



ИЗДАТЕЛЬСТВО

МОСКОВСКИЙ  
АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ  
И ОФОРМЛЕНИЮ  
ЧЕРТЕЖЕЙ  
ФИДЕРНЫХ  
УСТРОЙСТВ**

МОСКВА · 1994

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПО ВЫСШЕМУ ОБРАЗОВАНИЮ

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ  
(технический университет)

---

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ  
ЧЕРТЕЖЕЙ ФИДЕРНЫХ УСТРОЙСТВ**

Утверждено  
на заседании редсовета  
15 ноября 1993 г.

Москва  
Издательство МАИ  
1994

Авторы-составители:

О.А. Алипова, Л.П. Бобрин, М.В. Клычникова,  
Л.В. Маркин, О.И. Некрасова

Методические указания по выполнению и оформлению чертежей фидерных устройств. / О.А. Алипова, Л.П. Бобрин, М.В. Клычникова, Л.В. Маркин, О.И. Некрасова. - М.: Изд-во МАИ, 1994. - 36 с.: ил.

В методических указаниях систематизированы сведения о некоторых конструктивных особенностях антенно-фидерных устройств и особенностях выполнения их конструкторской документации. Рассмотрены также вопросы выполнения чертежей изделий с печатным монтажом. Приведены рекомендации к выполнению графических работ по специализированному разделу курса «Инженерная графика».

Для студентов дневной формы обучения факультетов «Системы управления информатики и электроэнергетики», «Радиоэлектроника летательных аппаратов», «Прикладная механика».

Рецензенты: Г.В. Корн, В.В. Петров

©Московский авиационный институт, 1994

## 1. ОСОБЕННОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ И ОФОРМЛЕНИЯ КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ФИДЕРНЫХ УСТРОЙСТВ

1.1. Назначение и конструктивные элементы фидерных устройств

Фидерные устройства (фидеры, фидерные тракты, линии передачи) служат для передачи электромагнитной энергии от генератора к нагрузке. Чаще всего они используются в радиопередающих устройствах (генератором является радиопередатчик, а нагрузкой — передающая антенна) и в радиоприемных устройствах (генератором является приемная антенна, а нагрузкой — входная цепь радиоприемника). К фидерным устройствам предъявляются следующие основные требования:

- малые потери энергии при передаче (высокий КПД);
- обеспечение заданного диапазона (т.е. передача энергии волнами заданной длины);
- минимальные габариты при обеспечении передачи заданной мощности;
- конструктивная простота и экономичность как в производстве, так и в эксплуатации.

Фидерные устройства можно разделить на две большие группы: открытые линии передачи и закрытые линии передачи. К открытым линиям передачи относятся двухпроводные линии (рис. 1, а), диэлектрические волноводы (рис. 1, б), ленточные линии (рис. 1, в).

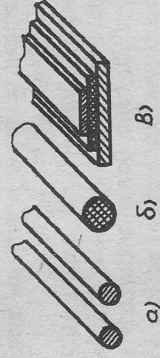


Рис. 1

К закрытым фидерным устройствам относятся коаксиальные кабели (рис. 2, а), радиочастотные кабели различных типов (рис. 2, б), волноводы в виде полых металлических труб различного сечения (рис.

2, в). Применение коаксиальных и открытых двухпроводных линий в технике ограничено тем, что при уменьшении длины волны для снижения потерь энергии на излучение приходится уменьшать расстояние между проводниками двухпроводной линии, в результате чего увеличивается опасность электрического пробоя при передаче по линии больших мощностей.

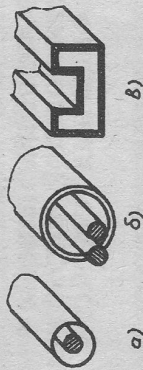


Рис. 2

Еще в конце XIX века английский физик Релей доказал возможность передачи электромагнитной энергии внутри полых металлических труб. Такие волноводы обладают рядом преимуществ по сравнению с коаксиальными и двухпроводными линиями. Для них характерны простота и жесткость конструкции. Все поле волновода заключено внутри него, поэтому в поле нет потерь энергии на излучение, как в открытой двухпроводной линии. Отсутствуют также потери в диэлектрике, поскольку в волноводе нет внутреннего проводника. Наконец, потери в стенках волновода также меньше по сравнению с потерями в коаксиальном кабеле, в котором вдоль внутреннего проводника протекает ток большой плотности. Есть у закрытых волноводов и недостатки, основным из которых является увеличение потерь в стенках волновода, так как из-за поверхностного эффекта токи текут в очень тонком поверхностном слое металла, сопротивление которого возрастает. Однако ввиду наибольшего распространения в технике волноводов именно такого типа рассмотрим особенности выполнения черتهй полых металлических волноводов прямоугольного сечения. И хотя термин «волновод» можно отнести к любой из перечисленных линий передачи, он применяется в основном для обозначения линии передачи в виде металлических труб.

