

Государственное бюджетное профессиональное
образовательное учреждение Иркутской области
«Иркутский авиационный техникум»
(ГБПОУИО «ИАТ»)

**Методические указания
к выполнению курсового проекта
по междисциплинарному курсу**

**МДК 02.01 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС И
ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ ПО ОБРАБОТКЕ
ЗАГОТОВОК С ПРИМЕНЕНИЕМ СИСТЕМ
АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

**15.02.15 Технология металлообрабатывающего
производства**

**МДК.02.01 Технологический процесс и технологическая
документация по сборке узлов и изделий с применением
систем автоматизированного проектирования**

Иркутск 2022

РАССМОТРЕНО
Цикловой комиссией
15.02.15 «Технология
металлообрабатывающего
производства»
Протокол № 16
от «25» мая 2022 г.
Председатель ВЦК

_____ Е.А. Иванова

УТВЕРЖДАЮ:
директора ГБПОУИО «ИАТ»

_____ А.Н. Якубовский

Разработчик: преподаватель ГБПОУИО «Иркутский авиационный техникум»
Шишкин А.Ю., Иванова Е.А.

В методических указаниях рассмотрены содержание и последовательность выполнения курсового проекта по МДК.02.01 Технологический процесс и технологическая документация по сборке изделия с применением систем автоматизированного проектирования.

Указания могут быть полезны при выполнении разделов курсовых и дипломных проектов, касающихся технологических вопросов сборки изделий.

Оглавление	
Написание введения.....	5
Выполнение построения КЭМ.....	6
Выполнение чертежей деталей	8
Конструкция и назначение сборки	15
Выбор и обоснование типа производства.....	16
Определение количества деталей в партии и периодичность её запуска	18
Расчет сборочной размерной цепи	20
Разработка технологической схемы сборки.	25
Технологическая маршрутная карта.	27

Написание введения

Во введении описывается тема и цель проекта. Раскрывается связь с задачами машиностроения. Обосновывается актуальность выданной темы в перспективе с задачами машиностроения. Раскрываются мероприятия по увеличению экономии основных материалов и повышения технологического уровня производства, механизации и автоматизации производства. Опять же с оглядкой на задачи машиностроения. Отражаются актуальные и перспективные разработки в отрасли машиностроения.

Введение должно быть написано максимально на две страницы, в минимуме на полстраницы

Выполнение построения КЭМ

Конструкторская электронная модель деталей и сборки выполняется в САПР «Компас» после того, как преподаватель утвердил правильность построения деталей и сборки, выполненный вами в системе САПР «Компас».

На деталях имеются все необходимые конструктивные элементы и размеры для правильной сборки изделия.

Преподаватель задаёт допуск $\pm \frac{IT14}{2}$ к замыкающему звену размерной цепи.

Только после этого вы приступаете к расчету размерной цепи для того, чтобы определить класс точности необходимых деталей.

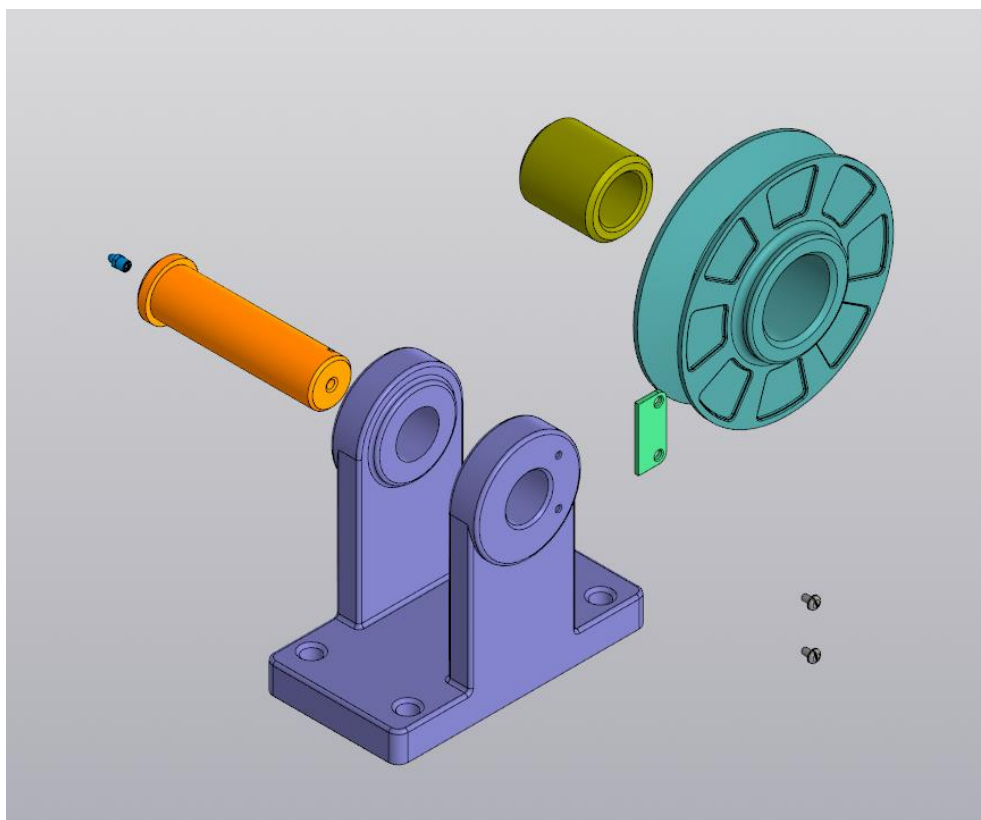


Рисунок 1. КЭМ деталей Ролика.

