

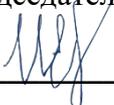
Государственное бюджетное профессиональное
образовательное учреждение Иркутской области
«Иркутский авиационный техникум»
(ГБПОУИО «ИАТ»)

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

**МДК.02.01 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС И
ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ ПО СБОРКЕ
УЗЛОВ И ИЗДЕЛИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ САПР**

**15.02.15 Технология металлообрабатывающего
производства**

РАССМОТРЕНО
Цикловой комиссией
15.02.08 «Технология машиностроения»
Протокол № 13
от «31» мая 2023 г.
Председатель ВЦК ТМП


_____ Е.А. Иванова

УТВЕРЖДЕНА
приказом ГБПОУИО «ИАТ»
от 18 мая 2023 года №170

Разработчик: преподаватель ГБПОУИО «Иркутский авиационный техникум»
Шишкин А.Ю., Попов П.Д, Кусакин С.Л.

В методических указаниях рассмотрены содержание и последовательность выполнения курсового проекта для студентов специальности 15.02.15 Технология металлообрабатывающего производства.

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

Оглавление	
Введение.....	5
1. Методические указания по оформлению курсового проекта	5
2. Методические указания по выполнению заданий к разделам дипломного проектирования	7
2.1 Написание введения	7
2.2 Выполнение построения КЭМ и взрыв схема сборки.....	7
2.3 Выполнение чертежей деталей	10
3. Раздел разработки на сборочный узел	16
3.1 Конструкция и назначение сборки	16
3.2 Тип производства и организационная форма сборки.....	16
3.3 Расчет сборочной размерной цепи	22
3.4 Разработка технологической схемы сборки.	26
3.5 Методы и средства контроля сборочного узла	27
3.6 Технологическая маршрутная карта.	30
3.7 Выбор оборудования для сборочного узла.....	35
3.8 Анализ технологичности сборочного узла.....	37

Введение

Техник-технолог – это специалист, работа которого связана с эксплуатацией металлообрабатывающего оборудования на современном предприятии, оснащённом новейшими средствами производства, системами автоматизированного проектирования и управления, компьютерной техникой. Исходя из современных требований машиностроительной промышленности, моделирование и обработка деталей, проектирование технологических процессов, а также расчет программ для новейших станков с ЧПУ производится с использованием различных программных продуктов, таких как: САПР Компас, «Вертикаль», Siemens NX. Контроль выпускаемой продукции, к которой предъявляются повышенные требования, также требует изучения современных средств контроля.

Цель выпускной квалификационной работы – систематизировать и сконцентрировать знания студента по за курс обучения, и самостоятельно с творческим подходом используя знания, полученные при изучении дисциплин специальности, выполнить дипломную работу в области проектирования технологических процессов изготовления изделий машиностроения

1. Методические указания по оформлению курсового проекта

Титульный лист на курсовой проект (КП) выдается вместе с заданием ([Ссылка на задание на КП](#)) на курсовое проектирование и потому его оформления не требуется. Он размещается при форматировании пояснительной записки (ПЗ) в месте с заданием в её начало до содержания ([Смотри пример в шаблоне](#)). Шаблон предварительно копируется на личный диск папку КП_МДК.02.01 (G:\КП_МДК.02.01). Файл шаблона переименовывается по шифру КП (КП.15.02.15.18.18-1.01.ПЗ расшифровку смотри ниже).

Все что отмечено с самого начала файла красным, заменяется на ваш титульный лист и задание.

Следующим листом после задания в шаблоне идет содержание – «Содержание», лист нумеруется цифрой 2, имеет основную надпись для текстовых документов форма 2 ГОСТ 2.104 – 2006 (Рисунок 1). Последующие

листы оформляются с основной надписью для текстовых документов форма 2а ГОСТ 2.104 – 2006 (Рисунок 2).

					КП.15.02.08.20.17-Х.01.ПЗ			
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Иванов И.И.			Технологический процесс механической обработки XXX	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Степанов С.Л.						
Н.контр.						ГБПОУИО «ИАТ»		
Охрана труда						ТМ-17-Х		
Реценз.								

Рисунок 1 Основная надпись по форма 2 ГОСТ 2.104 – 2006

					КП.15.02.08.20.17-Х.01.ПЗ			Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				

Рисунок 2 Основная надпись по форма форма 2а ГОСТ 2.104 – 2006

В основной надписи заполняется в форме 2 заполняется ФИО разработчика КП и руководителя КП, тема КП (полностью), наименование образовательной организации (сокращенно), и номер группы учащегося.

В обеих формах заполняется шифр (КП.15.02.15.18.18-1.01.ПЗ):

- КП – курсовой проект;
- 15.02.15 – шифр специальности;
- 18 – год выполнения КП;
- 18-1 – номер группы (ТМП-18-1);
- 01 – порядковый номер по журналу;
- ПЗ – пояснительная записка.

Пояснительную записку формируют в шаблоне, в уже готовых созданных разделах (заменяя надписи: «Материалы добавлять сюда (Замена)»). Выполняя каждый раздел задания последовательно, согласно отведенного времени в графике выполнения. И в последующем отправляя его руководителю КП на почту, указанную в задании.

Все основные указания оформления и форматирования пояснительной записки находятся на сайте техникума (https://irkat.ru/wp-content/docs/2019/GIA/Metodicheskie_ukazania_po_oformleniuWKR_TM_PLA.pdf).

2. Методические указания по выполнению заданий к разделам дипломного проектирования

2.1 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 повешения 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 (смотри [ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ КП](#)).

2.2 Выполнение построения КЭМ и взрыв схема сборки.

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.

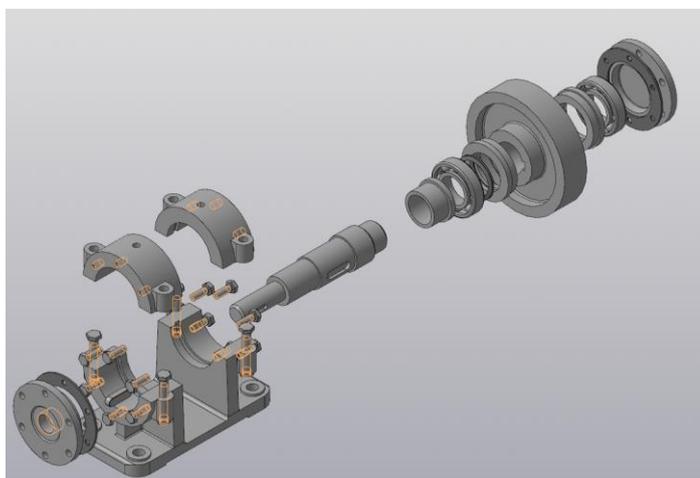


Рисунок 3 КЭМ деталей сборочного изделия «Ролик поддерживающий»

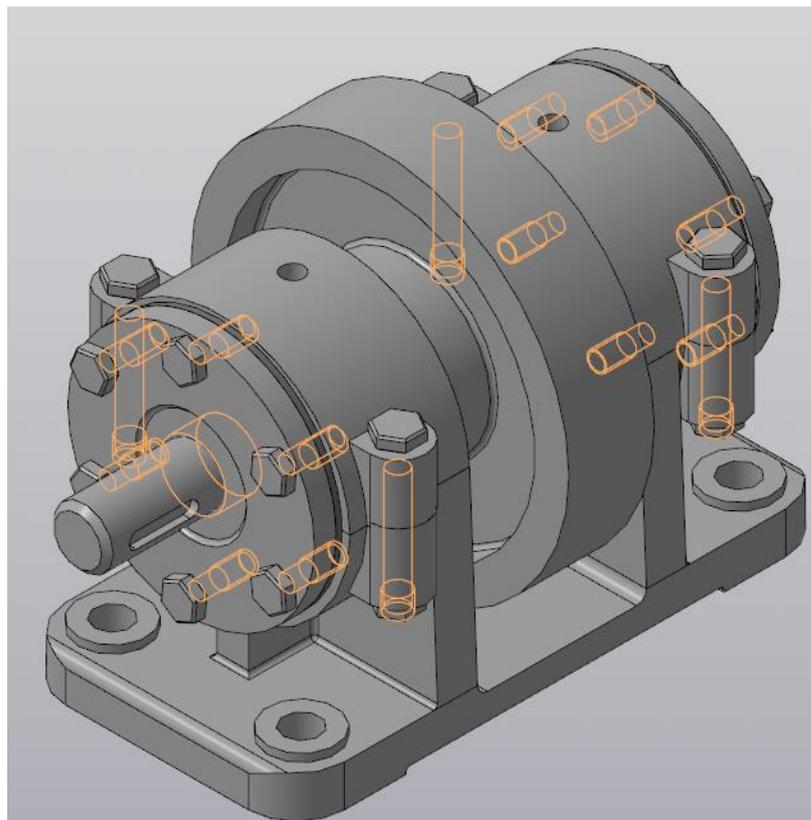


Рисунок 4 КЭМ сборки «Ролик поддерживающий»

Для выполнения взрыв схемы используется ранее созданная в КОМПАС-3D КЭМ сборки.

1. Сборку следует сохранить в формат STEP и открыть в САПР Autodesk Inventor.

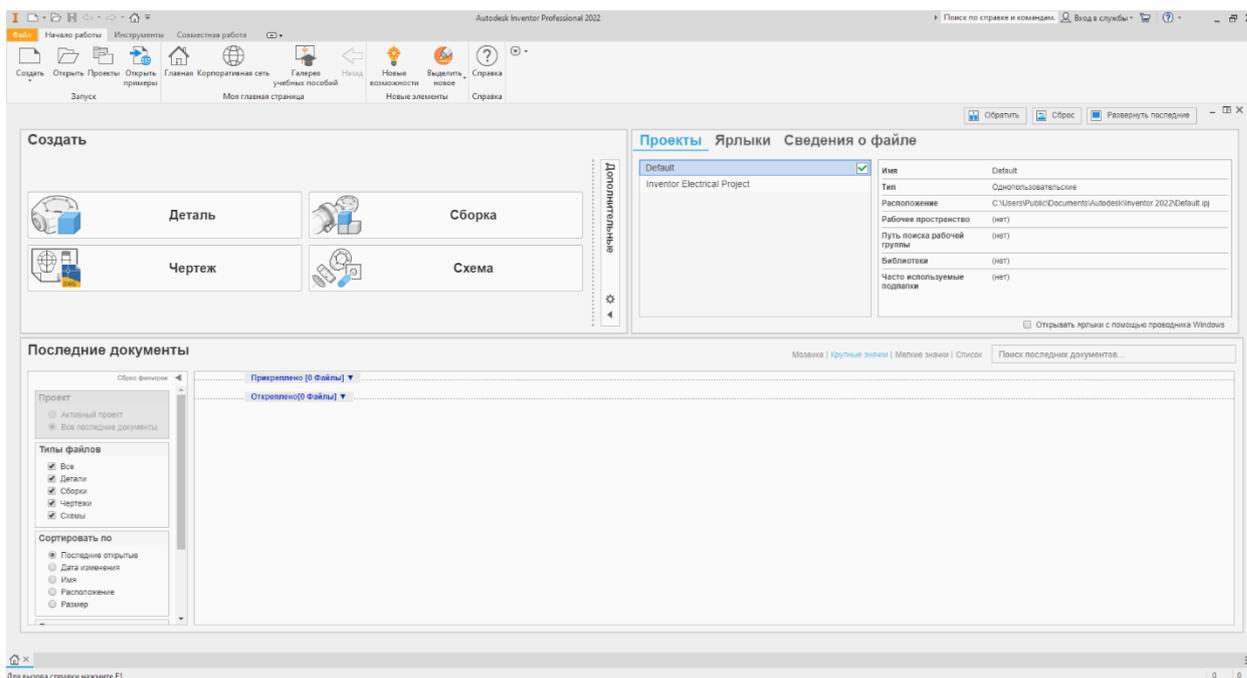


Рисунок 5 Главное меню САПР Autodesk Inventor.

