

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова»
(ФГБОУ ВО «ЧГУ им. И.Н. Ульянова»)

Факультет Машиностроительный

Кафедра Технологии машиностроения

Выпускная квалификационная работа
на тему:

Разработка технологического процесса детали Фланец

Бакалавр _____ **(Анейчик И.Д.)**

Руководитель проекта _____ **(Смирнов В.М.)**

Консультант по
нормоконтролю _____ **(Терентьев Е.А.)**

Заведующий кафедрой _____ **(Лобанов Д.В.)**

Чебоксары – 2024г.

АННОТАЦИЯ

Выпускная работа состоит из четырех разделов:

- 1) Общий раздел
- 2) Технологический
- 3) Конструкторский
- 4) Специальная научно-исследовательская часть

В общем разделе рассмотрены: служебное назначение, техническая характеристика детали, определение типа производства и расчет такта выпуска.

В технологическом разделе рассмотрены: технологический анализ чертежа детали, анализ технологичности конструкции детали, анализ обрабатываемых поверхностей и выбор методов их получения, выбор заготовки и его обоснование, выбор технологических баз, разработка последовательности обработки и составление маршрута обработки, разработка операционного технологического процесса механической обработки, выбор оборудования, расчет припусков на механическую обработку, расчет режимов резания, определение норм времени и трудоемкости изготовления детали.

В конструкторской части спроектировано специальное приспособление на комплексную операцию с ЧПУ. Произведено описание работы, расчет приспособления на точность и расчет сил закрепления.

В четвертой части дано описание научно-исследовательской темы «Методы автоматизированного контроля качества штампованных заготовок».

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	7
1. ОБЩИЙ РАЗДЕЛ.....	8
1.1. Служебное назначение, техническая характеристика изделия, детали	8
1.2. Определение типа производства.	10
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	12
2.1. Технологический анализ чертежа детали и технических условий	12
2.2. Анализ технологичности конструкции детали	12
2.3. Анализ обрабатываемых поверхностей и выбор методов их получения..	16
2.4. Выбор заготовки и его обоснование.	17
2.5. Выбор технологических баз.....	18
2.6. Разработка последовательности обработки и составление маршрута обработки.	20
2.7. Выбор оборудования.	22
2.8. Расчет припусков на механообработку и межоперационных размеров. ..	26
2.8.1. Разработка последовательности обработки поверхности $120\text{н}6(+0,023 + 0,045)$	27
2.8.2. Расчет припусков под обработку поверхности $\text{Ø}120\text{н}6$	29
2.9. Расчет и определение режимов обработок.....	34
2.10. Определение норм времени (трудоемкости) изготовления детали	37
2.10.1. Разработка последовательности обработки поверхности: $\text{Ø}344\text{р}6(+0,062 + 0,098)$	40
2.11. Определение норм времени (трудоемкости) изготовления детали	50
3. КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ И КОНТРОЛЬНОЙ ОСНАСТКИ (ТО)	58
3.1. Исходные данные и выбор типа ТО.....	58
3.2. Выбор схемы ТО (приспособления), конструкции	58
3.3. Силовой расчет приспособления.....	59
3.4. Расчет приспособления на точность	60
4. СПЕЦИАЛЬНЫЙ ВОПРОС.....	62

ЗАКЛЮЧЕНИЕ	73
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	74

Приложение А. Комплект технологических документов

1. Титульный лист.
2. Маршрутная карта.
3. Операционные карты механической обработки с картами эскизов.

Приложение Б. Графическая часть.

1. Чертеж детали;
2. Чертеж заготовки;
3. Поверхности и методы их обработки;
4. Карты наладок;
5. Схемы обработки детали;
6. Сборочный чертеж ТО (приспособления) со спецификацией и схемой базирования;
7. Специальный вопрос.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время машиностроительная отрасль России развивается в условиях рыночной экономики. Такая тенденция заставляет производителей машиностроительной продукции выпускать более технологичную продукцию. В результате этого значительно повысился уровень культуры проектирования работ инженером - конструктором и инженером - технологом. В условиях рыночной экономики производитель обязан предусматривать все варианты производства изделия, как с технико-экономической точки зрения, так и с технологической.

В данном курсовом проекте разработан технологический процесс изготовления стакана. Разработка производилась с учётом экономичности и технологичности производства изделия. Было выбрано, обоснованное с технико-экономической точки зрения оборудование – станки с числовым программным управлением и оснастка для производства детали, а также определен наиболее рациональный вид заготовки для изготовления детали «Стакан».

1. ОБЩИЙ РАЗДЕЛ

1.1. Служебное назначение, техническая характеристика изделия, детали

В работе была предложена деталь «Фланец». Фланец — плоская деталь квадратной, круглой или иной формы с отверстиями для болтов или шпилек, служащая для прочного (узлы длинных строительных конструкций, например, ферм, балок и др.) и герметичного соединения труб, трубопроводной арматуры, присоединения труб друг к другу, к машинам, аппаратам и ёмкостям; для соединения валов и других вращающихся деталей (фланцевое соединение).

Материал детали – сталь 40Х ГОСТ 4543-2016. Сталь 40Х относится к конструкционным легированным хромистым сталям широкого применения. Ее главными достоинствами являются прочность, износостойкость и устойчивость к коррозии, а еще она экологична и безопасна для здоровья человека. Сталь сложна в изготовлении, что сказывается на ее стоимости. Применение сплава ограничивается условиями свариваемости, флокеночувствительностью и склонностью к хрупкости. Химический состав и механические свойства представлены в таблицах 1.1-1.2.

Таблица 1.1 – Химический состав стали 40Х ГОСТ 4543-2016

C	Mn	Si	Cr	Ni	Cu	S	P
0,36-0,44	0,50-0,80	0,17-0,37	0,80-1.1	До 0,30	До 0,30	До 0,035	До 0,035

Таблица 1.2 – Механические свойства стали 40Х ГОСТ 4543-2016

Термообработка, состояние поставки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_b , МПа	δ_5 , %	ψ , %	KCU, Дж/м ²	НВ
Прутки ГОСТ 4543-71							

Закалка 860 °С, масло. Отпуск 500 °С, вода или масло	25	780	980	10	45	59	
Поковка ГОСТ 8479-70							
Нормализация. КП 245	500- 800	245	470	15	30	34	143- 179
Нормализация. КП 275	300- 500	275	530	15	32	29	156- 197
Закалка, отпуск. КП 275	500- 800	275	530	13	30	29	156- 197
Нормализация. КП 315	<100	315	570	17	38	39	167- 207
	100- 300	315	570	14	35	34	167- 207
Закалка, отпуск. КП 315	300- 500	315	570	12	30	29	167- 207
	500- 800	315	570	11	30	29	167- 207
Нормализация. КП 345	<100	345	590	18	45	59	174- 217
	100- 300	345	590	17	40	54	174- 217
Закалка, отпуск. КП 345	300- 500	345	590	14	38	49	174- 217

Закалка, отпуск. КП 395	<100	395	615	17	45	59	187- 229
	100- 300	395	615	15	40	54	187- 229
	300- 500	395	615	13	35	49	187- 229
Закалка, отпуск. КП 440	<100	440	635	16	45	59	197- 235
	100- 300	440	635	14	40	54	197- 235
Закалка, отпуск. КП 490	<100	490	655	16	45	59	212- 248
	100- 300	490	655	13	40	54	212- 248

Деталь достаточно технологична, имеет хорошие базовые поверхности для первоначальных операций, проста по конструкции. Имеет габаритные размеры (ДхВ) 495х105 мм, масса детали 40,5 кг.

1.2. Определение типа производства.

Организация производственных процессов на предприятии, выбор наиболее рациональных методов подготовки, планирования и контроля за производством во много определяется типом производства.

Основной классификацией типов производства на предприятии являются следующие факторы:

- 1) номенклатура выпускаемой продукции, которая характеризует специализацию производства;
- 2) масштаб выпускаемой продукции (объем выпуска);
- 3) периодичность выпуска;

4) характер загрузки рабочих мест и их специализация, т.е. закрепление за рабочими местами определенных операций технологического процесса.

Тип производства определяется по таблице 4 в зависимости от производственной программы и массы изготавливаемой детали. При массе детали 6 кг и программе выпуска получаем мелкосерийное производство.

Таблица 1.3 – Ориентировочная годовая программа выпуска деталей по типам производства в механических цехах

Производство	Число обрабатываемых деталей одного типоразмера в год, шт		
	тяжелых (массой более 100 кг)	средних (массой от 10 до 100 кг)	легких (массой до 10 кг)
Единичное	до 5	до 10	до 100
Мелкосерийное	5 - 100	10 - 200	100 - 500
Среднесерийное	100 - 300	200 – 500	500 – 5000
Крупносерийное	300- 1000	500 – 5000	5000 – 50000
Массовое	более 1000	более 5000	более 50000

Мелкосерийное производство – тип производства, характеризующийся ограниченной номенклатурой, изготавливаемых или ремонтируемых деталей, периодическими партиями, и сравнительно малыми объемами выпуска.

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1. Технологический анализ чертежа детали и технических условий

Технологический анализ рабочего чертежа проводится путем тщательного его изучения. Чертеж данной детали содержит все необходимые сведения, дающие полное представление о детали, а также технические условия изготовления данной детали. Представленный чертеж имеет 3 вида, один из которых является разрезом, что позволяет получить детальную картину с четко обозначенными границами геометрических форм, и увидеть скрытые элементы. Также есть 1 выносной элемент, с помощью которого можно лучше увидеть геометрию детали. Оформление чертежа детали соответствует стандартам ЕСКД, содержит необходимую информацию о предельных отклонениях размеров, шероховатости поверхностей. На чертеже представлены сведения о необходимости проведения термической обработки для получения заданной твердости отдельных поверхностей.

2.2. Анализ технологичности конструкции детали

Анализ технологичности конструкции детали обеспечивает улучшение технико-экономических показателей технологического процесса. 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 качества детали.

Существует два основных метода оценки технологичности конструкции детали – качественный и количественный. Качественная оценка предусматривает рассмотрение таких вопросов, как целесообразность упрощения конструкции, замены материала, возможность применения высокопроизводительных методов обработки и др. Количественная оценка подразумевает определение качества изделия с точки зрения технологичности на основе расчета дополнительных коэффициентов.

Качественная оценка технологичности:

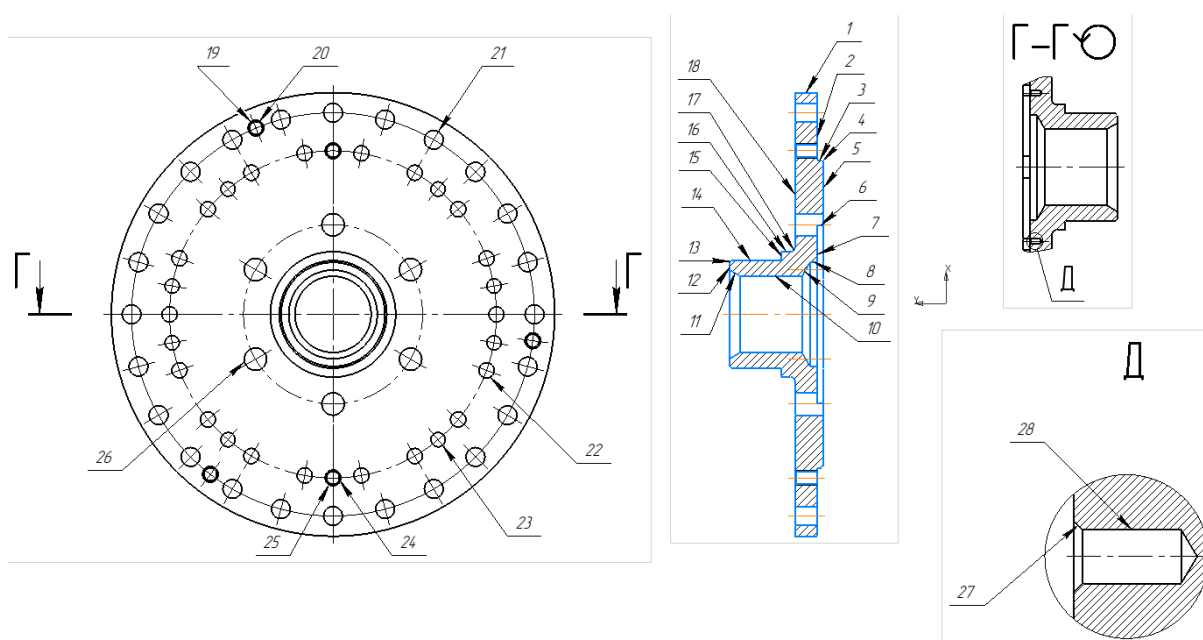


Рисунок 2.1 – Чертеж детали “Фланец” с поверхностями

На основании изучения чертежа (Приложение 1) можно утверждать, что деталь технологична:

- 1) конструкция допускает обработку плоскостей напроход;
- 2) инструмент имеет свободный доступ к обрабатываемым поверхностям;
- 3) отсутствуют отверстия, расположенные не под прямым углом у плоскости входа и выхода;
- 4) детали обладает достаточной жесткостью, что позволяет применять более производительные режимы резания;
- 5) в конструкции детали имеются достаточные по размерам и расстоянию базовые поверхности.

