные.

а). Интегрированный технологический процесс – содержит небольшое количество операций, но они сложные, такие технологические процессы характерны для единичного и мелкосерийного производства, для станков

нового поколения – обрабатывающие центры, станки с программным управлением и т.д.

б) Дифференцированный технологический процесс – содержит большое количество операций, многие из них простые, такие технологические процессы характерны для массового и крупносерийного производства.

Предлагаемый технологический процесс является интегрированным, исходя из программы выпуска *-1000шт./год.*

6. На число этапов обработки может влиять и необходимость выполнения термической обработки, которая может вытекать не только из требований чертежа, но и из условий улучшения обрабатываемого материала.

Термическая обработка вызывает деформации заготовки в целом и коробление отдельных её поверхностей, поэтому для уменьшения их влияния на точность предусматривают дополнительные механические операции. Термообработка занимает место в технологическом процессе в зависимости от вида, например:

- закалка, а затем отпуск - перед абразивной обработкой;
- старение – после черновой обработки.

В нашем технологическом процессе термообработка предусмотрена – отжиг после сварки

7. Для данной детали выполняется покрытие с целью улучшения поверхностного слоя детали в конце технологического процесса после механической обработки..

8. Контроль может быть по ходу технологического процесса или только в конце обработки. Выбираем контроль по ходу технологического процесса и, соответственно, вводим контрольные операции.

В конце маршрута выполняются операции для обеспечения эксцентриситета.

Для получения данной детали используется следующий маршрутный технологический процесс:

- 005 Подготовительная
- 010 Сварочная
- 015 Слесарная черновая
- 020 Контрольная
- 025 Термическая
- 030 Пескоструйная
- 035 Токарная
- 040 Контрольная
- 045 Токарная с ЧПУ
- 050 Контрольная
- 055 Вертикально-фрезерная с ЧПУ
- 060 Слесарная чистовая
- 065 Контрольная
- 070 Токарная с ЧПУ
- 075 Контрольная
- 080 Покрытие
- 085 Контрольная
- 090 Консервация

1.7. Выбор оборудования и технологической оснастки.

При выборе станков учитывают следующие факторы:

1. Вид обработки.

- 2.Точность.
- 3.Программа выпуска.
- 4.Габариты обрабатываемой детали и станка.
- 5.Возможность полного использования станка, как по времени, так и по мощности.
- 6.Реальная возможность приобретения станка.
- 7.Необходимость использования имеющихся станков.

Для данного технологического процесса выбираем станки, отличающиеся гибкостью и универсальностью формообразования поверхностей, большим диапазоном габаритов обрабатываемых поверхностей.

Одновременно с выбором станка надо установить вид станочного приспособления, необходимого для выполнения на данном станке намеченной операции.

Приспособление – устройство, которое служит для базирования и закрепления детали на станке.

Выбор приспособлений обусловлен следующими факторами:

- 1.Вид обработки.
- 2.Программа выпуска.
- 3.Возможность приобретения или изготовления.

В зависимости от программы выпуска и типа производства приспособления классифицируются на:

а) универсальные – применяются в мелкосерийном и индивидуальном производстве, часто являются принадлежностью станка, например тиски, патроны, люнет и т.д.;

б) универсально – сборочные – применяются в мелко- и среднесерийном производстве, приспособления собираются из набора нормализованных деталей и узлов, допускающих многократную перекомпоновку собираемых конструкций;

в) специальные – для их использования наиболее благоприятно массовое производство, предназначены для выполнения определенных технологических операций и представляют собой приспособления одноцелевого использования.

[4, с.6]

Приспособления должны быть удобными для работы и быстродействующими, достаточно жесткими для обеспечения заданной точности, рациональными с точки зрения техники безопасности, удобными для установки на станок, простыми и дешевыми в изготовлении, доступными для ремонта и смены изношенных деталей.[4,с.7] ;

Для нашего технологического процесса выбираем универсальные приспособления, руководствуясь программой выпуска, кроме операции 070 (токарная с ЧПУ), для которой спроектируем специальные приспособления – оправка цанговая специальная 114. Проектируемые приспособления должны обеспечить: точную установку и надежное закрепление генератора, а также постоянное во времени положение заготовки относительно режущего инструмента, с целью получения необходимой точности размеров и их положений относительно других поверхностей заготовки; удобство установки, закрепления и снятия заготовки;

При выборе станка и приспособления для каждой операции необходимо определить и режущий инструмент. Резание металла производится за счет относительного движения инструмента и детали, которое осуществляется на станках. Многообразие видов обработки (точение, растачивание, сверление, фрезерование, протягивание, шлифование и т.д.) породило еще большее разнообразие режущих инструментов. Кроме того различают нормализованный инструмент и специальный. Предпочтение отдается нормализованному инструменту, который изготавливается в соответствии с ГОСТами или нормами на специализированных заводах.

Специальный инструмент проектируется и изготавливается для обработки определенных поверхностей, которые невозможно или невыгодно

обработать нормализованным инструментом, на заводе – изготовителе или по заказу.

При выборе режущего инструмента необходимо учитывать:

- Материал обрабатываемой детали и его физическое состояние,
- Материал режущей части инструмента,
- Оптимальные геометрические параметры режущей части инструмента.
- Оптимальное использование режимов резания.
- Возможность приобретения инструмента
- Материал обрабатываемой детали может быть легкообрабатываемым, вязким, твердым, со сливной стружкой или вообще не обрабатываемым.

-Материал режущей части инструмента должен обладать следующими свойствами:

- высокая твердость,
- износостойкость,
- красностойкость, (работоспособность при высоких температурах)
- прочность.
- обрабатываемость.
- Группы инструментальных материалов.

В некоторых случаях необходимо использование вспомогательного инструмента. Вспомогательный инструмент – устройство, в которое устанавливается и закрепляется режущий инструмент.

Качества, которыми должен обладать вспомогательный инструмент, следующие:

- а) быстроедействие;
- б) совершенство конструкции;
- в) прочность;
- г) безопасность.

Выбор вспомогательного инструмента обусловлен конструкцией станка и инструментом.

Также необходимо назначить измерительный инструмент, необходимый для определения размеров и других параметров точности.

На выбор измерительного инструмента влияют:

1. Измеряемый параметр.
2. Точность измеряемого параметра.
3. Метод измерения:
 - а) абсолютный – ШЦ, микрометр;
 - б) относительный – скоба, нутромер;
 - в) пассивный контроль или активный контроль;
4. Наличие или возможность приобретения.

Учитывая все вышеизложенные факторы, произведем выбор оборудования и технологической оснастки. Данные занесем в таблицу. (см приложение а)

1.8. Размерный анализ технологических процессов

1.8.1. Применение теории графов в размерных расчетах

Применение теории графов к исследованию геометрических структур, в частности, для размерных расчетов в технологии машиностроения было предложено доц. Мордвиновым Б.С. Конструирование изделий и проектирование технологических процессов их сборки и механической обработки, выявление геометрических связей, расчет и "увязка" размеров, допусков, припусков и технических условий является сложной и трудоемкой работой, связанной со сложными логическими построениями. Применение при проектировании методов теории графов дает широкие возможности для формализации расчетов и позволяет свести сложные логические построения к простым логико-математическим приемам.

Граф является абстрактным математическим понятием, он обладает определенными свойствами, изучение которых является предметом теории графов. Теория графов может применяться для математического описания множеств, встречающихся в природе:

1. множество перекрестков в плане города,
2. множество команд в футбольном состязании,
3. множество поверхностей, возникающих при сборке и при обработке детали, и т.д.

Граф — конфигурация , состоящая из множества точек и линий , соединяющих эти точки определенным образом. Несущественно являются ли эти линии прямыми или кривыми , длинными или короткими . Существенно только то , что каждая линия соединяет две данные точки.

Особым видом графов являются так называемые "деревья".

Деревом - называется связный граф, не имеющий циклов. Построение дерева воспроизводит процесс роста дерева. Многие нециклические процессы природы могут быть описаны деревьями. К нециклическим процессам относятся все необратимые процессы, в которых возникновение каждого элемента множества не может быть осуществлено дважды, т.е. к одному и тому же элементу нельзя подойти разными путями, если бы был такой путь, то был бы и цикл и тогда процесс был бы циклическим. Технологические процессы изготовления деталей и сборки изделия являются не циклическими и могут быть изображены граф-деревом.

1.8.2. Последовательность построения графа технологических связей ТП

- 1.Определение структуры технологического процесса (количество и последовательность операции, установов и переходов).
2. Определение технологических баз и технологических размеров.
3. Построение комплексной схемы обработки детали, которая включает все поверхности, возникающие в процессе обработки (поверхности заготовки , припуски и поверхности готовой детали).
4. Нумерация поверхностей на комплексной схеме по порядку номеров слева направо.

5. Построение граф-дерева технологических связей по ходу технологического процесса, начиная с размеров заготовки или базирующей поверхности на первой операции. Вершинами граф-дерева будут поверхности обрабатываемой детали, а ребрами - технологические размеры. Полученное граф-дерево не должно иметь циклов и разрывов (своеобразная проверка правильности простановки технологических размеров количественная)

6. Нанесение на граф-дерево конструкторских размеров и припусков другим видом линий (прерывистая, волнистая или другим цветом). Полученный граф является совокупностью технологических размерных цепей, в которых конструкторские размеры будут исходными звеньями, а припуски замыкающими.

7. Расчет технологических размерных цепей может быть автоматизирован. Рассчитываются технологические размеры по известным конструкторским размерам и предварительно рассчитанным припускам. Расчет удобнее проводить по средним размерам и проставлять их на технологических эскизах, предварительно округлив. Знаки звеньев в размерных цепях назначаются по правилу : если обход звена производится от меньшего номера к большему (положительное направление оси X) , то знак + , например $+A_{1.2}$, а если обход звена производится от меньшего номера к большему (отрицательное направление оси X) ,то знак - , например $-A_{2.1}$.

Если анализируется получение размеров в радиальном направлении или диаметров, то взаимосвязь между операциями производится по осям базирующих поверхностей и строится граф-дерево несоосности, в котором вершинами будут оси поверхностей вращения, а ребрами - расстояние между ними - несоосность.

Цель размерного анализа состоит в оценке качества технологических процессов. При таком анализе проверяется будет ли обеспечена точность и качество поверхности детали, заданное на ее чертеже.

Руководствуясь изложенной выше последовательностью, для размерного анализа составим комплексную схему обработки детали (см. рис.1.8.2.1, рис.1.8.2.1.).

На комплексной схеме выявляются размерные цепи, в которые входят конструкторские размеры и технологические, при выполнении которых должны выдерживаться конструкторские размеры.

Комплексная схема в осевом направлении.

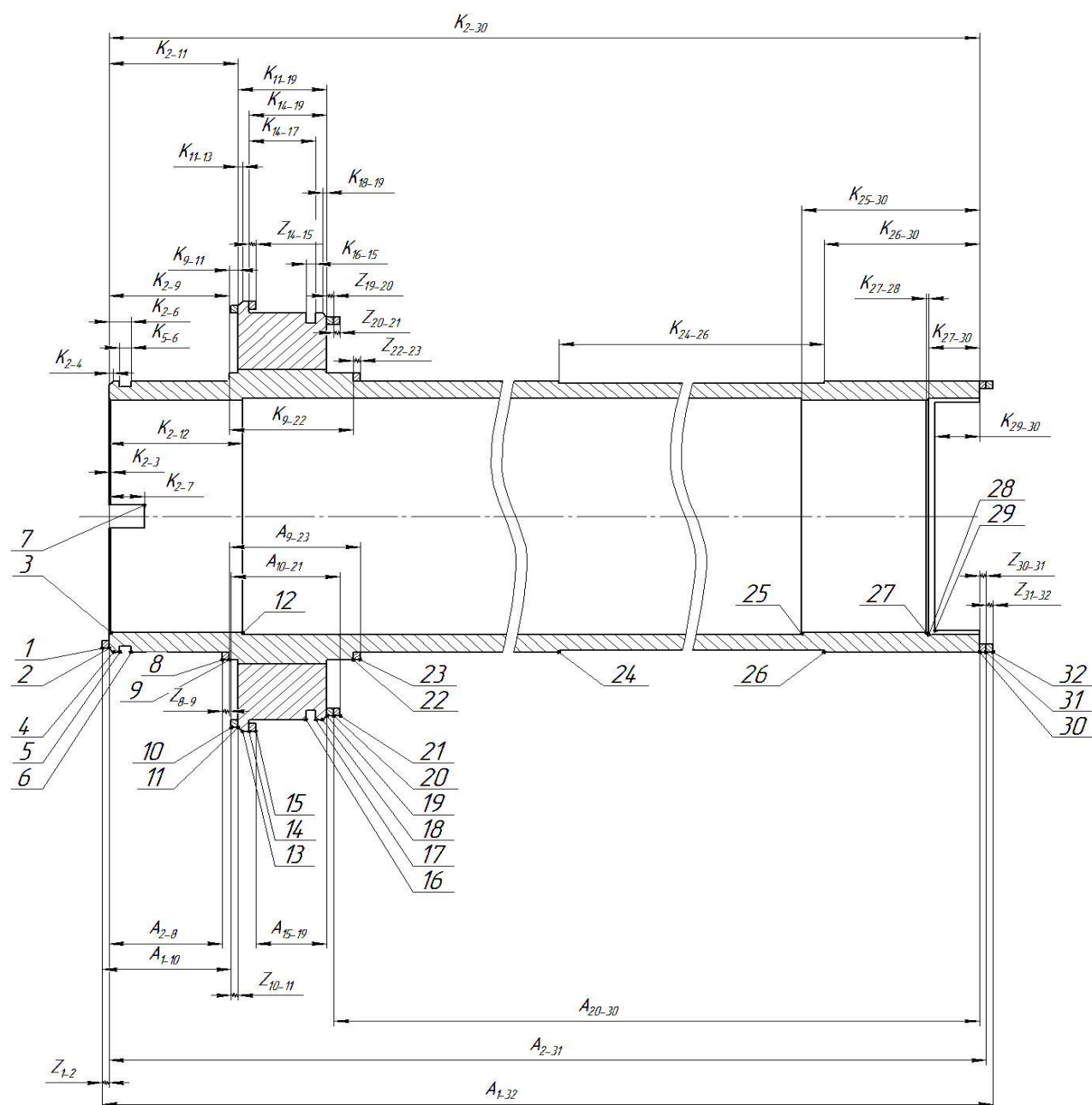


Рис.1.8.2.1.Комплексная схема в осевом направлении.

Для наглядного изображения размерных цепей, построим граф в осевом направлении (рис.1.8.2.2.) и нанесем на него конструкторские размеры и припуски, построение ведем употребляя изложенную выше последовательность.

Граф в осевом направлении.

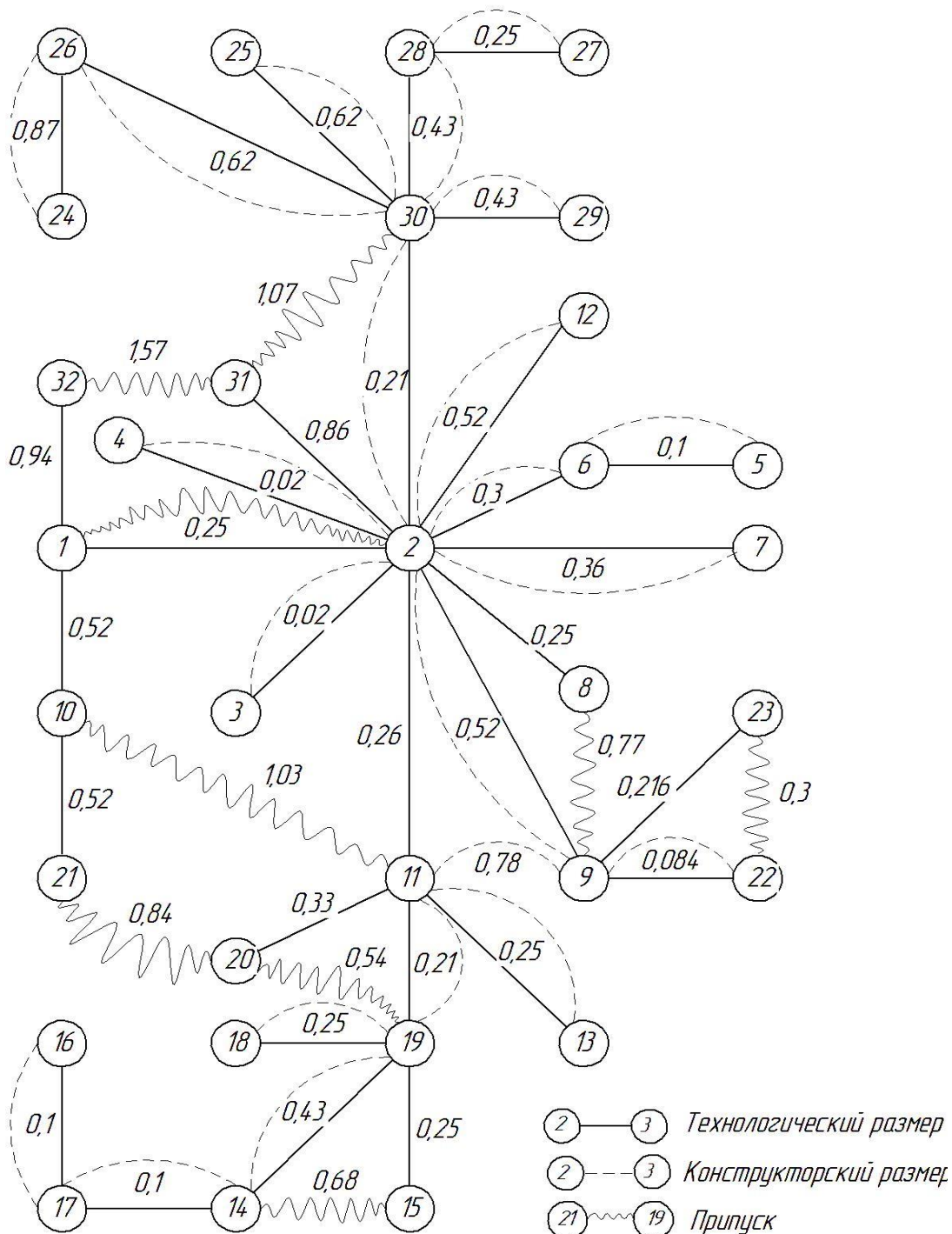


Рис.1.8.2.2. Граф в осевом направлении.

1.9. Расчет припусков и технологических размеров.

Припуск – слой металла, который необходимо удалить, чтобы получить большую точность и более качественную поверхность.

Припуск определяется тремя методами:

1. Опытно - статистический основан на использовании уже известных данных.

2. Расчетно-аналитический основан на анализе различных условий обработки.

3. Вероятностно - статистический является дальнейшим развитием расчетно-аналитического, но в основу исследования расчета припусков и размеров заготовок положен вероятностный подход.

В данной работе будем придерживаться расчетно-аналитического метода.

Определяем припуск по следующим формулам:

$$Z_{\min} = R_{z_{i-1}} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \xi_i^2}, \text{ мм} \quad (1)$$

$$Z_{\max} = Z_{\min} + JT_Z, \text{ мм} \quad (2)$$

$$Z_c = \frac{Z_{\max} + Z_{\min}}{2}, \text{ мм} \quad (3)$$

$$\Delta_Z = \frac{JT_Z}{2}, \text{ мм} \quad (4)$$

Где $R_{z_{i-1}}$ - высота неровностей профиля (по десяти точкам) предшествующей обработки;

T_{i-1} - дефектный слой предшествующей обработки;

ρ_{i-1} - пространственное отклонение (погрешность расположения поверхности);

ξ_i - погрешность установки на данной операции;

$Z_{\max}, Z_{\min}, Z_c$ - припуск максимальный, минимальный, средний;

JT_z - допуск припуска;

Δ_z - среднее отклонение поля допуска припуска.

