

Министерство высшего и среднего специального образования СССР

Московское ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени
высшее техническое училище им. Н. Э. Баумана

А. К. Еськин, Ю. И. Нестеров, В. В. Маркелов

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЧАСТИ
ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТОВ**

ВВЕДЕНИЕ

Настоящие методические указания по выполнению технологической части дипломных проектов разработаны для студентов, которые специализируются на кафедрах П5, П6и П7. Они устанавливают объем, содержание, характер заданий, а также порядок выполнения технологической части дипломных проектов и призваны способствовать улучшению организации и методики дипломного проектирования. Методические указания – руководящий материал также для преподавателей, курирующих работу студентов над технологической частью дипломных проектов.

1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТОВ

Технологическая часть должна отражать решение технологических задач специальной части дипломного проекта. Ее объем составляет не менее 20% дипломного проекта. Графическая часть занимает 2 листа формата А4. В технологической части рассматриваются технологические вопросы на заключительных этапах производства электронновычислительной аппаратуры (ЭВА) и систем управления. В ней содержится описание технологии сборки функциональных устройств ЭВА и систем управления, процессов контроля, наладки, а также анализируется технология испытаний на воздействие механических возмущений и климатических факторов. Поэтому в заданиях по технологической части проекта ставится цель – рассмотреть технологию сборки, контроля, наладки и испытаний проектируемого устройства или его функциональных частей (не ниже уровня блока).

Дипломник должен самостоятельно разработать технологический процесс сборки устройства и отразить его структуру в пояснительной записке в виде технологической схемы сборки. В отдельных случаях, например для вновь проектируемого изделия, допускается схему сборки выносить на отдельный лист. В пояснительной записке приводится краткое описание технологического процесса сборки изделия и расчет режимов операций. Чертежи наиболее важных приспособлений, которые используются в разработанном технологическом процессе сборки, по согласованию с руководителем технологической части проекта могут выноситься на отдельные листы, количество которых не должно превышать двух.

После разработки техпроцесса сборки дипломник в соответст-

Министерство высшего и среднего специального образования СССР

Московское ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени
высшее техническое училище им. Н.Э.Баумана

А.К.Еськин, Ю.И.Нестеров, В.В.Маркелов

Утверждены
редсоветом МВТУ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЧАСТИ
ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТОВ

Под редакцией Б.И.Белова



Москва

1981

вии с техническими условиями на проектируемое изделие должен разработать методику его контроля, наладки и диагностики возможных неисправностей, а также испытаний разрабатываемого устройства на воздействие механических и климатических факторов. При этом в пояснительной записке обязательно приводится обоснование и выбор контролируемых параметров изделия, структурная схема и описание принципа работы стенда или системы контроля параметров устройства и диагностики его неисправностей, а также методика и режимы контроля. Если конструкция стенда оригинальная, то он может быть изображен на отдельном листе. При небольшом числе операций контроля режимов и параметров изделия и диагностики его неисправностей алгоритм и программа автоматизированного контроля должны приводиться в пояснительной записке, а если алгоритмы сложные, их можно выносить на отдельные листы.

Перечень контролируемых параметров необходимо свести в таблицу с указанием допустимых отклонений. Если проводится контроль функционирования изделия, то необходимо привести таблицу режимов его работы (например, режимы записи и считывания информации и т.д.).

По завершении процесса контроля изделие поступает на испытание.

В пояснительной записке обязательно приводится методика всех видов испытаний для проектируемого изделия с указанием их режимов, представленных в виде графика. Также кратко описывается принцип работы используемой при испытаниях аппаратуры.

После согласования с преподавателем чертежи конструкции оригинальных приспособлений и устройств для испытаний могут выноситься на отдельные листы.

В зависимости от специальной части дипломного проекта могут выполняться такие технологические расчеты:

1. Расчет производственной точности выходных параметров электронных устройств.
2. Расчет сборочных размерных цепей механических и электро-механических изделий.
3. Расчет технологичности разрабатываемых устройств.
4. Разработка алгоритмов и программ контроля устройства и диагностики его неисправностей.
5. Расчет производительности сборочного процесса.

Таким образом, структура пояснительной записки такова:

1. Формулировка задачи технологической части дипломного

проекта.

2. Технические условия на проектируемое изделие.
3. Описание структуры технологического процесса сборки изделий.
4. Описание принципа работы используемых сборочных приспособлений.
5. Методика контроля и диагностики проектируемого устройства.
6. Методика испытаний.
7. Заключение.

Из рассмотренного следует, что варианты графических листов технологической части проекта могут быть следующие:

1. Два листа с чертежами сборочных приспособлений.
2. На одном листе - сборочные приспособления, на втором - схема сборки устройства.
3. На одном листе - сборочные приспособления, на втором - конструкция стенда для контроля.
4. На одном листе - сборочные приспособления, на втором - приспособления для испытаний проектируемого устройства.

Из приведенных вариантов второй и третий следует использовать только в исключительных случаях.

2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ РАБОТЫ ТЕХПРОЦЕССОВ СБОРКИ КОНТРОЛЯ И ИСПЫТАНИЙ ЭВА И СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Для подробной разработки технологического процесса сборки дипломник должен располагать исходными данными и материалами. В общем случае их принято условно делить на три группы: основные, руководящие и вспомогательные, причём к последним двум относят всевозможные ГОСТы, нормалы, инструкции по наладке, контролю и испытаниям изделий, инструкции по программированию, а также материалы справочного характера, отчеты научно-исследовательских организаций и др.

Наиболее важными для разработки техпроцесса сборки являются основные материалы:

1. Программа выпуска изделий которая задается руководителем дипломного проекта. На ее основании дипломник определяет требуемое количество комплектующих элементов (сборочных единиц и деталей). Она также является основой для разработки и проектирования необходимой сборочной оснастки и приспособлений.

2. Сборочный чертеж изделия со спецификацией всех деталей

и сборочных единиц, входящих в него. Это материал дипломник уже имеет, так как конструкция устройства разрабатывается им в специальной части дипломного проекта.

3. Монтажные схемы изделия.

4. Рабочие чертежи изделия (их необходимо иметь при сборке электромеханических устройств ЭВА).

5. Технические условия на изделие и особые требования, предъявляемые к его сборке.

6. Условия приемки изделия.

7. Техническое описание изделия.

Практически все перечисленные исходные данные дипломник получает из специальной части проекта.

При разработке методики контроля режимов и наладки изделия дипломник должен руководствоваться техническими условиями (ТУ), на основе которых и разрабатывается техпроцесс контроля указанных в них выходных параметров.

В ТУ также указывается назначение и виды контроля изделия (контроль работоспособности, функционирования и т.д.). Способ контроля устройства выбирается и обосновывается дипломником. В случае автоматизированного контроля с использованием ЭВМ дипломник должен разработать алгоритм и программу контроля параметров. Если используются полуавтоматические способы контроля (с помощью стендов), то он должен разработать техпроцесс контроля и составить инструкцию по его применению.

3. ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СБОРКИ ЭВА

Прежде чем приступить к разработке технологического процесса сборки и оснастки изделия (сборочной единицы), необходимо проанализировать его конструкцию. Это делается в определенном разделе дипломного проекта, который должен содержать:

1. Краткий анализ конструкции изделия и ТУ на него, определение назначения изделия, описание принципа его действия, сведения о допустимых производственных погрешностях выходных параметров, эксплуатационные характеристики устройства, расчет ресурса его работы, сведения о ремонтпригодности и т.д. [1, 5].

2. Анализ технологичности конструкции.

Основные регламентирующие документы для обработки изделий на технологичность таковы:

- ГОСТ 14.201-73 ОСТ III "Общие правила обработки конструкции

изделия на технологичность";

- ГОСТ 14.202-73 ЕСТП "Правила выбора показателей технологичности конструкции изделий";
- ГОСТ 14.203-73 ЕСТП "Правила обеспечения технологичности конструкции сборочных единиц";
- ГОСТ 14.204-73 ЕСТП "Правила обеспечения технологичности конструкции изделий";
- ГОСТ 2.121-73 ЕСКД "Технологический контроль конструкторской документации";
- ГОСТ 18.831-73 "Технологичность конструкции. Термины и определения".

Методика оценки показателей технологичности конструкции отвечает требованиям отраслевого стандарта "Узлы и блоки радиоэлектронной аппаратуры. Методика оценки и нормативы показателей технологичности конструкций" ОСТ41С.091,219.

Оценка показателей технологичности конструкций блоков распространяется только на производственную технологичность на стадии опытного образца (опытной партии), установочной серии и серийного производства.

В качестве вида изделия предлагается рассматривать сборочные единицы (блоки) ЭВА. В отдельных случаях, при наличии в комплекте многофункциональных блоков, допускается производить оценку технологичности в целом, без деления на блоки.

В зависимости от конструкторско-технологических особенностей изделий они разбиваются на такие группы (классы):

- электронно-логические и аналоговые блоки - блоки оперативной памяти и индикаторные, генераторы сигналов, приемно-усилительные блоки и т.п.;
- электромеханические и механические системы - механизмы привода, отсчетные устройства, кодовые преобразователи, редукторы, волноводные блоки и т.п.;
- радиотехнические блоки - вторичные источники питания и т.п.
- коммутационно-распределительные устройства - коммутаторы, коробки распределительные и т.п.

Для оценки технологичности указанных различных групп изделий необходимо определить базовые показатели.

Состав базовых показателей, их ранжированная по значимости последовательность, коэффициенты веса, а также обязательность их определения на различных стадиях разработки изделий приведе-

ны в табл. 1+3. Основным показателем, который используется для оценки технологичности конструкции, является комплексный показатель технологичности K . Он определяется на основе базовых показателей по формуле:

$$K = \frac{\sum_{i=1}^n K_i \psi_i}{\sum_{i=1}^n \psi_i} = \frac{K_1 \psi_1 + K_2 \psi_2 + \dots + K_n \psi_n}{\psi_1 + \psi_2 + \dots + \psi_n}$$

где K_i - величина показателя по таблице состава базовых показателей соответствующего класса блоков; ψ_i - функция, нормирующая весовую значимость показателя в зависимости от его порядкового номера в таблице; i - порядковый номер показателя в ранжированной последовательности (место в таблице); n - общее число относительных частных показателей в таблице для данной стадии разработки изделия.

Примечание. В табл. 1+3 приняты такие обозначения: знак "ж" - показатель определяется; знак "+" - показатель определяется приближенно; знак "-" - показатель не определяется.

Оценка уровня технологичности разрабатываемого изделия при известном нормативе комплексного показателя K_n согласно ГОСТ 14 31-73 выражается отношением величины достигнутого показателя K к нормативу K_n . Это отношение должно удовлетворять условию $\frac{K}{K_n} \geq 1$. Нормативы показателей технологичности в зависимости от конструктивно-технологических особенностей изделий представлены в табл. 4 (ОСТ4ГО.091.219).

Класс - электронные блоки

Таблица 1

№ пп.	Базовые показатели технологичности	Формула показателя технологичности	ψ_i	Проект			Рабочая документация		
				эскизный	рабочий	опытного образца	установочной серии	серийного производства	
I		2	3	4	5	6	7	8	
I	Коэффициент использования микросхем и микросборок в блоке	$K_{исп.м.с} = \frac{H_{м.с}}{H_{м.с} + H_{срз}}$	1,0	+	+	ж	ж	ж	

Продолжение табл. I

I	2	3	4	5	6	7	8	9
2	Коэффициент автоматизации и механизации монтажа	$K_{\text{а.м}} = \frac{N_{\text{а.м}}}{N_{\text{м}}}$	1,0	-	+	ж	ж	ж
3	Коэффициент механизации подготовки ЭРЭ к монтажу	$K_{\text{мп.эрэ}} = \frac{N_{\text{мп.эрэ}}}{N_{\text{эрэ}}}$	0,75	+	ж	ж	ж	ж
4	Коэффициент механизации контроля и настройки	$K_{\text{м.к.н}} = \frac{N_{\text{м.к.н}}}{N_{\text{к.н}}}$	0,5	-	+	ж	ж	ж
5	Коэффициент повторяемости ЭРЭ	$K_{\text{пов.эрэ}} = 1 - \frac{N_{\text{т.эрэ}}}{N_{\text{эрэ}}}$	0,31	+	+	ж	ж	ж
6	Коэффициент применяемости ЭРЭ	$K_{\text{п.эрэ}} = 1 - \frac{N_{\text{т.ор.эрэ}}}{N_{\text{т.эрэ}}}$	0,187	+	+	ж	ж	ж
7	Коэффициент прогрессивности и формообразования деталей	$K_{\text{ф}} = \frac{D_{\text{пр}}}{D}$	0,11	-	-	ж	ж	ж

В табл. I $N_{\text{м.с}}$ и $N_{\text{эрэ}}$ - соответственно общее количество микросхем (микросборок) и электроради элементов (ЭРЭ), шт. в изделии; $N_{\text{а.м}}$ и $N_{\text{м}}$ - соответственно количество монтажных соединений, которые могут осуществляться автоматизированным и механизированным способами, и общее количество монтажных соединений;

$N_{\text{мп.эрэ}}$ - количество ЭРЭ, подготовка которых к монтажу осуществляется механизированным и автоматизированным способом, шт.

$N_{\text{м.к.н}}$ и $N_{\text{к.н}}$ - соответственно количество операций контроля и настройки электрических параметров, которые осуществляются механизированным или автоматизированным способами, и общее количество операций контроля и настройки; $N_{\text{т.ор.эрэ}}$ и $N_{\text{т.эрэ}}$ - соответственно количество типоразмеров оригинальных ЭРЭ и общее количество типоразмеров ЭРЭ в изделии; $D_{\text{пр}}$ и D - соответственно количество деталей, заготовки которых или они сами получены прогрессивными методами формообразования (штамповкой, прессованием, литьем по выплавляемым моделям и т.д.), и общее количество деталей без нормализованного крепежа, шт.