Количественная оценка технологичности:

Таблица 2.1 – Технологичность изготовления детали

№	Поверхность	Размер	Квали тет	Шероховатость	Унификация		Метод обработки
					общ.	ун.	
1	Наружная цилиндрическая поверхность	ØØ495Ø	h14	Ra 12,5	1	0	Точение

Продолжение таблицы 2.1

2	Торец	Ø495/Ø344	h14	Ra 12,5	1	0	Точение
3	Наружная цилиндрическая поверхность	Ø344	p6	Ra 1,6	1	0	Точение
4	Фаска	1,6x45°	IT14/2	Ra 12,5	1	1	Точение
5	Торец	Ø344/Ø200	h14	Ra 3,2	1	1	Точение
6	Внутренняя цилиндрическая поверхность	Ø200	H14	Ra 12,5	1	1	Точение
7	Торец	Ø200/Ø117	h14	Ra 2,5	1	1	Точение
8	Внутренняя цилиндрическая поверхность	Ø117	H14	Ra 12,5	1	0	Точение
9	Коническая поверхность	Ø117/Ø85	IT14/2	Ra 12,5	1	1	Точение
10	Внутренняя цилиндрическая поверхность	Ø85	H14	Ra 12,5	1	1	Точение
11	Коническая поверхность	30°	IT14/2	Ra 12,5	1	1	Точение
12	Торец	Ø99/Ø120	h14	Ra 12,5	1	1	Точение
13	Фаска	2x45°	IT14/2	Ra 12,5	1	1	Точение
14	Наружная цилиндрическая поверхность	Ø120	p6	Ra 2,5	1	1	Точение
15	Торец	Ø120/Ø140	h14	Ra 12,5	1	0	Точение
16	Наружная цилиндрическая поверхность	Ø140	h14	Ra 12,5	1	1	Точение

Продолжение таблицы 2.1

17	Скругление	R5	IT14/2	Ra 12,5	1	1	Точение
18	Торец	Ø140/Ø495	h14	Ra 12,5	1	0	Точение
19	Фаска	1,6x45°	IT14/2	Ra 6,3	3	3	Зенкование
20	Резьба	M16	6H	Ra 6,3	3	3	Резьбонарезание
21	Отверстие	Ø21	H14	Ra 12,5	24	24	Сверление
22	Отверстие	Ø17	H14	Ra 12,5	18	18	Сверление
23	Отверстие	Ø16	H8	Ra 2,5	8	8	Сверление
24	Резьба	M16	6H	Ra 6,3	2	2	Резьбонарезание
25	Фаска	1,6x45°	IT14/2	Ra 6,3	2	2	Зенкование
26	Отверстие	Ø25	H14	Ra 12,5	6	6	Сверление
27	Фаска	1x45°	IT14/2	Ra 12,5	2	2	Зенкование
28	Отверстие	Ø6	H8	Ra 2,5	2	2	Сверление

Коэффициент использования материала:

$$K_{\text{им}} = \frac{m_{\text{д}}}{m_{\text{з}}} \quad (2.1)$$

где $m_{\text{д}}$ и $m_{\text{з}}$ – массы детали и заготовки соответственно, кг.

При помощи программы Siemens NX была подсчитана масса детали и масса заготовки.

$$m_{\text{д}} = 40,5 \text{ кг}$$

$$m_{\text{з}} = 52,65 \text{ кг}$$

Тогда коэффициент использования материала:

$$K_{\text{им}} = \frac{m_{\text{д}}}{m_{\text{з}}} = \frac{40,5}{52,65} = 0,77 \quad (2.2)$$

Для определения коэффициента точности используем формулу:

$$K_{\text{т}} = 1 - \frac{1}{IT_{\text{ср}}}; IT_{\text{ср}} = \frac{\sum IT_i \cdot n_i}{\sum n_i} \quad (2.3)$$

где IT_{cp} - средний квалитет точности размера;

IT_i – квалитет точности i – той обрабатываемой поверхности;

n_i - количество обрабатываемых поверхностей поданному квалитету;

$\sum n_i$ - суммарное количество обрабатываемых поверхностей.

$$IT_{cp} = \frac{14 \cdot 21 + 6 \cdot 4 + 8 \cdot 2}{28} \approx 12$$

$$K_T = 1 - \frac{1}{12} = 0,9$$

Для определения коэффициента шероховатости используем формулу:

$$K_{\text{ш}} = 1 - \frac{1}{\text{ш}_{cp}}; \text{ш}_{cp} = \frac{\sum \text{ш}_i \cdot n_i}{\sum n_i} \quad (2.4)$$

где ш_i – квалитет точности i – той обрабатываемой поверхности;

$$\text{ш}_{cp} = \frac{12,5 \cdot 18 + 6,3 \cdot 4 + 3,2 \cdot 1 + 2,5 \cdot 4 + 1,6 \cdot 1}{28} = 9,46$$

$$K_{\text{ш}} = 1 - \frac{1}{9,46} = 0,89$$

2.3. Анализ обрабатываемых поверхностей и выбор методов их получения.

Методы окончательной обработки всех поверхностей детали и методы ее обработки при выполнении промежуточных операций назначаются исходя из требований, предъявляемых к точности размеров и качеству поверхностей готовой детали, учитывая характер заготовки и свойств обрабатываемого материала:

- Обработка плоских поверхностей торцов производится точением
- Обработка отверстий производится сверлением;
- Обработка резьбовых отверстий производится сверлением с последующим нарезанием резьбы;
- Получение фасок в отверстиях производится зенкованием;
- Получение фасок производится точением.

2.4. Выбор заготовки и его обоснование.

Одним из направлений повышения конкурентоспособности продукции машиностроения являются снижение металлоемкости, сокращение отходов и потерь металла за счет рационального применения заготовок, экономичных методов формообразования и механической обработки. Рационально выбранная заготовка позволяет уменьшить припуски и, как следствие, объем последующей обработки резанием, трудоемкость и себестоимость изготовления продукции.

В нашем случае целесообразно использовать заготовку, полученную открытой штамповкой. Открытая штамповка является кузнечным способом, с помощью ударной силы или давления, для свободной деформации металла в различных направлениях между наковальней и наковальней наковальни, а также для получения необходимой формы, размеров и определенных механических свойств без каких - либо ограничений.

2.4.1 Проектирование поковки

1. Исходные данные по детали

- 1.1. Материал детали - сталь 40Х ГОСТ 4543-2016.
- 1.2. Масса детали – 40,5 кг

2. Исходные данные для расчета

- 2.1. Масса заготовки (расчетная) – 52,65 кг;
- 2.2. Класс размерной точности – 14;
- 2.3. Класс точности массы - 14;
- 2.4. Степень коробления – 0;
- 2.5. Степень точности поверхности – 0;

3. Припуски на обрабатываемые поверхности

- 3.1. Основные припуски на размеры;
 - 6,22 диаметр 495 и чистота поверхности Ra 12,5;
 - 2,0 диаметр 85 и чистота поверхности Ra 12,5;
 - 2,3 диаметр 140 и чистота поверхности Ra 12,5;
 - 2,7 длина 105 и чистота поверхности Ra 12,5;
 - 2,3 длина 32 и чистота поверхности Ra 12,5.

3.2. Штамповочный уклон ;

на наружной поверхности – не более 5-7, принимается 5°;

на внутренней поверхности – не более 5-7, принимается 5°.

4. Размеры отливки и их допускаемые отклонения

4.1. Размеры поковки, мм:

диаметр $495 + 6,22 \cdot 2 = 507,44$ принимается 508;

диаметр $85 - 2,0 \cdot 2 = 81$ принимается 81;

диаметр $140 - 2,3 \cdot 2 = 135,4$ принимается 135;

длина $105 + 2,7 \cdot 2 = 110,4$ принимается 111;

длина $32 + 2,3 \cdot 2 = 36,6$ принимается 37.

4.2. Радиус закругления наружных углов не менее 0.5 мм., принимается 1мм;

4.3. Допускаемые отклонения размеров, мм:

диаметр $508^{+3,0}_{-1,5}$;

диаметр $81^{+1,8}_{-1,0}$;

диаметр $135^{+2,1}_{-1,1}$;

длина $111^{+2,1}_{-1,1}$;

длина $37^{+1,6}_{-0,9}$.

5. Разрабатываем чертеж поковки (Приложение 2)

2.5. Выбор технологических баз.

Большое значение для обеспечения точности механической обработки имеет правильный выбор технологических баз, при этом следует руководствоваться следующими принципами.

В качестве черновой базы, используемой на первой операции, следует выбирать поверхности, необрабатываемые в дальнейшем. Если у заготовки обрабатываются все поверхности, то в качестве черновой базы принимают поверхности, имеющие наименьший припуск на обработку

В качестве черновой технологической базы следует выбирать поверхность, относительно которой при первой операции могут быть обработаны

поверхности, используемые при дальнейших операциях как технологические базы.

Для обеспечения точности базирования и надежности закрепления заготовки в приспособлении черновая база должна иметь достаточные размеры, возможно более высокую степень точности и наименьшую шероховатость поверхностей

В качестве черновых баз не следует использовать поверхности, на которых расположены в отливках прибыли и литники, а также швы, возникающие в местах разъемов опок и пресс-форм в отливках под давлением и штампов в поковках и штамповках, удаляемые предварительной слесарной обработкой, нарушающей постоянство расположения поверхностей.

В связи с тем, что точность необработанных поверхностей, применяемых в качестве черновых баз, всегда ниже точности обработанных поверхностей, черновая база должна использоваться при обработке заготовки только один раз – при выполнении первой операции. Все последующие операции и установки заготовки необходимо осуществлять на обработанных базовых поверхностях. Исключением могут быть случаи обработки особо точных заготовок, полученных литьем под давлением, точным прессованием, калиброванием, или случаи обработки заготовок, установленных на приспособлениях – спутниках в условиях крупносерийного и массового производства.

Выбирая технологические базы для операции, следует соблюдать следующие технологические правила:

1. В качестве технологических баз при черновой обработке берем достаточные по размерам поверхности, обеспечивающие устойчивое положение заготовки на станке;
2. Технологические базы должны иметь правильные геометрические формы, простые с наименьшей шероховатостью;
3. Выбранные базы не должны допускать деформации заготовки при закреплении;

4. При выборе баз на чистовых операциях следуем принципам совмещения и постоянства баз.

Заготовка детали в процессе обработки должна занять и сохранять в течение всего времени обработки определенное положение относительно станка или приспособления. Для этого необходимо исключить возможность трех прямолинейных движений заготовки в направлении выбранных координатных осей и трех вращательных движений вокруг этих или параллельных им осей, т.е. лишить заготовку шести степеней свободы относительно детали станка, которая определяет положение обрабатываемой заготовки на станке.

2.6. Разработка последовательности обработки и составление маршрута обработки.

Выбор метода обработки заготовки производится на основе обеспечения наиболее рационального процесса обработки, с учетом выбора наиболее краткого маршрута.

Выбор конкретного метода обработки производят с помощью таблиц экономически достижимой точности.

– сверление.

Каждый последующий метод обработки одной элементарной поверхности должен быть точнее предыдущего. Точность на каждом последующем переходе обработки обычно повышается:

– на черновых переходах – на два-три качества;

– на чистовых переходах – на один, два качества по точности размера.

По таблице 18 [1] определили, что для получения необходимой точности и качества поверхности необходимо использовать операции:

– для обработки плоских поверхностей, имеющих 14 квалитет точности и шероховатость поверхности $Ra\ 12,5$ – черновое точение проходным резцом;

– для обработки отверстий, имеющих 14 квалитет точности и шероховатость поверхности $Ra\ 6,3$ для обработки резьбовых отверстий – сверление с последующим резьбонарезанием комплектом из черного и чистового метчика.

Наметив последовательность обработки поверхностей детали, количество переходов, способы их выполнения, из переходов komponуют операции технологического процесса обработки детали.

При составлении технологического маршрута (Приложение 4) руководствуемся следующими правилами:

- 1) Операции должны быть одинаковыми и кратными по трудоемкости.
- 2) Каждая последующая операция должна уменьшать погрешности и улучшать качество поверхности.
- 3) В первую очередь следует обрабатывать поверхность, которая будет служить технологической базой для последующих операций.
- 4) Черновую и чистовую обработки заготовок со значительными припусками необходимо выделять в отдельные операции.
- 5) Отверстия необходимо сверлить в конце технологического процесса, за исключением случаев, когда они служат базами для установки.
- 6) Обработка отверстий, пересекающихся под прямым углом, производить в следующем порядке: первым обрабатывается отверстие большего диаметра, затем сверлится отверстие меньшего диаметра, но перед сверление углового отверстия необходимо обработать поверхность, перпендикулярную к его оси, для предотвращения увода или поломки сверла.

Таблица 2.2 – Маршрутный процесс обработки детали “Фланец”

№	Наименование	Оборудование
000	Заготовительная	
005	Токарно-карусельная	SKQ-8NC
010	Токарно-карусельная	SKQ-8NC
015	Слесарная	Верстак Н873.010
020	Моечная	Ванна моечная
025	Контрольная	Стол ОТК Н873.015
030	Термическая	Улучшение
035	Внутришлифовальная	3K229B

040	Круглошлифовальная	ХШ4-10
045	Сверлильная с ЧПУ	C500/03NC
050	Сверлильная с ЧПУ	C500/03NC
055	Слесарная	Верстак Н873.010
060	Моечная	Ванна моечная
065	Контрольная	Стол ОТК Н873.015

2.7. Выбор оборудования.

Токарно-карусельный станок с ЧПУ TOS SKQ-8NC

Характеристики:

1. Диаметр обрабатываемой заготовки: 800 мм
2. Максимальная высота обработки: 550 мм
3. Максимальный диаметр обработки на боковом столе: 800 мм
4. Максимальная масса заготовки: 2000 кг
5. Диаметр патрона: 630 мм
6. Скорость вращения патрона: от 6 до 630 оборотов в минуту
7. Число подач: от 0.1 до 200 мм/мин
8. Мощность шпинделя: 37 кВт
9. ЧПУ система: Fanuc 0i-МС



Рисунок 2.2 – Токарно- карусельный станок SKQ-8NC.

Внутришлифовальный станок 3К229В

Характеристики:

1. Модель: 3К229В
2. Тип станка: внутришлифовальный
3. Максимальный диаметр обработки: 200 мм
4. Максимальная длина обработки: 500 мм
5. Максимальный вес заготовки: 100 кг
6. Мощность шлифовального шпинделя: 3 кВт
7. Диаметр шлифовального круга: 400 мм
8. Частота вращения шлифовального шпинделя: 1450 об/мин
9. Габаритные размеры (ДхШхВ): 1800х1400х1600 мм
10. Масса станка: 1500 кг



Рисунок 2.3 – Внутришлифовальный станок 3К229В.

Шлифовальный станок ХШ4-10

Характеристики:

1. Диаметр обрабатываемых деталей: от 250 до 1000 мм
2. Максимальная длина обрабатываемой детали: 3000 мм
3. Максимальный вес детали: 1000 кг
4. Мощность шлифовального шпинделя: 18,5 кВт
5. Скорость вращения шлифовального шпинделя: 1470 об/мин
6. Диаметр шлифовального круга: 600 мм
7. Габаритные размеры (ДхШхВ): примерно 5000х2000х1800 мм

8. Масса станка: 6800кг



Рисунок 2.4 – Шлифовальный станок ХШ4-10.

Вертикально-фрезерный станок С500/03NC

Характеристики:

1. Рабочая поверхность стола: 700 x 400 мм
2. Максимальный вес детали: 300 кг
3. Ходы осей X, Y, Z: 500 x 400 x 330 мм
4. Скорость вращения шпинделя: 6300 об/мин
5. Количество оборотов шпинделя (ступенчатая регулировка): 21
6. Максимальный размер фрезы: 125 мм
7. Мощность шпинделя: 5,5 кВт
8. Управление: ЧПУ (числовое программное управление)
9. Габаритные размеры станка: 2100 x 1880 x 2340 мм
10. Вес станка: около 3000 кг



Рисунок 2.5 – Вертикально-фрезерный станок С500/03NC.