Приведем пример расчета припуска, например, после подрезки торца (Z_1 .

2)

$$Z_{\min \ 1-2} = R_{z \ i-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \xi_i^2} = 20 + 30 + \sqrt{50^2 + 370^2} = 420 \text{ мкм} ,$$

$$Z_{\max} = Z_{\min} + JT_z = 0,42 + 0,25 = 0,67 \text{ мкм} ,$$

$$Z_{\tilde{n}} = \frac{Z_{\max} + Z_{\min}}{2} = \frac{0,67 + 0,42}{2} = 0,545 \text{ мкм} ,$$

$$\Delta_z = \frac{JT_z}{2} = \frac{0,87}{2} = 0,125 \text{ мкм} .$$

При расчете припусков данные R_z, T, p, ξ , данные берем из справочной литературы [6], а допуск на припуск T_z - из графа (приведен ниже). Остальные припуски рассчитываем по аналогии, результаты представим в виде таблицы 1.9.1.(см. приложение б)

Для расчета размерных цепей нам также необходимы средние значения конструкторских размеров. Расчет конструкторских размеров также сведем в таблицу 1.9.2.(см. приложение б)

Рассчитаем технологические размеры с помощью размерных цепей выявленных на графе.

Задачи, решаемые с помощью размерных цепей:

Установление геометрических и кинематических связей между размерами деталей, расчет номинальных значений, отклонений и допусков размеров звеньев.

Анализ правильности простановки размеров и отклонений на рабочих чертежах деталей.

Расчет межоперационных размеров, припусков и допусков, пересчет конструктивных размеров на технологические.

Обоснование последовательности технологических операций при изготовлении и сборке изделий.

Выбор измерительных и технологических баз деталей.

Основное уравнение размерной цепи.

Для проведения размерного анализа кроме размерной схемы составляется основное уравнение размерной цепи (вытекающее из условия замкнутости):

$$\xi A_{\Delta \text{ср}} + \sum^n \xi A_{i \text{ср}} = 0$$

Основное уравнение расписывается на два уравнения:

$$\text{уравнение номиналов: } \xi A_{\Delta \text{н}} + \sum^n \xi A_{i \text{н}} = 0$$

$$\text{уравнение средних отклонений: } \xi \Delta_{\Delta} + \sum^n \xi \Delta_i = 0$$

$$\text{Уравнение допусков: } T_{\Delta} = \sum |T_i|$$

Анализируя уравнения, можно заметить, что повышение точности замыкающего звена размерной цепи может быть достигнуто двумя путями:

Уменьшение допусков каждого из составляющих звеньев;

Сокращение числа звеньев в размерной цепи.

Размерные цепи используются для решения прямой и обратной задач, отличающихся последовательностью расчетов.

Прямая задача — когда по известному исходному звену определяются составляющие звенья.

Обратная задача — когда по известным составляющим звеньям определяется замыкающее звено.

Расчеты размерных цепей могут производиться двумя методами:

Метод «максимум - минимум», при котором рассчитывается допуск замыкающего звена по следующей формуле:

$$T_{\Delta} = \sum |T_i|$$

Вероятностным методом, при котором учитываются законы рассеяния размеров деталей и случайный характер их сочетания в сборке.

$$T_{\Delta} = \sqrt{\sum k_i^2 T_i^2},$$

K- коэффициент, учитывающий способ распределения погрешности; K=1.2, если способ распределения не известен, K=1.7 для несоосностей.

Решение размерной цепи заключается в достижении заданной точности ее замыкающего звена и обеспечения равенства двух частей уравнения размерной цепи. Это может быть осуществлено следующими методами:

Полной взаимозаменяемости.

Неполной взаимозаменяемости:

Группового подбора (селективная сборка);

Пригонки;

Регулирования.

При выборе метода достижения заданной точности замыкающего звена необходимо учитывать, что точность должна достигаться с наименьшими технологическими и эксплуатационными затратами.

Составляющими звеньями в технологических размерных цепях обычно являются технологические размеры. Технологические размеры могут совпадать с конструкторскими размерами. В таком случае говорят, что конструкторские размеры выдерживаются непосредственно.

При несовпадении технологического размера с конструкторским необходимо выявить размерную цепь, в которую входит рассматриваемый конструкторский размер и технологические размеры, необходимые для его выполнения. В этом случае замыкающими звеньями в технологических размерных цепях являются конструкторские размеры, и припуски на обработку. Так как для конструкторского размера заданы номинальный размер и отклонения, то такие размеры являются исходными, т.е. исходя из них требуется рассчитать номинальные размеры и отклонения технологических размеров. Мы последовательно рассматриваем размерные цепи с одним

неизвестным технологическим размером и рассчитываем номинальный размер и отклонения этого звена.

Прежде чем окончательно рассчитывать технологические размеры (определяются номинальный размер и отклонения) необходимо проверить возможность решения цепи при предварительно принятых технологических размерах: сумма допусков всех составляющих звеньев ($\sum T_i$) должна быть меньше или равна допуску исходного (замыкающего) звена (T

$$\sum T_i \leq T_{\Delta} . (5)$$

Допуски на размеры проставляются на соответствующих ребрах составленного графа, что позволяет быстро и безошибочно выявить необходимую размерную цепь и проконтролировать увязку допусков.

Если условие (5) не выполняется, то необходимо уменьшить величины допусков всех составляющих звеньев (или нескольких, или, может быть, достаточно только одного звена), т.е. обрабатывать размеры с большей точностью или расширить допуск конструкторского размера. Если данная операция не дает желаемого результата, то дальнейшее ужесточение (уменьшение) допусков нецелесообразно, поскольку приведет к существенному повышению себестоимости изготовления детали. Если после снижения точности условие неравенства (5) выполняется, значит задачу по определению номинальных размеров и отклонений звеньев составляющих (технологических размеров) решить можно. В нашем случае конструкторские размеры выдерживаются, кроме размера канавки K_{9-11} , но поскольку данный размер не играет важной роли, после согласования с конструктором, принимаем решение снизить требования к точности исполнения данного размера.

Замыкающими звеньями будут припуски - они собирают погрешность.

Допуск припуска считаем как допуск замыкающего звена:

$$T_z = \sum_{i=1}^n |T_i| ,$$

Приведем пример расчета среднего технологического размера, из размерной цепи, полученной с помощью графа.

1. Составим уравнение средних размеров:

$$\xi A_{\Delta n} + \sum^n \xi A_{in} = 0 \quad (6)$$

$$-A_{9-23} + K_{9-22} + Z_{22-23} = 0$$

$$A_{9-23} = K_{9-22} + Z_{22-23}$$

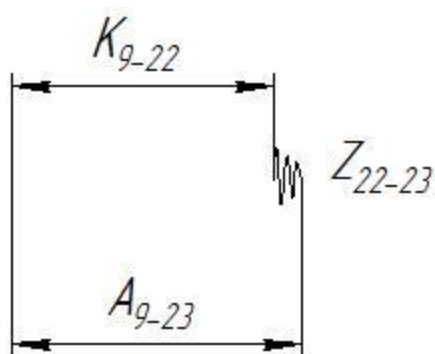
$$A_{9-23} = 28,25 \pm 0,108 \text{ мм.}$$

2 Уравнение допусков:

$IT_{\Delta} = \sum |IT_i|$ - просчитано и представлено на графе

$$T_{9-23} = 0,216 \text{ мм}$$

Составим размерную цепь, для определения размера:



Аналогичным образом рассчитываем остальные технологические размеры, результаты расчетов технологических размеров представим в виде таблицы 2.9.3.(см.приложение б)

В радиальном направлении диаметры по ходу технологического процесса между собой не связаны, т.к. диаметры получаются по размерной цепи станка.

А связанными по технологическому процессу будут оси поверхностей вращения через оси шпинделей соответствующего станка. Поэтому в радиальном направлении строится граф-дерево несоосности, в котором вершинами будут оси поверхностей вращения, а ребрами - расстояние между ними - несоосность.

На это граф-дерево наносятся конструкторские несоосности и припуски, получатся циклы, которые будут размерными цепями несоосности, в которых конструкторские несоосности-исходные звенья, несоосность припусков-закрывающие звенья, а технологическая несоосность составляющие звенья.

Граф в радиальном направлении представлен на рис. 1.9.2.

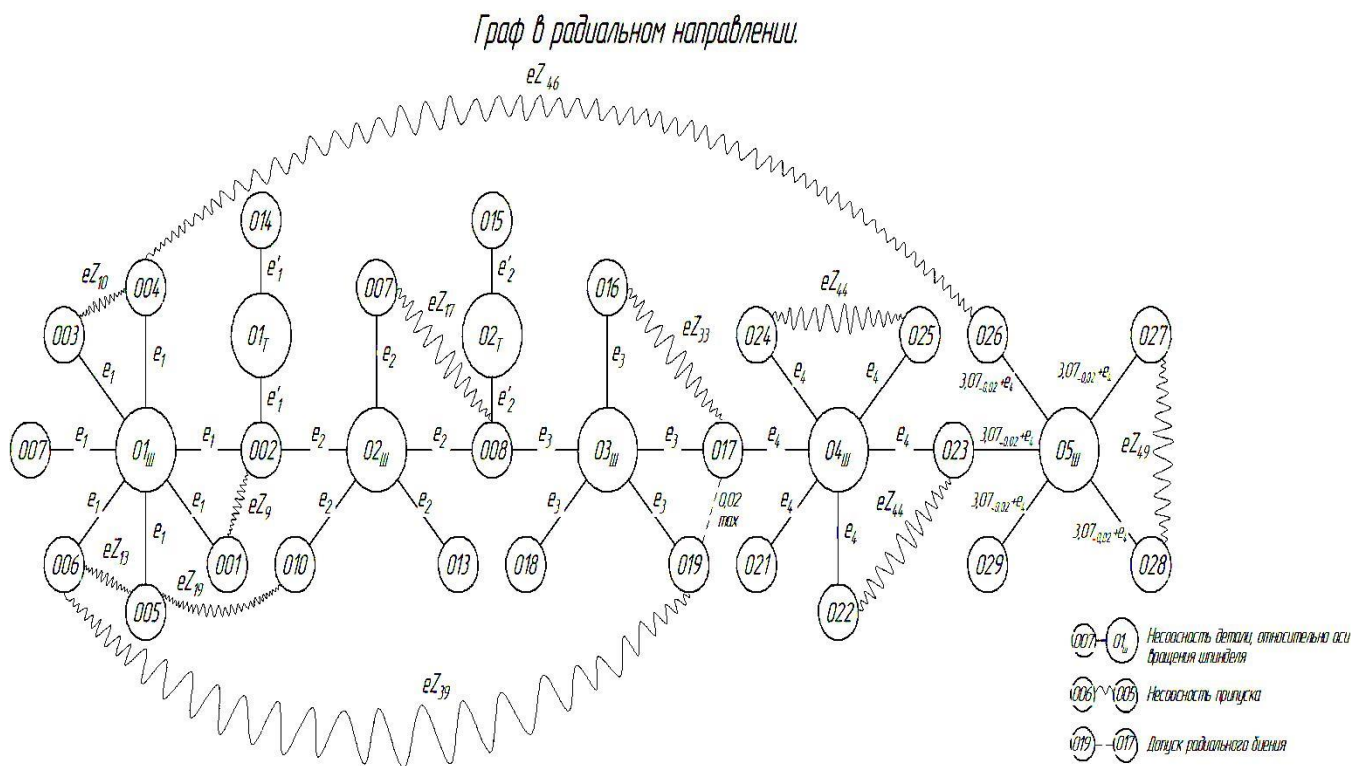


Рис.1.9.2. Граф в радиальном направлении.

Расчет диаметров производится по трехзвенной цепочке и начинается расчет с конструкторского диаметра. Нам известны: конструкторский размер, минимальный припуск и допуск промежуточного технологического размера.

Допуск припуска считаем как допуск замыкающего звена. $T_z = \sum |T_i|$.

Допуск на припуск всегда проставляем со знаком плюс. Затем просчитываем среднее отклонение и средний размер. Технологический диаметр получаем суммированием среднего размера конструкторского диаметра и двойного среднего припуска. Предельные диаметры просчитываем после расчета среднего отклонения, который просчитывается по тому же уравнению, что и средний диаметр.

Расчет припусков сводим в таблицу 1.9.4., припуски считаем по формулам изложенным выше.

Таблица 1.9.4.

Индекс	Состояние поверхности	R_z , мкм	T , мкм	ρ , мкм	E , мкм	$Z_{\min}$, мм	IT_z , мм	$Z_{\max}$, мм	Z_c , мм	Δ_z , мм
Zo1-o2	После чистового точения	30	60	60	15	0,281	1,48	1,761	1,021	+0,74
Zo3-o4	После получистового точения	80	50	100	20	0,281	1,74	2,021	1,151	+0,86
Zo4-o26	После чистового точения	30	40	80	15	0,115	1,74	1,855	0,985	+0,86
Zo5-o6	После получистового точения	50	80	30	200	0,351	1,04	1,391	0,871	+0,52
Zo5-o10	После получитового точения	80	50	100	20	0,351	1,74	2,091	1,221	+0,87
Zo6-o19	После чистового точения	15	20	60	10	0,09	0,434	0,524	0,307	+0,217
Zo7-o8	После чистового точения	30	40	80	15	0,115	1,48	1,595	0,855	+0,74
Zo16-o17	После чистового точения	15	20	60	10	0,215	0,31	0,525	0,37	+0,155
Zo22-o23	После чистового точения	15	20	60	10	0,115	0,31	0,425	0,27	+0,155
Zo24-o25	После чистового точения	15	20	60	10	0,115	0,31	0,425	0,27	+0,155
Zo27-o28	После чистового точения	15	20	60	10	0,115	0,385	0,5	0,345	+0,155

Приведем пример расчёта диаметра D_{07} . Нам известны:

- конструкторский размер $D_{026}=111_{-0,87}$,
- минимальный припуск (см. таблицу 2.6.) и
- допуск промежуточного размера D_{04} (берем по 14 качеству).

Допуск припуска считаем как допуск замыкающего звена. Допуск на припуск всегда проставляем со знаком плюс. Таким образом, получаем

$$Z_{04-026}=0,115^{+1,74}$$

Затем просчитываем среднее отклонение и средний размер. Технологический диаметр получаем суммированием среднего размера конструкторского диаметра и двойного среднего припуска, получаем:

$$D_{04} = D_{026} + (0,115 + 0,87) * 2 = 112,515 \text{ мм.}$$

Дальше действуем по аналогии, считаем допуск припуска

$$Z_{03-04} = 0,281^{+1,74},$$

Просчитываем среднее отклонение и средний размер, получаем технологический размер суммированием:

$$D_{03} = D_{04} + (0,281 + 0,87) * 2 = 114,817 \text{ мм.}$$

Остальные размеры рассчитываем аналогично, расчет диаметральных размеров сводим в таблицу 1.9.5

Таблица 1.9.5.

Обозначение	Предельный диаметр	Допуск, мм	Среднее откл, мм	Средний размер	Расчет ср. р-ра	Размер в расчет
D_{026}	$111_{-0,87}$	$0,87$	$-0,435$	$111-0,435$	$110,565$	
Z_{04-026}	$0,115^{+1,74}$	$1,74$	$+0,785$	$(0,115+0,785)*2$	$1,8$	
D_{004}	$112,835_{-0,87}$	$0,87$	$-0,435$	$112,835-0,435$	$112,4$	$112,4(\pm 0,435)$
$Z_{004-003}$	$0,281^{+1,74}$	$1,74$	$+0,785$	$(0,281+0,785)*2$	$2,132$	
D_{003}	$114,935_{-0,87}$	$0,87$	$-0,435$	$114,935-0,435$	$114,5$	$114,5(\pm 0,435)$
D_{017}	$70_{-0,03}$	$0,06$	$-0,015$	$70-0,015$	$69,985$	
$Z_{016-017}$	$0,215^{+0,31}$	$0,31$	$+0,155$	$(0,215+0,155)*2$	$0,74$	
D_{016}	$70,45_{-0,3}$	$0,3$	$-0,15$	$70,45-0,15$	$70,3$	$70,3(\pm 0,15)$
D_{002}	$74_{-0,74}$	$0,74$	$-0,37$	$74-0,37$	$73,63$	
$Z_{001-002}$	$0,281^{+1,48}$	$1,48$	$+0,74$	$(0,281+0,74)*2$	$2,042$	
D_{001}	$76,04_{-0,74}$	$0,74$	$-0,37$	$(0,215+0,155)*2$	$0,74$	$75,7(\pm 0,37)$
D_{028}	$105_{-0,035}$	$0,035$	$-0,0175$	$105-0,0175$	$104,98$	
$Z_{027-028}$	$0,115^{+0,385}$	$0,385$	$+0,1925$	$(0,115+0,1925)*2$	$0,615$	
D_{027}	$105,775_{-0,35}$	$0,35$	$-0,175$	$105,775-0,175$	$105,6$	$105,6(\pm 0,175)$

Продолжение таблицы 1.9.5..

D_{019}	$60,03^{+0,134}$	$0,134$	$+0,067$	$60,03+0,067$	$60,09$	
$Z_{019-006}$	$0,09^{+0,434}$	$0,434$	$+0,217$	$(0,09+0,217)*2$	$0,614$	
D_{006}	$59,35^{+0,3}$	$0,3$	$+0,15$	$59,35+0,15$	$59,5$	$59,5(\pm 0,15)$
$Z_{005-006}$	$0,351^{+1,04}$	$1,04$	$+0,52$	$(0,351+1,04)*2$	$2,782$	
D_{005}	$56,33^{+0,74}$	$0,74$	$+0,37$	$56,33+0,37$	$56,7$	$56,7(\pm 0,37)$

1.10. Расчет режимов резания

В нашем случае режимы резания просчитываются программой, в которой расчет ведется по формулам изложенным в справочнике технолога - машиностроителя под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова, поэтому приведем несколько примеров расчета режимов резания, пользуясь методикой изложенной в другом источнике.

При назначении элементов режимов резания учитывают характер обработки, тип и размеры инструмента, материал его режущей части, материал и состояние заготовки, тип и состояние оборудования.[7, с.261]

Элементы режима резания для обычно устанавливают в порядке, указанном ниже.

Глубина резания t : при черновой обработке назначают по возможности максимальную t , равную всему припуску на обработку или большей части его $t=z$; при чистовой обработке – в зависимости от требований точности размеров и шероховатости обработанной поверхности.

Подача s : при черновой обработке выбирают максимально возможную подачу, исходя из жесткости и прочности системы, мощности привода станка, прочности твердосплавной пластинки и других ограничивающих факторов; при

чистовой обработке - в зависимости от требуемой степени точности и шероховатости обработанной поверхности.

Скорость резания- зависит от выбранной глубины резания, подачи, качества и марки обрабатываемого материала, геометрических параметров режущей части и ряда других факторов.

Сила резания. Под силой резания обычно подразумевают ее главную составляющую P_z , определяющую расходуемую на резание мощность N и крутящий момент на шпинделе станка.