Таблица 2

Класс - радиотехнические блоки

№ пп.	Базовые показатели технологичности	Формула показателя технологичности	φ_i	Проект		Рабочая документация		
				эскизный	рабочий	опытного образца	установочной серии	серийного производства
1	Коэффициент механизации подготовки ЭРЭ к монтажу	$K_{м.п.эрэ} = \frac{H_{мп.эрэ}}{H_{эрэ}}$	1,0	+	+	ж	ж	ж
2	Коэффициент автоматизации и механизации монтажа	$K_{а.м} = \frac{H_{а.м}}{H_m}$	1,0	-	+	ж	ж	ж
3	Коэффициент сложности сборки	$K_{с.сб} = 1 - \frac{E_{т.сб}}{E_t}$	0,75	-	+	ж	ж	ж
4	Коэффициент механизации контроля и настройки	$K_{м.к.н} = \frac{H_{м.к.н}}{H_{к.н}}$	0,5	-	-	+	ж	ж
5	Коэффициент прогрессивности и формообразования деталей	$K_{ф} = \frac{D_{пр}}{D}$	0,31	-	-	ж	ж	ж
6	Коэффициент повторяемости ЭРЭ	$K_{пов.эрэ} = 1 - \frac{H_{т.эрэ}}{H_{эрэ}}$	0,187	-	-	ж	ж	ж
7	Коэффициент точности сборки детали	$K_{тч} = 1 - \frac{D_{тч}}{D}$	0,11	-	-	ж	ж	ж

В табл. 2 $E_{т.сб}$ и E_t - соответственно количество типовых размеров узлов, требующих регулировки в составе изделия с применением специальных устройств либо пригонки или совместной обработки с последующей разборкой и повторной сборкой, и общее количество узлов в изделии, шт.; $D_{тч}$ - количество деталей, имеющих размеры с допусками по 7-му качеству точности и выше,

Таблица 3

Класс - электрические и механические блоки

№ пп.	Базовые показатели технологичности	Формула показателя технологичности	φ_c	Проект		Рабочая документация		
				эскизный	технический	опытного образца	установочной серии	серийного производства
1	Коэффициент точности обработки	$K_{тч} = 1 - \frac{D_{тч}}{D}$	1,0	-	-	*	*	*
2	Коэффициент прогрессивности формообразования деталей	$K_{фр} = \frac{D_{фр}}{D}$	1,0	-	-	+	*	*
3	Коэффициент сложности обработки	$K_{с.о} = 1 - \frac{D_m}{D}$	0,75	-	+	*	*	*
4	Коэффициент повторяемости деталей и узлов	$K_{пов.д.е} = 1 - \frac{D_{т} + E_{т}}{D + E}$	0,5	-	+	*	-	-
5	Коэффициент сборности изделия	$K_{сб} = \frac{E}{E + D}$	0,31	-	+	*	-	*
6	Коэффициент сложности сборки	$K_{с.сб} = 1 - \frac{E_{т.сб}}{E_{т}}$	0,18	-	+	*	*	*
7	Коэффициент использования материалов	$K_{и.м} = \frac{M}{M_m}$	0,11	-	-	*	*	*

В табл. 3 D_m - количество деталей, включая заимствованные и стандартные, которые обрабатываются снятием стружки, шт.; D_t - общее количество типоразмеров деталей в изделии без учета нормализованного крепежа; E - общее количество узлов в изделии, шт.; M и M_m - соответственно масса изделия без учета комплектующих деталей и масса материала, израсходованного на изготовление изделия, кг.

Таблица 4

Класс блоков	K_n , стадия разработки рабочей документации		
	опытный образец (партия)	установочная серия	установившееся серийное производство
Электронные	0,40+0,70	0,45+0,75	0,50+0,80
Радиотехнические	0,40+0,60	0,75+0,80	0,80+0,85
Электромеханические и механические	0,30+0,50	0,40+0,55	0,45+0,60

4. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СБОРКИ ЭВА

Разработка технологического процесса сборки ЭВА состоит из нескольких этапов:

1. Составление и анализ схемы (маршрута) сборки [1, 5, 14].
2. Определение геометрической технологической точности при условии полной взаимозаменяемости [1, 5].
3. Определение электрической технологической точности выходных параметров при условии полной (или частичной) взаимозаменяемости [5, 9, 10].

4. Разработка технологического процесса сборки изделия (механическая сборка, электрический монтаж, контроль, испытания), подробное описание особенностей технологического процесса, выбор оснастки и режима [5, 14, 11, 12].

При составлении и анализе схемы (маршрута) сборки необходимо руководствоваться приводимыми ниже соображениями. Выбор способа сборки ЭВА зависит не только от конструктивных и технологических особенностей изделия, но, как мы уже отмечали, и от степени дифференциации сборочно-монтажных и регулировочных работ, которая зависит от масштаба производства.

Прежде чем приступить к проектированию процессов сборки, монтажа и настройки ЭВА, необходимо провести анализ собираемости изделия и расчленить его на сборочные единицы низшего уровня. Эта задача решается построением технологических схем сборки, которые представляют собой графическое изображение процесса сборки изделия до первичных соединений, деталей и основных материалов. Согласно ГОСТ 3.1302-71 и ГОСТ 3.1406-71, различают технологические схемы сборки "верного" типа (рис. 1) и с базисной деталью (рис. 2).

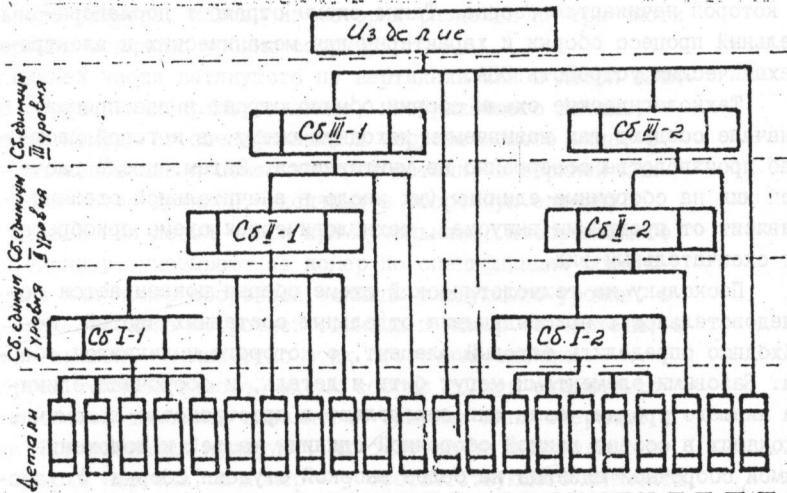


Рис. 1

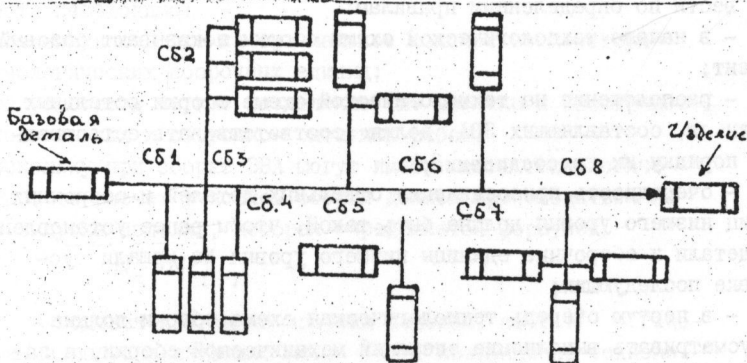


Рис. 2

Технологические схемы сборки верного типа обычно используют при анализе собираемости сложных изделий ЭВА (электронных устройств), которые содержат сборочные единицы различных уровней сборки (3-5-го уровня), допускающие самостоятельную параллельную сборку, настройку и регулировку. Иными словами, указанные технологические схемы сборки применяют, когда возможна дифференциация процесса сборки.