2. Выбираем создание схемы, для того чтобы разнести сборку и создать анимацию сборки узла.

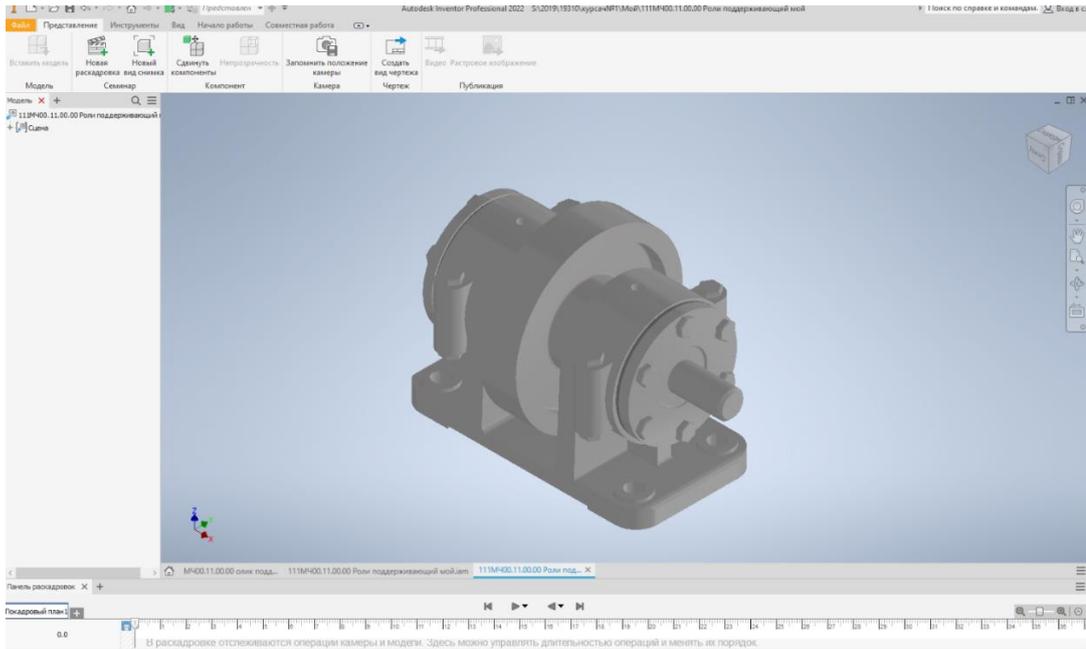


Рисунок 6 Создание схемы сборочного узла.

3. Разносим компоненты в порядке сборки. Для этого выделяем определенный компонент (если требуется выделить несколько компонентов, делаем это удерживая Ctrl), нажимаем правой кнопкой мыши сдвинуть компоненты и разносим сборочный узел.
4. Далее следует записать видеофайл и сохранить его на диск. Для этого нажимаем кнопку «видео» в горизонтальном меню. Выбираем функцию «обратить», разрешение видео и расположение файла.

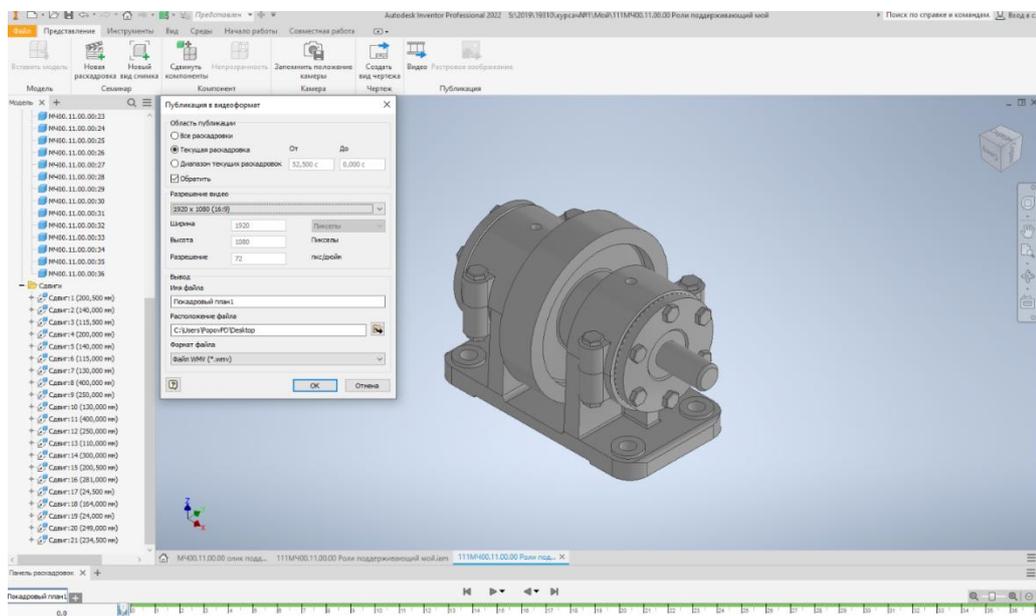


Рисунок 7 Процесс записи видео.

[Образец](#) наглядной сборки находится (Y:\15.02.15 Технология металлообрабатывающего производства\МДК.02.01 Технологический процесс и технологическая документация по сборке узлов и изделий с применением систем автоматизированного проектирования)

2.3 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, согласно ЕСКД, [ГОСТ 2.109-73](#);
- 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>ДП.15.02.15.22.XX-X.X СБ</i>				
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>	<i>Ролик поддерживающий</i> <i>Сборочный чертеж</i>				
<i>Разраб.</i>				<i>Лит.</i>				<i>Масса</i>	<i>Масштаб</i>
<i>Пров.</i>								27.48	1:2
<i>Т.контр.</i>				<i>Лист</i>				<i>Листов</i>	1
<i>Н.контр.</i>				<i>ГБПОУИО "ИАТ"</i> <i>ТМП-XX-X</i>					
<i>Чтв.</i>									

Рисунок 8. 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 $Ra = 6,3 \dots 25$;
- для сопряженных неподвижных поверхностей $Ra = 3,2 \dots 6,3$;
- для сопряженных трущихся поверхностей $Ra = 0,8 \dots 1,6$;
- для резьбовых поверхностей $Ra = 3,2$.

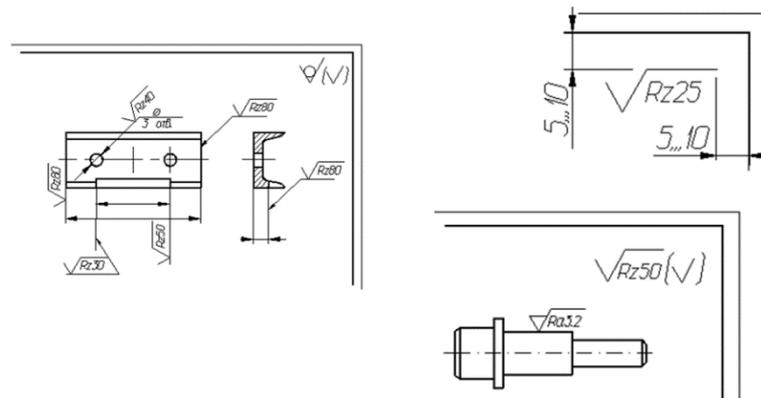


Рисунок 9 Пример простановки шероховатости

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

Рисунок 10 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.

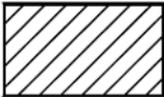
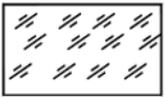
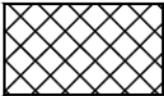
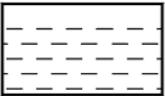
Обозначение	Материал	Обозначение	Материал
	Металлы и твердые сплавы		Стекло и другие прозрачные материалы
	Неметаллические материалы		Жидкости

Рисунок 11 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.

