ОГЛАВЛЕНИЕ

Реферат
Введение
1.ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ
1.1. Проектирование технологического процесса……7
1.2. Анализ технологичности конструкции детали…… 7
1.3. Способ получения заготовки……7
1.4. Определение типа производства……...9
1.5. Совершенствование заводского технологического процесса…….....11
1.5.1. Заводской технологический процесс……..11
1.5.2. Измененный технологический процесс……...13
1.6. Характеристика технологического оборудования……..19
1.7. Расчет минимальных припусков на обработку……...20
1.8. Размерный анализ технологического процесса……22
1.8.1. Расчет диаметральных технологических размеров……25
1.8.2.Расчет технологических размеров……..27
1.9. Расчет режимов резания…… ……..29
1.10. Нормирование технологического процесса……43
2.КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ
2.1. Проектирование приспособления……50
2.2. Назначение приспособления……..50
2.3. Схема базирования заготовки……50
2.4. Конструкция приспособления……51
2.5. Технические требования……52
2.6. Расчет сил закрепления……52
3.ЭКОНОМИЧИСКИ ЧАСТЬ
3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение……61
3.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научного исследования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения……61
3.1.2 Потенциальные потребители услуг по разработке технологического процесса изготовления детали «поводок»……61
3.1.3 Определение качества технологического процесса изготовления детали «поводок» и его перспективности на рынке с помощью технологии QuaD……62
3.1.4 Комплексный анализ научно-исследовательского проекта по разработке технологического процесса изготовления детали «поводок» посредством SWOT-анализа …..64
3.2. Планирование научно-исследовательской работы……67
3.2.1 Структура работы в рамках научного исследования……68
3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ……68
3.2.3 Разработка графика проведения научного исследования……71
3.2.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)……74
3.2.5 Расчет материальных затрат НТИ……74
3.2.6 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ……75
3.2.7 Основная заработная плата исполнителей темы……76
3.2.8 Дополнительная заработная плата исполнителей темы……79
3.2.9 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)……79
3.2.10 Накладные расходы……80
3.2.11 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта……80
3.3 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования……81
4. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ.
4.1.Производственная безопасность……87
4.1.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов……88

4.1.2 Производственный травматизм……...90
4.1.3 Электробезопасность……..……91
4.1.4 Шум и вибрации……..…… 91
4.1.5 Производственное освещение……..……..93
4.2 Охрана окружающей среды …….……....98
4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях……..……100
4.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности…….…….……..104
Заключение…….……..…106
Список литературы и используемых источников…….…..…….107

РЕФЕРАТ

Тема выпускной квалификационной работы: “Проектирование технологического процесса изготовления поводка и оснастки” Объём дипломной работы 108 страница, на которых размещены 10 рисунков и 9 таблицу. При написании диплома использовалось 23 источников.

Ключевые слова: деталь, заготовка, технологический процесс, оснастка, размерный анализ.

Объектом исследования при написании работы была деталь поводка и технологический процесс ее изготовления.

В дипломную работу входит введение, четыре раздела, итоговое заключения.

Во введении раскрывается актуальность исследования по выбранному направлению, цель и задачи исследования.

В разделе первом проектируется технологический процесс изготовления детали.

В разделе втором проектируется станочное приспосабление, которое будет использовано на одной из операций технологический процесс.

В разделе третьем рассмотрен экономический анализ по оценке деловой привлекательности научной разработки.

В разделе четвертом рассмотрены вопросы, связонные с организацией рабочего место на механическом участке, промышленного предприятия по изготовления детали поводок

Заключение посвящено основным выводам

Введение

Развитие народного хозяйства нашей страны поставило перед машиностроительной промышленностью весьма ответственные задачи. Успешное решение этих задач возможно при непрерывном существующих машин и создании новых, с более высокими эксплуатационными характеристиками, при одновременном сокращении их веса, габарита и стоимости, повышения долговечности, простоте ухода и надёжности в работе. Наряду с этими для обеспечения технического прогресса необходимо непрерывно технологические процессы изготовления изделий, сокращать цикл производства, использование средств производства.

Понятие «технологичность конструкции» предусматривает такое проектирование, которое при соблюдении всех эксплуатационных качеств обеспечивает минимальную трудоёмкость изготовления, минимальные материалоёмкость и себестоимость, а также возможность быстрого освоения серийного выпуска изделия на базе применения современных высокопроизводительных методов обработки и сборки её.

В процессе проектирования любого изделия, особенно изделия, которые предусматривается выпускать в большом количестве, необходимо решать параллельно две задачи:

- обеспечение служебных характеристик изделия, то есть удовлетворение всех требований ТУ, вытекающих из условий его конструкции;
- удовлетворение требований технологии производства этого изделия.

Технологические задачи, решаемые технологичностью конструкций:

- сокращение сроков подготовки производства и освоения изделия при заданном объеме выпуска;
- использование современных, наиболее производительных технологических процессов обработки и сборки;
- обеспечение заданной точности изготовления деталей, сборки узлов и всего изделия в целом в соответствии с техническими требованиями;
- минимальный расход материалов;
- обеспечение высокого качества продукции;
- выбор рациональных методов и средств контроля;
- максимальное использование типовых технологических процессов изготовления и сборки изделия с использованием переналаживаемых оснастки и оборудования.

Аннотация

Целью выпускной квалификационной работы является технологического процесса изготовления поводка устройства «ТАЙФУН».

Устройство для размыва донных отложений

ООО НПО «Сибирский Машиностроитель» разрабатывает устройства модели «ТАЙФУН" для размыва донных отложений, профилактики их образования и гомогенизации состава жидкости в резервуарах. Благодаря конструктивной уникальности устройство успешно применятся в химической, нефтехимической, топливной и пищевой промышленности.

Устройство эффективно разрушает осадки и удаляет шлам в емкостях с легковоспламеняющимися жидкостями (бензин, дизтопливо, нефть, нефтепродукты и т.п.), а также обеспечивает бесперебойную работу в агрессивных и пищевых средах.

В резервуарах, использующихся в пищевой промышленности, применение устройства «ТАЙФУН» исключает выпадение осадков в пищевых жидкостях (растительное масло, саломас, жиры и т.п.) и позволяет использовать эти жидкости и смеси более эффективно.

Устройство, в зависимости от модификации, может использоваться практически на всех типах резервуаров объемом от 200 до 150000 м^3. Изделие подходит для использования на производствах работающих с жидкими продуктами вязкостью до 400 сСт. Наряду с размывом донных отложений «ТАЙФУН» эффективно гомогенизирует (перемешивает) продукт, исключая возможность его распада на фракции.

«ТАЙФУН» полностью освобождает резервуар от накопившихся за годы его эксплуатации донных отложений и служит для профилактики их образования в дальнейше*м*.

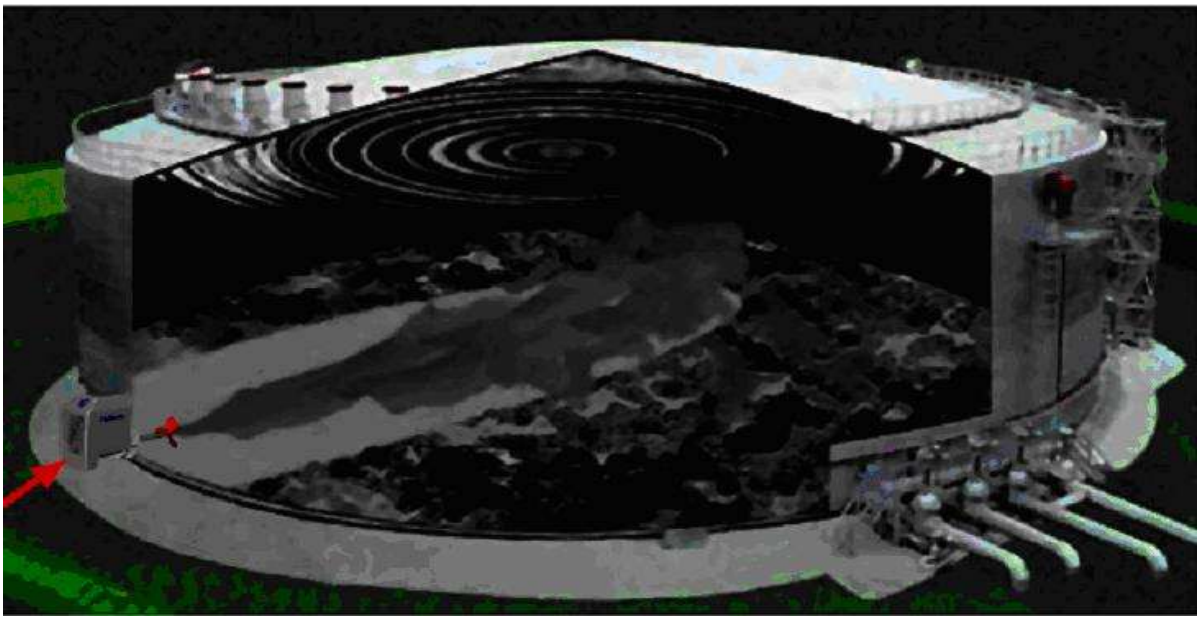


Рис. 1.

Процесс размыва донных отложений в резервуаре с нефтью

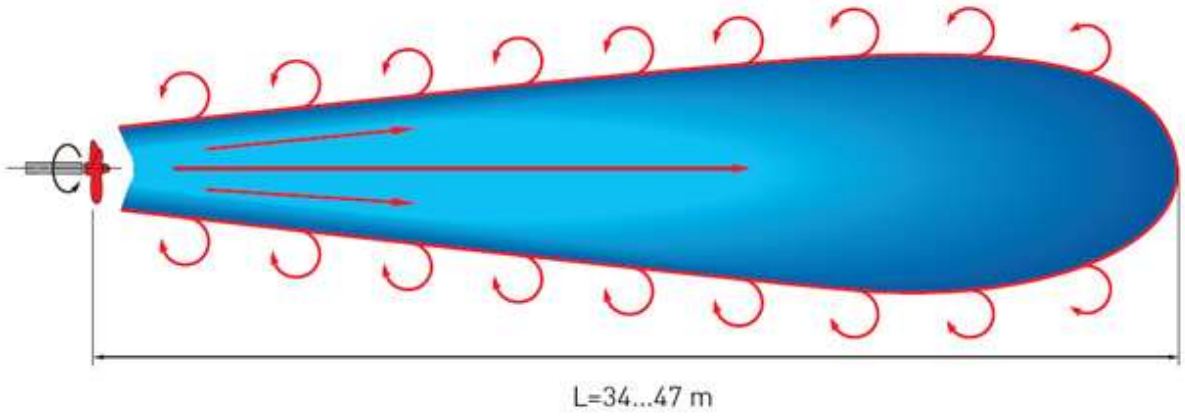


Рис. 2. Продольное сечение струи жидкости создаваемой устройством «ТАЙФУН»

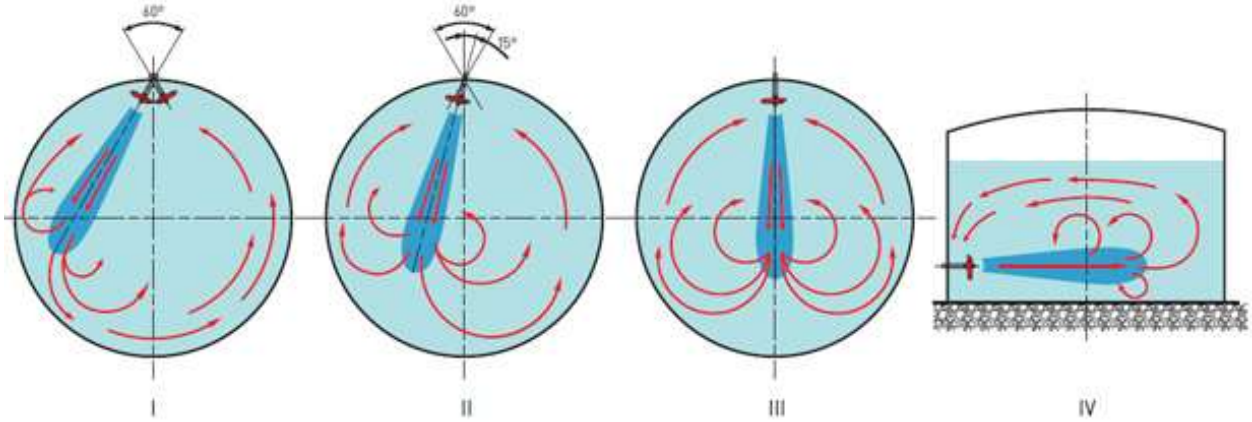


Рис. 3.Схема направления потоков жидкости в резервуаре при работе устройства «ТАЙФУН».

Исходными данными для проектирования являлся чертеж детали, маршрут технологического процесса изготовления поводка и годовая программа выпуска.

Выпускная квалификационная работа содержит следующие разделы:

- технологический;
- конструкторский;
- экономический;
- производственная и экологическая безопасность.

Технологическая часть посвящена технологического процесса, который удовлетворял бы требованиям автоматизированного производства. Здесь проводится анализ технологичности конструкции детали, выбирается метод получения заготовки, приводится маршрут технологического процесса, характеристика используемого станка с ЧПУ, а также рассчитываются минимальные припуски на обработку, размерный анализ и режимы резания.

В конструкторской части спроектировано приспособление для закрепления при обработке поводка на фрезерном обрабатывающем центре. В разделе изложены: назначение, конструкция приспособления, технические требования, выполнен расчет сил закрепления заготовки в приспособлении.

В заключительной части выпускной квалификационной работы - производственной и экологической безопасности, рассмотрены вопросы техники безопасности труда на машиностроительном производстве.

1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В данном разделе выпускной квалификационной работы разработан технологический процесс изготовления поводка, проанализирована технологичность конструкции детали, приведены характеристики, используемого оборудования в технологическом процессе, рассчитаны минимальные припуски на обработку, режимы резания, а также проведен размерный анализ.

1. Проектирование технологического процесса

1.2. Анализ технологичности конструкции детали

Главной целью анализа технологичности конструкции детали является выявление недостатков конструкции по сведениям, содержащимся в чертежах и технических требованиях. Основные задачи, решаемые при анализе технологичности, сводятся к возможному уменьшению трудоемкости и металлоемкости, возможности обработки детали высокопроизводительными методами.

В целом особенности конструкции поводка заключаются в сложности расположения внутренних поверхностей, которые выполняют основное служебное назначение поводка в установке.

При анализе технологичности конструкции поводка были выявлены следующие особенности:

- ✓ форма отверстия Ø175 мм позволяет растачивать их на проход с одного установа детали;
- ✓ трудности могут возникнуть при фрезеровании канавки (вид Б 1:2), связанные с необходимостью изготовления специального режущего и мерительного инструмента, а также необходимостью снятия малых припусков, за несколько проходов;
- ✓ для сверления 6 отв. под резьбу М6-7Н в чертеже заданны жесткие требования под расположения этих отверстий, поэтому необходимо спроектировать специальное приспособление для закрепления детали на станке;
- ✓ сверление отверстий Ø 1,5 также связанно с трудностями его изготовления (относительно малый диаметр сверления).