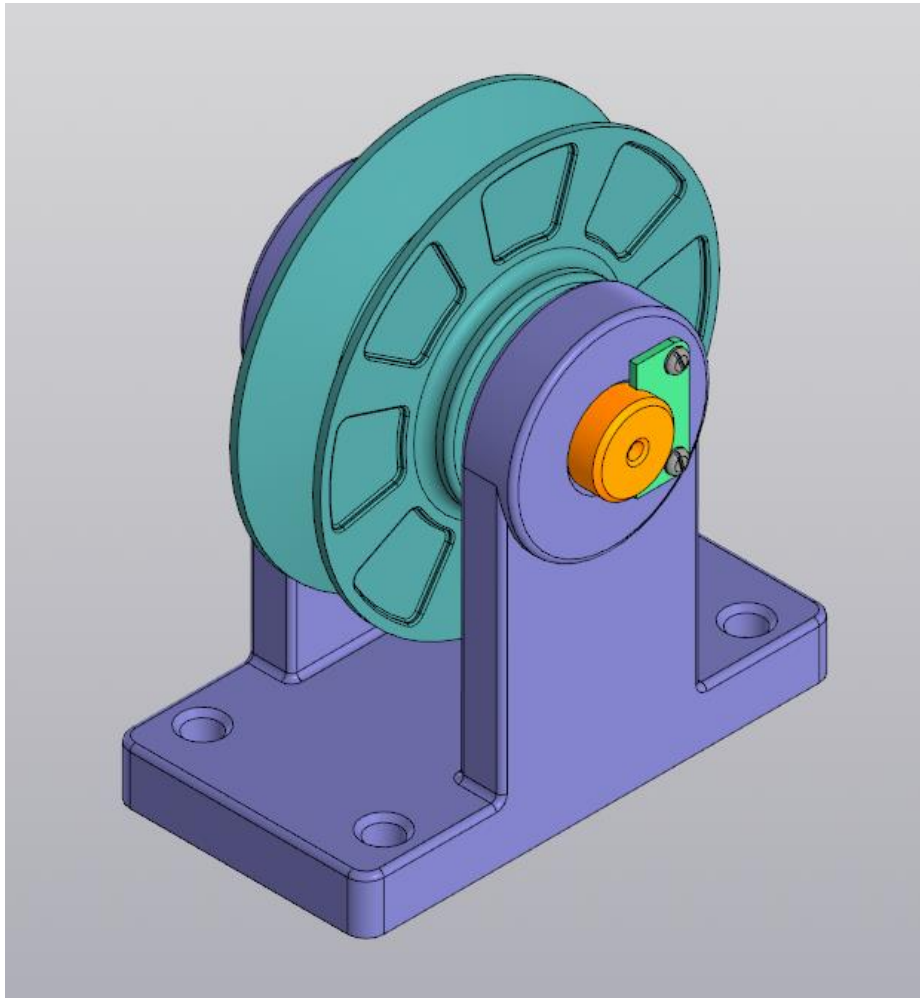


Рисунок 2. КЭМ сборки Ролика.

Выполнение чертежей деталей

Рабочий чертеж детали — конструкторский документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля (все размеры, необходимые для ее изготовления и контроля, данные о материале, шероховатости поверхности и технические требования).

Сборочный чертеж — это конструкторский документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки (изготовления) и контроля.

Сборочный чертеж должен содержать:

- изображение сборочной единицы;
- необходимые размеры;
- номера позиций;
- технические требования (при необходимости);
- техническую характеристику изделия (при необходимости).

Чертеж выполняется с КЭМ детали в следующем порядке:

1. Каждый чертёж детали выполняют на отдельном листе формата по ГОСТ 2.301-68. (75% - 80% поля формата должно быть занято изображениями детали);
2. Изображения (виды, разрезы, сечения, выносные элементы) выполняют в соответствии с ГОСТ 2.305-2008.

Чертеж детали должен содержать минимальное, но достаточное для представления формы детали количество изображений.;

3. Чертёж должен содержать основную надпись по ГОСТ 2.104-2006;

Наименование изделия записывают в именительном падеже единственного числа. В наименовании, состоящем из нескольких слов, на первом месте помещают имя существительное, например: «Колесо зубчатое». В основной надписи чертежа детали указывают не более одного вида материала. Если для изготовления детали предусматривается использование заменителей материала, то их указывают в технических требованиях чертежа.

					<i>КП.15.02.15.21.180.01</i>			
						<i>Лит.</i>	<i>Масса</i>	<i>Масштаб</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>	<i>Ролик</i>	А		1:1
<i>Разраб.</i>		<i>Фамилия</i>						
<i>Пров.</i>		<i>Фамилия</i>						
<i>Т.контр.</i>								
<i>Н.контр.</i>						<i>Лист</i>		<i>Листов</i> 1
<i>Утв.</i>						<i>ГБПОУИО "ИАТ"</i> <i>ТМП-180-0</i>		

Рисунок 3. Пример заполнения основной надписи.

