

СОДЕРЖАНИЕ

Аннотация

ВВЕДЕНИЕ

1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

1.1 Техническое задание.....	4
1.2 Анализ технологичности детали.....	6
1.3 Анализ существующего технологического процесса.....	7
1.4 Технологический процесс обработки детали.....	8
1.5 Расчет припусков и технологических размеров.....	23
1.6 Расчет режимов резания.....	36
1.7 Расчет норм времени.....	42

2. КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Назначение и краткое описание приспособления.....	54
---	----

3. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

3.1 Техничко-эконмическое обоснование.....	55
3.2 Расчет затрат на технологический процесс.....	58

4. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ

4. Социальная ответственность.....	62
4.1. Анализ опасных и вредных производственных факторов.....	63
4.2. Техника безопасность.....	65
4.3. Расчет освещенности участка.....	68
4.4. Производственная санитария.....	73
4.5. Чрезвычайные ситуации.....	75
4.6. Охрана окружающей среды.....	78

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	81
-------------------------	----

ПРИЛОЖЕНИЕ	82
------------------	----

АННОТАЦИЯ

В данной ВКР проанализирован заводской технологический процесс изготовления детали « **ЗВЕНО ПРОМЕЖУТОЧНОЕ**» для отбойного молотка МО-2А и был предложен ряд проектных решений по усовершенствованию данного процесса.

Обоснован выбор заготовки, выполнен расчет режимов резания, припусков на обработку, норм времени и др. расчеты. Сконструировано приспособление для сверления отверстий.

Технико-экономический анализ по совершенствованию существующего технологического процесса приведен в экономической части проекта.

Рассмотрены вопросы производственной и экологической безопасности, предотвращения опасных и вредных факторов а также их воздействия на рабочих.

ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение традиционно является ведущей отраслью экономики.

Развитие машиностроения определяется как разработкой принципиально новых конструкций машин, так и совершенных технологий их изготовления.

В современной технологии машиностроения развитие происходит по следующим направлениям:

- повышение возможностей, качества и экономичности средства технологического оснащения (высокопроизводительные станки, инструмент с повышенной стойкостью и т.д.);
- создание максимально эффективных маршрутов технологических процессов;
- использование эффективной системы управления и планирования производства;

В данной ВКР был проанализирован существующий технологический процесс изготовления **звено промежуточное** для отбойного молотка МО-2А, и были предложены проектные решения по совершенствованию данного технологического процесса.

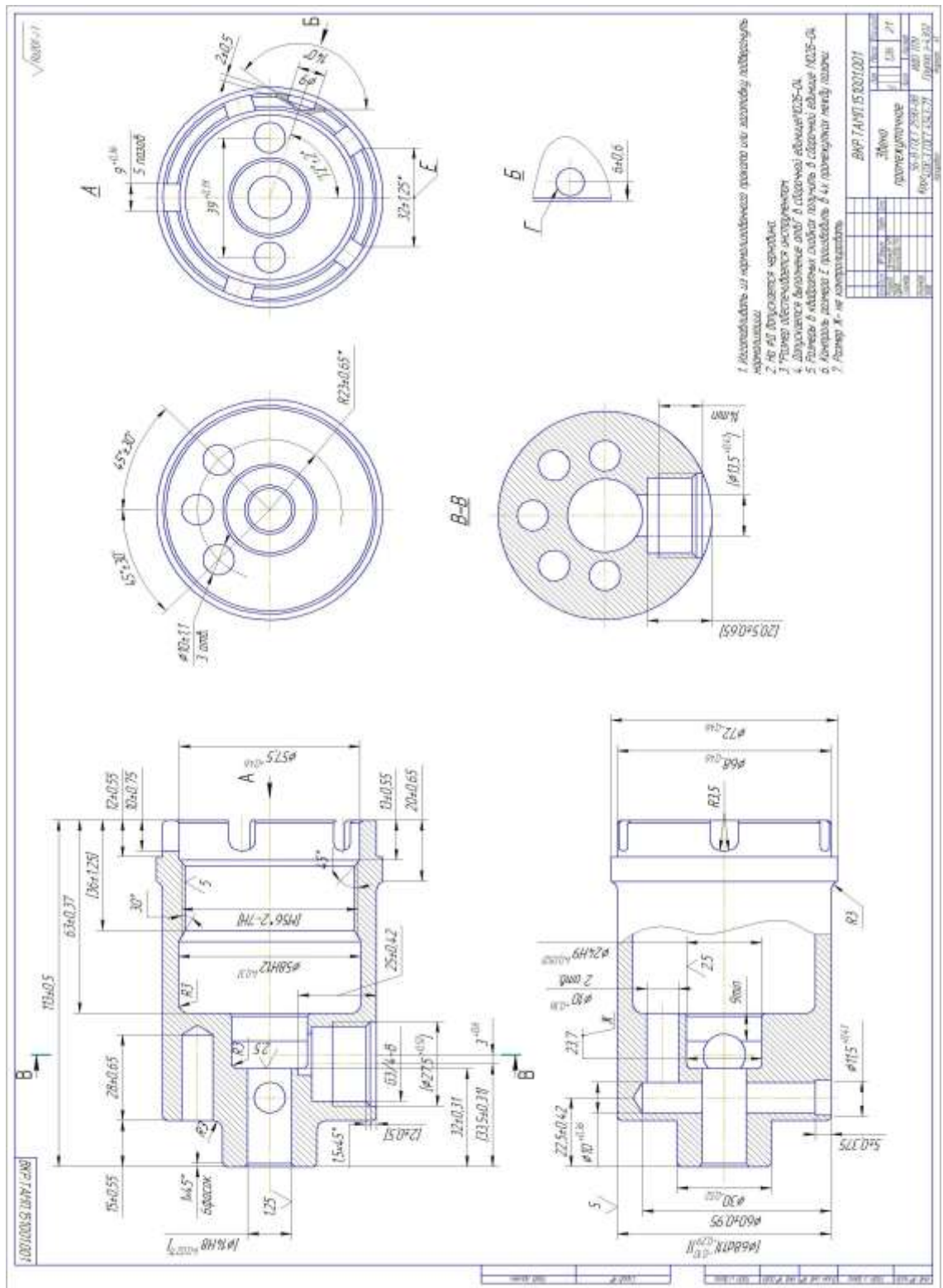
Разрабатываемый технологический процесс должен быть прогрессивным, обеспечить повышение производительности труда и качества деталей, сокращение трудовых и материальных затрат на его реализацию.

Технологический процесс должен обеспечить изготовление детали заданного качества и объема выпуска, удовлетворять требованиям высокой производительности обработки деталей, наименьшей себестоимости продукции, безопасности и облегчения условий труда.

1.1. Техническое задание.

Исходные данные:

1. Годовая программа выпуска N=300 шт./год
2. Чертеж детали (Рис. 1.1)



Деталь представленная для разработки технологического процесса – *звено промежуточное молотка отбойного, пневматического МО-2А.*

Молотки отбойные, пневматические предназначены для рыхления твердого и промёрзшего грунта, пробивки проёмов и отверстий в кирпичных стенах зданий, разборки кирпичных кладок, раскалывания льда, отбойки угля различной крепости, добычи мягких руд, глины и других горных пород.

Основные достоинства этой серии пневматических отбойных молотков:

- *встроенная виброзащита*, избавляет оператора, работающего инструментом, практически от 75% вибрации, и тем самым значительно снижает опасность возникновения вибрационной болезни.

- *оснащение молотков глушителями шума*, которые позволяют снизить в 2-4 раза уровень звуковой мощности на всех частотах. Благодаря этому в значительной степени сокращается опасность повреждения слуха при длительном использовании молотков.

- *высокая энерговооружённость* (*отношение энергии удара к массе молотка*) делает работу физически менее утомительной.

- *улучшенная поверхностная отделка*, обеспечивает защиту от коррозии и позволяет эксплуатировать молоток без предварительной расконсервации.

Молоток отбойный, пневматический МО-2А предназначен для работы при добыче мягких пород угля малой и средней крепости, и др.

Молотки должны эксплуатироваться при давлении сжатого воздуха не менее $3 \cdot 10^5$ Па и не более $5 \cdot 10^5$ Па, длине рукава, подводящего сжатый воздух не более 12 метров и при длине хвостовика инструмента 70 мм.

1.2 Анализ технологичности детали

При разработке технологического процесса изготовления звена промежуточного необходимо проанализировать конструкцию с точки зрения ее технологичности и особенностей обработки.

Основные задачи, решаемые при анализе технологичности конструкции обрабатываемой детали, сводятся к возможному уменьшению трудоемкости и металлоемкости, возможности обработки детали высокопроизводительными методами. Таким образом, улучшение технологичности конструкции позволяет снизить себестоимость ее изготовления без ущерба для служебного назначения.

Чертеж детали соответствует всем необходимым требованиям, представлены все необходимые разрезы, проекции и сечения, дающие полное представление о детали. На чертеже указаны все размеры с необходимыми отклонениями, требуемая шероховатость обрабатываемых поверхностей.

В целом деталь является достаточно технологичной, допускает обработку на высокопроизводительном оборудовании (многошпиндельных станках, агрегатных станках, и др.). Обеспечивается свободный доступ инструмента ко всем обрабатываемым поверхностям, деталь является достаточно жесткой. Деталь не имеет острых кромок и грубой шероховатости, поэтому возможность появления трещин резко уменьшается. Нетехнологично в данной конструкции отверстие $\varnothing 10$ мм, являющееся воздушным каналом. Т.к. после получения данного отверстия его приходится заваривать. Однако получение этого отверстия другим путем невозможно.

1.3 Анализ существующего технологического процесса

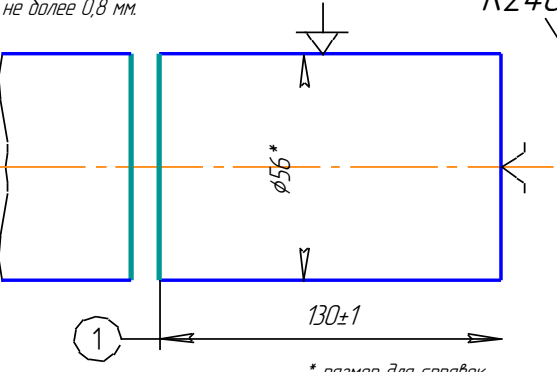
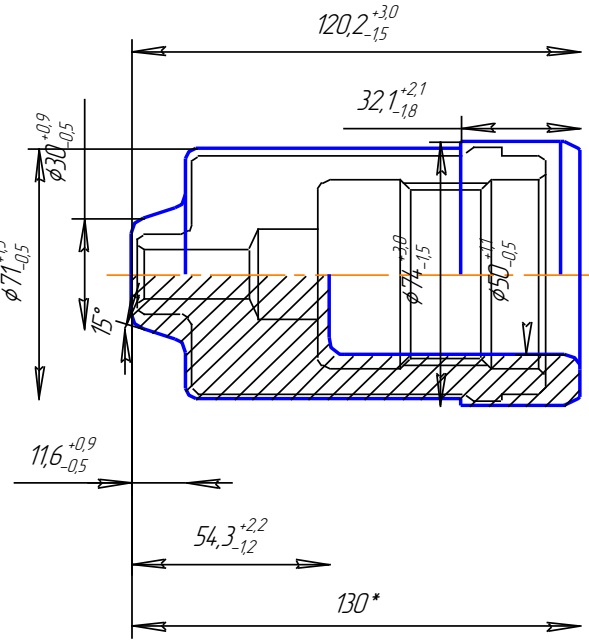
Технологический процесс изготовления промежуточного звена отбойного молотка составлен со всеми требованиями, предъявленными к чертежу.

Деталь - звено промежуточное - изготавливается из стали, легированной Ст 40Х. В качестве заготовки для получения детали используется сортовой прокат. После отрезки на мерные заготовки, подвергается горячей объемной штамповке (горячая объемная штамповка применяется для изготовления ответственных деталей). Поэтому конфигурация наружного контура и внутренних поверхностей не вызывает значительных трудностей при получении заготовки. Однако недостатком является дороговизна штампа, который изготавливается только для одного вида изделий. Напряжения, возникающие при объемной штамповке, снимаются термообработкой (отжигом).

Выполняется соблюдение принципа единства технологических баз, правильность выбора черновых, чистовых и промежуточных баз.

Для достижения заданной точности детали правильно установлена последовательность операций процесса.

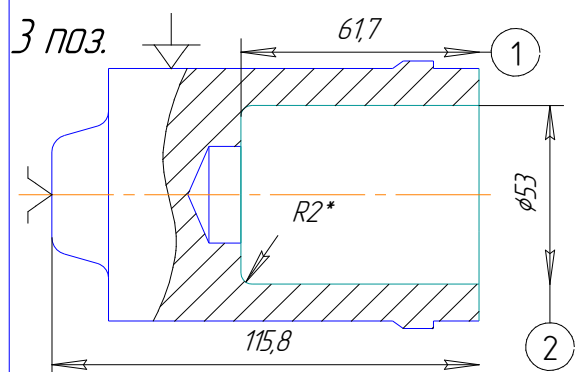
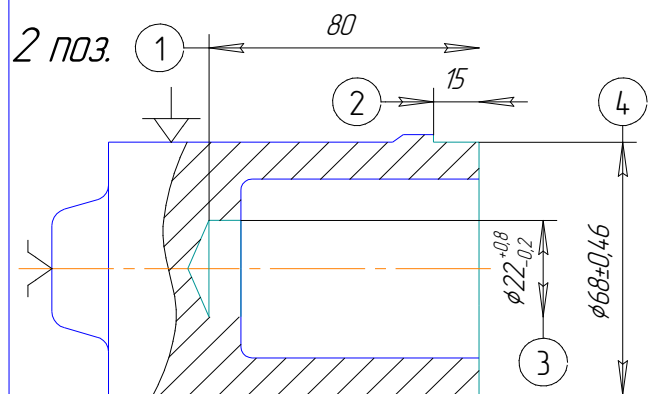
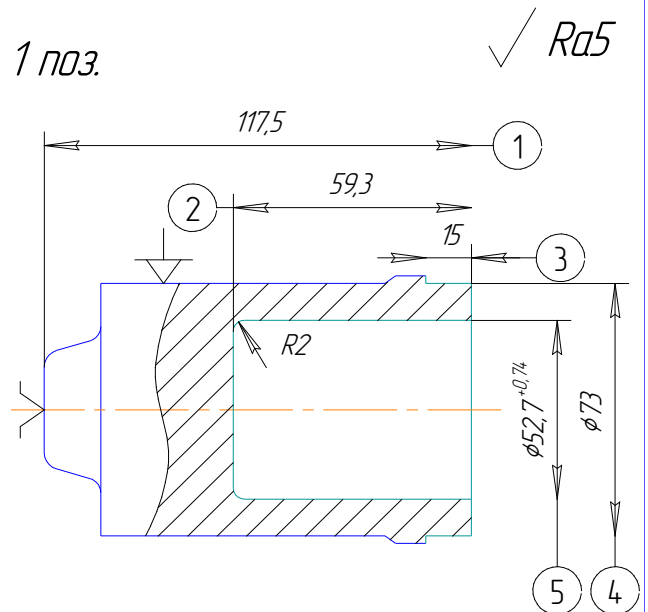
1.4 Технологический процесс обработки детали

Наименование и содержание операций, оборудование и переходы	Операционный эскиз
1. Отрезная Оборудование: 8Г661 Переходы: 1. Выдвинуть пруток до упора 2. Отрезать заготовку, выдержав размер 1. 3. Снять заготовку, уложить в тару 4. Контроль исполнителем и ОТК.	Максимальный зазор между угольником и торцом не более 0,8 мм. $Rz40$ ✓  * размер для справок
2. Объемная штамповка Оборудование: Пресс КВ-2536 3. Термическая Оборудование: СШЗ-6,6/7М2	 1. * Размер для справок 2. Неуказанные штампованные радиусы до 4 мм.

Наименование и содержание операций, оборудование и переходы

Операционный эскиз

- 4. Автоматно-токарная**
 Оборудование: 1Б265НП-6К
 Переходы: Позиция 1
1. Подрезать торец, выдержав р-р 1.
 2. Расточить, выдержав размеры 2,5.
 3. Обточить, выдержав размеры 3,4.
- Позиция 2
4. Сверлить, выдержав размеры 1,3.
 5. Обточить, выдержав размеры 2,4.
- Позиция 3
6. Подрезать торец, выдержав размер 2
 7. Подрезать дно, выдержав р-р 1.
- Позиция 4
8. Подрезать торец, выдержав размеры 3,5,6.
 9. Расточить, выдержав размеры 1,4.
 10. Обточить, выдержав размер 2.
- Позиция 5
11. Расточить, выдержав размеры 2,3,4.
 12. Снять фаску внутри, выдержав размер 1.