Так как волновод предназначен для передачи электрической энергии в СВЧ-диапазоне, то необходимым элементом фидерного устройства являются возбудители волновода. Для возбуждения волновода или вывода из него энергии можно использовать три способа:

— электрический, реализуемый с помощью штыревой антенны (линейного вибратора), являющегося, как правило, продолжением внутреннего проводника коаксиального кабеля (рис. 3, а). При этом максимальная отдача энергии в волновод достигается регулировкой положения перемещающегося поршня;

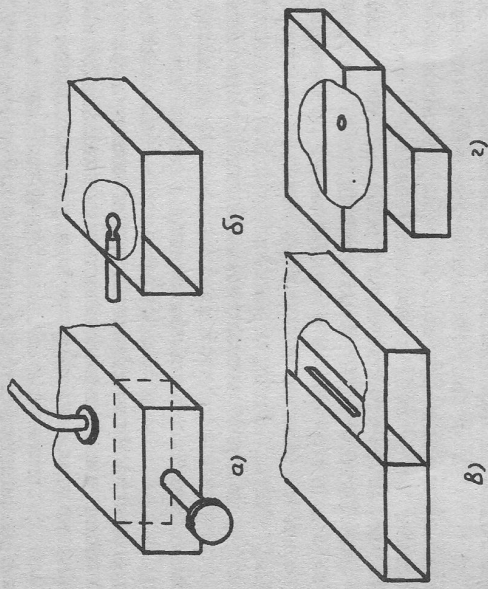


Рис. 3

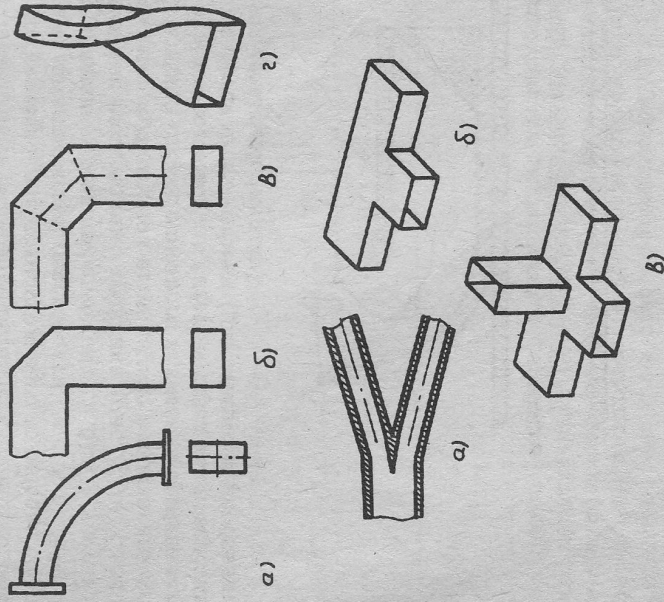


Рис. 4

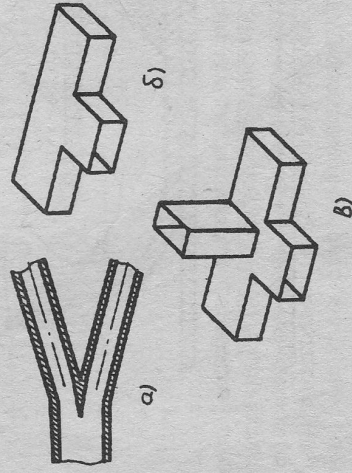


Рис. 5

— магнитный, для реализации которого используется петля связи, создающая магнитное поле (рис. 3, б);

— возбуждение через щель той или иной формы. В этом случае в стенках волновода возбуждаются высокочастотные токи, направление которых определяется положением и размерами прорезанной щели (рис. 3, а). Связь двух волноводов через общее отверстие в стенках (рис. 3, г) используется тогда, когда из волновода нужно вывести только часть мощности.

На практике волноводы редко удаётся сделать прямыми и приходится прибегать к изгибам и поворотам волноводного тракта. Резкие изгибы волноводов создают сильные отражения, поэтому их выполняют на участках, сравнимых по длине с длиной волны. Для прямоугольных волноводов наиболее часто применяются плавные радиусные изгибы (рис. 4, а) и уголкового, которые в свою очередь разделяются на одинарные (рис. 4, б) и с двойным поворотом (рис. 4, в), имеющие большую частоту пропускания. Для изменения направления плоскости поляризации выполняется кручение волновода (рис. 4, г).