4. Масштаб изображения выбирают в соответствии с ГОСТ 2.302-2008;
5. Нанесение размеров на чертеже детали выполняют в соответствии с требованиями ГОСТ 2.307-2011;
 - Размеры проставляются на все изображения, имеющиеся на чертеже.
 - Каждый размер ставится только один раз.
 - Размеры внешней формы изделия ставятся со стороны вида.
 - Размеры внутренней формы изделия ставят со стороны разреза.
 - Размерные и выносные линии не должны пересекаться между собой, т.е. чем больше размер, тем дальше от изображения он наносится.
 - На концентрических окружностях проставляются размеры только самый большой и самой маленькой окружности, диаметры остальных окружностей ставят на главном изображении.
 - Все размеры одного элемента группируют на том изображении, на котором данный элемент изображен наиболее полно.
 - Координировать отверстия рекомендуется на тех изображениях, где оси отверстий проецируются точками.
 - Допускается не наносить размеры одинаковых радиусов скруглений, а делать на поле чертежа надписи по типу «Неуказанные радиусы скруглений 3 мм»
6. Нанесение обозначений шероховатости поверхностей выполняют в соответствии с требованиями ГОСТ 2.309-73;
 - Значения высоты микронеровностей по шкале Ra выбирается в следующих пределах:
 - для свободных поверхностей Ra =6,3...25;

- для сопряженных неподвижных поверхностей $Ra=3,2\dots6,3$;
- для сопряженных трущихся поверхностей $Ra=0,8\dots1,6$;
- для резьбовых поверхностей $Ra=3,2$.

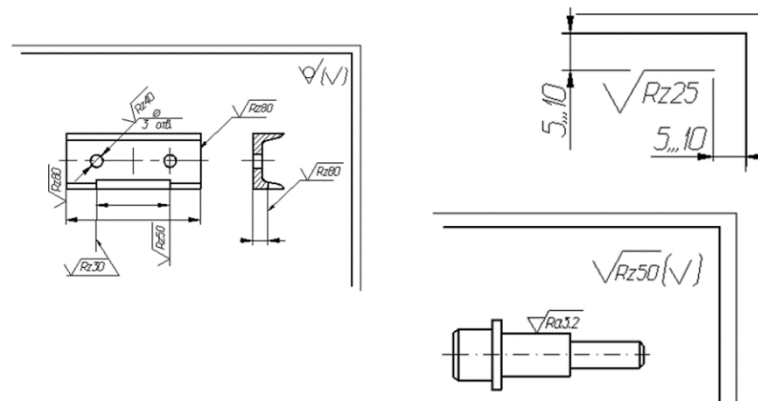


Рис. 4 Пример простановки шероховатости

7. Все надписи на чертеже детали выполняют стандартным шрифтом по ГОСТ 2.304-81;

Технические требования на чертеже помещают над основной надписью со сквозной нумерацией пунктов.

Они отражают:

- текстовую информацию об изготовлении детали, неуказанную графически; Технические требования к материалу детали, заготовке и термической обработке. Требования к качеству поверхностей детали, покрытию, отделке, покраске и др.;
- предельные отклонения размеров, геометрических форм и расположений поверхностей. Некоторые размеры с их допускаемыми предельными отклонениями от номинальных.
- Отклонения формы и взаимного расположения поверхностей детали.
- сведения о материале.

- 1 Деталь создана по шаблону КЭМ в системе «Компас 3Д»
- 2 Обработка предусмотрена на оборудовании с ЧПУ
- 3 Общие допуски по ГОСТ 30893.1: H14, h14, $\pm \frac{IT14}{2}$.
- 4 Острые кромки притупить, поперечные риски не допускаются.
- 5 Покрытие: Ан.Окс.нхр./Грунтовка ЭП-0215, светло-серая 457 ОСТ 1 90055-85
- 6 Маркировать Чк и клеймить Кк по ГОСТ 2930-62.
- 7 * – Типовые размеры

Рис. 5 Пример заполнения технических требований

8. Типы линий должны соответствовать ГОСТ 2.303-68;
9. Материал, из которого изготовлена деталь, на чертеже должен быть графически обозначен на всех разрезах и сечениях согласно ГОСТ 2.306-68.

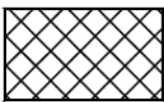
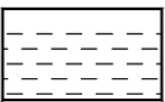
Обозначение	Материал	Обозначение	Материал
	Металлы и твердые сплавы		Стекло и другие прозрачные материалы
	Неметаллические материалы		Жидкости

Рис. 6 Графическое изображения материалов на разрезах

Наименование материала, его марка, сорт, ГОСТ и другие сведения должны быть указаны в основной надписи в соответствии со стандартами обозначений.

Требования, предъявляемые к материалу и его качеству, должны быть указаны в технических требованиях. (ГОСТ 2.316-2008 ЕСКД - Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований).

Если материал детали подлежит термической обработке или на поверхности его должно быть нанесено покрытие, то об этом на чертеже необходимо сделать соответствующие надписи.