Радиально- сверильный станок 2М55

Характеристики:

1. Наибольший диаметр сверления 50 мм
2. Вылет шпинделя 450-1500 мм
3. Расстояние от нижнего торца шпинделя до плиты 470-1500 мм
4. Количество скоростей вращения шпинделя 19
5. Пределы оборотов в минуту 30-1700 об/мин
6. Мощность электродвигателя привода шпинделя 4,5 кВт
7. Мощность электродвигателя перемещения рукава 1,7 кВт
8. Габариты станка 2625x968x3265мм
9. Масса 4100 кг



Рисунок 2.6 – Радиально- сверильный станок 2М55.

2.8. Расчет припусков на механообработку и межоперационных размеров.

Расчет припусков производят с целью определения, как размеров заготовки, так и промежуточных размеров детали на различных этапах ее обработки, а также припусков на каждый конкретный вид обработки. Припуск – это минимальный слой материала, который необходимо снять с заготовки, чтобы обеспечить точность, шероховатость, правильность геометрической формы.

От величины припуска зависят продолжительность обработки, затраты на нее, расход электроэнергии и количество стружки. При излишних припусках масса заготовки и количество снимаемой стружки увеличиваются, станки для снятия лишнего слоя материала должны работать с большим напряжением, вследствие чего увеличивается их износ и затраты на ремонт. Излишние припуски вызывают повышение затрат на режущий инструмент, так как излишний материал снимается в несколько проходов, вследствие чего увеличивается основное время. Чрезмерно большие припуски снижают производительность обработки, повышают расход металла на единицу изделия. Во избежание этого, размеры и форму заготовки приближают к размерам и форме готового изделия. Это учитывают при изготовлении поковок, стремясь

снизить припуск на обработку резанием. С другой стороны, слишком малые припуски не дают возможности выполнить необходимую механическую обработку с желаемой точностью и чистотой, в результате чего получается брак, что так же ведет к удорожанию изделия.

Таким образом, необходимо стремиться к назначению оптимальных припусков, обеспечивающих выполнение механической обработки с удовлетворением требований по точности и чистоте обрабатываемых поверхностей при наименьшей себестоимости детали. При оптимальных припусках уменьшается расход металла, затраты времени на обработку и увеличивается производительность оборудования.

2.8.1. Разработка последовательности обработки поверхности $\varnothing 120\text{п6}^{(+0,045}_{+0,023})$

Определяется допуск заготовки:

Класс размерной точности – 14

Условное обозначение поковки 14-0-0-14

Допуск заготовки равен $T_3 = 3,2$ мм

Общий коэффициент уточнения:

$$\varepsilon_{\Sigma} = \frac{T_{\text{заг}}}{T_{\text{дет}}} = \frac{3,2}{0,022} = 145,45 \quad (2.5)$$

И количество необходимых переходов:

$$m = \frac{\lg \varepsilon_{\Sigma}}{0,46} = \frac{\lg 145,45}{0,46} = 4,70 \quad (2.6)$$

Для достижения заданной точности принимается пять переходов.

Поверхность $\varnothing 120\text{п6}$ можно обработать проходным резцом и шлифованием (допуски в мм):

Обтачивание продольной подачей (допуски в мм):

- Черновое, IT14, $T_1 = 0,87$
- Получистовое, IT12, $T_2 = 0,35$
- Чистовое, IT10, $T_3 = 0,14$

Шлифование:

- Получистовое, IT8, $T_4 = 0,054$
- Чистовое, IT6, $T_5 = 0,022$

Коэффициенты уточнения по переходам:

$$\varepsilon_1 = \frac{T_{\text{заг}}}{T_1} = \frac{3,2}{0,87} = 3,7;$$

$$\varepsilon_2 = \frac{T_1}{T_2} = \frac{0,87}{0,35} = 2,5;$$

$$\varepsilon_3 = \frac{T_2}{T_3} = \frac{0,35}{0,14} = 2,5;$$

$$\varepsilon_4 = \frac{T_3}{T_4} = \frac{0,14}{0,054} = 2,6;$$

$$\varepsilon_5 = \frac{T_4}{T_5} = \frac{0,054}{0,022} = 2,45.$$

Общий коэффициент уточнения:

$$[\varepsilon_{\Sigma}] = \varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2 \cdot \varepsilon_3 \cdot \varepsilon_4 \cdot \varepsilon_5 = 3,7 \cdot 2,5 \cdot 2,5 \cdot 2,6 \cdot 2,45 = 147,3. \quad (2.7)$$

Условие $[\varepsilon_{\Sigma}] \geq \varepsilon_{\Sigma} = 147,3 > 145,45$ соблюдается.

Таблица 2.3 – Расчетные данные

Размеры поверхности	Допуски, мм		Коэффициенты уточнения ε_{Σ}	Вариант достижения точности	
	Заготовки	Детали		Вариант 1	
				Переходы	ε по переходам
$\varnothing 120n6^{(+0,045}_{+0,023})$	3,2	0,02 2	145,45	Точение черновое, IT14	3,7
				Точение получистовое, IT12	2,5

				Точение чистовое, IT10	2,5
				Шлифование получистовое, IT8	2,6
				Шлифование чистовое, IT6	2,45
					$[\varepsilon_\Sigma] = 147,3$

2.8.2. Расчет припусков под обработку поверхности Ø120н6

Маршрут обработки состоит из пяти переходов: точение черновое, получистовое, чистовое, шлифование получистовое и чистовое

Таблица 2.4 – Параметры R_z и h по технологическим переходам, мкм

	R_z	h
Заготовка	320	350(табл.42 [1])
Точение черновое	100	100 (табл.42 [1])
Получистовое	50	50 (табл.42 [1])
Чистовое	25	25 (табл.42 [1])
Шлифование получистовое	10	20(табл.42 [1])
Чистовое	5	15(табл.42 [1])

При обработке участках наружной поверхности и базирование по наружной поверхности пространственное отклонение рассчитывается по формуле:

$$\Delta_\Sigma = \sqrt{\Delta_{\text{см}}^2 + \Delta_{\text{кор}}^2 + \Delta_y^2} = \sqrt{3200^2 + 46,4^2 + 3352^2} = 4634 \text{ мкм}, \quad (2.8)$$

где: $\Delta_{\text{см}} = 3,2 \text{ мм}$ (допуск заготовки);

$$\Delta_{\text{кор}} = \Delta_{\text{к}} \cdot l = 1,6 \cdot 29 = 46,4 \text{ мкм};$$

$$\Delta_y = \sqrt{T^2 + 1} = \sqrt{3,2^2 + 1} = 3,352$$

Остаточные отклонения расположения поверхностей, мкм:

$$\Delta_{\text{ост}} = K_y \cdot \Delta_{\Sigma}; \quad (2.9)$$

- Черновая обработка $\Delta_{\text{ост}} = 0,06 \cdot 4634 = 278,04$;
- Получистовая обработка $\Delta_{\text{ост}} = 0,05 \cdot 4634 = 231,7$;
- Чистовая обработка $\Delta_{\text{ост}} = 0,04 \cdot 4634 = 185,36$;
- Шлифование получистовое $\Delta_{\text{ост}} = 0,03 \cdot 4634 = 139,02$;
- Шлифование чистовое $\Delta_{\text{ост}} = 0,02 \cdot 4634 = 92,68$.

Погрешность установки: $\varepsilon=0$

При обработке наружных поверхностей вращения используется формула:

$$2Z_{\min} = 2[(R_z + h)_{i-1} + \Delta_{\Sigma i-1} + \varepsilon_i] \quad (2.10)$$

Минимальные размеры припусков по переходам, мкм:

- для точения черного $2Z_{\min} = 2((320 + 570) + 4634) = 10608$;
- получистового $2Z_{\min} = 2(100 + 100 + 278,04) = 956,08$;
- чистовой обработки $2Z_{\min} = 2(50 + 50 + 231,7) = 663,4$;
- шлифования получистового $2Z_{\min} = 2(25 + 25 + 185,36) = 470,72$;
- чистового $2Z_{\min} = 2(10 + 20 + 139,02) = 338,04$.

Расчетные размеры по переходам, мм:

- шлифование получистовое $120,023 + 0,338 = 120,361$;
- точение чистовое $120,361 + 0,471 = 120,831$;
- получистовое $120,831 + 0,663 = 121,494$;
- черновое $121,494 + 0,956 = 122,45$;
- заготовка $122,45 + 10,608 = 133,058$.

Наименьшие округленные размеры по переходам получаются округлением расчетного размера в сторону увеличения того же знака десятичной дроби, с которым задан допуск на размер.

Наибольшие предельные размеры, мм:

- шлифование чистовое $120,023 + 0,022 = 120,045$;
- получистовое $120,361 + 0,054 = 120,415$;
- точение чистовое $120,831 + 0,14 = 120,971$;
- получистовое $121,494 + 0,35 = 121,844$;
- черновое $122,45 + 0,87 = 123,32$;
- заготовка $133,058 + 3,2 = 136,258$.

Предельные максимальные значения припусков, мм:

- точение черного $136,258 - 123,32 = 12,938$;
- получистового $123,32 - 121,844 = 1,476$;
- чистового $121,844 - 120,971 = 0,873$;
- шлифование получистового $120,971 - 120,415 = 0,556$;
- чистового $120,415 - 120,045 = 0,37$;

Предельные минимальные значения припусков, мм:

- точение черного $133,058 - 122,45 = 10,608$;
- получистового $122,45 - 121,494 = 0,956$;
- чистового $121,494 - 120,831 = 0,663$;
- шлифование получистового $120,831 - 120,361 = 0,47$;
- чистового $120,361 - 120,023 = 0,338$;

Проверка расчета:

$$2Z_{0max} - 2Z_{0min} = T_z - T_d \quad (2.11)$$

$$16,213 - 13,035 = 3,2 - 0,022$$

Таблица 2.5 – Расчет припусков и предельных размеров по технологическим переходам на обработку поверхности $\varnothing 120n6^{+0,045}_{+0,023}$

Технологические переходы	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2Z_{min}$, мкм	Расчетный размер, мм	Допуск, мм	Предельный размер		Предельные значения припусков, мм	
	Rz	h	Δ_Σ	ϵ				min	max	$2Z_{min}$	$2Z_{max}$
Заготовка	320	350	4634			133,058	3,2	133,058	136,258		

Продолжение таблицы 2.5

Точение: черновое, IT14	100	100	278, 04	0	10608	122,45	0,87	122,45	123,32	10,608	12,938
Получис- товое, IT12	50	50	231, 7	0	956,08	121,494	0,35	121,494	121,844	0,956	1,476
Чистовое, IT10	25	25	185, 36	0	663,4	120,831	0,14	120,831	120,971	0,663	0,873
Шлифовани е получистово е, IT8	10	20	139, 02	0	470,72	120,361	0,054	120,361	120,415	0,47	0,556
Шлифовани е чистовое, IT6	5	15	92,6 8	0	338,04	120,023	0,022	120,023	120,045	0,338	0,37
									Σ13,035	Σ16,2 13	

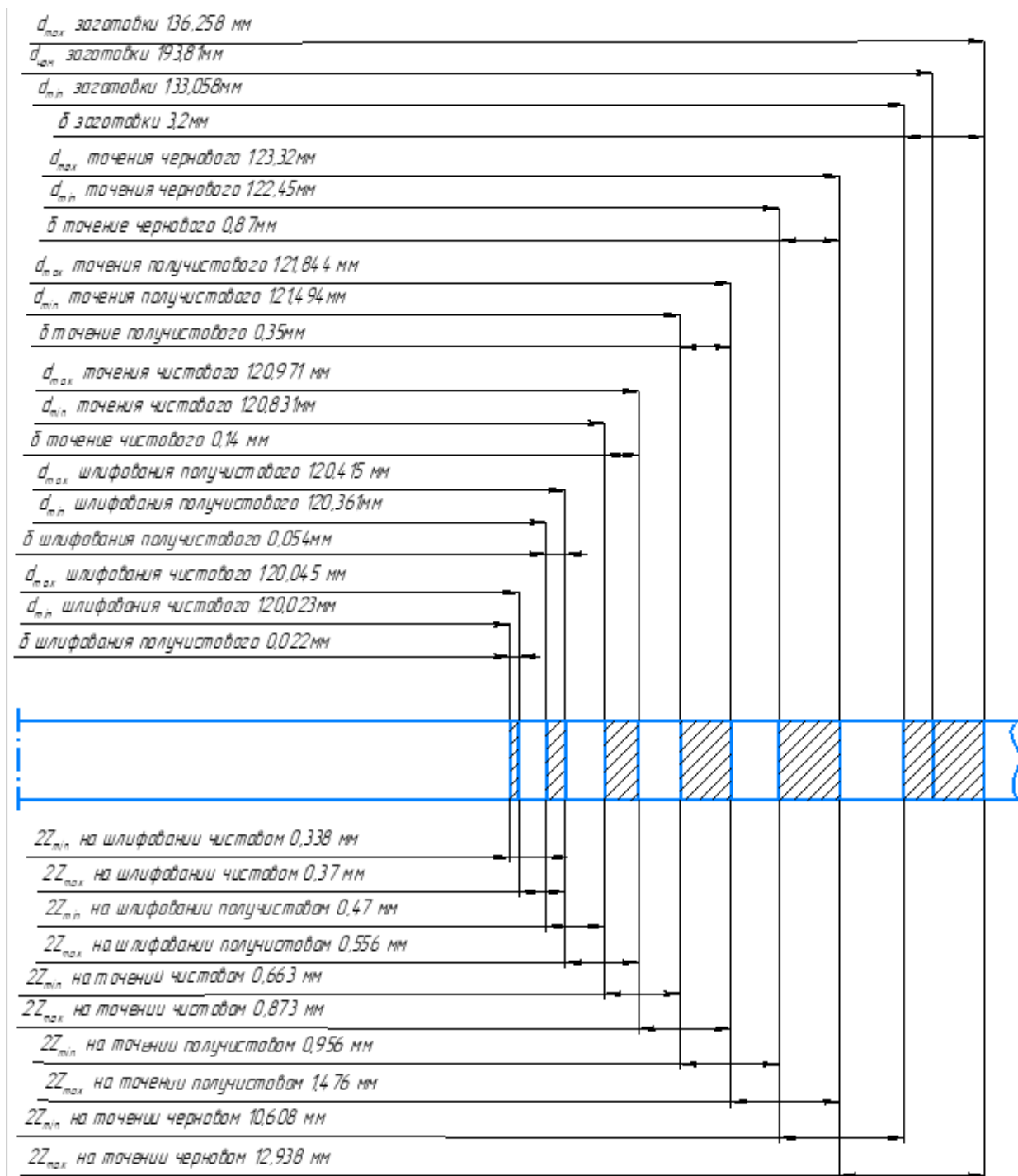


Рисунок 2.7 – Схема графического расположения припусков и допусков на обработку поверхности $\text{Ø}120\text{n}6(+0,045 / +0,023)$

2.9. Расчет и определение режимов обработок

Обработка ведется на токарно-карусельном станке с ЧПУ SKQ-8NC с мощностью электродвигателя $N_3 = 30$ кВт и торце-круглошлифовальный станок с ЧПУ ХШ4-10 с мощностью электродвигателя $N_3 = 18,5$ кВт.