Для распределения высокочастотной энергии между несколькими нагрузками (или же присоединения нескольких питающих источников к одной нагрузке) применяются волноводные разветвления различных типов. Самое простое разветвление прямоугольного волновода осуществляется с помощью металлической перегородки (рис. 5, а). Широко используются и тройниковые разветвления (рис. 5, б)л, в частности так называемые двойные волноводные тройники (рис. 5, в). Своими разными разветвлениями волноводной цепи служат направленные ответвители (рис. 6). К узкой стенке основного волновода припаивается вспомогательный отрезок волновода, в который через два отверстия в общей стенке ответвляется часть энергии (два отверстия необходимы для фазирования передаваемой энергии).

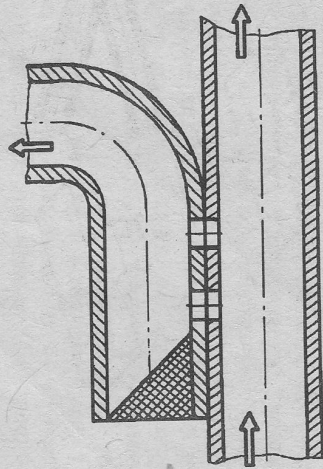


Рис. 6

Важнейшими элементами фидерного устройства являются элементы, согласующие нагрузку. Нагрузка считается полностью согласованной, если в волноводе устанавливается режим бегущей волны. В случае полного рассогласования в волноводе устанавливается стоячая волна и передачи СВЧ-мощности не происходит. На практике ни тот, ни другой режим в чистом виде не реализуется, но если в волноводе будут одновременно существовать и бегущая, и стоячие волны, то это также является случаем несогласованной нагрузки.

Для устранения несогласования нагрузки волноводов применяют специальные меры. Известно, что любые неоднородности волноводного тракта могут создавать отражение. Это, в общем, неприятое свойство волноводов и используется для согласования. Пусть у нас имеется несогласованная нагрузка. Тогда, поместив около нагрузки неоднородность так, чтобы отраженная от нее волна была равна по величине и противоположна по фазе волне, отраженной от нагрузки, можно добиться взаимной компенсации двух отраженных волн. На участке от согласующей неоднородности до генератора будет существовать только бегущая волна. Широкое применение для этой цели находят различного вида диафрагмы (рис. 7, а) — помещаемые поперек волновода тонкие металлические пластины с отверстиями различной формы. Меняя размеры и форму окна, можно в широких пределах изменять характеристики фидерного устройства, однако производить регулировку диафрагмы в процессе работы, к сожалению, невозможно, что является недостатком такого типа согласующих устройств.

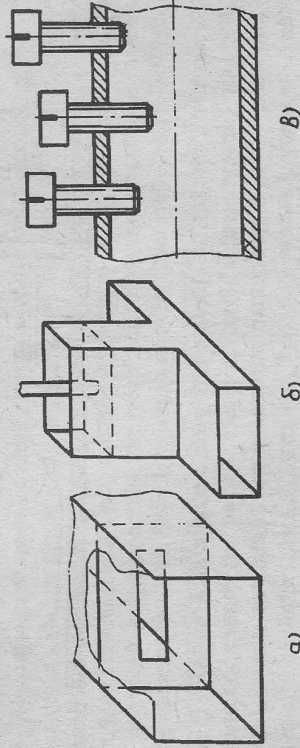


Рис. 7

Другое устройство согласования, называемое реактивным шлейфом, представляет собой подвижный поршень, помещаемый в боковое отверстие волновода (рис. 7, б). Согласование волновода достигается изменением расстояния от короткозамкнутой пластины до места под- соединения шлейфа к основному волноводу.

Наиболее же простым согласующим устройством являются винчивающиеся штывы, расположенные посередине широкой стенки волновода. Замечательным свойством такого штыва является то, что если введенная в волновод часть штыва составляет менее четверти длины волны в волноводе, то он в схеме замещения выступает как емкость, а если штыв введён на большую длину, то как индуктивность. При длине штыва, точно равной четверти длины волны в волноводе, наступает резонанс, что соответствует полному отражению волны. Чтобы регулировать фазу отраженной волны, штыв делают перемещающимся вдоль оси волновода (проще всего это реализуется при использовании штывей с резьбой). Для расширения полосы часто применяют не один, а несколько штывей, настроенных на разные частоты (рис. 7, в).