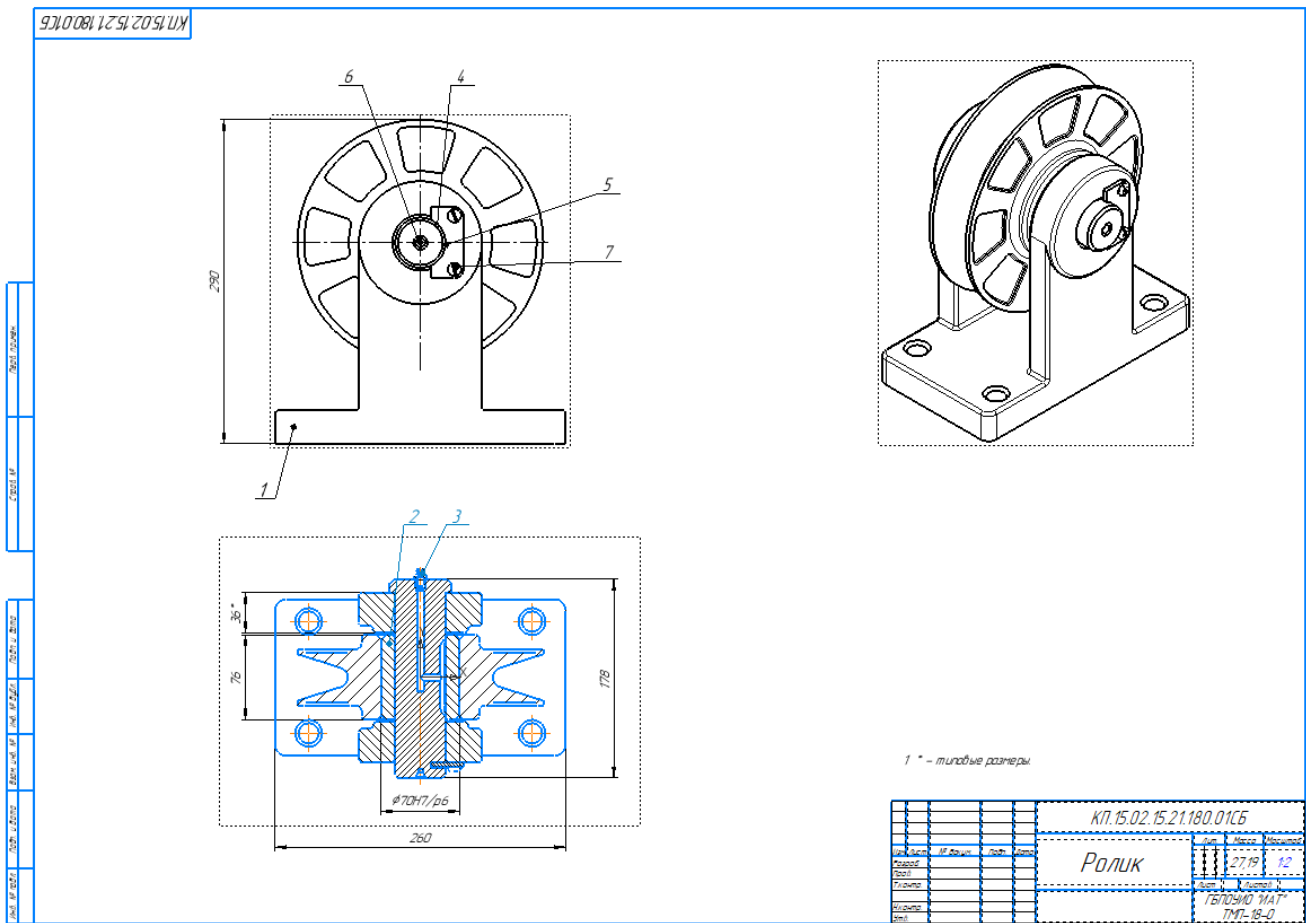


Рисунок 7. Пример оформления сборочного чертежа.

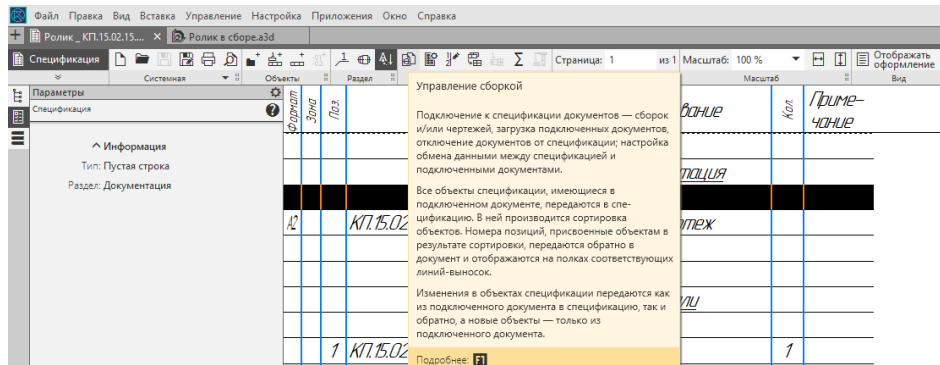
Разработка спецификации


Спецификация — основной конструкторский документ, выполненный в виде таблицы, в которой приводятся наименования, номера позиций всех составных частей сборочной единицы и указывается их число.


Спецификация выполняется следующим образом:

1. В окне редактирования сборки переходим в дерево построений и выбираем первый компонент по алфавиту, правой кнопкой мыши нажимаем на этот компонент выбираем **СВОЙСТВО КОМПОНЕНТА**.
2. В окне слева выбираем обозначение и вносим свои значения согласно основной надписи чертежа этой детали (КП.15.02.15.21.180.01)
Последние две цифры обозначают последовательность обозначения в спецификации.
И так нужно сделать с каждым последующим компонентом согласно алфавиту, и каждый раз меняя последние две цифры.

3. Создаем новую спецификацию и открываем сборочный чертеж.
4. Открываем спецификацию и нажимаем на управление сборкой, слева откроется окно и выбираем сборочный чертеж.



5. Далее добавляем документацию  нажав на эту иконку. В документации прописываем обозначение и наименование согласно образцу.

6. В окне  **Отображать оформление** заполняем основную надпись.

