

2.2. Структура технических условий. ТУ на прибор или блок САУ должны соответствовать требованиям ГОСТ 2.114-70 и содержать следующие типовые разделы:

определение и назначение,
комплектность и связь с чертежами *),
технические требования, *),
маркировка и клеймение,
порядок предъявления и приемки *),
приемо-сдаточные испытания,
периодические контрольные испытания,
упаковка, маркировка упаковки, хранение на складах и транспортировка *),
приложение.

В разделе "Определение и назначение" указывается, на какие приборы распространяется ТУ и в какие САУ эти приборы входят.

В разделе "Технические требования" перечисляются основные технические требования, предъявляемые к прибору, и приводятся их обоснования (см. приложение).

В разделе "Приемо-сдаточные испытания" указываются последовательность, объем и методика приемо-сдаточных испытаний прибора.

Для проверки соответствия выпускаемых приборов всем требованиям раздела "Технические требования" проводят контрольные испытания небольшой партии приборов.

В разделе "Контрольные испытания" приводятся данные по периодичности, последовательности, по объему и методикам контрольных испытаний в соответствии с отдельными требованиями.

2.3. Раздел "Технические требования" содержит как общие для всех приборов или блоков САУ требования, так и специфические, свойственные только для данного типа прибора или блока. К общим требованиям относятся:

соответствие конструкции чертежам,
внешний вид,
покупные изделия и материалы,
характеристики электропитания,
температурный интервал работы,
электрическое сопротивление изоляции,
омическое сопротивление изоляции,

*) Эти разделы ТУ в конструкторской и технологической части дипломного проекта могут не приводиться или приводиться в сокращенном объеме по согласованию с консультантом.

Всего листов - 10

виброустойчивость,
вибропрочность,
устойчивость к воздействию линейных ускорений,
устойчивость к воздействию ударных нагрузок,
гарантийный срок службы.

Одними из основных специфических требований, присущих только данному типу прибора, являются его нормируемые согласно ГОСТ 8.009-72 метрологические характеристики.

Соответствие прибора техническим требованиям устанавливается в ходе приемо-сдаточных испытаний. Соответствие некоторым требованиям можно установить только в результате контрольных периодических испытаний, включающих и испытание на отработку гарантийного срока службы. Поэтому такому испытанию подвергаются небольшие партии приборов.

2.4. При анализе ТУ должно быть уделено особое внимание обоснованию отдельных требований раздела "Технические требования". Это обоснование технических требований носит индивидуальный характер для каждого типа прибора и блока САУ или входящих в них самостоятельных функциональных элементов.

В приложении приводятся некоторые технические требования к гиromотору и возможные варианты их обоснования.

3. Определение показателей технологичности конструкции приборов

3.1. Показатели технологичности конструкции приборов разработаны на основании ГОСТ 14201-73 ÷ 14203-73, методики Госстандарта СССР, ОСТ и обобщения опыта по отработке и оценке технологичности конструкции изделий.

Данные показатели применены к конструкции отдельных функциональных элементов, используемых в САУ и измерительных комплексах. Они определяются на этапе рабочего проектирования и входят в комплект документации на изделие, передаваемое в серийное производство.

3.2. Технологичным является такое изделие, которое при условии выполнения всех технических требований более удобно в эксплуатации и позволяет при данной серийности производства изготовить его с минимальными затратами труда, материалов и с наименьшим производственным циклом.

Исходя из этого положения строится методика определения показателей технологичности конструкции приборов. Основная идея методики заключается в том, что технологичная конструкция изделия обеспечивает наибольшую производительность труда,

снижение затрат и сокращение времени на проектирование, технологическую подготовку производства, изготовление, техническое обслуживание и ремонт изделия при обеспечении необходимого его качества.

3.3. Показатели технологичности используются для:

- количественной оценки технологичности конструкции прибора перед передачей его в серийное производство;
- указания конструкторам требований по технологичности при выдаче задания на проектирование нового прибора.

3.4. Система показателей содержит:

- базовые частные коэффициенты, к которым относятся коэффициенты освоенности $K_{осв}$, унификации деталей $K_{уд}$ и унификации материалов $K_{ум}$;
- комплексный коэффициент технологичности $K_{тех}$.

Выражения для определения значений всех частных показателей технологичности должны для "идеального" прибора стремиться к 1; фактические значения частных показателей технологичности K должны находиться в пределах

$$0 < K < 1.$$

3.5. Значения коэффициентов определяются на основе анализа технической документации на изделие (сборочного чертежа и спецификации). Для расчета коэффициентов $K_{осв}$ и $K_{уд}$ составляется табл. 1.

Таблица 1

Общее количество деталей (без крепежных)	В том числе				Количество крепежных деталей
	собственные	заимствованные	стандартные	покупные	
n_{Σ}	$n_{сб}$	$n_{зм}$	$n_{ст}$	$n_{п}$	$n_{кр}$
N_{Σ}	$N_{сб}$	$N_{зм}$	$N_{ст}$	$N_{п}$	$N_{кр}$

В табл. 1 n - число наименований деталей в изделии;

N - общее число деталей в изделии.

Например: пластина статора электродвигателя - одно наименова-

ние ($n = 1$), а общее количество пластин статора в электродвигателе равно 25 ($N = 25$).