* Размер обеспечивается инструментом

Наименование и содержание операций, оборудование и переходы

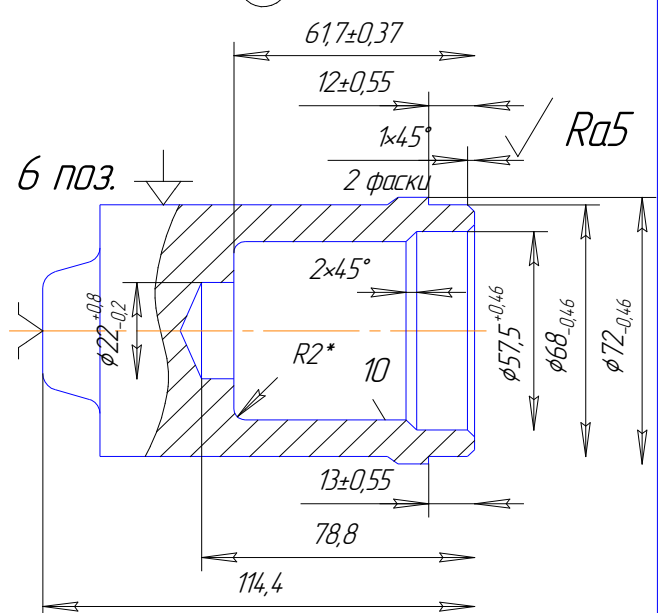
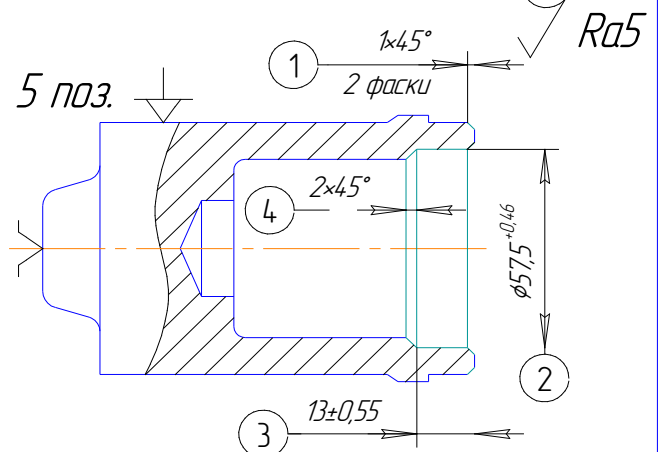
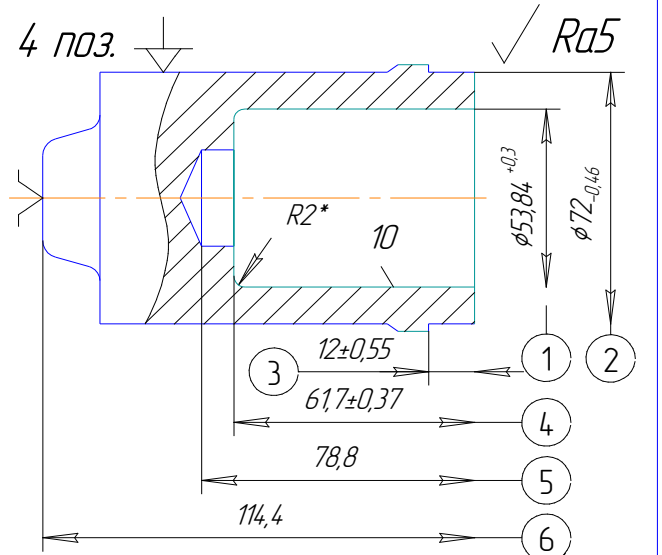
13. Снять фаску снаружи, выдержав размер 1.

Позиция 6

14. Выгрузить заготовку из патрона, установить на транспортёр, переместить транспортёром автоматически на автолинию.

Установить заготовку с транспортёра на линию центров, загрузить в патрон, зажать, отвезти загруза-
тель автоматически.

Операционный эскиз



* Размер обеспечивается инструментом

Наименование и содержание операций, оборудование и переходы

5. Автоматно-токарная

Оборудование: 1Б265НП-6К

Переходы:

Позиция 1

1. Подрезать торец, выдержав размер 3.
2. Обточить, выдержав размер 1.
3. Центровать выдержав размер 2.

Позиция 2

4. Подрезать торец, выдержав размер 3.
5. Обточить, выдержав размеры 1,2.

Позиция 3

6. Подрезать торец, выдержав размер 3.
7. Обточить, выдержав размер 1.
8. Сверлить, выдержав размер 2.

Позиция 4

9. Развернуть отверстие, выдержав размер 1.

Позиция 5

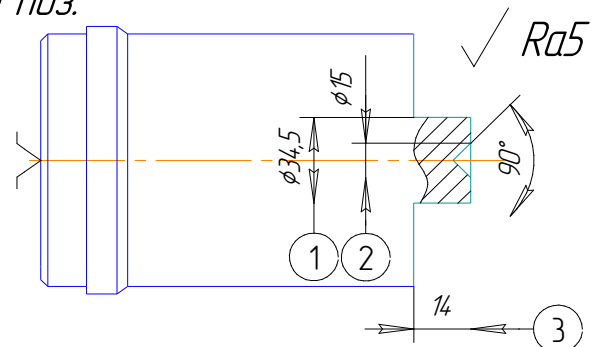
10. Обточить, выдержав размер 1,2.
11. Снять фаски, выдержав размеры 3,4,5.

Позиция 6

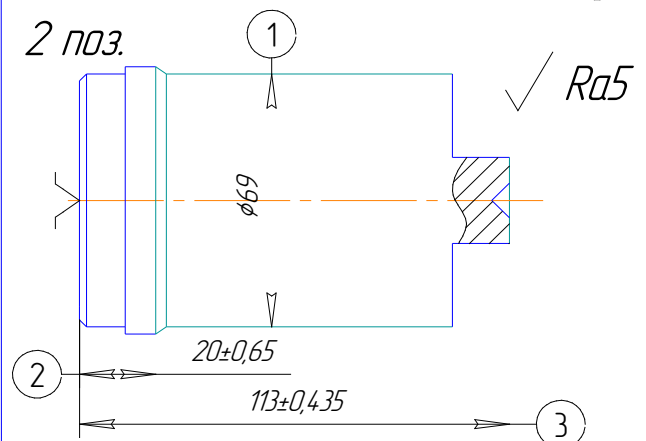
12. Снять деталь, установить заготовку.

Операционный эскиз

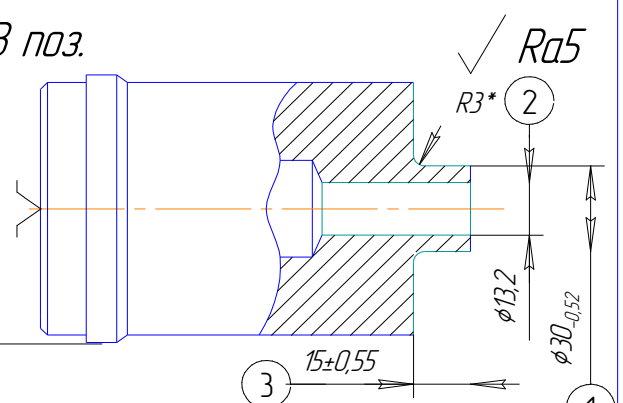
1 поз.



2 поз.

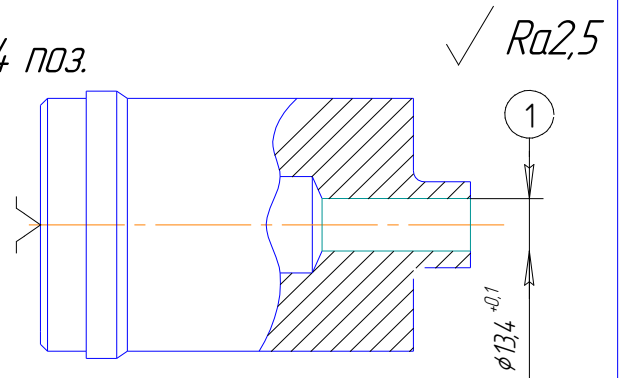


3 поз.



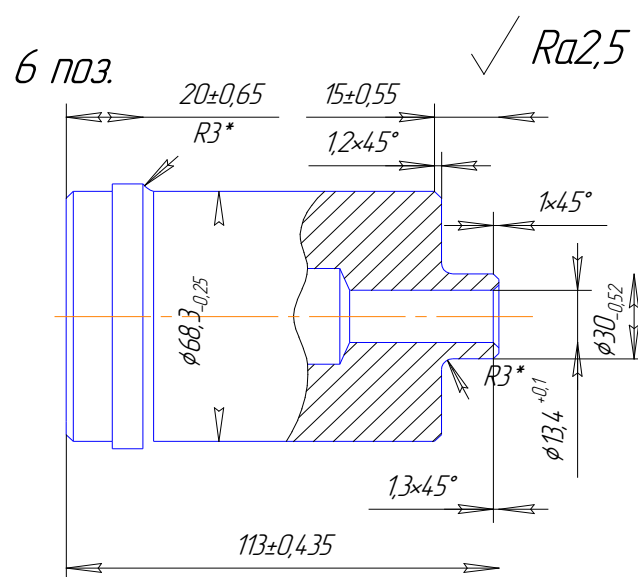
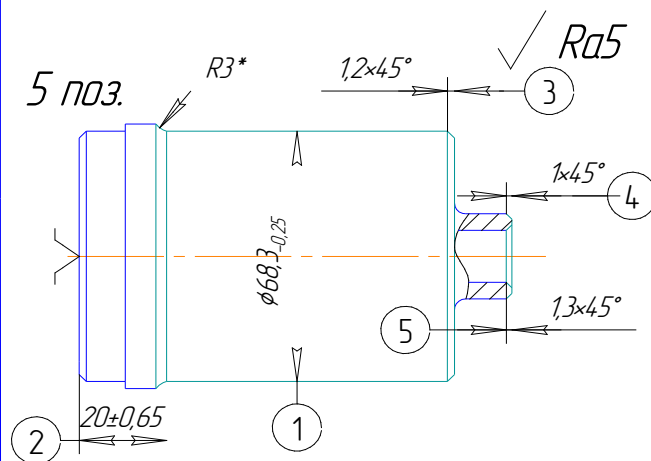
* Размер обеспечивается инструментом

4 поз.



Наименование и содержание
операций, оборудование и
переходы

Операционный эскиз



* Размеры обеспечиваются инструментом.

Наименование и содержание операций, оборудование и переходы

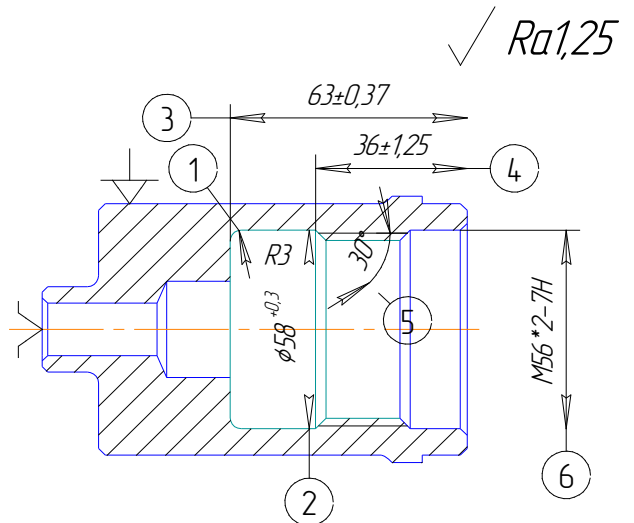
Операционный эскиз

6. Токарная

Оборудование: ТМ-49

Переходы:

1. Установить деталь с транспортера автолинии на линию центров, загрузить в патрон, зажать, отвести загрузочный автоматический.
2. Расточить карман, подрезать дно, выдержав размеры 1,2,3,4,5.
3. Фрезеровать резьбу, выдержав размер 6.
4. Контролировать резьбу.
5. Открепить заготовку, снять, уложить в тару.
6. Контроль исполнителем и ОТК.



7. Автоматно-токарная

Оборудование: 1Б240П-6

Переходы:

Позиция 1

1. Сверлить, выдержав размеры 1,2.

Позиция 2

2. Зенкеровать, выдержав размеры 1,2.

Позиция 3

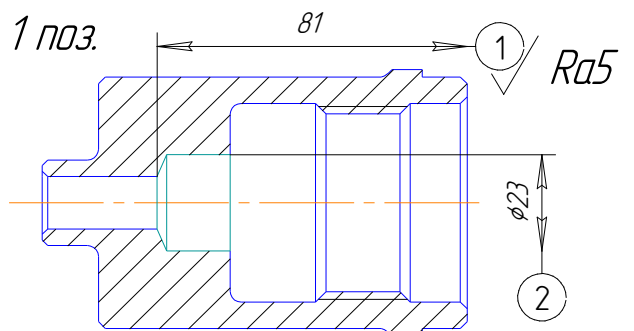
3. Развернуть, выдержав размер 1.

Позиция 4

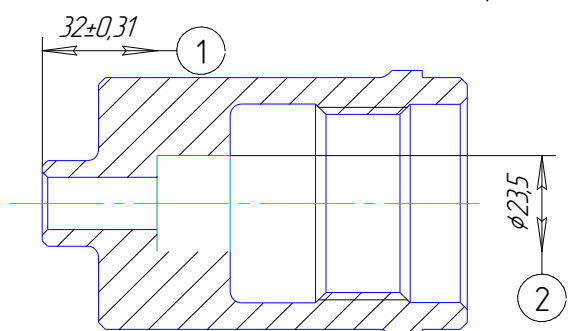
4. Зенкеровать фаску, выдержав размер 1.

Позиция 5

5. Развернуть, выдержав размеры 1,2.



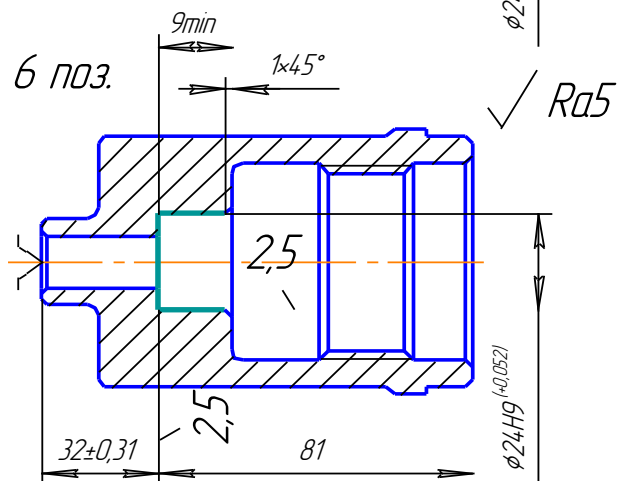
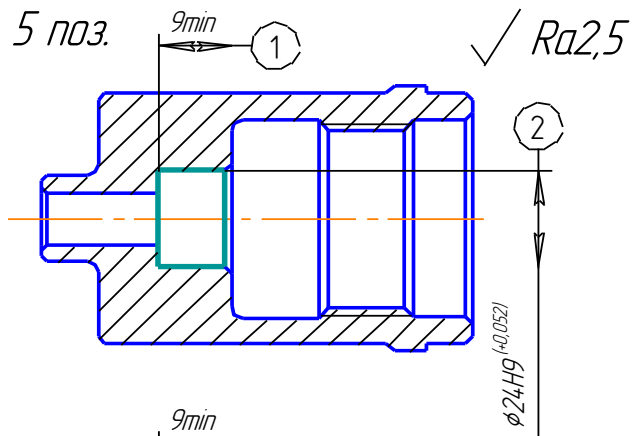
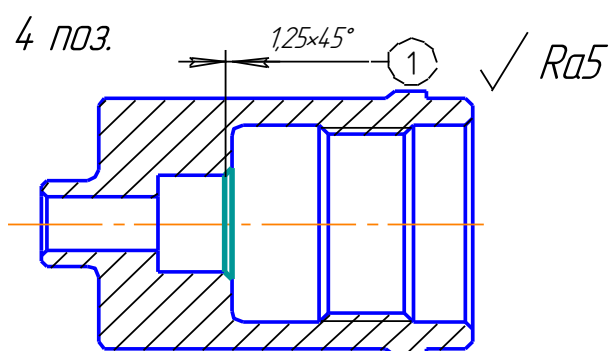
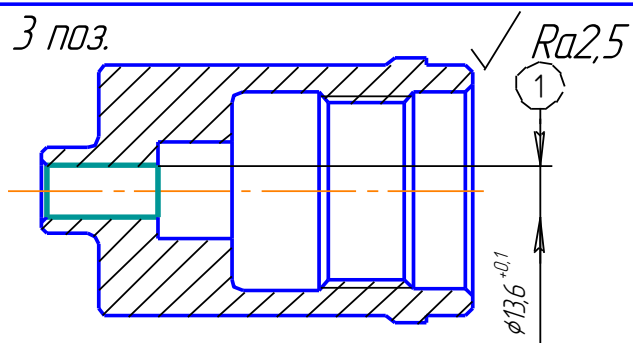
2 поз. ✓ Ra5



Наименование и содержание операций, оборудование и переходы

Операционный эскиз

Позиция 6
6. Снять деталь, уложить в тару.
Установить заготовку.