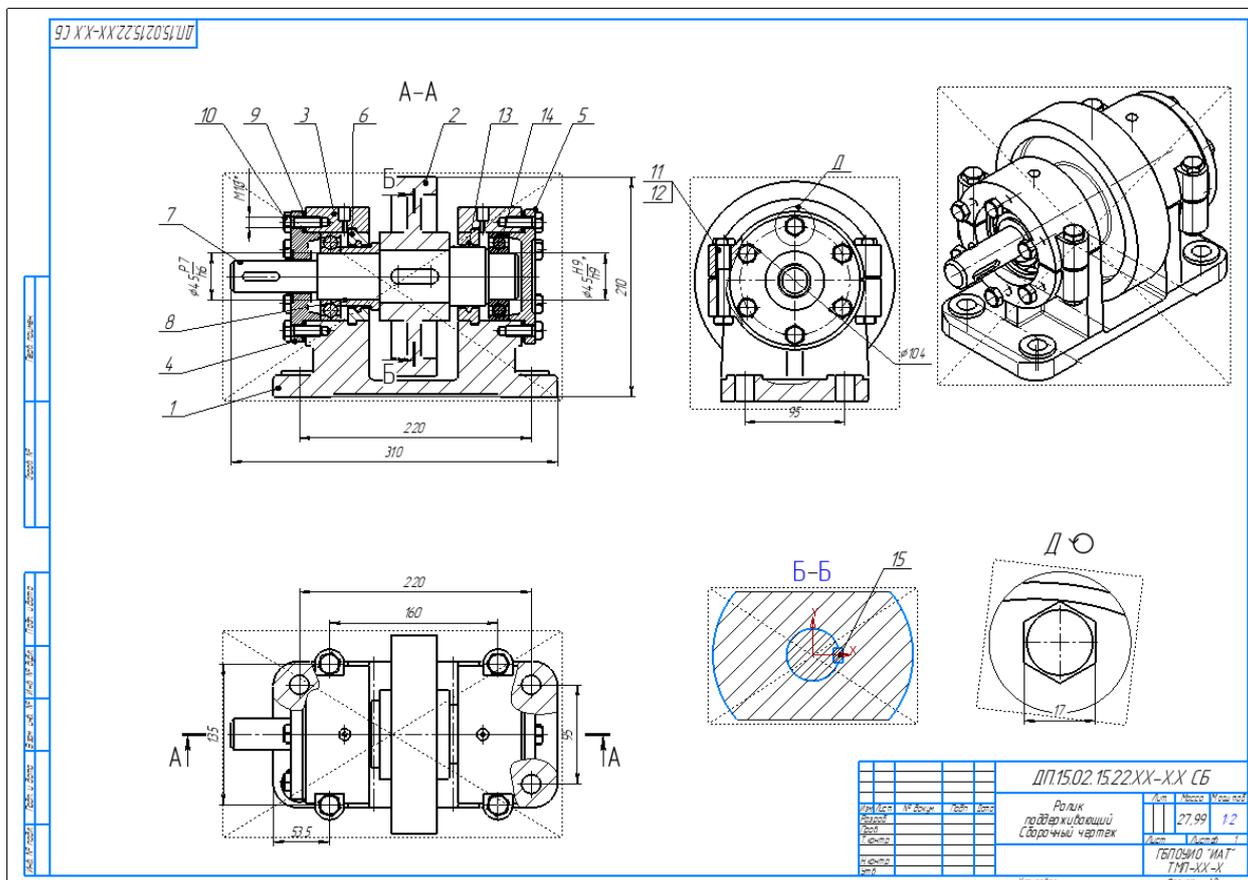


Рисунок 12. Пример оформления сборочного чертежа. Разработка спецификации

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.15.02.15.21.18-0.01)
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.

3. Раздел разработки на сборочный узел

3.1 Конструкция и назначение сборки

В описании конструкции сборки необходимо описать общее назначение изделия, или узла, указывать, какие нагрузки воспринимают те или иные сочленений, какие выходные параметры должно обеспечивать изделие, какие необходимые зазоры должны быть соблюдены при сборке и тд.

Пример:

Ролики устанавливают на листопрокатной стане по обе его стороны для поддержки прокатных листов при подаче и приеме их с валков.

Ролик приводятся в движение от электродвигателя. Опорами вала поз. 7 являются подшипники качения поз. 14. Подшипники смазываются густой смазкой, поступающей из масленок, запрессованных в отверстия крышек поз. 3. Корпуса поз. 1 роликов крепятся болтами к раме прокатного стана.

3.2 Тип производства и организационная форма сборки

Тип производства оценивают по коэффициенту закрепления операций $K_{з.о.}$, который может быть рассчитан по формуле

$$K_{з.о.} = t_c / (t_{шт.})_{ср.},$$

где t_c – действительный такт сборки, мин/шт.;

$(t_{шт.})_{ср.}$ – среднее штучное время по операциям процесса сборки, мин

$$t_c = 60F_d / N_y,$$

где F_d – действительный (эффективный) годовой фонд времени работы оборудования, час;

N_y – годовой объем выпуска сборочных единиц (узлов).

$$N_y = N_u m_y,$$

где N_u – годовой объем выпуска изделий;

m_y – число узлов данного наименования в изделии.

Согласно ГОСТ 3.1121 – 84

$K_{з.о.} = 1$ – при массовом производстве;

$1 \leq K_{з.о.} < 10$ – при крупносерийном производстве;

$10 < K_{з.о.} < 20$ – при среднесерийном производстве;

$20 < K_{з.о.} < 40$ – при мелкосерийном производстве;

при единичном производстве $K_{з.о.} > 40$.

Для расчета $K_{з.о.}$ необходимо знать годовую программу выпуска и нормы времени ($t_{шт.i}$) выполнения каждой операции. При отсутствии данных о $t_{шт.i}$ тип производства можно ориентировочно определить с помощью рекомендаций, приведенных в таблице.

Таблица 1 Определения типа производства по массе и объему годовой продукции

Тип производства	Годовой объем выпуска деталей одного наименования, шт.		
	Крупные изделия тяжёлого машиностроения, вес характерных деталей >100 кг	Изделия средних размеров, вес характерных деталей 10 – 100 кг	Мелкие изделия, вес характерных деталей до 10 кг
Единичное	< 5	< 10	< 100
Мелкосерийное	5 - 100	10 - 200	100 - 500
Среднесерийное	100 - 300	200 - 500	500 - 5000
Крупносерийное	300 - 1000	500 - 5000	5000 - 50000
Массовое	Свыше 1000	Свыше 5000	Свыше 50000

Штучное время на сборочную операцию определяют по формулам:

а) массовое и крупносерийное производство

$$t_{шт.} = \sum t_{оп.} \left(1 + \frac{\alpha_o + \alpha_n}{100} \right) K K_2;$$

б) серийное производство

$$t_{шт.} = \sum t_{оп.} \left(1 + \frac{\alpha_o + \alpha_n + \alpha_{п-з.}}{100} \right) K_1 K_2,$$

где $\sum t_{оп.}$ – сумма оперативного времени по всем переходам нормируемой операции;

α_o , α_n и $\alpha_{п-з.}$ – поправочные коэффициенты к оперативному времени соответственно на обслуживание рабочего места, личные надобности работающего и подготовительно-заключительное время в процентах от оперативного времени (прил. 1, табл. [П1.1](#) – [П1.5](#));

K , K_1 , K_2 – коэффициенты, учитывающие соответственно число приемов и комплексов приемов, выполненных одним рабочим; число деталей в партии; условие выполнения работ (прил. 1, табл. [П1.6](#)).

Пример.

Таблица 2 Пример оформления расчета нормирования

№п/п	Содержание переходов и приемов	Оперативное время, мин	Источник
Установка шпоки			
1	Зафиксировать вал в приспособлении	0,134	Табл. П1.17
1	Взять шпонку (14 x 8 x 45)		
2	Взять молодок и медную проставку		
3	Установить шпоку в паз вала		
4	Посадить шпонку до упора		
5	Отложить молоток и проставку		
Установка ролика			
1	Взять ролик	1,05	Табл. П1.25
2	Смазать посадочную шейку вала		
3	Взять молоток и медную оправку		
4	Установить ролик на вал		
5	Запрессовать ролик на вал		
6	отложить молоток и оправку		
Установка втулки			
1	Взять втулку	0,016	Табл. П1.11
2	Установить втулку на вал до упора		

Продолжение таблицы 2 Пример оформления расчета нормирования

Установка кольца в диск			
1	Взять кольцо СГ-68-56-7 ГОСТ 6418-81	0,047	Табл. П1.13
2	Установить кольцо СГ-68-56-7 ГОСТ 6418-81 в диск		
Установка диска			
1	Взять кольцо СГ-68-56-7 ГОСТ 6418-81	0,047	Табл. П1.13
2	Установить кольцо СГ-68-56-7 ГОСТ 6418-81 в диск		
Установка диска на вал			
1	Взять диск	0,013	Табл. П1.11
2	Установить диск на вал		
Установка диска на втулку			
1	Взять диск	0,016	Табл. П1.11
2	Установить диск на втулку		
Запрессовка подшипника на вал			
1	Взять подшипник и установить на вал	0,064	Табл. П1.8
2	Включить пресс, запрессовать		
3	Выключить пресс, отложить сборочную единицу		
Запрессовка подшипников на вал			
1	Взять подшипник и установить на вал	0,061	Табл. П1.8
2	Включить пресс, запрессовать		

Продолжение таблицы 2 Пример оформления расчета нормирования

3	Выключить пресс, отложить сборочную единицу		
Установка сборочного узла вала в корпус			
1	Зафиксировать корпус на столе	0,048	Табл.П1.10
2	Взять сборочный узел вала		
3	Установить в корпус		
Установка крышки х 2			
1	Взять крышк3	2,9 *2	Табл. П1.23
2	Установить крышку на корпус с совмещением отверстий		
3	Установить болты в отверстия,		
3	Установить болты в отверстия крышки		
4	Навернуть гайки на 2-3 нитки		
5	Затянуть гайки на болтах окончательно гаечным ключом		
Установка крышки х2			
1	Взять прокладку	5,8*2	Табл. П1.23
2	Зафиксировать прокладку на крышке		
4	Установить крышку на корпус		
5	Наживить болты в отверстия крышки		
6	Затянуть болты		
Установка крышки			

Исходные данные

1. Вес характерных деталей до 4 кг.
2. Годовая программа выпуска – 1380 штук.
3. Режим работы – двухсменный при 40-часовой рабочей неделе.

Расчет такта сборки, определение типа производства Действительный такт сборки

$$t_c = 60F_d / N_y = 60 * 3952 / 1380 = 172$$

По табл. 1 с учетом $N = 1380$ шт., веса характерных деталей до 10 кг принимаем тип производства: крупносерийное.

Для такого типа производства характерна групповая форма организации производства в виде многономенклатурной поточной линии.

Штучное время

$$t_{шт} = \sum T_{оп} \left(1 + \frac{\alpha_o + \alpha_n}{100} \right) K_1 K_2 = 19 \left(1 + \frac{4+6}{100} \right) 1.2 * 1.1 = 27.6 \text{ мин}$$

Значения α_o , α_n и $\alpha_{пз}$. определены по табл. П1.1 – П1.5. Группа сложности сборки – 1; $\alpha_o = 1 \%$; $\alpha_n = 6 \%$; $K_1 = 1,2$; $K_2 = 1$.

$$K_{з.о.} = t_c / (t_{шт.})_{ср.}$$

$$K_{з.о.} = 171,8 / 27,6 = 6.2$$

Согласно ГОСТ 3.1121 – 84

$K_{з.о.} = 1$ – при массовом производстве;

$1 \leq K_{з.о.} < 10$ – при крупносерийном производстве;

$10 < K_{з.о.} < 20$ – при среднесерийном производстве;

$20 < K_{з.о.} < 40$ – при мелкосерийном производстве;

при единичном производстве $K_{з.о.} > 40$.