Коэффициенты освоенности прибора и унификации его деталей определяются по формулам:

$$K_{осв} = \frac{N_{ст} + N_{зм} + N_{п}}{N_{\Sigma}};$$

$$K_{уд} = 1 - \frac{n_{\Sigma} + n_{кр}}{N_{\Sigma} + N_{кр}};$$

где $N_{ст}$, $N_{зм}$, $N_{п}$, N_{Σ} - соответственно число стандартных, заимствованных, покупных и общее число деталей в приборе; n_{Σ} , $n_{кр}$ - число наименований деталей и число наименований крепежных деталей в приборе.

Примечания: 1. К стандартным относятся детали, охваченные ГОСТом и ОСТом, отраслевой нормалью.

2. К заимствованным относятся детали, взятые из других аналогичных разработок, и детали, изготавливаемые по стандартам предприятий (СТП).

3. К собственным относятся детали, которые применяются только в данном приборе и на которые разработаны чертежи в проекте на прибор.

4. Сборочные единицы, полученные армированным литьем или прессованием из пластмасс, принимаются за одну деталь.

5. К крепежным деталям относятся гайки, винты, болты, шпильки, заклепки и т.п., а также монтажные провода, товарные знаки, изоляционные прокладки и т.п.

Коэффициент унификации материалов $K_{ум}$ определяется только для собственных деталей прибора по формуле

$$K_{ум} = 1 - \frac{C_{\Sigma}}{n_{\Sigma}},$$

где C_{Σ} - количество сортразмеров материалов для изготовления собственных деталей прибора;

n_{Σ} - общее число наименований собственных деталей прибора.

Сортразмер обусловлен маркой материала и определяющим размером. Для определения $K_{ум}$ составляется табл. 2.

Таблица 2

Количество	Металлы			Пласт-массы	Керамика	Сумма
	черные	цветные	драгоценные			
Сорта-раз-меров материалов	$C_ч$	$C_ц$	$C_д$	$C_п$	$C_к$	C_Σ
Собственных деталей	$n_ч$	$n_ц$	$n_д$	$n_п$	$n_к$	n_Σ

3.6. Комплексный коэффициент технологичности определяется как произведение базовых частных коэффициентов

$$K_{техн} = K_{осв} \cdot K_{у.д.} \cdot K_{у.м.}$$

3.7. Для установления контрольных значений комплексного коэффициента технологичности и его составляющих базовых частных коэффициентов технологичности, приемлемых для изделий серийного производства, в табл. 3 приводятся допустимые наименьшие значения этих показателей, составленные на основе обобщения статистических данных анализа технологичности конструкции электромеханических приборов и функциональных элементов.

Таблица 3

$K_{техн.}$	$K_{осв.}$	$K_{у.д.}$	$K_{у.м.}$
0,45	0,70	0,80	0,80

Для приборов, имеющих $K_{осв} \geq 0,85$, $K_{у.м.}$ принимается равным 1 и не рассчитывается.

4. Построение технологических схем сборки

4.1. Сборка изделия – дискретный во времени процесс, который состоит из отдельных переходов. Переход – наименьшая законченная часть технологического процесса, выполняемая без перерыва во времени. Упорядоченный набор переходов образует сборочную операцию.

4.2. Первым этапом разработки маршрутного технологического процесса сборки является построение технологической схемы сборки. Дипломник строит технологическую схему сборки для одной из сборочных единиц, входящих в изделие.

6

Процесс сборки сложного изделия состоит из операций, выполняемых не только последовательно, но и параллельно, а иногда и с циклами. Технологическая схема сборки является графической интерпретацией такого процесса. Наиболее ясно и полно отражают технологический процесс сборки схемы с базовой деталью. При построении технологической схемы сборки используются условные обозначения, представленные в табл. 4.

4.3. Правила построения технологических схем сборки.

1. На условном изображении элемента в нижней половине указывается номер позиции по чертежу; в верхней половине – количество одинаковых элементов. На условном изображении материала указывается марка материала. Покупные элементы штрихуются в верхней половине.

2. Технологическая схема сборки начинается с изображения базовой детали или базовой сборочной единицы, выполняющей в данной конструкции роль корпуса или основания, а заканчивается изображением собранного изделия.

3. Сборочные единицы или детали, собираемые одновременно, присоединяются к линиям сборки в одной точке.

4. Несколько деталей или сборочных единиц, устанавливаемых после их предварительной сборки, но без образования сборочной единицы, присоединяются к дополнительной линии сборки в последовательности их соединения; дополнительная линия сборки подводится к основной в точке операции, на которой формируется сборочная единица с другими элементами изделия.

5. Сборочная единица, формируемая параллельно с основным изделием, строится на дополнительной линии сборки; а дополнительная линия сборки подводится к основной в точке сборки этой сборочной единицы с основным изделием.

6. Стрелка показывает направление сборки. При частичной разборке стрелка направлена от операции к элементу.

7. Знаки контрольных и регулировочных операций подводятся к линии сборки непосредственно после той сборочной единицы, относительно которой они производятся.

8. Определяющий диаметр знака – 10 мм. На рисунке показан пример технологической схемы сборки.



Поле изменения расстояния x стрелки от шкалы определяется разностью между наибольшим $x_{\max}$ и наименьшим $x_{\min}$ его значениями, найденными из двух размерных цепей по приведенным выше выражениям. При простановке размеров в рассмотренном примере были сделаны некоторые упрощения. Так, например, размер A_1 обычно в чертежах непосредственно не задается и его приходится определять как замыкающее звено размерной цепи, учитывающей конусность и размеры конца трибки, конусность и размеры отверстия футора стрелки, расстояние торца футора от торца его фланца, на который упирается стрелка.