1.3. Способ получения заготовки

Выбор заготовки оказывает влияние на рациональное построение технологического процесса изготовления детали. При выборе способа получения заготовки необходимо стремиться к максимальному приближению формы и размеров заготовки к параметрам готовой детали и снижению трудоемкости заготовительных операций.

Рассмотрим целесообразность получения заготовки, учитывая то, что выпуск данной детали осуществляется серийно (1000 шт.).

На предприятии используют заготовки полученные литьем в песчано-глиняные формы, что очень существенно понижает качество получаемой поверхности.

Коэффициент использования материала найдем как отношение массы обработанной детали и заготовки:

$$\mu = \frac{\text{М дет.}}{\text{М заг.}}$$

$$\text{дет.} = 2{,}75 \text{ кг.}$$

$$\text{М заг.} = 3{,}5 \text{ кг.}$$

$$\mu = \frac{2{,}75}{3{,}5} = 0{,}78$$

$$\mu = 0{,}78$$

Заготовка может быть получена литьем в кокиль, причем она будет иметь конфигурацию близкую к готовой детали и требующая чистовой обработки лишь в местах сопряженных поверхностей.

В данном случае получив коэффициент использования материала, равный 0,78 сделаем вывод, что наиболее целесообразно применять литые заготовки в металлические формы.

Литейные свойства стали 35Л

- Температура начала затвердевания,°С 1480-1490
- Линейная усадка, % 2,2-2,3
- Показатель трещиноустойчивости, Кт.у. 0.8
- Жидкотекучесть, Кж.т. 1.0
- Склонность к образованию усадочной раковины, Ку.р. 1.2
- Склонность к образованию усадочной пористости, Ку.п. 1.0

Предел выносливости стали 35Л – 490 $\sigma_в$, МПа.

Но для этого на предприятии возникает необходимость наличия литейного участка: плавильной печи, литейного оборудования, материала для плавления, оснастки, а также привлечения необходимых для этого специалистов. Поэтому целесообразно закупать партиями уже отлитые заготовки и осуществлять дальнейшую механическую обработку.

1.4. Определение типа производства

Для определения типа производства на этапе проектирования технологического процесса необходимо рассчитать коэффициент закрепления операций:

$$К_{з.о} = \frac{t_в}{T_{ср}}, \qquad (1)$$

где $t_в$ – такт выпуска детали, мин.;

$T_{ср}$ – среднее штучно–калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса, мин.

Такт выпуска детали определяем по формуле:

$$t_в = \frac{F_г}{N_г},$$

где $F_г$ – годовой фонд времени работы оборудования, мин.;

$N_г$ – годовая программа выпуска деталей.

Годовой фонд времени работы оборудования определяем по таблице 2.1 [5,стр.22] при односменном режиме работы: $F_г = 2030$ ч.

Тогда

$$t_в = \frac{F_г}{N_г} = \frac{2030 \times 60}{1000} = 121.8 мин;$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса:

$$T_{ср} = \frac{\sum_{i=1}^{n} T_{ш.к\ i}}{n}, \qquad (2)$$

где – Тш.к i – штучно – калькуляционное время i- ой основной операции, мин.;

n – количество основных операций.

В качестве основных операций выберем 3 операции (n=3).

Штучно – калькуляционное время i- ой основной операции определяем по рекомендациям приложения 1 [5,стр.147]:

$$T_{ш.к\,i} = \varphi_{к.i} \cdot T_{oi} \qquad (3)$$

где $\varphi_{к.i}$ – коэффициент i- ой основной операции, зависящий от вида станка и типа предполагаемого производства;

To.i – основное технологическое время i- ой операции, мин.

Для первой операции (токарная с ЧПУ): φ к.1 = 2,14;

Для второй операции (фрезерование): φ к.2 = 1,73;

Для третьей операции (шлифовальной): φ к.4 = 2,10

Основное технологическое время определяем по рекомендациям приложения 1 [5, стр.146], где время зависит от длины и диаметра обрабатываемой поверхности, а также от вида обработки.

Основное технологическое время первой операции определяем только для наиболее продолжительных по времени переходов: наружное точение, подрезка торца.

$$T_{01} = (0{,}18 \cdot d \cdot l + 0{,}052(D^2)) \cdot 10^{-3}$$

где d – диаметр, мм;

l – длина обрабатываемой поверхности, мм.

Значения вышеперечисленных переменных определяем приближенно, по чертежу детали.

Тогда:

$$T_{01} = \left(0{,}18 \cdot 20 \cdot 53 + 0{,}052 \cdot (40^2)\right) \cdot 10^{-3} = 0{,}9 \text{ мин};$$

Штучно – калькуляционное время данной операции определяем по формуле (3):

$$T_{ш.к1} = \varphi_{к.1} \cdot T_{о.1} = 2{,}14 \cdot 0{,}9 = 1{,}9 \text{ мин.}$$

Основное технологическое время второй операции (см. чертеж детали)

$$T_{02} = (0{,}034Bl) \cdot 10^{-3}$$

где B – ширина обрабатываемой поверхности.

Тогда $T_{02} = (0{,}034 \cdot 30 \cdot 10) \cdot 10^{-3} = 0{,}01$ мин

Штучно – калькуляционное время данной операции рассчитываем по формуле (3):

$$T_{ш.к2} = \varphi_{к.2} \cdot T_{о.2} = 1{,}73 \cdot 0{,}01 = 0{,}02 \text{ мин.}$$

Основное технологическое время для третьей, шлифовальной операции (см. чертеж детали):

$$T_{03} = (0{,}1 \cdot d \cdot l) \cdot 10^{-3}$$

тогда

$$T_{03} = (0{,}1 \cdot 20 \cdot 60) \cdot 10^{-3} = 0{,}12 \text{ мин},$$

Штучно – калькуляционное время данной операции так же определяем по формуле (3):

$$T_{ш.к3} = \varphi_{к.3} \cdot T_{о.3} = 2{,}1 \cdot 0{,}12 = 0{,}25 \text{ мин.}$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса определяем по формуле (2):

$$T_{ср} = \frac{\sum_{i=1}^{n} T_{ш.к\,i}}{n} = \frac{T_{ш.к1} + T_{ш.к2} + T_{ш.к3}}{3} = \frac{1{,}9 + 0{,}02 + 0{,}25}{3} = 0{,}72 \text{ мин.}$$

Коэффициент закрепления операция определяем по формуле (1):

$$К_{З.О.} = \frac{t_в}{T_{ср}} = \frac{121{,}8}{0{,}72} = 166.8 \text{мин.}$$

Так как Кз.о = 166,8 , то тип производства - Среднесерийное.

1.5.Совершенствование заводского технологического процесса

1.5.1 Заводской технологический процесс

Заводской технологический процесс изготовления поводка устройства для донных отложений «Тайфун» приведен в табл. 1.

Таблица 1- Маршрут заводского технологического процесса

005 Литейная
010 Контрольная

015 Фрезерная

. Фрезеровать литниковую систему

020 Контрольная

025 Токарная

Оборудование: Станок 16К20

Приспособление: 3 ^{x} кулачковый патрон

Установ А

1. точить торец 1, в размер
2. точить ø 170
3. точить ø175, в размер, начерно
4. точить ø175 Н 8 ($^{+0,063}$) в размер 43 $_{-0,1}$
5. выполнить фаску 1×45°

Установ Б

подрезать торец в размер 46

030 Контрольная

035 Координатно-расточная

Оборудование: Станок 2А450

Приспособление: стол глобусный, подставка

1. обработать торцы, выдержав размер 272,8
2. обработать отв., выдержав размер Ø 20 $^{+0,1}$ начерно
3. расточить канавку выдержав размер согласно чертежу
4. выполнить фаски в Ø20, выдержав размер 2×45°

040 Контрольная

045 Токарная

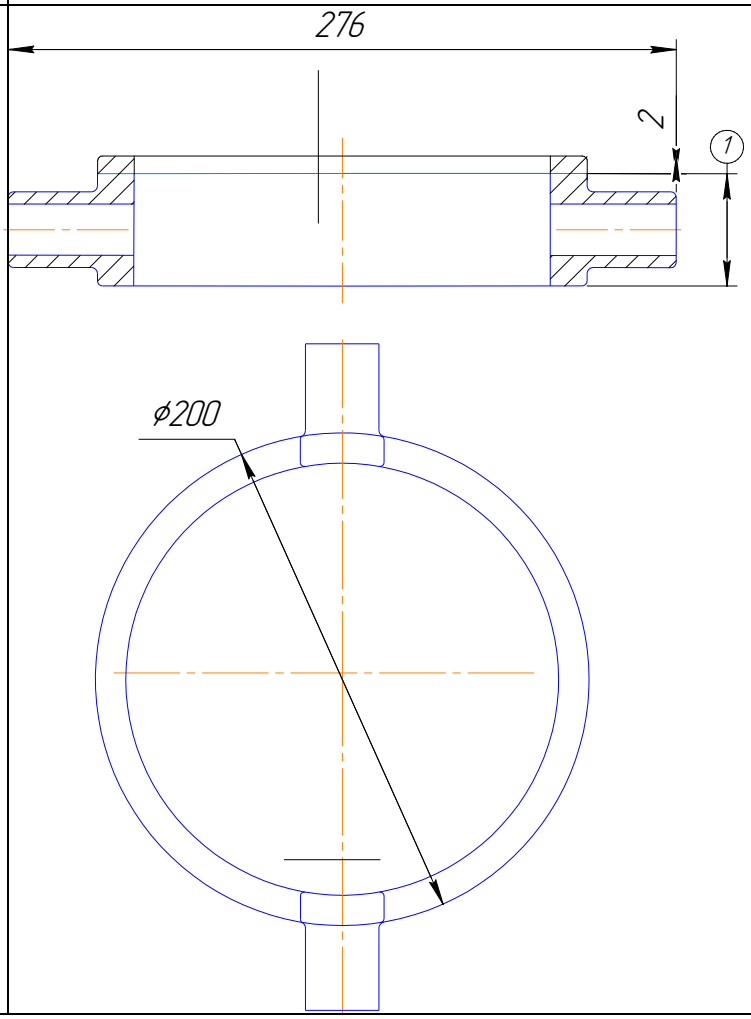
Оборудование: Станок 16К20 *Приспособление: патрон поводковый, поводок, центра* . точить поверхность, выдержав размер ø31
050 Слесарная
Оборудование: Станок 2Н125
Приспособление: кондуктор
1. сверлить 6 отв., выдержав размеры Ø $5^{+0,26}$, в размер 17
2. зенковать фаску в отв., выдержав размер 0,5×45°
3. нарезать резьбу, выдержав размер М6-7Н (6 отв.)
4. сверлить 4 отв., выдержав размер Ø1,5
055 Гальваническая
Покрытие Ц9. хр, исключая поверхности ø21F9, ø175 Н8 и М6-7Н- 6 отв.
060 Контрольная Контролировать все размеры на соответствие чертежу

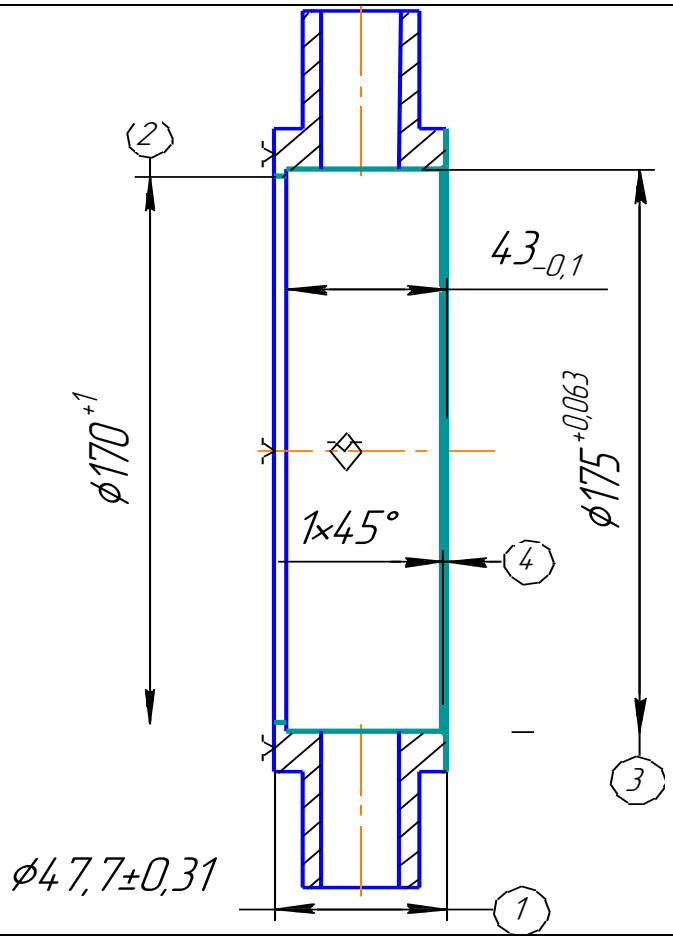
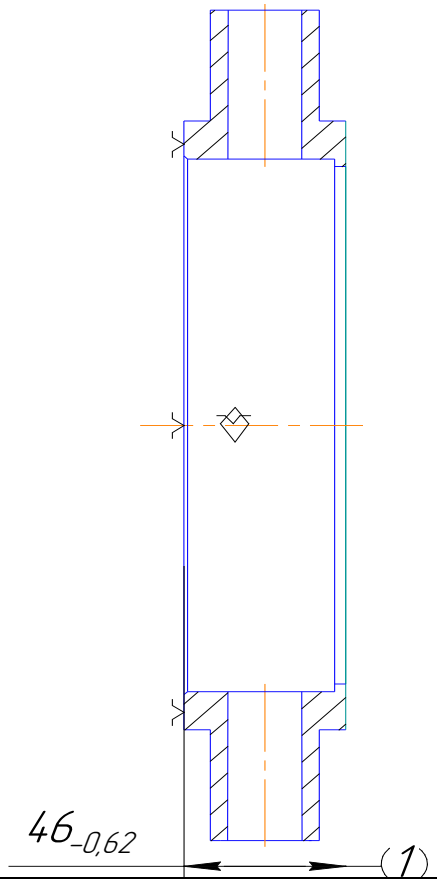
1.5.2.Измененный технологический процесс