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документация</i>						
А2			КП.15.02.15.21.180.01 СБ.	Сборочный чертеж		
<i>Детали</i>						
1			КП.15.02.15.21.180.01	Вилка	1	
2			КП.15.02.15.21.180.02	Втулка	1	
3			КП.15.02.15.21.180.03	Масленка 13ЦБ ГОСТ 19853-74	1	
4			КП.15.02.15.21.180.04	Ось	1	
5			КП.15.02.15.21.180.05	Планка	1	
6			КП.15.02.15.21.180.06	Ролик	1	
<i>Стандартные изделия</i>						
7				Винт АМб-6dх10 ГОСТ 11644-75	2	
КП.15.02.15.21.180.01						
			Изм.	Лист	№ докум.	Подп.
			Разраб.			Дата
			Проб.			
			Н.контр.			
			Утв.			
				Ролик		
				Лист	Лист	Листов
						1
				Копировал		
				Формат А4		

Рисунок 8. Пример спецификации.

Конструкция и назначение сборки

Пример:

Сборочное изделие Ролик состоит из базовой детали вилки, на которую устанавливается ролик с запрессованной в него втулкой вращающийся на оси. Деталь планка крепится к вилке двумя винтами и предназначена для закрепления оси на вилке. Для предотвращения износа оси используется масленка, вкрученная в саму ось.

Ролики предназначены для более легкого скольжения по веревке, использования в качестве составной части полиспаста при натяжении веревки

Выбор и обоснование типа производства

1. Следует указать факторы, по которым проводят разделение на виды производства.
2. Рекомендуется ориентировочно определять тип производства исходя из производственной программы и массы детали.
3. Дать краткую характеристику выбранного типа производства.
4. Для определения точного типа производства используют коэффициент закрепления операций – это отношение числа всех различных выполняемых операций, к числу рабочих мест.

$$K_{з.о.} = \frac{O}{P}$$

ПРИМЕР:

Прежде чем приступить к проектированию технологического процесса сборки узла, необходимо, исходя из заданной программы выпуска, установить тип производства – единичное, мелкосерийное, среднесерийное, крупносерийное или массовое. Главным признаком их является количество (величина партии) и степень повторяемости изготавливаемых деталей.

Факторами, по которым проводят разделение на виды производства, являются программа выпуска изделий, характер изготавливаемой продукции, технические и экономические условия.

Для предварительного определения типа производства можно использовать годовой объем выпуска и массу сборочного узла по таблице.

Предварительно тип производства можно определить по количеству изготавливаемых в год сборочных узлов, пользуясь характеристикой, представленной в нижеприведенной таблице 5.

Тип производства	Годовой объем выпуска, шт.		
	Легкие, до 20 кг	Средние, до 300 кг	Тяжелые, свыше 300 кг
Единичное	до 100	до 10	1...5
Мелкосерийное	101...500	11...200	6...100
Среднесерийное	501...5000	201...1000	101...300
Крупносерийное	5001...50000	1001...5000	301...1000
Массовое	Свыше 50000	Свыше 5000	Свыше 1000

Таблица 5. Определения типа производства по массе и объему годовой продукции

В моём случае, согласно приведенной таблице, при заданной программе в год 3200 штук и массе узла равной 27,192 кг, тип производства – Крупносерийное .

Тип производства согласно ГОСТ 3.1108-74 характеризуются коэффициентом закрепления операций за одним рабочим местом или единицей оборудования.

Тип производства определяется по таблице 6.

Тип производства	Кз.о.
Массовое	1
Крупносерийное	Св. 1 до 10
Среднесерийное	От 10 до 20
Мелкосерийное	От 20 до 40
Единичное	Св. 40

Таблица 6. Тип производства в зависимости от Кз.о

$$K_{з.о.} = \frac{O}{P}$$

где O – число всех различных операций

P – число рабочих мест, на которых выполняются данные операции.

$$K_{з.о.} = \frac{4}{3} = 1,33$$

т.к КЗ.О.=1.33 - крупносерийное производство.

Окончательный определённый тип производства – крупносерийное.

Крупносерийное производство является переходной формой к массовому производству. В крупносерийном производстве выпуск изделий осуществляется крупными партиями в течение длительного периода. Обычно предприятия этого типа специализируются на выпуске отдельных изделий или комплектов по предметному типу. В крупносерийном производстве, технологический процесс изготовления изделия дифференцирован, то есть разбит на отдельные операции.

Определение количества деталей в партии и периодичность её запуска

Использование деталей партиями является характерной особенностью выбранного производства. При проектировании крупносерийного производства требуется определить размер операционной партии, поступающей на рабочее место для выполнения технологической операции.

Для определения оптимального размера операционной партии использую формулу:

$$n = \frac{N \times t}{\Phi_{\text{Д}}},$$

где N - количество деталей в годовом объёме выпуска изделий, шт.;

t - необходимый запас базовых деталей на складе (для деталей малых размеров t=6);

Размер деталей	Количество деталей
Малый размер деталей	10 - 13
Средний размер деталей	6 - 9
Большой размер деталей	3 - 5

Таблица 3. Количество деталей на складе в зависимости от размеров деталей

$\Phi_{\text{Д}}$ - число рабочих дней в году ($\Phi_{\text{Д}} = 248$ дн. при двух днях отдыха в неделю и продолжительностью рабочей смены 8ч).

$$n = \frac{3200 \times 6}{248} = 74,41 \text{ шт.}$$

Так как корректировка размера партии в сторону увеличения допускается на 10 - 15%, принимаем $n=80$ шт.