Расчет производится для операции точение поверхности с размером 120 мм.

Глубина резания, мм:

- точение черновое $t = 10,28$
- точение получистовое $t = 1,5$
- точение чистовое $t = 0,5$
- шлифование получистовое $t = 0,015$
- шлифование чистовое $t = 0,005$

Подача, мм/об:

- точение черновое $s = 0,9$
- точение получистовое $s = 0,3$
- точение чистовое $s = 0,2$
- шлифование получистовое $s = 0,015$
- шлифование чистовое $s = 0,01$

Обработка ведется резцом с пластинами из твердого сплава: черновая—Т5К10, получистовая и чистовая— Т15К6 и шлифовальным кругом твердостью С1

Скорость резания рассчитывается по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^{m_t} \cdot t^{x_{sy}}} \cdot K_v \quad (2.12)$$

Коэффициенты и показатели степени (табл.71[1]):

- точение черновое $C_v = 340$; $x = 0,15$; $y = 0,45$; $m = 0,2$,
- получистовое $C_v = 420$; $x = 0,15$; $y = 0,2$; $m = 0,2$,
- чистовое $C_v = 420$; $x = 0,15$; $y = 0,2$; $m = 0,2$.

Стойкость резца при одной инструментальной обработке принимается равной 60 минут.

Коэффициент $K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv}$.

Сталь 45Х имеет в своем составе углерода 0,36-0,44; $\sigma_B = 655$ МПа.

$$K_{mv} = K_r \cdot \left(\frac{750}{655}\right)^{n_v} = 1 \left(\frac{750}{655}\right)^1 = 1,15 \quad (2.13)$$

где $K_r = 1,0$;

$n_v = 1,0$;

$K_{nv} = 0,8$;

$K_{uv} = 0,65$ – черновая обработка;

$K_v = 1,15 \cdot 1 \cdot 0,65 = 0,6$ – черновая обработка;

$K_{uv} = 1$ – получистовая и чистовая обработка;

$K_v = 1,15 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,92$ – получистовая и чистовая обработка.

Скорость резания, м/мин:

- точение черновое $V_1 = \frac{340}{60^{0,2} \cdot 10,28^{0,15} \cdot 0,9^{0,45}} \cdot 0,6 = 110,82$,
- точение получистовое $V_2 = \frac{420}{60^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 0,3^{0,2}} \cdot 0,92 = 221,7$,
- точение чистовое $V_3 = \frac{420}{60^{0,2} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 0,2^{0,2}} \cdot 1 = 283,5$,
- шлифование получистовое $V_4 = 30$,
- шлифование чистовое $V_5 = 20$.

Частота вращения, мин^{-1} :

$$n_1 = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 110,82}{3,14 \cdot 120} = 294;$$

$$n_2 = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 221,7}{3,14 \cdot 120} = 588;$$

$$n_3 = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 283,5}{3,14 \cdot 120} = 752;$$

$$n_4 = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 30}{3,14 \cdot 120} = 80;$$

$$n_5 = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 20}{3,14 \cdot 120} = 53.$$

Принимается расчетное значение частоты вращения, так как обработку предполагается производить на станках с бесступенчатым регулированием частоты вращения.

Сила резания. Тангенциальная сила резания, Н:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^m \cdot K_p; \quad (2.14)$$

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

$$K_p = K_{\mu p} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 0,89 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1 = 0,97 \quad (2.15)$$

$$\text{где } K_{\mu p} = \left(\frac{\delta_B}{750}\right)^n = \left(\frac{655}{750}\right)^{0,75} = 0,9$$

$$K_{\varphi p} = 0,89 \text{ при угле резца в плане } 90^\circ;$$

$$K_{\gamma p} = K_{\lambda p} = 1,1, \text{ т.к. принимается режущая часть из твердого сплава.}$$

Точение:

$$\text{черновое: } P_z = 10 \cdot 300 \cdot 10,28^1 \cdot 0,9^{0,75} \cdot 111^{-0,15} \cdot 0,97 = 13638;$$

$$\text{получистовое: } P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1,5^1 \cdot 0,3^{0,75} \cdot 222^{-0,15} \cdot 0,97 = 787;$$

$$\text{чистовое: } P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,5^1 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 284^{-0,15} \cdot 0,97 = 186,5;$$

Мощность резания, кВт.

$$\text{Точение } N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{13638 \cdot 111}{1020 \cdot 60} = 24,7 \text{ кВт.}$$

Мощность станка SKQ-8NC – N = 30 кВт.

$$\text{Шлифование } N = C_N \cdot U_3^r \cdot s_p^y \cdot d^q \cdot b^z = 1,3 \cdot 30^{0,75} \cdot 0,015^{0,85} \cdot 120^{0,2} \cdot 15^{0,7} = 8,1; \quad (2.16)$$

$$\text{где } C_N = 1,3; r = 0,75; y = 0,85; q = 0,2; z = 0,7.$$

Мощность станка ХШ4-10 – N = 18,5 кВт.

Таблица 2.6. – Расчетные данные для “Расчета режимов обработки”

Номер, название операции	Обрабаты- ваемая поверхность	Переходы	Инстру- мент, материал реж. кромки	Режимы обработки				
				t, мм	i	S	n, 1/мин	V, м/мин
010 токарная	Ø120п6	Точение: черновое	резец Т5К10	10,28	1	0,9 мм/об	294	110,82
		Получис- товое	T15K6	1,5	1	0,3 мм/об	588	221,7

		чистовое	T15K6	0,5	1	0,2 мм/об	752	283,5
020 шлифоваль ная		Шлифова- ние: получистовое	круг шлифо- вальный 14A	0,015	1	15 мкм/о б	80	30
		чистовое	14A	0,005	1	10 мкм/о б	53	20

2.10. Определение норм времени (трудоемкости) изготовления детали

Расчетно-аналитическим методом установим технические нормы времени на операцию точения поверхности с размером 120 мм.

Штучное время на операцию рассчитывается по формуле:

$$T_{шт} = T_o + T_v + T_{об} + T_{отд}, \text{ мин}; \quad (2.17)$$

где T_o - основное время, рассчитывается исходя из длины обработки, режимов резания, длины врезания и перебега инструмента;

$T_v = T_{ус} + T_{з.о.} + T_{уп} + T_{из}$ - вспомогательное время, которое состоит из четырех составляющих:

$T_{ус}$ - время на установку и снятие детали;

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

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

$T_{из}$ - время на измерения;

$T_{об}$ - время на обслуживание;

$T_{отд}$ - время перерывов на отдых и личные потребности.

Основное время

$$T_o = \frac{L \cdot i}{nS} \quad (2.18)$$

где L - расчетная длина обработки в направлении подачи:

$$L = l + l_1 + l_2 = 58 + 3 = 61 \text{ мм}$$

Здесь l - длина обработки по чертежу;

$l_1 - 3$ для резца с $\varphi = 90$;

$l_2 - 0$, т.к. обработка ведется не напроход;

n – частота вращения;

S – подача за один оборот мм/об;

i – число переходов при последовательной обработке.

Подставляя данные в формулу, получим величину основного времени:

$$T_{o1} = \frac{61 \cdot 1}{294 \cdot 0,9} = 0,23 \text{ мин}$$

$$T_{o2} = \frac{61 \cdot 1}{588 \cdot 0,3} = 0,34 \text{ мин}$$

$$T_{o3} = \frac{61 \cdot 1}{752 \cdot 0,2} = 0,41 \text{ мин}$$

Принимается, что обработка поверхности Ø120п6 производится за одну операцию. Тогда основное время на операцию

$$T_o = T_{o1} + T_{o2} + T_{o3} = 0,98 \text{ мин}$$

Вспомогательное время T_B

Включает время на осуществление в основном четырех вспомогательных действий:

- 1) установка и снятие заготовки;
- 2) пуск и остановка станка или управление станком;
- 3) закрепление и открепление деталей;
- 4) измерение детали.

Расчет времени на вспомогательные действия производится на основании данных приведенных в таблицах 102-107 [1].

Установка и снятие детали в самоцентрирующемся патроне с креплением ключом по упору:

$$t_{\text{уст}} = a \cdot D_n^x \cdot l_{\text{выл}}^y = 0,076 \cdot 495^{0,17} \cdot 105^{0,15} = 0,44 \text{ мин.};$$

Управление станком:

$$t_{\text{в.оп.}} = a + b \sum X_0, Y_0, Z_0 + cK + dl_{\text{пл}} + aT_a = 0,36 + 0,00125 \cdot 0 + 0,04 \cdot 1 + 0,04 \cdot 0,98 = 0,439.$$

Принимается, что $X_0=Y_0=Z_0=0$; число корректоров в программе $k=1$; время автоматической работы станка по программе равно основному времени, то есть $T_\alpha=T_0=0,98$ мин.

Измерение детали

Предполагается произвести измерение детали два раза:

1) после черновой обработки штангенциркулем с точностью 0,1 мм;

$$t_{\text{контр.}} = \sum K \cdot D_{\text{изм}}^z \cdot L^u = 0,0187 \cdot 120^{0,21} \cdot 58^{0,33} = 0,195 \text{ мин.}$$

2) готовую деталь микрометром с точностью до 0,01 мм:

$$t_{\text{контр.}} = 0,04 \cdot 120^{0,2} \cdot 58^{0,24} = 0,276 \text{ мин.}$$

Суммарное время на контроль:

$$t_{\text{контр.}} = 0,195 + 0,276 = 0,471 \text{ мин.}$$

Суммарное вспомогательное время:

$$T_B = 0,44 + 0,439 + 0,471 = 1,35 \text{ мин.}$$

Оперативное время:

$$T_{\text{оп}} = T_0 + T_B = 0,98 + 1,35 = 2,33 \text{ мин.}$$

Время организационного, технического обслуживания рабочего места на отдых и личные потребности:

$$T_{\text{об}} + T_{\text{отд}} = 0,1 \cdot T_{\text{оп}} = 0,1 \cdot 2,33 = 0,23 \text{ мин.}$$

Штучное время на операцию

$$T_{\text{шт}} = 0,98 + 1,35 + 0,23 = 2,56 \text{ мин.}$$

Результаты расчета норм времени оформляются в виде таблицы.

Таблица 2.7 – Данные норм времени

Номер, название операции	Составляющие штучного времени				$T_{\text{шт}}$
	T_0	T_B	$T_{\text{об}}$	$T_{\text{отд}}$	
010 токарно- карусельная	0,98	1,35	0,23		2,56

2.10.1. Разработка последовательности обработки поверхности: Ø344p6^(+0,098)_(+0,062)

Определяется допуск заготовки:

Класс размерной точности – 14

Условное обозначение поковки 14-0-0-14

Допуск заготовки равен $T_3=4,0$ мм

Общий коэффициент уточнения:

$$\varepsilon_{\Sigma} = \frac{T_{\text{заг}}}{T_{\text{дет}}} = \frac{4,0}{0,036} = 111,11$$

И количество необходимых переходов:

$$m = \frac{\lg \varepsilon_{\Sigma}}{0,46} = \frac{\lg 111,11}{0,46} = 4,50$$

Для достижения заданной точности принимается пять переходов.

Поверхность Ø344p6 можно обработать проходным резцом и шлифованием (допуски в мм).

Обтачивание продольной подачей (допуски в мм):

- Черновое, IT14, $T_1 = 1,4$
- Получистовое, IT12, $T_2 = 0,57$
- Чистовое, IT10, $T_3 = 0,23$

Шлифование:

- Получистовое, IT8, $T_4 = 0,089$
- Чистовое, IT6, $T_5 = 0,036$

Коэффициенты уточнения по переходам:

$$\varepsilon_1 = \frac{T_{\text{заг}}}{T_1} = \frac{4,0}{1,4} = 2,87;$$

$$\varepsilon_2 = \frac{T_1}{T_2} = \frac{1,4}{0,57} = 2,45;$$

$$\varepsilon_3 = \frac{T_2}{T_3} = \frac{0,57}{0,23} = 2,48;$$

$$\varepsilon_4 = \frac{T_3}{T_4} = \frac{0,23}{0,089} = 2,58;$$

$$\varepsilon_5 = \frac{T_4}{T_5} = \frac{0,089}{0,036} = 2,47.$$

Общий коэффициент уточнения:

$$[\varepsilon_\Sigma] = \varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2 \cdot \varepsilon_3 \cdot \varepsilon_4 \cdot \varepsilon_5 = 2,87 \cdot 2,45 \cdot 2,48 \cdot 2,58 \cdot 2,47 = 111,13.$$

Условие $[\varepsilon_\Sigma] \geq \varepsilon_\Sigma = 111,13 > 111,11$ соблюдается.

Таблица 2.8 – Расчетные данные

Размеры поверхности	Допуски, мм		Коэффициенты уточнения ε_Σ	Вариант достижения точности	
	Заготовк	Детали		Вариант 1	
				Переходы	ε по переходам
$\varnothing 344p6^{(+0,098}_{+0,062})$	4,0	0,036	111,11	Точение черновое, IT14	2,87
				Точение получистовое, IT12	2,45
				Точение чистовое, IT10	2,48
				Шлифование получистовое, IT8	2,58
				Шлифование получистовое, IT6	2,47

					$[\varepsilon_{\Sigma}] = 111,13$
--	--	--	--	--	-----------------------------------

Расчет припусков под обработку поверхности Ø344p6

Маршрут обработки состоит из пяти переходов: точение черновое, получистовое, чистовое, шлифование получистовое и чистовое

Таблица 2.9. – Параметры R_z и h по технологическим переходам, мкм

	R_z	h
Заготовка	320	350(табл.42 [1])
Точение черновое	100	100 (табл.42 [1])
Получистовое	50	50 (табл.42 [1])
Чистовое	25	25 (табл.42 [1])
Шлифование получистовое	10	20(табл.42 [1])
Чистовое	5	15(табл.42 [1])

При обработке участках наружной поверхности и базирование по наружной поверхности пространственное отклонение рассчитывается по формуле:

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{\Delta_{\text{см}}^2 + \Delta_{\text{кор}}^2 + \Delta_y^2} = \sqrt{4000^2 + 8,4^2 + 4120^2} = 5742 \text{ мкм},$$

где: $\Delta_{\text{см}} = 4,0$ мм (допуск заготовки);

$$\Delta_{\text{кор}} = \Delta_k \cdot l = 1,2 \cdot 7 = 8,4 \text{ мкм};$$

$$\Delta_y = \sqrt{T^2 + 1} = \sqrt{4,0^2 + 1} = 4,12$$

Остаточные отклонения расположения поверхностей, мкм:

$$\Delta_{\text{ост}} = K_y \cdot \Delta_{\Sigma}; \quad (2.19)$$

- Черновая обработка $\Delta_{\text{ост}} = 0,06 \cdot 5742 = 344,52;$

- Получистовая обработка $\Delta_{\text{ост}} = 0,05 \cdot 5742 = 287,1$;
- Чистовая обработка $\Delta_{\text{ост}} = 0,04 \cdot 5742 = 229,68$;
- Шлифование получистовое $\Delta_{\text{ост}} = 0,03 \cdot 5742 = 172,26$;
- Шлифование чистовое $\Delta_{\text{ост}} = 0,02 \cdot 5742 = 114,84$.