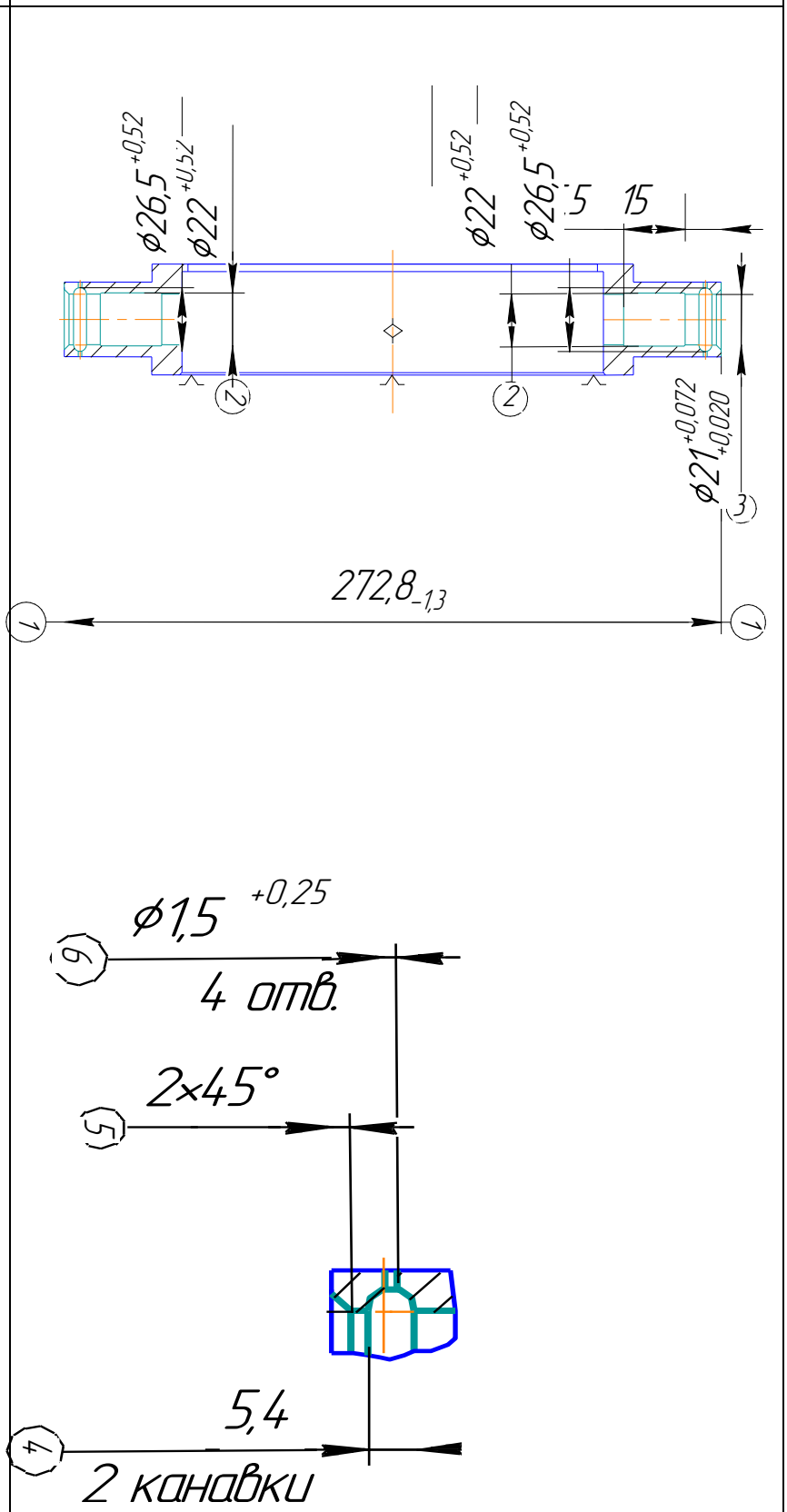
Переход от универсального оборудования к станкам с ЧПУ позволяет повысить степень автоматизации производства. Это выражается в повышении производительности обработки, связанной с уменьшением доли вспомогательного времени, в сокращении времени на переналадку оборудования, при обработке аналогичных деталей, а также в значительном снижении потребностей в высококвалифицированных станочниках, связанном с упрощением изготовления сложных и точных заготовок, что ведет к уменьшению себестоимости обработки.

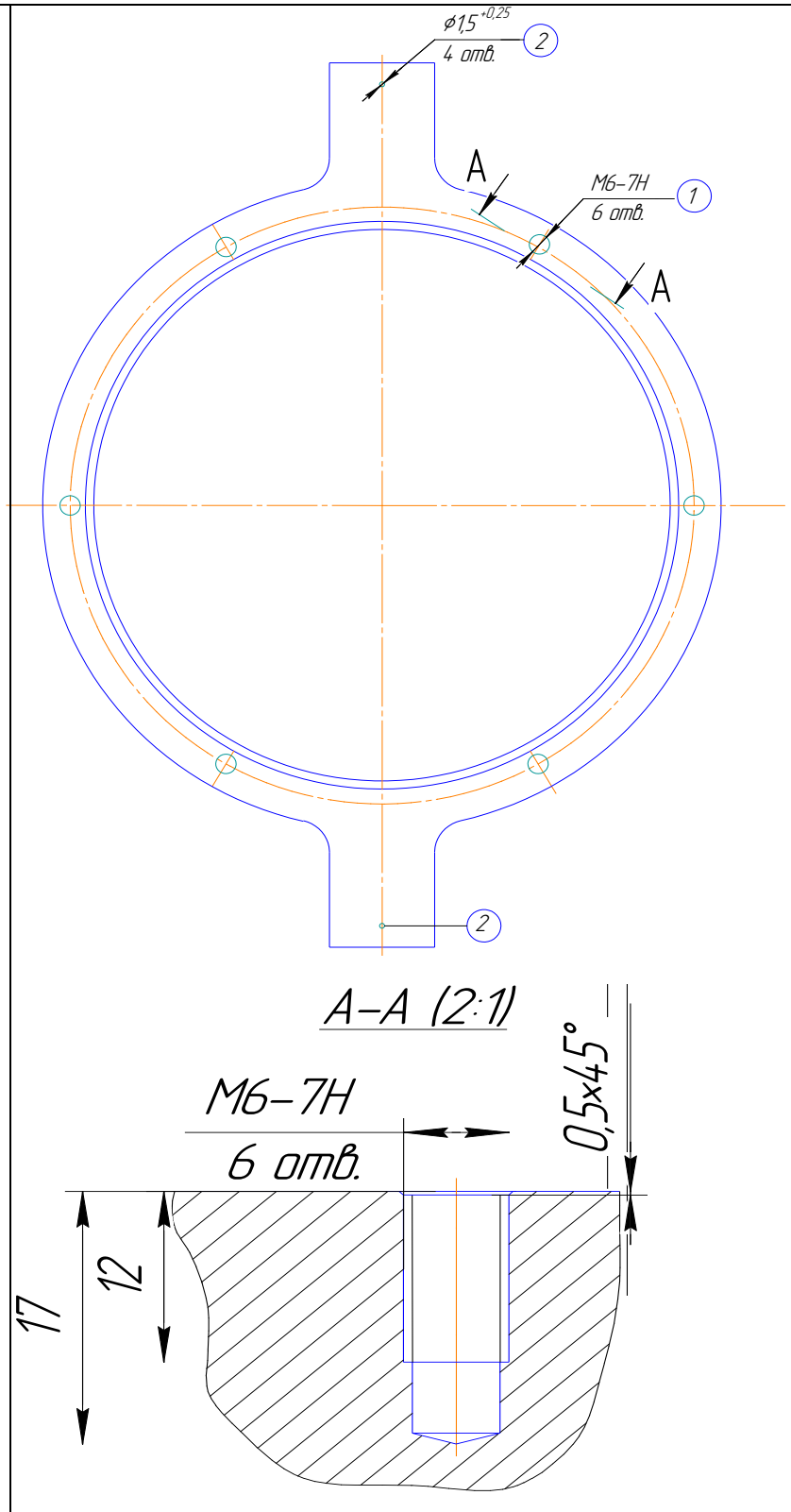
Принимая во внимание эффективность применения станков с ЧПУ, внесем изменения в действующий технологический процесс, который представлен в таблице 2.

Таблица 2 - Маршрут технологического процесса

005		**Литье**	
010		**Контрольная**	
015		**Фрезерная** 01 Фрезеровать поверхность 1, выдерживая размер 51±0,6	

020	**1**	**Установ А** **Токарная** *Оборудование: Станок токарно-винторезный 16К20* *Приспособление:3-х кулачковый самоцентрирующий патрон Ø 300 ГОСТ 2675-80* **01** Подрезать поверхность 1, выдержав размер $47{,}7^{+}_{-0{,}31}$ **02** Расточить отв. 2, выдержав размер Ø170 $^{+1}$ **03** Расточить отв.3, выдерживая размер Ø$174{,}4^{+}_{-0{,}125}$ и $42{,}4^{+}_{-0{,}31}$, начерно **04** Расточить отв.3, выдерживая размер Ø175 $^{+0{,}063}$, $43_{-0{,}1}$, начисто **05** Выполнить фаску 4, выдерживая размер 1×45°	
020	**2**	**Токарная** *Оборудование: Станок токарно-винторезный 16К20* *Приспособление:3-х кулачковый самоцентрирующий патрон Ø 300 ГОСТ 2675-80* **01** Подрезать торец в 1, в размер $46_{-0{,}62}$	
025		**Контрольная** **01** Контролировать	

		размеры, полученные на операциях 020 и 025	
030	**1**	**Установка А** **Фрезерная** Оборудование: DECKEL MAHO DMU 50(универсально-фрезерный с ЧПУ) Приспособление: оправка установочная **01** Фрезеровать торцы 1 в размер $272{,}8_{-1{,}3}$ **02** Фрезеровать поверхность. 2, выдержав размер $ø20^{+0{,}52}$, начерно **03** Фрезеровать поверхность 2, в размеры 25,5 и $ø22^{+0{,}52}$ начисто **04** Фрезеровать отв. 3, выдерживая размер $21^{+0{,}072}_{+0{,}020}$ **05** Фрезеровать канавки 5, выдерживая размеры R 2,7, ширина $5{,}4^{+0{,}3}$ и $ø26{,}5^{+0{,}52}$ **06** Выполнить фаску 6, выдерживая размер 2×45° **07** Центровать и сверлить поверхность 6, выдерживая размер	
		Установка Б **Фрезерная**	

030	**2**	Оборудование: DECKEL MAHO DMU 50(универсально-фрезерный с ЧПУ) Приспособление: оправка установочная **01** Центровать поверхность 1 (6 отв.) **02** Сверлить поверхность 1, выдержав размер Ø 5+0,12 **03** Центровать поверхность 2 **04** Сверлить поверхность 2 выдерживая размер 1,5+0,25 и 6,6 -0,36 **05** Зенковать фаску в отв.1, выдержав размер0,5×45° **06** Нарезать (фрезеровать) резьбу в отв.1, выдержав размер М6-7Н	
035		**Слесарная** **01** Притупить острые кромки, снять заусенцы	
040		**Промывочная** **01** Промыть деталь	
045		**Гальваническая** **01** Покрыть Ц9. хр.,	

		кроме поверхностей Ø21и Ø175 и отв. под резьбу М6.	
050		**Контрольная** **01** Контролировать деталь на соответствие чертежу	

Для сравнения маршруты двух технологических процессов приведены в табл.3.

Таблица 3 – маршруты технологических процессов

№	***Технологический процесс предприятия***	***№***	***Предлагаемый технологический процесс***
005	Литейная	005	Литейная
010	Контрольная	010	Контрольная
015	Фрезерная	015	Фрезерная
020	Контрольная	020	Токарная
025	Токарная	025	Токарная
030	Контрольная	030	Контрольная
035	Координатно-расточная	035	Фрезерная ЧПУ
040	Контрольная	040	Слесарная
045	Токарная	045	Промывочная
050	Слесарная	050	Гальваническая
055	Гальваническая	055	Контрольная
060	Контрольная		

Последовательность технологического процесса учитывает следующие условия: каждая последующая операция уменьшает погрешности и улучшает качество поверхности; в первую очередь обрабатываются поверхности, которые в дальнейшем служат технологическими базами; технологический процесс заканчивается обработкой точных поверхностей; обеспечивается максимальная концентрация переходов на фрезерной операции и является наиболее производительной; соблюдается порядок черновых и чистовых операций.

1.6. Характеристика технологического оборудования

Измененный технологический процесс не требует приобретения дополнительного технологического оборудования, а может осуществляться на уже имеющемся, на заводе оборудовании. Приведем характеристику станка с ЧПУ, который используется при выполнении фрезерных операций.

К преимуществам фрезерного станка с ЧПУ DECKEL MAHO DMU 50 (табл.4) относятся:

- наклонно-поворотный стол с высокими скоростями: 40 мин $^{-1}$ по оси и 50 мин $^{-1}$ по оси С;
- широкий диапазон наклона стола по оси В, угол обработки до - 18 градусов;
- вращение шпинделя может достигать 18,000 мин $^{-1}$;
- синхронная 5-ти сторонняя и 5-ти осевая обработка.

Таблица 4 - Фрезерный станок с ЧПУ *DECKEL MAHO DMU 50*

ОсьX/У/Z мм	***500/450/400***
Главный привод, кВт	35/25
Крутящий момент, Нм	130/87
Максимальная частота вращения шпинделя, мин -1	18,000
Скоростной ход на линейных осях X / У / Z, м/мин	80/50/50
Число инструментов	16
Круглый поворотный стол, рабочая поверхность, мм	Ø500x380
Диапазон поворота, град.	0-360
Нагрузка, кг	200

Характеристика станка позволяет произвести обработку детали в соответствии с предлагаемым технологическим процессом и обработать деталь с заданной точностью и шероховатостью.

1.7. Расчет минимальных припусков на обработку

Минимальный припуск должен быть таким, чтобы его удаление было достаточно для обеспечения требуемой точности и качества поверхностного слоя обработанной поверхности заготовки. В данном разделе значения минимальных припусков находятся расчетно-аналитическим методом, т.е.

суммирования отдельных составляющих, что позволяет наиболее полно учесть конкретные условия обработки.

Для определения исходных и промежуточных размеров, а также припусков на обработку выберем самые точные поверхности детали и рассчитаем на них припуски на обработку, а затем по проведенному расчету определим общие припуски на все поверхности.

$$Z_{min} = R_{zi-1} + T_{i-1} + \delta_{i-1} + E_i$$

Z_{min} = *Минимальны припуск заготовка*

R_{zi-1} =*Высота не ровности по десяти точки*

T_{i-1} = *Допуск на предшествующем и выполняемом переходах.*

δ_{i-1} = *Суммарные отклонение расположен поверхность*

ε_i = *погрешность установки заготовки на выполняемом переходе*

Расчет размеров заготовки

Выбор припусков по ГОСТ 26645-85/ Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку.

При выборе общих припусков необходимо знать:

1. Класс точности заготовки – 2 класс точности [2, таб.8] .
2. Группа серийности -2.

Таблица 5 - Сводная таблица данных и размеров заготовки.