Скорректированный размер партии деталей должен быть кратным годовому объёму выпуска деталей.

$$\frac{N_{\text{год}}}{n} = \frac{3200}{80} = 40 \text{ раз.}$$

Периодичность запуска партии определяется по формуле:

$$П_3 = \frac{\Phi}{N_{\text{год}}/n},$$

$$П_3 = \frac{248}{3200/80} = 6,2 \approx 7 \text{ дней}$$

Таким образом, партия деталей, размер которой составляет 80 шт. должна быть запущена в производство 40 раз для того, чтобы обеспечить годовой объём выпуска данной детали в размере 3200 шт. Запуск партии будет производиться каждые 7 дней.

Расчет сборочной размерной цепи

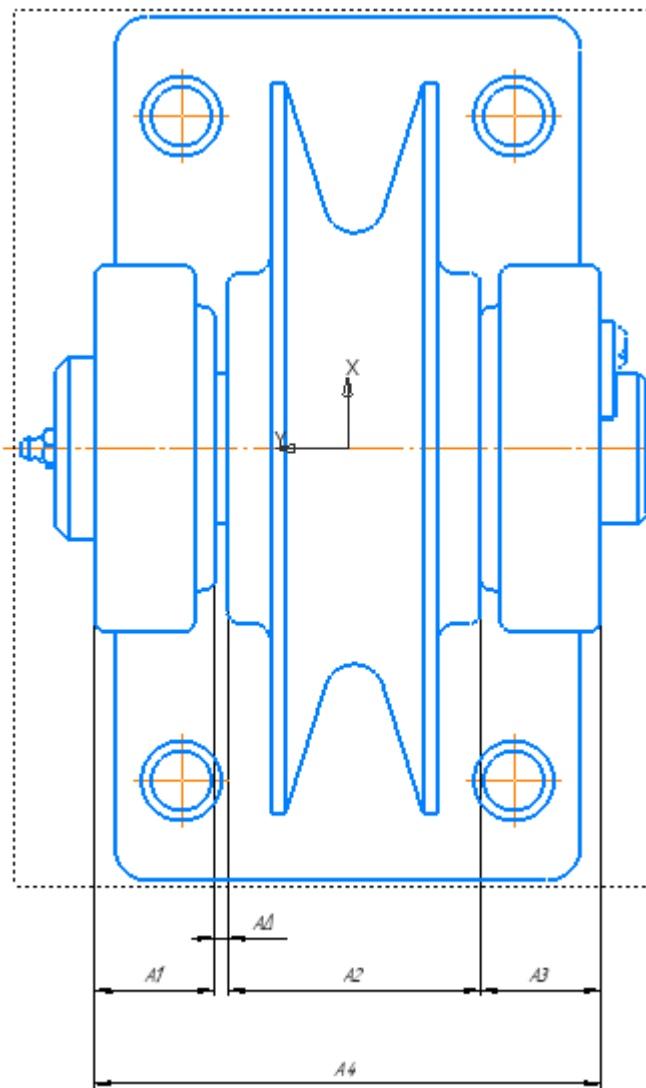


Рисунок 9 . Графическое изображение сборочной единицы.

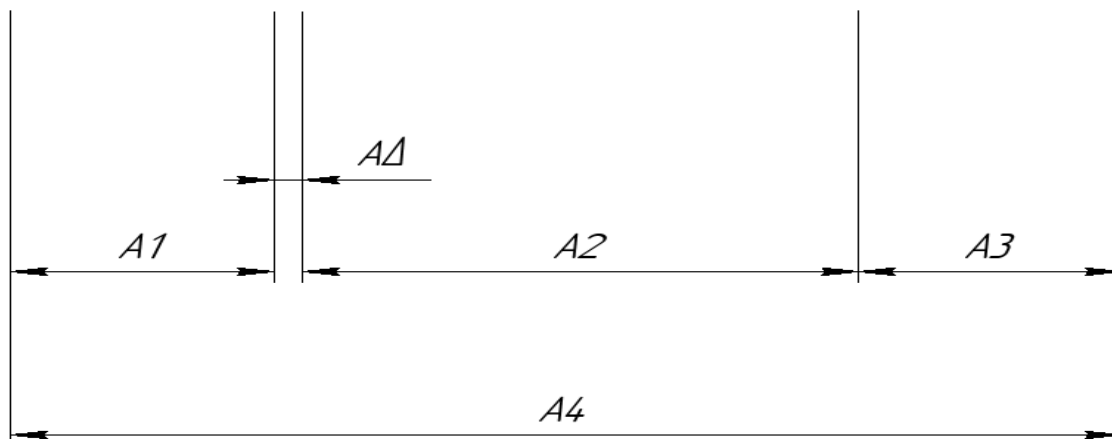


Рисунок 10. Схема размерной цепи.

Номинальные размеры элементов исходной компоновки, входящих в размерную цепь:

$$A_1 = 36 \text{ мм};$$

$$A_2 = 76 \text{ мм};$$

$$A_3 = 36 \text{ мм};$$

$$A_4 = 152 \text{ мм};$$

$$A_{\Delta} = 4+0,3;$$

Расчёт размерной цепи методом «на максимум-минимум»

1. Определяем предельные отклонения (верхнее $E_{sA_{\Delta}}$ и нижнее $E_{iA_{\Delta}}$) замыкающего звена:

$$E_{sA_{\Delta}} = A_{\Delta\max} - A_{\Delta}; \quad E_{iA_{\Delta}} = A_{\Delta\min} - A_{\Delta};$$

$$E_{sA_{\Delta}} = 4,3 - 4 = 0,3 \text{ мм}, \quad E_{iA_{\Delta}} = 4 - 4 = 0.$$