Мощность резания определяется по формуле:

$$N = \frac{P_z * v}{102 * 60} \quad (10)$$

Рассчитаем режимы резания для токарной операций.

Предлагается для расчета режимов на токарных станках воспользоваться рекомендациями по расчету режимов резания, изложенными в Карте Т-1[5,с. 13]

1. Назначаем глубину резания t .
2. Назначение подачи суппорта на оборот шпинделя S_o в мм/об.:
 - а) определение рекомендуемой подачи по нормативам,
 - б) уточнение подачи по паспорту станка.
3. Определение стойкости инструмента по нормативам T_p в мин.
4. Расчет скорости резания V в м/мин. и числа оборотов n в минуту
 - а) определение рекомендуемой скорости резания по нормативам,
 - б) расчет рекомендуемого числа оборотов шпинделя станка:

$$n = \frac{1000 * v}{\pi * d} \quad (11) \quad , \text{где}$$

V – скорость, м/мин.;

d - диаметр обрабатываемой поверхности ,мм.

в) уточнение числа оборотов шпинделя по паспорту станка;

г) уточнение скорости резания по принятому числу оборотов шпинделя:

$$v = \frac{\pi * d * n}{1000} \quad (12)$$

Рассчитаем режимы для токарной операции:

Первый переход (подрезка торца начерно), ВК6, (Сталь 45)

Поскольку операция, для которой мы рассчитываем режим резания является черновой, примем:

$$1. t = z = 1,5 \text{ мм}$$

2. Определение подачи

по нормативам $S = 0,25 \text{ мм/об.}$, но с учетом подач станка $S = 0,3 \text{ мм/об.}$

$$3. T = 175 \text{ мин.} [5, \text{с.26}]$$

4. Расчет скорости резания V в м/мин

$$V_{\text{табл.}} = 119 \text{ м/мин.}$$

$$V = V_{\text{табл.}} * K_1 * K_2 * K_3, \quad (13) \text{ где}$$

K_1 – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала;

K_2 – коэффициент, зависящий от стойкости и марки твердого сплава;

K_3 – коэффициент, зависящий от вида обработки.

$$K_1 = 0,9 [5, \text{с.32}]$$

$$K_2 = 0,9 [5, \text{с.33}]$$

$$K_3 = 1,2 [5, \text{с.33}], \text{ тогда}$$

$$V = 119 * 0,9 * 0,95 * 1,2 = 122,094 \text{ м/мин.}$$

Рассчитаем рекомендуемое число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000 * v}{\pi * d} = \frac{1000 * 122,049}{3,14 * 80} = 485,9 \text{ об/мин.}$$

С учетом существующих подач станка ,принимаем $n = 500 \text{ об./мин.}$

Уточняем скорость резания по принятому числу оборотов шпинделя:

$$v = \frac{\pi * d * n}{1000} = \frac{3,14 * 80 * 500}{1000} = 119 \text{ м/мин.}$$

Определим силу резания P_z :

$$P_z = P_{z \text{ табл.}} * K_1 * K_2, (14), \text{ где}$$

K_1 - коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала;

K_2 - коэффициент, зависящий от скорости резания и переднего угла при точении сталей твердосплавным инструментом.

$$P_{z \text{ табл.}} = 36 \quad \text{кГ} \quad [5, \text{с.35}]$$

$$K_1 = 0,85 \quad [5, \text{с.36}]$$

$$K_2 = 1,0 \quad [5, \text{с.36}]$$

$$P_z = 36 * 0,85 * 1,0 = 30,6 \text{ кГ.}$$

Определим мощность резания по формуле (10)

$$N = \frac{P_z * v}{102 * 60} = \frac{30,6 * 1193}{6120} = 0,5965 \text{ кВт}$$

Мощность электродвигателя главного привода станка 1341 – 4,0 кВт, она является достаточной для выполнения данной операции.

$$N = N_{\text{табл.}} * K_N * \frac{n}{1000} = 1,65 * 1,0 * \frac{500}{1000} = 0,825 \text{ кВт}$$

Мощность электродвигателя главного привода станка 1341 – 4,0 кВт, она является достаточной для выполнения данной операции.

Мы убедились, что рассчитанные нами режимы соответствуют режимам предложенными программой, расчетные значения представлены в маршрутно-операционной карте.

2.11. Нормирование технологического процесса

Нормирование ведем для тех операций, для которых рассчитывали режимы резания.

Определение штучного времени $T_{шт}$:

$$T_{шт} = T_o + T_B + T_{\text{тех}} + T_{\text{орг}} + T_{\text{от}} \quad (17), \text{ где}$$

T_o - основное время;

$T_{\text{тех}}$ - время на техническое обслуживание рабочего места;

$T_{орг}$ - время на организационное обслуживание рабочего места;

$T_{от}$ - время на отдых.

Определение основного времени T_o :

$$T_o = \frac{L_{p.x.} * i}{S_o * n} \quad (14), \text{ где}$$

$L_{p.x.}$ - длина рабочего хода;

i – количество рабочих ходов;

S_o - подача, мм./об.

n – число оборотов шпинделя, об./мин.

1. Расчет длины рабочего хода суппорта.

$$L_{p.x.} = L_{рез} + y + L_{доп.}, \quad (15) \text{ где}$$

$L_{рез}$ - длина резания;

y - подвод, врезание и перебег инструмента;

$L_{доп}$ - дополнительная длина хода, вызванная в отдельных случаях особенностями наладки и конфигурации детали.

Определение вспомогательного времени T_B :

$$T_B = T_{y.c} + T_{з.о} + T_{уп} + T_{из} \quad (16), \text{ где}$$

$T_{y.c}$ - время установки и снятия детали;

$T_{з.о}$ - время закрепления и открепление детали;

$T_{уп}$ - время на управления станком;

$T_{из}$ - время на измерение.

Рассчитаем вспомогательное время при помощи таблиц

Для определения $T_{шт.}$ воспользуемся следующими формулами:

$$T_{он} = T_o + T_{\epsilon} \quad (18)$$

$$T_{от.} = (4 \dots 6) \% T_{он.} \quad (19)$$

$$T_{орг.} = (4 \dots 6) \% T_{он} \quad (20)$$

$$T_{мех.} = (4 \dots 6) \% T_{он} \quad (21)$$

Определение штучно-калькуляционного времени:

$$T_{\text{ит-к}} = T_{\text{ит}} + T_{\text{н-з}} / n \quad (22), \text{ где}$$

$T_{\text{н.з}}$ - подготовительно-заключительное время;

n – число деталей в пробной партии;

N – годовая программа, шт.

$$n = N/12 = \frac{1000}{12} = 83,3. \quad (23)$$

Нормативы времени берем для мелкосерийного производства.

Рассчитаем нормы времени для первой токарной операции - первый переход (подрезка торца начерно), (операция 010).

$$T_0 = \frac{L_{\text{р.х.}} * i}{S_0 * n} = \frac{45 * 1}{0,1 * 475} = 0,095 \text{ мин.}$$

$$L_{\text{р.х.}} = L_{\text{рез}} + y + L_{\text{доп.}} = 40 + 5 = 45 \text{ мм, где}$$

$$L_{\text{рез}} = 40 \text{ мм,}$$

$$y = 5 \text{ мм, [5, с.300]}$$

Подачу S_0 для данной операции определили в режимах резания (см. выше)

$$T_{\text{в}} = T_{\text{ус}} + T_{\text{зо}} + T_{\text{уп}} + T_{\text{из}} = 0,24 + 0,0435 + 0,032 + 0,047 = 0,36 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{ит}} = T_0 + T_{\text{в}} + T_{\text{тех}} + T_{\text{орг}} + T_{\text{ом}} = 0,095 + 0,36 + 0,13 + 0,13 + 0,013 = 0,73 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{ит-к}} = T_{\text{ит}} + \frac{T_{\text{н.з.}}}{n} = 0,73 + \frac{10}{83,3} = 0,85 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{ус.}} = 0,24 \text{ мин. [2, с.136, с.149]}$$

$$T_{\text{уп}} = 0,0435 \text{ мин. [2, с.171, с.175]}$$

$$T_{\text{зо}} = 0,032 \text{ мин. [2, с.162]}$$

$$T_{\text{из.}} = 0,047 \text{ мин. [2, с.193]}$$

$$T_0 = 0,095 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{н.з.}} = 10 \text{ мин. [3, с.21]}$$

2. Конструкторская часть

2.1. Описание конструкции и принципа действия специального приспособления.

Приспособление применяется для обеспечения эксцентриситета детали при точении и предназначено для базирования заготовки по плоскости торцевой поверхности и наружной цилиндрической поверхности и закреплённая силой W , направленной по нормали к установочной базе.

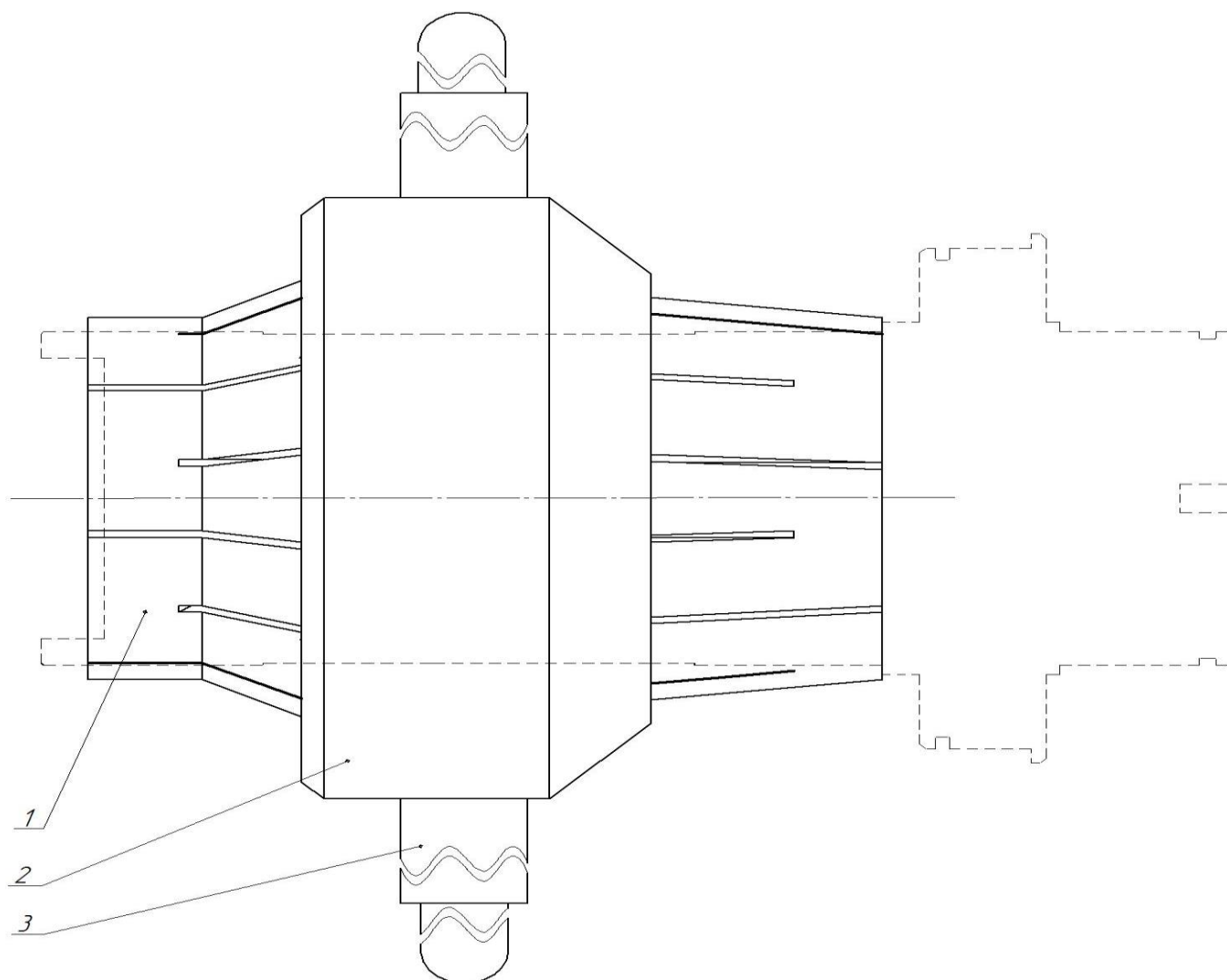


Рис.2.1.1. Оправка цанговая-0114.

Приспособление предназначено для обеспечения оси эксцентриситета заготовки : на 070 токарной операции с ЧПУ

Компоновка приспособления приведена на формате А1, оно состоит из следующих основных элементов: 1-цанга, 2-гайка, 3-ключ.

Спроектированное приспособление работает следующим образом: в гайку-2 вворачивается ключ-3; гайка-2 одевается на цангу-1, в цангу-1 помещается деталь, цанга-1 устанавливается в упор патрона 7100-0035 ГОСТ 2675-80, ключом-3 производится смещение гайки-2 на цанге-1, за счет смещения, цанга-1 сжимается обеспечивая плотное прилегание к детали, деталь фиксируется в цанге-1, цанга-1 закрепляется в патрон 7100-0035 ГОСТ 2675-80, ключ-3 откручивается.

2.2. Расчет сил зажима

Разрабатываем принципиальную расчетную схему (рис. 3.2), учитывающую тип, число и размеры установочных и зажимных устройств, вид и конструкцию направляющих элементов

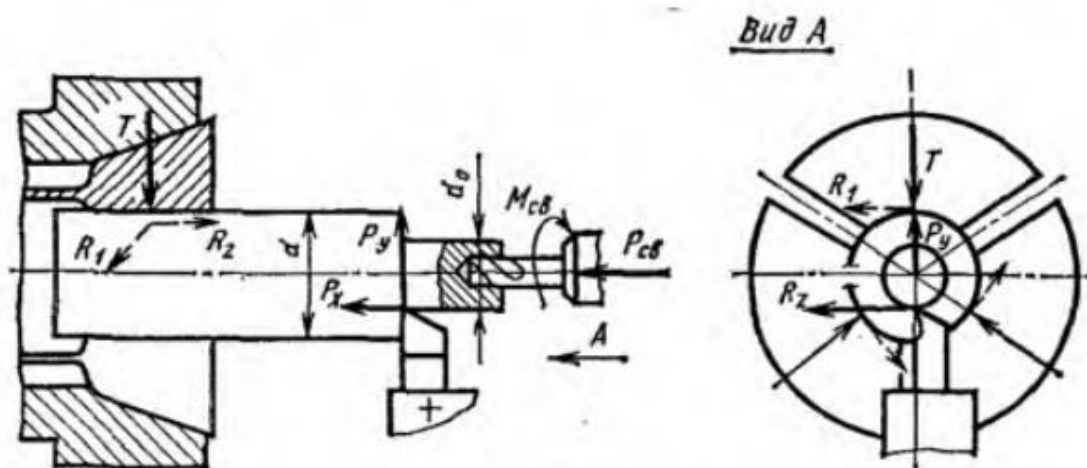


Рис.2.2.1.

Принципиальная расчетная схема для точения с эксцентриситетом.

По полученной схеме определяем силу зажима заготовки по следующей формуле:

$$P_{\text{пр.}} = P_{\text{спо}} = P_{\text{с.п.}} + P_{\text{с.т.}} + F_T$$

здесь:

k – коэффициент запаса,

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 \quad [10, \text{с. 181}]$$

$k_0=1,5$ -гарантированный коэффициент запаса;

$k_1=1,3$ - учитывает увеличение сил резания из-за случайных неровностей на обрабатываемых поверхностях;

$k_2=1,0$ – учитывает увеличение сил резания вследствие затупления режущего инструмента;

$k_3=1,0$ – учитывает увеличение сил резания при прерывистом резании;

$k_4=1,3$ – характеризует постоянство силы зажимного механизма;

$k_5=1,0$ – характеризует эргономику немеханизированного зажимного механизма;

$k_6=1,0$ – учитывает наличие моментов стремящихся повернуть заготовку.

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 = 1,5 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,3 \cdot 1,0 = 2,54$$

$n=1$ – число одновременно обрабатываемых поверхностей;

$f = 0,16$ – коэффициент трения, (10, с. 384);

$d_{\text{отв}} = 74 \text{ мм}$ – диаметр отверстия, на котором прикладывается усилие для зажима заготовки;

$M_{\text{кр}}^i$ - крутящий момент инструмента.

соответствии с рекомендациями, изложенными в [7, с. 277]:

$$M_{\text{кр.}} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p,$$

здесь:

$C_M = 0,0345$; $q = 2,0$; $y = 0,8$ - коэффициенты, учитываемые при определении крутящего момента (5, с.281);

$D_1 = 100 \text{ мм}$ $D_2 = 105 \text{ мм}$ и $D_3 = 111 \text{ мм}$ - диаметры обрабатываемых поверхностей;

$s_1 = 0,21 \text{ мм / об}$ и $s_2 = 0,18 \text{ мм / об}$ - подачи при точении (см приложение, карта тех. процесса)

$K_p = K_{Mp} = 0,4$ - поправочный коэффициент, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала на силовые зависимости [7, с. 264].

Тогда:

$$M_{kp}^1 = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,0345 \cdot 9,0^2 \cdot 0,21^{0,8} \cdot 0,4 = 32 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$M_{kp}^2 = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,0345 \cdot 6,7^2 \cdot 0,18^{0,8} \cdot 0,4 = 15,7 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Рассчитаем усилия зажимов:

$$W_1 = \frac{2 \cdot k \cdot n \cdot M_{kp}^1}{3 \cdot f \cdot d_{отв}} = \frac{2 \cdot 2,54 \cdot 1 \cdot 3,2}{3 \cdot 0,16 \cdot 0,035} = 976,6 \text{ Н};$$

$$W_2 = \frac{2 \cdot k \cdot n \cdot M_{kp}^2}{3 \cdot f \cdot d_{отв}} = \frac{2 \cdot 2,54 \cdot 1 \cdot 1,57}{3 \cdot 0,16 \cdot 0,035} = 475 \text{ Н}.$$

Дальнейший выбор привода зажимного устройства и расчет его параметров будем производить для случая наиболее неблагоприятного, т. е. для требуемого усилия зажима $W = W_1 = 976,6 \text{ Н}$.