Размеры детали шероховатость	***Припуск на сторону, мм***	***Размеры заготовки***	***Допуск***
ø175 H8 Ra 0,8	1,8	175 – (1,8 · 2 + 0,5) = 171	±0,9
ø170 $^{+1}$	1,8	170 – (1,8·2+05) = 166	±0,9
272,8 h14 Rz 3,2	2,0	272,8 + (2,0 · 2 + 0,5) = 277	±1,0
$46_{-0,62}$ h14 Rz 3,2	1,2	46+(1,2·2+0,5) =49	±0,6

Расчет припусков на обработку Ø175H8($^{+0,063}$)

Таблица 6

Технологические переходы обработки поверхности	Элементы припуска, *мкм*				Расчётный припуск Z_{min}, *мкм*	Расчётный размер d_p, *мм*	Допуск δ, *мкм*	Предельный размер, *мм*		Предельные значения припусков, *мкм*		Исполнительные р-ры
Ø175H8 ($^{+0,063}$)	Rz	T	ρ	ε				d_{min}	d_{max}	$2z^{пр}_{min}$	$2z^{пр}_{max}$	
Заготовка	200	300	300	300	1100	171,9	1800	170,1	171,9			171±0,9
Растачивание черновое	50	50	25,28	110	1453	174,807	250	174,557	174,807	1480	2230	$174,56^{+0,25}$
Растачивание чистовое	20	25	-	65	128	175,063	63	175,00	175,063	256	443	$175^{+0,063}$

Расчет припусков на обработку Ø170($^{+1}$) Таблица 7

Технологические переходы обработки поверхности Ø170($^{+1}$)	Элементы припуска, *мкм*				Расчётный припуск Z_{min}, *мкм*	Расчётный размер d_p, *мм*	Допуск δ, *мкм*	Предельный размер, *мм*		Предельные значения припусков, *мкм*		Исполнительные р-ры
	Rz	T	ρ	ε				d_{min}	d_{max}	$2z^{пр}_{min}$	$2z^{пр}_{max}$	
Заготовка	200	300	300	200	1	166,9	1800	165,1	166,9			166±0,9
Растачивание черновое	50	50	25,28	110	2050	171,00	1000	170,00	171,00	4100	4900	170^{+1}

Расчет припусков на обработку в р-р 46h14($_{-0,62}$)

Таблица 8

Технологические переходы обработки	Элементы припуска, *мкм*	Расчётный припуск Z_{min},	Расчётный размер d_p,	Допуск δ, *мкм*	Предельный размер, *мм*	Предельные значения припусков, *мкм*	

поверхности $46_{-0,62}$ h14	R_Z	T	ρ	ε	*мкм*	*мм*		d_{min}	d_{max}	$2z^{пр}_{min}$	$2z^{пр}_{max}$	
Заготовка	200	300	300	300	1100	48,4	1200	48,4	49,6			49±0,6
Подрезка торца	30	30	27,92	110	1510	45,38	620	45,38	46,00	3020	3600	$46_{-0,62}$

Расчет припусков на обработку в р-р 272,8 h14($_{-1,3}$)

Таблица 9

Технологические переходы обработки поверхности 272,8 h14($_{-1,3}$)	Элементы припуска, *мкм*				Расчётный припуск Z_{min}, *мкм*	Расчётный размер $d_р$, *мм*	Допуск δ, *мкм*	Предельный размер, *мм*		Предельные значения припусков, *мкм*		
	Rz	T	ρ	ε				d_{min}	d_{max}	$2z^{пр}_{min}$	$2z^{пр}_{max}$	
Заготовка	200	300	300	300	1100	276	2000	276	278			277±1,0
Подрезка торца	10	15	27,92	5,5	2·2250	271,5	1,3	271,5	272,8	4500	5200	$272,8_{-1,3}$

1.8. Размерный анализ технологического процесса

Цель размерного анализа состоит в оценке качества технологических процессов. При таком анализе проводится проверка - будет ли обеспечена точность и качество поверхности детали, заданное на ее чертеже. Для размерного анализа составляется комплексная схема обработки детали, на которой наносится контуры детали и заготовки, проставляются все размеры: конструкторские, технологические и заготовки. На комплексной схеме выявляются размерные цепи, в которые входят конструкторские размеры и технологические, при выполнении которых должны выдерживаться конструкторские размеры.

Составляющими звеньями в технологических размерных цепях обычно является технологические размеры, которые указаны в технологической документации (размеры исходной заготовки; все размеры, получаемые при механической обработке). Технологические размеры могут совпадать с размерами, указанными на чертеже, т.е. с конструкторскими размерами. В таком случае говорят, что конструкторские размеры выдерживаются непосредственно, и рассчитывать ничего не надо.

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, но могут быть и припуски на обработку. Так как для конструкторского размера заданы номинальный размер и отклонения, то такие замыкающие размеры называются 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. Если неизвестных размеров несколько, то рассчитываем допуски на неизвестные размеры (обычно методом равной точности), а затем мы задаем номинальные размеры и отклонения на все неизвестные технологические размеры кроме одного, относительно которого и будет делаться решение.

При проектировании технологических процессов механической обработки заготовок чаще всего возникают задачи по правильному и обоснованному определению операционных размеров и допусков на них. Они могут быть решены с помощью размерного анализа.

Методика расчета зависит от того, что является замыкающим звеном, припуск или конструкторский размер.

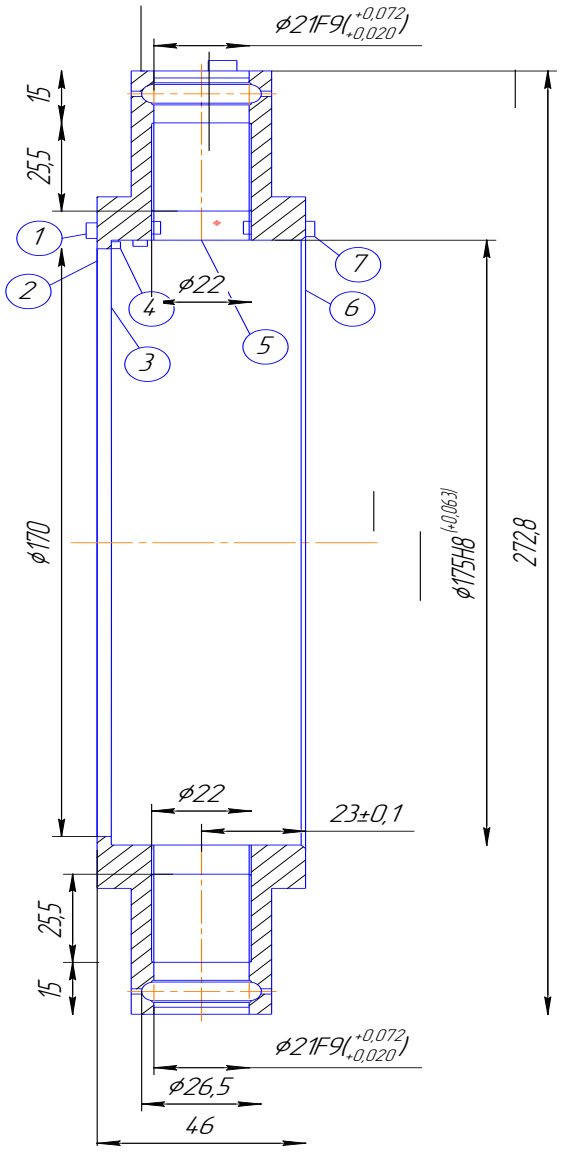
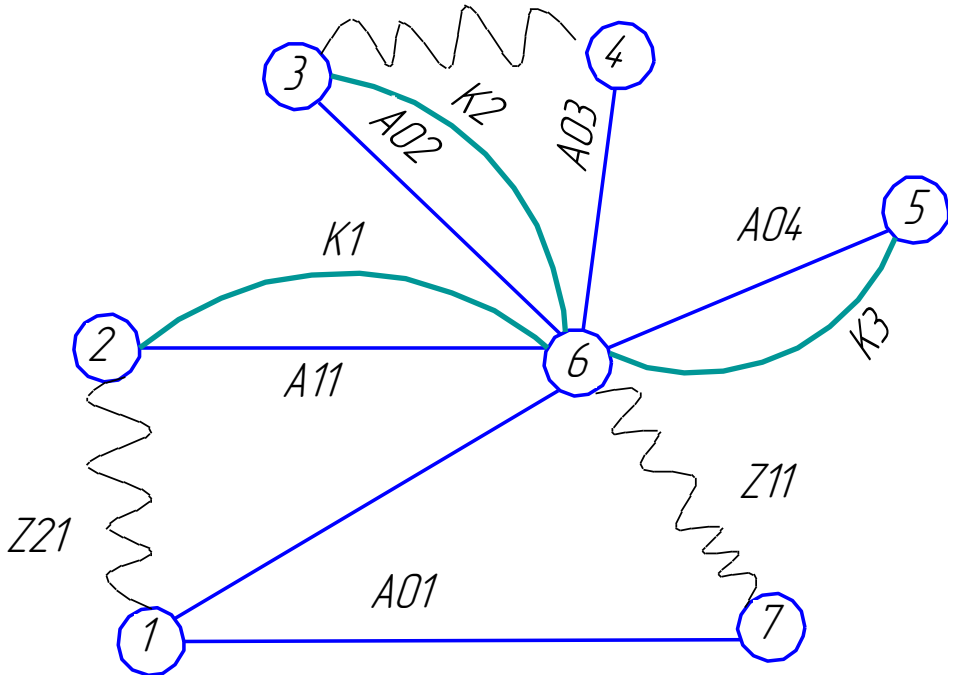
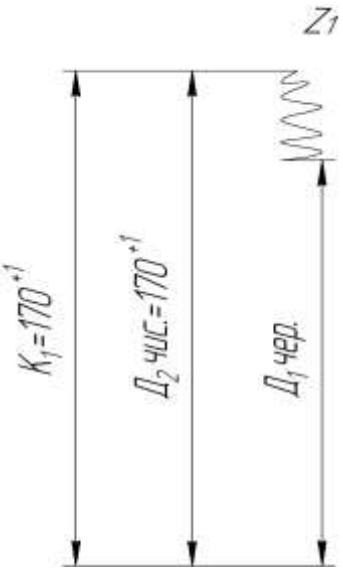


Рис.4.



Решение технологических размерных цепей проводим методов максимума-минимума.

1.8.1.Расчет диаметральных технологических размеров



Цепь 1

Рассмотрим размерную цепь в которую входят размеры $Д_1$, $Д_2$,$К_1$, Z_1.

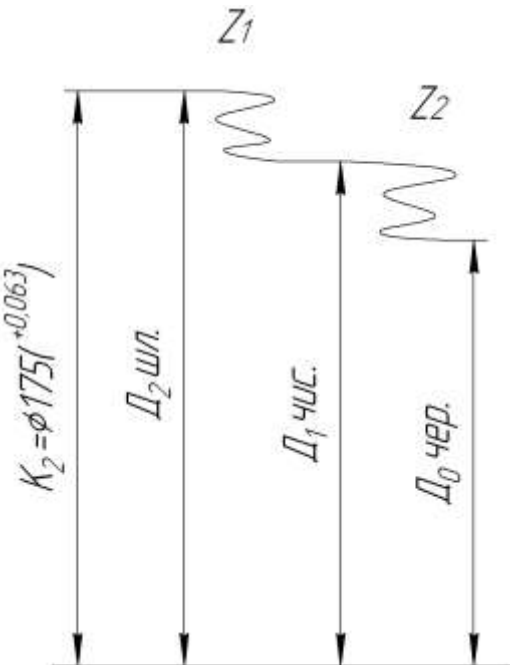
$$Д_1 = Д_2К_1 - 2Z_{min}$$

$$Д_1^{ср.} = Д_2 + \frac{ВОД_2 + НОД_2}{2} = 170 + \frac{1{,}8 + 1}{2} = 171{,}4 \text{ мм.}$$

$$2Z_1^c = 2Z_{1min} + \frac{\text{ТД}_2 + \text{ТД}_1}{2} = 4{,}1 + \frac{1{,}8 + 1}{2} = 3{,}6$$

$$\text{Д}_1 = \text{Д}_1^{\text{ср}} - 2Z_1^{cp} = 170{,}5 - 3{,}6 = 166{,}9 \text{ мм.}$$

$$\text{Д}_1 = 166{,}9 \text{ мм.}$$



Цепь 2

Рассмотрим размерную цепь в которую входят размеры Д_1, Д_2 ,К_2,2Z min.

$$\text{Д}_1 = \text{Д}_{21}\text{К}_2 - 2Z_{min}$$

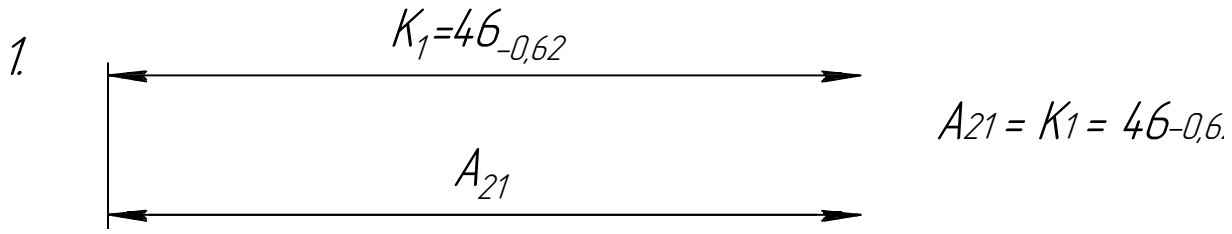
$$\text{Д}_1^{\text{ср.}} = \text{Д}_2 + \frac{\text{ВОД}_2 + \text{НОД}_2}{2} = 175 + \frac{0{,}063 + 0}{2} = 175{,}03 \text{ мм.}$$

$$2Z_1^c = 2Z_{1min} + \frac{\text{ТД}_2 + \text{ТД}_1}{2} = 0{,}256 + \frac{0{,}063 + 0{,}25}{2} = 0{,}4$$

$$\text{Д}_1 = \text{Д}_1^{\text{ср}} - 2Z_1^{cp} = 175{,}03 - 0{,}6 = 174{,}4 \text{ мм.}$$

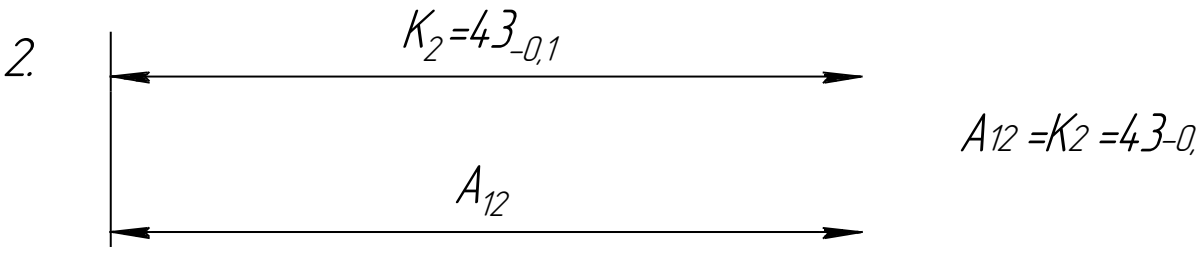
$$\text{Д}_1 = 174{,}4 \text{ мм.}$$

1.8.2 Расчет технологических размеров



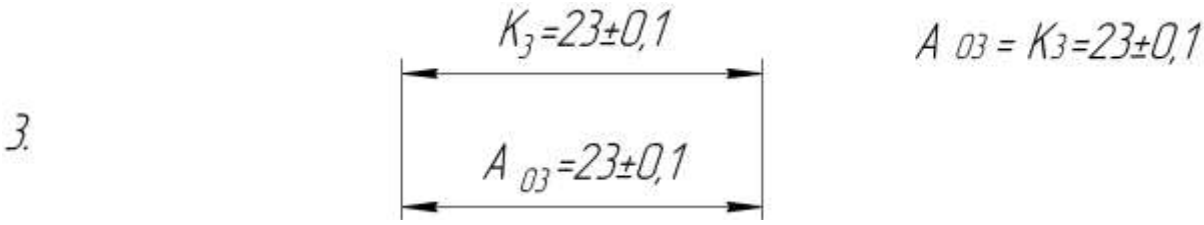
Цепь 1

Для размера $К_1$: $ТК_1$ =0,62= $ТА_{21}$=0,62 мм, размер $К_1$ может быть обеспечен с заданной точностью.