2. Определяем координату середины поля допуска (среднее отклонение) замыкающего звена:

$$E_m A_{\Delta} = \frac{(E_s A_{\Delta} + E_i A_{\Delta})}{2} = 4,15 \text{ мм}.$$

3. Определим допуск замыкающего звена:

$$T_{\Delta} = A_{\Delta\max} - A_{\Delta\min}, \quad \text{или} \quad T_{\Delta} = E_s A_{\Delta} - E_i A_{\Delta}$$

$$T_{\Delta} = 4,3 - 2 = 0,3 \text{ мм}, \quad \text{или} \quad T_{\Delta} = 0,3 - 0 = 0,3 \text{ мм}.$$

4. Определим номинальные размеры составляющих звеньев:

При решении прямой задачи необходимо так установить требования к точности составляющих звеньев размерной цепи, чтобы выполнялось условие $A_{\Delta} = 4.0+0,3 \text{ мм}$.

$$A_{\Delta} = \sum_{j=1}^k \vec{A}_j - \sum_{j=k+1}^{m-1} \overleftarrow{A}_j$$

Запишем уравнение с учетом передаточных функций звеньев A1 - A5 (звенья A1, A2, A3, – уменьшающими, а звено A4 - увеличивающим):

$$A_{\Delta} = -\bar{A}_1 - \bar{A}_2 - \bar{A}_3 + \bar{A}_4 = 4$$

Подставляем номинальные значения составляющих звеньев размерной цепи:

$$A_{\Delta} = -36 - 76 - 36 + 152 = 4$$

5. Определим среднюю точность размерной цепи:

$$k = \frac{T_{\Delta}}{\sum_{j=1}^{m-1} i_j}$$

где i - значение единицы допуска для соответствующего размера, определяемое в зависимости от его номинального значения по таблице полей допусков.

Интервал размеров, мм	Значение единицы допуска, мкм
До 3	0,55
Св. 3 до 6	0,73
Св. 6 до 10	0,90
Св. 10 до 18	1,08
Св. 18 до 30	1,31
Св. 30 до 50	1,56
Св. 50 до 80	1,87
Св. 80 до 120	2,17
Св. 120 до 180	2,52
Св. 180 до 250	2,89
Св. 250 до 315	3,22
Св. 315 до 400	3,54

Таблица 4. Значение единиц допуска i для размеров до 500 мм.

$$k = \frac{300}{1,56 + 1,86 + 1,56 + 2,52} = 40$$

Квалитет	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
k	7	10	16	25	40	64	100	160	250	400

Таблица 5. Зависимость коэффициента k по отношению к квалитету.

Находится между 9 и 10 квалитетом точности, ближе к 9 квалитету (по таблице)

Предельные отклонения на соответствующие звенья, рекомендуется назначить на охватываемые размеры (как основные валы) по h , на охватывающие размеры – H (как основные отверстия), на остальные - $\pm \frac{IT}{2}$, т.е. симметричные предельные отклонения.

Назначим допуски на соответствующие звенья A_1, A_2, A_3, A_4 , по 9 качеству (Таблица полей допусков находится по ссылке <http://tekhnar.ru/dopuski-posadki/otv-h7.html>)

6. Допуск на размер \overline{A}_z определим из уравнения:

$$T_{\Delta} = \sum_1^5 T$$

$$T_{\Delta} = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5,$$

$$300 = 62 + 74 + 62 + 100 ,$$

298 мкм входит в допуск замыкающего звена $T_{\Delta} = 300$ мкм

Следовательно все детали размерной цепи должны изготавливаться по 9 качеству.

Результаты расчетов заносим в таблицу.

Таблица 6.

Обозначение	Номинальный размер, мм	I, мкм	Обозначение основного отклонения	Квалитет	Допуск, Т	Верхнее отклонение, В	Нижнее отклонение, Н	Середина поля допуска, С
A_{Δ}	4	—	H	14	300	+300	0	+ 150
$\overline{A}_1 - \overline{A}_2$	36	1.56	h	9	62	0	-62	-31
\overline{A}_2	76	1.87	h	9	74	0	-74	-37
\overline{A}_3	36	1.56	h	9	62	0	-62	-31
\overline{A}_4	152	2,52	h	9	100	0	-100	-50

Разработка технологической схемы сборки.

На технологической схеме сборки каждый элемент изделия обозначают прямоугольником, поделенным на три части.

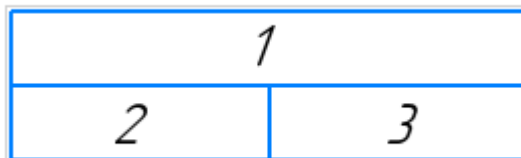


Рисунок 11.

В верхней части прямоугольника

(1) указывают наименование элемента;

в левой нижней части

(2) — индекс элемента, а в правой нижней

(3) — количество элементов. Индексацию деталей производят в соответствии с номерами, присвоенными им на сборочных чертежах Узлы обозначают буквами "сб", что означает "сборка". Каждому узлу присваивают номер его базового элемента (индекс). Например, "сб. 3" — узел с базовой деталью № 3. Порядок узла указывают соответствующим цифровым индексом, который помещают перед буквенным обозначением "сб.". Например, "1 сб. 5" означает подгруппу 1-го порядка с базовой деталью № 5.

При построении технологической схемы сборки руководствуются следующим. Процесс сборки изделия и каждого из его узлов изображают участком прямой линии, которая начинается с изображения базового элемента (детали или узла) и заканчивается изображением узла или изделия.