Пример 3. На рис. 2.7, а показан узел монтажа гироузла в раме. Торцы Л и М якоря 1 и сердечника 2 с намоткой при сборке устанавливают в одной плоскости. К узлу предъявляется исходное требование, чтобы торцы Н и П магнитопроводов индуктивного датчика находились в одной плоскости; допустимое отклонение от этого требования составляет $\pm 0,35$ мм (т. е. допуск $\Delta = 0,70$ мм). На рис. 2.7, а показаны все размеры входящих в узел деталей, которые влияют на это исходное точностное требование к узлу.

Значения звеньев размерной цепи приведены в табл. 2.2. При проверочном расчете узла надо определить, будет ли удовлетворяться исходное точностное требование к узлу для данной точности размеров деталей и сборки без регулировочных работ. В этом случае исходное точностное требование совпадает с замыкающим звеном размерной цепи. Для такого расчета необходимо составить схему размерной цепи (рис. 2.7, б) и разрешить ее относительно их исходного точностного требования к узлу — замыкающего звена размерной цепи $H = 0 \pm 0,35$ мм.

Определим по формулам (2.13) и (2.15) среднее значение и поле рассеивания замыкающего звена H :

$$\begin{aligned} I_{\text{ср}} &= A_1 + A_2 - (B_1 + B_2 + B_3 + B_4 + B_5 + B_6) = \\ &= 82,165 + 3,08 - (4,675 + 1,44 + 58,9 + 6,45 + 11,88 + \\ &\quad + 1,00) = -0,90 \text{ мм}; \\ \delta_H &= \delta_{A_1} + \delta_{A_2} + \delta_{B_1} + \delta_{B_2} + \delta_{B_3} + \delta_{B_4} + \delta_{B_5} + \delta_{B_6} = 0,33 + 0,16 + \\ &\quad + 0,35 + 0,12 + 0,20 + 0,10 + 0,24 + 0,16 = 1,66 \text{ мм}. \end{aligned}$$

Таким образом, при сборке приборов без регулировки их деталей, имеющих номинальные значения и точности размеров согласно табл. 2.2, отклонения торцов Н и П от нахождения в одной плоскости согласно расчету размерной цепи по методу максимума — минимума могут быть

$$I_{\text{ср}} \pm 0,5\delta_H = 0,9 \pm 0,83 = 0,07 \pm 1,73 \text{ мм}.$$

Таблица 2.2

Звенья	Значения по чертежам	Значения при симметричном допуске	Допуск δ_i
A_1	$89C_4 - 6,8C_4$	$82,165 \pm 0,165$	0,33
A_2	$3A_3$	$3,08 \pm 0,08$	0,16
B_1	$5_{-0,5}^{+0,15}$	$4,675 \pm 0,175$	0,35
B_2	$1,5C_5$	$1,44 \pm 0,06$	0,12
B_3	$59_{-0,2}$	$58,90 \pm 0,10$	0,20
B_4	$6,5C_4$	$6,45 \pm 0,05$	0,10
B_5	$12C_5$	$11,88 \pm 0,12$	0,24
B_6	$6A_4 - 5A_4$	$1,00 \pm 0,08$	0,16
H	$0 \pm 0,35$	$0 \pm 0,35$	0,70