Наименование и содержание операций, оборудование и переходы

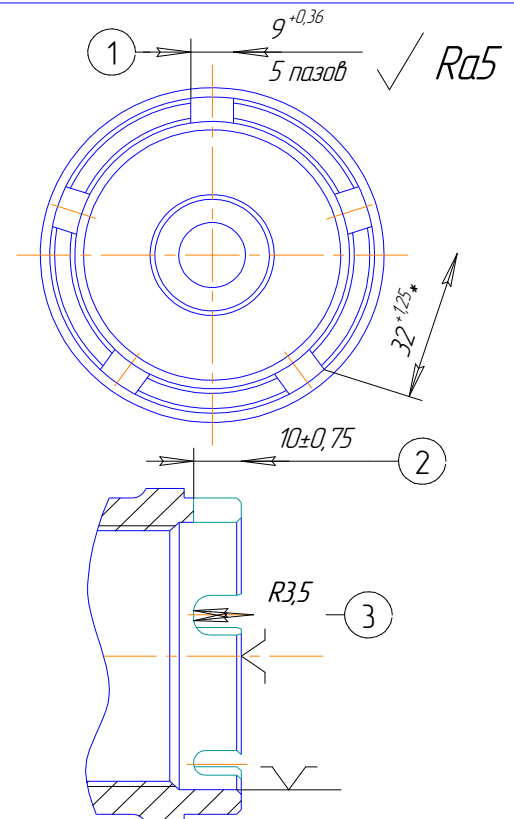
Операционный эскиз

8. Вырубка

Оборудование: КД2122

Переходы:

1. Взять заготовку с транспортера автолинии, установить штамп.
2. Включить пресс.
3. Вырубить паз за 1 ход пресса, выдержав размеры 1,2,3.
4. Повернуть деталь.
5. Повторить переход 3– 4 раза, переход 4– 3 раза.
6. Снять деталь, уложить в тару.
7. Контроль исполнителем и ОТК.



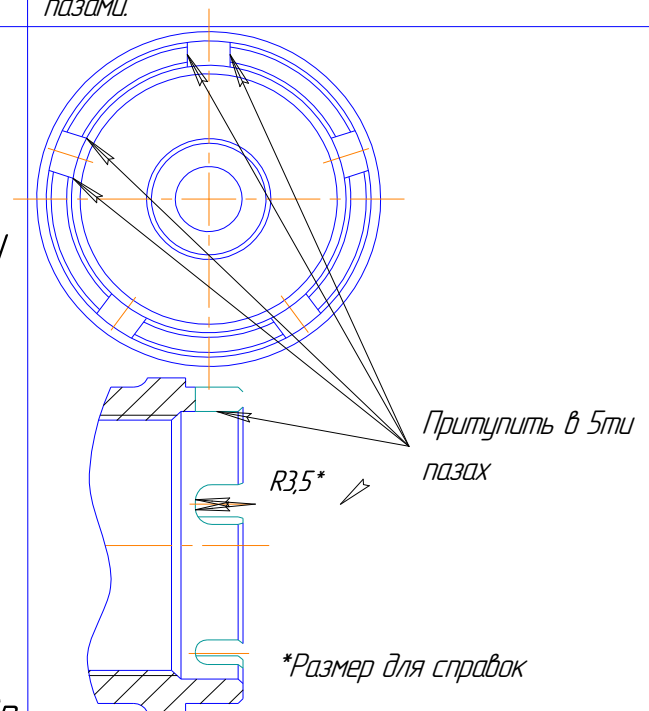
*Размер контролировать в 4х промежутках м/у пазами

9. Слесарная

Оборудование: Верстак

Переходы:

1. Взять деталь.
2. Завести звено пазом на шарошку со стороны внутреннего диаметра звена.
3. Притупить острые кромки на 2х внутренних сторонах паза и на R3,5.
4. Притупить острые кромки на 2х торцах и 2х фасках.
5. Повернуть звено для зачистки следующего паза.
6. Повтор. перех. 2,3–4 раза, пер.4–3р.



*Размер для справок

Наименование и содержание операций, оборудование и переходы

10. Агрегатная

Оборудование: 3ХА-12002

Переходы:

Позиция 1

1. Сверлить, выдержав размеры 1,2.

Позиция 2

2. Досверлить отверстие, выдержав размеры 3,5.

3. Сверлить, выдержав размеры 1,2,4.

Позиция 3

4. Сверлить отверстие, выдержав размеры 1,2.

Позиция 4

5. Досверлить, выдержав размеры 3,4.

6. Сверлить, выдержав размеры 1,2.

Позиция 5

7. Сверлить отверстие, выдержав размеры 1,2.

Позиция 6

8. Досверлить, выдержав размеры 4,5.

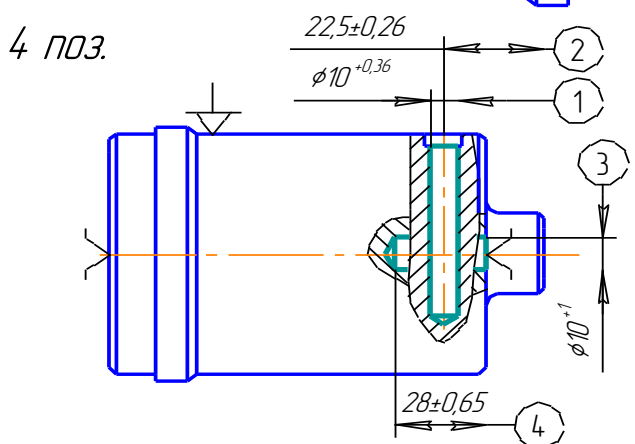
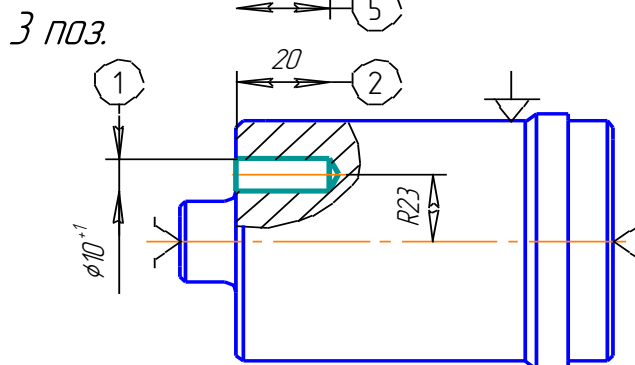
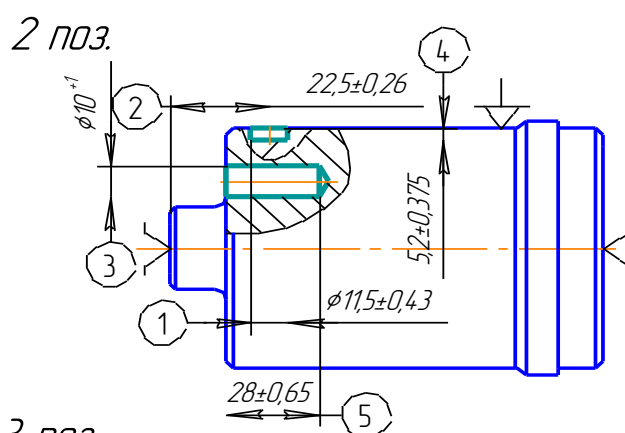
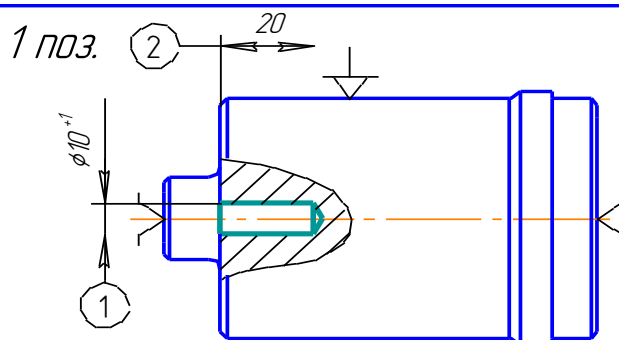
9. Досверлить, выдержав размеры 1,2,3.

Позиция 7

10. Снять обработанную деталь, уложить в тару. Установить заготовку.

11. Контроль исполнителем и ОТК.

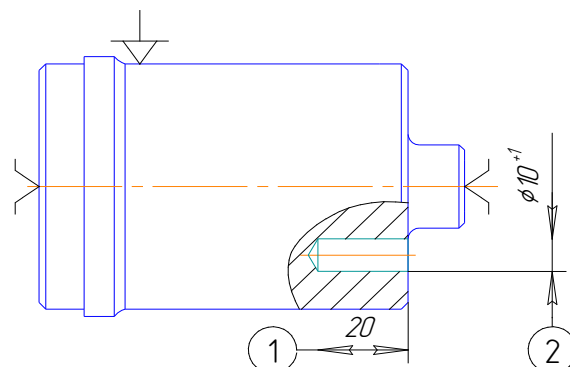
Операционный эскиз



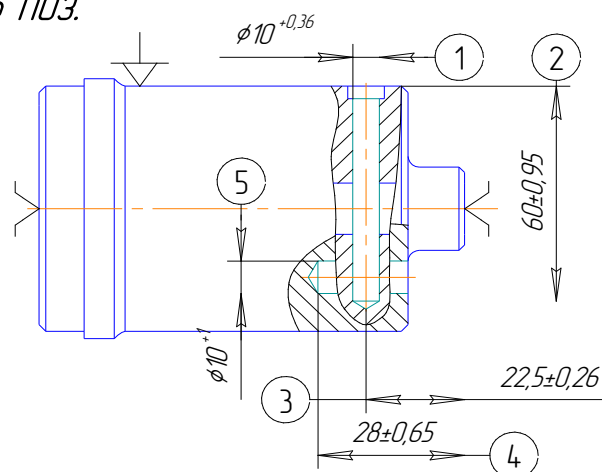
Наименование и содержание
операций, оборудование и
переходы

Операционный эскиз

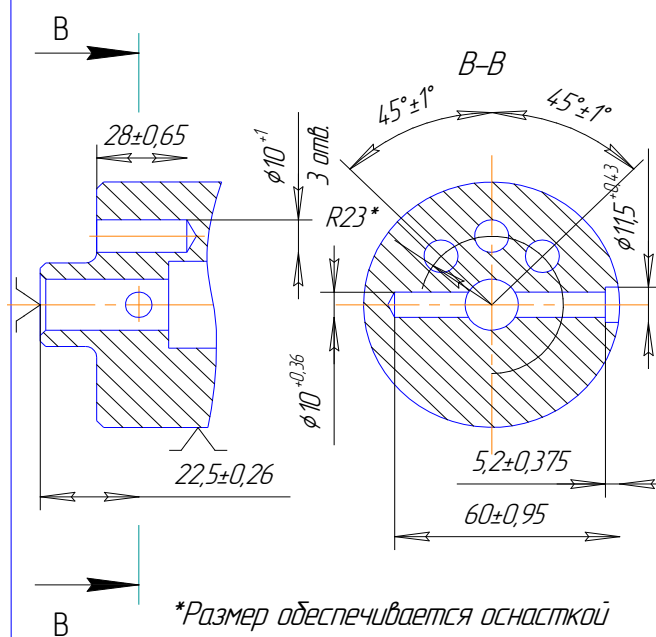
5 поз.



6 поз.



7 поз.



*Размер обеспечивается оснасткой

Наименование и содержание операций, оборудование и переходы

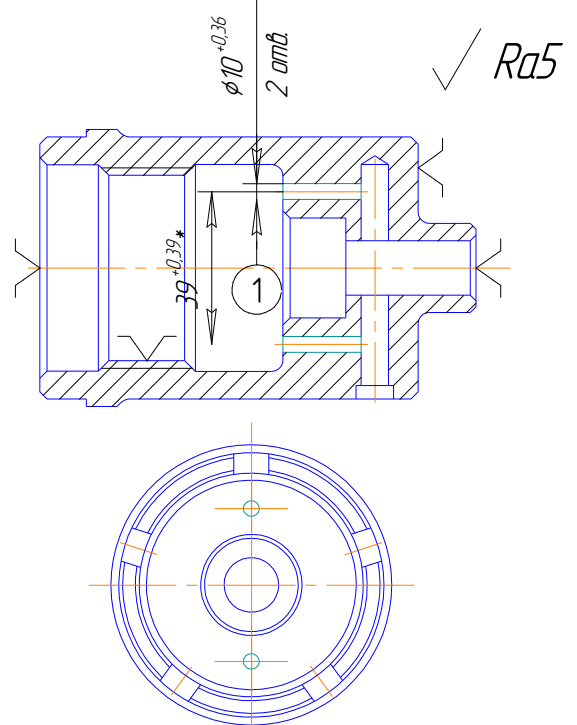
Операционный эскиз

11. Сверлильная

Оборудование: Н-1172

Переходы:

1. Установить деталь в кондуктор, закрепить.
2. Сверлить одновременно 2 воздушных канала до соединения с радиальным каналом, выдержав размер 1.
3. Открепить деталь, уложить в тару.
4. Контроль исполнителем и ОТК.



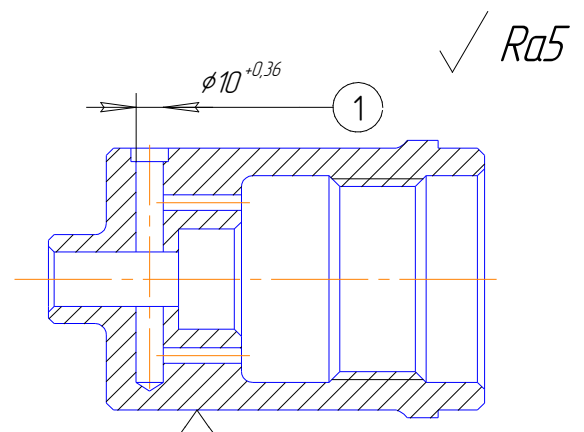
*Размер обеспечивается кондуктором

12. Сверлильная

Оборудование: НС-12

Переходы:

1. Уложить деталь на призму.
2. Зачистить заусенцы на радиальном канале, выдержав размер 1.
3. Снять деталь, уложить в тару.
4. Контроль исполнителем и ОТК.



13. Сварка

Наименование и содержание операций, оборудование и переходы

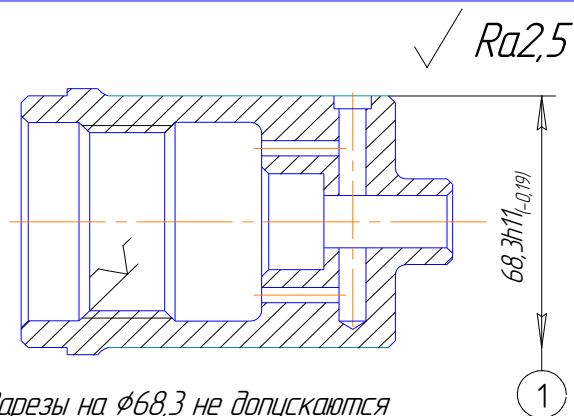
Операционный эскиз

14. Токарная

Оборудование: 1Е61М

Переходы:

1. Установить деталь.
2. Проточить заварку заподлицо с наружной поверхностью, выдержав размер 1.
3. Открепить деталь, уложить в тару.
4. Контроль исполнителем и ОТК.



15. Агрегатная

Оборудование: 1АМ0902

Переходы:

Позиция 1

1. Сверлить, выдержав размеры 1,2,3

Позиция 2

Позиция 3

2. Зенкеровать, выдержав размеры 1,2,3.

Позиция 4

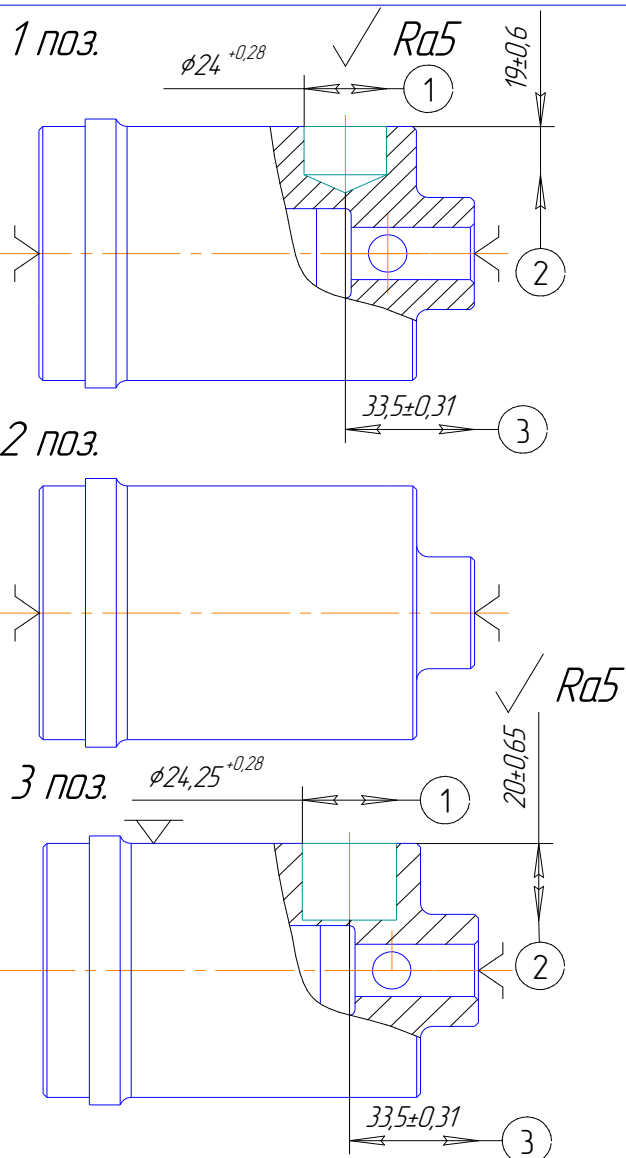
3. Зенковать, выдержав размеры 1,2,3,4.

Позиция 5

4. Нарезать резьбу, выдержав размеры 1,2.