Технологические схемы сборки с базовой деталью используют обычно при анализе собираемости изделий ЭВА средней сложности,

когда положение в пространстве всех входящих в состав данного изделия сборочных единиц и деталей определяет базовая деталь, с которой начинается сборка. Такие схемы отражают последовательный процесс сборки и характерны для механических и электро-механических устройств ЭВА.

Технологические схемы сборки обычно строят в два приема. Вначале создают так называемую исходную схему, в которой масштаб производства совершенно не учитывается. Затем, после расчленения на сборочные единицы (их число в значительной степени зависит от программы выпуска), технологическая схема приобретает окончательный вид.

Поскольку на технологической схеме сборки показывается последовательность присоединения отдельных составных частей, необходимо определить базовый элемент, с которого начинается сборка. Базовыми элементами могут быть и деталь, и сборочная единица низшего уровня, если они определяют в пространстве положение входящих в состав данной сборочной единицы частей и положение самой сборочной единицы на более высокой ступени сборки. Установив базовый элемент, приступают к разработке технологической схемы сборки. Разработку технологических схем сборки рекомендуют вести по определенным правилам:

- в начале технологической схемы сборки показывают базовый элемент;
- расположение на технологической схеме сборки остальных элементов, составляющих ЭВА, должно соответствовать естественному порядку их присоединения;
- очередность присоединения отдельных деталей и сборочных единиц низшего уровня должна быть такой, чтобы ранее установленные детали и сборочные единицы низшего уровня не мешали установке последующих;
- в первую очередь технологическая схема сборки должна предусматривать выполнение операций механической сборки, а затем - электрического монтажа;
- технологическая схема сборки должна обладать свойством непрерывности, которое предполагает невозможность осуществления последующей ступени сборки, пока не закончена предшествующая;
- порядок присоединения отдельных деталей и узлов должен обеспечивать возможность механизации сборочно-монтажных операций;

- все детали и узлы, входящие в собираемое изделие, на схеме условно изображаются в виде прямоугольников одинакового произвольного размера, каждый из которых разделен на три части и пронумерован согласно уровню сборки;

- в нижней части вытянутого по вертикали или в левой вытянутого по горизонтали прямоугольника, изображающего деталь, указывают ее номер по спецификации в чертеже общего вида; в средней - наименование и номер чертежа детали; в верхней или правой - количество деталей, входящих в сборочную единицу;

- в нижней или левой части прямоугольника, изображающего сборочную единицу, указывают ее номер по спецификации общего вида изделия или номер сборочной единицы следующего уровня, в средней - наименование сборочной единицы и номер ее чертежа; в верхней или правой - количество этих сборочных единиц;

- чертеж технологической схемы сборки должен снабжаться указаниями об особенностях выполнения тех или иных операций и переходов. Эти указания нумеруют, их содержание записывают в таблице на поле чертежа, а номер - у соответствующего элемента, к которому они относятся.

Для обеспечения высокого качества изделий при минимальной их стоимости необходимо:

- расчленить изделие на оптимальное количество конструктивно-технологических сборочных единиц;
- предусмотреть четкое разделение (во времени и пространстве) заготовительных и сборочно-монтажных работ;
- поскольку при сборке ЭВА могут иметь место технологические потери, то расчет участков сборки должен производиться на программу запуска изделия, которая определяется формулой

$$N_s = N \cdot \eta,$$

где N_s - годовая программа запуска изделия, шт.; N - годовая программа выпуска изделия, шт.; η - коэффициент технологических потерь.

Количество рабочих мест на каждой операции

$$C = \frac{N_s \cdot t_m}{\Phi_2},$$

где t_m - трудоемкость выполнения операции; Φ_2 - годовой фонд времени рабочего места (при двухсменном режиме работы), ч.

Коэффициент загрузки рабочих мест и оборудования

$$h_3 = \frac{C_p}{C_{np}}$$

где C_p - расчетное количество рабочих мест; C_{np} - принятое количество рабочих мест для данного техпроцесса сборки.

Число производственных рабочих

$$K_p = \frac{\sum Nt}{\Phi_2}$$

где $\sum Nt$ - общий объем производства на участке, чел./ч;

Φ_2 - годовой фонд рабочего времени, ч.

Расчет норм штучного времени (в мин) на операцию сборки проводят по формуле

$$T_{шт.т} = T_{оп} \left(1 + \frac{K}{100} \right),$$

где $T_{оп}$ - оперативное время, мин; K - время на организационно-техническое обслуживание рабочего места, отдых и естественные надобности, в % от оперативного времени (для конвейера с пульсирующим ритмом движения 9,1%; с принудительным режимом 9,3%; монтажный стол 9,6%; для автоота и полуавтомата 9,3%, для стационарного рабочего места 9,4%).

Организация процесса сборки, выбор степени дифференцирования операций и переходов производится по литературе [1, 5, 14].

Математическое моделирование процесса сборки с целью выбора оптимального решения по заданному критерию освещено в литературе [7, 11].

Технико-экономическое обоснование способа сборки на основе сравнения вариантов технологического процесса, себестоимость процесса сборки можно найти в литературе [1, 5].

Вопросы механизации и автоматизации технологических процессов сборки ЭВА должны рассматриваться с позиции обеспечиваемых ими темпов роста производительности труда. Предпочтение здесь отдается тем средствам механизации и автоматизации, которые позволяют достигнуть более высоких темпов роста при наименьших затратах средств.

5. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ

Вид технологической оснастки (оборудование, приспособления, аппаратура для контроля и испытания), которая подлежит полной или частичной конструкторской разработке, указывается в задании на дипломное проектирование.

При разработке новой оснастки необходимо стремиться к мак-

симальной механизации и автоматизации технологических операций, которые на ней выполняются.

При проектировании оборудования и приспособлений можно выделить такие этапы:

1. Техническое задание и анализ особенностей проектируемой оснастки.

2. Технико-экономическая характеристика проектируемого приспособления (анализ его производительности).

3. Определение точности приспособлений и их конструктивный расчет (точность, погрешность, силовой расчет элементов конструкции).

4. Описание конструкции работы и наладки разработанного приспособления.

При конструировании приспособлений исходные данные - это чертеж сборочной единицы (изделия), технические условия на его приемку, технологический процесс сборки, из которого следует последовательность и содержание операций, принятая базировка, оборудование и инструменты, режимы работы, а также заданная производительность с учетом времени на установку, закрепление и снятие собранной сборочной единицы.

Конструирование приспособлений начинают с уточнения схемы установки базовой и сопрягаемой деталей сборочной единицы. Затем определяют тип, размер, количество и взаимное расположение установочных элементов.