2.3 Выбор привода зажимающего устройства и расчет его параметров

В качестве привода зажимного устройства применяем ручное зажимное устройство. Расчет параметров по рекомендациям, изложенным в [11, с. 180]. Приведем схему расчета

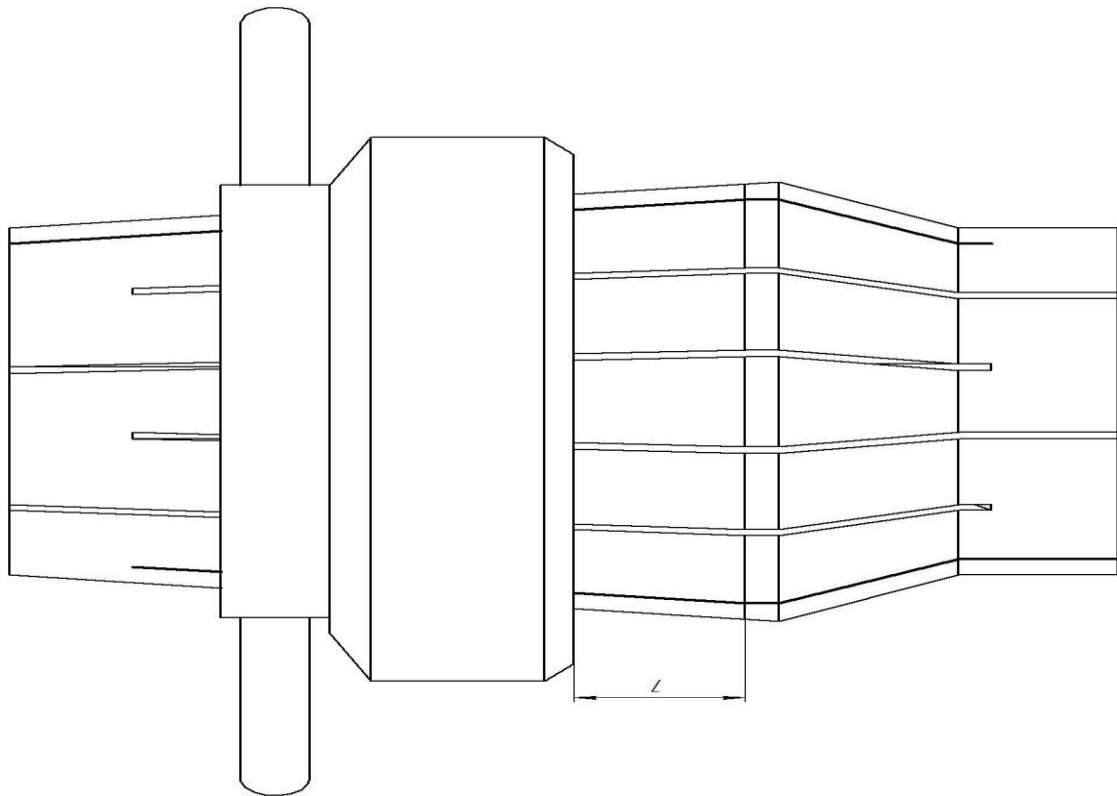


Рис.3.3.1. Схема расчета ручного зажимного устройства.

Исходные данные при проектировании:

Δ - отклонение размера заготовки(см чертеж)

W - сила закрепления заготовки, Н

Определяем эксцентриситет:

$$e = \Delta + \Delta_{\text{зар.}} + \frac{W}{I} = 0.62 + 0.2 + \frac{976,6}{14700} = 0,86 \text{ мм}$$

Определяем диаметр цапфы:

$$d_{\text{ц}} \geq 0,226\sqrt{W} = 0.226\sqrt{976,6} = 7,1 \text{ мм}$$

принимаем $d_{\text{ц}}=8$ мм, тогда наружный диаметр эксцентрикового кулачка:

$$D \geq 2(e + 1.2d_{\text{ц}}) = 2 \cdot (0,88 + 1,2 \cdot 8) = 10,48 \text{ мм} ,$$

принимаем $D=14$ мм

Проверяем эксцентриковый кулачок на самоторможение, должно выполняться условие:

$$D \geq 16 \cdot e$$

Условие выполняется $14 \geq 16 \cdot 0,86$, т.е. эксцентриковый кулачок самотормозящий.

Вычислим ширину эксцентрикового кулачка, воспользовавшись формулой:

$$B \geq 0.037 \frac{W}{D} = 0.037 \frac{976.6}{14} = 2.6 \text{ мм}.$$

Момент на рукоятке эксцентрикового кулачка

$$M = 2 \cdot e \cdot W = 2 \cdot 0.86 \cdot 976.6 = 1679.75 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

Длина рукоятки эксцентрикового кулачка:

$$L \geq \frac{M}{F} = \frac{1679.75}{196} = 8.6 \text{ мм}.$$

Принимаем $L=60$ мм.

2.4. Выбор оборудования и технологической оснастки

Для данного технологического процесса выбираем станки, отличающиеся гибкостью и универсальностью формообразования поверхностей, большим диапазоном габаритов обрабатываемых поверхностей



Рис.2.4.1. Токарно-винторезный 1K62.

Станок 1K62 начал выпускаться заводом в 1956 году и заменил устаревшую модель [1A62](#).

Станок универсальный токарно-винторезный модели 1К62 предназначен для выполнения самых разнообразных токарных работ. Условия эксплуатации :УХЛ-4 по ГОСТ 15150—69.

Так как шпиндель станка установлен на специальных подшипниках, обеспечивающих его жесткость. Токарная обработка разнообразных материалов может производиться с ударной нагрузкой без изменения точности обработки.

Высокая мощность главного привода станка, большая жесткость и прочность всех звеньев кинематических цепей главного движения и подач, виброустойчивость, широкий диапазон скоростей и подач позволяют выполнять на токарно-винторезном станке 1К62 высокопроизводительное резание твердосплавным инструментом.

Станок 1К62 относится к лобовым токарным станкам, т.е. позволяет обрабатывать относительно короткие заготовки большого диаметра.

Зубчатые колеса, служащие для передачи движения от передней бабки к коробке передач, на станке 1К62 являются сменными.

Продольное перемещение каретки станка 1К62 может быть ограничено специальным упором, устанавливаемым на передней полке станины. Таким образом, при установленном упоре, скорость движения суппорта не может превышать 250мм/мин.

Максимальный диаметр заготовки при установке над станиной – 400мм. Станок 1К62 имеет 23 скорости вращения шпинделя (минимальная – 12,5 об/мин, максимальная – 2000 об/мин).

В качестве главного привода применен короткозамкнутый асинхронный двигатель, мощность которого 10кВт при скорости 1450 об/мин. Регулировка скорости вращения шпинделя, а так же величин продольной и поперечной передачи суппорта осуществляется благодаря переключению шестерней коробки скоростей (для регулировки скорости шпинделя и подач суппорта используются различные рукояти управления).

Для обеспечения быстрого перемещения суппорта в токарно-винторезном станке 1K62 используется дополнительный асинхронный двигатель. Его мощность 1,0кВт при скорости вращения 1410 об/мин.

Токарный станок 1K62 оснащен тепловыми реле, которые осуществляют защиту двигателей от длительных перегрузок, а также плавкими предохранителями, которые являются защитой от коротких замыканий.

Особенности конструкции токарного станка 1K62 (он отличается надежностью, прочностью, виброустойчивостью, оснащен главным приводом высокой мощности), позволяют в равной степени использовать станок, как для скоростного, так и для силового резания.

В конструкции токарного станка 1K62 для установки шпинделя предусмотрены специальные подшипники, благодаря чему обеспечиваются требуемая жесткость и высокая точность обработки заготовок. По ГОСТу 8-82 токарный станок 1K62 относится к классу точности Н. Точность обработки будет обеспечена даже в режиме ударных нагрузок.

Токарный станок 1K62, благодаря отличному сочетанию качества и надежности работы, а также неприхотливости при обслуживании, является одним из самых популярных на мелкосерийном и единичном производствах.

На токарном станке может использоваться трехкулачковый самоцентрирующий патрон диаметром 250мм или четырехкулачковый патрон, диаметр которого 400мм.

Токарно-винторезный станок 1K62 отличает превосходное сочетание качества работы и неприхотливость в обслуживании.

2.4.2. Технические характеристики станка.

Наименование параметра	1K62
Основные параметры станка	
Класс точности по ГОСТ 8-82	Н
Наибольший диаметр заготовки над станиной, мм	400
Наибольший диаметр заготовки над суппортом, мм	220
Наибольшая длина заготовки (РМЦ), мм	750, 1000, 1500
Наибольшая масса заготовки в патроне, кг	500
Наибольшая масса заготовки в центрах, кг	1500
Шпиндель	
Диаметр сквозного отверстия в шпинделе, мм	47
Наибольший диаметр прутка, мм	45
Число ступеней частот прямого вращения шпинделя	24
Частота прямого вращения шпинделя, об/мин	12,5..2000
Число ступеней частот обратного вращения шпинделя	12
Частота обратного вращения шпинделя, об/мин	19..2420
Размер внутреннего конуса в шпинделе, М	Морзе 6
Конец шпинделя по ГОСТ 12593-72	6К
Подачи	
Наибольшая длина хода каретки, мм	640, 930, 1330

Наибольший поперечный ход суппорта, мм	250
Наибольший ход верхнего суппорта, мм	140
Число ступеней продольных подач	49
Пределы рабочих подач продольных, мм/об	0,07..4,16
Число ступеней поперечных подач	49
Пределы рабочих подач поперечных, мм/об	0,035..2,08
Скорость быстрых перемещений суппорта, продольных, м/мин	3,4
Скорость быстрых перемещений суппорта, поперечных, м/мин	1,7
Количество нарезаемых резьб метрических	44
Пределы шагов нарезаемых резьб метрических, мм	1..192
Количество нарезаемых резьб дюймовых	38
Пределы шагов нарезаемых резьб дюймовых	24..2
Количество нарезаемых резьб модульных	20
Пределы шагов нарезаемых резьб модульных	0,5..48
Количество нарезаемых резьб питчевых	37
Пределы шагов нарезаемых резьб питчевых	96..1
Электрооборудование	
Количество электродвигателей на станке	4
Мощность электродвигателя главного привода, кВт	10
Тип электродвигателя главного привода	АО2-52-4Ф
Мощность электродвигателя быстрых	0,8

перемещений, кВт	
Тип электродвигателя быстрых перемещений	АОЛ2-12-4Ф
Мощность электродвигателя гидростанции, кВт	1,1
Тип электродвигателя гидростанции	АОЛ2-22-6Ф
Мощность электродвигателя насоса охлаждения, кВт	0,125
Насос охлаждения (помпа)	ПА-22
Габариты и масса станка	
Габариты станка (длина ширина высота) (РМЦ = 1000), мм	2812 x 1166 x 1324
Масса станка (РМЦ = 1000), кг	2140

3. Организационно-экономический раздел

В данном разделе рассчитаем себестоимость изготовления детали «Генератор», чертеж которой представлен на рис.3.1.

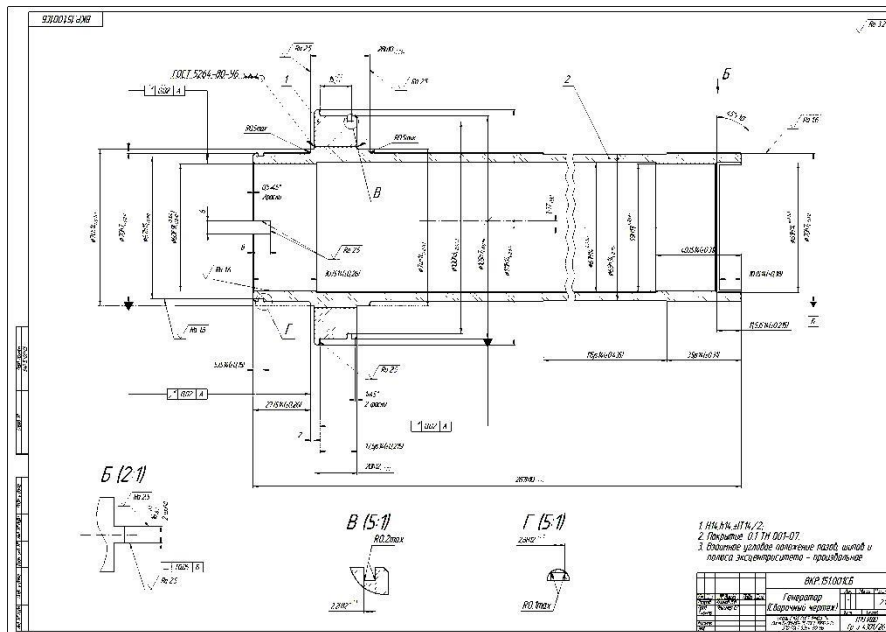


Рис.3.1. «Генератор» сборочный чертеж

Исходные данные для расчета себестоимости представим в виде таблицы.

Таблица 4.1.

№ п.п.	Исходные данные.	Значение
1	Вес изделия	8 кг.
2	Средний коэффициент использования материалов	0,467
3	Цена материала	15, 3 руб./кг.
4	Цена отходов от стоимости материалов	10 %
5	Годовой фонд времени работы оборудования	1500 ч/год
6	Годовой фонд времени работы рабочих	1989 ч/год
7	Стоимость технологического оборудования	1281*10 ³ руб.
8	Время необходимое для выполнения всех операций	155, 3 мин.

Стоимость технологического оборудования.

Таблица 3.2.

<i>№ п.п.</i>	<i>Наименование оборудования</i>	<i>Модель</i>	<i>Цена оборудования тыс. руб.</i>
<i>1</i>	<i>Сварочный аппарат</i>	<i>ТИР-315</i>	<i>90</i>
<i>2</i>	<i>Токарно-винторезный станок</i>	<i>1К62</i>	<i>132</i>
<i>3</i>	<i>Консольно-фрезерный с ЧПУ</i>	<i>FSS400/2S</i>	<i>129</i>
<i>4</i>	<i>Токарно-винторезный с ЧПУ</i>	<i>МК6056</i>	<i>500</i>
<i>5</i>	<i>Печь электрокамерная</i>	<i>СШЗ-66</i>	<i>130</i>
<i>Итого:</i>			<i>981</i>

Определим имущество предприятия и источники его формирования.

3.1. Определение норм времени для механической обработки

3.1.1. Расчет штучно-калькуляционного времени на заводской техпроцесс

Из технологической части диплома имеем.

Операция 035 (токарная):

$$T_{\text{шт-к}} = 65,02 \text{ мин.}$$

Операция 045 (вертикально-фрезерная с ЧПУ):

$$T_{\text{шт-к}} = 12,55 \text{ мин.}$$

Операция 060 (токарная):

$$T_{\text{шт-к}} = 22,55 \text{ мин.}$$

Операция 070 (токарная):

$$T_{\text{шт-к}} = 8,45 \text{ мин.}$$

$$\Sigma T_{\text{шт.к}} = 65,2 + 12,55 + 22,55 + 8,45 = 108,7 \text{ мин.}$$

3.1.2. Определение затрат на вспомогательные материалы

К вспомогательным материалам относятся смазочные и обтирочные материалы, а также обтирочные смеси и эмульсии.

Затраты на вспомогательные материалы рассчитываются по следующей формуле:

$$C_{\text{вм}} = \frac{(3...5) \cdot C_{\text{об}}}{100 \cdot F_{\text{го}} \cdot 60} \cdot t_{\text{шк}} \quad \text{руб./изд.},$$

где $C_{\text{об}}$ – цена оборудования, руб.;

$F_{\text{го}}$ – годовой фонд времени работы времени, ч.

Средняя цена станка составляет 196,2 000 руб.

Годовой фонд времени составляет 2000 ч.

Тогда:

$$C_{\text{вм}} = \frac{4 \times 196\,200}{100 \times 2000 \times 60} \times 108,7 = 7,14 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

3.2.2. Затраты на заработную плату производственных рабочих

Установим данные затраты приближённым методом по формуле:

$$C_z = \frac{C_{\text{мз}} \cdot t_{\text{шк}}}{F_{\text{мр}} \cdot 60} \quad \text{руб./изд.},$$

где $C_{\text{мз}} = 37000$ руб. – среднемесячная заработная плата рабочих соответствующих профессий;

$F_{\text{мр}} = 170$ часов/месяц – месячный фонд времени работы рабочих.

Тогда:

$$C_z = \frac{37000 \times 19,32}{170 \times 60} = 70,08 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

3.2.3. Затраты на инструмент

Затраты на инструмент рассчитываются по следующей формуле:

$$C_{\text{ин}} = \frac{[C_{\text{ин}} + n_{\text{пер}} \cdot C_{\text{пер}}] \cdot k_{\text{уб}} \cdot t_o}{T_{\text{см}} \cdot (n_{\text{пер}} + 1)} \quad \text{руб./изд.},$$

где $C_{\text{ин}} = 7500$ руб. – средняя цена инструмента;

$n_{пер} = 4$ – количество переточек;

$C_{пер} = 0$ руб. – стоимость одной переточки;

$t_o = 0,98$ мин. – среднее основное время;

$k_{уб} = 1,05$ – коэффициент, учитывающие поломки инструмента;

$T_{см} = 180$ мин – стойкость инструмента до переточки.

Тогда:

$$C_{ин} = \frac{[7500 + 4 \times 0]}{180 \times (4 + 1)} \times 1,05 \times 0,98 = 8,58 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

3.2.4. Отчисления на социальные цели

$$C_{отч} = \frac{k_{отч} \cdot C_z}{100} \quad \text{руб./изд.,}$$

где $k_{отч} = 26\%$ – процент отчисления на социальные цели от основной и дополнительной заработной платы.

Тогда:

$$C_{отч} = \frac{26 \times 70,08}{100} = 18,22 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

3.2.5. Затраты на электроэнергию

Затраты на силовую (двигательную) электроэнергию:

$$C_{э} = \frac{N_y \cdot k_N \cdot k_{вр} \cdot k_{ном} \cdot t_{шк}}{\eta \cdot 60} \cdot C_{эл} \quad \text{руб./изд.,}$$

где $C_{эл} = 2$ руб. – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии;

$N_y = 30$ кВт – установленная средняя мощность электродвигателя;

$k_N = 0,93$ – коэффициент использования электродвигателя по мощности;

$k_{вр} = 0,87$ – коэффициент использования электродвигателя по времени;

$k_{ном} = 1,05$ – коэффициент потерь электроэнергии в сети предприятия;

$\eta = 0,85$ – коэффициент полезного действия электродвигателя.

$$C_{э} = \frac{30 \times 0,93 \times 0,87 \times 1,05 \times 19,32 \times 2}{0,85 \times 60} = 19,31 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

3.2.6. Затраты на ремонт оборудования

Рассчитаем данные затраты приближённо по следующей формуле:

$$C_p = \frac{\sum_{j=1}^n C_j \cdot k_{\text{рем}} \cdot t_{\text{ук}}}{F_{\text{зо}} \cdot k_z \cdot 60} \text{ руб./изд.},$$

где C_j – средняя цена оборудования соответствующего типа (имеются 3 станка);

$k_{\text{рем}} = 0,3$ – коэффициент, учитывающий затраты на ремонт;

$F_{\text{зо}} = 2000$ часов/год – годовой фонд времени работы оборудования;

$k_z = 2/3$ – коэффициент, учитывающий загрузку оборудования.

Тогда:

$$C_p = \frac{196\,200 \times 0,3 \times 19,32}{2000 \times (2/3) \times 60} = 86,94 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

3.2.7. Затраты на эксплуатацию приспособления

Для приспособлений данные затраты рассчитываются по следующей формуле:

$$C_{\text{пру}} = \frac{C_{\text{пр}} \cdot (1 + k_{\text{прп}}) \cdot t_{\text{ук}}}{T_{\text{пру}} \cdot F_{\text{зо}} \cdot k_z \cdot 60} \text{ руб./изд.},$$

где $C_{\text{пр}} = 12\,000$ руб. – средняя стоимость приспособления;

$k_{\text{прп}} = 0,25$ – коэффициент, учитывающий затраты на ремонт приспособления;

$T_{\text{пру}} = 5$ лет – срок полезного использования приспособления.

Тогда:

$$C_{\text{присп}} = \frac{12000 \times (1 + 0,25)}{5 \times 2000 \times (2/3) \times 60} \times 19,32 = 0,72 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

3.2.8. Затраты на амортизацию оборудования

Затраты на амортизацию оборудования за год можно установить по формуле:

$$C_a = \frac{\sum_{j=1}^n C_j}{T_{ni}} \text{ руб./год,}$$

где $T_{ni}=10$ лет – срок полезного использования оборудования.