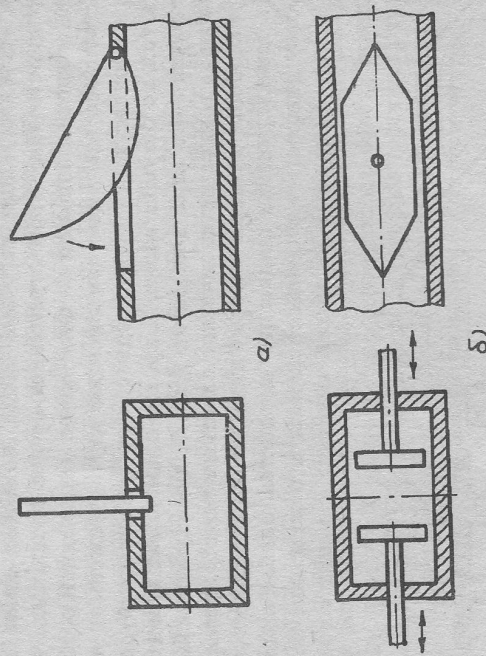


Рис. 8

И наконец, предназначенные для уменьшения выходной мощности ослабители (аттенюаторы) также разделяются на фиксированные и регулируемые. Фиксированные аттенюаторы содержат поглощающий элемент, представляющий собой пластину диэлектрика, покрытую тонкой пленкой металла. В регулируемых же аттенюаторах ножевого типа ослабление меняется при перемещении пластины перпендикулярно продольной оси волновода (рис. 8, а). Другое конструктивное исполнение аттенюатора — пластины, перемещающиеся внутри волновода (рис. 8, б). Максимальное ослабление достигается в первом случае при полностью введенном ноже, а во втором случае — когда пластины находятся в центре волновода.

## 1.2. Виды конструкторской документации на фидерные устройства

Фидерные устройства являются весьма сложными инженерными устройствами как в проектировании, так и в изготовлении, и, безусловно, относятся к изделиям, высокой технологии. Для разработки, учета и хранения конструкторской документации на изделия любого вида используется одна из систем обозначения документов: обозначенная или предметная.

Обозначенная система обозначения документов регламентирована ГОСТ 2.201-80 и основана на принципе функционального назначения изделия и его частей. Классификационная характеристика изделия определяется по единому классификатору и содержит класс, подкласс, группу, подгруппу и вид изделия. Наибольший эффект такая система приносит для производства сравнительно однородной продукции на специализированных предприятиях с высокопроизводительным оборудованием, куда обращаются предприятия-заказчики с просьбой отгрузить ту или иную продукцию по ее классификационной характеристике. Это наминает широко распространенную во всем мире торговлю товарами по каталогам фирм. Однако, учитывая существующий разрыв хозяйственных связей между предприятиями бывшего СССР, а также специфику отраслей, позволяющую практически все конструктивные элементы фидерных устройств производить на собственном предприятии из немногих сортовых материалов, практическая ценность обозначенной системы обозначения в наши дни значительно снизилась.

Во многих отраслях промышленности, и прежде всего в авиационной, применяется предметная система обозначения конструкторских документов, по которой изделие разбивается на сборочные единицы, подаваемые на общую сборку изделия в уже собранном виде (как правило, это неразъемные сборочные единицы). Вы уже приобрели опыт использования предметной системы обозначения конструкторской документации в работе №5. В нашем случае (для работы №7АФ) шифр всего изделия будет иметь вид, представленный на рис. 9.

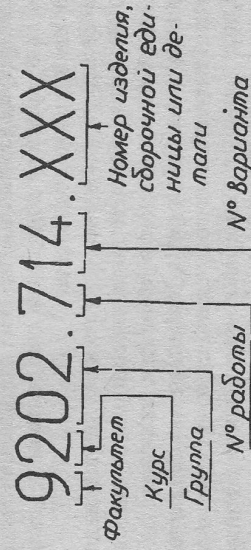


Рис. 9

В работе №7АФ предусматривается выполнение комплекта конструкторской документации специфицированного изделия (как правило, фидерного устройства — волновода, аттенюатора и т.п.). В результате выполнения данной работы для полученного в преараторской кафедры СВЧ-устройства должны быть представлены:

1) технический проект изделия — совокупность конструкторских документов, содержащих окончательное техническое решение, дающее полную информацию об устройстве разрабатываемого изделия и исходные данные для выполнения его рабочей документации. В работе документом технического проекта является чертеж общего вида фидерного устройства.

*Чертеж общего вида* (его содержание и вид установлен ГОСТ 2.102-68) — документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его составных частей и поясняющий принцип работы изделия. В соответствии с определением документ должен содержать:

— изображение изделия выявлением геометрической формы всех его составных частей (кроме стандартных изделий);  
— текстовую информацию (перечень составных частей изделия, технические требования и т.п.);

— необходимые размеры и размерные числа.

*Перечень составных частей* выполняется в виде таблицы. В отличие от спецификации перечень размещается на поле чертежа общего вида выше основной надписи на 10...15 мм и содержит графы «Поз.» (позиция), «Наименование» «Кол.» (количество), «Материал». Рекомендуется записывать составные части изделия в такой последовательности:

- заимствованные изделия;
- покупные изделия;
- вновь разрабатываемые изделия.

Нумерацию составных частей изделия в соответствии с перечнем его составных частей указывают на полках линий-выносок.