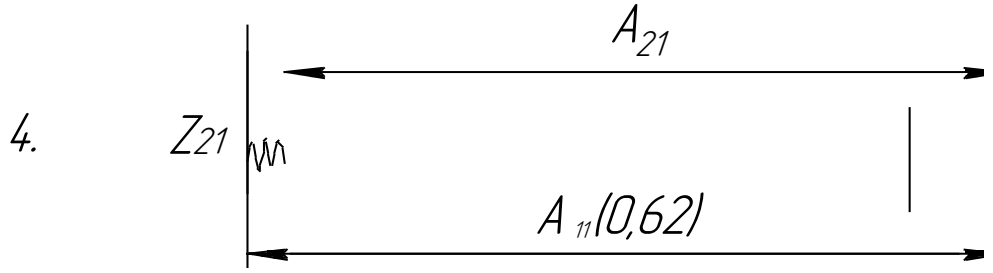
Цепь 2

Для размера $К_2$: Т $К_2$ =0,1= $ТА_{12}$=0,1 мм, размер $К_2$ может быть обеспечен с заданной точностью.



Цепь 3

Для размера $К_3$: $ТК_3$ =0,2= $ТА_{03.}$ = 0,2 мм, размер $К_3$ может быть обеспечен с заданной точностью.



Цепь 4

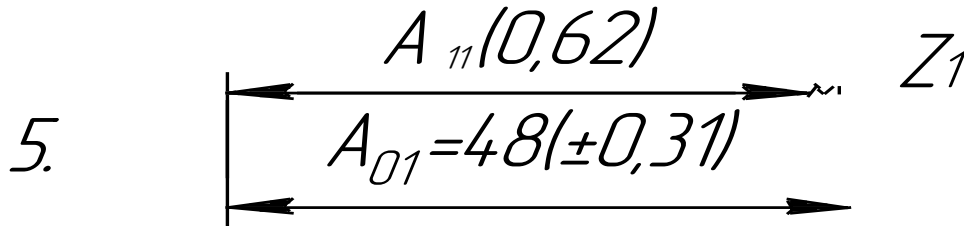
Определяем минимальный припуск:

$Z_{21}=R_{zi-1}+h_{i-1}+p_{i-1}=200+300+300+300=1100$ мкм.

$$A_{21}^{ср.} = A_{21} + \frac{ВОА + НОА}{2} = 46 + \frac{0 - 0{,}62}{2} = 46{,}31 \text{ мкм.}$$

$$Z_{21}^{ср} = Z_{21} + \frac{TA_{11} + TA_{21}}{2} = 1{,}100 + \frac{0{,}62 - 0{,}62}{2} = 1{,}72 \text{ мкм.}$$

$$A_{11} = A_{21}^{ср} + Z_{21}^{ср} = 46{,}31 + 1{,}72 = 48{,}03 \text{ мкм.}$$



Цепь 5

$Z_{11}=R_{zi-1}+h_{i-1}+p_{i-1}=200+300+300+300=1100$ мкм.

$$A_{11}^{ср.} = A_{11} + \frac{ВОА + НОА}{2} = 48{,}03 + \frac{0 - 0{,}62}{2} = 48{,}34 \text{ мкм.}$$

$$Z_{11}^{ср} = Z_{21} + \frac{TA_{11} + TA_{21}}{2} = 1{,}100 + \frac{1{,}2 + 0{,}62}{2} = 2{,}92 \text{ мкм.}$$

$$A_{01} = A_{11}^{ср} + Z_{11}^{ср} = 48{,}34 + 2{,}92 = 51{,}26 \text{ мкм.}$$

6. Определяем минимальный припуск:

$$T_{63}=A_{46}^{ср.} = К_{36}^{ср.} - Z_{34}^{ср.}$$

$Z_{34}=R_{zi-1}+h_{i-1}+p_{i-1}=50+50+110=240$ мкм.

$$A_{11}^{ср.} = A_{11} + \frac{ВОА + НОА}{2} = 42{,}95 - 0{,}24 + \frac{0{,}1 - 0{,}62}{2} = 42{,}59 \text{ мкм.}$$

1.9. Расчет режимов резания

Для операций, выполняемых на универсальном оборудовании расчет режимов резания производим по методике приведенной в [9].

Операция 005 Фрезерная

Вертикально-фрезерный станок 6Р13

01Фрезеровать поверхность в размер $49_{-0,74}$

Подача по таблице [2] : торцовая фреза Р6М5, z = 14, станок 6Р13 мощность 7,5 кВт, подача на один зуб фрезы 0,09-0,15; принимаем :

S = 0,1 мм/зуб.

1. Глубина резания: t=2 мм;
2. Скорость резания определяем по формуле:

$$V = \frac{C_V D^q}{T^m t^x s^y B^U z^p} K_V$$

где t = 2 мм глубина фрезерования,

B = 35 мм – ширина фрезерования,

период стойкости инструмента принимаем: Т=180 мин;

значения коэффициентов: C_V = 53; q = 0,25; x = 0,3; m = 0,33; y = 0,2; и = 0,1; p = 0,1 – определены по таблице 39 [5,Т.2,стр.286].

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{мv} \cdot K_{пv} \cdot K_{иv},$$

где $K_{мv} = 1{,}785$ – коэффициент, учитывающий глубину врезания;

коэффициенты $K_{nv} = 0{,}9$, $K_{иv} = 1$.

$$K_V = K_{мv} \cdot K_{nv} \cdot K_{иv} = 1{,}785 \cdot 0{,}9 \cdot 1 = 1{,}606.$$

Скорость резания ,формула [9]:

$$V = \frac{C_V D^q}{T^m t^x s^y B^U z^p} K_V = \frac{53 \cdot 50^{0,25}}{180^{0,33} 2^{0,3} 0{,}1^{0,2} 35^{0,2} 14^{0,1}} = 198{,}2 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \cdot V/(\pi \cdot D) = 1000 \cdot 198/(3{,}14 \cdot 50) = 1261 \text{ об/мин}.$$

4. Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_ф = 1000 \text{ об/мин}.$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \pi \cdot D \cdot n_ф/1000 = 3{,}14 \cdot 50 \cdot 1000/1000 = 157 \text{ м/мин}.$$

- Сила резания:

$C_p = 82{,}5$; $x_p = 0{,}95$; $y_p = 0{,}8$; $n_p = 1{,}1$; $\omega_p = 0$; $q_p = 1{,}1$; $K_p = K_{мр}$

- Крутящий момент на шпинделе:

$$M = \frac{P_z D}{2 \cdot 1000} = \frac{84{,}38 \cdot 50}{2000} = 2{,}1 \text{ кГм}$$

- Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{84{,}38 \cdot 157}{1020 \cdot 60} = 0{,}21 \text{ к Вт}$$

Мощность электродвигателя станка 7,5 кВт, она достаточна для выполнения операции.

- Определим основное время операции:

$$t\text{осн} = \frac{L \cdot i}{S_\text{м}}$$

Сумма величин врезания и пробега инструмента [3]:

$$l_1 + l_2 = 4 \text{ мм.}$$

Величина подвода инструмента определится:

$$l_\text{в} = \frac{t}{tg45°}$$

где φ- угол в плане, град.

$$l_\text{в} = \frac{t}{tg45°} = \frac{2}{tg45°} = 2\text{мм.}$$

Расчетная длина рабочего хода инструмента:

$$L = l + l_1 + l_2 + l_n ,$$

здесь l - длина обрабатываемой поверхности, мм;

l_1 - величина врезания инструмента, мм;

l_2 - величина перебега инструмента, мм;

l_n - величина подвода инструмента, мм.

Тогда расчетная длина рабочего хода инструмента:

$L = l + l_1 + l_2 + l_n = 35 + 4 + 1{,}4 = 40{,}4$

Определим минутную подачу:

$$SM = Sz \cdot z \cdot n = 0{,}1 \cdot 14 \cdot 1000 = 1400\text{мм/мин}$$

Основное время операции:

$$t\text{осн} = \frac{L \cdot i}{S_\text{м}} = \frac{35 \cdot 2}{1400} = 0{,}16 \text{ мин.}$$

010 Токарная операция на токарно-винторезном станке 16К20

01 Подрезать торец

Режущий инструмент: резец подрезной с механическим креплением многогранной пластины твердого сплава Т5К10. Размеры сечения державки 25×25.

Углы заточки: $\gamma = 0^{\circ}$; $\alpha = 6^{\circ}$; r = 1мм; $\varphi = 95^{\circ}$; $\lambda = 2^{\circ}$

Выполняем расчет по эмпирическим зависимостям

1. Глубина резания: t = 1,5 мм

2. Поперечная подача So = 0,6 – 1,2 мм/об [6, табл. 11, стр.266]

Принимаем по паспорту So = 1 мм/об

3. Скорость резания определяем по формуле:

$$V = \frac{C_V}{T^m t^x S^y} K_v$$

Выписываем значения коэффициентов и показатели степеней

Cv =340

x = 0,15 [6т.17 стр.270]

y = 0,35

m = 0,2

Определяем поправочные коэффициенты

Км – поправочный коэффициент, учитывающий влияние физико-математических свойств стали

$Км = Кr (750 / \sigma_в)^n$ [5т. 3 стр. 261] Кr = 1; n = 1 Км =1

Кn – коэффициент, учитывающий состояние поверхности на скорость резца

Кn = 0,8 [6т.5 стр.263]

Ku - коэффициент, учитывающий влияние инструментального материала

Ku = 1 [6т.6 стр.263]

Ку – коэффициент, учитывающий влияние параметров резца

$К\varphi = 1$

$К\varphi_1 = 0,87$

Kr = 0,94 [6 т.18 стр.271]

Kv = Км · Ku · Kn · Кт.u ·Кт.с·Кφ ·Kr ·Кφ$_1$

Kv = 1·1·0,8·1·0,87·0,94 = 0,65.

T = 60 мин (период стойкости инструмента)

Определить скорость резания:

$$V = \frac{C_V}{T^m t^x s^y} K_v = \frac{340}{60^{0,2} 1,5^{0,15} 1^{0,35}} = 51,9 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

n=1000·V/ π · Д = 1000 ·51,9/3,14·200 =82 об/мин.

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

nф = 80 *об/мин.*

5. Фактическая скорость резания:

V= π ·Д ·nф /1 000 =3,14·200·80/1000 =50,24 *м/мин.*

6. Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

P = 10·Ср · t^x ·S^y · V^n · Кр.

(7)

15; x = 1,0; y = 0,75 [6,Т.2, т. 22стр,273]

Кр=Кмр·Кφ'Кγ · Кλр · Кг,

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания по [6,Т.2, т. 9 и 23,стр.264]

Кмр=0,61; Кφ = 0,89; Кγ =1,0; Кλ=1,0.

Кр= 0,61·0,89·1,0·1.0=0,54,

Главная составляющая силы резания:

$$P_z = 10 \cdot Cp \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot Kp = 10 \cdot 300 \cdot 1{,}5^{1} \cdot 1^{0{,}75} \cdot 50^{-0{,}15} \cdot 0{,}54$$

$$= 64{,}8 \text{ Н.}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{PzV}{1020 \cdot 60} = \frac{64{,}8 \cdot 50}{1020 \cdot 60} = 0{,}05 \text{ кВт.}$$

Мощность электродвигателя станка - 10 кВт, она достаточна для выполнения операции.

Определяем основное время

To.1 = L· I / So · nф

Где L – расчетная длина обработки, мм;

y – величина врезания инструмента;

L = l + y + Δ; l = Д / 2 = 200/ 2 = 100 мм

I – число рабочих ходов;

nф – частота вращения шпинделя, об/мин;

So – подача, мм/об.

Δ – величина перебега инструмента;

y – величина врезания инструмента;

y = 0,5·t / tg φ = 0,5· 1 / 0,85 = 2мм; принимаем Δ = 2мм

L = 15+2=17мм

To.1 = 17· 1 / 1 · 80 = 0,21 мин

02 <u>Расточить отверстие 2 начерно</u>

1. Глубина резания: t = 1 мм.
2. Поперечная подача S о = 0,3 – 0,4 мм/об. [4. к. 2, стр. 37]
3. Принимаем по паспорту S о = 0,4 мм/об.
4. Принимаем скорость резания: V = 92 м/мин. [4. к. 9, стр. 50]
5. К и = 1; К п = 0,8
6. Фактическая скорость резания:

$$V_{ск.} = V \cdot К_и \cdot К_п = 92 \cdot 1 \cdot 0,8 = 73,6 \text{ м/мин.}$$

7. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \cdot V_{ск.} / \pi \cdot D = 1000 \cdot 73,6 / 3,14 \cdot 170 = 138 \text{ об/мин.}$$

8. Фактическое число оборотов

$$n_д = 100 \text{ об/мин.}$$ (по паспорту станка)

9. $V_д = \pi \cdot D \cdot n_д / 1000 = 3,14 \cdot 170 \cdot 100 / 1000 = 53$ м/мин.
10. $T_о = L / n_д \cdot S_{о\,д} = 47 / 100 \cdot 0,4 = 1,1$ мин.

$L = l + y + \Delta = 46 + 1 = 4$ мм.