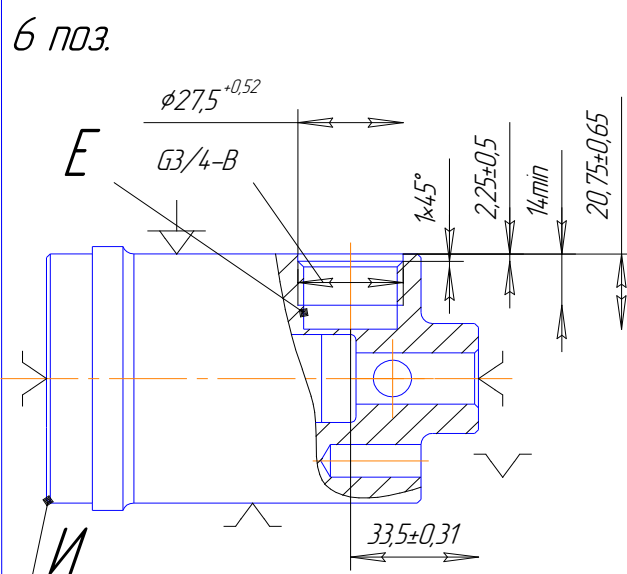
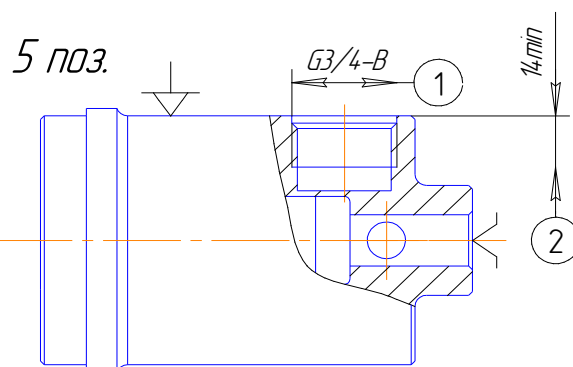
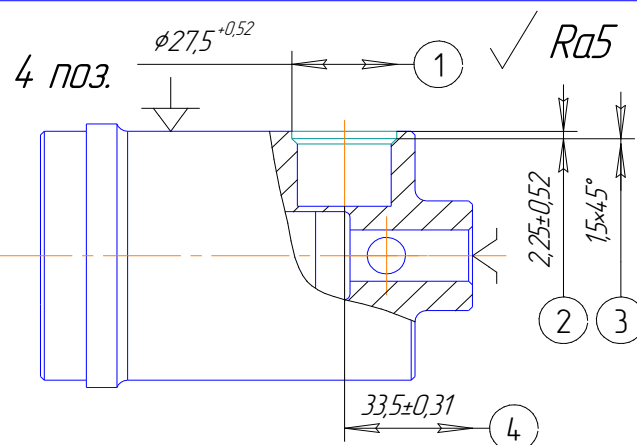
Позиция 6

5. Снять обработанную деталь, уложить в тару. Установить заготовку.
6. Контроль исполнителем и ОТК.



Наименование и содержание
операций, оборудование и
переходы

Операционный эскиз



Допускается смещение оси поверхности E
относительно оси паза II $\pm 4 \text{ мм}$.

Наименование и содержание операций, оборудование и переходы

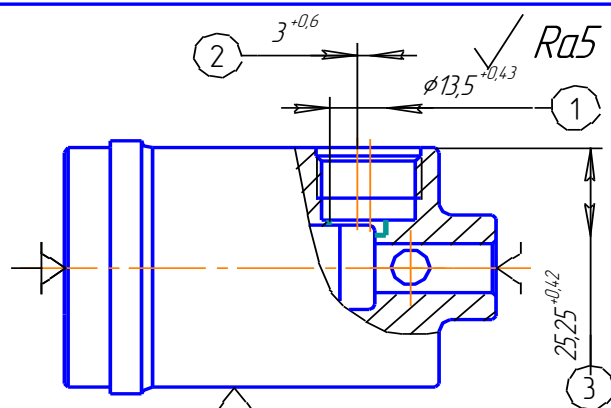
Операционный эскиз

16. Сверлильная

Оборудование: 2Н118

Переходы:

1. Установить деталь, закрепить.
2. Сверлить, выдержав размеры 1,2,3.
3. Открепить деталь, зачистить заусенцы на $\phi 24$, уложить в тару.
4. Контроль исполнителем и ОТК.

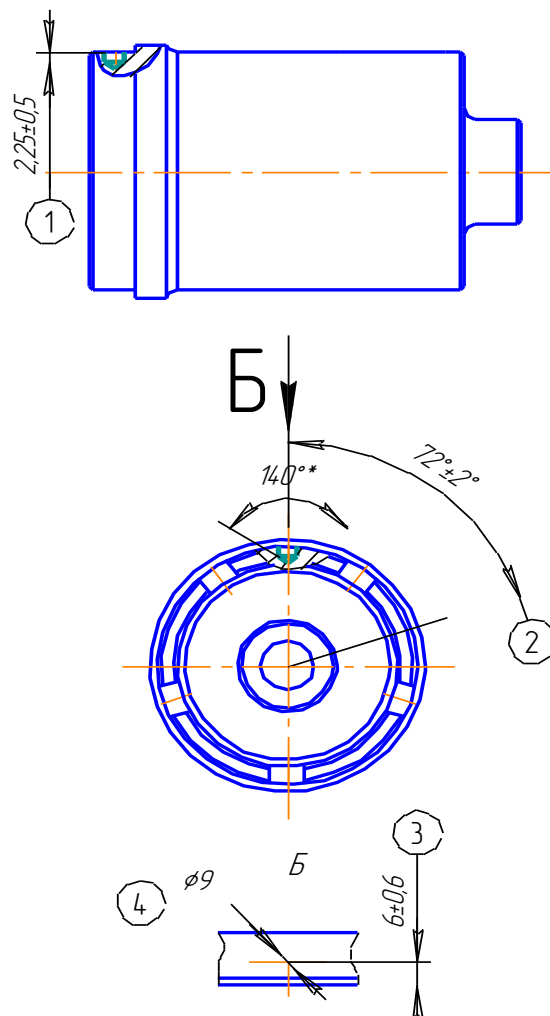


17. Сверлильная

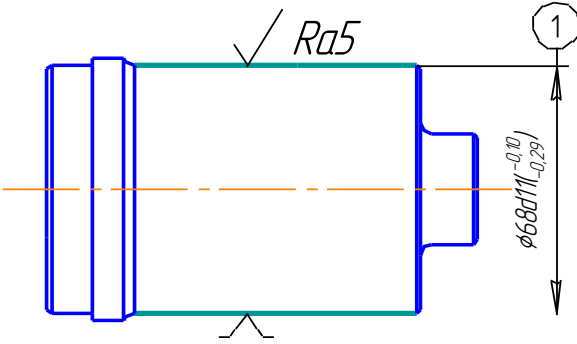
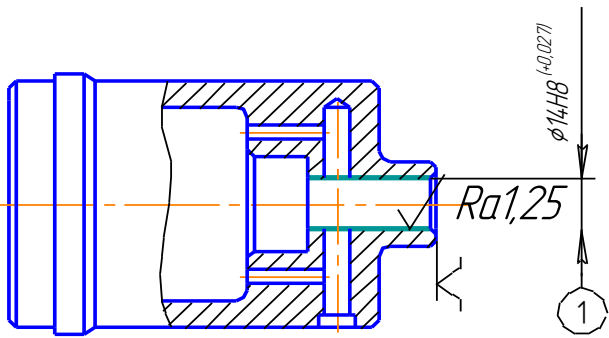
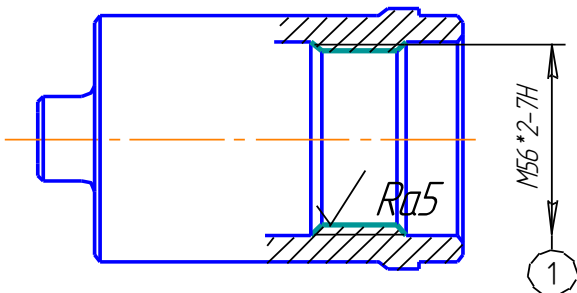
Оборудование: НС-12

Переходы:

1. Установить деталь в кондуктор, закрепить.
2. Сверлить углубление, выдержав размеры 1,2,3,4.
3. Снять деталь, уложить в тару.
4. Контроль исполнителем и ОТК.



* Размер обеспечивается инструментом

Наименование и содержание операций, оборудование и переходы	Операционный эскиз
18. Шлифовальная Оборудование: ЗЕ184В Переходы: 1. Установить деталь. 2. Шлифовать диаметр, выдержав размер 1. 3. Снять деталь, уложить в тару. 4. Контроль исполнителем и ОТК.	
19. Протяжная Оборудование: 7510 Переходы: 1. Установить деталь. 2. Смазать протяжку в ведре с маслом. 3. Протянуть отверстие под вентиль, выдержав размер 1. 4. Снять деталь уложить в тару. 5. Смыть стружку с протяжки в ведре с маслом. 6. Контроль исполнителем и ОТК.	
20. Токарно-револьверная Оборудование: 1336М Переходы: 1. Установить деталь, закрепить. 2. Калибровать резьбу, выдержав размер 1 (5% от партии). 3. Открепить деталь, уложить в тару. 4. Контроль исполнителем и ОТК.	

1.5 Расчет припусков и технологических размеров

Расчётная формула для определения величины минимального припуска на обработку наружных и внутренних поверхностей вращения определяется по формуле:

$$2 \cdot z_{i \min} = 2 \cdot (Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}), \quad (1)$$

где Rz_{i-1} – шероховатость поверхности на предшествующем переходе или операции, мкм;

h_{i-1} – толщина дефектного поверхностного слоя, полученного на предшествующем переходе или операции, мкм;

ρ_{i-1} – суммарное пространственное отклонение обрабатываемой поверхности, полученного на предшествующем переходе или операции, мкм;

ε_i – погрешность установки заготовки на выполняемом переходе, мкм.

1. Расчет припусков и технологических размеров поверхности $\varnothing 68$ мм.

Расчет припусков на обработку производим по выше указанной форм. () и сводим их в табл.

Таблица 1

Расчет припусков на обработку поверхности $\varnothing 68$ мм.

Переходы обработки поверхности поверхности $\varnothing 68$ мм	Элементы минимального припуска, мкм				Минимальный припуск $2 \cdot z_{\min}$, мкм
	Rz	h	ρ	ε	
Заготовка	150	200	49,7		
Точение:					
черновое	50	50	2,982	120	960
чистовое	30	30	1,988	6	213
Шлифование	5	15		20	160

Определяем качество поверхности различных видов заготовок по табл.4.3[1, стр.63]:

Штампованные заготовки массой 0,25-2,5 кг:

$R_z = 150 \text{ мкм}$;

$T = 200 \text{ мкм}$.

Определяем удельную кривизну заготовок Δ_K по табл.4.8[1, стр.71]:

$\Delta_K = 0,7 \text{ мкм/мм}$ для $d=50-75 \text{ мм}$;

$\rho_{i-1} = \Delta_K * D = 0,7 * 71 = 49,7 \text{ мкм}$.

Шероховатость поверхности и толщину дефектного поверхностного слоя после механической обработки определяем по табл. 4.5 [1,стр.64]:

черновое точение: $R_z = 50 \text{ мкм}$, $h = 50 \text{ мкм}$;

чистовое точение: $R_z = 30 \text{ мкм}$, $h = 30 \text{ мкм}$;

шлифование: $R_z = 5 \text{ мкм}$, $h = 15 \text{ мкм}$.

Остаточное суммарное пространственное отклонение поверхности после механической обработки определяется по эмпирической зависимости [1,стр.73]:

черновое точение: $\rho = 0,06 * \rho_{заг} = 0,06 * 49,7 = 2,982 \text{ мкм}$;

чистовое точение: $\rho = 0,04 * \rho_{заг} = 0,04 * 49,7 = 1,988 \text{ мкм}$.

Погрешность установки : $\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_z^2}$,

где ε_{δ} - погрешность базирования;

ε_z - погрешность закрепления.

При закреплении в трёх кулачковом патроне : $\varepsilon_{\delta} = 0$.

Погрешность закрепления определяем по табл. 37 [1,стр.79]:

- для чернового точения: $\varepsilon = 120 \text{ мкм}$;

-для чистового точения: $\varepsilon = 0,05 * 120 = 6 \text{ мкм}$, так как чистовое растачивание выполняется за один установ с черновым;

-для шлифования: $\varepsilon = 20 \text{ мкм}$.

Определяем минимальный припуск на черновое точение:

$$2 * z_{\min} = 2 * (R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_y^2}) = 2 * (150 + 200 + \sqrt{49,7^2 + 120^2}) = 960 \text{ мкм}.$$

Минимальный припуск на чистовое точение :

$$2 * z_{1 \min} = 2 * (R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_y^2}) = 2 * (50 + 50 + \sqrt{2,982^2 + 6^2}) = 213 \text{ мкм}.$$

Минимальный припуск на шлифование :

$$2 * z_{2 \min} = 2 * (R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_y^2}) = 2 * (30 + 30 + \sqrt{1,988^2 + 20^2}) = 160 \text{ мкм}.$$

Размерная схема обработки для определения технологических размеров.

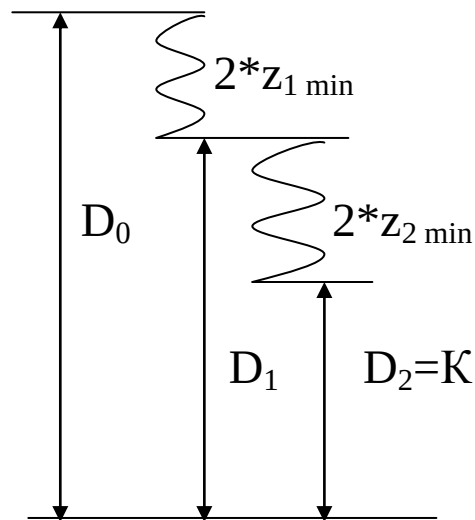


Рис.1 . Размерная схема обработки поверхности $\varnothing 68 \text{ мм}$.

Из размерной схемы найдем размер D_1 :

$$D_2 = 68_{-0,29}^{-0,10} \text{ мм.}$$

$$2 \cdot z_{2 \min} = D_{1 \min} - D_{2 \max}$$

Отсюда :

$$D_{1 \min} = 2z_{2 \min} + D_{2 \max} = 0,16 + 67,9 = 68,06 \text{ мм;}$$

$$D_{1 \max} = D_{1 \min} + T D_1 = 68,06 + 0,25 = 68,31 \text{ мм;}$$

$$D_1 = D_{1 \max} - BOD_2 = 68,31 - 0 = 68,31 \text{ мм.}$$

Окончательно принимаем : $D_1 = 68,3_{-0,25} \text{ мм.}$

$$2z_2 = D_1 - D_2 = 68,3_{-0,25} - 68_{-0,29}^{-0,10} = 0,3_{-0,35}^{+0,29} \text{ мм;}$$

$$2z_{2 \max} = 0,59 \text{ мм;}$$

Далее определяем величину D_0 :

$$2 \cdot z_{1 \min} = D_{0 \min} - D_{1 \max}$$

Отсюда :

$$D_{0.\min} = 2z_{1\min} + D_{1.\max} = 0,213 + 68,3 = 68,513 \text{ мм};$$

$$D_{0.\max} = D_{0.\min} + T D_0 = 68,513 + 0,74 = 69,253 \text{ мм};$$

$$D_0 = D_{0.\max} - BOD_1 = 69,253 \text{ мм}.$$

Окончательно принимаем : : $D_0 = 69_{-0,74} \text{ мм}.$

$$2z_1 = D_0 - D_1 = 69_{-0,74} - 68,3_{-0,25} = 0,7_{-0,74}^{+0,25} \text{ мм};$$

$$2z_{1\max} = 0,95 \text{ мм};$$

2. Расчет припусков и технологических размеров в осевом направлении

Расчет минимальных припусков в осевом направлении осуществляем по следующей формуле :

$$z_{i\min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i \quad (2)$$

где Rz_{i-1} – шероховатость поверхности на предшествующем переходе или операции, мкм ;

h_{i-1} – толщина дефектного слоя, полученного на предшествующем переходе или операции, мкм ;

ρ_{i-1} – суммарное пространственное отклонение обрабатываемой поверхности, полученное на предшествующем переходе или операции, мкм.

ε_i - погрешность установки заготовки на выполняемом переходе, мкм.

Размерная схема обработки детали в осевом направлении представлена на формате А1.