Торцы 1 и 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100

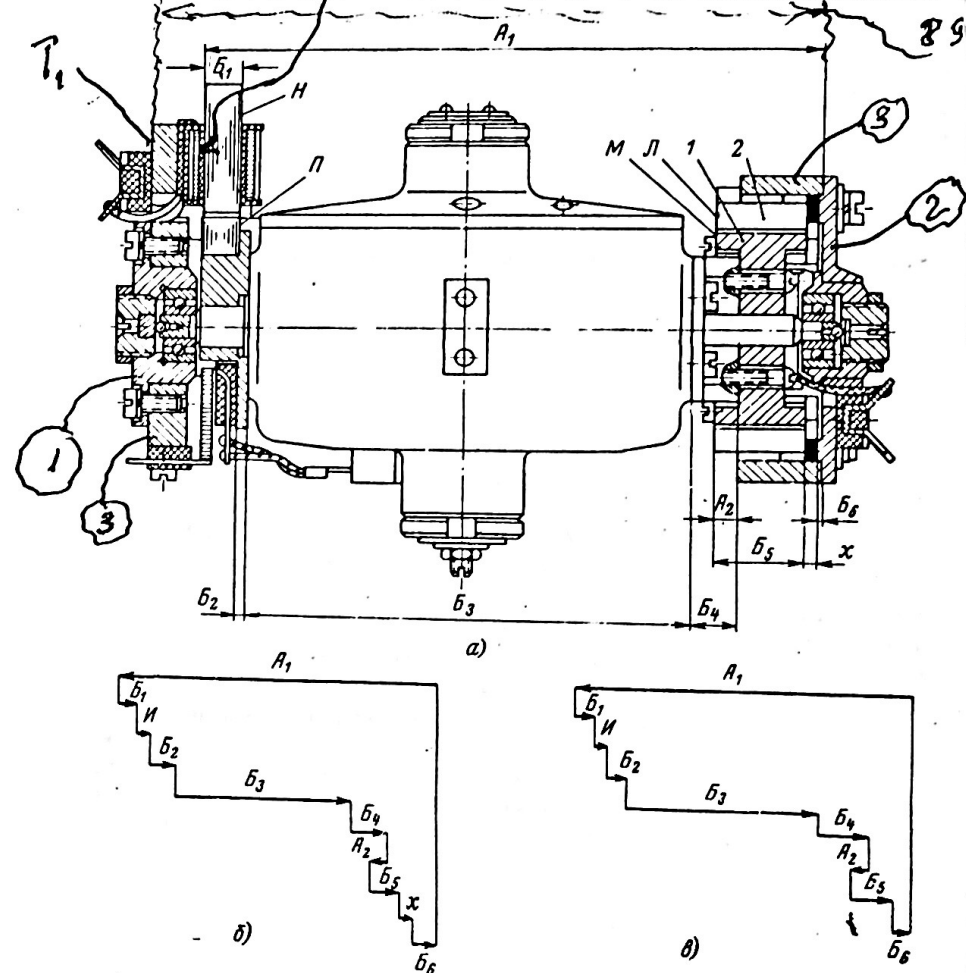


Рис. 2.7. Узел подвески гироузла в раме и схема его размерной цепи

в цепь размеров можно получить $I_{\text{ср}} \approx 0$. Однако поле рассеивания δ_H замыкающего звена H более чем в два раза превышает соответствующий допуск ($\Delta = 0,70$ мм).

Чтобы собрать этот узел без регулировки, следует увеличить точность всех входящих размеров более чем в два раза, что по технико-экономическим соображениям делать нельзя. Поэтому для обеспечения исходного точностного требования к узлу в его конструкции предусмотрен набор компенсационных прокладок x между размерами звеньями цепи B_5 и B_6 .

89, C4 - размер между торцами 3, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100

Для этого случая составляют новую схему размерной цепи (рис. 2.7,б), которая разрешается относительно замыкающего звена x . Цель расчета этой цепи: во-первых, так скорректировать значения входящих размеров, чтобы пользоваться наименьшим количеством регулировочных прокладок; во-вторых определить, в каких пределах может колебаться суммированная толщина регулировочных прокладок при сборке большой партии приборов.

По формулам (2.13) и (2.15) находим

$$x_{cp} = A_1 + A_2 - (B_1 + B_2 + B_3 + B_4 + B_5 + B_6 + H) = 0,9 \text{ мм.}$$

$$\begin{aligned} \delta_x &= \delta_{A_1} + \delta_{A_2} + \delta_{B_1} + \delta_{B_2} + \delta_{B_3} + \delta_{B_4} + \delta_{B_5} + \delta_{B_6} + \delta_H = \\ &= 0,33 + 0,16 + 0,35 + 0,12 + 0,20 + 0,10 + 0,24 + 0,16 + 0,70 = 2,36 \text{ мм.} \end{aligned}$$

Таким образом, при сборке большой партии приборов могут потребоваться прокладки, суммарная толщина которых будет

$$x_{cp} \pm 0,5\delta_x = 0,9 \pm 1,18 = -0,28 \pm 2,08 \text{ мм.}$$

Если рассчитать размерную цепь по упрощенной теоретико-вероятностной методике, т. е. определить практически возможное поле рассеивания толщины регулировочных прокладок по формуле (2.25), то получим

$$\begin{aligned} \delta_x &= k \sqrt{\delta_{A_1}^2 + \delta_{A_2}^2 + \delta_{B_1}^2 + \delta_{B_2}^2 + \delta_{B_3}^2 + \delta_{B_4}^2 + \delta_{B_5}^2 + \delta_{B_6}^2 + \delta_H^2} = \\ &= 1,3 \sqrt{0,33^2 + 0,16^2 + 0,35^2 + 0,12^2 + 0,20^2 + 0,10^2 + 0,24^2 + 0,16^2 + 0,7^2} = \\ &= 1,3 \sqrt{0,8846} = 1,3 \cdot 0,94 = 1,222 \text{ мм.} \end{aligned}$$

Следовательно, для отдельных приборов в большой их партии могут потребоваться прокладки, суммарная толщина которых может быть $x_{cp} \pm 0,5\delta_x = 0,9 \pm 0,61 = 0,29 \pm 1,51$ мм. Расчет показывает, что во всех приборах придется устанавливать несколько прокладок общей толщиной $\sim 0,3$ мм не для регулировки исходного требования геометрической точности к узлу, а практически для компенсации ошибки в определении номинальных размеров деталей, входящих в рассмотренную размерную цепь, ошибки, возникшей из-за принципиальных недостатков расчета размерных цепей по методу максимума — минимума.

Если размерную цепь, показанную на рис. 2.7,в, решить относительно исходного требования $H = 0 \pm 0,35$ мм и по формуле (2.25) определить δ_H , то получим

$$\begin{aligned} \delta_H &= k \sqrt{\delta_{A_1}^2 + \delta_{A_2}^2 + \delta_{B_1}^2 + \delta_{B_2}^2 + \delta_{B_3}^2 + \delta_{B_4}^2 + \delta_{B_5}^2 + \delta_{B_6}^2} = \\ &= 1,3 \sqrt{0,33^2 + 0,16^2 + 0,35^2 + 0,12^2 + 0,20^2 + 0,10^2 + 0,24^2 + 0,16^2} = \\ &= 1,3 \sqrt{0,4036} = 1,3 \cdot 0,635 = 0,826 \text{ мм.} \end{aligned}$$

Практически возможное поле рассеивания значений исходного точностного требования H к узлу превышает соответствующий допуск 0,7 мм только на 0,126 мм. Технико-экономически целесообразно повысить точность на один-два размера входящих в узел деталей и избавиться от регулировочных работ при сборке узла. Для нашего примера, в частности, можно заменить размеры $89C_4$ (составляющий размер звена A_1) и $12C_5$ (звено B_5) соответственно на $89C_3$ ($89_{-0,14}$) и $12C_4$ ($12_{-0,12}$). При этих условиях будем иметь $A_{1cp} = 82,12$ мм, $B_{5cp} = 11,94$ мм; $\delta_{A_1} = 0,24$ мм и $\delta_{B_5} = 0,12$ мм.