При конструировании сборочных приспособлений необходимо учитывать базирование сопрягаемых деталей. В зависимости от требуемой точности их взаимного положения в момент сборки и в готовой сборочной единице и на основе анализа размерной цепи данной технологической системы назначают допуски на размеры установочных и направляющих деталей сборочного приспособления.

Особое внимание нужно уделять конструированию технологической оснастки для автоматической сборки, так как для этих приспособлений необходима высокая надежность работы. Для сильного закрепления сопрягаемых деталей необходимо вести расчет возможных деформаций и их влияния на точность сборки.

При проектировании оснастки и аппаратуры, выполняющей контрольные и испытательные операции [1, 16], можно выделить такие этапы:

1. Техническая характеристика аппаратуры.

2. Оценка возможности механизации и автоматизации процес-

сов контроля и испытания.

3. Анализ электрической схемы аппаратуры и выбор конструктивного решения.

4. Компоновка аппаратуры.

5. Выбор метода электрического подк. зчения аппаратуры к контролируемому изделию.

6. Разработка конструкции коммутационного приспособления.

7. Описание методики контроля и конструкции разработанной аппаратуры.

Основные соображения, которыми нужно руководствоваться при выборе методов и средств технологической оснастки при проектировании операций контроля, таковы:

- наименьшие из возможных трудовых затрат на контрольные операции;
- достижение минимального времени на операцию контроля;
- совмещение контроля нескольких параметров в одном контрольном переходе, т.е. использование устройств для одновременного контроля нескольких величин;
- применение наиболее экономичных приборов, устройств и технологической оснастки;
- применение надежных и долговечных устройств, простых в эксплуатации и ремонте, с максимальной продолжительностью работы до повторной установки на размер;
- при механизации и автоматизации контроля необходимо предусмотреть возможность наблюдения за работой контрольных устройств, чтобы своевременно производить их регулировку и не пользоваться неисправной контролирующей системой (приборами), дающей ошибочные показания измеряемых параметров.

6. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ИСПЫТАНИЙ ПО ДЕСТАБИЛИЗИРУЮЩИМ ФАКТОРАМ УСТРОЙСТВ ЭВА

Проведение механических и климатических испытаний изделий ЭВА регламентирует ГОСТ 16962-71, согласно которому рекомендуется такая последовательность: механические испытания, испытания на влагоустойчивость, испытания на холодоустойчивость.

При необходимости проводить испытания на воздействия других дестабилизирующих факторов, оговоренных в ТУ на изделие.

Для дублирования необходимыми данными при разработке технологического процесса для испытаний по дестабилизирующим факторам является ТУ на эксплуатацию устройств ЭВА.

6.1. Механические испытания

При разработке технологического процесса механических испытаний оценивают такие характеристики ЭВА:

1. Вибропрочность изделия – способность аппаратуры противостоять силовым и усталостным разрушениям при воздействии вибрации.

2. Виброустойчивость устройства – способность аппаратуры функционировать при действии помех и шумов, вызываемых вибрацией.

3. Резонансные частоты элементов конструкции в заданном диапазоне частот.

4. Ударопрочность изделия – способность аппаратуры противостоять силовым и усталостным разрушениям под воздействием ударов.

5. Удароустойчивость аппаратуры – ее способность функционировать при действии помех и шумов, вызываемых ударами.

В соответствии с приведенными характеристиками порядок проведения механических испытаний таков:

1. Определение резонансов в заданном диапазоне частот и испытание на вибропрочность на одной частоте.

2. Испытание на вибропрочность в диапазоне частот.

3. Испытание на виброустойчивость.

4. Виброиспытания при конструктивной доработке аппаратуры.

5. Испытание на устойчивость к ударным и виброударным нагрузкам.

6. Испытание на воздействие линейных перегрузок.

При разработке технологического процесса механических испытаний в качестве исходных данных дипломник использует следующие характеристики внешних динамических воздействий: диапазон частот возбуждающих колебаний, амплитуды перемещения или ускорения и направления действия возбуждающих колебаний, значения и направления действия линейных ускорений, а также продолжительность их воздействия, максимальные ударные ускорения и длительность ударных импульсов (как одиночных, так и многократных), число многократных ударов.

В зависимости от видов механических воздействий условия эксплуатации электронной аппаратуры разделяются по степени жесткости, сведения о которых приведены в табл. 5 [4].

Таблица 5

Механические воздействия		Диапазон частот, Гц	Максимальное ускорение, g	Длительность удара, мс	Степень жесткости
Вибрационные нагрузки	I+35		0,5	-	I
	I+60		1	-	II
	I+60		2	-	III
	I+80		5	-	IУ
	I+100		1	-	У
	I+200		5	-	УI
	I+600		10	-	УII
	I+1000		10	-	УIII
	I+2000		10	-	IX
	I+2000		5	-	X
	I+2000		10	-	XI
	I+2000		15	-	XII
	I+2000		20	-	XIII
	I+3000		20	-	XIV
	I+5000		10	-	XV
	I+5000		20	-	XVI
	I+5000		30	-	XVII
I+5000		40	-	XVIII	
I+5000		40	-	XIX	
I00+5000		40	-	XX	
Ударные нагрузки	многочратные	-	15	2+15	I
		-	40	2+10	II
		-	75	2+6	III
		-	150	1+3	IУ
	одиночные	-	4	40+60	I
		-	20	20+50	II
		-	75	2+6	III
		-	150	1+3	IУ
-	500	1+2	У		
-	1000	0,2+1	УI		
-	1500	0,2+0,5	УII		
-	3000	0,2-0,5	УIII		
Линейные перегрузки	-	10	-	I	
	-	25	-	II	
	-	50	-	III	
	-	100	-	IУ	
	-	150	-	У	
	-	200	-	УI	
-	500	-	УII		

Рассмотрим различные методы механических испытаний. Испытание на обнаружение резонансных частот проводят с целью определения резонансных частот в изделиях или в отдельных деталях и узлах. Изделие, узел или деталь испытывают воздействием вибрации в каждом из трех взаимно перпендикулярных направлений со-

гласно табл. 5 в диапазоне частот от 5 Гц до верхней частоты диапазона.

Значение ускорения должно быть в пределах от 1 до 5g, при этом амплитуда не должна превышать 1,5 мм.

Поиск резонансных частот производят плавным изменением частоты при поддержании постоянного ускорения или амплитуды вибрации. Скорость изменения частоты при этом должна быть такой, чтобы обеспечить возможность обнаружения и регистрации резонансов, но не более, чем октава в минуту.

Резонансные частоты можно определять визуально при помощи микроскопа, стробоскопа, датчиков и других приборов.

Испытание на виброустойчивость осуществляют, чтобы проверить способность изделий выполнять свои функции и сохранять параметры в пределах, заданных ТУ, в определенном диапазоне частот и ускорений вибраций. Испытание изделий проводят под электрической нагрузкой, плавно изменяя частоты в заданном диапазоне.

На вибропрочность изделия испытывают, чтобы проверить их способность противостоять разрушающему действию вибрации и сохранять свои параметры в пределах, заданных ТУ, после ее воздействия. Испытания осуществляют как методом качающейся частоты, так и методом фиксированной частот.