*Технические требования* записываются пунктами со сквозной нумерацией, каждый из которых начинается с новой строки;

2) рабочая документация на изделие предназначена для изготовления, контроля и приемки изделия и его составных частей. Рабочая документация на изделие содержит:

*чертежи деталей*, которые составляют на все изделия, кроме стандартных. Чертежи деталей должны содержать все сведения, необходимые для их изготовления и контроля, включая:

— минимально необходимое количество видов разрезов и сечений, однозначно выявляющих геометрическую форму данной детали;  
— размерные линии и размерные числа, поставленные геометрически полно и технологически грамотно;  
— шероховатость поверхностей деталей;

— материал деталей;

— технические условия (в тех случаях, когда они необходимы);  
*сборочные чертежи и спецификации* (составляются на сборочные единицы, входящие в состав изделия). На сборочном чертеже приводятся: — изображение сборочной единицы, однозначно определяющее расположение и взаимосвязь ее составных частей, соединяемых по данному сборочному чертежу;

— размеры и другие параметры и требования, которые должны быть протестированы по данному чертежу;

— характер соединения и способы его осуществления (сварка, пайка и т.д.);

— вид покрытия, способы контроля, клеймения и т.п.;

— номера позиций составных частей, сборочной единицы, соответствующие номерам позиций, указанным в спецификации этой сборочной единицы (напомним, что спецификация может быть соединена со сборочным чертежом, если последний выполнен на формате А4).

### 1.3. Особенности выполнения и оформления чертежей фидерных устройств

Чертежи фидерных устройств, выполняемые в работе 7АФ, должны отвечать всем требованиям, предъявляемым ЕСКД к чертежам соответствующего вида. Однако при выполнении комплекта конструкторской документации по этой работе должны учитываться некоторые тонкости, обусловленные спецификой фидерных устройств.

1. Чертежи общего вида фидерных устройств являются основными итогом выполнения работы 7АФ. Пример такого чертежа приведен на рис. 10. В соответствии с определением этого конструкторского документа он должен содержать следующую информацию об изделии:

— геометрическую форму изделия и тех деталей изделия, на которые необходимо выпуск отдельных чертежей для их изготовления. Это достигается использованием достаточного количества видов, разрезов и сечений. Выявление геометрической формы не требуется для стандартных изделий, которые могут быть вычерчены упрощенно в соответствии с ГОСТ 2.315-68. Следует помнить, что основное назначение чертежа общего вида — воплощение замысла конструктора на чертеже для последующего выпуска по нему рабочей документации. Поэтому детализировки в дальнейшем должны найти на чертеже общего вида всю информацию, необходимую для выпуска чертежей деталей и сборочных единиц. Очень важно выбрать главное изображение изделия, которое (выполненное, как правило, с полным или частичным разрезом) дает наиболее полное представление о взаимодействии деталей и способов их соединения. Другие изображения (виды,

1. Размеры для справок.  
 2. ПР 40 ГОСТ 19738-74. Требуется к качеству ланых швов по ОСТ 470.054.035.  
 3. Основные технические требования по ОСТ 470.070.015.

Обозначение	Наименование	Доп. указ.
	Рысье раздаточн- время часовой	
1	Фланец	1
2	Фланец	1
3	Труба	1 Труба А400М 34x72-3 ТТ-3-184-2
	Материалы	
	Литургия ГОСТ 19738-74	22

097.013.00080  
 ДОНОВОД  
 1:1  
 09-201

М8  
 10мм  
 92  
 90  
 50  
 66  
 34  
 34  
 90  
 34  
 20x48 Ø5  
 А-А(2:1)  
 Б-Б(2:1)

112  
 097.013.00080  
 72  
 70  
 32  
 34  
 74  
 110  
 Ø85  
 20x48  
 230  
 210  
 150  
 150  
 1  
 2  
 3  
 n.2  
 n.2  
 А-А



разрезы, сечения) задаются для выявления формы тех деталей, которая не ясна на главном изображении. Если для выявления формы одной или нескольких деталей необходимы дополнительные изображения, то не следует вырисовывать на них все изделие в целом — значительно экономнее вычертить на них только интересующие нас детали. Сплошные детали показывают нерассеченными;

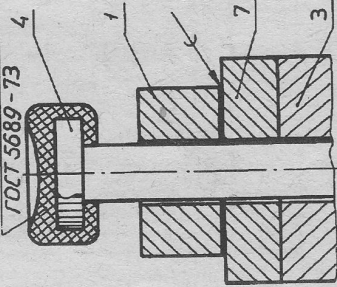
— *перечень* составных частей изделия в виде таблицы, графы которой приведены на рис. 11. Перечень может располагаться как на поле чертежа общего вида над основной надписью (рис. 10), так и на отдельных листах формата А4. Графы перечня представлены на рис. 11. В перечень вносятся все покупные и вновь разрабатываемые изделия без учета их принадлежности к сборочным единицам. Последовательность записи составных частей изделия такова:

- покупные изделия;
- вновь разрабатываемые изделия.