Погрешность установки: $\varepsilon=0$

При обработке наружных поверхностей вращения используется формула:

$$2Z_{\min} = 2[(R_z + h)_{i-1} + \Delta_{\Sigma i-1} + \varepsilon_i] \quad (2.20)$$

Минимальные размеры припусков по переходам, мкм:

- для точения чернового $2Z_{\min} = 2((320 + 350) + 5742) = 12824$;
- получистового $2Z_{\min} = 2(100 + 100 + 344,52) = 1089,04$;
- чистовой обработки $2Z_{\min} = 2(50 + 50 + 287,1) = 774,2$;
- шлифования получистового $2Z_{\min} = 2(25 + 25 + 229,68) = 559,36$;
- чистового $2Z_{\min} = 2(10 + 20 + 172,26) = 404,52$.

Расчетные размеры по переходам, мм:

- шлифование получистовое $344,062 + 0,405 = 344,467$;
- точение чистовое $344,467 + 0,559 = 345,026$;
- получистовое $345,026 + 0,774 = 345,8$;
- черновое $345,8 + 1,089 = 346,889$;
- заготовка $346,889 + 12,824 = 359,713$.

Наименьшие округленные размеры по переходам получаются округлением расчетного размера в сторону увеличения того же знака десятичной дроби, с которым задан допуск на размер.

Наибольшие предельные размеры, мм:

- шлифование чистовое $344,062 + 0,036 = 344,098$;
- получистовое $344,467 + 0,089 = 344,556$;
- точение чистовое $345,026 + 0,23 = 345,256$;
- получистовое $345,8 + 0,57 = 346,37$;
- черновое $346,889 + 1,4 = 348,289$;

- заготовка $359,713 + 4,0 = 363,713$.

Предельные максимальные значения припусков, мм:

- точение черного $363,713 - 348,289 = 15,424$;
- получистового $348,289 - 346,37 = 1,919$;
- чистового $346,37 - 345,256 = 1,114$;
- шлифование получистового $345,256 - 344,556 = 0,7$;
- чистового $344,556 - 344,098 = 0,458$;

Предельные минимальные значения припусков, мм:

- точение черного $359,713 - 346,889 = 12,824$;
- получистового $346,889 - 345,8 = 1,089$;
- чистового $345,8 - 345,026 = 0,774$;
- шлифование получистового $345,026 - 344,467 = 0,559$;
- чистового $344,467 - 344,062 = 0,405$;

Проверка расчета:

$$2Z_{0max} - 2Z_{0min} = T_z - T_d \quad (2.21)$$

$$19,615 - 15,651 = 4,0 - 0,036$$

Таблица 2.10 – Расчет припусков и предельных размеров по технологическим переходам на обработку поверхности $\varnothing 344p6^{(+0,098}_{+0,062})$

Технологические переходы	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2Z_{min}$, мкм	Расчетный размер, мм	Допуск, мм	Предельный размер		Предельные значения припусков, мм	
	Rz	h	Δ_{Σ}	ε				min	max	$2Z_{min}$	$2Z_{max}$
Заготовка	320	350	574 2			359,713	4,0	359,713	363,713		
Точение: черновое, IT14	100	100	344 ,52	0	12824	346,889	1,4	346,889	348,289	12,824	15,424
Получистовое, IT12	50	50	287 ,1	0	1089,04	345,8	0,57	345,8	346,37	1,089	1,919

Продолжение таблицы 2.10

Чистовое, IT10	25	25	229 ,68	0	774,2	345,026	0,23	345, 026	345, 256	0,774	1,114
Шлифование получистовое, IT8	10	20	172 ,26	0	559,36	344,467	0,089	344, 467	344, 556	0,559	0,7
Шлифование чистовое, IT6	5	15	114 ,84	0	404,52	344,062	0,036	344, 062	344, 098	0,405	0,458
										$\Sigma 15,6$ 51	$\Sigma 19,6$ 15

Расчет и определение режимов обработок

Обработка ведется на токарно-карусельном станке с ЧПУ SKQ-8NC с мощностью электродвигателя $N_3 = 30$ кВт и торце-круглошлифовальный станок с ЧПУ ХШ4-10 с мощностью электродвигателя $N_3 = 18,5$ кВт. Расчет производится для операции точение поверхности с размером 344 мм.

Глубина резания, мм:

- точение черновое $t = 1,5$
- точение получистовое $t = 0,8$
- точение чистовое $t = 0,3$
- шлифование получистовое $t = 0,02$
- шлифование чистовое $t = 0,01$

Подача, мм/об:

- точение черновое $s = 0,8$
- точение получистовое $s = 0,4$
- точение чистовое $s = 0,2$
- шлифование получистовое $s = 15$
- шлифование чистовое $s = 10$

Обработка ведется резцом с пластинами из твердого сплава: черновая—Т5К10 , получистовая и чистовая— Т15К6 и шлифовальным кругом твердостью С1.

Скорость резания рассчитывается по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^{m_v} \cdot t^{x_v} \cdot S^{y_v}} \cdot K_v; \quad (2.22)$$

Коэффициенты и показатели степени:

- точение черновое $C_v = 340$; $x = 0,15$; $y = 0,45$; $m = 0,2$,
- получистовое $C_v = 420$; $x = 0,15$; $y = 0,2$; $m = 0,2$,
- чистовое $C_v = 420$; $x = 0,15$; $y = 0,2$; $m = 0,2$.

Стойкость резца при одной инструментальной обработке принимается равной 60 минут.

$$\text{Коэффициент } K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv}. \quad (2.23)$$

Сталь 45Х имеет в своем составе углерода 0,36-0,44; $\sigma_B = 655 \text{ Мпа}$.

$$K_{mv} = K_r \cdot \left(\frac{750}{655} \right)^{n_v} = 1 \left(\frac{750}{655} \right)^1 = 1,15$$

где $K_r = 1,0$;

$n_v = 1,0$ (табл.73[1]);

$K_{nv} = 0,8$ (табл.74[1]);

$K_{uv} = 0,65$ (табл.75[1]) —черновая обработка;

$K_v = 1,15 \cdot 1 \cdot 0,65 = 0,6$ —черновая обработка;

$K_{uv} = 1$ —получистовая и чистовая обработка;

$K_v = 1,15 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,92$ —получистовая и чистовая обработка.

Скорость резания, м/мин:

- точение черновое $V_1 = \frac{340}{60^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 0,65 = 101,4$,
- точение получистовое $V_2 = \frac{420}{60^{0,2} \cdot 0,8^{0,15} \cdot 0,4^{0,2}} = 230$,
- точение чистовое $V_3 = \frac{420}{60^{0,2} \cdot 0,2^{0,15} \cdot 0,2^{0,2}} \cdot 1 = 325,3$,
- шлифование получистовое $V_4 = 30$,
- шлифование чистовое $V_5 = 20$.

Частота вращения, мин⁻¹:

$$n_1 = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 101,4}{3,14 \cdot 344} = 94;$$

$$n_2 = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 230}{3,14 \cdot 344} = 213;$$

$$n_3 = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 325,3}{3,14 \cdot 344} = 301;$$

$$n_4 = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 30}{3,14 \cdot 344} = 28;$$

$$n_5 = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 20}{3,14 \cdot 344} = 19.$$

Принимается расчетное значение частоты вращения, так как обработку предполагается производить на станках с бесступенчатым регулированием частоты вращения.

Сила резания. Тангенциальная сила резания, Н:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^m \cdot K_p; \quad (2.24)$$

$$C_p = 300, x = 1, y = 0,75, m = -0,15 \text{ (табл. 76[1])};$$

$$K_p = K_{\mu p} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 0,89 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1 = 0,97$$

$$\text{где } K_{\mu p} = \left(\frac{\delta_B}{750}\right)^n = \left(\frac{655}{750}\right)^{0,75} = 0,9;$$

$$K_{\varphi p} = 0,89 \text{ при угле резца в плане } 90^\circ;$$

$$K_{\gamma p} = K_{\lambda p} = 1,1, \text{ т.к. принимается режущая часть из твердого сплава.}$$

$$\text{Точение черновое: } P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1,5^1 \cdot 0,8^{0,75} \cdot 101,4^{-0,15} \cdot 0,97 = 1847;$$

$$\text{получистовое: } P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,8^1 \cdot 0,4^{0,75} \cdot 230^{-0,15} \cdot 0,97 = 518;$$

$$\text{чистовое: } P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,3^1 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 325,3^{-0,15} \cdot 0,97 = 111;$$

Мощность резания, кВт.

$$\text{Точение } N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1847 \cdot 101,4}{1020 \cdot 60} = 3,06 \text{ кВт.}$$

$$\text{Мощность станка SKQ-8NC – } N = 30 \text{ кВт.}$$

$$\text{Шлифование } N = C_N \cdot U_3^r \cdot s_p^y \cdot b^z = 1,3 \cdot 30^{0,75} \cdot 0,02^{0,85} \cdot 15^{0,7} = 4 \text{ кВт;}$$

$$\text{где } C_N = 1,3; r = 0,75; y = 0,85; z = 0,7.$$

$$\text{Мощность станка ХШ4-10 – } N = 18,5 \text{ кВт.}$$

Таблица 2.11 – Расчетные данные для “Расчета режимов обработки”

Номер, назва- ние опера- ции	Обр абат ывае мая пове рхно сть	Переход ы	Инстр умент , матер иал реж. кромк и	Режимы обработки				
				t, мм	i	S	п, 1/мин	V, м/мин
010 токарная	Ø12 0п6	Точение: черновое	резец T5K1 0	1,5	1	0,8 мм/об	94	101,4
		Получис- товое	T15K 6	0,8	1	0,4 мм/об	213	230
		чистовое	T15K 6	0,3	1	0,2 мм/об	301	325,3
020 шлифова льная		Шлифова -ние: получист овое	круг шлиф о- валь- ный 14А	0,02	1	15 мкм/об	28	30
		чистовое	14А	0,01	1	10 мкм/об	19	20

Определение норм времени (трудоемкости) изготовления детали.

Расчетно-аналитическим методом установим технические нормы времени на операцию точения поверхности с размером 344 мм.

Штучное время на операцию рассчитывается по формуле:

$$T_{\text{шт}} = T_0 + T_{\text{в}} + T_{\text{об}} + T_{\text{отд}}, \text{ мин}; \quad (2.25)$$

где T_0 - основное время, рассчитывается исходя из длины обработки, режимов резания, длины врезания и перебега инструмента;

$T_{\text{в}} = T_{\text{ус}} + T_{\text{з.о.}} + T_{\text{уп}} + T_{\text{из}}$ - вспомогательное время, которое состоит из четырех составляющих: (2.26)

$T_{\text{ус}}$ - время на установку и снятие детали;

$T_{\text{з.о.}}$ - время на закрепление и открепление детали;

$T_{\text{уп}}$ - время на приемы управления;

$T_{\text{из}}$ - время на измерения;

$T_{\text{об}}$ - время на обслуживание;

$T_{\text{отд}}$ - время перерывов на отдых и личные потребности.

Основное время T_0

$$T_0 = \frac{L \cdot i}{nS}$$

где L - расчетная длина обработки в направлении подачи:

$$L = l + l_1 + l_2 = 7 + 3 = 10 \text{ мм}$$

Здесь l - длина обработки по чертежу;

l_1 - 3 для резца с $\varphi = 90$;

l_2 - 0, т.к. обработка ведется не напроход;

n - частота вращения;

S - подача за один оборот мм/об;

i - число переходов при последовательной обработке.

Подставляя данные в формулу, получим величину основного времени:

$$T_{01} = \frac{10 \cdot 1}{94 \cdot 0,8} = 0,13 \text{ мин}$$

$$T_{02} = \frac{10 \cdot 1}{213 \cdot 0,4} = 0,11 \text{ мин}$$

$$T_{03} = \frac{10 \cdot 1}{301 \cdot 0,2} = 0,17 \text{ мин}$$

Принимается, что обработка поверхности Ø344p6 производится за одну операцию. Тогда основное время на операцию

$$T_o = T_{01} + T_{02} + T_{03} = 0,41 \text{ мин}$$

2.11. Определение норм времени (трудоемкости) изготовления детали

Таблица 2.12 – Сводная таблица режимов резания по операциям

Номер и наименование операции	Метод обработки	t, мм	S, мм/мин	n, об/мин	V, м/мин	L, мм	T ₀ , мин
005 Токарно-карусельная	Точение	3	1,4	94	146	177,5	1,34
	Точение	2,3	1,2	357	157	15,8	0,05
	Точение	5	1	329	145	9,6	0,14
	Точение	3,9	0,7	429	162	57,2	0,4
	Точение	4,5	0,7	363	137	2,4	0,02
	Точение	2,7	0,9	429	162	9,8	0,03
	Точение	4	0,6	510	166	12,8	0,04
	Точение	1,5	0,6	647	193	95	0,3
010 Токарно-карусельная	Точение	9,7	0,8	89	138	75,1	1,05
	Точение	9,7	0,5	140	150	7	0,1
	Точение	6,4	0,6	143	154	2,6	0,04
	Точение	2,7	1	147	159	72,4	0,49
	Точение	9,7	0,5	240	151	57,8	0,48
	Точение	8	0,7	396	145	16	0,06
	Точение	4,5	1	404	148	18,5	0,05
	Точение	0,2	1,2	860	229	68,8	0,08
035 Внутришлифовальная	Шлифование	0,03	50	2315	2500	70,7	0,012
	Шлифование	0,03	50	4980	2500	41,5	0,003
	Шлифование	0,03	50	6800	2500	8	0,001

Продолжение таблицы 2.12

	Шлифование	0,03	50	9366	2500	69	0,003
040 Круглошлифовальная	Шлифование	0,05	50	2315	2500	75,5	0,012
	Шлифование	0,05	50	1608	2500	7	0,001
045 Сверлильная с ЧПУ	Центрование	1,5	0,06	224	17,6	3	0,22
	Центрование	1,5	0,06	224	17,6	9	0,66
	Центрование	1,5	0,06	224	17,6	36	2,67
	Центрование	1,5	0,06	224	17,6	4,5	0,33
	Центрование	1,5	0,06	224	17,6	12	0,89
	Центрование	1,5	0,06	224	17,6	27	2
	Сверление	7,5	0,12	254	12	50	1,64
	Сверление	12,5	0,2	229	18	192	4,19
	Сверление	10,5	0,18	257	17	600	13
	Сверление	7,5	0,12	254	12	75	2,46
	Сверление	7,5	0,12	254	12	200	6,56
	Зенкерование	1,4	0,5	298	15	200	1,34
	Развертывание	0,1	1	268	13,5	200	0,74
	Сверление	8,5	0,12	243	13	450	15,43
	Зенкование	1,6	0,65	200	18	8	0,13
050 Сверлильная с ЧПУ	Центрование	1,5	0,06	224	17,6	3	0,22
	Сверление	2,8	0,09	424	8	24	0,62
	Развертывание	1	0,8	530	10	24	0,05
	Зенкование	1	0,65	200	18	2	0,02

Расчетно-аналитическим методом установим технические нормы времени на все операции.