Окончательный тип производства - крупносерийное

3.3 Расчет сборочной размерной цепи

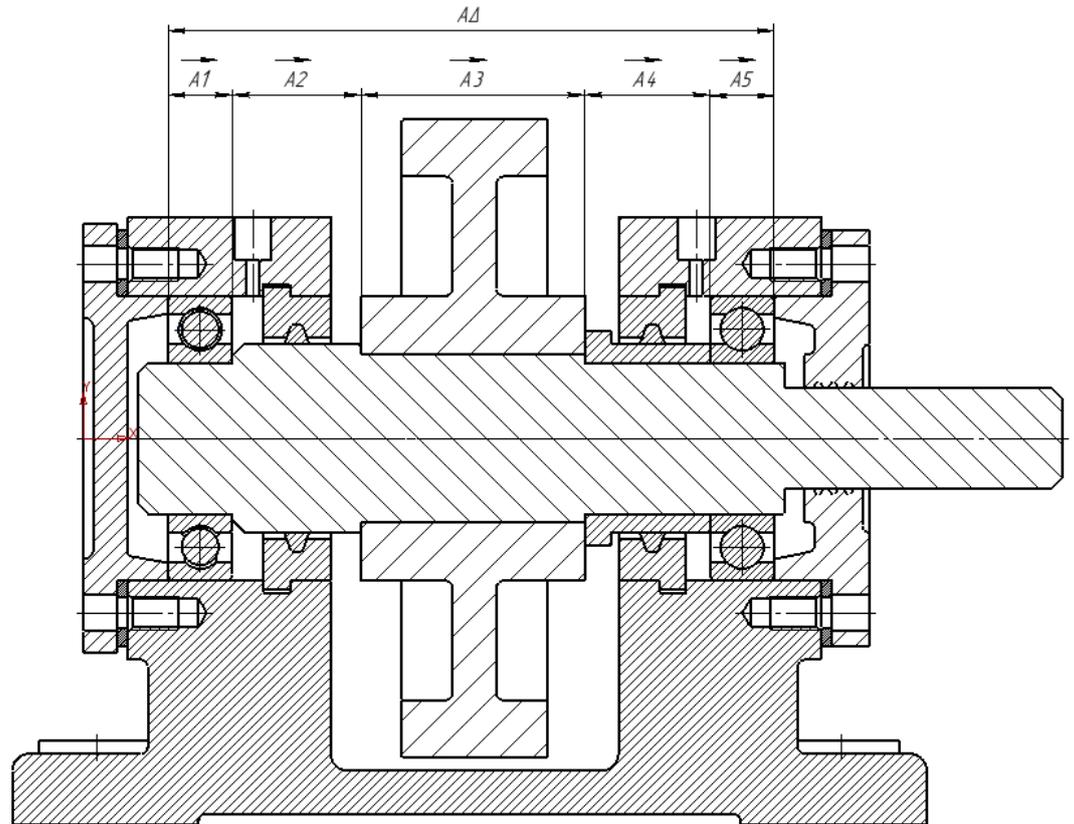


Рисунок 12. Пример расчетной цепи.

Номинальные размеры элементов исходной компоновки, входящих в размерную цепь:

$$A1 = 19 \text{ мм};$$

$$A2 = 38 \text{ мм};$$

$$A3 = 66 \text{ мм};$$

$$A4 = 37 \text{ мм};$$

$$A5 = 19 \text{ мм}$$

$$A \Delta = 179 - 0,63;$$

Расчёт размерной цепи методом «на максимум-минимум»

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

$$E_{sA\Delta} = A_{\Delta\max} - A_{\Delta}; \quad E_{iA\Delta} = A_{\Delta\min} - A_{\Delta};$$

$$E_{sA\Delta} = 179 - 179 = 0 \text{ мм}, \quad E_{iA\Delta} = 178,37 - 179 = -0,63 \text{ мм}$$

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

$$E_m A_{\Delta} = \frac{(E_s A_{\Delta} + E_i A_{\Delta})}{2} = -0,315 \text{ мм.}$$

3. Определим допуск замыкающего звена:

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

$$T_{\Delta} = 179 - 178,37 = 0,63 \text{ мм, или } T_{\Delta} = 0 - 0,63 = -0,63 \text{ мм.}$$

4. Определим номинальные размеры составляющих звеньев:

При решении прямой задачи необходимо так установить требования к точности составляющих звеньев размерной цепи, чтобы выполнялось условие

$$A_{\Delta} = 179 - 0,63; \text{ мм.}$$

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

Запишем уравнение с учетом передаточных функций звеньев A1 - A5 (звенья A1 - A5 –увеличивающимися):

$$A_{\Delta} = \vec{A}_1 + \vec{A}_2 + \vec{A}_3 + \vec{A}_4 + \vec{A}_5 =$$

Подставляем номинальные значения составляющих звеньев размерной цепи:

$$A_{\Delta} = 19 + 38 + 19 + 66 + 37 = 179$$

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.

Таблица 3. Значение единиц допуска i для размеров до 500 мм.

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

$$k = \frac{630}{1,31 + 1,31 + 1,56 + 2,17 + 1,56} = 79,64 = 80$$

Таблица 4. Зависимость коэффициента k по отношению к качеству.

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

Находится между 10 и 11 квалитетом точности, ближе к 10 квалитету (по таблице)

Придельные 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, A_5 по 8 квалитету

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

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

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

$$0,63 = 0,084 + 0,084 + 0,1 + 0,1 + 0,12$$

488 мкм входит в допуск замыкающего звена $T_{\Delta} = 630$ мкм

Следовательно, все детали размерной цепи должны изготавливаться по 10 качеству.

Результаты расчетов заносим в таблицу.5

Таблица 5. Допуски размеров на деталь

Обозначение	Номинальный размер, мм	I, мкм	Обозначение основного отклонения	Квалитет	Допуск, Т	Верхнее отклонение, В	Нижнее отклонение, Н	Середина поля допуска, С
					мкм			
A_{Δ}	179	—	H	14	130	130	0	65
\overrightarrow{A}_1	19	1,56	h	10	84	0	-84	-42
\overleftarrow{A}_2	38	1,87	h	10	100	0	-100	-50
\overrightarrow{A}_3	66	1,56	h	10	120	0	-120	-60
\overrightarrow{A}_4	37	2,52	h	10	100	0	-100	-50
\overrightarrow{A}_5	19	1,56	h	10	84	0	-84	-42

3.4 Разработка технологической схемы сборки.

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



Рисунок 13. Пример блока технологической схемы сборки

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.

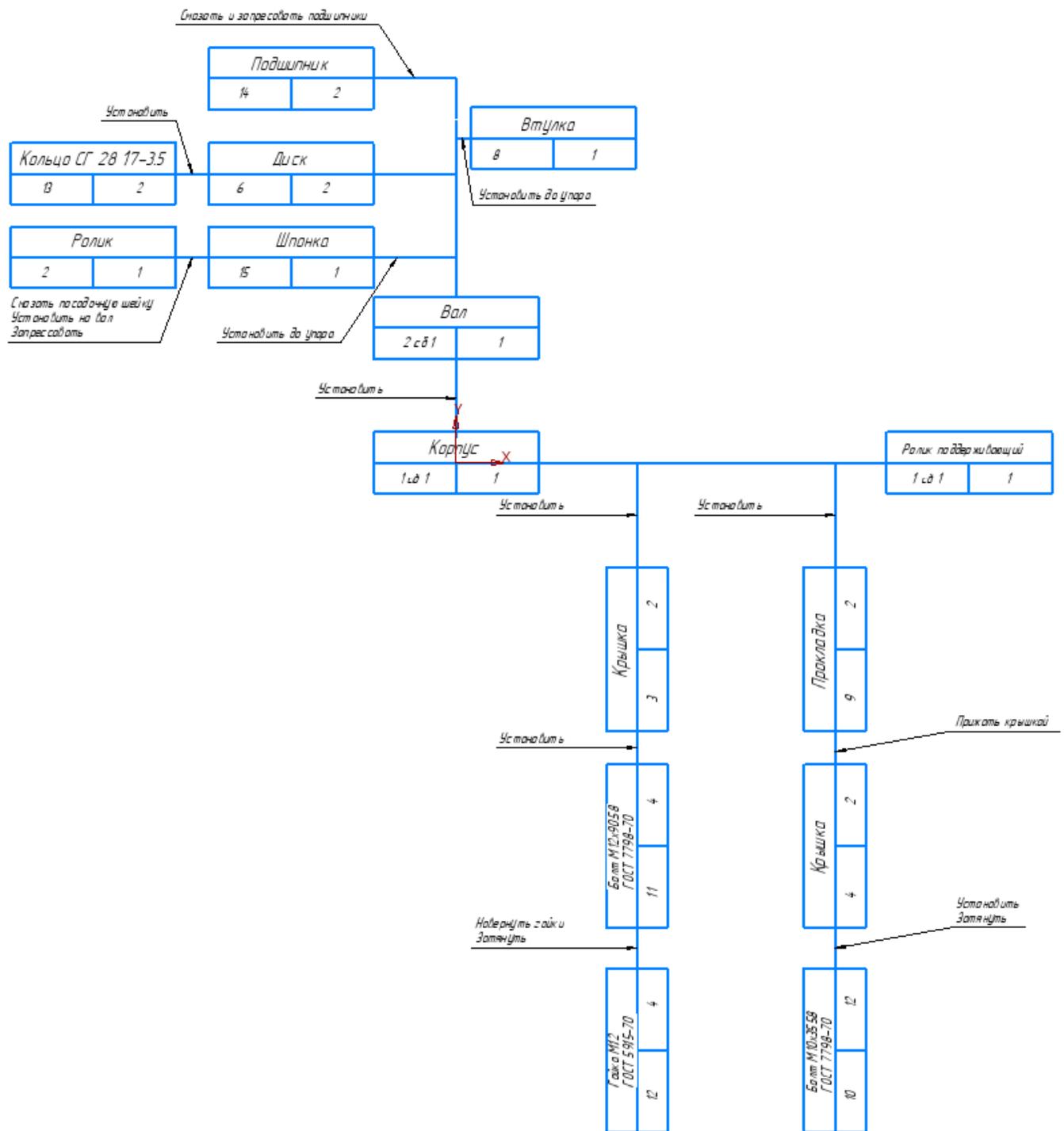


Рисунок 14. Технологическая схема сборки изделия «Ролик поддерживающий»

3.5 Методы и средства контроля сборочного узла

При проектировании технологических процессов общей и узловой сборки важное место занимает технический контроль качества производимой продукции. Качество обеспечивается предупреждением и своевременным выявлением брака продукции на всех этапах производственного процесса. Профилактический контроль направлен на проверку комплектующих изделий, полуфабрикатов и деталей смежных производств, на проверку сборочного

оборудования и оснастки, а также на систематическую проверку правильности протекания технологического процесса сборки. Качество продукции в сборочных цехах контролируют рабочие, наладчики оборудования и мастера участков.