$\Delta = 0$

03 <u>Расточить отверстие 3 начерно</u>

1. Глубина резания: t = 1 мм.
2. Поперечная подача S о = 0,3 – 0,4 мм/об. [4. к. 2, стр. 37]
3. Принимаем по паспорту S о = 0,4 мм/об.
4. Принимаем скорость резания: V = 92 м/мин. [4. к. 9, стр. 50]
5. К и = 1; К п = 0,8
6. Скорость резания:

$$V_{ск.} = V \cdot К_и \cdot К_п = 92 \cdot 1 \cdot 0,8 = 73,6 \text{ м/мин.}$$

7. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \cdot V_{ск.} / \pi \cdot D = 1000 \cdot 73,6 / 3,14 \cdot 175 = 133 \text{ об/мин.}$$

8. Фактическое число оборотов

$$n_д = 100 \text{ об/мин.}$$ (по паспорту станка)

9. Фактическая скорость резания:

$$V_д = \pi \cdot D \cdot n_д / 1000 = 3{,}14 \cdot 175 \cdot 100 / 1000 = 54{,}75 \text{ м/мин.}$$

10. $T_o = L / n_д \cdot S_{o\,д} = 46/ 100 \cdot 0{,}4 = 1{,}15$ мин.

$L = l + y + \Delta = 43 + 3 = 46$ мм.

$\Delta = 0$

04 <u>Расточить отверстие 3 начисто</u>

1. Глубина резания: $t = 0{,}15$ мм.
2. Поперечная подача $S_o = 0{,}15 – 0{,}2$мм/об. [4. к. 2, стр. 37]
3. Принимаем по паспорту $S_o = 0{,}2$ мм/об.
4. Принимаем скорость резания: $V = 116$ м/мин. [4. к. 9, стр. 50]
5. $К_и = 1$; $К_п = 1$
6. Скорость резания:

$$V_{ск.} = V \cdot К_и \cdot К_п = 116 \cdot 1 \cdot 1 = 116 \text{ м/мин.}$$

7. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \cdot V_{ск.} / \pi \cdot D = 1000 \cdot 116 / 3{,}14 \cdot 175 = 211 \text{ об/мин.}$$

8. Фактическое число оборотов

$n_д = 200$ об/мин. (по паспорту станка)

9. Фактическая скорость резания:

$$V_д = \pi \cdot D \cdot n_д / 1000 = 3{,}14 \cdot 175 \cdot 200 / 1000 = 109 \text{ м/мин.}$$

10. $T_o = L / n_д \cdot S_{o\,д} = 46/ 200 \cdot 0{,}4 = 0{,}6$ мин.

$L = l + y + \Delta = 43 + 3 = 46$ мм.

$\Delta = 0$

015 Токарная операция на токарно-винторезном станке 16К20

<u>01 Подрезать торец 1 начерно</u>

Режущий инструмент: резец подрезной с механическим креплением многогранной пластины твердого сплава Т5К10. Размеры сечения державки 25×25.

Углы заточки: $\gamma = 0^o$; $\alpha = 6^o$; $r = 1$мм; $\varphi = 95^o$; $\lambda = 2^o$

Выполняем расчет по эмпирическим зависимостям

4. Глубина резания: t = 1,5 мм

5. Поперечная подача So = 0,6 – 1,2 мм/об [6, табл. 11, стр.266]

Принимаем по паспорту So = 1 мм/об

6. Скорость резания определяем по формуле:

$$V = \frac{C_V}{T^m t^x S^y} K_v$$

Выписываем значения коэффициентов и показатели степеней

Cv =340

x = 0,15 [6т.17 стр.270]

y = 0,35

m = 0,2

Определяем поправочные коэффициенты

Км – поправочный коэффициент, учитывающий влияние физико-математических свойств стали

Км = Кr (750 / $\sigma_в$)^n [5т. 3 стр. 261] Кr = 1; n = 1 Км =1

Кn – коэффициент, учитывающий состояние поверхности на скорость резца

Кn = 0,8 [6т.5 стр.263]

Кu - коэффициент, учитывающий влияние инструментального материала

Кu = 1 [6т.6 стр.263]

Ку – коэффициент, учитывающий влияние параметров резца

Кφ = 1

Кφ$_1$ = 0,87

Кr = 0,94 [6 т.18 стр.271]

Кv = Км · Кu · Кn · Кт.u ·Кт.с·Кφ ·Кr ·Кφ$_1$

Кv = 1·1·0,8·1·0,87·0,94 = 0,65.

T = 60 мин (период стойкости инструмента)

Определить скорость резания:

$$V = \frac{C_V}{T^m t^x s^y} K_v = \frac{340}{60^{0,2} 1,5^{0,15} 1^{0,35}} = 51,9 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

n=1000·V/ π · Д = 1000 ·51,9/3,14·200 =82 об/мин.

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

nф = 80 *об/мин.*

5. Фактическая скорость резания:

V= π ·Д ·nф /1 000 =3,14·200·80/1000 =50,24 *м/мин.*

6. Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$P = 10 \cdot Cp \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot Kp.$ (7)

Значения коэффициентов: Ср = 300; n = -0,15; x = 1,0; y = 0,75

[6,Т.2, т. 22стр,273]

Кр=Кмр·Кφ'Кγ · Кλр · Кг,

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания по [6,Т.2, т. 9 и 23,стр.264]

Кмр=0,61; Кφ = 0,89; Кγ =1,0; Кλ=1,0.

Кр= 0,61·0,89·1,0·1.0=0,54,

Главная составляющая силы резания:

$$P_z = 10 \cdot Cp \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot Kp = 10 \cdot 300 \cdot 1,5^1 \cdot 1^{0,75} \cdot 50^{-0,15} \cdot 0,54 = 64,8 \text{ Н}.$$

Мощность резания:

$$N = \frac{PzV}{1020 \cdot 60} = \frac{64{,}8 \cdot 50}{1020 \cdot 60} = 0{,}05 \text{ кВт.}$$

Мощность электродвигателя станка - 10 кВт, она достаточна для выполнения операции.

Определяем основное время

To.1 = L· I / So · nф

Где L – расчетная длина обработки, мм;

y – величина врезания инструмента;

L = l + y + Δ; l = Д / 2 = 200/ 2 = 100 мм

I – число рабочих ходов;

nф – частота вращения шпинделя, об/мин;

So – подача, мм/об.

Δ – величина перебега инструмента;

y – величина врезания инструмента;

y = 0,5·t / tg φ = 0,5· 1 / 0,85 = 2мм; принимаем Δ = 2мм

L = 15+2=17мм

To.1 = 17· 1 / 1 · 80 = 0,21 мин.

Расчет режимов резания для фрезерной операции с ЧПУ

Учтем, что обработка производиться с подачей СОЖ (Blaser Blasocut 2000 Universal).

01 Фрезерование торца поводка 272,8($_{-1,3}$) мм

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [2]- ВК4

1. Глубина резания:
   t=0,6 мм.
2. Подачу выбираем на основании [2] для данной глубины резания:
   s=0,5мм/об.
3. Скорость резания определим по формуле:

$$V = \frac{C_V D^q}{T^m t^x s^y} K_v$$

где V- скорость резания, мм;

D- диаметр фрезы, мм;

t- глубина резания, мм;

T- период стойкости инструмента, мин;

S_z – подача на зуб, мм;

Z – число зубьев фрезы.

Период стойкости инструмента принимаем [2]:

T=180 мин.

Значения коэффициента [2]:

C_v =332; x=0,1; y=0,4; m=0,2; q=0,2; U=0,2; p=0.

Параметры фрезы:

D=50 мм;

B= 50 мм;

Z=6;

$$Sz = \frac{S}{z} = \frac{0,5}{6} = 0,084 \text{ мм}$$

Коэффициент $Kv=K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV}$,

Определит коэффициенты при условии, что обрабатываемый материал – сталь.

$K_{MV}=1$

$K_{ПV}=0,9$

$K_{ИV}=2,5$

Тогда общий поправочный коэффициент на скорость резания:

$$Kv = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 1 \cdot 0{,}9 \cdot 2{,}5 = 2{,}25$$

Определим скорость резания:

$$V = \frac{C_V D^q}{T^m t^x s^y} K_v = \frac{332 \cdot 50^{0,2}}{180^{0,2} \cdot 0{,}6^{0,1} \cdot 0{,}084^{0,4} \cdot 50^{0,2} \cdot 6^0} 2{,}25 = 187 \text{ м/мин.}$$

4. Расчетное число оборотов шпинделя:
5. $n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 187}{3{,}14 \cdot 50} = 1197 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$.

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка

n=1200 об./мин.

6. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3{,}14 \cdot 50 \cdot 1200}{1000} = 188 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

7. Определим главную составляющую силы резания по формуле:

$$Pz = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^U \cdot Z}{D^q \cdot n^W} K_{MP}$$

здесь Pz - окружная сила, Н;

Кмр - поправочный коэффициент на качество обрабатываемого материала.

Значение коэффициента Ср и показателей степени [2]:

C_p = 825; q = 1.3; u = 1,1; y = 0,75; x =1; w = 0,2.

Значения вышеуказанных показателей приведены для стали.

Поправочный коэффициент на качество обрабатываемого материала [2]:

Кмр=1.

Тогда главная составляющая силы резания:

$$Pz = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^U \cdot Z}{D^q \cdot n^W} K_{MP} = \frac{10 \cdot 825 \cdot 0{,}6^1 \cdot 0{,}084^{0,75} \cdot 50^{1,1} \cdot 6}{50^{1,2} \cdot 1200^{0,2}} 1 = 123 \text{ Н}$$

7. Крутящий момент на шпинделе:

где Мкр - крутящий момент на шпинделе, Нм;

D - диаметр фрезы, мм.

8. Мощность резания:

$$N = \frac{Pz \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{123 \cdot 188}{1020 \cdot 60} = 0{,}37 \text{ кВ.}$$

Мощность электродвигателя станка 25 кВт, поэтому рассчитанная мощность достаточна для выполнения операции.

9. Определим основное время операции:

$$\text{Т осн.} = \frac{L \cdot i}{S\text{м}}$$

где L - расчетная длина рабочего хода инструмента, мм;

i - число рабочих ходов;

Sм – подача в минуту, мм/мин.

Расчетная длина рабочего кода инструмента:

$$L = l + l_1 + l_2 + l_n ,$$

здесь l - длина обрабатываемой поверхности, мм;

l_1 - величина врезания инструмента, мм;

l_2 - величина перебега инструмента, мм;

l_n - величина подвода инструмента, мм.

Сумма величин врезания и перебега инструмента [3]:

$$l_1 + l_2 = 8 \text{ мм.}$$

Величина подвода инструмента определится:

$$ln = \frac{t}{tg\varphi}$$

где φ- угол в плане, град.

$$ln = \frac{t}{tg\varphi} = \frac{t}{tg45°} = 0{,}6 \text{ мм.}$$

Тогда расчетная длина рабочего хода инструмента:

$L = l + l_1 + l_2 + l_n = 31 + 8 + 0{,}6 = 39{,}6$

Определим минутную подачу:

$$S_м = S_z \cdot z \cdot n = 0{,}084 \cdot 6 \cdot 1200 = 605 \text{ мм / мин.}$$

Основное время операции:

$$\text{Т осн.} = \frac{L \cdot i}{S\text{м}} = \frac{39{,}6}{605} = 0{,}52 \text{ мин.}$$

1.10. Нормирование технологического процесса

Расчет норм времени на операции, выполняемые на универсальном оборудовании, производится по рекомендациям данным в [8].

В машиностроении норма времени устанавливается на операцию и носит название штучно-калькуляционного времени.

$$\text{Тшт. кл.} = \frac{\text{Тп. з.}}{n} + \text{Тшт.}$$

где $T_{п.з}$ - подготовительно-заключительное время на операцию;

n – годовая программа.

Норма штучного времени, мин.:

$$\text{Тшт.} = (\text{То} + \text{Тв})\left(1 + \frac{\text{К}}{1000}\right)$$

где T_O – основное время, мин;

T_B – вспомогательное время, состоящее из времени на установку и снятие детали, времени, связанного с переходом, времени на измерение, смену инструмента и изменение режимов резания, мин;

К– % оперативного времени на обслуживание рабочего места , отдых и естественные потребности, принимаем 8%.

$$\text{Т}_\text{В} = \text{Т}_\text{уст} + \text{Т}_\text{изм},$$

где $T_{уст}$ – время на установку и снятие детали, мин;

$T_{изм}$ – время на измерения, мин.

Операция 010

<u>Фрезерная</u>

- Черновое фрезерование плоскости торцевой фрезой:

$$T_0 = 0{,}16 \text{ мин.}$$

$$T_B = 1{,}02 \text{ мин.}$$

$$T_{п.з} = 11 \text{ мин.}$$

$$Тшт. = (0{,}16 + 1{,}02) \cdot \left(1 + \frac{8}{100}\right) = 1{,}2 \text{ мин.}$$

$$Тшт.кл. = \frac{11}{100} + 1{,}2 = 1{,}31 \text{ мин.}$$

Операция 015

<u>Установка А</u>

<u>Токарная</u>

- Подрезать торец;
- Расточить поверхность в размер Ø170 на проход;
- Расточить отверстие в размер Ø175, начерно;
- Расточить отверстие в размер Ø175, начисто.

Определяем основное время по формуле:

$$То=0{,}21+1{,}1+1{,}1+0{,}6=3{,}01 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время находим по нормативам времени.

$Твсп1 = 0{,}17$ – на установку и снятие детали;

$Твсп2 = 0{,}21$ – время на операцию, потраченное на управление станком во времени работы;

$Твсп3 = 0{,}17$ – время на контроль размера.

$$Твсп = Твсп1 + Твсп2 + Твсп3 = 0{,}17 + 0{,}21 + 0{,}17 = 0{,}55 \text{ мин}$$

Определяем оперативное время следующим образом:

$$Топер = То + Тв = 3{,}01 + 0{,}55 = 3{,}56 \text{ мин.}$$

Определяем время на обслуживание и на отдых:

$$\text{Тобсл} = 4\%\text{Топер} = 4\% \cdot 3{,}56 = 1{,}4;$$

$$\text{Тотд} = 4\%\text{Топер} = 4\% \cdot 3{,}56 = 1{,}4.$$

Штучное время определяется по формуле:

$$\text{Тшт} = \text{Топер} + \text{Тобсл} + \text{Тотд} = 3{,}56 + 1{,}4 + 1{,}4 = 6{,}36 \text{ мин.}$$

Время подготовительно-заключительное найдем по нормативам времени:

$\text{Тп} - \text{з}1$ – на наладку станка, инструмента и приспособлений,

$\text{Тп} - \text{з} = 12$ мин;

$\text{Тп} - \text{з}2$ – на получение инструмента и приспособлений и сдачу их после окончания обработки, $\text{Тп} - \text{з} = 7$ мин.

$$\text{Тп} - \text{з} = \text{Тп} - \text{з}1 + \text{Тп} - \text{з}2 = 12 + 7 = 19 \text{ мин.}$$

Определяем штучно-калькуляционное время на все операции.

$$\text{Тшк} = \text{Тшт} + \text{Тпз}/n = 6{,}36 + 19/1000 = 6{,}38\text{мин.}$$

Операция 015

<u>Установка Б</u>

<u>Токарная</u>

- Подрезать торец.

$$\text{То} = 0{,}21\text{мин.}$$

Вспомогательное время находим по нормативам времени.