На ударную прочность изделия испытывают, чтобы проверить их способность противостоять разрушающему действию ударных нагрузок и сохранять после их снятия свои параметры в пределах, заданных ТУ. Испытания проводят воздействием на изделие ударов, длительность, амплитуда и количество которых оговаривается в ТУ на испытания. Рекомендуемая частота следования ударов 40±120 в минуту. Испытания аппаратуры можно проводить как под электрической нагрузкой так и без нее.

На ударную устойчивость изделия испытывают, чтобы проверить их способность выполнять свои функции при воздействии ударных нагрузок. Испытания осуществляют под электрической нагрузкой, и в их процессе наблюдают за параметрами изделий, критичными к воздействию ударных нагрузок.

При разработке технологических процессов механических испытаний дипломник может использовать стендовые испытания. Они проводятся на вибрационных и ударных стендах, которые приблизительно воспроизводят реальные механические воздействия. Такие испытания предусматривают проверку качества изготовления аппаратуры.

Стендовые испытания предусматривают проведение всех видов

механических испытаний.

6.2. Методы климатических испытаний

В технологической части дипломники согласно ТЗ на дипломный проект разрабатывают технологический процесс климатических испытаний, оборудованное для которых выбирается по ГОСТ 10370-71.

Испытание на теплоустойчивость проводят чтобы проверить соответствие контролируемых параметров изделия техническим требованиям, а также чтобы узнать, как сохраняется внешний вид аппаратуры при и после воздействия верхнего значения температуры. Изделие помещают в тепловую камеру, устанавливают требуемую температуру (допускается помещать изделие в камеру, температура которой устанавливается заранее) и выдерживают определенное время.

Предельные значения температуры при испытаниях на теплоустойчивость в зависимости от степени жесткости изделия приведены в табл. 6.

Таблица 6

Степень жесткости изделия	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Температура, °C	40 ₊₂	55 ₊₂	70 ₊₂	85 ₊₂	100 ₊₂	125 ₊₂	155 ₊₂

Испытание на холодоустойчивость проводят с целью проверки соответствия контролируемых параметров техническим требованиям в условиях воздействия нижнего значения температуры внешней среды. Изделие помещают в камеру холода, устанавливают температуру, равную нижнему значению (допускается помещать изделия в камеру, температура которой устанавливается заранее) и выдерживают определенное время.

Предельные значения температуры при испытаниях на холодоустойчивость в зависимости от степени жесткости изделия приведены в табл. 7.

Таблица 7

Степень жесткости изделия	III	IV	V	VI	VII
Температура, °C	-10 ₊₂	-25 ₊₂	-40 ₊₂	-55 ₊₂	65 ₊₂

Испытание на циклическое воздействие температур проводят, чтобы определить способность изделия выдерживать изменения тем-

пературы внешней среды и сохранять свои параметры после этого воздействия. Изделие поочередно помещают в камеры тепла и холода, необходимая температура в которых устанавливается заранее, и выдерживают там определенное время. Время переноса изделия из камеры в камеру не должно превышать 5 минут.

Испытание на влагуостойчивость проводят с целью проверки способности изделий сохранять свои параметры в пределах заданных ТУ как в условиях влажности, так и после ее воздействия. Испытания на воздействие влажности осуществляют без электрической нагрузки. Измерение параметров, как правило, следует проводить в конце испытания без извлечения изделий из камеры влажности. Если измерить параметры изделия, не извлекая его из камеры влажности, технически невозможно, то допускается производить измерения не позднее, чем через 15 минут после его извлечения.

Испытание на влагуостойчивость проводят или с использованием и циклического режима, или с использованием непрерывного режима.

Сущность первого метода в том, что изделия подвергают воздействию влажности непрерывно по времени следующих друг за другом циклов. Общая продолжительность испытания должна соответствовать данным табл. 8. При этом продолжительность одного цикла должна составлять 24 часа.

Каждый цикл формируется следующим образом. Вначале изделие в течение 16 часов подвергают воздействию относительной влажности $95 \pm 3\%$ при верхнем значении температурного диапазона, указанного в табл. 8. Во второй части цикла происходит охлаждение изделия в камере в течение 8 часов при относительной влажности $94 \pm 100\%$ до нижней температуры t_n , причем $t_n \leq t_{\text{верх}} - 5^\circ\text{C}$, где $t_{\text{верх}}$ - верхняя температура начала цикла нагрева.

Сущность второго метода такова. Изделие помещают в камеру влажности и выдерживают при температуре, указанной в табл. 9, не менее 1 часа, если это не оговаривается дополнительно в инструкции на испытания. Затем относительную влажность воздуха повышают до $95 \pm 3\%$, после чего температуру и влажность в камере поддерживают постоянными в течение всего времени испытания согласно табл. 9.

Считается, что изделие выдержало испытания, если после них контролируемые параметры соответствуют техническим требованиям.

Таблица 8

Параметры испытаний	Длительное испытание		Ускоренное испытание		
	Степень жесткости				
	Ш, IV, VI	У, УП	УШ	У, УГ	УШ
Количество испытательных циклов	4	9	2I	4	9
$t_{\text{верх}}, ^\circ\text{C}$	40 \pm 2	40 \pm 2	40 \pm 2	55 \pm 2	55 \pm 2

Таблица 9

Параметры испытаний	Длительное испытание			Ускоренное испытание			
	Степень жесткости						
	II	Ш, IV, VI	У, УП	УШ	Ш, IV, VI	У, УП	УШ
Общая продолжительность испытаний, сутки	4	10	2I	56	4	7	14
Температура воздуха, $^\circ\text{C}$	25 \pm 2	40 \pm 2	40 \pm 2	40 \pm 2	55 \pm 2	55 \pm 2	55 \pm 2

Испытание на воздействие пониженного атмосферного давления проводят с целью проверки работоспособности изделия в условиях пониженного атмосферного давления. Осуществляют его следующим образом. Изделие, предназначенное для работы при $P \geq 19,9$ гПа, помещают в барокамеру и в ней устанавливают давление воздуха в соответствии с данными табл. 10 - в зависимости от понижения давления и верхнего значения температуры окружающей среды при эксплуатации.

При испытании изделий, предназначенных для работы при 6,66 гПа и напряжениях меньше 300 В, давление в барокамере устанавливают согласно данным табл. 10, II.

При испытаниях изделий, предназначенных для работы при 6,66 гПа и напряжениях выше 300 В, давление в барокамере устанавливают равным 13,3 гПа. После этого давление плавно снижают до значений, указанных в табл. 10, II. Затем производят проверку контролируемых параметров.

Давление в камере плавно повышают до нормального, изделие

извлекают из барокамеры и подвергают внешнему осмотру.

Продолжительность испытания определяется временем, необходимым либо для проверки контролируемых параметров, либо для достижения заданного режима работы.