При узловой и общей сборке проверяют:

- 1) наличие необходимых деталей в собранных соединениях (выполняют осмотром);
- 2) правильность положения сопрягаемых деталей и узлов (выполняют осмотром);
- 3) зазоры в собранных сопряжениях (щупом);
- 4) точность взаимного положения сопряженных деталей (на радиальное и осевое биение и др. производят в контрольных приспособлениях);
- 5) герметичность соединения в специальных приспособлениях и плотность прилегания поверхностей на краску в процессе сборки;
- 6) затяжку резьбовых соединений, плотность и качество постановки заклепок, плотность вальцовочных и других соединений;
- 7) размеры, заданные в сборочных чертежах;
- 8) выполнение специальных требований (уравновешенности узлов вращения, подгонки по массе и статическому моменту, проверку щупом производят в процессе сборки и после ее окончания);
- 9) выполнение параметров собранных изделий и их составных частей (производительности и развиваемого напора насосов, точности делительных механизмов, качества контакта в электрических соединениях и др.);
- 10) внешний вид собранных изделий (отсутствие повреждений деталей, загрязнения и других дефектов, которые могут возникнуть в процессе сборки).

Для обеспечения требуемой точности измерений необходимо, чтобы контролируемая сборочная единица и прибор или контрольные приспособления находились в удобном для рабочего положении и базировались на жестких опорах. Поэтому контрольные посты целесообразно оборудовать плитами, подставками для измерительного инструмента и средствами для закрепления проверяемых сборочных единиц.

Номенклатура приборов и приспособлений, применяемых при механизированных измерениях, достаточно широка. Особенно часто используют приспособления с индикаторами часового типа. Выбор необходимого типа контрольного приспособления зависит от требуемой точности и допустимой погрешности измерения; при этом последняя характеризуется разностью между показанием контрольного приспособления и фактическим значением контролируемого параметра. Относительная погрешность измерения составляет 15-20% допуска контролируемого параметра.

Ниже указана точность, обычно достигаемая при некоторых видах измерения:

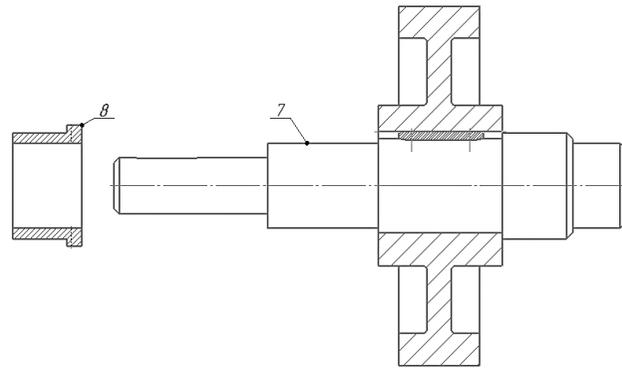
- Уровнем до 0,02 мм на 1 м длины
- Штихмасом » 0,01
- Индикатором 0,01
- Оптическими приборами » 0,02 мм на 1 м длины
- Шаблоном и тупом » 0,02»
- Контрольными валами » 0,01 мм на 1 м длины
- Струной » 0,02-0,05 мм

3.6 Технологическая маршрутная карта.

Таблица 6. Пример оформления технологической маршрутной карты на сборку узла «Ролик поддерживающий»

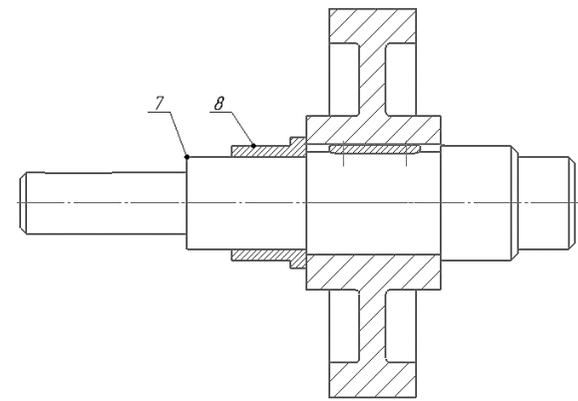
№ операции	Наименование Операции и содержание	Эскизы базовой и устанавливаемой детали	Операционная схема сборки	Эскиз сборочной единицы
1	2	3	4	5
05	Контрольная	Проверить наличие и состояние деталей		
10	<p>Узловая сборка вала (2 сб. 1)</p> <p>Установить шпонку в паз вала</p> <p>Установить ролик на вал, запрессовать при помощи молотка и оправки</p>			

Установить
втулку на вал
до упора

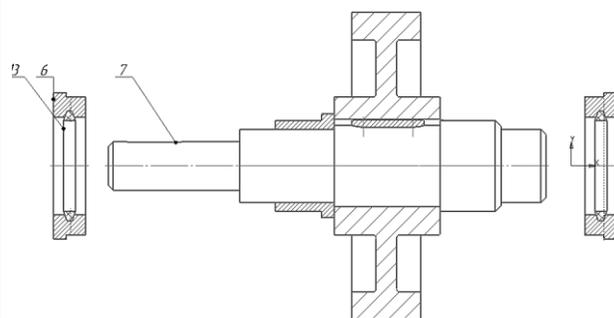


Втулка	8	1
Шпонка	5	1
Вал	2	1

Составить перечень деталей
изделия и их количества

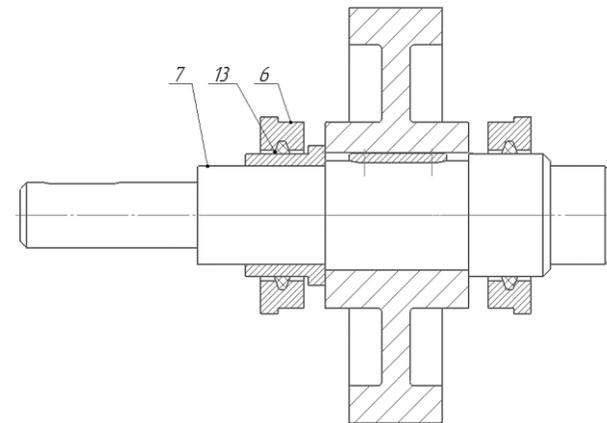


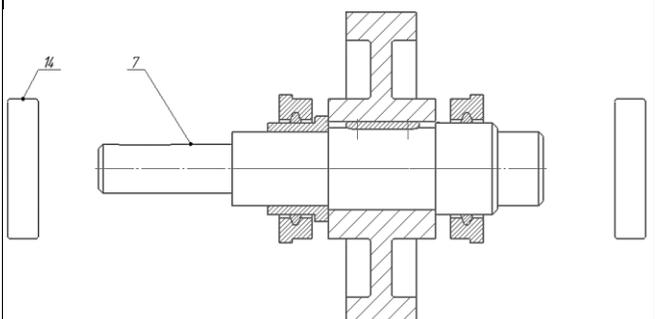
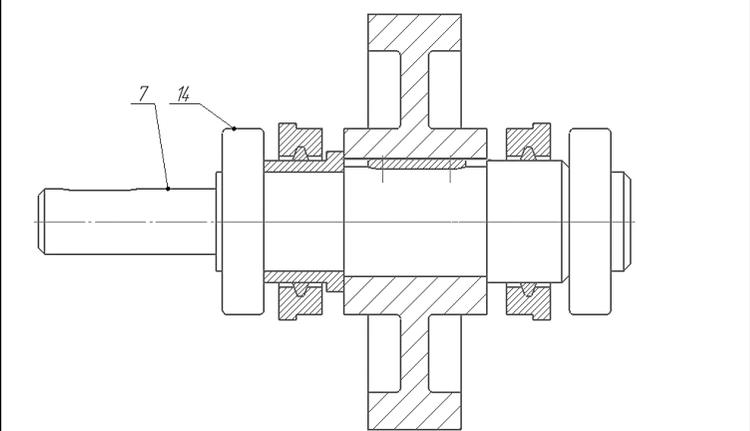
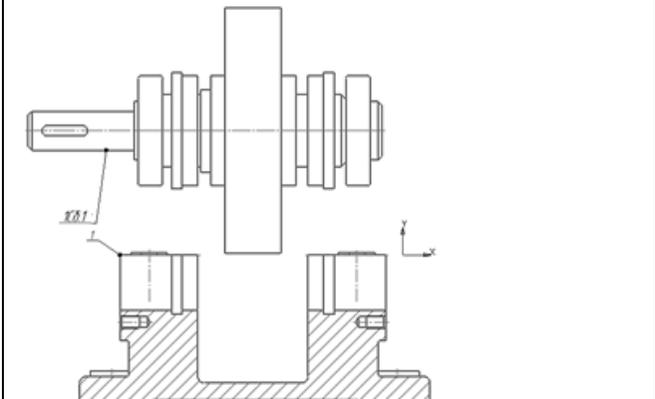
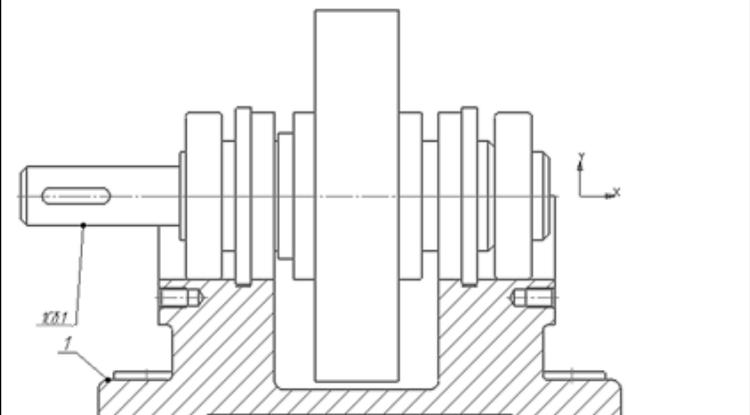
Сборка колец
СГ и дисков
с установкой
на вал