$T\text{всп}1 = 0{,}17$ – на установку и снятие детали;

$T\text{всп}2 = 0{,}21$ – время на операцию, потраченное на управление станком во времени работы;

$T\text{всп}3 = 0{,}17$ – время на контроль размера.

$$\text{Твсп} = T\text{всп}1 + T\text{всп}2 + T\text{всп}3 = 0{,}17 + 0{,}21 + 0{,}17 = 0{,}55 \text{ мин.}$$

Определяем оперативное время следующим образом:

$$\text{Топер} = \text{То} + \text{Тв} = 0{,}40 + 0{,}55 = 0{,}95 \text{ мин.}$$

Определяем время на обслуживание и на отдых:

$$\text{Тобсл} = 4\%\text{Топер} = 4\% \cdot 0{,}95 = 0{,}38;$$

$$\text{Тотд} = 4\%\text{Топер} = 4\% \cdot 0{,}95 = 0{,}38.$$

Штучное время определяется по формуле:

$$\text{Тшт} = \text{То} + \text{Тобсл} + \text{Тотд} = 0{,}21 + 0{,}38 + 0{,}38 = 0{,}97 \text{ мин.}$$

Время подготовительно-заключительное найдем по нормативам времени:

$\text{Тп} - \text{з}_1$ – на наладку станка, инструмента и приспособлений, $\text{Тп} - \text{з}_1$=12 мин;

$\text{Тп} - \text{з}_2$ – на получение инструмента и приспособлений и сдачу их после окончания обработки, $\text{Тп} - \text{з}_2 = 7$ мин.

$$\text{Т}_{\text{п.з}} = \text{Т}_{\text{п}} - \text{з}_1 + \text{Тп} - \text{з}_2 = 12 + 7 = 19 \text{ мин.}$$

Определяем штучно-калькуляционное время на все операции.

$$\text{Тшк} = \text{Тшт} + \frac{\text{Тпз}}{n} = 0{,}97 + \frac{19}{1000} = 0{,}98 \text{ мин.}$$

Расчет норм времени для программной обработки

Расчет норм времени для программной обработки выполняем приблизительно. Точный расчет вручную выполнять не целесообразно по причине того, что программа обработки детали пишется в системе Unigraphics и Power Shape, а технологические возможности этих систем программирования, позволяют определять время обработки по программе с достаточно большой точностью.

В целом расчет аналогичен алгоритму расчета операций выполняемых на универсальном оборудовании.

Операция 020

<u>Установка А</u>

<u>Фрезерная</u>

- Фрезеровать торцы 1;
- Фрезеровать поверхность 2 начерно;
- Фрезеровать поверхность 2 начисто;

- Фрезеровать поверхность 3 начисто;
- Фрезеровать канавки 4;
- Центровать и сверлить отверстия 5.

$$T_{01} = 0{,}52 \text{ мин.}$$

$$T_{02} = 0{,}11 \text{ мин.}$$

$$T_{03} = 0{,}04 \text{ мин.}$$

$$T_{04} = 0{,}2 \text{ мин.}$$

$$T_{05} = 0{,}03 \text{ мин.}$$

$$T_{06} = 0{,}03 \text{ мин.}$$

$$T_{07} = 0{,}04 \text{ мин.}$$

$$T_{общ.} = 0{,}97 \text{ мин.}$$

$$T_{в} = 1{,}02 \text{ мин.}$$

$$T_{п.з.} = 11 \text{ мин.}$$

$$Tшт. = (0{,}97 + 1{,}02) + \left(1 + \frac{8}{100}\right) = 3{,}7 \text{ мин.}$$

$$T_{шт.кл.} = \frac{11}{100} + 3{,}7 = 3{,}87 \text{ мин.}$$

Операция 020

<u>Установка Б</u>

<u>Фрезерная</u>

- Центровать и сверлить отверстия 1;
- Центровать и сверлить отверстия 2.

$$T_{01} = 0{,}89 \text{ мин.}$$

$$T_{02} = 0{,}25 \text{ мин.}$$

$$T_{0общ.} = 1{,}14 \text{ мин.}$$

$$T_{в} = 1{,}02 \text{ мин.}$$

Время подготовительно-заключительное найдем по нормативам времени:

$Тп - з_1$ – на наладку станка, инструмента и приспособлений, $Тп - з_1$=12 мин;

$Тп - з_2$ – на получение инструмента и приспособлений и сдачу их после окончания обработки:

$$Тп.з_2 = 7 \text{ мин.}$$

$$Т_{п.з} = Т_{п.з.1} + Т_{п.з.2} = 12 + 7 = 19 \text{ мин.}$$

$$Т_{шт.} = (1{,}14 + 1{,}02) \cdot \left(1 + \frac{8}{100}\right) = 2{,}3 \text{ мин.}$$

<u>Фрезерование резьбы М6 – 6 отв.</u>

$$Т_о = 0{,}64 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время, мин.,

$$Т_В = Т_{уст} + Тв.оп$$

где $Т_{уст}$ – время на установку и снятие детали, мин;

$Т_{в.оп}$ – вспомогательное время, связанное с операцией, не вошедшее в управляющую программу, мин.

Время на измерение не входит в состав вспомогательного времени в силу тех причин, что станок оснащен специальной мерительной головкой для измерения получаемых размеров непосредственно на станке и это время входит в состав времени работы станка по программе.

$$Т_В = 0{,}24 + 0{,}32 = 0{,}56 \text{мин.}$$

$$Тп.з = 3 \text{мин.},$$

$$Тшт. = (0{,}64 + 0{,}56)\left(1 + \frac{8}{1000}\right) = 1{,}38 \text{ мин.}$$

$$Тшт.кл. = \frac{3}{1000} + 1{,}38 = 1{,}41 \text{мин.}$$

2. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

В данном разделе выпускной квалификационной работы разрабатывается приспособление для обработки корпуса редуктора на фрезерном обрабатывающем центре модели *DECKEL MAHO DMU 50*.

Приводится назначение приспособления, его состав, сборка на станке, требования, предъявляемые к точности приспособления, решаются вопросы базирования заготовки, а также рассчитываются силы закрепления каждого установочного элемента в приспособлении с приведением расчетных схем.

2.1 Проектирование приспособления

2.1.1 Назначение приспособления

Приспособление предназначено для закрепления заготовки на столе станка на фрезерной операции при обработке следующих поверхностей: фрезерование правого и левого торцов фланца; обработка отверстий; фрезерование канавки; сверление отверстий и нарезание резьбы в отверстиях.

Благодаря поворотному столу станка основная обработка всех перечисленных выше поверхностей осуществляется при одном установе заготовки. Переход обработки от одной поверхности к другой происходит поворотом стола на 180 градусов.

Проектируемое приспособление должно быть простым в изготовлении и минимальным по металлоёмкости. Основным предназначением приспособления является обеспечение заданного базирования, установка и надежное закрепление заготовки с целью достижения необходимых параметров точности, предъявляемых к детали, а также обеспечение постоянного во времени положения заготовки относительно стола станка с целью достижения точного взаимного расположения поверхностей детали относительно друг друга.

2.1.2 Схема базирования заготовки

Перед разработкой приспособления стоит задача определения поверхностей, по которым заготовка будет базироваться, а затем закрепляться.

Необходимо также обеспечить постоянство контакта баз с опорными точками и полную неподвижность заготовки относительно приспособления в процессе ее обработки. При этом учитывается то, что заготовка имеет поверхности, которые необходимо обработать с нескольких сторон.

Схема базирования заготовки относительно приспособления представлена на рис.4.

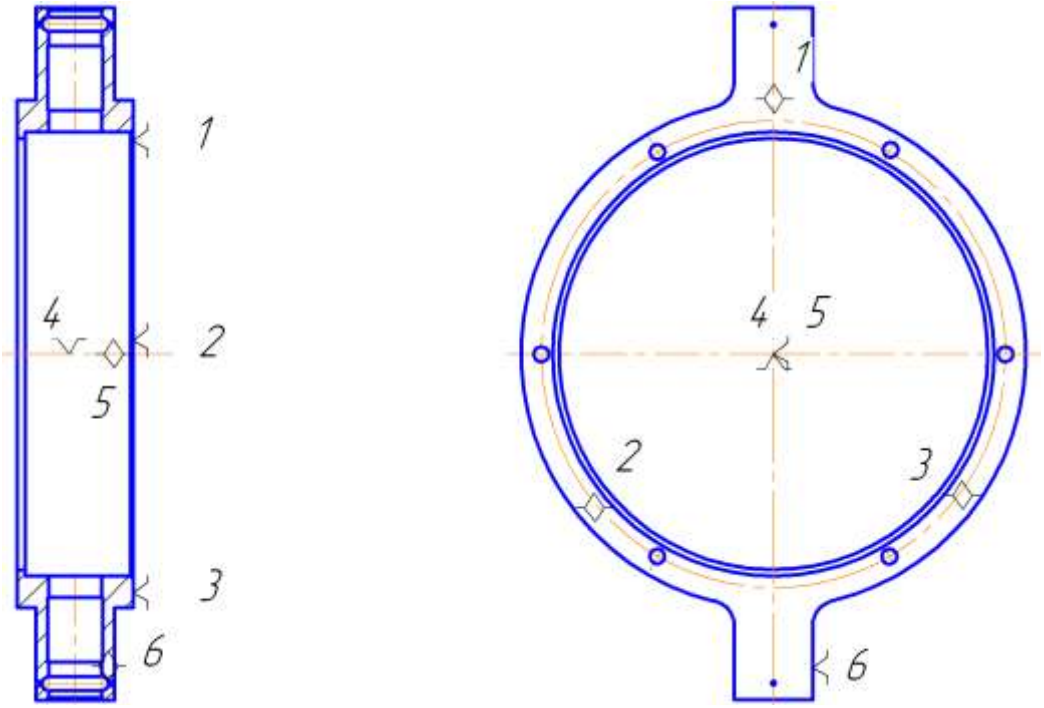


Рис.4

Для полной ориентации в пространстве заготовку лишаем шести степеней свободы. С этой целью используем опоры, число которых равно числу устраняемых степеней свободы [4].

Задача обеспечения полной неподвижности заготовки относительно приспособления в процессе ее обработки, решается при конструировании приспособления созданием необходимых зажимных устройств [5].

2.1.3 Конструкция приспособления

При проектировании приспособления необходимо предусмотреть создание и расположение опор для базирования заготовки в соответствии с теоретической схемой базирования. В соответствии с этим определим состав проектируемого приспособления: базовая деталь - подставка, на которую непосредственно устанавливается заготовка, и зажимные механизмы, которые фиксируют и обеспечивают неподвижность заготовки в приспособлении - кронштейн, прижим, шпилька приведены на сборочном чертеже ВКР.ТАМП.151001.СБ. Все конструктивные элементы приспособления выполняют определенную роль в закреплении заготовки на станке.

Перед установкой приспособления на горизонтальную поверхность стола станка к подставке 1 крепится кронштейн 3 винтами 7, которые не затягиваются для дальнейшей регулировки; в кронштейн 3 вкручивается винт 6 с гайкой 8. Затем в пазы подставки устанавливаются два болта 5 с шайбами 11 и гайками 9. Далее подставка 1 устанавливается в Т-образные пазы стола станка, где окончательно

затягивают гайки 9 во избежание сдвига приспособления во время обработки. После этого заготовка базирующими поверхностями устанавливается в подставку 1. В подставку вкручивается шпилька 4, на которую надевается прижим 2 и фиксируется гайкой 10 - это является дополнительной мерой предупреждающей смещение детали.

После основной сборки осуществляется окончательное затягивание винтов 7 в подставке 1 так, чтобы винт 6 служил опорой правого торца заготовки, которая предотвращает поворот заготовки во время обработки.

2.1.4 Технические требования

Приспособление должно иметь жесткую конструкцию и обеспечивать точное взаимное расположение поверхностей заготовки. Поэтому к поверхностям приспособления, по которым базируется заготовка, предъявляются повышенные требования. Установка заготовки на приспособление осуществляется по цилиндрическому отверстию и плоской поверхностью, следовательно, эти поверхности приспособления должны соответствовать требованиям взаимного расположения поверхностей и иметь соответствующую шероховатость. Для этого назначим допуски перпендикулярности, параллельности и шероховатость Ra 0,8.

2.1.5 Расчет сил закрепления

После составления схемы базирования заготовки и расположения установочных элементов рассчитаем силы зажима, для каждого зажимного механизма. Кроме того, при расчете сил закрепления необходимо учитывать следующие условия: в процессе зажима не должно нарушаться положение детали, заданное ей при базировании; силы зажима должны быть достаточными, чтобы исключить возможность смещения и вибраций детали в процессе обработки.

Проведем расчет силы закрепления заготовки в приспособлении, при фрезеровании левого торца детали, а также фрезерования отверстий и обработки канавок. Для этого составим расчетную схему с приложением силы резания и расстояниями до опор, в качестве которых служат базы (рис.5).

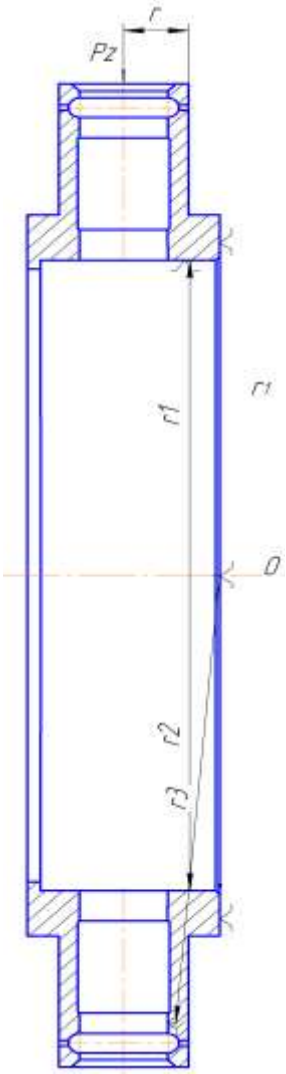


Рис. 5.

Таким образом, заготовка устанавливается тремя поверхностями на шесть постоянных опор. Сила резания Pz стремится повернуть заготовку вокруг точки О, чему препятствуют силы трения.

Исходя из расчетной схемы сила закрепления заготовки определится:

$$Рз = \frac{ЗК \cdot Рз \cdot r}{f_1(r_1 + r_2 + r_{3,4}) + f_2 \cdot f_5}$$

Здесь Рз – сила закрепления, Н;

К – коэффициент запаса;

Pz – сила резания, Н;

r - расстояние от приложенной силы закрепления до точки О, м;

r_1, r_2, $r_{3,4}$, r_5 – расстояние от точки О до опор, м;

f_1, f_2 –коэффициенты трения в местах контакта заготовки с опорами.