Над линией в порядке последовательности присоединяют прямоугольники, обозначающие все детали, а под ней изображают узлы, непосредственно входящие в изделие. На схеме указывают также необходимые технологические примечания, например: "установить по шаблону", "приварить", "запрессовать", "сверлить в сборе", "смазать" и т.д.

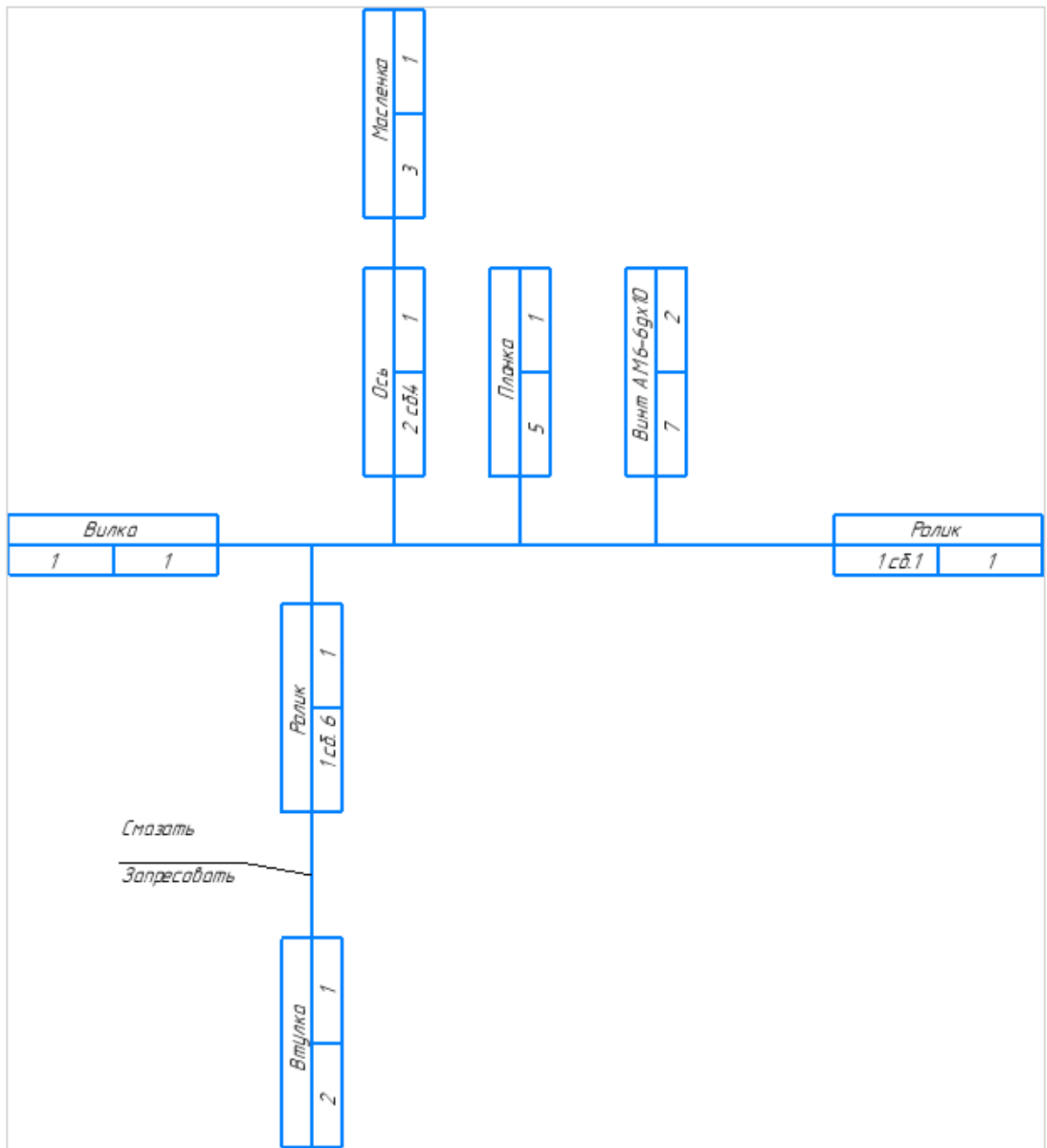


Рисунок 12. Технологическая схема сборки Ролика

Технологическая маршрутная карта.

Таблица 7.

№ операции	Наименование операции	Содержание операции	Оборудование и инструмент
05	Контрольная	Проверить наличие и состояние деталей	
10	Сборка ролика (1 сб. 6)	<ol style="list-style-type: none">1. Закрепить ролик (дет.6) в приспособление.2. Смазать и запрессовать втулку (дет. 2)	Приспособление для закрепления ролика Пресс гидравлический
15	Сборка оси (2 сб. 4)	<ol style="list-style-type: none">1. Закрепить ось (дет. 4) в приспособление.2. Закрутить масленку (дет.3)	Приспособление для закрепления оси Ключ гаечный 10 мм ГОСТ 2839-71
20	Общая сборка ролика	<ol style="list-style-type: none">1. Закрепить вилку (дет.1)2. Установить Ролик (1 сб.6)3. Смазать и установить Ось (2 сб.4)4. Установить Планку (дет.5)5. Закрепить крышку винтами (дет. 7)	Приспособление для закрепления вилки. Шприц рычажно-плунжерный Пневматическое устройство для закручивания винтов
25	Контрольная	Проверить легкость вращения ролика (дет. 6)	