Штучное время на операцию рассчитывается по формуле:

$$T_{шт} = T_o + T_v + T_{об} + T_{отд}, \text{ мин}; \quad (2.27)$$

где T_o - основное время, рассчитывается исходя из длины обработки, режимов резания, длины врезания и перебега инструмента;

$T_v = T_{ус} + T_{з.о.} + T_{уп} + T_{из}$ - вспомогательное время которое состоит из четырех составляющих: (2.28)

$T_{\text{ус}}$ - время на установку и снятие детали;

$T_{\text{з.о.}}$ - время на закрепление и открепление детали;

$T_{\text{уп}}$ - время на приемы управления;

$T_{\text{из}}$ - время на измерения;

$T_{\text{об}}$ - время на обслуживание;

$T_{\text{отд}}$ - время перерывов на отдых и личные потребности.

Операция 005 Токарно-карусельная

Станок токарно-карусельный SKQ-8NC.

Основное время $T_o = 1,34 + 0,05 + 0,14 + 0,4 + 0,02 + 0,03 + 0,04 + 0,3 = 2,32$ мин.

$T_{\text{ус}} = 0,7$ мин [9, к. 18, л.2].

$T_{\text{з.о.}} = 0,16$ мин [9, к. 18, л.4].

Время на приемы управления [9, к. 27, л.1]:

$$T_{\text{уп}} = 0,02 + 0,06 + 0,05 + 0,09 + 0,15 = 0,37 \text{ мин ,}$$

где 0,02 мин – время на включение станка; 0,06 мин – время на смену числа оборотов шпинделя; 0,05 мин – время на смену величины или направления подачи; 0,09 мин – время на поворот приспособления с рабочей позиции на загрузочную; 0,15 мин – время на установку и снятие щитка ограждения от стружки.

$T_{\text{из}} = 0,12$ мин – время на измерения штангенциркулем [9, к. 43, л.7].

Вспомогательное время $T_{\text{в}} = 0,7 + 0,16 + 0,37 + 0,12 = 1,35$ мин.

Оперативное время $T_{\text{оп}} = T_o + T_{\text{в}} = 2,32 + 1,35 = 3,67$ мин.

Определяем время на техническое обслуживание рабочего места $T_{\text{об}}$:

$$T_{\text{об}} = T_{\text{оп}} \cdot a/100 , \quad (2.29)$$

где a – время на обслуживание рабочего места в процентах к оперативному, $a = 4\%$ [9, к. 45, л.1].

$$T_{\text{об}} = 3,67 \cdot 0,04 = 0,14 \text{ мин.}$$

Определяем время на отдых и личные надобности $T_{\text{отд}}$:

$$T_{\text{отд}} = T_{\text{оп}} \cdot b/100 , \quad (2.30)$$

где b – время на отдых в процентах к оперативному времени, $b = 4\%$ [9, к. 46, л.1].

$$T_{\text{отд}} = 3,67 \cdot 0,04 = 0,14 \text{ мин.}$$

Определим штучное время $T_{\text{шт}}$:

$$T_{\text{шт}} = 2,32 + 1,35 + 0,14 + 0,14 = 3,95 \text{ мин.}$$

Операция 010 Токарно-карусельная

Станок токарно-карусельный SKQ-8NC.

Основное время $T_o = 1,05 + 0,1 + 0,04 + 0,49 + 0,48 + 0,06 + 0,05 + 0,08 = 2,35 \text{ мин.}$

$$T_{\text{ус}} = 0,7 \text{ мин [9, к. 18, л.2].}$$

$$T_{\text{з.о.}} = 0,16 \text{ мин [9, к. 18, л.4].}$$

Время на приемы управления [9, к. 27, л.1]:

$$T_{\text{уп}} = 0,02 + 0,06 + 0,05 + 0,09 + 0,15 = 0,37 \text{ мин ,}$$

где 0,02 мин – время на включение станка; 0,06 мин – время на смену числа оборотов шпинделя; 0,05 мин – время на смену величины или направления подачи; 0,09 мин – время на поворот приспособления с рабочей позиции на загрузочную; 0,15 мин – время на установку и снятие щитка ограждения от стружки.

$$T_{\text{из}} = 0,12 \text{ мин – время на измерения штангенциркулем [9, к. 43, л.7].}$$

$$\text{Вспомогательное время } T_v = 0,7 + 0,16 + 0,37 + 0,12 = 1,35 \text{ мин.}$$

$$\text{Оперативное время } T_{\text{оп}} = T_o + T_v = 2,35 + 1,35 = 3,7 \text{ мин.}$$

Определяем время на техническое обслуживание рабочего места $T_{\text{об}}$:

$$T_{\text{об}} = T_{\text{оп}} \cdot a/100 ,$$

где a – время на обслуживание рабочего места в процентах к оперативному, $a = 4\%$ [9, к. 45, л.1].

$$T_{\text{об}} = 3,7 \cdot 0,04 = 0,15 \text{ мин.}$$

Определяем время на отдых и личные надобности $T_{\text{отд}}$:

$$T_{\text{отд}} = T_{\text{оп}} \cdot b/100 ,$$

где b – время на отдых в процентах к оперативному времени, $b = 4\%$ [9, к. 46, л.1].

$$T_{\text{отд}} = 3,67 \cdot 0,04 = 0,15 \text{ мин.}$$

Определим штучное время $T_{\text{шт}}$:

$$T_{\text{шт}} = 2,35 + 1,35 + 0,15 + 0,15 = 4 \text{ мин.}$$

Операция 035 Внутришлифовальная

Станок внутришлифовальный универсальный 3К229В.

Основное время $T_o = 0,012 + 0,003 + 0,001 + 0,003 = 0,02$ мин.

$$T_{\text{ус}} = 0,7 \text{ мин [9, к. 18, л.2].}$$

$$T_{\text{з.о.}} = 0,16 \text{ мин [9, к. 18, л.4].}$$

Время на приемы управления [9, к. 27, л.1]:

$$T_{\text{уп}} = 0,02 + 0,06 + 0,05 + 0,09 + 0,15 = 0,37 \text{ мин ,}$$

где 0,02 мин – время на включение станка; 0,06 мин – время на смену числа оборотов шпинделя; 0,05 мин – время на смену величины или направления подачи; 0,09 мин – время на поворот приспособления с рабочей позиции на загрузочную; 0,15 мин – время на установку и снятие щитка ограждения от стружки.

$$T_{\text{из}} = 0,12 \text{ мин – время на измерения штангенциркулем [9, к. 43, л.7].}$$

$$\text{Вспомогательное время } T_{\text{в}} = 0,7 + 0,16 + 0,37 + 0,12 = 1,35 \text{ мин.}$$

$$\text{Оперативное время } T_{\text{оп}} = T_o + T_{\text{в}} = 0,02 + 1,35 = 1,37 \text{ мин.}$$

Определяем время на техническое обслуживание рабочего места $T_{\text{об}}$:

$$T_{\text{об}} = T_{\text{оп}} \cdot a/100 ,$$

где a – время на обслуживание рабочего места в процентах к оперативному, $a = 4\%$ [9, к. 45, л.1].

$$T_{\text{об}} = 1,37 \cdot 0,04 = 0,06 \text{ мин.}$$

Определяем время на отдых и личные надобности $T_{\text{отд}}$:

$$T_{\text{отд}} = T_{\text{оп}} \cdot \frac{b}{100},$$

где b – время на отдых в процентах к оперативному времени, $b = 4\%$ [9, к. 46, л.1].

$$T_{\text{отд}} = 1,37 \cdot 0,04 = 0,06 \text{ мин.}$$

Определим штучное время $T_{\text{шт}}$:

$$T_{\text{шт}} = 0,02 + 1,35 + 0,06 + 0,06 = 1,49 \text{ мин.}$$

Операция 040 Круглошлифовальная

Станок круглошлифовальный ХШ4-10.

$$\text{Основное время } T_o = 0,012 + 0,001 = 0,013 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{ус}} = 0,7 \text{ мин [9, к. 18, л.2].}$$

$$T_{\text{з.о.}} = 0,16 \text{ мин [9, к. 18, л.4].}$$

Время на приемы управления [9, к. 27, л.1]:

$$T_{\text{уп}} = 0,02 + 0,06 + 0,05 + 0,09 + 0,15 = 0,37 \text{ мин ,}$$

где 0,02 мин – время на включение станка; 0,06 мин – время на смену числа оборотов шпинделя; 0,05 мин – время на смену величины или направления подачи; 0,09 мин – время на поворот приспособления с рабочей позиции на загрузочную; 0,15 мин – время на установку и снятие щитка ограждения от стружки.

$$T_{\text{из}} = 0,12 \text{ мин – время на измерения штангенциркулем [9, к. 43, л.7].}$$

$$\text{Вспомогательное время } T_v = 0,7 + 0,16 + 0,37 + 0,12 = 1,35 \text{ мин.}$$

$$\text{Оперативное время } T_{\text{оп}} = T_o + T_v = 0,013 + 1,35 = 1,363 \text{ мин.}$$

Определяем время на техническое обслуживание рабочего места $T_{\text{об}}$:

$$T_{\text{об}} = T_{\text{оп}} \frac{a}{100},$$

где a – время на обслуживание рабочего места в процентах к оперативному, $a = 4\%$ [9, к. 45, л.1].

$$T_{\text{об}} = 1,363 \cdot 0,04 = 0,05 \text{ мин.}$$

Определяем время на отдых и личные надобности $T_{\text{отд}}$:

$$T_{\text{отд}} = T_{\text{оп}} \frac{b}{100},$$

где b – время на отдых в процентах к оперативному времени, $b = 4\%$ [9, к. 46, л.1].

$$T_{\text{отд}} = 1,363 \cdot 0,04 = 0,05 \text{ мин.}$$

Определим штучное время $T_{\text{шт}}$:

$$T_{\text{шт}} = 0,013 + 1,35 + 0,05 + 0,05 = 1,463 \text{ мин.}$$

Операция 045 Сверлильная с ЧПУ

Станок C500/03NC

$$\text{Основное время } T_0 = 0,22 + 0,66 + 2,67 + 0,33 + 0,89 + 2 + 1,64 + 4,19 + 13 + 2,46 + 6,56 + 1,34 + 0,74 + 15,43 + 0,13 = 52,26 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{ус}} = 0,7 \text{ мин [9, к. 18, л.2].}$$

$$T_{\text{з.о.}} = 0,16 \text{ мин [9, к. 18, л.4].}$$

Время на приемы управления [9, к. 27, л.1]:

$$T_{\text{уп}} = 0,02 + 0,06 + 0,05 + 0,09 + 0,15 = 0,37 \text{ мин ,}$$

где 0,02 мин – время на включение станка; 0,06 мин – время на смену числа оборотов шпинделя; 0,05 мин – время на смену величины или направления подачи; 0,09 мин – время на поворот приспособления с рабочей позиции на загрузочную; 0,15 мин – время на установку и снятие щитка ограждения от стружки.

$$T_{\text{из}} = 0,12 \text{ мин – время на измерения штангенциркулем [9, к. 43, л.7].}$$

$$\text{Вспомогательное время } T_{\text{в}} = 0,7 + 0,16 + 0,37 + 0,12 = 1,35 \text{ мин.}$$

$$\text{Оперативное время } T_{\text{оп}} = T_0 + T_{\text{в}} = 52,26 + 1,35 = 53,61 \text{ мин.}$$

Определяем время на техническое обслуживание рабочего места $T_{\text{об}}$:

$$T_{\text{об}} = T_{\text{оп}} \cdot a/100 ,$$

где а – время на обслуживание рабочего места в процентах к оперативному, а = 4% [9, к. 45, л.1].

$$T_{\text{об}} = 53,61 \cdot 0,04 = 2,14 \text{ мин.}$$

Определяем время на отдых и личные надобности $T_{\text{отд}}$:

$$T_{\text{отд}} = T_{\text{оп}} \cdot b/100 ,$$

где b – время на отдых в процентах к оперативному времени, b = 4% [9, к. 46, л.1].

$$T_{\text{отд}} = 53,61 \cdot 0,04 = 2,14 \text{ мин.}$$

Определим штучное время $T_{шт}$:

$$T_{шт} = 52,26 + 1,35 + 2,14 + 2,14 = 57,9 \text{ мин.}$$

Операция 050 Сверлильная с ЧПУ

Станок C500/03NC.

$$\text{Основное время } T_o = 0,22 + 0,62 + 0,05 + 0,02 = 0,91 \text{ мин.}$$

$$T_{yc} = 0,7 \text{ мин [9, к. 18, л.2].}$$

$$T_{з.о.} = 0,16 \text{ мин [9, к. 18, л.4].}$$

Время на приемы управления [9, к. 27, л.1]:

$$T_{уп} = 0,02 + 0,06 + 0,05 + 0,09 + 0,15 = 0,37 \text{ мин ,}$$

где 0,02 мин – время на включение станка; 0,06 мин – время на смену числа оборотов шпинделя; 0,05 мин – время на смену величины или направления подачи; 0,09 мин – время на поворот приспособления с рабочей позиции на загрузочную; 0,15 мин – время на установку и снятие щитка ограждения от стружки.

$$T_{из} = 0,12 \text{ мин – время на измерения штангенциркулем [9, к. 43, л.7].}$$

$$\text{Вспомогательное время } T_b = 0,7 + 0,16 + 0,37 + 0,12 = 1,35 \text{ мин.}$$

$$\text{Оперативное время } T_{оп} = T_o + T_b = 0,91 + 1,35 = 2,26 \text{ мин.}$$

Определяем время на техническое обслуживание рабочего места $T_{об}$:

$$T_{об} = T_{оп} \cdot a/100 ,$$

где a – время на обслуживание рабочего места в процентах к оперативному, $a = 4\%$ [9, к. 45, л.1].

$$T_{об} = 2,26 \cdot 0,04 = 0,09 \text{ мин.}$$

Определяем время на отдых и личные надобности $T_{отд}$:

$$T_{отд} = T_{оп} \cdot b/100 ,$$

где b – время на отдых в процентах к оперативному времени, $b = 4\%$ [9, к. 46, л.1].

$$T_{отд} = 2,26 \cdot 0,04 = 0,09 \text{ мин.}$$

Определим штучное время $T_{шт}$:

$$T_{шт} = 0,91 + 1,35 + 0,09 + 0,09 = 2,44 \text{ мин.}$$

3. КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ И КОНТРОЛЬНОЙ ОСНАСТКИ (ТО)

3.1. Исходные данные и выбор типа ТО

Исходными данными при проектировании ТО будут являться: операция технологического процесса, которую необходимо осуществить на указанном оборудовании, точность и взаимное расположение поверхностей. Для выполнения операции технологического процесса необходимо установить заготовку, лишив ее шести степеней подвижности. Также необходима достаточная сила закрепления, которая будет удерживать деталь в установленном положении, предотвращая ее смещения или поворота под действием силы резания.