Расстояние от точки О до опор определим из расчетной схемы:

$$r = 0{,}015\text{м};$$

$$r1 = 0{,}875\text{м};$$

$$r2 = 0{,}875\text{м};$$

$$r3 = 0{,}135\text{м}.$$

Коэффициенты трения:

$$f1 = 0{,}16$$

$$f2 = 0{,}2.$$

Коэффициент запаса:

$$Кз = К_0 \cdot К_1 \cdot К_2 \cdot К_3 \cdot К_4 \cdot К_5 \cdot К_6$$

$К_0$=0,15 - коэффициент гарантированного запаса;

$К_1$=1,2 – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания из-за случайных неровностей на обрабатываемой поверхности;

$К_2$=1,3 – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания, в следствии затупления режущего инструмента [4];

$К_3$=1,2 – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при прерывистом резании;

$К_4$=1,3 – коэффициент, характеризующий постоянство силы закрепления;

$К_5$ =1 – коэффициент, характеризующий эргономику ручных закрепляющих устройств;

$К_6$=1 – коэффициент, не дающий возможности поворота заготовки.

Тогда:

$$Кз = К_0 \cdot К_1 \cdot К_2 \cdot К_3 \cdot К_4 \cdot К_5 \cdot К_6 = 0{,}15 \cdot 1{,}2 \cdot 1{,}3 \cdot 1{,}2 \cdot 1{,}3 \cdot 1 \cdot 1 = 3{,}65$$

Определяем силу закрепления:

$$Рз = \frac{3 \cdot К \cdot Pz \cdot r}{f_1(r_1 + r_2) + f_2 \cdot r_3} = \frac{3 \cdot 3{,}65 \cdot 123 \cdot 0{,}015}{0{,}16 \cdot (0{,}0875 + 0{,}0875) + 0{,}2 \cdot 0{,}135} = 367 \text{ Н}$$

Рассчитаем винтовой зажимной механизм, который имеет место при креплении кронштейна к подставке винтами М8.

Для этого определим КПД винтового механизма по формуле [4]:

$$\eta = \frac{tg\alpha}{tg(\alpha + \varphi пр) + 0{,}67 \cdot f \cdot \frac{D}{d_2}}$$

где η - КПД механизма;

α - угол подъема резьбы, град.;

α пр - угол приведенного трения в резьбе, град.;

f - коэффициент трения между заготовкой и винтом;

D - диаметр цилиндрического конца винта, мм;

d_2 - средний диаметр резьбы, мм.

Коэффициент трения между заготовкой и винтом [4]:

α= 0,16

Угол приведенного трения в резьбе определится [6]:

$$tg = \frac{f}{cos\beta}$$

здесь β = 30° - половина угла при вершине профиля витка резьбы, град [3].

Так как полученное значение КПД меньше 0,4 [7], то винтовой зажимной механизм можно считать надежным против самотоотвинчивания.

Еще одно условие, которое выполняется при завинчивании винта М8 в тело подставки: угол приведенного трения в резьбе больше, чем угол подъема резьбы, что обеспечивает условие самоторможения:

$$\varphi пр = arctg\left(\frac{f}{cos30°}\right) = arctg\left(\frac{0{,}16}{cos30°}\right) = 10{,}2°$$

Основные параметры резьбы М8 [3]:

$$\alpha = 3°10$$

$$D = 13 \text{ мм.}$$

$$d_2 = 7{,}32 \text{ мм.}$$

Тогда кпд механизма:

$$\eta = \frac{tg\alpha}{tg(\alpha + \varphi\text{пр}) + 0{,}67 \cdot f \cdot \frac{D}{d_2}} = \frac{tg3°10}{tg(3°10 + 10°) + 0{,}67 \cdot 0{,}16 \cdot \frac{13}{7{,}32}} = 0{,}13$$

10° >3°10'

Теперь рассчитаем крутящий момент, который необходимо приложить к винту М8 для фиксации кронштейна в подставке [4]:

$$\text{Мкр.} = \text{Рз} \cdot (0{,}1 \cdot d_2 + 0{,}33 \cdot D \cdot f)$$

Сила закрепления в данном случае [4]:

Рз=3100Н.

Тогда крутящий момент:

$$\text{Мкр.} = \text{Рз} \cdot (0{,}1 \cdot d_2 + 0{,}33 \cdot D \cdot f) = 3100(0{,}1 \cdot 7{,}32 + 0{,}33 \cdot 13 \cdot 0{,}16) = 4{,}4 \text{ Нм.}$$

Рассмотрим схему крепления винта М6 к кронштейну, который служит опорой правого торца заготовки (рис.6).

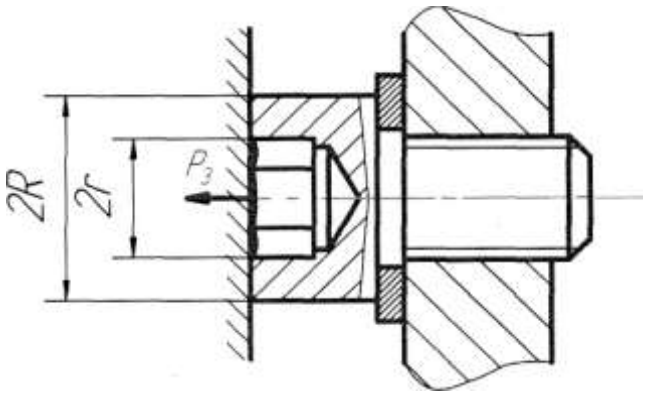


Рис.6.

Рассчитаем крутящий момент, приложенный к винту М 6 (рис. 6), необходимый для преодоления трения на его торце[6]:

$$M = \frac{2}{3} P\text{з} \frac{R^3 - r^3}{R^2 - r^2} f$$

Здесь R,r – радиусы торца винта, мм.

Головка винта М6 имеет следующие параметры:

$$R = 5{,}8\text{мм}.$$

$$r = 2{,}9\ \text{мм}.$$

Сила закрепления [4]:

$$\text{Рз} = 2325\ \text{Н}.$$

Тогда крутящий момент:

$$M = \frac{2}{3}\text{Рз}\frac{R^3 - r^3}{R^2 - r^2}f = \frac{2}{3}2325\frac{5{,}8^3 - 2{,}9^3}{5{,}8^2 - 2{,}9^2} = 1{,}5\ \text{Нм}.$$

Приведем схему винтовой пары гайка-шпилька, при креплении прижима к торцу заготовки (рис. 7)

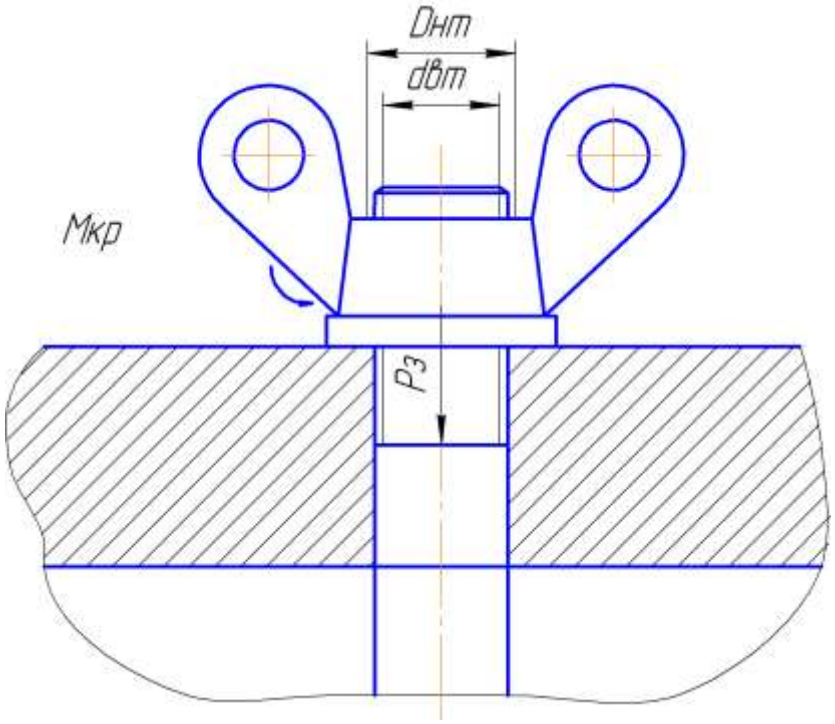


Рис.7.

Определим КПД винтового механизма по формуле:

$$\eta = \frac{tg\alpha}{tg(\alpha + \varphi\text{пр}) + 0{,}67 \cdot f \cdot (\frac{D_{\text{нт}}^3 - d_{\text{вт}}^3}{D_{\text{нт}}^2 - d_{\text{вт}}^2})d_2}$$

Где f – коэффициент трения между шпилькой и гайкой;

D*нт* - наружный диаметр опорного торца гайки, мм;

Dвт – внутренний диаметр опорного торца гайки, мм.

Основные параметры гайки М22 [3]:

$$\alpha = 2°30$$

$$D\text{нт} = 37 \text{ мм.}$$

$$d\text{вт} = 19{,}3 \text{ мм.}$$

$$d_2 = 20{,}65 \text{ мм}$$

Тогда КПД винтового механизма:

$$\eta = \frac{tg\alpha}{tg(\alpha + \varphi\text{пр}) + 0{,}67 \cdot f \cdot (\frac{D_{\text{нт}}^3 - d_{\text{вт}}^3}{D_{\text{нт}}^2 - d_{\text{вт}}^2\ )d_2}$$

$$= \frac{tg2{,}5°}{tg(2{,}5° + 10{,}2°) + 0{,}67 \cdot 0{,}16 \cdot \frac{(37^3 - 19^3)}{(37^2 - 19^2)\ 20{,}65}} 0{,}1$$

Полученное значение КПД меньше 0,4, поэтому винтовой зажимной механизм можно считать надежным против самотоотвинчивания.

Второе условие: угол приведенного трения в резьбе больше, чем угол подъема резьбы, что обеспечивает условие самоторможения:

φпр > 10,2° >2°30'

Рассчитаем крутящий момент, который необходимо приложить к гайке М22 для надежного закрепления прижима на торце детали [4]:

$$\text{Мкр} = 0{,}2\text{Рз}d_2$$

Сила закрепления в данном случае [4]:

$$\text{Рз} = 21560\text{Н}$$

Тогда крутящий момент:

$$\text{Мкр} = 0{,}2 \cdot \text{Рз} \cdot d_2 = 0{,}2 \cdot 21560 \cdot 0{,}65 = 89\text{Нм.}$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе проведенной работы был исследован технологический процесс изготовления детали типа «поводок» было проверено соответствие с действующими сегодня нормативными документами и стандартами ЕСТПП и ЕСТД.
Изменения в технологический процесс внесены таким образом, чтобы обеспечивал изготовление детали в соответствии с чертежом и назначенными на деталь техническими требованиями при минимальных затратах. Первоначальные предпосылки для удовлетворения этого заложены в выборе оборудования для осуществления процесса. Далее с помощью размерного анализа было установлена последовательность обработки детали с учетом обеспечения минимального расхода материала.

При выполнении размерного анализа был осуществлен следующий комплекс работ:

- Назначение обоснованных допусков на все операции;
- Назначение необходимого числа технических требований на чертеже детали;
- Определение необходимых допусков;
- Построение специальных размерных схем технологического процесса;
- Выявление и фиксация взаимосвязи всех размерных параметров по мере формоизменения заготовки;
- Проверочный расчет, который показал, что все конструкторские размеры и требования обеспечиваются с заданной точностью;
- На основе паспортных данных оборудования были выбраны наиболее оптимальные режимы резания и относительно недорогая номенклатура инструмента.

Это позволяет минимизировать корректировки при внедрении технологического процесса

Также в ходе проделанной работы по улучшению заводского технологического процесса изготовления детали поводок устройства для размыва донных отложений «Тайфун» было сделано следующее: обоснован выбор способа получения заготовки, проведен анализ технологичности конструкции детали, составлена полная технологическая документация на улучшенный технологический процесс, рассчитаны минимальные припуски на обработку, режимы резания, произведен размерный анализ технологического процесса, а также спроектирована конструкция приспособления, позволяющая закреплять заготовку на фрезерном станке с ЧПУ, описаны технические требования и рассчитаны силы закрепления заготовки в приспособлении.

Кроме того, в выпускной квалификационной работе было уделено внимание вопросам о возникновении опасных и вредных производственных факторов и разработаны мероприятия по их устранению. С экономической точки зрения был произведен сравнительный анализ двух технологических процессов, который показал, что совершенствованный техпроцесс требует меньших затрат на его осуществление.

Результаты выпускной квалификационной работы могут быть использованы на предприятиях, выпускающие аналогичную продукцию.

Список используемых источников

1. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: учебное пособие. - Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2006. - 99с.
2. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.1 / под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. // 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1985. - 656 с.; ил.
3. Панов А.А. и др. Обработка металлов резанием: Справочник технолога. - М.: Машиностроение, 2004. - 784 с.: ил.
4. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.2 / под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова // 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1985. - 496 с.; ил.
5. Маталин А.А. Технология машиностроения: Учебник. 2-е изд., испр. - СПб.: Издательство «Лань», 2008. - 512 с.: ил
6. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков: Справочник. - 7-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1979. - 303с., ил.
7. Ансеров А.М. Приспособления для металлорежущих станков. Л.: Машиностроение, 1966 - 650 с., ил.
8. Скворцов Ю.В. Организационно-экономические вопросы в дипломном проектировании: Учеб. Пособие. - М.: Высшая школа, 2006. - 399 с.: ил.
9. Общемашиностроительные нормативы режимов резания. Часть 1. М.: Машиностроение. 1974. – 416с.
10. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с ЧПУ. Часть 1,2. М.: Экономика, 1990 – 473с.
11. ГОСТ 12.0.003-74. Опасные и вредные производственные факторы.
12. ГОСТ 12.2.033-78. Рабочее место при выполнении работ стоя.
13. ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление.
14. ГОСТ 12.1.019-79. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
15. ГОСТ 12.1.003-85. Шум. Общие требования безопасности.
16. ГОСТ 12.1.012-2004. Вибрационная безопасность. Общие требования.
17. СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение.
18. Еремин В.Г., Сафронов В.В. и др. Обеспечение безопасности жизнедеятельности в машиностроении. М.: Машиностроение, 2002, 400 с.

19. СНиП П-33-75. Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха.
20. Охрана труда в машиностроении: Учебник для машиностроительных вузов. Под ред. Е.Я. Юдина и С.В. Белова. М.: Машиностроение, 1983, 432 с.
21. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования.
22. НПБ 105-2003. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.
23. ППБ-01 -93. Правила пожарной безопасности в России.