Размерные цепи, в которых замыкающими звеньями являются конструкторские размеры:

1) Размер K_1 :

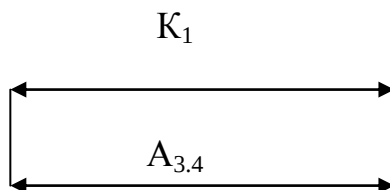


Рис.2 . Размерная схема для K_1

$$K_1 = A_{3.4} = 113 \pm 0,5 \text{ мм.}$$

2) Размер K_2 :

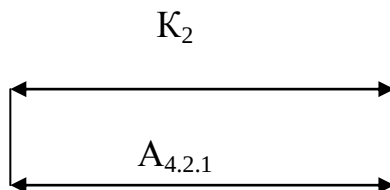


Рис.3 . Размерная схема для K_2

$$K_2 = A_{4.2.1} = 63 \pm 0,37 \text{ мм.}$$

3) Размер K_3 :

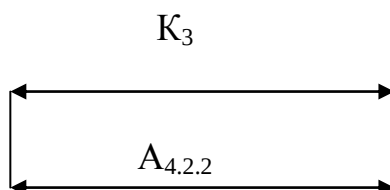


Рис.4 . Размерная схема для K_3

$$K_3 = A_{4.2.2} = 36 \pm 1,25 \text{ мм.}$$

4) Размер K_4 :

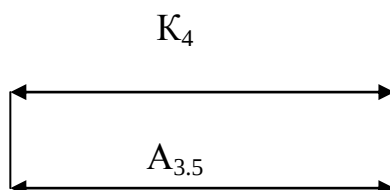


Рис.5 . Размерная схема для K_4

$$K_4 = A_{3.5} = 20 \pm 0,65 \text{ мм.}$$

5) Размер K_5 :

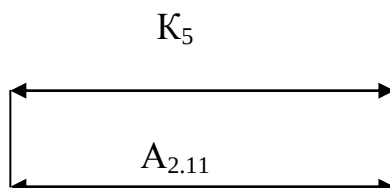


Рис.6 . Размерная схема для K_5

$$K_5 = A_{2.11} = 13 \pm 0,55 \text{ мм.}$$

6) Размер K_6 :

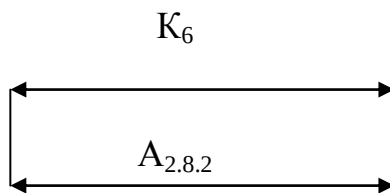


Рис.7 . Размерная схема для K_6

$$K_6 = A_{2.8.2} = 12 \pm 0,55 \text{ мм.}$$

7) Размер K_7 :

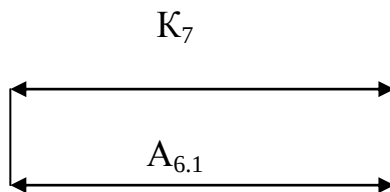


Рис.8 . Размерная схема для K_7

$$K_7 = A_{6.1} = 10 \pm 0,75 \text{ мм.}$$

8) Размер K_8 :

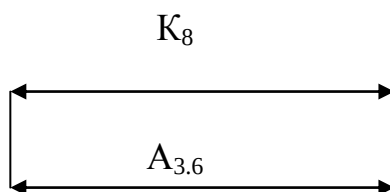


Рис.9 . Размерная схема для K_8

$$K_8 = A_{3.6} = 15 \pm 0,55 \text{ мм.}$$

9) Размер K_9 :

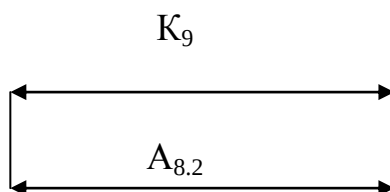


Рис.10 . Размерная схема для K_9

$$K_9 = A_{8.2} = 28 \pm 0,65 \text{ мм.}$$

10) Размер K_{10} :

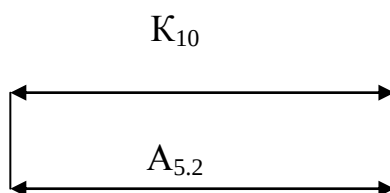


Рис.11 . Размерная схема для K_{10}

$$K_{10} = A_{5.2} = 32 \pm 0,31 \text{ мм.}$$

11) Размер K_{11} :

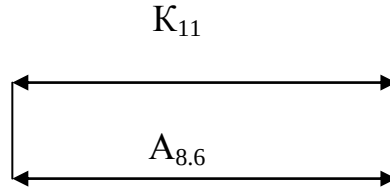


Рис.12 . Размерная схема для K_{11}

$$K_{11} = A_{8,6} = 22,5 \pm 0,42 \text{ мм.}$$

Все конструкторские размеры выдерживаются непосредственно.

Определим припуски:

$$1) z_{2,1} = A_{0,4} - A_{2,1} = 122^{+3}_{-1,5} - 120^{+0,435}_{-0,435} = 2^{+3,435}_{-1,935} \text{ мм.}$$

$$2) z_{2,2} = A_{2,1} + A_{0,2} - A_{2,1} = 60 \pm 0,37 + 55^{+2,2}_{-1,2} - 120 \pm 0,435 = 5^{+3,005}_{-2,005} \text{ мм.}$$

$$3) z_{2,6} = A_{2,1} - A_{2,6} = 120 \pm 0,435 + 117 \pm 0,435 = 3 \pm 0,87 \text{ мм.}$$

$$4) z_{2,7} = A_{2,7} + A_{2,1} - A_{2,6} - A_{2,2} = 60 \pm 0,37 + 120 \pm 0,435 - 117 \pm 0,435 - 60 \pm 0,37 = 6,5 \pm 1,61 \text{ мм.}$$

$$5) z_{2,8,1} = A_{2,6} - A_{2,8,1} = 117 \pm 0,435 - 115 \pm 0,435 = 2 \pm 0,87 \text{ мм.}$$

$$6) z_{2,9} = A_{2,9} + A_{2,6} - A_{2,8,1} - A_{2,7} = 62,5 \pm 0,37 + 117 \pm 0,435 - 115 \pm 0,435 - 63,5 \pm 0,37 = 1 \pm 1,61 \text{ мм.}$$

$$7) z_{3,1} = A_{3,1} - A_{0,1} = 14 \pm 0,55 - 13^{+0,9}_{-0,5} = 1^{+1,05}_{-1,45} \text{ мм.}$$

$$8) z_{3,4} = A_{2,8,1} - A_{3,4} = 115 \pm 0,435 - 113 \pm 0,435 = 2 \pm 0,87 \text{ мм.}$$

$$9) z_{3,5} = A_{0,3} + A_{2,8,1} - A_{0,4} - A_{3,5} = 28^{+2,1}_{-1,8} + 115 \pm 0,435 - 122 \pm 0,435 - 20 \pm 0,65 = 1^{+3,62}_{-3,32} \text{ мм.}$$

$$10) z_{3,6} = A_{2,8,1} + A_{3,6} - A_{3,1} - A_{3,4} = 115 \pm 0,435 + 15 \pm 0,55 - 113 \pm 0,5 - 14 \pm 0,55 = 3 \pm 1,97 \text{ мм.}$$

$$11) z_{4,2,1} = A_{4,2,1} - A_{2,9} = 63 \pm 0,37 - 62,5 \pm 0,37 = 0,5 \pm 0,74 \text{ мм.}$$

$$12) z_{5,1} = A_{5,1} + A_{2,1} - A_{2,8,1} - A_{2,4} = 81 \pm 0,435 + 120 \pm 0,435 - 115 \pm 0,435 - 80 \pm 0,37 = 6 \pm 1,675 \text{ мм.}$$

$$13) z_{5,2} = A_{3,4} - A_{5,2} - A_{5,1} = 113 \pm 0,5 - 32 \pm 0,31 - 81 \pm 0,435 = 0 \pm 1,18 \text{ мм.}$$

Произведём расчет припусков в осевом направлении по вышеуказанной формуле:

Таблица 2

Переходы обработки	Элементы минимального припуска, мкм			Минимальный припуск $Z_{\min}$, МКМ
	Rz	T	ρ	
Заготовка	150	200	49,7	
Подрезка: начерно	50	50	2,982	800
начисто	30	30	1,988	500

Шероховатость поверхности и толщину дефектного поверхностного слоя заготовки определяем по табл. 4.3 [1,стр.63]:

$Rz = 150$ мкм;

$T = 200$ мкм.

Шероховатость поверхности и толщину дефектного поверхностного слоя после механической обработки определяем по табл. 4.5 [1,стр.64]:

черновая подрезка: $Rz = 50$ мкм, $T = 50$ мкм;

чистовая подрезка: $Rz = 30$ мкм, $T = 30$ мкм;

Суммарное пространственное отклонение торца заготовки возникает только из-за коробления (табл. 4.7 [1,стр.68]), , которое определяется следующим образом:

$$\rho = \Delta_k * 2R = 0,7 * 71 = 49,7 \text{ мкм.}$$

где Δ_k - удельная кривизна заготовок (по табл. 4.8 [1, стр.71]).

Остаточное суммарное пространственное отклонение торца после механической обработки определяем по рекомендациям [1,стр.74]:

после черновой подрезки:

$$\rho_{\text{ост}} = 0,06 * \rho_{\text{заг}} = 0,06 * 49,7 = 2,982 \text{ мкм.}$$

после чистовой подрезки:

$$\rho_{\text{ост}} = 0,04 * \rho_{\text{заг}} = 0,04 * 49,7 = 1,988 \text{ мкм.}$$

Погрешность установки : $\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2}$,

$$\varepsilon_y = 380 \text{ мкм.}$$

Минимальный припуск на подрезку, форм. (2):

-Черновую:

$$z_{1 \min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_y = 150 + 200 + 49,7 + 200 + 380 = 779,7 \text{ мкм ;}$$

$$\text{Принимаем } z_{1 \min} = 800 \text{ мкм;}$$

-Чистовую:

$$z_{2 \min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_y = 50 + 50 + 2,982 + 380 = 482,9 \text{ мкм ;}$$

$$\text{Принимаем } z_{2 \min} = 500 \text{ мкм}$$

Произведем расчет припусков и технологических размеров с учетом минимального припуска:

1) Находим технологический размер $A_{2.8.1}$:

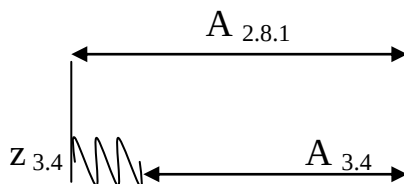


рис.13

Решение технологических размерных цепей проводим методом средних значений.

$$A_{2.8.1}^C = A_{3.4}^C + z_{3.4}^C = A_{3.4}^C + (z_{3.4 \min} + z_{3.4 \max})/2 = A_{3.4}^C + (z_{3.4 \min} + (z_{3.4 \min} + TA_{2.8.1} + TA_{3.4}))/2 = 113 + (0,5 + (0,5 + 0,87 + 0,87))/2 = 114,37 \text{ мм.}$$

$$\text{Принимаем: } A_{2.8.1} = 114,4 \pm 0,435 \text{ мм.}$$

$$Z_{3.4} = A_{2.8.1} - A_{3.4} = 114,4 \pm 0,435 - 113 \pm 0,435 = 1,4 \pm 0,87 \text{ мм;}$$

2) Находим технологический размер $A_{2.6}$:

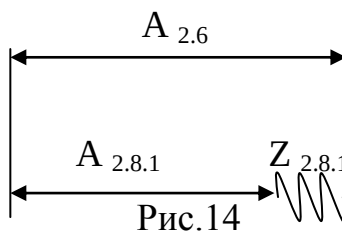


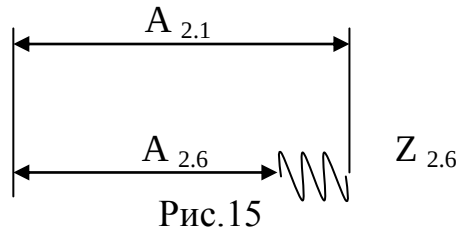
Рис.14

$$A_{2.6}^C = A_{2.8.1}^C + z_{2.8.1}^C = A_{2.8.1}^C + (z_{2.8.1 \min} + z_{2.8.1 \max})/2 = A_{2.8.1}^C + (z_{2.8.1 \min} + (z_{2.8.1 \min} + TA_{2.6} + TA_{2.8.1}))/2 = 114,4 + (0,5 + (0,5 + 0,87 + 0,87))/2 = 115,77 \text{ мм.}$$

Принимаем $A_{2.6} = 115,8 \pm 0,435 \text{ мм.}$

$$Z_{2.8.1} = A_{2.6} - A_{2.8.1} = 115,8 \pm 0,435 - 114,4 \pm 0,435 = 1,4 \pm 0,87 \text{ мм;}$$

3) Находим технологический размер $A_{2.1}$:

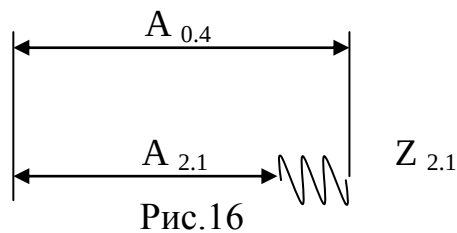


$$A_{2.1}^C = A_{2.6}^C + z_{2.6}^C = A_{2.6}^C + (z_{2.6 \min} + z_{2.6 \max})/2 = A_{2.6}^C + (z_{2.6 \min} + (z_{2.6 \min} + TA_{2.1} + TA_{2.6}))/2 = 115,8 + (0,8 + (0,8 + 0,87 + 0,87))/2 = 117,47 \text{ мм.}$$

Принимаем: $A_{2.1} = 117,5 \pm 0,435 \text{ мм.}$

$$Z_{2.6} = A_{2.1} - A_{2.6} = 117,5 \pm 0,435 - 115,8 \pm 0,435 = 1,7 \pm 0,87 \text{ мм;}$$

4) Находим технологический размер $A_{0.4}$:

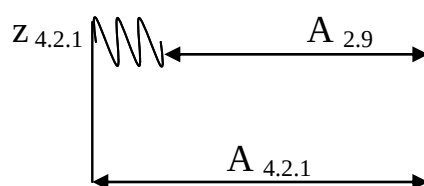


$$A_{0.4}^C = A_{2.1}^C + z_{2.1}^C = A_{2.1}^C + (z_{2.1 \min} + z_{2.1 \max})/2 = A_{2.1}^C + (z_{2.1 \min} + (z_{2.1 \min} + TA_{2.1} + TA_{0.4}))/2 = 117,5 + (0,8 + (0,8 + 0,87 + 4,5))/2 = 120,9 \text{ мм.}$$

Принимаем: $A_{0.4} = 120,2^{+3,0}_{-1,5} \text{ мм.}$

$$Z_{2.1} = A_{0.4} - A_{2.1} = 120,2^{+3,0}_{-1,5} - 117,5 \pm 0,435 = 2,7^{+3,435}_{-1,935} \text{ мм;}$$

5) Находим технологический размер $A_{2.9}$:



$$A_{2,9}^C = A_{4,2,1}^C - z_{4,2,1}^C = A_{4,2,1}^C - (z_{4,2,1 \min} + z_{4,2,1 \max}) / 2 = A_{4,2,1}^C - (z_{4,2,1 \min} + (z_{4,2,1 \min} + TA_{4,2,1} + TA_{2,9})) / 2 = 63 - (0,5 + (0,5 + 0,74 + 0,74)) / 2 = 61,76 \text{ мм.}$$

Принимаем: $A_{2,9} = 61,7 \pm 0,37 \text{ мм.}$

$$Z_{4,2,1} = A_{4,2,1} - A_{2,9} = 63 \pm 0,37 - 61,7 \pm 0,37 = 1,3 \pm 0,74 \text{ мм;}$$

6) Находим технологический размер $A_{2,7}$:

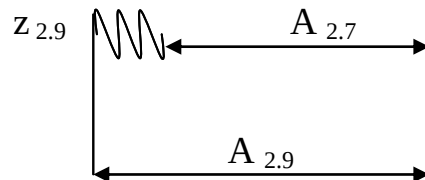


Рис.18

$$A_{2,7}^C = A_{2,9}^C - z_{2,9}^C = A_{2,9}^C - (z_{2,9 \min} + z_{2,9 \max}) / 2 = A_{2,9}^C - (z_{2,9 \min} + (z_{2,9 \min} + TA_{2,7} + TA_{2,9})) / 2 = 61,7 - (0,8 + (0,8 + 0,74 + 0,74)) / 2 = 60,16 \text{ мм.}$$

Принимаем: $A_{2,7} = 60,1 \pm 0,74 \text{ мм.}$

$$Z_{2,9} = A_{2,9} - A_{2,7} = 61,7 \pm 0,37 - 60,1 \pm 0,37 = 1,6 \pm 0,74 \text{ мм;}$$

7) Находим технологический размер $A_{2,2}$:

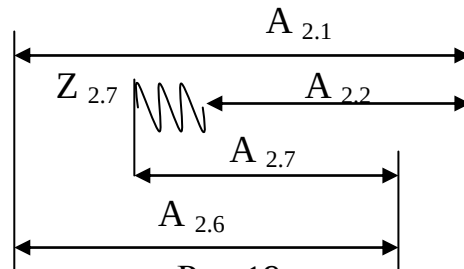


Рис.19

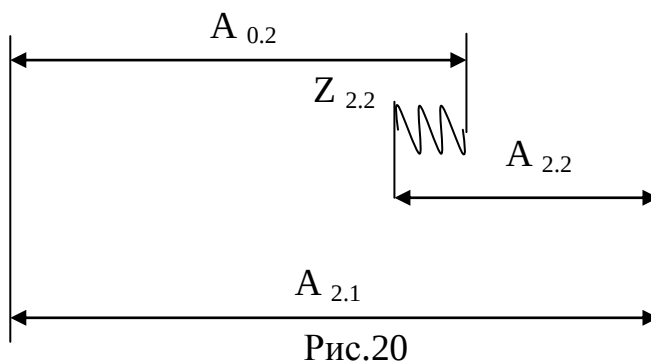
$$Z_{\min}^{2,7} = 0,8 \text{ мм;}$$

$$Z_{\max}^{2,7} = Z_{\min}^{2,7} + TA_{2,7} + TA_{2,1} + TA_{2,2} = 0,8 + 0,74 + 0,87 + 0,87 + 0,74 = 4,02 \text{ мм.}$$

$$A_{2,2}^C = A_{2,7}^C + A_{2,1}^C - A_{2,6}^C - z_{2,7}^C = 60,1 + 117,5 - 115,8 - 2,41 = 59,39 \text{ мм.}$$