По формуле (2.25) найдем

$$\begin{aligned} \delta_H &= 1,3 \sqrt{0,24^2 + 0,16^2 + 0,35^2 + 0,12^2 + 0,20^2 + 0,10^2 + 0,12^2 + 0,16^2} = \\ &= 1,3 \sqrt{0,3091} = 1,3 \cdot 0,55 = 0,715 \text{ мм.} \end{aligned}$$

т. е. получим, что $(\delta_H = 0,715 \text{ мм}) \approx (\Delta = 0,7 \text{ мм})$ и узел можно собирать без регулировочных работ, практически по принципу полной взаимозаменяемости. Однако по формуле (2.13) находим

$$H_{cp} = 82,12 + 3,08 - (4,676 + 1,44 + 58,9 + 6,45 + 11,88 + 1,0) = 0,854 \text{ мм.}$$

Чтобы отклонения торцов H и L от нахождения в одной плоскости не превышало $\pm 0,35$ мм, необходимо при уточненных допусках на размеры деталей, входящих в размерную цепь, иметь $H_{cp} \approx 0$. Для этого надо либо уменьшить номинальное значение одного из положительных звеньев, либо увеличить номинальное значение одного из отрицательных звеньев на 0,8—0,9 мм. В данном случае можно увеличить толщину фланца втулки крепления магнитопровода ротора индукционного датчика до 2,4 мм (звено B_2) и в конструкции узла не предусматривать регулировочные прокладки.

Лишние прокладки не только повышают трудоемкость изготовления узла (изготовление и установка лишних прокладок), но и снижают стабильность отрегулированных его характеристик во время работы из-за увеличения стыковых деформаций сопряженных деталей под действием вибрационных и переменных линейных перегрузок. Поэтому понятно, насколько важно правильно рассчитать размерные цепи узлов приборов при оформлении их конструкции и увязать требования точности к узлу и размерам деталей, входящих в него.

§ 2.5. ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТЬ УЗЛОВ И ЭЛЕМЕНТОВ ПО ФИЗИЧЕСКИМ ПАРАМЕТРАМ

Многие выходные параметры приборов и их узлов зависят не только от геометрических параметров элементов приборов, но и от их физических параметров: величины электрического сопротивления, магнитного потока, жесткости, модуля упругости и др.

Так, при одних и тех же геометрических размерах магнитных систем, токонесущих элементов и противодействующих пружин магнитоэлектрических приборов величина вращающего момента и угла поворота подвижной части могут быть различными. Последние зависят также от магнитной индукции в зазоре, создаваемой постоянным магнитом, от удельного сопротивления материала провода, от упругости материала пружины.

Расчет приборов на стабильность выходных параметров в зависимости от колебаний первичных физических параметров его элементов называют *расчетом на точность по физическим параметрам*.

Для расчета на точность прибора, выходной параметр которого зависит от ряда геометрических и физических параметров его элементов и их взаимосвязи, необходимо иметь уравнение, связывающее выходной параметр с другими параметрами. По такому уравнению можно определить степень влияния неточности каждого параметра на поле рассеивания выходного параметра прибора, установить поле допусков на каждый параметр, выяснить вопрос об обеспечении условий взаимозаменяемости и методах сборки и регулировки прибора.

мальные затраты труда и издержек производства. Из возможных вариантов технологического процесса сборки, обеспечивающих выполнение технических требований, должен быть выбран вариант, наиболее экономичный для заданных условий производства.

Исходными данными для проектирования технологического процесса сборки являются:

1. Программа выпуска изделий.
2. Описание изделия, определяющее его целевое назначение.
3. Рабочие чертежи изделия, его узлов и деталей.
4. Монтажные или полумонтажные схемы, показывающие расположение электрических элементов конструкции и монтажных проводов.
5. Спецификации деталей и узлов с указанием их полного наименования и индекса и количества деталей, идущего на одну сборочную единицу.
6. Технические условия на изделие, наиболее ответственные его узлы и детали.
7. Условия, в которых предполагается изготовление изделия (вновь создаваемый или действующий завод, имеющееся на нем оборудование, перспективы получения нового оборудования).
8. Местонахождение завода (возможности кооперирования с другими заводами, условия снабжения и т. д.).

Помимо перечисленных исходных данных, при проектировании технологического процесса следует пользоваться руководящими и вспомогательными материалами. К руководящим материалам относятся общесоюзные, отраслевые стандарты, нормы на материалы, инструменты, приспособления и оборудование, планировки цехов, технологические нормы, режимы и нормативы для расчета технических норм, типовые и нормализованные технологические процессы, производственные инструкции.

К вспомогательным — относятся различные материалы справочного характера, а также отчеты научно-исследовательских институтов и лабораторий, альбомы применяемого оснащения по аналогичным родственным изделиям и т. д.