Тогда:

$$C_{об} = \frac{1200000 \times 2}{10} = 240\,000 \frac{\text{руб.}}{\text{год}}$$

3.4. Годовой экономический эффект

Составим сводную таблицу 3.4.1. текущих затрат по данным рассчитанных ранее.

Итоговые текущие затраты по механической обработке

	Наименование текущих затрат	
	Вспомогательные материалы	7,36
	Заработная плата	133,49
	Инструмент	5,15
	Социальные цели	34,71
	Электроэнергия	18,39
	Ремонт оборудования	82,8
	Эксплуатация приспособлений	0,58
	Итого затрат	C_{tm} =211,58

3.5. Сроки окупаемости

Затраты на разработку технологического процесса:

$$З_{\text{разраб.тп}} = C_T \times T \times K_{\text{прем.}} \times K_{\text{доп.з/п}} \times K_{\text{районный}} \times (K_{\text{страхвзнос}} + 1,5),$$

где C_T – тарифная ставка технолога;

T – время на разработку техпроцесса;

$K_{\text{прем.}}$ – премиальный коэффициент;

$K_{\text{доп.з/п}}$ – дополнительная з/п;

$K_{\text{районный}}$ – районный коэффициент;

$K_{\text{страхвзнос}}$ – отчисления в ПФР (22%)+ФСС(2,9%)+ФОМС(5,1%);

$$З_{\text{разраб.тп}} = 1680 \times 4 \times 1,4 \times 1,14 \times 1,3 \times (0,22 + 0,029 + 0,051 + 1,5) = 25097 \text{ руб.}$$

Принимаем себестоимость разработки техпроцесса 25100 руб.

Затраты на проектирование и изготовление приспособления:

$$З_{\text{разраб.присп}} = C_T \times T \times K_{\text{прем.}} \times K_{\text{доп.з/п}} \times K_{\text{районный}} \times (K_{\text{страхвзнос}} + 1,5),$$

где C_T – тарифная ставка инженера (руб./день);

T – время на разработку приспособления (дней);

$K_{\text{прем.}}$ – премиальный коэффициент;

$K_{\text{доп.з/п}}$ – дополнительная з/п;

$K_{\text{районный}}$ – районный коэффициент;

$K_{\text{страхвзнос}}$ – отчисления в ПФР (22%)+ФСС(2,9%)+ФОМС(5,1%);

$$З_{\text{разраб.присп}} = 1680 \times 3 \times 1,4 \times 1,14 \times 1,3 \times (0,22 + 0,029 + 0,051 + 1,5) = 18823 \text{ руб.}$$

Принимаем себестоимость приспособления $18823 + 12000$ (средняя цена приспособления) = 30823 руб.

Срок окупаемости:

$$\frac{25100 + 30823}{312950} = 0,18 \text{ года, т. е. } 64,3 \text{ дней.}$$

3.6. Построение графика безубыточности

Принимаем цену детали 350 рублей.

Принимаем постоянные издержки в размере 150 руб.

4 Социальная ответственность

4.1 Производственная безопасность

4.1.1 Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации участка изготовления деталей вырубного штампа

Физические факторы

Тепловое излучение – выделяемое при обработке детали «Генератор» могут быть ожоги.

Виброакустические факторы – исходящие от работающих станков (вращающиеся шпиндели, двигатели). Отрицательно влияют на психику человека.

Шум-исходящие от работающих станков (вращающиеся шпиндели, двигатели). Отрицательно влияют на слуховой аппарат, на психику человека, а также на внимательность, из-за уменьшения которой возникает опасность более серьезного ВПФ и ОПФ.

Инфразвук - генерируется разнообразным оборудованием при колебаниях поверхностей больших размеров, при ударном возбуждении конструкций, вращательном и возвратно-поступательном движении больших масс. Основными техногенными источниками инфразвука являются тяжёлые станки, вентиляторы, электродуговые печи, поршневые компрессоры, турбины, виброплощадки. Отрицательно влияют на слуховой аппарат, на психику человека, а также на внимательность, из-за уменьшения которой возникает опасность более серьезного ВПФ и ОПФ.

Ультразвук исходящий от работающих станков (вращающиеся шпиндели, двигатели). Отрицательно влияют на слуховой аппарат, на психику человека, а также на внимательность, из-за уменьшения которой возникает опасность более серьезного ВПФ и ОПФ.

Общая и локальная вибрация исходящие от работающих станков (вращающиеся шпиндели, двигатели). Отрицательно влияют на психику человека.

Химический фактор

Один из самых вредных химических факторов, применяемых при изготовлении детали «Генератор» на производственном объекте ООО «Сибмаш» – СОЖ (спецохлаждающая жидкость).

Как известно, в составе современных жидкостей содержатся различные ингибиторы коррозии, противозадирные присадки, гликоль, анионоактивные и неионогенные эмульгаторы, индустриальные и минеральные масла, масляный асидол, едкий натр, бактерицидные препараты (каустическая сода, хлорпарафины и т. д.). В последнее время на многих СОЖ не указывают состав, что делает их применение просто опасным. В процессе работы станков смазочные масла и СОЖ нагреваются (до 500-700°C), и в воздух рабочей зоны выделяются туманы масел, пары углеводородов, альдегидом, окись углерода и другие токсические вещества. Также очень вредна олеиновая кислота (пары), которые содержатся в СОЖ. Токсическое действие смазочных масел может проявиться главным образом при чистом попадании масла на открытые участки тела, при длительной работе в одежде, пропитанной маслом, а также при вдыхании тумана. Токсичность смазочных масел усиливается с повышением температуры кипения масляных фракций, с повышением их кислотности, и увеличением в их составе количества ароматических углеводородов, смол и сернистых соединений.

Масло и охлаждающие смеси в виде аэрозолей (ПДК для масляного аэрозоля - 5 мг/м³) могут оказывать резорбтивное действие, попадая в организм через органы дыхания, а также поражать последние. При этом наибольшую потенциальную опасность представляют смазочные масла, содержащие в своем составе летучие углеводороды (бензин, бензол и др.) или сернистые соединения. Повышенная концентрация в воздухе рабочей зоны токсичных паров и газов иногда является причиной острого отравления, а при их систематическом поступлении в организм человека через органы дыхания или другим путем может со временем стать причиной хронического отравления. Отдельные жидкие токсичные вещества способны проникать в организм через

кожу и раздражая ее, приводить к кожным заболеваниям: экземам, дерматитам, в отдельных случаях — к химическим ожогам.

У рабочих, выполняющих шлифовальные операции с применением СОЖ, сравнительно часто отмечают бронхиты, катары верхних дыхательных путей и пневмонии. То есть опасность в связи с заражением вредной микрофлорой можно суммировать следующим образом: аэрозоли смазочных материалов с частицами пыли, способными проникать в органы дыхания, могут вызывать тяжелые заболевания; микроорганизмы, которые бесконтрольно развиваются в жидкостях, в состоянии изменить состав продукта до такой степени, что он становится непосредственно опасным.¹

Допустимые нормы вредных и опасных факторов на рабочем месте при изготовлении генератора

В связи с опасностью травматизма при использовании подъемно-транспортных механизмов необходимо проводить обязательную аттестацию работающих на право работы на данных механизмах с выдачей соответствующих документов. Кроме того, необходим контроль за тем, чтобы люди, не имеющие допуска не работали на подъемно-транспортных механизмах. С технической стороны данной проблемы необходимо производить контрольные испытания подъемного оборудования (тросы, стропы, расчалки, домкраты) с целью проверки их пригодности для транспортировки соответствующего груза. Испытания должны производиться с полугодовой периодичностью и сведения о результате испытаний должны заноситься в специальный журнал. Кроме того, на каждой единице грузоподъемного оборудования должна быть прикреплена табличка с указанием сроков проведения последнего и следующего испытания и ответственного за состояние данной единицы оборудования. Также должен осуществляться контроль за тем, чтобы оборудование, не прошедшее освидетельствование, либо с

просроченным временем испытаний не применялось при транспортировке заготовок.

Запыленность воздуха характеризуется концентрацией пыли и существенным образом зависит от технологического процесса обработки. Пыль-может оказывать неблагоприятное влияние на ход самого технологического процесса и быть причиной порчи продукции (при изготовлении точных механизмов и приборов, при защитно-декоративных, лакокрасочных покрытиях). В качестве мероприятий по борьбе с пылью и с ее вредным влиянием применяются устройства специальной пылеудаляющей вентиляции от мест образования пыли (устройства обдува) рационализация технологического процесса, сводящая к минимуму образование пыли

Изоляция особо пылящей аппаратуры от участков других работ (шлифовальные, расточные участки расположены отдельно от основного оборудования) обеспечение рабочих спецодеждой, шлемами и очками. Для устранения возможности попадания стружки в глаза на станках, где есть такая возможность, необходимо установить защитные ограждения, а там, где установка невозможна по техническим причинам необходимо выдавать рабочим защитные очки.

Чтобы устранить вредное воздействие на здоровье работающих от продуктов горения и испарения СОЖ необходимо: установить в цехе систему вентиляции, поддерживающую необходимый состав атмосферы в рабочем помещении. Кроме того, для устранения влияния СОЖ на кожу рук работающих необходимо выдавать им мыло и «биологические перчатки».

Несмотря на наличие стен и покрытий, климат производственных зданий меняется с переменой внешних атмосферных условий. Поэтому метеорологические условия производственных зданий и помещений подвержены колебаниям сезонного характера, где при использовании станков с ЧПУ и обрабатывающих центров в помещении должны сохраняться термоконстантные характеристики.

Для обеспечения микроклимата производственных помещений установлены нормы, которые включены в «Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий» (СанПиН). На данном предприятии для предупреждения чрезмерного охлаждения рабочих поверхностей применяют приточную вентиляцию с подачей теплого воздуха, препятствующие поступлению в помещения холодных масс воздуха зимой при открывании дверей и ворот. Другие параметры микроклимата в производственном помещении в соответствии с СанПиН устанавливаются в следующих пределах:

1. Температура воздуха +19 - +25 С.
2. Относительная влажность – не более 70%.
3. Движение воздуха – не более 0,2 м/с.

Для создания благоприятных условий труда важное значение имеет рациональное освещение. Неудовлетворительное освещение затрудняет проведение работ, снижает производительность труда и вызывает болезни глаз. Согласно строительным нормам и правилам (СНиП) устанавливается минимальная освещенность на рабочих местах, в зависимости от разряда работы, системы освещения, источника света. Система освещения в цехе должна включать в себя - общее и местное освещение. Величина минимальной освещенности должна составлять 400лк (СНиП II-4-79).

Допустимый уровень шумов в помещении участка 80дБ (устанавливается в соответствии с ОСТ 12.1.003-76). Снижение уровня шума достигается путем своевременного устранения неисправностей технологического оборудования.

Для работников по необходимости выдаются средства: индивидуальной и коллективной защиты. Технические средства, используемые для предотвращения или уменьшения воздействия на работников вредных и (или) опасных производственных факторов, а также для защиты от загрязнения.

Средства коллективной защиты - средства защиты, конструктивно и функционально связанные с производственным процессом, производственным оборудованием, помещением, зданием, сооружением, производственной площадкой.

В зависимости от назначения средства бывают:

- средства нормализации воздушной среды производственных помещений и рабочих мест, локализации вредных факторов, отопления, вентиляции;
- средства нормализации освещения помещений и рабочих мест (источники света, осветительные приборы);
- средства защиты от ионизирующих излучений (оградительные, герметизирующие устройства, знаки безопасности);
- средства защиты от ультрафиолетовых и электромагнитных излучений (оградительные, для вентиляции воздуха, дистанционного управления);
- средства защиты от шума и ультразвука (ограждение, глушители шума);
- средства защиты от вибрации (виброизолирующие, виброгасящие, вибропоглощающие устройства);
- средства защиты от поражения электротоком (ограждения, сигнализация, изолирующие устройства, заземление);
- средства защиты от высоких и низких температур (ограждения, термоизолирующие устройства, обогрев и охлаждение);
- средства защиты от воздействия механических факторов (ограждение, предохранительные и тормозные устройства, знаки безопасности);
- средства защиты от воздействия химических факторов (устройства для герметизации, вентиляции и очистки воздуха, дистанционного управления);
- средства защиты от воздействия биологических факторов (ограждение, вентиляция, знаки безопасности и т.д.)

На участке по изготовлению деталей вырубного штампа широко используются тормозные устройства, которые можно подразделить на колодочные, дисковые, конические и клиновые. В основном используют колодочные и дисковые тормоза. Тормозные системы могут быть - ручные, ножные, полуавтоматические и автоматические.

Для обеспечения безопасной и надежной работы оборудования - очень важны информационные, предупреждающие, аварийные устройства автоматического контроля и сигнализации. Устройства контроля в основном -

приборы для измерения давлений, температуры, статических и динамических нагрузок, характеризующих работу машин и оборудования. Системы сигнализации бывают: звуковыми, световыми, цветовыми, знаковыми, комбинированными.

4.1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации участка изготовления деталей вырубного штампа

Источники механической опасности

Под механическим травмированием человека понимают повреждения кожных покровов, мышц, костей, сухожилий, позвоночника, глаз, головы и других частей тела. Причиной такого рода травм на данном производстве являются, прежде всего, острые кромки и грани инструмента и оборудования, движущиеся механизмы и машины, незащищенные элементы производственного оборудования, передвигающиеся изделия, механизмы (тележки), материалы, заготовки, разрушающиеся конструкции. Механические травмы могут быть следствием падения с высоты. Возможны травмы глаз твердыми частицами, образующимися при обработке материалов.

Все источники механического травмирования можно разделить на реально и потенциально опасные.

К первым можно отнести: шероховатости поверхности, риски, заусенцы, острые кромки и выступы на различных частях оборудования и подвижные заготовки при работах на металлообрабатывающих станках, рабочие органы штамповочного и прессового оборудования, частицы абразива при заточке инструмента, движущиеся грузоподъемные машины и средства транспорта.

Ко вторым: сосуды, работающие под давлением, разрушение (взрыв) которых может произойти при нарушении правил эксплуатации, штабели материалов, заготовок, готовых изделий, которые при неправильной их укладке могут обрушаться, площадки обслуживания оборудования на высоте, лестницы при несоответствии их требованиям безопасности.

Шероховатость, риски, заусенцы, острые кромки и выступы на движущихся частях механизмов и инструментов имеются в следующих трех основных местах:

в точке операции выполняются следующие виды работ: резка, формовка, штамповка, тиснение, сверление, формирование заготовок;

на приводах и устройствах передающих механическую энергию: маховики, шкивы, ремни, шатуны, муфты, кулачки, шпиндели, цепи, кривошипы, шестерни;

на прочих движущихся частях, таких как возвратно-поступательные части, а также на механизмах подачи и на вспомогательных частях машины.

Значительную травмоопасность представляют движущиеся заготовки, части машины и оборудования.

Средства и методы защиты от механического травмирования

Защита от травмирования достигается применением технических средств, исключающих либо уменьшающих воздействие на работающих травмоопасных производственных факторов. Они могут быть коллективными и индивидуальными. Первые обеспечивают защиту любого работника, обслуживающего травмоопасное оборудование с указанными средствами защиты. Вторые — только тех, кто их использует.

Средства коллективной защиты от механического травмирования стандартизованы ГОСТ 12.4.125—83 и включают в себя целый ряд подвидов.

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

Оградительные средства защиты наиболее распространены в промышленности. Они препятствуют попаданию человека в опасную зону. Все открытые движущиеся и вращающиеся части оборудования, расположенные на высоте до 2500 мм от уровня пола, если они являются источниками опасности, должны быть закрыты сплошным или сетчатым ограждением. Ограждения

могут быть полными (закрывающими травмоопасный агрегат в целом) и частичными, исключающими доступ к наиболее опасным частям оборудования. Полные ограждения, как правило, изготовленные из металла, выполняют одновременно функции звукоизолирующего ограждения.

Для исключения доступа к травмоопасному стационарному оборудованию часто используются барьеры. Тот же принцип обеспечения травмобезопасности используется в рукоотводчиках.

Средства индивидуальной защиты от механического травмирования делятся на несколько групп. Специальная одежда, специальная обувь и средства защиты рук в свою очередь включают в себя большое число подвидов (подгрупп). Деление производится по назначению (от ударов, порезов, проколов).

Защитные очки могут быть также различных типов: в открытом и закрытом исполнении, с прямой и непрямой вентиляцией, откидывающиеся при необходимости на голову работающего.

Термические опасности (источники, средства защиты);

Термические опасности могут приводить к:

ожогам и ошпариванию из-за соприкосновения с предметами или материалами, имеющими чрезвычайно высокую или низкую температуру, вызванную, например, пламенем или взрывом, а также излучением источников тепла;

Ущерб здоровью из-за воздействия высокой или низкой температуры окружающей производственной среды.

Коллективными средствами защиты выступают ограждения, защитные устройства (стекла, ограждения и т.д.). Индивидуальными средствами являются перчатки, каски (с защитными стёклами), фартуки и другая спецодежда, предотвращающая влияние температуры (как очень высокой, так и очень низкой) на организм человека.

Электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);

Класс пожароопасности участка изготовления деталей токарного точения относится к категории Б.

Категория Б - производства, связанные с обработкой несгораемых веществ и материалов в холодном состоянии. Поражение электрическим током на производстве может произойти при прикосновении к токоведущим частям, находящимся под напряжением, отключенным токоведущим частям, на которых остался заряд или появилось напряжение в результате случайного включения в сеть, к нетоковедущим частям, выполненным из проводящего электрический ток материала, после перехода на них напряжения с токоведущих частей.

Кроме того, возможно поражение человека электрическим током, воздействием напряжения шага при нахождении человека в зоне растекания тока на землю; электрической дугой, возникающей при коротких замыканиях; при приближении человека к частям высоковольтных установок, находящимся под напряжением, на недопустимо малое расстояние.²

оградительные устройства;
устройства автоматического контроля и сигнализации;
изолирующие устройства и покрытия;
устройства защитного заземления и зануления;
устройства автоматического отключения;
устройства дистанционного управления;
предохранительные устройства;
молниеотводы и разрядники;
знаки безопасности.

Средства индивидуальной защиты (СИЗ) предназначены для защиты:

Перчатки диэлектрические (могут быть бесшовные или шовные) служат средством индивидуальной защиты рук от поражения электрическим

током. Они используются в качестве основного средства индивидуальной защиты при работе в электроустановках с напряжением

Галоши и боты диэлектрические, служат дополнительными средствами индивидуальной защиты от поражающего действия электрического тока, напряжением до 2000 В. Они предназначены для работы обычно в закрытых помещениях, и возможно использование их в открытых электроустановках при отсутствии осадков.

Коврики диэлектрические резиновые также являются средствами индивидуальной защиты и предназначаются для комплектации электроустановок и помещений с номинальным напряжением более 1,0 кВ и используются в качестве дополнительных защитных средств.

Клещи (для снятия изоляции) для электрика также являются средствами индивидуальной защиты.

Мероприятия по противопожарной профилактике

Пожары на машиностроительных предприятиях представляют опасность категории Г - для работающих и могут причинить огромный материальный ущерб. Основы противопожарной защиты предприятий определены стандартами (ГОСТ 12.1.004 - 2014 "Пожарная безопасность и взрывоопасность". Общие требования ГОСТ 12.1.010 ФЗ-123).

Для оценки пожарной опасности того или иного технологического процесса необходимо знать, какие огнеопасные вещества или смеси используются или получаются в процессе производства внутри технологических аппаратов, при каких условиях и по каким причинам они могут оказаться вне этих аппаратов. Проектирование и эксплуатация всех промышленных предприятий регламентируются "Строительными нормами и правилами" (СНиП II-90-81, СНиП II-2-85), "Правилами устройства электроустановок" (ПУЭ-2014), а также "Типовыми правилами пожарной безопасности для промышленных предприятий".