Принимаем: $A_{2,2} = 59,3 \pm 0,37 \text{ мм.}$

8) Находим технологический размер $A_{0.2}$:



$$Z_{\min}^{2.2} = 0,8 \text{ мм};$$

$$Z_{\max}^{2.2} = Z_{\min}^{2.2} + TA_{0.2} + TA_{2.2} + TA_{2.1} = 0,8 + 3,4 + 0,74 + 0,87 = 5,81 \text{ мм}.$$

$$A_{0.2}^C = A_{2.1}^C - A_{2.2}^C - Z_{2.2}^C = 117,5 - 59,3 - 3,305 = 54,9 \text{ мм}.$$

Принимаем: $A_{0.2} = 54,3^{+2,2}_{-1,2} \text{ мм}.$

9) Находим технологический размер $A_{5.1}$:

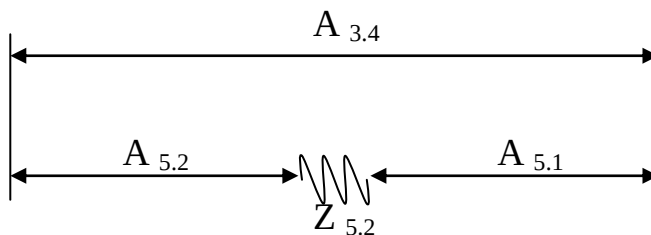


Рис.21

$$Z_{\min}^{5.2} = 0,5 \text{ мм};$$

$$Z_{\max}^{5.2} = Z_{\min}^{5.2} + TA_{3.4} + TA_{5.2} + TA_{5.1} = 0,5 + 0,87 + 0,62 + 0,87 = 2,86 \text{ мм}.$$

$$A_{5.1}^C = A_{3.4}^C - A_{5.2}^C - Z_{5.2}^C = 113 - 32 - 1,68 = 79,32 \text{ мм}.$$

Принимаем: $A_{5.1} = 79,3 \pm 0,435 \text{ мм}.$

10) Находим технологический размер $A_{2.4}$:

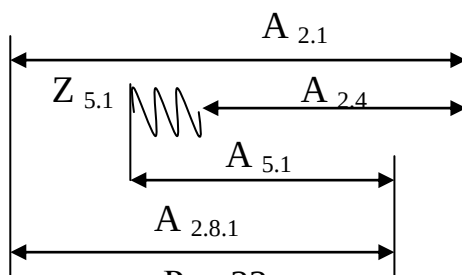


Рис.22

$$Z_{\min}^{5.1} = 0,8 \text{ мм};$$

$$Z_{\max}^{5.1} = Z_{\min}^{5.1} + TA_{2.1} + TA_{2.4} + TA_{2.8.1} = 0,8 + 0,87 + 0,74 + 0,87 + 0,87 = 4,15 \text{ мм}.$$

$$A_{2.4}^C = A_{2.1}^C + A_{5.1}^C - A_{2.8.1}^C - z_{5.1}^C = 117,5 + 79,3 - 114,4 - 2,475 = 79,925 \text{ мм}.$$

Принимаем: $A_{2.4} = 80 \pm 0,37 \text{ мм}.$

11) Находим технологический размер $A_{3.1}$:

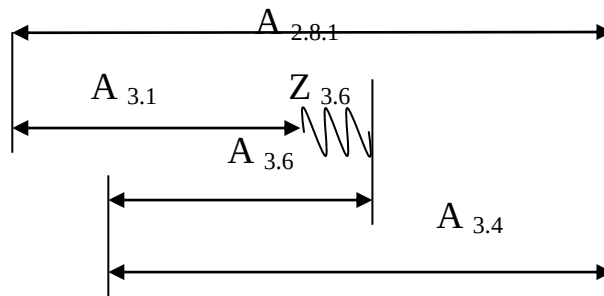


Рис.23

$$Z_{\min}^{3.6} = 0,5 \text{ мм};$$

$$Z_{\max}^{3.6} = Z_{\min}^{3.6} + TA_{2.8.1} + TA_{3.1} + TA_{3.6} + TA_{3.4} = 0,5 + 0,87 + 1,1 + 1,1 + 0,87 = 4,44 \text{ мм}.$$

$$A_{3.1}^C = A_{2.8.1}^C + A_{3.6}^C - A_{3.4}^C - z_{3.6}^C = 114,4 + 15 + 113 + 2,47 = 13,9 \text{ мм}.$$

Принимаем: $A_{3.1} = 13,9 \pm 0,55 \text{ мм}.$

12) Находим технологический размер $A_{0.1}$:

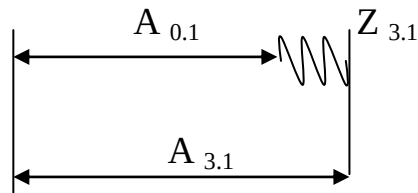


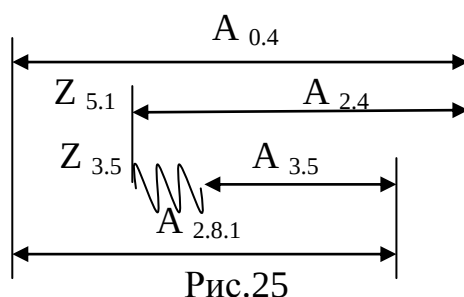
Рис.24

$$A_{0.1}^C = A_{3.1}^C - z_{3.1}^C = A_{3.1}^C - (z_{3.1 \min} + z_{3.1 \max})/2 = A_{3.1}^C - (z_{3.1 \min} + (z_{3.1 \min} + TA_{3.1} + TA_{0.1}))/2 = 13,9 - (0,8 + (0,8 + 1,1 + 1,4))/2 = 11,85 \text{ мм}.$$

Принимаем: $A_{0.1} = 11,6_{-0,5}^{+0,9} \text{ мм}.$

$$Z_{3.1} = A_{3.1} - A_{0.1} = 13,9 \pm 0,55 - 11,6_{-0,5}^{+0,9} = 2,3_{-1,45}^{+1,05} \text{ мм};$$

13) Находим технологический размер $A_{0.3}$:



$$Z_{\min}^{3.5} = 0,5 \text{ мм};$$

$$Z_{\max}^{3.5} = Z_{\min}^{3.5} + TA_{0.4} + TA_{0.3} + TA_{2.8.1} + TA_{3.5} = 0,5 + 4,5 + 3,9 + 1,3 + 0,87 = 11,07 \text{ мм}.$$

$$A_{0.3}^C = A_{3.5}^C + A_{0.4}^C + Z_{3.5}^C - A_{2.8.1}^C = 20 + 120,9 + 5,785 - 114,4 = 32,3 \text{ мм}.$$

$$\text{Принимаем: } A_{0.3} = 32,1_{-1,8}^{+2,1} \text{ мм}.$$

1.6 Расчет режимов резания

При назначении элементов режимов резания учитывают характер обработки, тип и размеры инструмента, материал его режущей части, материал и состояние заготовки, тип и состояние оборудования. Элементы режима резания обычно указываются в следующем порядке:

1. Глубина резания (t) - расстояние между, обработанной и обрабатываемой поверхностями, измеренное по нормали. При черновой обработке назначают по возможности максимальную глубину резания, равную припуску на обработку или большей его части. При чистовой обработке глубину назначают в зависимости от требуемой точности размеров и шероховатости поверхности. Так же глубина зависит от стойкости инструмента.

2. Подача (S) – путь, пройденный резцом за один оборот детали (мм/об). Различают подачу на оборот (S_o [мм/об]), минутную подачу (S_m [мм/мин]) и подачу на зуб (S_z [мм/зуб]).

$$S_m = S_o \cdot n = S_z \cdot Z \cdot n$$

При черновой обработке назначают максимально возможную подачу исходя из жесткости и прочности системы СПИД, мощности привода станка и т.д. При чистовой обработке в зависимости от требуемой степени точности и шероховатости обрабатываемой поверхности.

3. Скорость резания (V) - окружная скорость главного движения резания:

$$V = C_v / T^m \cdot S^x \cdot Y$$

C_v - коэффициент зависящий от марки обрабатываемого материала

X, Y - коэффициенты зависящие от обрабатываемого материала и условий обработки

T - стойкость инструмента

m - показатель относительной стойкости инструмента зависящий от вида и материала инструмента

4. Стойкость инструмента (T) - период работы инструмента между двумя соседними переточками .

5. Силы резания (P) - рассматривают обычно главную составляющую (т.к. $P_x < P_y < P_z$) определяющую расходуемую на резание мощность и крутящий момент на шпинделе станка .

$$P_y / P_z = 0.4 - 0.5 \quad P_x / P_z = 0.3 - 0.4$$

6. Число оборотов (n)

$$n = 1000 \cdot V / \pi \cdot D$$

D - диаметр заготовки ,мм

V - скорость резания ,мм/мин

7. Мощность резания (N)

$$N = P_z \cdot V / (1000 \cdot 60)$$

Расчет режимов резания по эмпирическим зависимостям проводим для одного перехода автоматно-токарной, агрегатной, шлифовальной, протяжной операций.

Автоматно-токарная операция.

Подрезать торец.

1. Глубина резания: $t_{2,1} = z_{2,1}^C = 3,45$ мм.

2. Поперечная подача по табл. 11 [2, Т.2, стр.266] для данной глубины резания 0,5-0,9 мм/об, но с учётом имеющихся подач на станке принимаем:

$$S_{1,1} = 0,5 \text{ мм/об.}$$

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_V}{T^m \times t^x \times S^y} \times K_V,$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T=60$ мин.

Значения коэффициентов: $C_V = 350$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,35$ – определены по табл. 17 [2, Т.2, стр.269].

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} * K_{ПВ} * K_{ИВ},$$

где K_{MV} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{ПВ}$ – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{ИВ}$ – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

Коэффициенты определяем по табл. 1,5,6 [2, Т.2, стр.261]:

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

Значение коэффициента K_{Γ} и показатель степени n_V для материала инструмента из твердого сплава при обработке заготовки из Стали 40Х берём из табл. 2 [2, Т.2, стр.262]:

$$K_{\Gamma} = 1,1, \quad n_V = 1,0;$$

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V} = 1,1 * \left(\frac{750}{1000} \right)^1 = 0,825,$$

$$K_{MV} = 0,825;$$

$$K_{ПВ} = 0,8;$$

$$K_{ИВ} = 1.$$

Тогда:

$$K_V = K_{МВ} * K_{ПВ} * K_{ИВ} = 0,825 * 0,8 * 1 = 0,66.$$

Определяем скорость резания, форм. (6):

$$V = \frac{C_V}{T^m \times t^x \times S^y} \times K_V = \frac{350}{60^{0,2} \times 3,45^{0,15} \times 0,5^{0,35}} \times 0,66 = 107 \text{ м/мин.}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 * V / (\pi * d) = 1000 * 107 / (3,14 * 70) = 486 \text{ об/мин.}$$

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

$$n_{\phi} = 500 \text{ об/мин.}$$

6. Фактическая скорость резания:

$$V = \pi * d * n_{\phi} / 1000 = 3,14 * 70 * 500 / 1000 = 109,9 \text{ м/мин.}$$

7. Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10 * C_p * t^x * S^y * V^n * K_p,$$

Значения коэффициентов определяем по табл. 22 [2, Т.2, стр. 273]:

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

Глубину резания в формуле берём max:

$$T_{2,1} = z_{2,1 \text{ max}} = 6,135 \text{ мм.}$$

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{MP} * K_{\phi P} * K_{\gamma P} * K_{\lambda P} * K_{r P},$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания.

Определяем их по табл. 9,23 [2, Т.2, стр.264]:

$$K_{MP} = 0,95; K_{\phi P} = 0,94; K_{\gamma P} = 1,0; K_{\lambda P} = 1,0; K_{r P} = 0,93.$$

$$K_p = K_{MP} * K_{\phi P} * K_{\gamma P} * K_{\lambda P} * K_{r P} = 0,95 * 0,94 * 1,0 * 1,0 * 0,93 = 0,83.$$

Главная составляющая силы резания, форм. :

$$P_z = 10 * C_p * t^x * S^y * V^n * K_p = 10 * 300 * 3,1^1 * 0,5^{0,75} * 109,9^{-0,15} * 0,83 = 2267 \text{ Н.}$$

8. Мощность резания:

$$N = P_z * V / (1000 * 60) = 2267 * 109,9 / (1000 * 60) = 4,15 \text{ кВт.}$$

9. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = N / \eta = 4,15 / 0,85 = 4,8 \text{ кВт.}$$

Мощность привода главного движения станка 30 кВт, так как требуемая мощность меньше данного значения, то при данной скорости $V = 109,9$ м/мин, мощность электродвигателя станка достаточна для выполнения перехода.

Агрегатная операция:

1. Глубина резания: $t = 0,5 * D = 0,5 * 10 = 5$ мм.

2. Подача по табл. 25 [2, Т.2, стр.277] : 0,25-0,28 мм/об, но с учётом имеющихся подач на станке принимаем:

$$S_0 = 0,25 \text{ мм/об.}$$

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v \times D^q}{T^m \times S^y} \times K_v,$$

Период стойкости инструмента принимаем по табл. 30 [2, Т.2, стр.279]:

$T = 25$ мин. (материал режущей части инструмента – быстрорежущая сталь)

Значения коэффициентов определяем по табл. 28 [2, Т.2, стр.278]:

$$C_v = 9,8; q = 0,4; m = 0,2; y = 0,5$$

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} * K_{IV} * K_{IIV},$$

где K_{IV} - коэффициент, учитывающий глубину сверления;

K_{MV} - коэффициент на обрабатываемый материал;

K_{IIV} - коэффициент на инструментальный материал.

Коэффициенты K_{MV} , K_{IIV} определены выше:

$$K_{MV} = 0,825; K_{IIV} = 1.$$

По табл. 31 [2, Т.2, стр.280] определяем K_{IV} :

$$K_{IV} = 1,0.$$

Коэффициент K_v :

$$K_V = K_{MV} * K_{IV} * K_{IV} = 0,825 * 1 * 1 = 0,825.$$

Определяем скорость резания, форм. :

$$V = \frac{C_V \times D^q}{T^m \times S^y} \times K_V = \frac{9,8 \times 10^{0,4}}{25^{0,2} \times 0,25^{0,5}} \times 0,825 = 21,4 \text{ м/мин.}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 * V / (\pi * D) = 1000 * 21,4 / (3,14 * 10) = 681,5 \text{ об/мин.}$$

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

$$n_{\phi} = 700 \text{ об/мин.}$$

6. Фактическая скорость резания:

$$V = \pi * D * n_{\phi} / 1000 = 3,14 * 10 * 700 / 1000 = 21,98 \text{ м/мин.}$$

7. Определяем крутящий момент по формуле:

$$M_{кр} = 10 * C_M * D^q * S^y * K_p,$$

Значения коэффициентов принимаем по табл. 32 [2, Т.2, стр.281]:

$$C_M = 0,0345; q = 2,0; y = 0,8$$

Коэффициент K_p , учитывающий фактические условия обработки, в данном случае зависит только от материала обрабатываемой заготовки:

$$K_p = K_{MP} = 0,95,$$

где K_{MP} принимаем из табл. 9 [2, Т.2, стр.264].

Определяем крутящий момент, форм. :

$$M_{кр} = 10 * C_M * D^q * S^y * K_p = 10 * 0,0345 * 10^2 * 0,25^{0,8} * 0,95 = 10,8 \text{ Н*м.}$$

8. Определяем осевую силу по формуле:

$$P_o = 10 * C_p * D^q * S^y * K_p,$$

Значения коэффициентов принимаем по табл. 32 [2, Т.2, стр.281]:

$$C_p = 68; q = 1; y = 0,7$$

Осевая сила:

$$P_o = 10 * C_p * D^q * S^y * K_p = 10 * 68 * 10^1 * 0,25^{0,7} * 0,95 = 2448,34 \text{ Н.}$$

9. Мощность резания:

$$N = M_{кр} * n_{\phi} / 9750 = 10,8 * 700 / 9750 = 0,77 \text{ кВт.}$$

10. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = N/\eta = 0,77/0,85 = 0,9 \text{ кВт.}$$

Мощность электродвигателя станка 3ХА-12002 достаточна для выполнения операции.

Для определения режимов резания всех остальных переходов и операций используем табличные данные [3], и значения заносим в операционную карту.

1.7 Расчет норм времени

Расчет основного времени.