При проектировании технологического процесса сборки необходимо:

- 1) определить сборочный состав изделия;
- 2) обосновать выбранные организационные формы сборки;
- 3) произвести разного рода расчеты, связанные с технико-экономическим обоснованием выбранного варианта технологического процесса сборки (расчеты режимов сборочных и других работ, размеров партий, ритмов, количества и загрузки рабочих мест, норм времени и выработки, расчеты, связанные с точностью сборочных работ и т. д.);
- 4) установить последовательность сборочных и контрольных операций;

5) запроектировать технологическое оснащение и оборудование;

6) оформить проект технологического процесса сборки в виде установленного комплекта технических документов.

§ 3.2. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ СБОРКИ

Изучение изделия завершается составлением схемы его сборки. Эти схемы отображают сборочные элементы, из которых состоит изделие, взаимосвязь между ними, последовательность сборки. Схемы сборки разрабатываются на основании изучения чертежей узлов, общих видов, деталей прибора, кинематической, электрической и оптической схем прибора.

При наличии образца собираемого прибора или узла схема сборки может быть составлена в процессе пробной разборки образца. При этом элементы, которые могут быть сняты в неразобранном виде, представляют собой технологические узлы, на которые должны быть составлены схемы узловой сборки. Детали, которые могут быть сняты не в составе узла, а отдельно, являются элементами, непосредственно входящими в общую сборку узла или изделия.

Различают исходную и технологическую (рабочую) схемы сборки. На первом этапе технологического анализа сборочных свойств изделия схемы сборки, называемые *исходными*, строятся с максимальным расчленением изделия на сборочные единицы независимо от программы выпуска изделий и характера технологического процесса сборки.

На технологических схемах сборки в отличие от исходных наносят технологические указания по выполнению сборочных операций (например, узел сб. 5-1 припаять к узлу сб. 7-2, отрегулировать осевой зазор 0,05—0,1 мм и др.).

В простейшем случае исходная схема может предопределить разделение процесса сборки на операции и технологическая схема совпадет с исходной схемой сборки.

Технологическая схема становится основным оперативным документом, по которому персонал сборочного цеха знакомится с последовательностью сборки изделия, организует выполнение сборочного процесса, комплектует изделие, подает сборочные единицы, детали и материалы в надлежащей последовательности к местам сборки, ведет учет, расставляет рабочих, планирует производство.

В соответствии с разделением изделия на узлы разных степеней сложности (подгруппы, группы) различают ступени сборки. На первой ступени собираются простейшие узлы. На второй и последующих — узлы все возрастающей сложности. Предпоследней ступенью сборки является сборка группы, а последней — общая сборка изделия.

На рис. 3.1 показан один из вариантов изображения схемы сборочного состава некоторого изделия, имеющего шесть ступеней сборки. Сборочные единицы одной и той же ступени сложены в одном вертикальном ряду. Построение схемы ведется в последовательном порядке от деталей к первой ступени, затем второй и последующей и, наконец, к изделию.

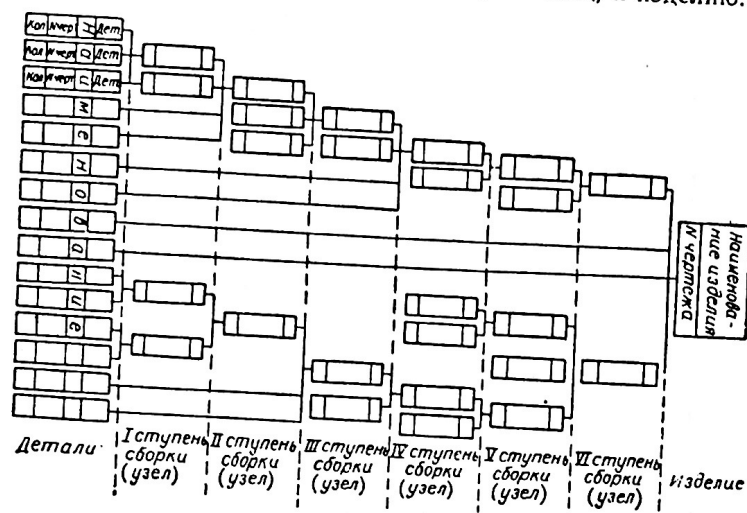


Рис. 3.1. К оформлению схемы сборочного состава

В ряде случаев узлы приборов и целые блоки изготовляют на разных предприятиях или различных цехах одного и того же предприятия. В связи с этим нередко необходимо частично разбирать узлы, снять отдельные детали и установить их в процессе общей сборки изделия. Поэтому при построении схемы сборки в нее необходимо включать и все разборки узлов, неизбежные по ходу технологического процесса.

Схемы сборки должны быть наглядны. Удобнее всего схему сборки строить следующим образом: разделить лист бумаги на несколько зон деталей, узлов первой ступени сборки, второй и т. д.); каждому из составляющих изделие элементов дается условное обозначение, например, деталь обозначают небольшим прямоугольником, в котором указывают номер и наименование ее по чертежу и количество этих деталей, входящих в соответствующий узел. Прямоугольниками больших размеров или другими геометрическими фигурами обозначают и все остальные сборочные элементы. На схеме общей сборки изделия наносят только условные обозначения деталей и сборочных единиц (групп), непосредственно поступающих на общую сборку. Местоположение условных обозначений деталей и сборочных

единиц показывает последовательность их поступления на сборку, линии со стрелками направление их движения и характер выполняемого процесса — сборки или разборки.