Пожарная безопасность может быть обеспечена мерами пожарной профилактики и активной пожарной защитой. Понятие пожарной профилактики включает комплекс мероприятий, необходимых для предупреждения возникновения пожара или уменьшения его последствий. Под активной пожарной защитой понимаются меры, обеспечивающие успешную борьбу с возникающими пожарами или взрывоопасной ситуацией.

Опасными факторами пожара для людей являются: открытый огонь, искры, повышенная температура воздуха и окружающих предметов, токсичные продукты горения, дым, обрушения и повреждения зданий и сооружений, а также возможность взрыва.

При проектировании и строительстве производственных зданий и сооружений необходимо учитывать категорию пожарной безопасности производства.

Основные требования пожарной безопасности к системам отопления предусмотрены в СНиП II-33-75. Наибольшую пожарную опасность представляют местное огневое и газовое виды отопления. При неправильном устройстве и эксплуатации вентиляционные системы и установки кондиционирования могут стать причиной возникновения и распространения пожаров. Защита от распространения пламени в вентиляционных установках достигается с помощью преградителей, быстродействующих заслонок, отсекающих, водяных завес.

Средства пожаротушения

Порошковые огнетушители, предназначенные для тушения загораний различных материалов и установок под напряжением (ОП-3, ОП-10). Значительно больше заряд углекислоты содержат одно - и двухбаллонные углекислотные огнетушители УП-1М и УП-2М. Для тушения загораний электрооборудования, находящегося под напряжением устанавливают стационарные углекислотные установки типа СУМ-8.

Асбестовые полотна, грубошерстные ткани и войлок - размером не менее 1х1м предназначены для тушения небольших очагов пожаров при воспламенении веществ, горение которых не может происходить без доступа воздуха. В местах применения и хранения ЛВЖ и ГЖ, размеры полотен могут быть увеличены. Асбестовое полотно, войлок - рекомендуется хранить в металлических футлярах с крышками, периодически (не реже одного раза в три месяца) просушивать и очищать от пыли.

Применение автоматических средств обнаружения пожаров (дымовых ИДФ-1М, ДИП-1; ионизированных РИД-1; ультразвуковых ФИКУС) является одним из основных условий обеспечения пожарной безопасности в машиностроении, поскольку позволяет оповестить дежурный персонал о пожаре и месте его возникновения.

Причины пожаров в производственном помещении участка могут быть следующими:

1. Пользование открытым огнем.
2. Курение в непригодных для этого местах.
3. Возгорание промасленной использованной ветоши.
4. Появление искры при авариях в электроустановках (короткое замыкание).

Для предотвращения пожара необходимо предусмотреть следующие меры:

1. Предотвращение образования горючей среды.
2. Предотвращение образования в горючей среде источников воспламенения.
3. Поддержание температуры и давления горючей среды ниже максимально допустимого по горючести.
4. Уменьшение определяющего размера горючей среды ниже максимально допустимого по горючести.
5. Максимальное, по возможности, применение негорючих и трудно горючих материалов и веществ вместо горючих.

6. Изоляция горючей среды.
7. Предотвращение распространения пожара за пределы очага.
8. Применение средств пожаротушения.
9. Применение конструкций объектов с регламентированным пределом огнестойкости и горючести.
10. Эвакуация людей.
11. Применение средств коллективной и индивидуальной защиты.
12. Применение средств пожарной сигнализации и средств извещения о пожаре.
13. Организация пожарной охраны объекта.
14. Соблюдение противопожарного режима производства.

В цехе имеются первичные средства для тушения пожара, которые могут быть использованы любым работающим или сотрудником, оказавшимся на месте возгорания. На каждом участке установлены специализированные щиты со следующим противопожарным инвентарем:

Топоры – 2шт.

Багры – 2шт.

Ломы – 2шт.

Ведро – 2шт;

Дополнительно возле каждого станка с ЧПУ имеется порошковый огнетушитель ОП-10. В непосредственной близости от щита установлен ящик с песком. На участке имеется пожарная сигнализация, оповещающая пожарную службу завода при появлении возгорания. Кроме того в цехе имеются пожарные краны, оборудованные пожарными рукавами, которые установлены в предназначенных для этого местах (выходы, лестничные площадки и др.) .

В случае возникновения очага возгорания эвакуация людей и оборудования производится по специальным эвакуационным путям, обозначенным на планах эвакуации на случай пожара, которые также вывешены в наиболее видных местах. Эвакуационными выходами служат двери и ворота, ведущие из помещения наружу.

Мероприятия по предотвращению пожара

Так как возможность пожара полностью не удалить, то необходимо предусмотреть ряд профилактических мероприятий технического, эксплуатационного, организационного плана.

К техническим мерам относятся:

Соблюдение пожарных норм при проектировании и сооружении зданий;

Устройство отопления и вентиляции;

Выбор и монтаж оборудования;

Наличие плана эвакуации.

К организационным мерам относятся:

Обучение производственного персонала правилам противопожарной безопасности;

Изучение инструкций, плакатов;

Плана эвакуации.

Необходимо предусмотреть ряд мер, направленных на обеспечение тушения пожара:

Обеспечить подъезды к зданию;

Обесточить электрические кабели;

Наличие пожарных щитов и ящиков с песком в коридорах;

Наличие гидрантов с пожарными рукавами;

Тепловая сигнализация.

4.2 Экологическая безопасность

В современных условиях одной из важнейших задач является защита окружающей среды. Выбросы промышленных предприятий, энергетических систем и транспорта в атмосферу, водоемы и недра земли на данном этапе развития достигли таких размеров, что в ряде крупных промышленных центров, уровни загрязнений существенно превышают допустимые санитарные нормы.

Механическая обработка металлов на станках сопровождается выделением пыли, стружки, туманов масел и эмульсий, которые через вентиляционную систему выбрасываются из помещений. В процессе шлифования и полирования выделяется большое количество мелкодисперсной пыли. Пыль, образующаяся в процессе абразивной обработки, на 30 - 40 % состоит из материала обрабатываемого круга, на 60 - 70 % из материала изделия. Вредные вещества выделяются и в период нанесения покрытия, а также при его высыхании. Из производственных помещений пары растворителей, а в некоторых случаях и лакокрасочные туманы выбрасываются через высокие трубы без предварительной очистки. Анализ состава загрязнений, выбрасываемых в атмосферу машиностроительным предприятием, показывает, что кроме основных примесей атмосферы (CO , SO_2 , пыль) в выбросах, содержатся токсичные соединения, которые почти всегда оказываются более значительными в плане отрицательного воздействия на окружающую среду.

Для восстановительных целей (охлаждение деталей и узлов технологического оборудования: промывка, обогащение и чистка исходных материалов или продукции) на нашем производстве используется вода. На основе анализа систем водоснабжения определено количество воды, потребляемое и сбрасываемое машиностроительными предприятиями. При обработке металлов вода используется для охлаждения инструмента, на промывке деталей, при этом сточные воды загрязняются минеральными маслами, мылами, металлической и абразивной пылью и эмульгаторами. Основное загрязнение вносят смазочно-охлаждающие жидкости, применяемые при обработке на металлорежущих станках. Вода используется также для приготовления растворов электролитов, промывочных операций перед нанесением покрытий и перед сушкой деталей, наполнения ванн улавливания загрязненных веществ, а также промывки деталей после нанесения гальванических покрытий. Из всех видов сточных вод машиностроительных предприятий стоки гальванических цехов загрязнены в большей степени

ядовитыми химическими веществами, при этом концентрации загрязнений существенно зависят от вида технологического процесса нанесения гальванических покрытий.

Твердые отходы в машиностроении образуются в процессе продукции в виде амортизационного лома (модернизация оборудования, оснастки, инструментов); стружки и опилок (древесных и металлических); шлаков и золы; осадков и пыли (отходы системы очистки воздуха). Отходы в основном образуются при: производстве проката (обдирочная стружка, опилки, окалина); механической обработке (высечки, обрезки). В соответствии с ГОСТ1639 - 78 на предприятиях организуется сбор лома цветных металлов.

Основными источниками вибраций в окружающей среде служат: технологическое оборудование (молоты, штампы и прессы); мощные энергетические установки (насосы, двигатели, компрессоры), а также некоторые транспортные системы. Во всех случаях вибраций, распространяются они по грунту и достигают фундаментов общественных жилых зданий.

При передаче вибраций через фундаменты и грунты опасность представляет неравномерная осадка фундаментов и грунта, что может привести к разрушению расположенных на них инженерных и строительных конструкций. Допустимые уровни вибраций в жилых домах, условия и правила их измерения и оценки регламентируются "Санитарными нормами допустимых вибраций в жилых домах" №1304 - 75.

Наиболее активной формой защиты от вредного воздействия выбросов промышленных предприятий на окружающую среду является безотходная технология - комплекс мероприятий в технологических процессах от обработки сырья до минимума количества вредных выбросов, что уменьшает воздействие отходов на окружающую среду до приемлемого уровня. В этот комплекс мероприятий входят: создание и внедрение новых процессов получения продукции с образованием минимального количества отходов; разработка

различных типов бессточных технологических систем и водооборотных циклов (на базе способов очистки сточных вод); разработка систем переработки отходов производства во вторичные материальные ресурсы; создание территориально-промышленных комплексов, имеющих замкнутую структуру материальных потоков сырья и отходов внутри комплекса.

Существуют и множество других мероприятий по защите окружающей среды:

Механизация и автоматизация производственных процессов, сопряженных с опасностью для здоровья.

Применение технологических процессов и оборудования, исключающих появление вредных факторов.

Защита работающих от источников тепловых излучений.

Устройство и оборудование вентиляции и отопления.

Применение средств воздухоочистки.

Предотвращение выброса вредных веществ в окружающую среду.

Вывоз отходов, не подвергающихся вторичному использованию в специальные места захоронения.

Применение средств индивидуальной защиты работающих.

В охране окружающей среды важную роль играют службы контроля качества окружающей среды, призванные вести систематизированные наблюдения за состоянием атмосферы, воды и почв для получения фактических уровней загрязнения окружающей среды.

4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайные ситуации – это обстановки на определенных территориях, сложившихся в результате стихийных бедствий и катастроф, которые могут или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери или нарушение условий жизнедеятельности людей. При рассмотрении работы

объектов народного хозяйства в условиях чрезвычайной ситуации используют понятие устойчивости.

Под устойчивостью работы машиностроительного предприятия понимается его способность в этих условиях производить запланированную продукцию в установленной номенклатуре и объеме.

Сущность повышения устойчивости завода в чрезвычайных ситуациях заключается в разработке и заблаговременном проведении комплекса организационных и инженерно-технических мероприятий, направленных на максимальное снижение возможных потерь и разрушений. Для решения задач повышения устойчивости функционирования машиностроительного предприятия важное значение приобретают нормы инженерно-технических мероприятий - руководящие документы, определяющие требования и рекомендации к проведению мероприятий, обеспечивающих повышение устойчивости функционирования экономики.

Устойчивость работы завода зависит от ряда факторов: надежность защиты рабочих, служащих от поражающих факторов; способность инженерно-технического комплекса противостоять поражающим факторам; защищенность объектов от воздействия вторичных поражающих факторов; надежность системы снабжения объекта всем необходимым для производства продукции; надежность оповещения и связи; подготовленность объекта к ведению спасательных и других неотложных работ. При отсутствии вышеперечисленных факторов работа предприятия перестает быть устойчивой и может случиться авария или несчастный случай.

Производственная авария – это внезапное прерывание работы или нарушение устойчивого режима процесса производства на любом предприятии которые приводят к повреждению или уничтожению зданий, сооружений, материальных ценностей и поражению людей. При различного рода авариях и возникает необходимость в спасательных и других неотложных работах. Их целью является: спасение людей и оказание помощи пораженным; локализация

аварий и устранение повреждений, препятствующих проведению спасательных работ; создание условий для проведения восстановительных работ. Спасательные работы проводят непрерывно до полного завершения работ и характеризуются большим объемом и сложностью обстановки.

В перечень спасательных работ входят:

- разведка маршрутов выдвижения невоенизированных формирований;
- розыск пострадавших, извлечение их из-под завалов, из задымленных помещений;
- эвакуация людей из опасной зоны;
- вскрытие разрушенных объектов и подача в них воздуха.

В планах гражданской обороны на мирное время предусмотрено создание группировки сил гражданской обороны, предназначенной для ведения спасательных и других неотложных работ в условиях чрезвычайных ситуаций.³

Большую опасность на машиностроительных предприятиях представляют пожары и взрывы, поэтому для эвакуации необходимо наличие эвакуационных выходов.

Причиной возникновения на участке пожара может быть:

- образование искры, получившейся в результате короткого замыкания;
- образование искр при обработке абразивным инструментом;
- возгорание в результате контакта промасленной ветоши или спецодежды с горячими частями оборудования;
- неосторожное обращение с огнём;
- неосторожное обращение с легко воспламеняющимися горюче – смазочными материалами;
- загорание мусора из-за большого скопления и не соблюдения режима курения;
- самовозгорание в воздухе;
- загорание масла в поддоне станка из-за разрыва шлангов.

На участке используются следующие средства пожаротушения:

- огнетушители;
- пожарные краны;
- пожарные щиты;
- участок оборудован средствами связи и пожарными извещателями.

Мероприятия режимного характера:

- контроль за производством огневых и покрасочных работ;
- контроль за режимом курения.

В настоящее время помимо вышеуказанных потенциальных опасностей присоединилась ещё одна не менее важная угроза – это угроза терроризма. Для защиты человека от этой опасности проводятся предупредительные мероприятия, вызывая к бдительности граждан, сообщать о подозрительных лицах и предметах в правоохранительные органы. Так же проводится ряд лекционных мероприятий, на случай если вы окажетесь в заложниках и как вести себя в таких ситуациях.

Безопасность при чрезвычайных антропогенных и природных ситуациях.

Устойчивость работы объектов экономики в чрезвычайных ситуациях определяется их способностью выполнять свои функции в этих условиях, а также приспособленностью к восстановлению в случае повреждения. В условиях чрезвычайных ситуаций промышленные предприятия должны сохранять способность выпускать продукцию, а транспорт, средства связи линии электропередачи и прочие объекты, не производящие материальные ценности, — нормальное выполнение своих задач.

Для того чтобы объект сохранил устойчивость в условиях чрезвычайных ситуаций, проводят комплекс инженерно-технических, организационных и других мероприятий, направленных на защиту персонала от воздействия опасных и вредных факторов, возникающих при развитии чрезвычайной ситуации, а также населения, проживающего вблизи объекта. Необходимо

учесть возможность вторичного образования токсичных, пожароопасных, взрывоопасных систем и др.

Кроме того, проводится анализ уязвимости объекта и его элементов в условиях чрезвычайных ситуаций. Разрабатываются мероприятия по повышению устойчивости объекта и его подготовке к восстановлению в случае повреждения.

С целью защиты работающих на тех предприятиях, где в процессе производства используют взрывоопасные, токсичные и радиоактивные вещества, строят убежища, а также разрабатывают специальный график работы персонала в условиях заражения вредными веществами. Должна быть подготовлена система оповещения персонала и населения, проживающего вблизи объекта, о возникшей на нем чрезвычайной ситуации. Персонал объекта должен уметь выполнять конкретные работы по ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций в очаге поражения.

На устойчивость работы объекта в условиях чрезвычайных ситуаций оказывают влияние следующие факторы:

- район расположения объекта;
- внутренняя планировка и застройка территории объекта;
- специфика технологического процесса (используемые вещества, энергетические характеристики оборудования, его пожаро- и взрывоопасность);
- надежность системы управления производством.

Район расположения объекта определяет величину, а также вероятность воздействия поражающих факторов природного происхождения (землетрясения, наводнения, ураганы, оползни и проч.). Существенное влияние на последствия чрезвычайных ситуаций могут оказывать метеорологические условия района (количество выпадающих осадков, направление господствующих ветров, минимальные и максимальные температуры воздуха, рельеф местности).

Внутренняя планировка и плотность застройки территории объекта оказывают значительное влияние на вероятность распространения пожара,

разрушения, которые может вызвать ударная волна, образующаяся при взрыве, на размеры очага поражения при выбросе в окружающую среду токсичных веществ и др.

Рассмотрим теперь пути повышения устойчивости функционирования наиболее важных видов технических систем и объектов.

Системы водоснабжения представляют собой крупный комплекс зданий и сооружений, удаленных друг от друга на значительные расстояния. При чрезвычайных ситуациях, как правило, все элементы этой системы не могут быть выведены из строя одновременно. При проектировании системы водоснабжения необходимо предусмотреть меры их защиты в чрезвычайных ситуациях. Ответственные элементы системы водоснабжения целесообразно размещать ниже поверхности земли, что повышает их устойчивость. Следует предусмотреть возможность ремонта данных систем без их остановки и отключения водоснабжения других потребителей.

Весьма важной является система водоотведения загрязненных (сточных) вод (система канализации). В результате ее разрушения создаются условия для развития болезней и эпидемий. Скопление сточных вод на территории объекта затрудняет проведение аварийно-спасательных и восстановительных работ. Повышение устойчивости системы канализации достигается созданием резервной сети труб, по которым может отводиться загрязненная вода при аварии основной сети. Должна быть разработана схема аварийного выпуска сточных вод непосредственно в водоемы. Насосы, используемые для перекачки загрязненной воды, комплектуются надежными источниками электропитания.

В разных чрезвычайных ситуациях системы электроснабжения (электрические сооружения и сети) могут получить различные разрушения и повреждения. Их наиболее уязвимыми частями являются наземные сооружения (электростанции, подстанции, трансформаторные станции), а также воздушные линии электропередачи. В современных крупных энергосистемах применяются различные автоматические устройства, способные практически мгновенно

отключить поврежденные электроисточники, сохраняя работоспособность системы в целом.

Для повышения ее устойчивости в первую очередь целесообразно заменить воздушные линии электропередачи на 1 кабельные (подземные) сети, использовать резервные сети для запитки потребителей, предусмотреть автономные резервные источники электропитания объекта (передвижные электрогенераторы).

Разработка ситуации ЧС.

На нашем производстве могут произойти следующие ЧС:

Угроза возгорания производственного помещения.

Угроза терракта

Угроза загрязнения окружающей среды, например, при разливе СОЖ, и утечки в канализационную систему больших объемов.

Предположим, что на предприятии произошло возгорание офисного помещения. На предприятии работает около 50 человек. Время происшествия 14.00 (вторник). На случай пожара, на производстве должен быть предусмотрен ПЛАС (план ликвидации аварийных ситуаций)

При обнаружении пожара, первый заметивший должен оповестить оперативного начальника (мастер, начальник участка, начальник цеха), который в свою очередь берет на себя ответственность о ликвидации пожара. Оценив размер бедствия, ответственный должен принять решение об эвакуации людей, либо о преступлении к тушению пожара. Одновременно, должен быть отдан приказ об удалении с места всех посторонних людей, и вызове городской пожарной службы.

Для начала тушения пожара, работники должны надеть на себя противогазы, для предотвращения отравления продуктами горения. Срок годности противогазов должен контролироваться, и по истечении срока годности заменяться.

После этого, необходимо воспользоваться стационарными и переносными огнетушителями, соблюдая правила тушения огня, и ставя во главу угла цену собственной жизни, и жизни окружающих.