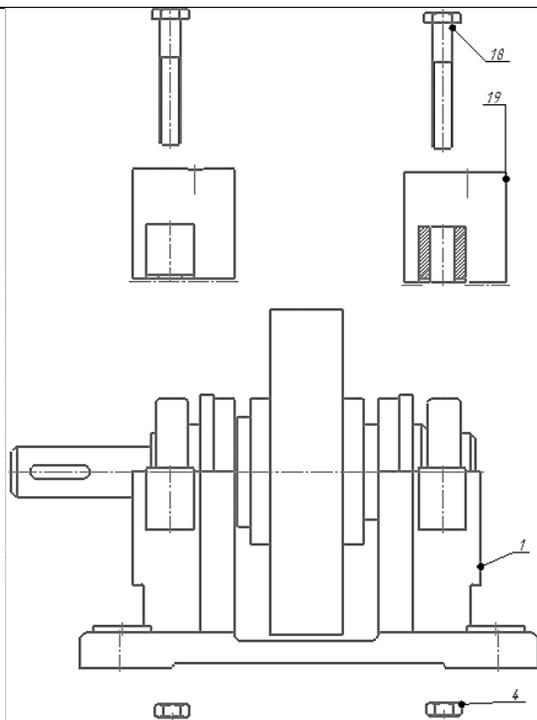
Кольца СГ 20 П-35	13	2
Диск	6	2
Вал	2	1

Установить

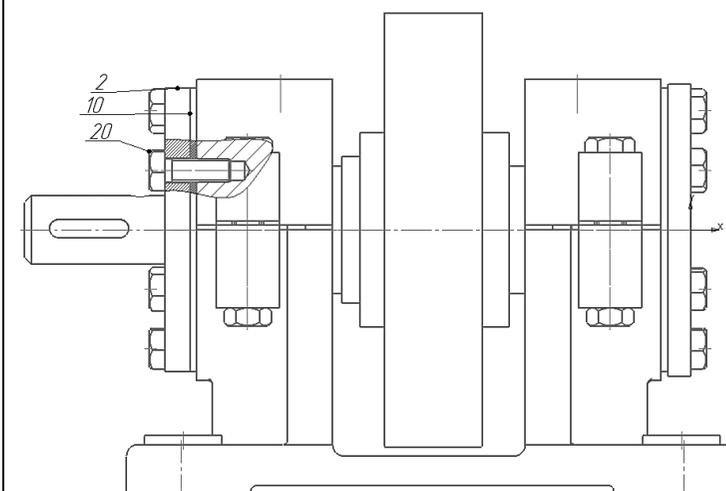
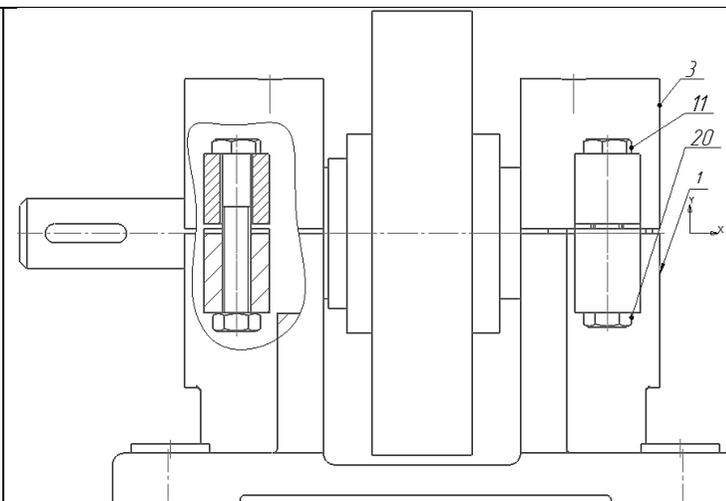
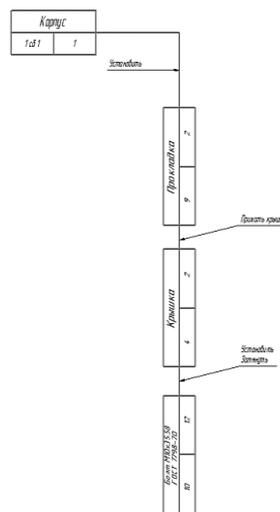
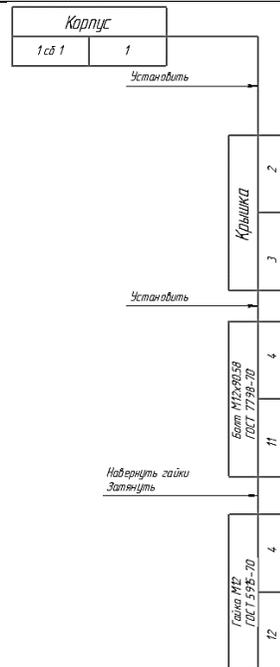
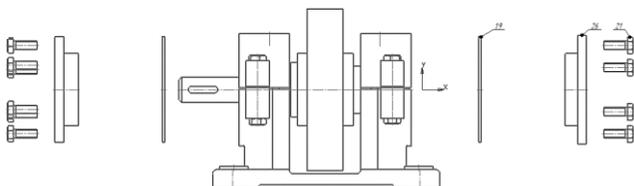


15	<p>Запрессовка</p> <p>Установить и запрессовать подшипники на вал</p>		<p>Указать и запрессовать подшипники</p> <table border="1" data-bbox="1108 406 1355 518"> <tr> <td colspan="2">Подшипник</td> </tr> <tr> <td>14</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Вал</td> </tr> <tr> <td>2 сд 1</td> <td>1</td> </tr> </table>	Подшипник		14	2	Вал		2 сд 1	1	
Подшипник												
14	2											
Вал												
2 сд 1	1											
20	<p>Общая сборка «Ролик поддерживающий»</p> <p>Установить узловую сборку Вала на корпус</p>		<p>Установить</p> <table border="1" data-bbox="1153 901 1355 1141"> <tr> <td colspan="2">Вал</td> </tr> <tr> <td>2 сд 1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Корпус</td> </tr> <tr> <td>1 сд 1</td> <td>1</td> </tr> </table>	Вал		2 сд 1	1	Корпус		1 сд 1	1	
Вал												
2 сд 1	1											
Корпус												
1 сд 1	1											

Установить крышки на корпус с совмещением отверстий, установить болты в отверстия, установить гайки на 2-3 нитки, затянуть гаечным ключом



Установить прокладки на корпус, прижать крышкой, установить болты в отверстия, затянуть гаечным ключом



25	Контрольная	Контролировать радиальное биение ролика и вала, силу затяжки болтов, визуально проверить качество сборки на отсутствие внешних повреждений.
----	-------------	---

3.7 Выбор оборудования для сборочного узла

При сборке резьбовых соединений, в зависимости от производительности и качество сборки. Применяют обычный ручной инструмент (ключи, отвертки и тд)или механизированный – электрические, пневматические гайковерты и устройства. При использовании механизированных инструментов производительность может быть увеличена в 2-3 раза. Важной характеристикой для выбора инструмента является неравномерность затяжки, представляющая собой максимальное отклонение величины затяжки от среднего значения в большую и меньшую сторону. Этот параметр зависит от способа передачи крутящего момента на шпиндель инструмента и закручиваемую деталь резьбового соединений. У гайковертов с муфтами прямого привода неравномерность затяжки составляем 20-35%, потому их применяют при сборке соединений, не требующих высокой точности затяжки. Гайковерты с ударно-импульсивными муфтами обеспечивают точность затяжки в пределах 20-25%. Их используют при моментах затяжки свыше 50 Н* м. Высокую точность затяжки (8-15%) обеспечивают гайковерты с предельными муфтами (кулачковыми или электромагнитными), настраиваемыми на заранее определённый крутящий момент.

Выбор методов и средств механизации сборки прессовых соединений зависит от различных факторов: габаритных размеров, массы, материала, конструктивных особенностей сопрягаемых деталей, характера производства и его технических возможностей.

Запрессовку небольших деталей (штифты, втулки, пальцы, стаканы и тп.) Где не требуется большие усилия, в условиях единичных и мелкосерийных производств чаще всего выполняют с применением ручных прессов или молотков. При запрессовке деталей, расположенных в труднодоступных местах, применяют различного вида винтовые приспособления, домкраты, скобы и тд

Для избегания возможных перекосов при запрессовке используют также приспособления для направления сопрягаемых деталей (оправки, втулки и тп)

Для механизации процесса запрессовки различных деталей сравнительно небольших габаритных размером широко применяют переносные и стационарные прессы с гидро- и пневмоприводом. При запрессовке крупных валов, осей, цапф и других деталей, требующих больших усилий применяют стационарные прессы и устройства преимущественно с гидро и пневмоприводом. При тепловых посадках (H/r. H/s) в зависимости от конструкции и назначения охватываемой детали ее нагревают в газовых и электрических печах в воздушной или жидкой среде. Если температура деталей должна быть выдержана в узком диапазоне целесообразно производить нагрев в жидкой среде (масляные ванны)

При выполнении сборочно-сварочных работ в мелкосерийном производстве применяют механизированные приспособления, а в крупносерийном и массовом – полуавтоматические и автоматические сварочные установки. Сварку выполняют дугой, плазмой, трением, электросопротивлением, токами высокой частоты, взрывом, с помощью больших плазматических деформаций, ультразвуком, лазером.

Для пайки используют электропаяльники с дозированной механической подачей припоя и с одновременным механическим нанесением флюса и припоя, ультразвуковые паяльники и установки, ванны с расплавленным припоем, флюсом, механизированные ванны для подготовки деталей под пайку, химическим и электрохимическим способами.

При склеивании применяют оборудование для подготовки склеиваемых поверхностей, нанесения клея на поверхность, подсушивания поверхности с клеем, а также прессы и другие установки для отверждения клеевых швов, оборудование для зачистки клеевых соединений. Некоторые виды слесарно-монтажного инструмента, а также оборудования приведены в приложения.

К вспомогательным работам при выполнении сборочных работ относят транспортирование распаковку, расконсервацию промывку, обтирку и пригонку.

Для транспортировки используют приводные роляганги, подвесные конвейеры с адресованные, вибротранспортеры, электрически и пневматически подъемники. Для выполнения распаковки, расконсервации, промывки и обтирки применяют механизированные моечные установки с сушильными камерами, ультразвуковые моечные установки, механизмы для распаковки подшипников, пылеотсасывающие установки. Для пригонки используются переносные сверлильные станки и машины, притирочные станки, механизированные шаберы, ручные электро и пневмошлифовальные машины и гибочные установки.

3.8 Анализ технологичности сборочного узла

Цель обеспечения технологичности конструкции изделия (ТКИ) заключается в придании конструкции изделия такого комплекса свойств, при котором достигается оптимальные значения затрат всех видов ресурсов при производстве, эксплуатации и ремонте изделия для заданных показателей качества, объема выпуска и условий выполнения работ.

Для технологической рациональности конструкции изделия следует определить коэффициент сборности.

$$K_{сб} = \frac{E}{E + Д}$$

,где

Е - количество сборочных единиц

Д- количество деталей.