Рассмотрим последовательность обработки на операции 045 и 050. На этой операции выполняются – сверление, зенкерование, развертывание, зенкование, резьбонарезание.

На детали присутствуют предварительно обработанная торцовая поверхность и отверстия, по которым она будет базироваться.

На данной операции необходимо обеспечить доступ к обрабатываемым поверхностям, а также обеспечить устойчивое положение детали во время всей ее обработки.

3.2. Выбор схемы ТО (приспособления), конструкции

На операции 045 и 050 спроектирован кондуктор, предназначенный для сверления всех отверстий. Заготовку устанавливают на опоры. Сверху устанавливается кондукторная плита. Осью конструкции является шпилька, на которую завинчивается гайка. На кондукторной плите при помощи винтов крепятся сменные кондукторные втулки, предназначенные для сверления, зенкерования и развертывания отверстий. Кондуктор крепится на столе станка при помощи болтов, входящих в пазы стола.

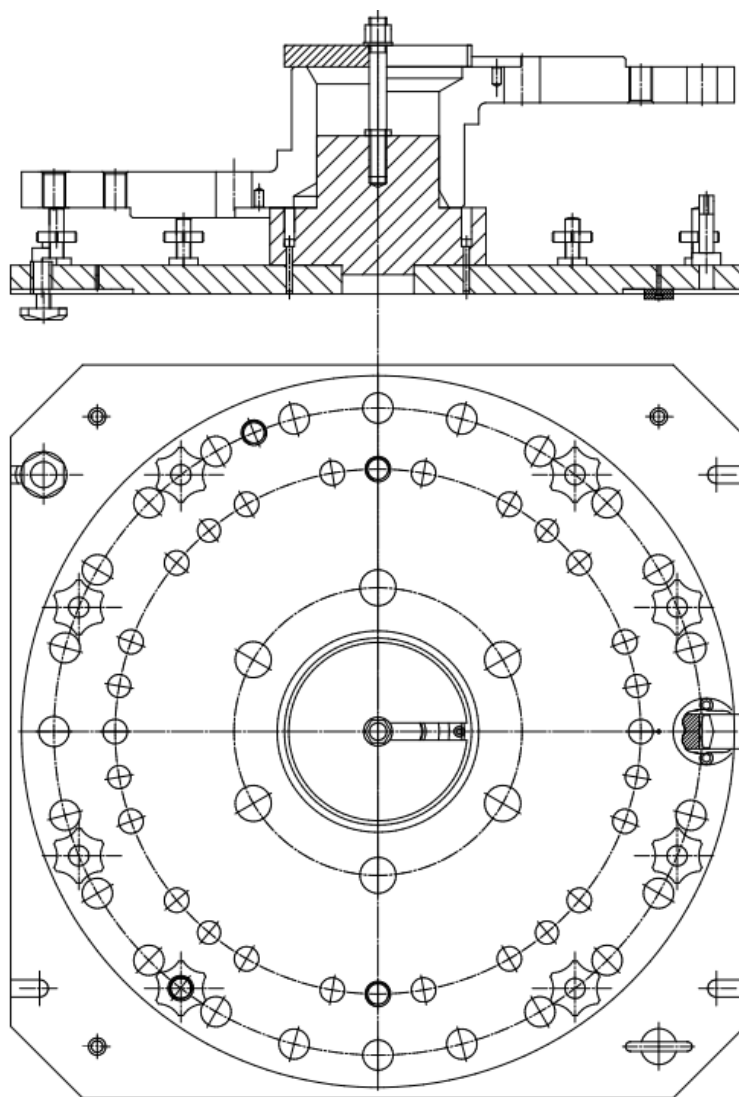


Рисунок 3.1 – Приспособление сверлильное

3.3. Силовой расчет приспособления

При обработке заготовка не должна смещаться, т.е. Должна находиться в «условии покоя». Запишем данное условие:

$$M_{\text{тр}} > 3M, \quad (3.1)$$

где M - момент, возникающий при сверлении отверстия, Н·м;

$M_{\text{тр}}$ - момент трения, возникающий от зажима, Н·м.

Рассчитаем момент, возникающий при сверлении:

$$M = P_o \cdot d, \quad (3.2)$$

где P_o - сила резания, Н; d - диаметр рассверливаемого отверстия, мм.

Сила резания рассчитана в разделе «Режимы резания»:

$P_o = 3052\text{Н}$; $d = 25\text{мм}$. Подставляя значения в формулу, получим

$$M = 3052 \cdot 25 \cdot 10^{-3} = 76,3 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Рассчитаем момент трения, возникающий при зажиме гайкой:

$$M_{\text{тр}} = P_{\text{зж}} \frac{D_{\text{оп}}}{2}, \quad (3.3)$$

где $P_{\text{зж}}$ - усилие зажима, Н; $D_{\text{оп}}$ - диаметр опор, мм.

Силу зажима определим по формуле

$$P_{\text{зж}} = P_{\text{окр}} \text{tg}(\tau + \rho), \quad (3.4)$$

где $P_{\text{окр}}$ — окружная сила, возникающая при закручивании гайки, Н;

τ - угол подъема резьбы, град: ρ - угол трения, град.

Окружную силу рассчитываем по формуле

$$P_{\text{окр}} = \frac{2M_{\text{кл}}}{d_{\text{ср.р}}}, \quad (3.5)$$

где $M_{\text{кл}}$ - момент, возникающий при закручивании гайки ключом, Н·м;

$d_{\text{ср.р}}$ - средний диаметр резьбы, мм.

$$M_{\text{кл}} = L_{\text{кл}} \cdot P_{\text{руки}}, \quad (3.6)$$

где $L_{\text{кл}}$ - длина ключа, мм; $P_{\text{руки}}$ - усилие, прилагаемое рукой при закручивании гайки ключом, Н.

Следовательно, формула для расчета момента трения будет иметь вид:

$$M_{\text{тр}} = \frac{L_{\text{кл}} \cdot P_{\text{руки}} \cdot \text{tg}(\tau + \rho) D_{\text{оп}}}{d_{\text{ср.р}}}, \quad (3.7)$$

где $L_{\text{кл}} = 400$ мм; $P_{\text{руки}} = 160$ Н; $\text{tg}(\tau + \rho) = 0,1444$; $D_{\text{оп}} = 446$ мм; $d_{\text{ср.р}} = 16,2$ мм.

Подставляя данные в формулу, получим

$$M_{\text{тр}} = \frac{400 \cdot 160 \cdot 0,1444 \cdot 446 \cdot 10^{-3}}{16,2} = 254,4 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Проверим условие «покоя» $M_{\text{тр}} > 3M$, или $254,4 > 228,9$. Условие выполняется, следовательно, приспособление пригодно к эксплуатации.

3.4. Расчет приспособления на точность

Определим погрешность установки заготовки в приспособление.

Параметры центровика $\varnothing 85g6(-0,012_{-0,034})$.

Параметры сопрягаемой поверхности заготовки $\varnothing 85^{+0,03}_0$).

Расчитаем гарантированный зазор между втулкой и деталью при установке в приспособление (рис.)

$$S_{\text{gap}} = d_{\text{min}} - D^{\text{max}}, \quad (3.8)$$

где d_{min} - минимальный диаметр центровика, мм; D^{max} - максимальный диаметр заготовки, мм.

$d_{\text{min}} = 84,996$ мм; $D^{\text{max}} = 85,03$ мм. Подставляя данные в формулу, получим

$$S_{\text{gap}} = 84,996 - 85,03 = 0 \text{ мм.}$$

Рассчитаем максимальный зазор между втулкой и деталью

$$\delta_{\text{max}} = d^{\text{max}} - D_{\text{min}}, \quad (3.9)$$

где d^{max} - максимальный диаметр центровика, мм; D_{min} - минимальный диаметр заготовки, мм.

$d^{\text{max}} = 85,012$ мм; $D_{\text{min}} = 85$ мм. Подставляя данные в формулу, получим

$$\delta_{\text{max}} = 85,012 - 85 = 0,012 \text{ мм.}$$

Погрешность установки заготовки в приспособлении:

$$\Delta_{\text{пр}} = \frac{\sigma_{\text{max}}}{2} = \frac{0,012}{2} = 0,006 \text{ мм.}$$

Рассчитаем погрешность получения размера.

Определим минимальный и максимальный зазор между кондукторной втулкой и сверлом. Параметры центровика $\varnothing 25F7^{+0,041}_{+0,02}$. Параметры сверла $\varnothing 25h9_{-0,052}$.

$$\delta_{\text{min}} = D_{\text{min}} - d^{\text{max}} \leq S_{\text{gap}} - \text{гарантированный зазор}, \quad (3.10)$$

где D_{min} - минимальный диаметр центровика, мм; d^{max} - максимальный диаметр сверла, мм.

$D_{\text{min}} = 25,02$ мм; $d^{\text{max}} = 25$ мм. Подставляя данные в формулу, получим

$$\delta_{\text{min}} = 25,02 - 25 = 0,02 \text{ мм.}$$

$$\delta_{\text{max}} = D^{\text{max}} - d_{\text{min}}, \quad (3.11)$$

где D^{max} - максимальный диаметр центровика, мм; d_{min} - минимальный диаметр сверла, мм.

$D^{\max} = 25,041 \text{ мм}; d_{\min} = 24,948 \text{ мм}$. Подставляя данные в формулу, получим

$$\delta_{\max} = 25,041 - 24,948 = 0,093 \text{ мм}.$$

Рассчитаем погрешность получения размера при сверлении в приспособлении:

$$\Delta_{\text{св}} = \frac{\sigma_{\max}}{2} = \frac{0,093}{2} = 0,0465 \text{ мм}.$$

Рассчитаем суммарную погрешность приспособления, которая по условию эксплуатации должна быть меньше допуска на рассверливаемое отверстие, т. е. $\sum \Delta < T$

$$\sum \Delta = \delta_{\text{пр}} + \delta_{\max} + \delta_{\max}, \quad (3.12)$$

где $\delta_{\text{пр}}$ - погрешность изготовления приспособления, мм.

$$\delta_{\text{пр}} = 0,05 \text{ мм}; T = 0,43 \text{ мм}.$$

$$\sum \Delta = 0,05 + 0,012 + 0,093 = 0,155 \text{ мм}.$$

Проверим условие: $0,155 < 0,43$, следовательно, приспособление пригодно к эксплуатации.

4. СПЕЦИАЛЬНЫЙ ВОПРОС

В современном производстве штампованные заготовки играют важную роль в изготовлении различных изделий - от автомобилей до электроники и

аэрокосмической техники. Однако вместе с ростом спроса на высококачественную продукцию возникает необходимость в разработке и применении эффективных методов контроля качества штампованных заготовок. В этом контексте они играют решающую роль в обеспечении высокого уровня качества и надежности произведенных заготовок. В ходе исследования будут рассмотрены различные методы автоматизированного контроля качества, оценены их преимущества и недостатки, а также проанализированы технологии, используемые в данной области, и их влияние на производственные процессы. Разработка эффективных и надежных способов исследования качества штамповок является неотъемлемой частью современной промышленности, а изучение данной темы позволит лучше понять современные технологии производства и их влияние на общее качество продукции. Штампованные заготовки - это изделия, полученные методом штамповки - одним из основных способов производства металлических деталей. Штамповочный пресс, также известный как штамповочный станок, оказывает давление и усилие на металлический лист, придавая ему нужную форму. К их преимуществам относятся высокая производительность, возможность получения сложных геометрических форм, минимальные отходы материала и низкая стоимость производства. Благодаря этим преимуществам они широко используются в различных отраслях промышленности и играют важную роль в процессе производства различных товаров. Однако в процессе производства таких заготовок возникает острая необходимость контроля качества, чтобы выпускаемая продукция соответствовала требуемым стандартам. Поэтому в их производстве особенно важна роль автоматизированных методов контроля качества.

Определение автоматизированного контроля качества штампованных заготовок.

Автоматизированный контроль качества штампованных заготовок использует специализированные системы и технологии для обнаружения

дефектов и оценки размеров, формы и других характеристик этих заготовок. Эти системы могут включать в себя различные методы контроля, такие как компьютерное зрение, техническое сканирование, бесконтактные методы, разрушающие методы и т. д. Цель автоматизированного контроля качества - выявить дефекты или отклонения в производственных заготовках и обеспечить соответствие продукции заданным стандартам качества. Использование подобных систем контроля позволяет повысить производительность, точность и надежность процесса контроля, что, в свою очередь, способствует повышению общего качества. В целом автоматизированный контроль качества заготовок или изделий играет важную роль в обеспечении надежности и безопасности производственного процесса, а также в повышении многих его других характеристик.