При приезде пожарной бригады, необходимо оказать помощь, для тушения пожара, сообщив им необходимую информацию (сколько человек там находится, где находятся пожарные краны, электрические щиты). После тушения пожара, необходимо принять меры, для проведения расследования ЧС, а также предоставить отчет о ЧС вышестоящей инстанции.

4.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

Правовые нормы трудового законодательства

-Федеральный закон от 24.07.1998 N 125-ФЗ (ред. от 29.12.2015) "Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний"

-Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. N 68-ФЗ "О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера"

-Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. N 69-ФЗ "О пожарной безопасности"

-ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»

-ГОСТ Р 22.3.03 – 94 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Защита населения»

Гражданское (конституционное) право закрепляет основы общественно-политической системы государства, основные права и обязанности граждан и государственных органов управления. Ряд положений действующей Конституции Российской Федерации, относится к правовым основам обеспечения безопасности жизнедеятельности. В конституционных документах субъектов Российской Федерации также содержатся основные положения государственного права по вопросам обеспечения безопасности жизнедеятельности на подведомственной территории.

Административное право – совокупность законодательных актов, указов высших должностных лиц и постановлений органов исполнительной власти, а также ведомственных актов, регламентирующих общественные отношения в области государственного управления.

Составной частью административного права являются ведомственные акты, к которым относятся системы государственных стандартов, строительные нормы и правила, санитарные нормы, социально-экономические нормативы, инструкции и правила.

Государственная система стандартизации (ГСС) включает три системы государственных стандартов в области безопасности жизнедеятельности:

- систему стандартов безопасности труда (ССБТ);
- систему стандартов “Охрана природы” (ССОП);
- комплекс стандартов “Безопасность в чрезвычайных ситуациях” (БЧС).

Санитарные нормы и правила также являются составной частью административного права. Они устанавливаются Министерством Здравоохранения Российской Федерации и содержат санитарно-гигиенические нормативы по концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и воде, предельные уровни физического воздействия различных негативных факторов (вибрации, шума, электромагнитных полей, ионизирующих излучений и т.д.) на человека и окружающую среду, а также порядок проведения медицинских мероприятий по обеспечению безопасности жизнедеятельности населения.

На основе государственных стандартов и санитарных норм и правил составляются единые, межотраслевые и отраслевые правила по охране труда, а также инструкции по охране труда (типовые – для основных профессий и социальные - действующие на конкретных предприятиях, организациях и учреждениях).

Надзор за соблюдением требований правовых актов в области безопасности жизнедеятельности осуществляет Прокуратура Российской Федерации, а контроль – органы контроля в составе правительственных

органов республик, краев и областей, а также территориальные ведомственные и общественные органы. За правонарушения работодатели, должностные лица и работники хозяйственных объектов по действующему законодательству могут привлекаться к административной, дисциплинарной, экономической и уголовной ответственности.

Правовую основу организации работ в чрезвычайных ситуациях и ликвидации их последствий составляет закон Российской Федерации “О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера” (1994), который определяет общие для Российской Федерации организационно-правовые нормы в области защиты ее граждан, иностранных граждан и лиц без гражданства, находящихся на территории Российской Федерации, всего земельного, водного, воздушного пространства в пределах Российской Федерации или его части, объектов производственного и социального назначения, а также окружающей природной среды от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

В федеральном законе “О пожарной безопасности” (1994) определяются общие правовые, экономические и социальные основы обеспечения пожарной безопасности в России, дается регулирование отношений между органами государственной власти, органами местного самоуправления, предприятиями, организациями, крестьянскими хозяйствами и иными юридическими лицами независимо от форм собственности. Федеральный закон “О промышленной безопасности опасных производственных объектов” (1997) определяет правовые, экономические и социальные основы обеспечения безопасной эксплуатации опасных производственных объектов и направлен на предупреждение аварий на опасных производственных объектах и обеспечение готовности организаций к локализации последствий аварий.

Федеральный закон “О радиационной безопасности населения” (1995) характеризует правовые основы обеспечения радиационной безопасности населения в целях охраны его здоровья.

Федеральный закон “О гражданской обороне” (1998) отражает задачи в области гражданской обороны и правовые основы их осуществления, полномочия органов государственной власти РФ, органов исполнительной власти субъектов РФ, органов местного самоуправления организаций независимо от форм собственности, а также силы и средства гражданской обороны.

Управление безопасностью жизнедеятельности в чрезвычайных ситуациях осуществляет Министерство по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС), которое реализует государственную политику в области предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, осуществляет координацию деятельности государственных и местных органов в этой области. Управление безопасностью в чрезвычайных ситуациях обеспечивается единой государственной системой предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС), которая объединяет органы управления, силы и средства федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов РФ, органов местного самоуправления и организаций, в полномочия которых входит решение вопросов защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций.

Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.

Рабочая (производственная) зона – пространство высотой до 2-х метров над уровнем пола или площадки, на которой находятся места постоянного или временного пребывания работающих (рабочие места).

Рабочее место – это часть рабочей зоны, в которой постоянно или временно находятся работающие в процессе трудовой деятельности.

Система организации рабочего места

Освещение

Важнейшим фактором организации рабочего места является освещение. Значение рационального освещения во время работы трудно переоценить. Требования к рациональному освещению сводятся к следующему:

правильный выбор источника света и системы освещения, создание необходимого уровня освещенности рабочей поверхности, нейтрализации эффекта ослепления, устранение бликов, обеспечение равномерного освещения.

Наиболее целесообразным является естественное освещение, когда свет падает с левой стороны. Оно вызывает наименьшее утомление. К сожалению, использовать естественное освещение весь рабочий день не представляется возможным, особенно в осеннее – зимний период, когда световой день короткий. Поэтому рекомендуется применять искусственное освещение – как общее, так и локальное. В качестве искусственного источника света общего назначения рекомендуется применять люминесцентные и металлогалогенные лампы, то систему местного освещения рекомендуется организовать из ламп накаливания или ламп белого света. Искусственный и естественный свет должны иметь одно направление. Освещенность рабочего места должна быть в пределах 500 лк.

Микроклимат

Микроклимат характеризуется такими величинами как: температура, относительная влажность и скорость воздуха. Температура и влажность являются величинами, зависящими как от времени года, суток, так и от погодных условий. Кроме того, источниками тепла в служебных помещениях может быть различное оборудование, потребляющее энергию, часть которой в виде тепла выделяется в окружающую среду, и сам человек, выделяющий в час до 1200 кДж. Наиболее комфортной для человека является температура 10 – 20 градусов. Учитывая сезонные и суточные колебания, температура в служебных помещениях не должна превышать 22 градуса – в жаркие дни, и не должна быть ниже 18 градусов в холодное время, независимо от количества людей находящихся в помещении.

Минимальная влажность не должна, быть ниже 25 – 30%, нормальная в пределах 40- 60%

Есть еще одна характеристика, на которую необходимо обратить внимание – это чистота воздуха. При работе с СОЖ и другими химическими

аппаратами, воздух наполняется различными токсическими веществами и бактериями, которые проникают в организм человека и оказывают раздражающее действие на слизистые оболочки дыхательных путей, глаз, кожу. Особенно опасно, когда токсичные вещества через дыхательные пути или поврежденную кожу попадает непосредственно в кровь, что вызывает нарушение деятельности всего организма или его систем.

В помещениях, где установлены станки, должны соблюдаться определенные параметры микроклимата. Поэтому для обеспечения комфортных условий в цеху, должны использоваться вентиляция, кондиционирование воздуха.

Кроме того, негативно на условия труда работника оказывает шум. Шум - ухудшает условия труда, оказывая вредное действие на организм человека. Работающие в условиях длительного шумового воздействия испытывают раздражительность, головные боли, головокружение, снижение памяти, повышенную утомляемость, понижение аппетита, боли в ушах и так далее. Для снижения шума можно установить шумозащитные экраны, и специальную отделку стен и потолков.

Расчет параметров рабочего места

Итак, к рабочему месту относится - часть пространства, в котором человек преимущественно осуществляет трудовую деятельность и проводит большую часть рабочего времени. Это пространство оснащается необходимыми техническими средствами (станок, органами управления, средствами отображения информации, вспомогательным оборудованием). В нем осуществляется деятельность одного исполнителя или группы исполнителей.

Рабочее место включает как основные, так и вспомогательные средства труда. Специфика организации рабочего места зависит от характера решаемых задач и особенностей предметно-пространственного окружения.

Рабочее место у станка – это место, с которого осуществляется управление и контроль за его функционированием. На подвижных технических

средствах – это кабина или место водителя, в технологической линии – может быть место перед пультом управления, в энергосистемах, диспетчерских – пункт управления.

Таким образом, при расчете параметров рабочего места (понимая под ним различные типы комплексов, в которых осуществляется функционально однородная деятельность человека – рабочее место в офисе, на кухне и т.д.) воедино сводятся метод перцентилей, антропометрические данные, используемые в соматографии, и метод профессиографирования.

Пространственные и размерные характеристики рабочего места должны быть достаточными для:

- размещения работающего человека - с учетом рабочих движений и перемещений согласно функциональному процессу

- расположения средств управления в min-тах пределах моторного пространства (по ширине, глубине, высоте)

- оптимального обзора источников визуальной информации

- смены рабочей позы и рабочего положения

- свободного доступа к местам наладки, ремонта, осмотра

- рационального размещения основных и вспомогательных средств труда.

Для того чтобы рассчитать параметры рабочих мест необходимо использовать базы отсчета, которые соотносятся с базами, взятыми при измерении размеров тела человека. Для расчета компоновочных параметров рабочих мест нулевыми следует считать точки, имеющие нижеследующее расположение.

В положении стоя:

- на плоскости пола или горизонтальной плоскости, параллельной полу

- на фронтальной плоскости, параллельной переднему краю оборудования

- на срединно-сагитальной плоскости

В положении сидя

- на плоскости пола, сиденья или горизонтальной плоскости, параллельной полу

на фронтальной плоскости, касательной к наиболее выступающим точкам спины.

Конечными точками измерений будут те элементы оборудования, которые работающий человек может свободно, без напряжения достать, не меняя положения тела и позы.

Так же, при расчете параметров рабочего места следует учитывать:

выбранную систему координат и соответствующие базы отсчета

рабочее положение человека

величину размаха рабочих движений

количество элементов рабочего места

параметры обзорности

необходимость ограничения рабочего пространства, возможность подвижности элементов рабочего места (сиденья, подставки для ног, педали и т.д.)

Но есть и несколько параметров, которые не рекомендуется применять при расчете рабочего места, например:

рассчитывать параметры рабочего места только на основе среднеарифметических значений антропометрических признаков.

Пользоваться антропометрическими данными 15-20-летней давности.

Пользоваться источниками информации, где не указаны год их получения, возраст и национальность контингента обследуемых людей, численность группы выделять основные и второстепенные антропометрические признаки, считая все антропометрические признаки одинаково необходимыми, выявлять их значимость, следует только при анализе конкретных объектов оборудования.

Учет этих параметров особенно важен при проектировании рабочих мест на производстве и в офисах, учитывая характер и особенности трудовых процессов.

Определяя местоположение конкретного рабочего места в рамках подразделения, следует руководствоваться строительными нормами и

правилами, санитарными нормами проектирования, стандартами безопасности труда. При этом должны решаться следующие задачи:

- экономное использование производственных площадей;
- рациональная взаимосвязь между смежными рабочими местами, а также с рабочим местом непосредственного руководителя;
- сокращение расстояний переходов рабочих и транспортировки материалов;
- изоляция рабочих мест с вредными условиями труда от остальных рабочих мест;
- обеспечение безопасности труда.

Санитарными нормами предусмотрено, что на каждого рабочего должно приходиться не менее 4,5м² производственной площади при высоте помещения 3,2м. Объем производственного помещения на каждого работающего должен быть не менее 15 м. При определении площади рабочего места должны учитываться габариты оборудования, нормы промсанитарии и техники безопасности, ширина проходов и проездов. Площадь универсального рабочего места проектируется несколько большей, чем для места специализированного, так как она должна позволять устанавливать дополнительное оборудование и приспособления.

Взаимодействующие рабочие места следует располагать в непосредственной близости друг к другу, а маршрут движения предмета труда между рабочими местами в подразделении должен быть кратчайшим. Между рабочими местами одного участка должна быть предусмотрена зрительная связь. Подходы к рабочим местам должны быть не только кратчайшими, но и, по возможности, не должны пересекаться с транспортными путями. Входы и выходы в помещении должны быть свободны, хорошо обозримы и безопасны.

Внутренняя планировка рабочего места представляет собой размещение технологической оснастки и инструмента в рабочей зоне, инструментальных шкафах и тумбочках, правильное расположение заготовок и деталей на рабочем месте. Она должна обеспечить удобную рабочую позу, короткие и

малоутомительные движения, равномерное и по возможности одновременное выполнение трудовых движений обеими руками.

Для соблюдения этих условий пользуются рядом выработанных практических правил:

- для каждого предмета должно быть отведено определенное место;
- предметы, которыми пользуются во время работы чаще, должны располагаться ближе к рабочему и по возможности на уровне рабочей зоны;
- предметы необходимо размещать так, чтобы трудовые движения рабочего свести к движениям предплечья, кистей и пальцев рук;
- все, что берется левой рукой, располагается слева, все, что правой, — справа, материалы и инструменты, которые берутся обеими руками, располагаются с той стороны, куда во время работы обращен корпус рабочего.

Внутренняя планировка рабочего места должна обеспечить такое оперативное пространство, при котором рабочий может свободно формировать рабочие зоны с учетом зон досягаемости при различных рабочих позах, как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскостях.

Зона досягаемости — пространство, объем которого ограничен возможными траекториями движения рук рабочего. Оптимальная зона ограничивается траекториями движений полусогнутых рук, осуществляемых без наклонов корпуса при свободно опущенных плечах. Максимальная зона — траекториями движения вытянутых рук. Зоны досягаемости определяются исходя из антропометрических данных предполагаемых работников. Кроме того, при проектировании внутренней планировки рабочего места необходимо учитывать зону обзора, в пределах которой рабочий должен отчетливо видеть все предметы, находящиеся на его рабочем месте. Для восприятия средств отображения информации в горизонтальной плоскости рекомендуется угол 30—40°. В вертикальной плоскости оптимальный угол обзора составляет по 15° вверх и вниз по отношению к горизонтальной.

Внутренняя планировка рабочего места означает размещение на его площади всех предметов оснащения, их рациональную компоновку по

отношению друг к другу и к работнику. При внутренней планировке решаются следующие задачи:

- обеспечение наименьших затрат рабочего времени на выполнение работ, которые закреплены за рабочим местом;
- минимизация физиологических усилий и нервно-психической напряженности работника;
- удобство выполнения работы и обслуживания оборудования;
- хороший обзор в активной рабочей зоне всех частей оборудования, приборов, механизмов;
- оптимизация маршрутов передвижения работника по рабочему месту;
- рационализация рабочей позы (положения) работника;
- создание благоприятных условий труда;
- безопасность труда.

Проведение работ при внутренней планировке целесообразно осуществлять в следующей последовательности:

1 Определить местоположение основного, а затем вспомогательного оборудования и тары.

2 Установить местоположение исполнителя в процессе труда по отношению к оборудованию и его рабочую позу.

3 Скомпоновать на основном оборудовании средства информации (контрольно-измерительные приборы) и органы управления (кнопки, педали, рычаги, клапана, выключатели и т.п.).

4 Установить средства безопасности.

5 Установить организационную оснастку.

6 Разместить предметы технологической оснастки, рабочую документацию, справочную и специальную литературу.

7 Установить средства местного освещения, связи, сигнализации.

8 Разместить хозяйственные средства.

При планировке должна учитываться возможность ее сравнительно быстрого и легкого изменения, обеспечиваться удобство демонтажа

оборудования. Размещение основного оборудования на рабочем месте, прежде всего, определяется особенностями труда на нем: видом и типом производства, функциями и численностью работников, уровнем специализации и механизации труда, количеством оборудования и другими признаками, характеризующими рабочее место. Основное оборудование должно быть размещено таким образом, чтобы обеспечивался кратчайший путь перемещения предмета труда как в горизонтальных, так и в вертикальных плоскостях. При этом нужно учитывать принятые строительные модули, установленные нормы расстояний между оборудованием и элементами зданий в зависимости от размеров и вида оборудования, санитарные и гигиенические нормы, стандарты безопасности, антропометрические данные об исполнителях.

При многостаночной работе следует устанавливать минимально допустимое расстояние между обслуживаемыми станками. Компоновка оборудования должна обеспечивать хороший обзор его жизненно важных частей, свободный доступ к местам расположения тех из них, которые требуют периодических осмотров, наладки и ремонтов. Необходимо правильно ориентировать положение основного оборудования по отношению к окнам и искусственным источникам общего освещения.

Местоположение работника определяется характером его труда и прежде всего тем, насколько часто ему по роду своей работы необходимо будет перемещаться по рабочему месту. Здесь могут быть работы, требующие постоянного перемещения работника, работы без перемещения работника и работы, комбинированные - с перемещением и без него.

В каждом из рабочих положений возможно большое количество рабочих поз, представляющих взаиморасположение частей тела-корпуса, рук, ног и головы человека, независимое от ориентации и местоположения тела в пространстве и от отношения к опоре. Неправильно устанавливать рабочую позу в положении только стоя или только сидя, так как любая статическая поза неблагоприятно сказывается на работоспособности человека. Длительные статические мышечные нагрузки приводят к быстрому утомлению работника.

Очень неблагоприятны, например, постоянные рабочие позы стоя с большим (более 15°) наклоном туловища, полулежа с поднятыми вверх руками и головой.

В любом случае, если в силу характера труда от работника требуется постоянное рабочее положение, вызывающее значительные статические нагрузки, для него следует проектировать возможность перемены положения. Для человека, работающего стоя, должна быть предусмотрена возможность часть работы выполнять сидя, и наоборот. При установлении рабочей позы необходимо учитывать высоту рабочей поверхности, расстояние наблюдаемого объекта от глаз, угол зрения и зрительный фокус, высоту сидения. При проектировании размещения средств отображения информации (контрольно-измерительных приборов, экранов телевизоров, мнемосхем и др.) учитываются оптимальные углы обзора и зон наблюдения в поле зрения работника. Большое значение имеет выбор размеров и компоновки знаков и их элементов на контрольно-измерительных приборах, выбор цвета знаков и фона, на которых они изображены.

Размещение и компоновка органов и средств дистанционно управления производственными процессами устанавливается с учетом рабочей позы, зон досягаемости и других характеристик.

Решая вопросы размещения на рабочем месте средств информации и органов управления, проектировщики руководствуются определенными принципами. Вот некоторые из них:

1 принцип частоты: в оптимальной зоне видимости и досягаемое должны находиться те средства информации и управления, к которым наиболее часто обращается работник в течение рабочей смены

2 принцип важности: в указанных зонах следует размещать те средства информации и управления, которые наиболее важны для точного управления производственным процессом;

3 принцип технологичности: средства управления и информации нужно располагать в такой последовательности, чтобы обращаться ним поочередно, следуя ходу технологического процесса;

4 принцип сопряженности: в непосредственной близости друг от друга следует располагать те средства информации и органы управления, которые взаимосвязаны.

Установка на рабочем месте средств безопасности зависит от того, какую опасность представляют те или иные средства труда. В одном случае достаточно установить предупреждающий об опасности знак. В другом случае необходимо оградить или изолировать источник опасности. В третьем случае необходимо изолировать или ограждать непосредственно работника.