Поз.	Обозначение	Наименование	Код. Покупки
			∞
			∞
			∞
			∞

Рис. 11

Фенпласт 05-010-02  
ГОСТ 5689-73



Паяль прилоем ПС 61 ГОСТ 21930-76

Рис. 12

рования изделия — от наиболее важных до наименее важных. Составные части изделия, подаваемые на сборку как материалы, указываются непосредственно на чертеже общего вида на полках линий-выносок, проведенных непосредственно от этих составных частей (рис. 12). Положение составных частей изделия, указанные в перечне, также проставляются на чертеже на полках линий-выносок;

— *текстовые надписи* (технические требования, технические характеристики, надписи, поясняющие конструкцию устройства, и т.п.) размещают над таблицей-перечнем в виде колонки текста шириной примерно 185 мм. Если на чертеже представлены только технические требования, то заголовки над ними не пишут. Технические требования записываются отдельными пунктами со сквозной нумерацией, причем каждый пункт начинается с новой строки;

— *размеры и размерные числа*, проставляемые на чертежах общего вида, ограничиваются лишь теми, которые задают взаимное расположение элементов, обеспечивающее функционирование изделия, в том числе размеры, получаемые регулировкой. Помимо установочных размеров на чертежах общего вида также указывают габаритные и присоединительные размеры.

2. **Сборочные чертежи**, в отличие от чертежей общего вида, не требуют выявления геометрической формы входящих в изделие деталей, а лишь показывают порядок сборки составных частей изделия. Так же как и для чертежей общего вида, большое значение имеет рациональный выбор главного вида изображения и его масштаба.

При выполнении сборочных чертежей в соответствии со стандартами ЕСКД допускаются следующие условия и упрощения:

- а) не показываются фаски, проточки, округления, канавки под развальцовку и другие мелкие конструктивные элементы деталей;
- б) не показываются детали, закрывающие собой функционально важные составные части изделия (крышки, кожухи, перегородки и т.п.). В этом случае над соответствующим изображением делают надпись «Поз. ... не показана»;
- в) дается упрощенное изображение резьбовых изделий по ГОСТ 2.315-68. Отсутствие на сборочных чертежах таких элементов резьбовых соединений, как фаски, сбег резб или канавок для выхода резца, совсем не означает их отсутствия на деталях, входящих в сборочную единицу;
- г) штрихуются в разрезе как монолитное тело (в одну сторону) неразъемные соединения (сварные, паяные, клепаные и т.п.), подаваемые на сборку с другими изделиями данной сборочной единицы, изображая границы деталей этого соединения, сплошными основными линиями (рис. 13).

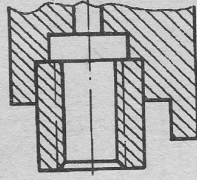


Рис. 13

На сборочных чертежах наносятся размеры, которые должны быть выполнены и проконтролированы по данному сборочному чертежу, — дополнительные размеры, а также присоединительные и габаритные размеры.

Основным конструкторским документом для сборочной единицы является спецификация, особенности выполнения которой были подробно изучены в работе № 5. Спецификация определяет номера позиций составных частей сборочной единицы. Позиции проставляются к составным частям изделия на полках-выносах, которые параллельны основной надписи и на которых записываются номера позиций. Полки располагаются вне контура изображения (не менее 30 мм от него) и группируются в строчку или колонку на одной линии. Линии-выноски не должны пересекаться друг с другом и пересекать ось изображения сборочной единицы. Линии-выноски и полочки проводят сплошными тонкими линиями. Номера позиций указывают шрифтом на один-два номера больше, чем размер шрифта размерных чисел на данном чертеже. Для групп креплений деталей, относящихся к одному и тому же месту крепления, допускается делать общую линию-выноску с вертикальным расположением номеров позиций. Для составной части изделия, представляющей собой отдельную сборочную единицу, линия-выноска проводится от одной из деталей, входящей в эту сборочную единицу.

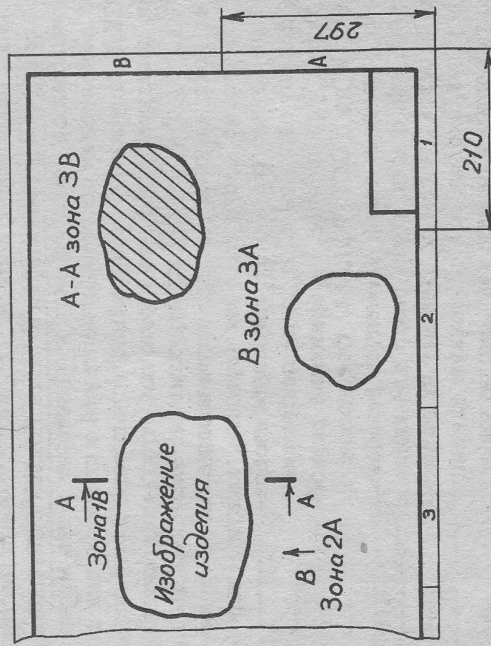


Рис. 14

Для удобства чтения сборочных чертежей и чертежей общего вида, выполняемых на листах больших форматов, поле чертежа