Таблица 10

Пониженное давление, указанное в ТУ на изделие, гПа	Верхнее значение температуры окружающей среды при эксплуатации, °С								
	40	45	50	55	60	70	85	100	125
	Давление при испытании, гПа								
533,3	502,6	493,3	485,3	477,3	469,3	455,9	435,9	418,6	391,9
266,6	250,66	246,61	242,6	238,6	234,6	227,2	217,3	209,3	195,9
119,9	113,3	110,6	107,9	107,9	105,3	102,6	98,6	94,6	87,9
43,9	41,3	39,9	38,6	38,6	37,3	37,3	35,9	34,6	31,9
19,9	18,6	18,6	18,6	18,6	17,9	17,3	15,9	15,9	14,6
6,66	6,66	6,66	6,66	6,66	6,66	5,33	5,33	5,33	5,33

Таблица 11

Пониженное давление, указанное в ТУ на изделие, гПа	Давление при испытании, гПа	
	Изделие без электрической нагрузки	Изделие под электрической нагрузкой
1,33	1,33	1,33
0,13	$1,33 \cdot 10^{-3}$	$1,33 \cdot 10^{-3}$

Считается, что изделие выдержало испытания, если в процессе испытаний и после них контролируемые параметры соответствуют техническим требованиям.

Испытание на воздействие повышенного давления пр оводят с целью проверки работоспособности изделия в условиях повышенного давления. Осуществляют его следующим образом. Изделие помещают в барокамеру. При этом давление в ней и время испытания устанавливается согласно ТУ на испытания заданного изделия. Когда время испытания истекло, давление в барокамере понижают до нормального, извлекают изделие и проводят контроль параметров.

Считается, что изделие выдержало испытание, если параметры соответствуют техническим требованиям.

6.3. Программа испытаний

Основным документом при испытании ЭВА является программа испытаний (ПИ), которая составляется на основании характеристики условий эксплуатации, указанных в ТЗ на изделие, проходящее испытания. В ней указываются последовательность испытаний, их режимы и методы.

Таким образом, в данном разделе технологической части дипломного проекта решаются такие вопросы:

- разработка техпроцесса механических и климатических испытаний;
- обоснование режимов и метода испытаний;
- приведение диаграмм испытаний;
- выводы по результатам испытаний.

7. РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ КОНТРОЛЯ ВЫХОДНЫХ ПАРАМЕТРОВ УСТРОЙСТВ ЭВА

Одна из составных частей дипломного проекта - разработка технологического процесса контроля изделия. При этом основные исходные данные для студента-дипломника - ТУ на выходные параметры изделия.

Исходя из ТУ студент обязательно отмечает физическую природу контролируемых параметров, их номинальное значение и допуски на них.

При разработке технологических процессов контроля изделия студент может использовать различные методы контроля, приведенные в классификации (рис. 3). В зависимости от вида студент должен дать четкую характеристику выбранного метода контроля.

Программный контроль. Существуют такие основные разновидности программного контроля: с использованием контрольных задач (тестов), программно-логический, алгоритмический.

Контрольная задача - это специальная программа (тестовая) задача, результаты решения которой заранее известны. Такая задача может введена в рабочую программу. В определенных (контрольных) точках рабочей программы предусматривается обращение к контрольной задаче. Анализ результатов ее решения в процессе выполнения основной программы позволяет судить о состоянии работоспособности устройства. Контрольные задачи применяются также при общем контроле работоспособности дискретного устройства.

Аппаратный контроль - это такой способ контроля, при кото-

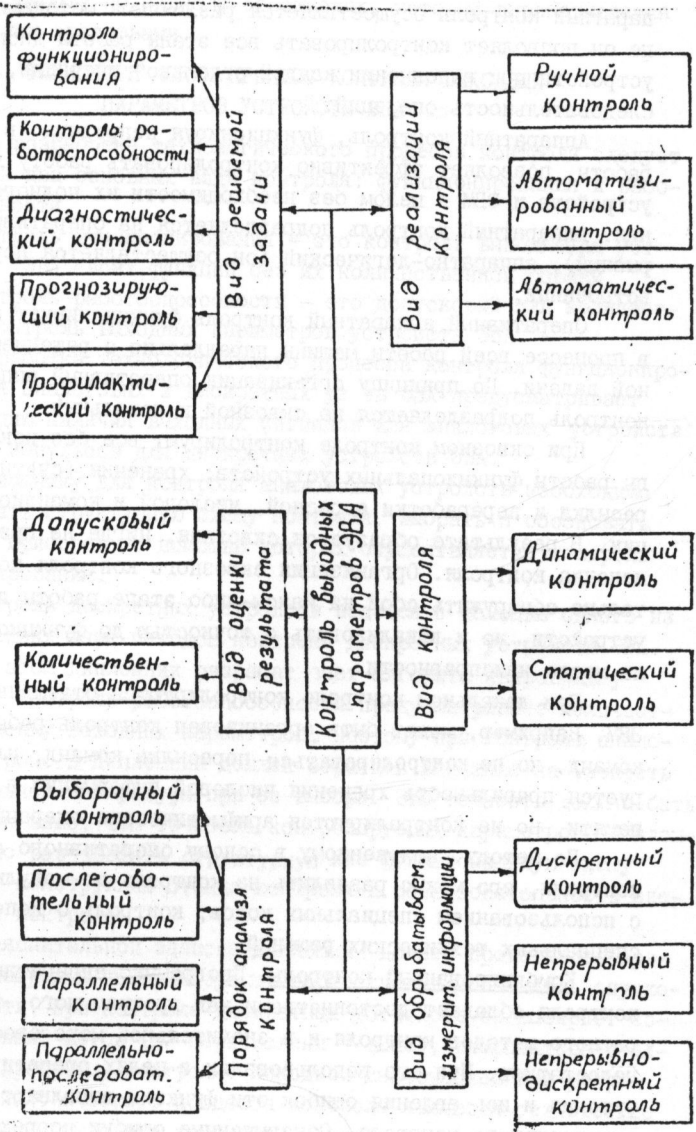


Рис. 3

ром вычислительная машина автоматически контролируется с помощью введенного в ее структуру контрольного оборудования. Аппаратный контроль осуществляется различными методами. В принципе он позволяет контролировать все этапы работы дискретных устройств при выполнении каждой отдельно операции, а также последовательность операций.

Аппаратный контроль, функционируя непрерывно в процессе работы, позволяет эффективно контролировать работу дискретных устройств и ЭВМ в целом без необходимости их полного дублирования. Аппаратный контроль подразделяется на оперативный (непрерывный), аппаратно-логический (он осуществляется периодически), встроенный.

Оперативный аппаратный контроль функционирует непрерывно в процессе всей работы машины параллельно с решением его основной задачи. По принципу организации оперативный аппаратный контроль подразделяется на сквозной и локальный.

При сквозном контроле контролируют все без исключения этапы работы функциональных устройств: хранения (считывания), пересылки и переработки адресной, числовой и командной информации. В результате образуется сквозная, нигде не прерывающаяся цепочка контроля. Организация сквозного контроля позволяет не только обнаружить собой на каком-либо этапе работы дискретных устройств, но и локализовать с точностью до функционального узла места неисправности.

При локальном контроле контролируются отдельные устройства ЭВМ. Например, может быть организован контроль работы памяти команд, но не контролироваться пересылка команд, или контролируется правильность хранения числовой информации в оперативной памяти, но не контролируются арифметические операции и т.д.

По методу, положенному в основу оперативного аппаратного контроля, его можно разделить на контроль по модулю, контроль с использованием специальных кодов, контроль с использованием специальных технических решений.