В соответствии со спецификацией к сборочному чертежу количество сборочных единиц составляет $E = 4$ (Сборка узла ролик поддерживающий), количество деталей $Д = 34$, тогда коэффициент сборности составит.

$$K_{сб} = \frac{E}{E + Д} = \frac{4}{4 + 34} = 0.106$$

Величина коэффициента является относительно низкой, но мы не можем внести в конструкцию изделия существенных изменений.

Определим показатель ТКИ – преимущества конструкции изделия, определим коэффициент применяемости унифицированных составных частей изделия.

$$K_{п.р}^{с.ч} = \frac{E_y + D_y}{E + D}$$

, где

E_y – число унифицированных сборочных единиц $E_y = E_{уз} + E_{уп} + E_{ст}$

$E_{уз}$ и $D_{уз}$ – число заимствованных унифицированных сборочных единиц и деталей

$E_{уп}$ и $D_{уп}$ – число покупных унифицированных сборочных единиц и деталей соответственно

E – число сборочных единиц в изделии

$E = E_y + E_{ор}$

D – число деталей, являющихся составными частями изделия и не вошедших в E ,

$D = D_y + D_{ор}$

$E_{ор}$ и $D_{ор}$ – число оригинальных сборочных единиц деталей соответственно.

НОРМАТИВЫ ВРЕМЕНИ НА СБОРОЧНЫЕ РАБОТЫ

А. Нормативы времени на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности; подготовительно-заключительное время; поправочные коэффициенты на оперативное время (табл. П1.1 – П1.6)

Таблица П1.1

Время на обслуживание рабочего места			Массовое и крупносерийное производство	
Номер позиции	Состав затрат рабочего времени	Место работы	Работа с применением	
			Механизированного инструмента	простого инструмента
			% от оперативного времени	
1	1. Раскладка инструмента в начале смены и уборка его в конце смены. 2. Уборка рабочего места в процессе работы и в конце смены.	Конвейер	5	3
2	3. Регулировка (подналадка) механизированного инструмента и приспособлений в процессе работы. 4. Смена инструмента. 5. Инструктаж рабочего мастером.	Сборочный стол, стенд	4	2

Таблица III.2

Характеристика сборочных работ (группы сложности) среднесерийное производство		
Группа сложности		Число наименований деталей, входящих в сборочную единицу, условия сборки
Шифр	Вид	
I	Простая	Число наименований деталей, входящих в сборочную единицу или изделие, – до 26. Сборка осуществляется с применением универсального, немеханизированного инструмента.
II	Средней сложности	Число наименований деталей, входящих в сборочную единицу или изделие, – до 100. Сборка осуществляется с применением универсального и специального инструментов и приспособлений, требующих несложной выверки и настроек.
III	Сложная	Число наименований деталей, входящих в сборочную единицу или изделие, – более 100. Сборка осуществляется с применением универсального и специального инструментов, приспособлений и оборудования, требующих точной выверки и настроек.

Таблица П1.3

Нормативы времени среднесерийное производство				
Время	Содержание работы	Группы сложности сборки		
		I	II	III
		Время в % от оперативного времени		
Подготовительно-заключительное	1. Получение наряда, чертежей, документации, инструмента, материалов, деталей и сборочных единиц на рабочем месте 2. Ознакомление с заданием и получение инструктажа от мастера 3. Осмотр, смазка и апробирование механизированного инструмента и приспособлений до начала работы 4. Сдача чертежа, документации, собранных изделий, инструмента и приспособлений после выполнения задания	1,5	2	3
На обслуживание рабочего места	1. Регулирование механизированного инструмента, приспособлений и оборудования в процессе работы 2. Чистка и смазка инструмента, приспособления и оборудования в процессе работы 3. Смена и заправка инструмента 4. Изучение чертежей, инструкций и технологического процесса 5. Уборка рабочего места	2,5	3,5	4,5

Таблица П1.4

Подготовительно-заключительное время. Время на обслуживание рабочего места		Среднесерийное производство
Время	Содержание работы	Время в % от оперативного времени
Подготовительно-заключительное	1. Получение инструмента и чертежей 2. Ознакомление с работой 3. Оформление документации и сдача работы 4. Подключение и отключение механизированного инструмента на рабочем месте	2
На обслуживание рабочего места	Раскладка, смена, правка рабочего инструмента и его уборка	1

Таблица П1.5

Время на отдых и личные надобности		Все типы производства
Отдых	Личные надобности	Всего
Время в % от оперативного времени		
4	2	6

Таблица П1.6

Поправочные коэффициенты на оперативное время				
В зависимости от числа приемов и комплексов приемов выполняемых работ			Массовое и крупносерийное производство	
Номер позиции	Число приемов и комплексов приемов		Коэффициент К	
1	1–3		0,95	
2	4–6		1	
3	7–12		1,05	
4	13–24		1,1	
5	25–50		1,16	
В зависимости от числа деталей (сборочных единиц) в партии			Среднесерийное производство	
Число деталей, до:				
30	50	100	200	500
Коэффициент К ₁				
1,2	1,1	1	0,9	0,8
В зависимости от условий работы			Все типы производства	
Номер позиции	Условия выполнения работы		Коэффициент К ₂	
1	Установка, соединение и крепление деталей (сборочных единиц) производится	Сверху, руки на уровне груди	1	
2		Внизу	1,1	
3		Внутри изделия	1,2	
4		В потолочном положении руки над головой	1,3	

Б. Нормы времени на сборочные операции
(табл.П1.7 – П.1.25)

Таблица П1.7

Установка пружинных колец толщиной B , мм в выточку отверстий или вала диаметром D , мм вручную	Все типы производства
Содержание приемов	Норма времени, мин
1. Взять деталь 2. Установить и закрепить 3. Открепить, снять и отложить	$T = 0,015 B^{0,6} D^{0,88}$

Таблица П1.8

Напрессовывание деталей массой M , кг на вал или в отверстие на прессе на длину L , мм		Все типы производства
Тип пресса	Содержание приемов	Норма времени, мин
Гидравлический или механический	1. Взять деталь и установить 2. Включить пресс, запрессовать	$T = 0,035M^{0,2}L^{0,24}$
	3. Выключить пресс, отложить деталь, сборочную единицу	$T = 0,065M^{0,2}L^{0,24}$
Винтовой Реечный		$T = 0,065M^{0,2}L^{0,24}$

Таблица П1.9

Стопорение резьбовых деталей		Все типы производства
Тип стопорения	Содержание приемов	Норма времени, мин
Стопорными шайбами или пластинами толщиной H , мм, количеством K , шт.	1. Взять стопорную деталь 2. Надеть на болт шпильку 3. Взять отвертку, отогнуть и обжать лапки (после затяжки гайки) 4. Отложить отвертку	$T = 0,058K^{0,58}H^{0,28}$

Стопорение резьбовых деталей		Все типы производства
Тип стопорения	Содержание приемов	Норма времени, мин
Стопорение кернением	1. Взять керн и молоток 2. Закернить резьбу детали 3. Отложить инструмент	$T = 0,06K^{0,37}$

Таблица П1.10

Установка деталей (сборочных единиц) массой M , кг, наибольшего размера P , мм, на плоскость простым наложением		Все типы производства	
Вручную			
Способ установки		Содержание приемов	Норма времени, мин
Без ориентации	$M \leq 3$ кг	1. Взять деталь (сборочную единицу) 2. Установить на плоскость 3. Отложить узел	$T = 0,012M^{0,7}P^{0,16}$
	$M > 3$ кг		$T = 0,0095M^{0,3}P^{0,16}$
С совмещением по отверстиям количеством K	$M \leq 3$ кг		$T = 0,015M^{0,07}P^{0,16}K^{0,2}$
	$M > 3$ кг		$T = 0,0118M^{0,3}P^{0,16}K^{0,2}$
С совмещением кромок или рисок	$M \leq 3$ кг		$T = 0,0154M^{0,07}P^{0,16}$
	$M > 3$ кг		$T = 0,0122M^{0,3}P^{0,16}$
С использованием подъемных средств			
Без ориентации		1. Взять деталь (сборочную единицу) 2. Установить на плоскость 3. Отложить узел	$T = 0,011M^{0,29}P^{0,17}$
С совмещением по отверстиям количеством K			$T = 0,03M^{0,25}P^{0,12}K^{0,14}$
С совмещением кромок или рисок			$T = 0,012M^{0,29}P^{0,17}$

Таблица П.11

Установка деталей (сборочных единиц) массой M , кг (не более 20 кг) на вал или в отверстие с передвижением до упора на длину L , мм		Все типы производства	
Вручную			
Тип посадки	Диаметр	Содержание приемов	Норма времени, мин
С гарантированным зазором	≤ 200 мм	1. Взять деталь (сборочную единицу) 2. Установить на вал или в отверстие до упора	$T = 0,0225M^{0,18} L^{0,12}$
	> 200 мм		$T = 0,0037M^{0,18} L^{0,42}$
H/h	≤ 200 мм		$T = 0,0376M^{0,18} L^{0,12}$
	> 200 мм		$T = 0,0062M^{0,18} L^{0,42}$
С использованием подъемных средств ($M = 20 \dots 1000$ кг)			
С гарантированным зазором	≤ 200 мм	1. Подвести деталь (сборочную единицу) 2. Установить на вал или в отверстие до упора	$T = 0,01M^{0,37} L^{0,37}$
	> 200 мм		$1,2T$
H/h	≤ 200 мм		$1,4T$
	> 200 мм		$1,7T$

Таблица П.12

Установка деталей (сборочных единиц) массой M , кг, на шпильки или шпильками в отверстие с передвижением до упора на длину L , мм		Все типы производства	
Вид приема	Содержание приемов	Норма времени, мин	
Вручную $M \leq 20$ кг	1. Взять деталь (сборочную единицу) 2. Установить на вал или в отверстие до упора	$T = 0,029M^{0,2} L^{0,19}$	
С применением подъемных средств $M > 20$ кг)	1. Подвести деталь (сборочную единицу) 2. Установить на вал или в отверстие до упора	$T = 0,0088M^{0,41} L^{0,43}$	

Таблица П1.13

Установка уплотнительных колец, сальников диаметром D , мм, с передвижением до упора на длину L , мм		Все типы производства
Вид поверхностей	Содержание приемов	Норма времени, мин
Гладкие валы и отверстия	1. Взять уплотнительное кольцо и инструмент	$T = 0,004D^{0,38} L^{0,38}$
На болты, шпильки и отверстия с резьбой	2. Установить на вал или в отверстие до упора 3. Обжать по диаметру для плотного прилегания 4. Отложить инструмент	
		$T = 0,005D^{0,38} L^{0,38}$