разбивается на зоны. Каждая отдельная зона соответствует формату А4, а отметки, разделяющие чертеж на зоны, наносятся на расстоянии, равном стороне формата А4 за рамкой чертежа. По горизонтали эти отметки наносятся арабскими цифрами, а по вертикали — прописными буквами арабского алфавита. Отсчет букв и цифр идет от основной надписи чертежа (рис. 14). Зоны обозначаются сочетанием букв и цифр, например: 1А, 2В, 5А и т.д. При изображении на чертеже выносных элементов, разрезов и сечений используются перекрестные ссылки от обозначения зоны, где применено это изображение, до обозначения зоны задания этого изображения (например, в месте указания секущей плоскости) и наоборот (рис. 14).

3. Чертежи деталей. Общие требования к выполнению чертежей деталей достаточно полно изучаются студентами в работе №5. Детали, чертежи которых выполняются в данной работе, могут иметь следующие особенности:

а) в ряде случаев тот окончательный вид, который имеет деталь в изделии, она приобретает после завершения сборочных операций (развальцовки, обжатия, клепки и т.п.). В то же время чертеж детали изображает ее в том виде, в каком она уходит с рабочего места изготовителя и подается на сборку. Поэтому необходимо учитывать, на каком этапе технологического процесса изготовления изделия происходит то или иное изменение геометрической формы детали. Пример изменения формы детали непосредственно в процессе сборки (сверление наклонного отверстия для запрессовки фиксирующего штифта) показан на рис. 15, а. Очевидно, что на рабочем чертеже втулки (рис. 15, б) такого отверстия не было;

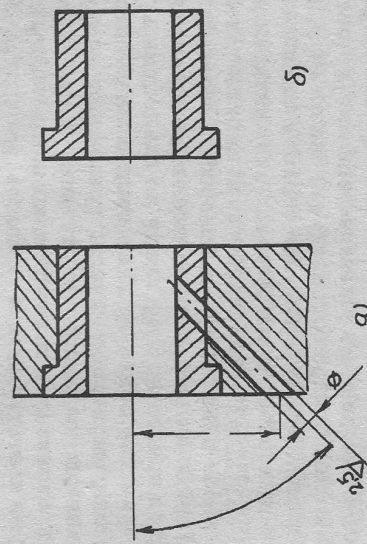


Рис. 15

номер исполнения данной детали (начиная с 01). Основное исполнение порядкового номера не имеет.

На групповом чертеже приводятся основные исполнения, на котором постоянные размеры задаются размерными числами, а изменяемые — параметрами. При этом на поле чертежа приводится таблица соответствия значений параметров тому или иному исполнению (рис. 17). В тех случаях, когда детали различных исполнений различаются не только размерами, но и геометрической формой, на групповом чертеже отдельно изображается основное исполнение, а рядом — частичное или полное изображение переменных элементов детали. Этим изображением присваиваются следующие по порядку номера рисунков (рис. 2, рис. 3 и т.д.) наносимые над изображениями. Специальной таблицей номера рисунков ставятся в соответствие тому или иному исполнению детали (рис. 18);

г) бесчертежные детали — это детали, для изготовления которых не выпускаются отдельные конструкторские документы (чертежи детали). Это не значит, что они изготавливаются вообще без конструкторской документации. Отсутствие конструкторской документации делает невозможным изготовление любой детали. Все сведения, необходимые для изготовления такой детали (геометрическая форма, размеры, шероховатость, материал, технические условия), приводятся на сборочном чертеже той сборочной единицы, в которую входит эта деталь. В качестве бесчертежных деталей, как правило, выбираются: — детали простой геометрической формы, выполняемые из сортовых материалов (труб, прутка, листа и т.п.);

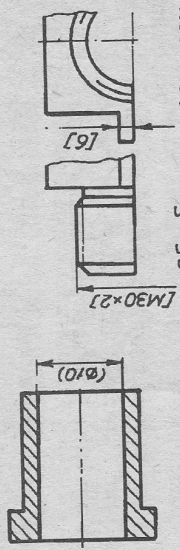
— детали сложной формы, собранные вместе с деталями простой геометрической формы или со стандартными изделиями (например, сложный литой корпус с запрессованными в него втулками, подшипниками, шпильками и т.п.). В этом случае корпус становится бесчертежной деталью.