Список литературы

1. Н. Н. Остапенко, Н.П. Кириллов, В. В. Данилевский. Общая технология металлов. Изд. 3-е, переработанное и дополненное. –М.: Изд-во Профтехиздат, 1960г.
2. Общемашиностроительные нормативы вспомогательного времени и времени на обслуживание рабочего места на работы, выполняемые на металлорежущих станках.-М.: Изд-во Экономика, 1988 г.
3. Общемашиностроительные укрупненные нормативы времени на работы, выполняемые на металлорежущих станках. Часть II. -М.: экономика, 1988 г.
4. Основы конструирования приспособлений в машиностроении. Корсаков В. С. – М.: Машиностроение, 1971 г.- 288 с.
5. Режимы резания металлов. Справочник. Изд. 3-е, переработанное и дополненное./ Под ред. Ю.В. Барановского. -М.: Машиностроение, 1972 г.
6. Справочник технолога – машиностроителя. Том 1 - т./Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова.-М.: Машиностроение, 1985 г.
7. Справочник технолога – машиностроителя. Том 2 - т./Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова.-М.: Машиностроение, 1985 г.
8. Технология машиностроения: В 2 т. Т. 1. Основы технологии машиностроения:
Учебник для вузов / Под ред. А. М. Дальского. – М.: Изд-во МГТУ им. Баумана, 1999г. – 564 с., ил.
9. Технология машиностроения: В 2 кн. Кн. 1. Основы технологии машиностроения:
Учеб. пособие для вузов / Под ред. С. Л. Мурашкина. – М.: Высш. школа, 2003г. – 278 с., ил.
10. Станочные приспособления: Учебное пособие/ А.Г.Схирладзе, В.Ю. Новиков, Г.А. Мелетьев – Йошкар-Ола, ГТУ ,1998г. – 655 с.
11. Станочные приспособления: Справочник Том 1 - т./Под ред. Б.Н. Вардашкина, А.А.Шатилова - М.: Машиностроение, 1984 г. – 592 с., ил.

12. Станочные приспособления: Справочник Том 2 - т./Под ред. Б.Н. Вардашкина, А.А.Шатилова - М.: Машиностроение, 1984 г. – 592 с., ил.
13. С.В. Кирсанов, В.А. Гречишников, А.Г. Схиртладзе, В.И. Кокарев. Инструменты для обработки точных отверстий.– М.: Машиностроение, 2005 г., изд. 2 –е переработанное и дополненное.
14. Современные конструкции инструментов для сверления и растачивания глубоких отверстий. Кирсанов С.В. , Инженерный журнал. Справочник с приложением. №2(95), 2005 г.
15. Смазочно-охлаждающие технологические средства, применяемые при обработке глубоких отверстий. Кирсанов С.В. , Инженерный журнал. Справочник с приложением. №6(51), 2001 г.
16. Руководство пользователя КОМПАС-АВТОПРОЕКТ, Аскон
САПР в технологии машиностроения: Учеб. пособие /В.Г.Митрофанов, О.Н.Калачев, А.Г.Схиртладзе и др. – Ярославль; Ярославский государственный технический университет, 1995. – 298 с.
- Курс лекций «САПР технологических процессов», к.т.н. Копосов В.Н.
19. Проектирование техпроцесса с помощью САПР ТП «КОМПАС-АВТОПРОЕКТ – 9.2.».Методические указания к лабораторной работе. В.И. Марусина, НГТУ, 2003 г.
- 20.Дубовцев В.А. Безопасность жизнедеятельности. / Учеб. пособие для дипломников. - Киров: изд. КирПИ, 1992.
- 21.Мотузко Ф.Я. Охрана труда. – М.: Высшая школа, 1989. – 336с.
- 22.Безопасность жизнедеятельности. /Под ред. Н.А. Белова - М.: Знание, 2000 - 364с.
- 23.Самгин Э.Б. Освещение рабочих мест. – М.: МИРЭА, 1989. – 186с.3
- 24.Справочная книга для проектирования электрического освещения. / Под ред. Г.Б. Кнорринга. – Л.: Энергия, 1976.
- 25.Борьба с шумом на производстве: Справочник / Е.Я. Юдин, Л.А. Борисов; Под общ. ред. Е.Я. Юдина – М.: Машиностроение, 1985. – 400с., ил.
- 26.Зинченко В.П. Основы эргономики. – М.: МГУ, 1979. – 179с.

Приложение А

№ опер.	Наименование оборудования	Приспособление	Режущий инструмент	Марка режущего инструмента	Измерительный инструмент
1	2	3	4	5	6
010	Сварочный аппарат ТИР-315	Подставка СМП-0003	Э50А ГОСТ 9467-75	Э50А	ШГЦ-250-0,05 ГОСТ 162-90 ШЦ-П-400-0,1ГОСТ 166-89
015	Слесарный стол	Тиски слесарные с ручным приводом ГОСТ 4045-75	Молоток, зубило, Набор напильников в ГОСТ 1465-80		Линейка металлическая L=500 ГОСТ 427-75
020	Контрольная	Стол контролера			ШЦ-I -125-0,1 ГОСТ 166–89 ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166–89 Скоба СР 100 ГОСТ11098-75 Скоба СР 75 ГОСТ11098-75 Шаблон, Угломер УН ГОСТ 5378 -66, Пробка 8221-3036-7Н ГОСТ17758-72, Пробка 8133-0920-Н14ГОСТ14810-69 Ш. Рейсмас ШР-250-0,05 ГОСТ164-80, Головка измерительная 1 ИГМ ГОСТ 5584-75, Конц.меры длины 5 разряда ГОСТ9378-75

025	Электродпечь СШЗ-66	Подвеск а ПТ-32- 50 ГОСТ 16127-78			Пирометр ГОСТ 28243-96
030	Пескоструйный аппарат DSG- 160	Подвеск а ПТ-32- 50 ГОСТ 16127-78	Дробь стальная колотая	ДСК-0,3	Образцы шероховатости поверхности ГОСТ 9378-93

035	Токарно-винторезный 1К62	Патрон 3-х кулачковый 7100-0035 ГОСТ 2675-80	Резец 2100-2069 ГОСТ 26611-85, Резец 2100-1565 ГОСТ 26611-85,резец расточной 2140-60428-T15K6, Резец 2100-2069 ГОСТ 26611-85, Резец 2100-1565 ГОСТ 26611-85, Резец расточной НР 23-T15K6, Резец канавочный 2128-6175-T15K6	Пластина 01331-160408-T15K6 ГОСТ 19045-80,	Штангенциркуль ШЦ- -400-0,01 ГОСТ 166-89,штангенглубиномер ШГЦ 250-0,05 ГОСТ 162-90. Пробка 8133-0955-Н14 ГОСТ 14810-69,угломер УН ГОСТ 5378-88
-----	--------------------------	--	--	--	---

040	Контрольная	Стол контроле ра			ШЦ-I -125-0,1 ГОСТ 166–89 ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166–89 Скоба СР 100 ГОСТ11098-75 Скоба СР 75 ГОСТ11098-75 Шаблон, Угломер УН ГОСТ 5378 -66, Пробка 8221-3036-7Н ГОСТ17758-72, Пробка 8133-0920-Н14 ГОСТ14810-69 Ш. Рейсмас ШР-250-0,05 ГОСТ164-80, Головка измерительная 1 ИГМ ГОСТ 5584-75, Конц. меры длины 5 разряда ГОСТ9378-75 Штатив Ш- ПН ГОСТ10197-70, Скоба 8113-0136-Н7 ГОСТ18362-73
045	Консольно фрезерный FSS 400 2/S с ЧПУ	Тиски станочн ые поворот ные ическим и губками ГОСТ 16518-96	Фреза D100 2275-0002- T15K6 ГОСТ 6469- 69	T15K6	Штангенциркуль ШЦ- -400-0,01 ГОСТ 166-89, скоба индикаторная СИ-50 ГОСТ 11098-75, концевые меры длины 4 класса ГОСТ 9038-83
			Фрезы D6 2234-0205- P6M5 ГОСТ 16463-80	P6M5	

055	Контрольная	Стол контроле ра			ШЦ-I -125-0,1 ГОСТ 166–89 ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166–89 Скоба СР 100 ГОСТ11098-75 Скоба СР 75 ГОСТ11098-75 Шаблон, Угломер УН ГОСТ 5378 -66, Пробка 8221-3036-7Н ГОСТ17758-72, Пробка 8133-0920-Н14 ГОСТ14810-69 Ш. Рейсмас ШР-250-0,05 ГОСТ164-80, Головка измерительная 1 ИГМ ГОСТ 5584-75, Конц. меры длины 5 разряда ГОСТ9378-75 Штатив Ш- ПН ГОСТ10197-70, Скоба 8113-0136-Н7 ГОСТ18362-73
-----	-------------	------------------------	--	--	---

060	Токарно-винторезный с ЧПУ МК6056	Патрон 7100-0035 ГОСТ 2675-80 оправка СМО-0116	Резец 2100-1565 ГОСТ 26611-85,резец фасочный 2136-5134-T15K6,резец канавочный 2126-6098-T15K6,резец расточной 2141-613210-3-BK6M Резец 2100-1565 ГОСТ 26611-85 пластина 01331-160408-T15K6 ГОСТ 19045-80,резец 2128-6175-T15K6	пластина 01331-160408-T15K6 ГОСТ 19045-80	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0.05 ГОСТ 1666-80,скоба 8113-0164-H11 ГОСТ 18362-73,угломер УН ГОСТ 5378-66 СТП 980-75,пробка 8113-0618-H12 ГОСТ 14807-69, Нутрометр индикаторный НИ 100-1 ГОСТ 868-82,концевые меры длины 5 класса ГОСТ 9038-83,скоба 8113-0149-H7 ГОСТ 26611-85
-----	----------------------------------	--	--	---	---

065	Контрольная	Стол контроле ра			ШЦ-I -125-0,1 ГОСТ 166–89 ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166–89 Скоба СР 100 ГОСТ11098-75 Скоба СР 75 ГОСТ11098-75 Шаблон,УгломерУН ГОСТ 5378 -66, Пробка 8221-3036-7Н ГОСТ17758-72,Пробка 8133-0920-Н14ГОСТ14810-69 Ш. Рейсмас ШР-250-0,05 ГОСТ164-80,Головка измерительная 1 ИГМ ГОСТ 5584-75, Конц.меры длины 5 разряда ГОСТ9378-75 Штатив Ш- ПН ГОСТ10197-70, Скоба 8113-0136-Н7 ГОСТ18362-73
070	Токарно-винторезный с ЧПУ МК6056	Патрон 7100-0035 ГОСТ 2675-80 оправка СМО-0114	Резец 2100-1565 ГОСТ 26611-85,резец фасочный 2136-5134-Т15К6,резец канавочный 2126-6098-Т15К6	пластина 01331-160408-Т15К6 ГОСТ 19045-80	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0.05 ГОСТ 1666-80,скоба 8113-0164-Н7 ГОСТ 18362-73,угломер УН ГОСТ 5378-66 СТП 980-75,концевые меры длинны 5 класса ГОСТ 9038-83,скоба 8113-0149-Н7 ГОСТ 26611-85

075	Контрольная	Стол контроле ра			ШЦ-I -125-0,1 ГОСТ 166–89 ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166–89 Скоба СР 100 ГОСТ11098-75 Скоба СР 75 ГОСТ11098-75 Шаблон, Угломер УН ГОСТ 5378 -66, Пробка 8221-3036-7Н ГОСТ17758-72, Пробка 8133-0920-Н14 ГОСТ14810-69 Ш. Рейсмас ШР-250-0,05 ГОСТ164-80, Головка измерительная 1 ИГМ ГОСТ 5584-75, Конц.меры длины 5 разряда ГОСТ9378-75 Штатив Ш- ПН ГОСТ10197-70, Скоба 8113-0136-Н7 ГОСТ18362-73
080	Покрытие				Покрытие согласно ТТ требованиям чертежа

085	Контрольная	Стол контролера			ШЦ-I -125-0,1 ГОСТ 166–89 ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166–89 Скоба СР 100 ГОСТ11098-75 Скоба СР 75 ГОСТ11098-75 Шаблон, Угломер УН ГОСТ 5378 -66, Пробка 8221-3036-7Н ГОСТ17758-72, Пробка 8133-0920-Н14 ГОСТ14810-69 Ш. Рейсмас ШР-250-0,05 ГОСТ164-80, Головка измерительная 1 ИГМ ГОСТ 5584-75, Конц.меры длины 5 разряда ГОСТ9378-75 Штатив Ш- ПН ГОСТ10197-70, Скоба 8113-0136-Н7 ГОСТ18362-73
090	Консервация				Смазать деталь тонким слоем смазки (ЦИАТИМ-201, вазелин технический, литол и т.п.). Сдать детали на СГД

Приложение Б

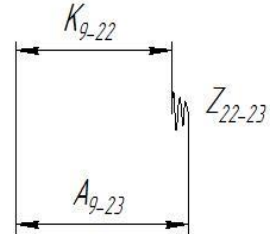
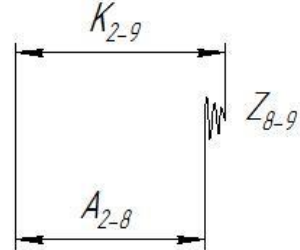
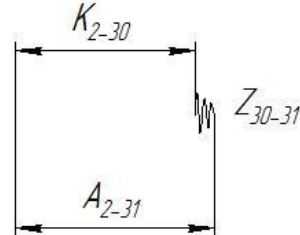
Таблица 1.9.1

Индекс	Состояние поверхности	R_z мкм	T , мкм	ρ , мкм	E , мкм	$Z_{\min}$ мм	IT_z мм	$Z_{\max}$, мм	Z_c , мм	Δ_z , мм
Z_{1-2}	После черновой подрезки торца	40	50	134	200	0,33	0,25	0,58	0,4	+0,125
Z_{8-9}	После чистового точения торца буртика	20	25	28	100	0,15	0,77	0,92	0,5	+0,385
Z_{10-11}	После черновой подрезки торца буртика	40	50	77	200	0,31	1,03	1,34	0,9	+0,515
Z_{14-15}	После чистового точения	20	25	24	150	0,2	0,68	0,88	0,6	+0,34
Z_{19-20}	После получистовой подрезки торца	40	50	54	200	0,3	0,54	0,84	0,7	+0,27
Z_{20-21}	После черновой подрезки торца	40	50	125	200	0,33	1,84	2,17	0,9	+0,45
Z_{22-23}	После чистового точения	20	25	23	100	0,15	0,3	0,45	0,3	+0,15
Z_{30-31}	После получистовой подрезки торца	40	350	595	200	0,32	1,07	1,39	0,8	+0,535
Z_{31-32}	После черновой подрезки торца	40	350	5350	250	0,52	1,57	2,09	1,3	+0,785

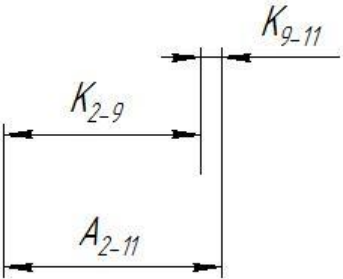
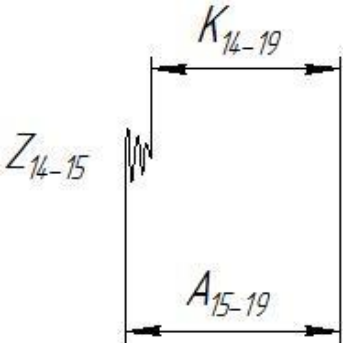
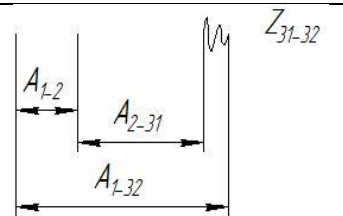
Таблица 1.9.2.

Т	Индекс	K_H мм	K_{min} мм	IT_z мм	K_{max} мм	K_s , мм
	K_{9-22}	28	27,916	0,084	28	27,958
	K_{2-9}	27	26,74	0,52	27,26	27
	K_{2-30}	287	286,79	0,21	287	286,895
	K_{9-11}	2	1,61	0,78	2,39	2
	K_{14-19}	17,5	17,285	0,43	17,93	17,5

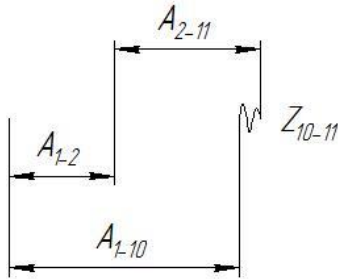
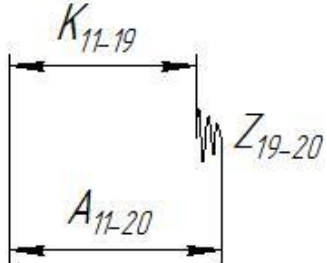
Таблица 1.9.3

Индек с	Уравнения размерных цепей	Средний размер, мм	Допуск мм	Операционный размер, мм	Размерная цепь, мм
1	2	3	4	5	6
A_{9-23}	$-A_{9-23} + K_{9-22} + Z_{22-23} = 0$ $A_{9-23} = K_{9-22} + Z_{22-23}$ $A_{9-23} = 28 -$ $0,042 + 0,3 = 28,25$	28,25	0,216	$28,25 \pm 0,108$	
A_{2-8}	$-A_{2-8} + K_{2-9} - Z_{8-9} = 0$ $A_{2-8} = K_{2-9} - Z_{8-9}$ $A_{2-8} = 27 - 0,5 = 26,5$	26,5	0,25	$26,5 \pm 0,125$	
A_{2-31}	$-A_{2-31} + K_{2-30} + Z_{30-31} = 0$ $A_{2-31} = K_{2-30} + Z_{30-31}$ $A_{2-31} = 287 - 0,105 + 0,8 = 287,7$	287,7	0,86	$87,7 \pm 0,43$	

Продолжение таблицы 1.9.3

A_{2-11}	$-A_{2-11} + K_{2-9} + K_{9-11} = 0$ $A_{2-11} = K_{2-9} + K_{9-11}$ $A_{2-11} = 27 + 2 = 29$	29	0,26	$29 \pm 0,13$	
A_{15-19}	$-A_{15-19} + K_{14-19} - Z_{14-15} = 0$ $A_{15-19} = K_{14-19} - Z_{14-15}$ $A_{15-19} = 17,5 - 0,6 = 16,9$	16,9	0,25	$16,9 \pm 0,125$	
A_{1-32}	$A_{1-32} = Z_{1-2} + A_{2-31} + Z_{31-32}$ $A_{1-32} = 0,4 + 287,7 + 1,3 = 289,4$	289,4	0,94	$289,4 \pm 0,2$	

Продолжение таблицы 1.9.3

A_{1-10}	$A_{1-10} = Z_{1-2} + A_{2-11} - Z_{10-11}$ $A_{1-10} = 0,4 + 29 - 0,9 = 28,5$	28,5	0,52	$28,25 \pm 0,26$	
A_{11-20}	$A_{11-20} = K_{11-19} + Z_{19-20}$ $A_{11-20} = 20 - 0,105 + 0,7 = 20,6$	20,6	0,33	$20,6 \pm 0,165$	
A_{10-21}	$A_{10-21} = -A_{1-10} + A_{1-2} + A_{2-11} + A_{11-20} + Z_{20-21}$ $A_{10-21} = -28,5 + 0,4 + 29 + 20,6 = 21,5$	21,5	0,52	$21,5 \pm 0,26$	