Операция 005 – отрезная:

$$t_0 = L_{п.х.} * i / (n * S), \text{ мин}$$

где $L_{п.х.} = l_p + y + y_1$,

$$l_p = D/2$$

где y - величина врезания и подхода инструмента для отрезного резца.

$$y = (0,5 - 2,0) \text{ мм}$$

y_1 - перебег резца, $y_1 = 0,5 - 2,0 \text{ мм.}$

$$L_{п.х.} = l_p + y + y_1 = 56/2 + (0,5 - 2,0) + (0,5 - 2,0) = 28 + 2 + 2 = 32 \text{ мм.}$$

$$t_0 = L_{п.х.} * i / (n * S) = 32 * 1 / 115,2 = 0,27 \text{ мин.}$$

Операция 020 – автоматически-токарная:

переход 1:

$$t_0 = L_{п.х.} * i / (n * S)$$

где $L_{п.х.} = l_p + y + y_1$,

$$l_p = D - d / 2$$

Т.к. $\varphi = 90^\circ$, то $y = (0,5 - 2) \text{ мм; } y_1 = (0,5 - 2) \text{ мм.}$

$$l_p = D - d / 2 = 74 - 50 / 2 = 12 \text{ мм.}$$

$$L_{п.х.} = l_p + y + y_1 = 12 + 1 + 1 = 14 \text{ мм.}$$

$$t_0 = L_{п.х.} * i / (n * S) = 14 * 1 / 500 * 0,5 = 0,056 \text{ мин.}$$

переход 2:

$$t_0 = L_{p.x.} * i / (n * S)$$

$$L_{p.x.} = l_p + (0,5 - 2) \text{ мм} = 59,3 + 1 = 60,3 \text{ мм.}$$

$$t_0 = L_{p.x.} * i / (n * S) = 60,3 * 1 / 500 * 0,15 = 0,8 \text{ мин.}$$

переход 3:

$$t_0 = L_{p.x.} * i / (n * S)$$

$$L_{p.x.} = l_p + (0,5 - 2) \text{ мм} = 15 + 1 = 16 \text{ мм.}$$

$$t_0 = L_{p.x.} * i / (n * S) = 16 * 1 / 500 * 0,5 = 0,064 \text{ мин.}$$

переход 4:

$$t_0 = L_{p.x.} * i / (n * S)$$

где $L_{p.x.} = l_p + y$,

$$y = D/2 \operatorname{tg} \varphi + (0,5 - 2) \text{ мм.}$$

При $2\varphi = 116^\circ - 118^\circ$:

$$y = 0,3 * D + (0,5 - 2) \text{ мм} = 0,3 * 22 + 1 = 7,6 \text{ мм.}$$

$$L_{p.x.} = l_p + y = 20 + 7,6 = 27,6 \text{ мм.}$$

$$t_0 = L_{p.x.} * i / (n * S) = 27,6 * 1 / 500 * 0,4 = 0,138 \text{ мин.}$$

переход 5:

$$L_{p.x.} = l_p + (0,5 - 2) \text{ мм} = 15 + 1 = 16 \text{ мм.}$$

$$t_0 = L_{p.x.} * i / (n * S) = 16 * 1 / 500 * 0,5 = 0,064 \text{ мин.}$$

переход 6:

$$l_p = (D - d) / 2 = (68 - 52,7) / 2 = 7,65 \text{ мм;}$$

$$L_{p.x.} = l_p + y + y_1 = 7,65 + 1 + 1 = 9,65 \text{ мм.}$$

$$t_0 = L_{p.x.} * i / (n * S) = 9,65 * 1 / 500 * 0,5 = 0,4 \text{ мин.}$$

переход 7:

$$L_{p.x.} = l_p + (0,5 - 2) \text{ мм} = 60,1 + 1 = 61,1 \text{ мм.}$$

$$t_0 = L_{p.x.} * i / (n * S) = 61,1 * 1 / 500 * 0,15 = 0,81 \text{ мин.}$$

переход 8:

$$l_p = (D - d) / 2 = (68 - 53) / 2 = 7,5 \text{ мм};$$

$$L_{p.x.} = l_p + y + y_1 = 7,5 + 1 + 1 = 9,5 \text{ мм.}$$

$$t_0 = L_{p.x.} * i / (n * S) = 9,5 * 1 / 500 * 0,5 = 0,038 \text{ мин.}$$

переход 9:

$$L_{p.x.} = l_p + (0,5 - 2) \text{ мм} = 62,5 + 1 = 63,5 \text{ мм.}$$

$$t_0 = L_{p.x.} * i / (n * S) = 63,5 * 1 / 500 * 0,15 = 0,84 \text{ мин.}$$

переход 10:

$$L_{p.x.} = l_p + (0,5 - 2) \text{ мм} = 5 + 1 = 6 \text{ мм.}$$

$$t_0 = L_{p.x.} * i / (n * S) = 6 * 1 / 500 * 0,5 = 0,024 \text{ мин.}$$

переход 11:

$$L_{p.x.} = l_p + (0,5 - 2) \text{ мм} = 13 + 1 = 14 \text{ мм.}$$

$$t_0 = L_{p.x.} * i / (n * S) = 14 * 1 / 500 * 0,15 = 0,18 \text{ мин.}$$

переход 12:

$$L_{p.x.} = l + (0,1 - 1,0) \text{ мм} = 1 + 1 = 2 \text{ мм.}$$

где l – длина (ширина) фаски, мм

$$t_0 = L_{p.x.} * i / (n * S) = 2 * 1 / 500 * 0,5 = 0,008 \text{ мин.}$$

переход 13:

$$L_{p.x.} = l + (0,1 - 1,0) \text{ мм} = 1 + 1 = 2 \text{ мм.}$$

где l – длина (ширина) фаски, мм

$$t_0 = L_{p.x.} * i / (n * S) = 2 * 1 / 500 * 0,5 = 0,008 \text{ мин.}$$

Операция 025 – автоматно-токарная:

переход 1:

$$l_p = (D - d) / 2 = (71 - 34,5) / 2 = 18,25 \text{ мм};$$

$$L_{p.x.} = l_p + y + y_1 = 18,25 + 1 + 1 = 20,25 \text{ мм.}$$

$$t_0 = L_{p.x.} * i / (n * S) = 20,25 * 1 / 460 * 0,4 = 0,11 \text{ мин.}$$

переход 2:

$$L_{p.x.} = l_p + (0,5 - 2) \text{ мм} = 13,9 + 1 = 14,9 \text{ мм.}$$

$$t_0 = L_{p.x.} * i / (n * S) = 14,9 * 1 / 460 * 0,21 = 0,15 \text{ мин.}$$

переход 3:

$$t_0 = L_{p.x.} * i / (n * S)$$

где $L_{p.x.} = l_p + y$,

$$y = D/2 \operatorname{tg} \varphi + (0,5 - 2) \text{ мм} = 15/2 \operatorname{tg} 45 + 1 = 8,5 \text{ мм.}$$

$$L_{p.x.} = l_p + y = 8,5 + 7,5 = 16 \text{ мм.}$$

$$t_0 = L_{p.x.} * i / (n * S) = 16 * 1/460 * 0,21 = 0,16 \text{ мин.}$$

переход 4:

$$L_{p.x.} = l_p + (0,5 - 2) \text{ мм} = 17,25 + 1 = 18,25 \text{ мм.}$$

$$t_0 = L_{p.x.} * i / (n * S) = 18,25 * 1/460 * 0,4 = 0,1 \text{ мин.}$$

переход 5:

$$L_{p.x.} = l_p + (0,5 - 2) \text{ мм} = 79 + 1 = 80 \text{ мм.}$$

$$t_0 = L_{p.x.} * i / (n * S) = 80 * 1/460 * 0,21 = 0,82 \text{ мин.}$$

переход 6:

$$l_p = (D - d) / 2 = (69 - 34,5) / 2 = 17,25 \text{ мм.}$$

$$L_{p.x.} = l_p + y + y_1 = 17,25 + 1 + 1 = 19,25 \text{ мм.}$$

$$t_0 = L_{p.x.} * i / (n * S) = 19,25 * 1/460 * 0,4 = 0,1 \text{ мин.}$$

переход 7:

$$L_{p.x.} = l_p + (0,5 - 2) \text{ мм} = 15 + 1 = 16 \text{ мм.}$$

$$t_0 = L_{p.x.} * i / (n * S) = 16 * 1/460 * 0,21 = 0,16 \text{ мин.}$$

переход 8:

$$t_0 = L_{p.x.} * i / (n * S)$$

$$L_{p.x.} = l_p + y + y_1,$$

y – величина врезания, мм

$$y_1 = (1 - 3) \text{ мм.}$$

$$y = D/2 \operatorname{tg} \varphi$$

При $2\varphi = 116^\circ - 118^\circ$:

$$y = 0,3 * D = 0,3 * 13,2 = 3,96 \text{ мм.}$$

$$L_{p.x.} = l_p + y + y_1 = 34,4 + 3,96 + 1 = 39,36 \text{ мм.}$$

$$t_0 = L_{p.x.} * i / (n * S) = 39,36 * 1/460 * 0,21 = 0,4 \text{ мин.}$$

переход 9:

$$t_0 = L_{\text{р.х.}} \cdot i / (n \cdot S)$$

$$L_{\text{р.х.}} = l_p + y + y_1,$$

$$y = (D - d) / 2 \operatorname{tg} \varphi + (0,5 - 2,0) \text{ мм} = (13,4 - 13,2) / 2 \operatorname{tg} 45 + 1 = 1,1 \text{ мм.}$$

$$y_1 = (1 - 3) \text{ мм} - \text{для сквозных отверстий.}$$

$$L_{\text{р.х.}} = l_p + y + y_1 = 34,4 + 1 + 1,1 = 36,5 \text{ мм.}$$

$$t_0 = L_{\text{р.х.}} \cdot i / (n \cdot S) = 36,5 \cdot 1 / 460 \cdot 0,9 = 0,08 \text{ мин.}$$

переход 10:

$$L_{\text{р.х.}} = l_p + (0,5 - 2) \text{ мм} = 79 + 1 = 80 \text{ мм.}$$

$$t_0 = L_{\text{р.х.}} \cdot i / (n \cdot S) = 80 \cdot 1 / 460 \cdot 0,21 = 0,82 \text{ мин.}$$

переход 11:

$$L_{\text{р.х.}} = l + (0,1 - 1,0) \text{ мм} = 1,2 + 1 = 2,2 \text{ мм.}$$

где l – длина (ширина) фаски, мм

$$t_0 = L_{\text{р.х.}} \cdot i / (n \cdot S) = 1,2 \cdot 1 / 500 \cdot 0,5 = 0,012 \text{ мин.}$$

Операция 030 – токарная:

переход 1:

$$L_{\text{р.х.}} = l_p + (0,5 - 2) \text{ мм} = 27 + 1 = 28 \text{ мм.}$$

$$t_0 = L_{\text{р.х.}} \cdot i / (n \cdot S) = 28 \cdot 1 / 1000 \cdot 0,4 = 0,07 \text{ мин.}$$

переход 2:

$$t_0 = L + L_{\text{ВСП}} / n \cdot P = 23 + 5 / 24 \cdot 2 = 0,58 \text{ мин.};$$

Операция 035 – автоматически – токарная:

переход 1:

$$t_0 = L_{\text{р.х.}} \cdot i / (n \cdot S)$$

$$\text{где } L_{\text{р.х.}} = l_p + y,$$

$$y = D / 2 \operatorname{tg} \varphi + (0,5 - 2) \text{ мм.}$$

$$\text{При } 2 \varphi = 116^\circ - 118^\circ:$$

$$y = 0,3 \cdot D + (0,5 - 2) \text{ мм} = 0,3 \cdot 23 + 1 = 7,9 \text{ мм.}$$

$$L_{\text{р.х.}} = l_p + y = 18 + 7,9 = 25,9 \text{ мм.}$$

$$t_0 = L_{\text{р.х.}} \cdot i / (n \cdot S) = 25,9 \cdot 1 / 180 \cdot 0,23 = 0,6 \text{ мин.}$$

переход 2:

$$L_{p.x.} = l_p + (0,5 - 2) \text{ мм} = 19 + 1 = 20 \text{ мм.}$$
$$t_0 = L_{p.x.} * i / (n * S) = 20 * 1 / 180 * 0,23 = 0,45 \text{ мин.}$$

переход 3:

$$y = (D - d) / 2 \operatorname{tg} \varphi + (0,5 - 2,0) \text{ мм} = (13,6 - 13,4) / 2 \operatorname{tg} 45 + 1 = 1,1 \text{ мм.}$$
$$y_1 = (1 - 3) \text{ мм} - \text{для сквозных отверстий.}$$
$$L_{p.x.} = l_p + y + y_1 = 34,4 + 1 + 1,1 = 36,5 \text{ мм.}$$
$$t_0 = L_{p.x.} * i / (n * S) = 36,5 * 1 / 180 * 0,23 = 0,88 \text{ мин.}$$

переход 4:

$$L_{p.x.} = l_p + (0,5 - 2) \text{ мм} = 1,25 + 1 = 2,25 \text{ мм.}$$
$$t_0 = L_{p.x.} * i / (n * S) = 2,25 * 1 / 180 * 0,23 = 0,05 \text{ мин.}$$

переход 5:

$$y = (D - d) / 2 \operatorname{tg} \varphi + (0,5 - 2,0) \text{ мм} = (24 - 23,5) / 2 \operatorname{tg} 45 + 1 = 1,25 \text{ мм.}$$
$$y_1 = (1 - 3) \text{ мм} - \text{для сквозных отверстий.}$$
$$L_{p.x.} = l_p + y + y_1 = 18 + 1,25 + 1 = 20,25 \text{ мм.}$$
$$t_0 = L_{p.x.} * i / (n * S) = 20,25 * 1 / 180 * 0,23 = 0,49 \text{ мин.}$$

Операция 050 – агрегатная:

переход 1:

$$t_0 = L_{p.x.} * i / (n * S)$$

где $L_{p.x.} = l_p + y$,

$$y = D / 2 \operatorname{tg} \varphi + (0,5 - 2) \text{ мм.}$$

При $2\varphi = 116^\circ - 118^\circ$:

$$y = 0,3 * D + (0,5 - 2) \text{ мм} = 0,3 * 10 + 1 = 4 \text{ мм.}$$

$$L_{p.x.} = l_p + y = 20 + 4 = 24 \text{ мм.}$$

$$t_0 = L_{p.x.} * i / (n * S) = 24 * 1 / 700 * 0,25 = 0,13 \text{ мин.}$$

переход 2:

$$y = 0,3 * D + (0,5 - 2) \text{ мм} = 0,3 * 10 + 1 = 4 \text{ мм.}$$

$$L_{p.x.} = l_p + y = 28 + 4 = 32 \text{ мм.}$$

$$t_0 = L_{p.x.} * i / (n * S) = 32 * 1 / 700 * 0,25 = 0,18 \text{ мин.}$$

переход 3:

$$y = 0,3 \cdot D + (0,5 - 2) \text{ мм} = 0,3 \cdot 11,5 + 1 = 4,45 \text{ мм.}$$

$$L_{\text{р.х.}} = l_p + y = 5,2 + 4,45 = 9,65 \text{ мм.}$$

$$t_0 = L_{\text{р.х.}} \cdot i / (n \cdot S) = 9,65 \cdot 1 / 700 \cdot 0,25 = 0,055 \text{ мин.}$$

переход 4:

$$\text{Смотреть переход 1: } t_0 = 0,13 \text{ мин.}$$

переход 5:

$$\text{Смотреть переход 2: } t_0 = 0,18 \text{ мин.}$$

переход 6:

$$y = 0,3 \cdot D + (0,5 - 2) \text{ мм} = 0,3 \cdot 10 + 1 = 4 \text{ мм.}$$

$$L_{\text{р.х.}} = l_p + y = 30 + 4 = 34 \text{ мм.}$$

$$t_0 = L_{\text{р.х.}} \cdot i / (n \cdot S) = 34 \cdot 1 / 700 \cdot 0,25 = 0,19 \text{ мин.}$$

переход 7:

$$\text{Смотреть переход 1: } t_0 = 0,13 \text{ мин.}$$

переход 8:

$$\text{Смотреть переход 2: } t_0 = 0,18 \text{ мин.}$$

переход 9:

$$y = 0,3 \cdot D + (0,5 - 2) \text{ мм} = 0,3 \cdot 10 + 1 = 4 \text{ мм.}$$

$$L_{\text{р.х.}} = l_p + y = 60 + 4 = 64 \text{ мм.}$$

$$t_0 = L_{\text{р.х.}} \cdot i / (n \cdot S) = 64 \cdot 1 / 700 \cdot 0,25 = 0,36 \text{ мин.}$$

Операция 055 – сверлильная:

$$t_0 = L_{\text{р.х.}} \cdot i / (n \cdot S)$$

$$L_{\text{р.х.}} = l_p + y + y_1,$$

y – величина врезания, мм

$$y_1 = (1 - 3) \text{ мм.}$$

$$y = D/2 \cdot \operatorname{tg} \varphi$$

При $2 \varphi = 116^\circ - 118^\circ$:

$$y = 0,3 \cdot D = 0,3 \cdot 10 = 3 \text{ мм.}$$

$$L_{\text{р.х.}} = l_p + y + y_1 = 27,5 + 3 + 1 = 31,5 \text{ мм.}$$

$$t_0 = L_{\text{р.х.}} \cdot i / (n \cdot S) = 31,5 \cdot 1 / 700 \cdot 0,25 = 0,174 \text{ мин.}$$

Операция 060 – сверлильная:

$$t_0 = L_{\text{р.х.}} \cdot i / (n \cdot S)$$

$$L_{\text{р.х.}} = l_p + y,$$

y – величина врезания, мм

$$y = D/2 \operatorname{tg} \varphi$$

При $2\varphi = 116^\circ - 118^\circ$:

$$y = 0,3 \cdot D + (0,5 - 2) \text{ мм} = 0,3 \cdot 10 + 1 = 4 \text{ мм.}$$

$$L_{\text{р.х.}} = l_p + y = 60 + 4 = 64 \text{ мм.}$$

$$t_0 = L_{\text{р.х.}} \cdot i / (n \cdot S) = 64 \cdot 1 / 700 \cdot 0,25 = 0,36 \text{ мин.}$$

Операция 070 – токарная:

$$L_{\text{р.х.}} = l_p + (0,5 - 2) \text{ мм} = 79 + 1 = 80 \text{ мм.}$$

$$t_0 = L_{\text{р.х.}} \cdot i / (n \cdot S) = 80 \cdot 1 / 1000 \cdot 0,5 = 0,16 \text{ мин.}$$