Для обозначения характера сборочной операции (например, установки, проверки, регулировки) стрелки делают различной формы или на их линиях вводят условные обозначения в виде букв или фигур. Так как на базе исходной схемы сборки разрабатывают технологическую схему сборки, то необходимо в ряд деталей включать основные материалы, остающиеся на изделии — припой, лаки, краски и т. п.), оформляя их на схеме аналогично деталям.

Схему сборки, представленную на рис. 3.1, называют схемой «всеерного типа» в отличие от схемы, на которой выделяется базовая деталь, узел, подгруппа.

Базовой деталью называется основная деталь, с которой начинается сборка узла или изделия. *Базовой подгруппой* любого порядка называют основную подгруппу, с которой начинается сборка подгруппы высшего порядка. *Базовая группа* — это основная группа, с которой начинается сборка прибора. В качестве базовой обычно выбирается деталь, поверхности которой будут впоследствии использованы при установке готового изделия или при креплении узла к ранее собранным узлам.

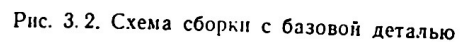
На рис. 3.2 представлен вариант схемы сборки с базовой деталью. Направление движения деталей и узлов показано стрелками. К базовой детали вначале присоединяется деталь 1—2 и образуется первый сборочный узел сб. 1-1, затем к сборке сб. 1-1 присоединяется узел сб. 1-2, составленный из деталей 1—4 и 1—3, и т. д.

На рис. 3.3 приведен вариант технологической схемы сборки. Несколько узлов на схемах сборки не расчленены на более мелкие элементы, поскольку эти узлы поступают в готовом виде с других предприятий.

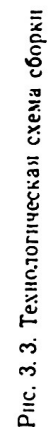
Схемы сборки могут быть развернутыми (до деталей включительно) и укрупненными. В укрупненные схемы включаются только узлы, подгруппы и группы или только подгруппы и группы. Укрупненные схемы могут быть разработаны и для отдельных наиболее сложных групп с деталями, необходимыми для их соединения. Остальные детали не указываются вообще и дается ссылка на соответствующую спецификацию. В этом случае развернутые схемы сборки составляют на отдельные узлы.

Расчленение конкретного изделия на составные части (группы, подгруппы, узлы, детали) зависит от конструкции изделия. Оно всегда условно и применимо только для данного изделия. Однако можно наметить общие положения, которыми нужно руководствоваться при расчленении изделия на сборочные единицы и составлении схемы сборки.

48



2. Исходные схемы сборочного состава строятся при условии образования наибольшего количества сборочных единиц и независимости этих схем от программы выпуска изделий.



3. Минимальное количество деталей, необходимое для образования сборочной единицы первой ступени сборки, равно двум.

4. Минимальное количество деталей, присоединяемое к сборочной единице данной ступени и необходимое для образования сборочной единицы высшей ступени, равно единице.

5. Исходная схема сборочного состава обладает свойством непрерывности, т. е. предполагается, что каждая последующая ступень сборки не может быть образована без наличия порядковой предыдущей ступени сборки.

Схемы сборки, разработанные в соответствии с перечисленными положениями, позволяют наглядно обозреть изделие в целом и проанализировать его качества в отношении сборки. Большое количество узлов в каждой ступени позволяет параллельно собирать их, что снижает цикл сборки изделия. Кроме того, эти узлы могут быть поданы на общую сборку в собранном виде и проверены, что, в свою очередь, обеспечивает качество собранного узла в целом. Большая расчлененность изделия на сборочные единицы позволяет при достаточной величине программного задания организовать сборку поточным методом. При этом переходы легко группировать в операцию таким образом, чтобы длительность ее равнялась или была кратной ритму сборки.

Технологические схемы сборки целесообразно составлять во всех случаях при любом типе производства, так как они способствуют дифференциации процессов сборки, значительно сокращающей длительность производственного цикла.

§ 3.3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОПЕРАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Сборочные операции и их последовательность

После изучения изделия по назначению, конструкции, принципу работы, требованиям, предъявляемым к изделию и наиболее ответственным его узлам, составления исходной схемы сборки разрабатывается план (последовательность) выполнения сборочных операций и их содержание.

Количество операций, на которое расчленяется сборочный процесс данного объекта, может быть различным. Операции могут быть составлены по принципу концентрации или дифференциации.

В условиях единичного, опытного и мелкосерийного производства операции обычно являются концентрированными (укрупненными) и состоят из большого числа переходов. Изделие собирается на нескольких или даже на одном рабочем месте одним или несколькими рабочими. Если изделие включает типовые сборочные элементы, то общая сборка прибора ведется по принципу концентрации, а операции узловой сборки — по принципу дифференциации.

К недостаткам концентрированной сборки относятся: длительность времени сборки одного изделия (цикла сборки), использование рабочего высокой квалификации для выполнения части несложных сборочных работ, трудность механизации и тем более автоматизации нерасчлененных сборочных операций.

В серийном и массовом производствах операции строятся по принципу дифференциации (расчленения) сборочного процесса на большое число простых операций, каждая из которых выполняется на определенном рабочем месте.

При дифференцированной сборке работы выполняются одновременно большим количеством рабочих, что резко уменьшает цикл сборки; лучшему использованию рабочих в соответствии с квалификацией способствует специализация их на выполнении определенной операции, что облегчает оснащение рабочего места совершенной оснасткой.