Таблица П1.14

Установка пружин диаметром D , мм, с диаметром проволоки D_n , мм, высотой H , мм		Все типы производства
Вид приема	Содержание приемов	Норма времени, мин
Цилиндрические пружины без растяжения	1. Взять пружину 2. Установить на вал или в отверстие, продвинуть до упора	$T = 0,002H^{0,22} D^{0,38} D_n^{0,51}$
Цилиндрические пружины с растяжением	1. Взять пружину и плос- когубцы 2. Завести один конец пружины в отверстие и закрепить 3. Растянуть пружину и закрепить второй конец	
Спиральных пружин в отверстие	1. Взять пружину 2. Вставить ее концы в отверстие	$T = 0,05H^{0,2} D_n^{0,18}$

Окончание табл. III.14

Установка пружин диаметром D , мм, с диаметром проволоки D_n , мм, высотой H , мм		Все типы производства
Вид приема	Содержание приемов	Норма времени, мин
Спиральных пружин с креплением на штифт	1. Взять пружину 2. Надеть ее конец на штифт 3. Сжать пружину и закрепитель второй конец	$T = 0,08H^{0,2}D_n^{0,28}$
Плоских пружин шириной B , мм, в паз	1. Взять пружину 2. Вставить ее концы в паз	$T = 0,055H^{0,2}B^{0,28}$
Плоских пружин с креплением на штифт	1. Взять пружину 2. Надеть ее конец на штифт 3. Сжать пружину и закрепитель второй конец	$T = 0,06H^{0,24}B^{0,28}$

Таблица III.15

Установка болтов, пальцев диаметром D , мм, в отверстия с длиной соединения L , мм, числом K		Все типы производства
Вид поверхностей	Содержание приемов	Норма времени, мин
Гладкие отверстия	1. Взять болт или палец 2. Установить болт или палец в отверстие до упора	$T = 0,0077D^{0,29}L^{0,19}K^{0,16}$

Таблица П1.16

Установка прокладок длиной Л, мм, шириной В, мм		Все типы производства
Вид прокладки	Содержание приемов	Норма времени, мин
Прямоугольная и фасонная на плоскость	1. Взять прокладку 2. Установить на плоскость с совмещением по отверстиям или кромке	$T = 0,0078L^{0,27}B^{0,18}$
Круглая на плоскость		$T = 0,0081D^{0,43}$ D – сопрягаемый диаметр прокладки
Прямоугольная, фасонная на шпильки		$T = 0,0045L^{0,33}H^{0,19}K^{0,27}$ H – высота шпильки, мм; K – число шпилек
Круглая на шпильки		$T = 0,0077D^{0,33}H^{0,19}K^{0,29}$

Таблица П1.17

Установка шпонок в паз вала										Все типы производства			
<i>Содержание работы:</i> взять шпонку и медный молоток, установить шпонку в паз вала и посадить до упора, отложить инструмент													
Установка призматических шпонок													
Размеры, мм	Длина шпонки, мм												
	10	20	28	40	50	63	70	80	100	125	160	200	
Норма времени T, мин													
5 × 5	0,064	0,071	0,075	0,079	0,086	–	–	–	–	–	–	–	–
6 × 6	–	0,080	0,083	0,088	0,095	0,101	0,104	–	–	–	–	–	–
8 × 7	–	0,089	0,092	0,097	0,106	0,110	0,113	0,125	–	–	–	–	–
10 × 8	–	–	0,100	0,106	0,115	0,120	0,122	0,134	0,143	–	–	–	–
12 × 8	–	–	0,109	0,116	0,124	0,129	0,131	0,145	0,154	0,159	–	–	–
14 × 9	–	–	–	0,124	0,134	0,139	0,141	0,156	0,164	0,170	0,184	–	–
16 × 10	–	–	–	–	0,143	0,149	0,151	0,165	0,175	0,180	0,194	–	–
18 × 11	–	–	–	–	0,153	0,158	0,175	0,184	0,190	0,205	0,205	0,222	–
20 × 12	–	–	–	–	–	0,168	0,170	0,186	0,195	0,202	0,216	0,242	–
Установка сегментных шпонок													
Ширина шпонки, мм	Высота шпонки, мм	Длина шпонки, мм											
		25				32				38			
		Время T, мин											
4–5	5–10	0,06				–				–			
6–8	9–13	–				0,07				–			
9–10	11–15	–				–				0,08			

Таблица П1.18

Установка шайб диаметром D , мм, на болты, винты, шпильки с продвижением на длину L , мм		Все типы производства
Вид поверхности	Содержание приемов	Норма времени, мин
Резьбовая	1. Взять шайбу 2. Установить шайбу и продвинуть до упора	$T = 0,0062D^{0,21} L^{0,21}$ На одну деталь

Таблица П1.19

Запрессовывание штифтов диаметром D , мм, длиной соединение L , мм, вручную		Все типы производства
Вид штифта	Содержание приемов	Норма времени, мин
Цилиндрический	1. Взять штифт и молоток	$T = 0,0012D^{0,24} L^{0,52}$
Конический	2. Вставить штифт в от- верстие 3. Запрессовать 4. Отложить молоток	$T = 0,06D^{0,26}$

Таблица П1.20

Завертывание болтов, винтов, гаек, пробок (и т. п.) с размером резьбы D , мм, шагом резьбы C , мм, на длину L , мм		Все типы производства
Вид инструмента	Содержание приемов	Норма времени, мин
Предварительно на 3–4 нитки вручную (наживление)		
Вручную	1. Взять деталь 2. Наживить деталь	$T = 0,04D^{0,17}$ на одну деталь
Завинчивание окончательно многошпindelным инструментом		
—	1. Взять инструмент, установить на болты, гайки 2. Включить инстру- мент, завернуть детали окончательно	$T = 0,0068D^{0,65} K^{0,54}$, K – число шпинделей

Завертывание болтов, винтов, гаек, пробок (и т. п.) с размером резьбы D , мм, шагом резьбы C , мм, на длину L , мм		Все типы производства
Вид инструмента	Содержание приемов	Норма времени, мин
Завертывание болтов, гаек окончательно после наживления		
Одношпindelный пневматический или электрический	1. Взять инструмент, установить на болт, гайку	$T = 0,0053L^{0,73}/C^{0,62}$
Ключ коловоротный	2. Завернуть окончательно, переместить к следующей детали	$T = 0,016L^{0,73}/C^{0,62}$
Ключ торцовый		$T = 0,018L^{0,73}/C^{0,62}$
Ключ гаечный		$T = 0,028L^{0,73}/C^{0,62}$
Затягивание болтов, гаек после окончательного завертывания		
Динамометрический ключ	1. Установить ключ на деталь	$T = 0,015D^{0,43}$
Ключ гаечный	2. Затянуть	$T = 0,013D^{0,43}$
Ключ торцовый	3. Переместить к следующей детали	$T = 0,012D^{0,43}$
Ввертывание пробок, штуцеров, масленок и т. п.		
Вручную	1. Взять деталь 2. Наживить деталь, ввернуть на всю длину	$T = 0,0415L^{0,6}/C^{0,85}$

Таблица П1.21

Ввертывание винтов, шурупов с шагом C , мм, на длину L , мм		Все типы производства
Вид инструмента	Содержание приемов	Норма времени, мин
Пневмо- или электроотвертка	1. Взять винт, шуруп, завернуть на 2–3 нитки. 2. Взять отвертку, установить в шпиг, завернуть винт окончательно. 3. Переместить отвертку к следующему винту.	$T = 0,012L^{0,77}/C^{0,44}$
Механическая отвертка		$T = 0,0135L^{0,77}/C^{0,44}$
Коловоротная отвертка		$T = 0,015L^{0,77}/C^{0,44}$
Ручная слесарная отвертка		$T = 0,012L^{0,88}/C^{0,55}$

Таблица П1.22

Установка деталей (узлов) на вал или в отверстие до упора вручную Посадка ходовая, легкоходовая, широкоходовая							
№ п/п	Диаметр вала	Длина продвижения	Норма времени, мин, при массе детали (узла), кг, до				
			0,5	1	2	3	5
1	50	50	0,18	0,21	0,25	0,29	0,33
2		100	0,22	0,27	0,32	0,36	0,41
3		300	0,28	0,33	0,40	0,44	0,50
4	100	50	0,24	0,29	0,35	0,40	0,47
5		100	0,31	0,37	0,44	0,50	0,55

Таблица П1.23

Установка деталей (узлов) на плоскость с совмещением отверстий, установкой прокладки, шайб и креплением болтами с гайками гаечным или торцовым ключом. Масса детали (узла) до 20 кг							
<i>Содержание работы:</i>							
1. Установить прокладку с проверкой установки							
2. Установить деталь на плоскость с совмещением отверстий по двум контрольным шпилькам (до 20 кг вручную)							
3. Установить болты в отверстия, надеть шайбы, навернуть гайки на 2–3 нитки, завернуть окончательно гаечным ключом и зашлифовать							
№ п/п	Диаметр болта, мм, до	Норма времени, мин, при количестве болтов					
		2	3	4	5	6	
1	10	2,3	3,0	3,7	4,4	4,7	
2	16	2,9	3,9	4,8	5,7	5,8	
<i>Примечание.</i> При заворачивании гаек пневмоэлектрогайковертом нормативное время принимать с коэффициентом 0,7.							

Таблица П1.24

Установка деталей на плоскость по риску или кромке						
№ п/п	Наибольший размер детали, мм, до	Норма времени, мин, при массе детали (узла), кг				
		1	2	3	5	10
1	100	0,110	0,14	0,17	0,22	0,28
2	250	0,135	0,17	0,21	0,26	0,34
3	500	–	–	0,26	0,30	0,41

Таблица П1.25

Запрессовка деталей на вал или в отверстие со шпонкой вручную				
<i>Содержание работы:</i>				
1. Взять деталь (узел), протереть соединяемые поверхности и смазать шейки вала под запрессовку				
2. Установить деталь (узел) на вал или в отверстие со шпонкой				
3. Взять молоток, оправку и запрессовать деталь (узел), отложить молоток, оправку и узел				
№ п/п	Масса детали, кг, до	Норма времени, мин, при длине запрессовки, мм, до		
		30	50	100
1	2,0	0,50	0,60	0,75
2	3,0	0,55	0,65	0,85
3	5,0	0,60	0,70	0,90
4	8,0	0,65	0,80	1,05
<i>Примечание.</i> В карте предусмотрено время на запрессовку детали при напряженной посадке. При других посадках нормативное время следует принимать с поправочным коэффициентом 0,5 при скользящей, 0,95 – при плотной посадках.				