Операция 075 – агрегатная:

переход 1:

$$t_0 = L_{\text{р.х.}} \cdot i / (n \cdot S)$$

где $L_{\text{р.х.}} = l_p + y,$

$$y = D/2 \operatorname{tg} \varphi + (0,5 - 2) \text{ мм.}$$

При $2\varphi = 116^\circ - 118^\circ$:

$$y = 0,3 \cdot D + (0,5 - 2) \text{ мм} = 0,3 \cdot 24 + 1 = 8,2 \text{ мм.}$$

$$L_{\text{р.х.}} = l_p + y = 19 + 8,2 = 27,2 \text{ мм.}$$

$$t_0 = L_{\text{р.х.}} \cdot i / (n \cdot S) = 27,2 \cdot 1 / 370 \cdot 0,4 = 0,18 \text{ мин.}$$

переход 2: -----

переход 3:

$$L_{\text{р.х.}} = l_p + (0,5 - 2) \text{ мм} = 20 + 1 = 21 \text{ мм.}$$

$$t_0 = L_{\text{р.х.}} \cdot i / (n \cdot S) = 21 \cdot 1 / 370 \cdot 0,4 = 0,14 \text{ мин.}$$

переход 4:

$$L_{\text{р.х.}} = l_p + (0,5 - 2) \text{ мм} = 2,25 + 1 = 3,25 \text{ мм.}$$

$$t_0 = L_{\text{р.х.}} \cdot i / (n \cdot S) = 3,25 \cdot 1 / 370 \cdot 0,4 = 0,02 \text{ мин.}$$

переход 5:

$$t_0 = L + L_{\text{ВСП}}/n \cdot P = 14 + 5/24 \cdot 1,814 = 0,43 \text{ мин};$$

Операция 080 – сверлильная:

$$t_0 = L_{\text{р.х.}} \cdot i / (n \cdot S)$$

$$L_{\text{р.х.}} = l_p + y + y_1,$$

y – величина врезания, мм

$$y_1 = (1 - 3) \text{ мм.}$$

$$y = D/2 \operatorname{tg} \varphi$$

При $2\varphi = 116^\circ - 118^\circ$:

$$y = 0,3 \cdot D = 0,3 \cdot 13,5 = 4,05 \text{ мм.}$$

$$L_{\text{р.х.}} = l_p + y + y_1 = 25,25 + 4,05 + 1 = 30,3 \text{ мм.}$$

$$t_0 = L_{\text{р.х.}} \cdot i / (n \cdot S) = 30,3 \cdot 1 / 660 \cdot 0,3 = 0,15 \text{ мин.}$$

Операция 085 – сверлильная:

$$t_0 = L_{\text{р.х.}} \cdot i / (n \cdot S)$$

$$L_{\text{р.х.}} = l_p + y,$$

y – величина врезания, мм

$$y = D/2 \operatorname{tg} \varphi + (0,5 - 2) \text{ мм,}$$

При $2\varphi = 116^\circ - 118^\circ$:

$$y = 0,3 \cdot D + (0,5 - 2) \text{ мм} = 0,3 \cdot 9 + 1 = 3,7 \text{ мм.}$$

$$L_{\text{р.х.}} = l_p + y = 3,7 + 2,25 = 5,95 \text{ мм.}$$

$$t_0 = L_{\text{р.х.}} \cdot i / (n \cdot S) = 5,95 \cdot 1 / 990 \cdot 0,2 = 0,03 \text{ мин.}$$

Операция 090 – шлифовальная:

$$t_0 = (l_p / S_M) \cdot i, \text{ мин}$$

где l_p – длина шлифуемой поверхности, мм;

S_M – минутная продольная подача, мм/мин;

i – число рабочих ходов.

$$t_0 = (l_p / S_M) \cdot i = 79 \cdot 1 / 1200 = 0,06 \text{ мин.}$$

Операция 095 – протяжная:

$$t_0 = (L_{\text{р.х.}} \cdot i / 1000 \cdot V) \cdot K,$$

$$L_{\text{р.х.}} = l_{\text{и}} + l_{\text{р.ч.}} + l_{\text{доп}} = 517 + 337 + 30 = 884 \text{ мм.}$$

$$t_0 = (L_{\text{р.х.}} \cdot i / 1000 \cdot V) \cdot K = (884 \cdot 1 / 1000 \cdot 15) \cdot 1 = 0,52 \text{ мин.}$$

Операция 100 – токарно-револьверная:

$$t_0 = L + L_{\text{ВСП}}/n \cdot P = 23 + 5/24 \cdot 2 = 0,58 \text{ мин};$$

Расчет вспомогательного времени.

Вспомогательное время находим по формуле:

$$T_B = T_{y.c} + T_{3.o} + T_{yп} + T_{и.з}$$

$T_{y.c}$ – время на установку и снятие детали, мин;

$T_{3.o}$ – время на закрепление и открепление детали, мин;

$T_{yп}$ – время на приемы управления, мин;

$T_{и.з}$ – время на измерение детали, мин;

Вспомогательное время для операции 005 - отрезная:

$$T_B = T_{y.c} + T_{3.o} + T_{yп} + T_{и.з} = 0,17 + 0,11 + 0,01 + 0,18 = 0,47 \text{ мин};$$

Вспомогательное время для операции 020 – автоматнo-токарная:

$$T_B = T_{y.c} + T_{3.o} + T_{yп} + T_{и.з} = 0,08 + 0,052 + 0,075 + 0,18 = 0,387 \text{ мин};$$

Вспомогательное время для операции 025 – автоматнo-токарная:

$$T_B = T_{y.c} + T_{3.o} + T_{yп} + T_{и.з} = 0,08 + 0,052 + 0,075 + 0,18 = 0,387 \text{ мин};$$

Вспомогательное время для операции 030 - токарная:

$$T_B = T_{y.c} + T_{3.o} + T_{yп} + T_{и.з} = 0,08 + 0,024 + 0,115 + 0,14 = 0,359 \text{ мин};$$

Вспомогательное время для операции 035 – автоматнo-токарная:

$$T_B = T_{y.c} + T_{3.o} + T_{yп} + T_{и.з} = 0,08 + 0,052 + 0,075 + 0,18 = 0,387 \text{ мин};$$

Вспомогательное время для операции 050 - агрегатная:

$$T_B = T_{y.c} + T_{3.o} + T_{yп} + T_{и.з} = 0,08 + 0,024 + 0,07 + 0,25 = 0,424 \text{ мин};$$

Вспомогательное время для операции 055 - сверлильная:

$$T_B = T_{y.c} + T_{3.o} + T_{yп} + T_{и.з} = 0,17 + 0,094 + 0,07 + 0,12 = 0,454 \text{ мин};$$

Вспомогательное время для операции 060 - сверлильная:

$$T_B = T_{y.c} + T_{3.o} + T_{yп} + T_{и.з} = 0,051 + 0,094 + 0,07 + 0,12 = 0,335 \text{ мин};$$

Вспомогательное время для операции 070 - токарная:

$$T_B = T_{y.c} + T_{3.o} + T_{yп} + T_{и.з} = 0,08 + 0,024 + 0,115 + 0,05 = 0,269 \text{ мин};$$

Вспомогательное время для операции 075 - агрегатная:

$$T_B = T_{y.c} + T_{3.o} + T_{yп} + T_{и.з} = 0,08 + 0,024 + 0,07 + 0,17 = 0,344 \text{ мин};$$

Вспомогательное время для операции 080 - сверлильная:

$$T_B = T_{y.c} + T_{3.o} + T_{yп} + T_{и.з} = 0,08 + 0,094 + 0,07 + 0,19 = 0,434 \text{ мин};$$

Вспомогательное время для операции 085 - сверлильная:

$$T_B = T_{y.c} + T_{3.o} + T_{yп} + T_{и.з} = 0,08 + 0,094 + 0,07 + 0,19 = 0,434 \text{ мин};$$

Вспомогательное время для операции 090 - шлифовальная:

$$T_B = T_{y.c} + T_{3.o} + T_{yп} + T_{и.з} = 0,049 + 0,024 + 0,01 + 0,07 = 0,153 \text{ мин};$$

Вспомогательное время для операции 095 - протяжная:

$$T_B = T_{y.c} + T_{3.o} + T_{yп} + T_{и.з} = 0,06 + 0,024 + 0,02 + 0,09 = 0,214 \text{ мин};$$

Вспомогательное время для операции 100 – токарно-револьверная:

$$T_B = T_{y.c} + T_{3.o} + T_{yп} + T_{и.з} = 0,12 + 0,024 + 0,035 + 0,11 = 0,289 \text{ мин};$$

Расчет штучного времени.

Штучное время находим по формуле :

$$T_{шт} = T_O + T_B + T_{O.O.};$$

T_O – основное время, мин;

T_B – вспомогательное время, мин;

$T_{O.O.}$ – время на обслуживания рабочего места и отдых, мин;

Оперативное время:

$$T_{ОПЕР.} = T_O + T_B;$$

Время на обслуживание и отдых:

$$T_{O.O.} = 15\% * T_{ОПЕР.};$$

Штучное время для операции 005 - отрезная:

$$T_{шт} = T_O + T_B + T_{O.O} = 0,27 + 0,47 + 0,12 = 0,86 \text{ мин}$$

Штучное время для операции 020 – автоматнo-токарная:

$$T_{шт} = T_O + T_B + T_{O.O} = 3,422 + 0,387 + 0,57 = 4,379 \text{ мин}$$

Штучное время для операции 025 – автоматнo-токарная:

$$T_{шт} = T_O + T_B + T_{O.O} = 2,912 + 0,387 + 0,49 = 3,789 \text{ мин}$$

Штучное время для операции 030 - токарная:

$$T_{шт} = T_O + T_B + T_{O.O} = 0,58 + 0,359 + 0,14 = 1,079 \text{ мин}$$

Штучное время для операции 035 – автоматнo-токарная:

$$T_{шт} = T_O + T_B + T_{O.O} = 2,49 + 0,387 + 0,431 = 3,308 \text{ мин}$$

Штучное время для операции 050 - агрегатная:

$$T_{шт} = T_O + T_B + T_{O.O} = 1,345 + 0,424 + 0,26 = 2,029 \text{ мин}$$

Штучное время для операции 055 – сверлильная:

$$T_{шт} = T_O + T_B + T_{O.O} = 0,174 + 0,454 + 0,09 = 0,718 \text{ мин}$$

Штучное время для операции 060 - сверлильная:

$$T_{шт} = T_O + T_B + T_{O.O} = 0,36 + 0,335 + 0,104 = 0,799 \text{ мин}$$

Штучное время для операции 070 – токарная:

$$T_{шт} = T_O + T_B + T_{O.O} = 0,16 + 0,269 + 0,0645 = 0,493 \text{ мин}$$

Штучное время для операции 075 - агрегатная:

$$T_{шт} = T_O + T_B + T_{O.O} = 0,77 + 0,27 + 0,156 = 1,196 \text{ мин}$$

Штучное время для операции 080 – сверлильная:

$$T_{шт} = T_O + T_B + T_{O.O} = 0,15 + 0,434 + 0,087 = 0,6716 \text{ мин}$$

Штучное время для операции 085 - сверлильная:

$$T_{шт} = T_O + T_B + T_{O.O} = 0,03 + 0,434 + 0,07 = 0,534 \text{ мин}$$

Штучное время для операции 090 – шлифовальная:

$$T_{шт} = T_O + T_B + T_{O.O} = 0,06 + 0,153 + 0,032 = 0,245 \text{ мин}$$

Штучное время для операции 095 - протяжная:

$$T_{шт} = T_O + T_B + T_{O.O} = 0,52 + 0,214 + 0,11 = 0,844 \text{ мин}$$

Штучное время для операции 100 – токарно-револьверная:

$$T_{шт} = T_O + T_B + T_{O.O} = 0,58 + 0,29 + 0,14 = 1,1 \text{ мин}$$

Расчет штучно – калькуляционного времени.

Штучно – калькуляционное время находим по формуле:

$$T_{шт-к} = T_{n-3} / n + T_{шт};$$

Штучно – калькуляционное время для операции 005 (отрезная):

$$T_{шт-к} = T_{n-3} / n + T_{шт} = 14 / 250 + 0,86 = 0,916;$$

Штучно – калькуляционное время для операции 020 (автоматно-токарная):

$$T_{шт-к} = T_{n-3} / n + T_{шт} = 12 / 250 + 4,38 = 4,428;$$

Штучно – калькуляционное время для операции 025(автоматно-токарная):

$$T_{шт-к} = T_{n-3} / n + T_{шт} = 12 / 250 + 3,79 = 3,838;$$

Штучно - калькуляционное время для операции 030 (токарная):

$$T_{шт-к} = T_{n-3} / n + T_{шт} = 14 / 250 + 1,08 = 1,136;$$

Штучно – калькуляционное время для операции 035 (автоматно-токарная):

$$T_{шт-к} = T_{n-3} / n + T_{шт} = 12 / 250 + 3,3 = 3,348;$$

Штучно – калькуляционное время для операции 050 (агрегатная):

$$T_{шт-к} = T_{n-3} / n + T_{шт} = 8 / 250 + 2,03 = 2,062;$$

Штучно – калькуляционное время для операции 055 (сверлильная):

$$T_{шт-к} = T_{n-3} / n + T_{шт} = 5 / 250 + 0,72 = 0,74;$$

Штучно – калькуляционное время для операции 060 (сверлильная):

$$T_{шт-к} = T_{n-3} / n + T_{шт} = 5 / 250 + 0,8 = 0,82;$$

Штучно – калькуляционное время для операции 070(токарная):

$$T_{шт-к} = T_{n-3} / n + T_{шт} = 14 / 250 + 0,49 = 0,546;$$

Штучно - калькуляционное время для операции 075 (агрегатная):

$$T_{шт-к} = T_{n-3} / n + T_{шт} = 8 / 250 + 1,196 = 1,228;$$

Штучно – калькуляционное время для операции 080 (сверлильная):

$$T_{шт-к} = T_{n-3} / n + T_{шт} = 5 / 250 + 0,67 = 0,69;$$

Штучно – калькуляционное время для операции 085 (сверлильная):

$$T_{шт-к} = T_{n-3} / n + T_{шт} = 5 / 250 + 0,53 = 0,55;$$

Штучно – калькуляционное время для операции 090 (шлифовальная):

$$T_{шт-к} = T_{n-3} / n + T_{шт} = 11 / 250 + 0,245 = 0,289;$$

Штучно – калькуляционное время для операции 095 (протяжная):

$$T_{шт-к} = T_{n-3} / n + T_{шт} = 9 / 250 + 0,85 = 0,886;$$

Штучно – калькуляционное время для операции 100 (токарно-револьверная):

$$T_{шт-к} = T_{n-3} / n + T_{шт} = 8 / 250 + 1,1 = 1,132;$$

2. Конструкторский раздел.

2.1. Назначение и краткое описание приспособления

«Головка сверлильная 2х шпиндельная».

Данное приспособление предназначено для сверления одновременно 2х отверстий $\phi 10\text{мм}$ в промежуточном звене отбойного молотка МО2А на сверлильном станке Н-1172.

Сборочный чертёж приспособления представлен на листе формата А1.

Принцип работы приспособления основан на том, что крутящий момент с выходного шпинделя станка 6 передается двум шпинделям 7 при помощи зубчатой передачи, состоящей из ведущего колеса 10 и двух ведомых колес 9. Конструкция шпинделя станка представляет собой «вал с конусом под приводную шестерню», что позволяет передавать значительно больший крутящий момент (в 2-3 раза).

Список литературы

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т. Т. I. М.: Машиностроение, 2001. 920 с.
2. Вардашкин Б.Н. Станочные приспособления. Справочник в 2-х томах. Т. II. М.: Машиностроение, 1984. 655 с.
3. Кожевников Д.В., Гречишников В.А., Кирсанов С.В. и др. Режущий инструмент. М.: Машиностроение, 2004. 512 с.
4. Михеевич Е.П. Технология машиностроения. НИ ТПУ, Томск, 2010. 100 с.
5. Ансеров М. А. Приспособления для металлорежущих станков: - М.: Машиностроение, 1966. – 650 с.
6. Кожевников Д. В., Гречишников В. А., Кирсанов С. В., Кокарев В. И., Схиртладзе А. Г. Под редакцией С. В. Кирсанова. - Учебник для вузов- 2-е изд. доп. - М.: Машиностроение, 2005. - 528 с: ил.
7. Скворцов В.Ф. Основы технологии машиностроения: учеб. Пособие / В.Ф. Скворцов. – 2-е изд. – М.: ИНФРА-М, 2016 – 330 с. + Доп. Материалы [Электронный ресурс; Режим доступа [http :// www. znaniyum.com](http://www.znaniyum.com)]. – (Высшее образование: Бакалавриат).
8. Скворцов Ю.В. Организационно-экономические вопросы в дипломном проектировании: Учебное пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Студент, 2012. – 374 с.
9. Горелик, О.М. Техничко-экономический анализ и его инструментальные средства: Учебное пособие. – М.: ФиС, 2007. – 240 с.
10. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2 / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. М.: Машиностроение, 1985. 496 с.
11. Горбацевич А. Ф., Шкред В. А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения.: Учеб. пособие для вузов машиностроительных специальностей. - Москва: ООО ИД «Альянс», 2007. -256 с.
12. SECO SELECTION 2004. Каталог фирмы SECO. Швеция. Издательство фирмы SECO, 2004. 236 с. 13. www.kami-stanki.ru.