В условиях массового производства дифференциация процесса достигает высшей степени, когда она состоит из одного технологического перехода. В каждом конкретном случае должна быть определена техническая и экономическая целесообразность степени дифференциации. Излишняя дифференциация приводит к возрастанию потерь времени (вспомогательного времени) на установку и снятие собираемого элемента, повышению утомляемости рабочего при выполнении мелких однообразных переходов.

При очень большом выпуске изделий расчетный ритм может оказаться меньше экономически целесообразной продолжительности операций. Доведение длительности операции до величины, равной ритму, становится в таких случаях не только невыгодным, но часто и невозможным.

Последовательность сборочных операций зависит от конструктивных особенностей изделия и методов обеспечения требуемой точности.

При разработке последовательности сборки необходимо руководствоваться следующим:

1) предшествующие операции не должны затруднять выполнение последующих;

2) при поточной сборке разбивка процесса на операции диктуется ритмом сборки, причем время, затрачиваемое на выполнение каждой операции, должно быть равно или кратно ритму;

3) после наиболее ответственных операций, а также после операций, содержащих регулировку или пригонку, вводится обязательный контроль.

Руководствуясь этими соображениями и схемами сборочного состава, процесс сборки узла или изделия делят на технологические неделимые элементы и определяют время, необходимое для сборки каждого такого элемента. Элементы в процессе операции соединяют в определенной последовательности, чтобы сумма оперативного времени элементов была приблизительно

равна ритму сборки (с учетом времени перемещения конвейера периодического действия).

При наличии образца собираемого изделия последовательность сборки может быть установлена разборкой и последующей сборкой его. При разборке образца составляют схему сборочного состава, а при сборке — определяют примерный план операций.

Организационные формы сборки

Экономичность и трудоемкость сборочного процесса во многом зависят от вида организации производства — организационной формы сборки. Выбор последней связан с особенностями конструкции прибора, его размерами, программой выпуска, трудоемкостью сборочных операций, сроками сменяемости прибора и рядом других факторов.

Различают две основные организационные формы сборки: стационарную и подвижную.

Стационарную сборку выполняют на одном или параллельно на нескольких рабочих местах, к которым подаются необходимые детали, покупные узлы, необходимые материалы и т. д.

Продолжительность сборки T_c (цикл сборки) партии приборов определяется по формуле

$$T_c = \frac{TN}{K}, \quad (3.1)$$

где T — трудоемкость сборки одного прибора в человеко-час (или человеко-мин);

N — число приборов в партии;

K — количество одновременно работающих сборщиков.

Дифференцированная стационарная сборка применяется в серийном и мелкосерийном производстве.

Процесс при этом делится на узловую и общую сборку. Узлы собираются одновременно на нескольких рабочих местах. Общая сборка заключается в соединении собранных узлов.

Подвижная сборка характеризуется тем, что собираемый объект перемещается от одного рабочего места к другому в последовательности, обусловленной технологическим процессом. На каждом рабочем месте выполняется одна и та же повторяющаяся операция. К каждому рабочему месту, имеющему соответствующее оборудование и оснастку, подаются детали и узлы, необходимые для данной операции.

Подвижная сборка осуществляется двумя способами:

1. Со свободным движением собираемого объекта, когда последний перемещается от одного рабочего места к другому по мере выполнения операции, закрепленной за рабочим местом. Объект может перемещаться вручную, на тележках и с помощью механического транспортера (транспортного конвейера).

2. С принудительным движением собираемого объекта, когда перемещение собираемого на конвейере объекта (непрерывное или периодическое) согласовано с ритмом сборки.

Сборка приборов, при которой работа идет непрерывно и собранные готовые изделия выходят периодически через определенный промежуток времени (такт), называется *поточной сборкой*.

При выборе организационной формы сборки необходимо руководствоваться следующими соображениями:

1. Стационарная сборка применяется в индивидуальном и мелкосерийном производстве и в серийном, когда затрачиваемое на сборку время значительно меньше ритма (такта).

2. Если время сборки узла кратно ритму, но по технологическим соображениям процесс сборки нельзя разделить на отдельные операции, то сборка выполняется на нескольких рабочих местах параллельно. В этом случае рабочие места дублируют друг друга и сборка получается стационарной независимо от программы выпуска.

3. В массовом и серийном производствах во всех тех случаях, когда время сборки прибора превышает ритм со значительной кратностью, целесообразно применять подвижную поточную сборку, так как она является наиболее совершенной формой организации сборочных работ.

При соответствующем подборе различных объектов сборки, имеющих однотипные процессы, поточная сборка становится экономически целесообразной и в условиях мелкосерийного производства.

При определении организационной формы сборки прежде всего должен быть сделан выбор между поточной и непоточной сборкой.

Поточная сборка приборов

Для поточной сборки характерны непрерывность процесса выполнения сборочных операций, построенных по принципу дифференциации, и выпуск очередного собранного готового изделия через определенный промежуток времени, называемый *ритмом* или *тактом* сборки.

Ритм (такт) равен отношению действительного фонда времени F работы поточной линии к программе N_s запуска изделий в рассматриваемом плановом периоде:

$$r = \frac{F}{N_s}. \quad (3.2)$$

Непрерывность процесса означает, что сборка совершается без перерывов, без пролеживания объекта в ожидании той или иной операции.

103