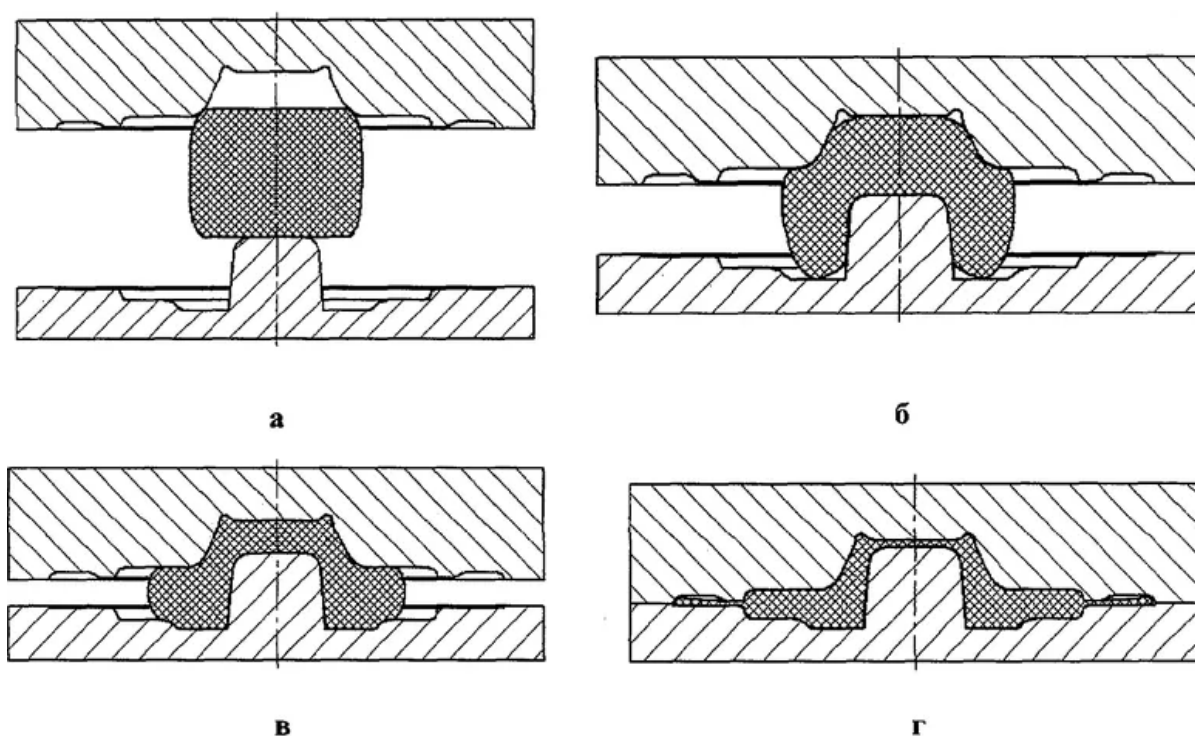


Рисунок 4.1 – Эскиз штамповонной заготовки.

Основные цели и задачи автоматизированного контроля качества штампованных заготовок

1. Обеспечение надежности: главной целью является обеспечение высокой надежности и безопасности применения штампованных заготовок в различных отраслях промышленности.

2. Обнаружение дефектов: благодаря контролю можно выявить такие недостатки, как трещины, нежелательные деформации или другие отклонения, которые могут повлиять на качество и надежность штампованных заготовок.

3. Оценка размеров и формы: точная оценка размеров и формы штампованных заготовок позволяет гарантировать их соответствие установленным нормативам и стандартам, благодаря чему точность форм в большинстве случаев будет высокой.

4. Улучшение процесса производства: оно направлено на выявление потенциальных проблем в процессе производства заготовок и деталей, а также дает возможность незамедлительно принимать меры по устранению возможных дефектов.

5. Наблюдение за производственным процессом: представленные способы контроля качества также позволяет осуществлять постоянную проверку параметров производственных процессов, что способствует оптимизации и совершенствованию технологических процессов.

В целом, основная цель автоматизированного контроля качества штампованных заготовок заключается в обеспечении соответствия продукции установленным стандартам качества, повышении эффективности производственных процессов и улучшении общей надежности и качества изделий. Остальные же цели также направлены на улучшение производственного процесса и его упрощения.



Рисунок 4.2 – Поковка стальная круглая ГОСТ 7829-70.

Важность автоматизированного контроля качества для производства.

Важность автоматизированного контроля качества для производства штампованных заготовок трудно переоценить. Ниже представлены некоторые ключевые аспекты, подчеркивающие это:

1. Обеспечение высокого уровня качества: автоматизированный контроль способствует обнаружению и устранению дефектов на ранних стадиях производства, тем самым обеспечивая соответствие продукции высоким стандартам качества.
2. Сохранение репутации и доверия потребителей: высокое качество продукции способствует поддержанию репутации компании и укреплению доверия со стороны потребителей.
3. Снижение издержек: предотвращение производственных дефектов на ранних стадиях процесса помогает избежать лишних потерь материала, замены бракованных деталей и дополнительных операций по исправлению.

дефектов. Это позволяет сильно сэкономить финансы предприятия, а также увеличить коэффициент использования материала.

4. Улучшение производственных процессов: представленный контроль позволяет следить за производственными параметрами, своевременно выявлять отклонения и оптимизировать производственные процессы.

5. Соответствие стандартам и регулированиям: соблюдение установленных норм и правил в области качества является основой для успешной деятельности предприятий в различных отраслях.

Таким образом, автоматизированный контроль качества является важнейшим элементом успешной и эффективной деятельности организации, обеспечивающим высокий уровень качества продукции, минимизацию потерь и повышение конкурентоспособности на рынке.



Рисунок 4.3 – Обработка поковки из стали, ГОСТ 8479-70.

Методы автоматизированного контроля качества.

Методы автоматизированного контроля качества включают в себя различные технологии и системы, используемые для непрерывного и точного контроля производственных процессов. Вот некоторые из таких методов

1. Визуальные системы контроля: включают использование компьютерного зрения для автоматизированного анализа визуальных данных. Эти системы могут обнаруживать дефекты, проверять размеры и форму, быстро выявлять несоответствия заданным стандартам.

2. Разрушающие методы контроля: включают в себя использование автоматизированных систем для испытания материалов с целью определения их механических свойств и прочности.

3. Бесконтактные методы контроля: включают различные методы, такие как ультразвуковая дефектоскопия, радиография, лазерное сканирование и другие технологии, которые позволяют проводить контроль без непосредственного соприкосновения с изделием.

4. Инженерно-трассирующие методы контроля: включают использование компьютерных систем для сопоставления измеренных данных с эталонными значениями, что позволяет определить соответствие продукции заданным характеристикам.

Все предложенные методы часто включают в себя использование современных информационных технологий для обработки данных, их анализа и представления результатов. Автоматизированный контроль качества значительно повышает качество и надежность выпускаемой продукции за счет оптимизации точности, скорости и надежности процессов контроля. Подобных методов крайне много на сегодняшний день, используются они в зависимости от типа производства и поставленных задач.

Применение технологий в автоматизированном контроле качества штампованных заготовок.

Применение технологий при изготовлении штампованных заготовок имеет решающее значение для обеспечения высокого уровня эффективности

производства и гарантии качества продукции. Ниже приведены некоторые ключевые технологии, используемые в этой области:

1. Компьютерное зрение: использование оптических систем, камер и специализированного программного обеспечения для автоматизированного анализа визуальных данных, обнаружения дефектов, а также измерения размеров и формы заготовок.

2. Использование роботизированных систем: роботизированные руки и манипуляторы могут быть использованы для механизированной проверки размеров, формы и других параметров заготовок, что позволяет проводить контроль в условиях большой скорости и высокой точности.

3. Бесконтактные методы контроля: использование ультразвуковой, радиографической и инфракрасной дефектоскопии для обнаружения внутренних дефектов и оценки структуры материалов без необходимости их разрушения.

4. Использование специализированной инженерной томографии: применение томографических методов для трехмерного сканирования заготовок с целью выявления дефектов и анализа их внутренней структуры.

5. Применение фотографических и видеоинспекционных систем: использование камер и специального оборудования для визуального контроля качества заготовок, особенно там, где требуется высокая чувствительность и детализация.

Эти технологии, совмещенные с современными системами управления и анализа данных, позволяют проводить автоматизированный контроль качества штампованных заготовок с более высокой скоростью, точностью и эффективностью.

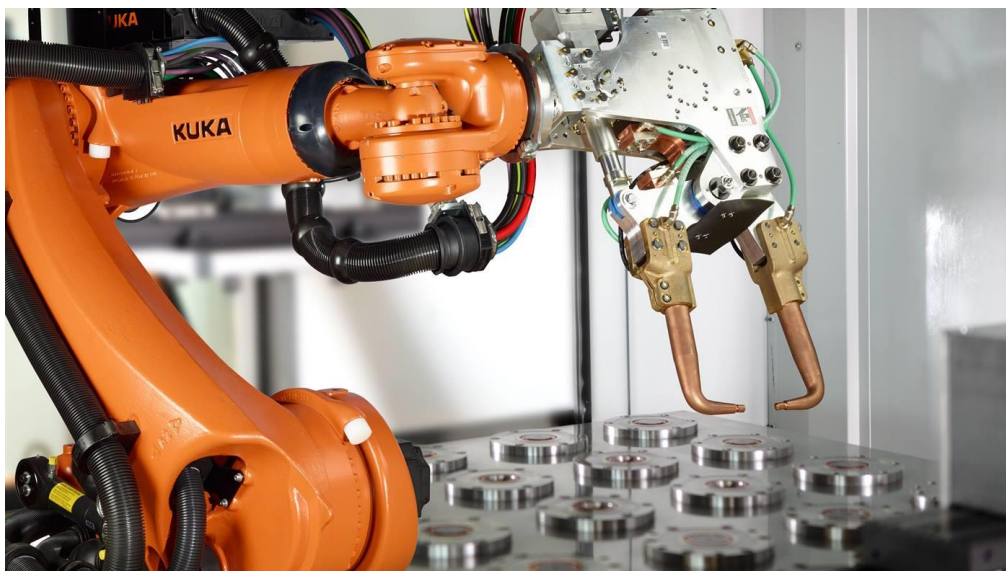


Рисунок 4.4 – Роботизированный манипулятор для контроля размеров, формы и других параметров заготовок.

Преимущества и недостатки методов автоматизированного контроля качества штампованных заготовок.

Преимущества:

1. Высокая точность: автоматизированные системы обеспечивают более высокую точность и надежность результатов, по сравнению с ручным контролем.
2. Быстрота и производительность: появляется возможность выполнять контроль качества гораздо быстрее, что важно для предотвращения отставаний в производственных процессах.
3. Уменьшение человеческого вмешательства: представленные методы позволяют существенно снизить роль человеческого фактора, благодаря чему уменьшается возможность ошибок и их негативное влияние на результаты контроля.
4. Контроль в режиме реального времени: благодаря этому можно проводить курирование качества в реальном времени, вследствие чего позволяет оперативно реагировать на потенциальные проблемы и минимизировать потери.

Недостатки:

1. Высокие затраты на внедрение: установка и поддержание автоматизированных систем качества может потребовать значительных инвестиций.

2. Сложность настройки и обслуживания: иногда данные системы могут требовать специальной экспертной настройки и сложных процедур обслуживания.

3. Ограничения в обнаружении некоторых видов дефектов: некоторая часть методов контроля могут оказаться менее эффективными в обнаружении определенных дефектов, в отличие от ручного режима.

Несмотря на недостатки, можно смело заявить, что методы автоматизированного контроля способствуют оптимизации производства, а также минимизируют неприятные моменты, возникающие в его процессе.

Перспективы автоматизированного контроля качества штампованных заготовок

Автоматизация контроля качества штампованных заготовок играет важную роль в производственном процессе, так как помогает узнавать о дефектах на начальной стадии производства, что в свою очередь приводит к повышению продуктивности и снижению издержек. Перспективы в данном вопросе колоссальные и могут включать следующие аспекты:

1. Использование технологий машинного обучения и искусственного интеллекта для определения дефектов на поверхности заготовок. Это позволит быстрее выявлять и классифицировать изменения, благодаря чему можно уменьшить вероятность прохождения брака и повысить качество продукции.

2. Развитие механизированных систем обработки изображений для анализа микроструктуры материалов и обнаружения скрытых дефектов, таких как трещины, пустоты и примеси.

3. Внедрение роботизированных систем для проведения физических тестов на прочность и механические свойства заготовок. Это может повысить

точность измерений и обеспечить более четкие данные о качестве изготовленной продукции.

4. Использование датчиков и IoT-технологий для непрерывного наблюдения за производственным оборудованием и быстрого выявления отклонений в процессе изготовления деталей.

Подобные технологические разработки в области автоматизации позволяют улучшить производственные процессы и обеспечить более высокое качество изготавливаемых заготовок.

В заключение можно отметить, что автоматизация контроля качества деталей и заготовок имеет крайне важную роль в их производстве. Приведенные методы обеспечивают минимизацию расходов, а также помогают повысить качество готового изделия. Помимо этого, появляется возможность узнавать о дефектах на ранних стадиях изготовления, что несомненно является огромным плюсом. Таким образом, инновационные подходы являются важным фактором развития промышленности на сегодняшний день.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дипломном проекте разработан технологический процесс механической обработки детали «Фланец». В работе проведен анализ технологичности детали, вследствие чего определено, что деталь является технологичной. Проведен выбор заготовки детали для данного типа производства. Рассчитаны межоперационные припуски и размеры детали. Разработан маршрутный и операционный техпроцесс обработки детали. Рассчитаны режимы резания, проведено нормирование операций. Все выбранные приспособления, режущий инструмент являются стандартными, что ускоряет технологическую подготовку производства и уменьшает затраты. Разработанный технологический процесс обеспечивает необходимое качество детали, обеспечивает сокращение трудовых и материальных затрат на реализацию.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Технология изготовления деталей. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие / В.П.Меринов, А.М. Козлов, А. Г. Схиртладзе, - 2-е изд., - Старый Оскол: ТНТ, 2010. – 264с.
2. Справочник технолога-машиностроителя. Том 2 /Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. — 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1986. 496 с.
3. ГОСТ 977-88. Отливки стальные. Общие технические условия.
4. ГОСТ 30893.1 Основные нормы взаимозаменяемости. Общие допуски. Предельные отклонения линейных и угловых размеров с неуказанными допусками.
5. ГОСТ 3212-92 Группа Г21. Межгосударственный стандарт комплекты модельные. Уклоны формовочные, стержневые знаки, допуски размеров.
6. ГОСТ 26645-85. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку.
7. Проектирование технологических процессов механической обработки в машиностроении: учебное пособие / В. В. Бабук, В. А. Шкред, Г.П. Кривко, А. И. Медведев; под редакцией В. В. Бабука. – Выш. шк. 1987. – 255 с.