Комбинированный контроль. Программно-аппаратный метод контроля обладает достоинствами как программного, так и аппаратного методов контроля и в значительной мере свободен от их недостатков. При его использовании в целях оперативного обнаружения и исправления ошибок эти функции выполняют средства аппаратного контроля. Обнаруженные ошибки корректируются специальной программой анализа и исправления ошибок, которая вклю-

чается в работу по сигналу об ошибках, который вырабатывается аппаратными средствами.

8. ТЕХНОЛОГИИ УЗКОЙ ПРОЦЕСС КОНТРОЛЯ Б.ХОЛДНЫХ ПАРАМЕТРОВ УСТРОЙСТВ ЭВА

При разработке технологического процесса контроля следует различать два основных вида контроля: функционирования и работоспособности.

Контроль функционирования – это контроль выполнения устройствами ЭВА своих функций без их количественной оценки.

Контроль работоспособности – это допусковый или количественный контроль выходных параметров устройств ЭВА.

Разработка технологического процесса контроля функционирования для аналоговых и дискретных узлов ЭВА предусматривает регистрацию наличия выходных сигналов для аналоговых устройств и набора импульсов для дискретных устройств ЭВА.

Дипломнику для контроля аналоговых устройств необходимо разработать структурную схему контроля, выбрать и обосновать комплекс приборов, с помощью которых осуществляется контроль функционирования.

Контроль дискретных устройств ведется с помощью одного из перечисленных выше методов контроля дискретных устройств ЭВА.

При этом дипломник разработает алгоритм и программу контроля. Контроль работоспособности предусматривает количественную оценку выходных параметров. Поэтому при контроле аналоговых устройств дипломник должен обратить внимание на точность измерительной аппаратуры при ее выборе. Эта точность должна быть на порядок выше, чем точность контролируемых параметров. Дипломнику нужно разработать структурную или функциональную схему контроля, конструкцию стенда контроля и последовательность операций при контроле.

В пояснительной записке дипломник должен представить временные диаграммы контролируемых параметров с указанием слупковой области. При контроле дискретных устройств он выбирает соответствующий метод (из перечисленных выше), разработывает алгоритм и программу контроля. Исходной информацией при разработке технологического процесса контроля являются технические требования на выходные параметры контролируемых узлов ЭВА.

Технологический процесс контроля должен заканчиваться выводами, в которых необходимо отразить правильность выбранного метода контроля, возможность получения контролируемых параметров

с требуемым допуском и т.д.

Следовательно, в дипломном проекте при разработке технологического процесса контроля необходимо рассмотреть такие вопросы:

- цель и задачи разрабатываемого процесса контроля;
- характеристика исходных данных для разрабатываемого процесса контроля;
- выбор и обоснование метода контроля;
- разработка структурной или функциональной схемы устройства (стенда контроля);
- характеристика измерительных и контролируемых приборов с точки зрения способности измерять и контролировать с необходимой точностью нужные параметры;
- разработка общего вида (сборочного чертежа) устройства (стенда) контроля;
- разработка алгоритма контроля и его описание;
- разработка методики контроля (последовательности операций) при ручном и автоматизированном контроле;
- фрагменты программ и тестов, способы их построения при контроле дискретных узлов ЭВА;
- выводы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Буловский П.И. Основы сборки приборов. -Л.: Машиностроение, 1970.
2. ГОСТ 3.1410-71. Правила оформления документации на процессы технологического контроля.
3. ГОСТ 10370-71. Камеры испытательные тепла и холода, тепла холода и давления, тепла, холода и влаги.
4. ГОСТ 16962-71. Изделия электронной техники и электроники. Механические и климатические воздействия. Требования и методы испытания.
5. Гусев В.П. Технология радиоаппаратостроения. - М.: "Высш. школа", 1972.
6. Журавлев Ю.П. и др. Надежность и контроль ЭВМ.- М.: Сов. радио, 1978.
7. Лебедевский М.С., Федотов А.И. Автоматизация сборочных работ. - Лениздат, 1970.
8. Малюнский В.Д. Контроль и испытания радиоаппаратуры. - М.: Энергия, 1970.

9. ОСТ4.ГО.054.091. ТТП "Сборка блоков".

10. ОСТ4.ГО.010.036. РТМ "Методика обоснования и выбора типовых конструкт рско-технологических решений по электромонтажу изделий".

11. Парнес И.Г. Механизация и автоматизация сборки и монтажа радиоаппаратуры. - М.: Энергия, 1975.

12. Плоткин Е.М. Комплексная механизация на предприятиях радиопромышленности и приборостроения. - М.: Машиностроение, 1979.

13. Технологические основы проектирования средств механизации и автоматизации сборочных процессов в приборостроении. Под ред. В.С.Корсакова. - М.: Машиностроение, 1971.

14. Федосеев Д.Н. Качество сборочных операций. - Л.: Машиностроение, 1971.

15. Фомин А.В. и др. Допуски в РЭА. - М.: Сов. радио, 1973.

16. ЮГО. 054.055.ТТП "Сборочно-монтажные работы".

Оглавление

Введение	3
1. Общие требования к выполнению технологической части дипломных проектов	3
2. Исходные данные для разработки техпроцессов сборки контроля и испытаний ЭВА и систем управления	5
3. Выбор и обоснование направления проектирования технологического процесса сборки ЭВА	6
4. Разработка технологического процесса сборки ЭВА	12
5. Проектирование технологической оснастки	16
6. Разработка технологических процессов испытаний по дестабилизирующим факторам устройств ЭВА	18
7. Разработка методики контроля выходных параметров устройств ЭВА	26
8. Технологический процесс контроля выходных параметров устройств ЭВА	29
Литература	30

Фрагменты чертежей и таблиц, прилагаемые к проекту
контроля и испытаний узлов ЭВА
- выходы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Будковский И. И. Сборка приборов. - М.: Машиностроение, 1970.
2. ГОСТ 3.1410-71. Правила оформления документации по процессу технологического контроля.
3. ГОСТ 10390-81. Правила испытаний на реле и контактные аппараты в условиях, тепла, холода и влажности, тепла, холода и влаги.
4. ГОСТ 10652-71. Методы электронной техники и электротехники. Технологические и испытательные методы. М.: Энергия, 1971.
5. Гусев В. П. Технологический контроль приборов. - М.: "Высш. школа", 1972.
6. Куратов В. И. и др. Технология и контроль ЭВА - М.: Сов. радио, 1970.
7. Лавочкин В. С., Зайцев А. К. Автоматизация сборки и работ. - Издательство, 1970.
8. Чепухов В. И. Контроль и измерения радиоаппаратуры. - М.: Энергия, 1970.

Содержание

Введение	5
1. Общие требования к выполнению технологической части проектов	8
Бесплатно.	
2. Исходные данные для разработок технологических процессов и для контроля и испытаний ЭМД в системах управления	8
3. Выбор и обоснование направлений проектирования техно- логического процесса сборки ЭМД	9
4. Разработка технологического процесса сборки ЭМД	12
5. Проектирование технологической оснастки	13
6. Разработка технологических процессов испытаний на устойчивость: влияние факторов устройств ЭМД	16
7. Разработка методики контроля выходных параметров устройств ЭМД	23
8. Технологический процесс контроля выходных параметров устройств ЭМД	29
Литература	30