В любом случае целью использования бесчертежных деталей является снижение трудоемкости выполнения конструкторской документации на разрабатываемое изделие. При выпуске конструкторской документации, содержащей бесчертежные детали, выполняются следующие правила:

— в схему деления сначала вписываются все чертежные детали, а затем все бесчертежные (поэтому в пределах одной сборочной единицы номера бесчертежных деталей всегда больше);

— на сборочном чертеже выполняется столько изображений (видов, разрезов и сечений), сколько необходимо для однозначного выявления геометрической формы бесчертежной детали. Это правило проверяет наше привычное представление о сборочном чертеже, в котором для указания порядка сборки составных частей сборочной единицы обычно бывает достаточно одного вида;

б) в ряде случаев детали обрабатываются совместно или после сборки. Такие детали изображаются на чертежах в том виде, какой они будут иметь после обработки по сборочному чертежу, но размеры, полученные последующей обработкой, заключаются в скобках. Размеры, полученные обработкой по сборочному чертежу, заключаются в круглые скобки (рис. 16, а), а размеры детали, полученные ее совместной обработкой с другой деталью — в квадратные скобки (рис. 16, б). В любом случае при наличии размеров в скобках должны быть соответствующие записи в виде технических условий;



Размеры в скобках — после сборки  
Обработку по размерам в квадратных скобках производить совместно с деп. 0902.74.031

а)

Рис. 16

в) детали, выполняемые по групповым чертежам. Очень часто в изделии имеются детали, лишь незначительно отличающиеся между собой (размерами, наличием или отсутствием тех или иных элементов и т.п.). Можно существенно сократить трудоемкость выполнения комплекта рабочей документации, если на такие детали выпускать не отдельные чертежи, а изготавливать их по одному чертежу, на котором были бы видны как постоянные для всех деталей элементы, так и отличия, предусмотренные конструктором для той или иной конкретной детали. Такой общий чертеж, по которому возможно изготовление двух и более изделий, называется групповым. Очевидно, что он может быть выполнен только для совокупности деталей, обладающих одинаковыми конструктивными признаками. Правила разработки и оформления групповой конструкторской документации регламентируются ГОСТ 2.113-75. Любые модификации изделий (как деталей, так и сборочных единиц), выполняемых по данному групповому чертежу, считаются его исполнениями. Одно из исполнений (наиболее общее) принимается за основное (базовое), и ему присваивается обозначение в том порядке, как и обычной детали. Все другие исполнения, отличные от основного, имеют обозначение основного и дополнительно порядковый

— на сборочном чертеже проставляются все размеры, необходимые для изготовления бесчертежной детали. Если деталь выполняется из сортового материала, то размеры, определяемые сортаментом материала, либо опускаются, либо приводятся как справочные;

— шероховатость поверхности бесчертежной детали задается как один из пунктов технических требований. Шероховатость поверхностей, отличающихся от той, которая приведена в технических требованиях, проставляется непосредственно на чертеже;

— материал бесчертежной детали указывается в спецификации сборочного чертежа в графе «Наименование» сразу же после наименования бесчертежной детали;

— в графе «Формат» спецификации сборочной единицы для бесчертежной детали вместо обозначения формата конструкторского документа проставляются две буквы «БЧ» (бесчертежная). Действительно, мы не можем сослаться на формат чертежа такой детали, так как его просто физически не существует.

Пример сборочного чертежа волновода, содержащего два фланца (чертежные детали) и сам волновод (бесчертежную деталь), приведен на рис. 19. Обратим внимание на то, что одно изображение волновода не выявляет геометрическую форму сечения трубы, но в нашем случае в этом нет необходимости, т.к. в обозначении материала волновода имеется ссылка на сортамент трубы (труба ДПРНТ 72,0 x 10,0 x 2 НД, что однозначно задает все его геометрические размеры);

д) при детализации чертежа общего вида необходимо воспроизвести все элементы, которые в силу допустимых условностей могут быть не показаны (фаски, проточка, сбеги резьбы и т.п.). На рис. 20, а приведено упрощенное изображение винтового соединения, а на рис. 20, б показан — фрагмент корпуса с резьбовым отверстием под винт в том виде, в котором оно должно быть выполнено на рабочем чертеже.

Вне зависимости от вида конструкторской документации, по которой производится изготовление детали, ее чертеж должен учитывать особенности технологии изготовления данной детали. Перечислим некоторые особенности выполнения таких чертежей.

**Детали, изготавливаемые вырубкой.** Вырубкой изготавливаются различные плоские детали из листового материала толщиной 0,05...4 мм и более. Обычно это фланцы волноводов, лепестки контактов и т.п. Такие детали изображаются на чертеже, как правило, одной проекцией с указанием толщины материала (рис. 21). Если деталь симметрична, то при простановке размеров за базу принимаю ось симметрии детали. Размер  $s$  считается справочным потому, что толщина листа, из которого производится вырубка материала, приведена в штампе в стандартном обозначении материала (на рис. 21 отсутствует).

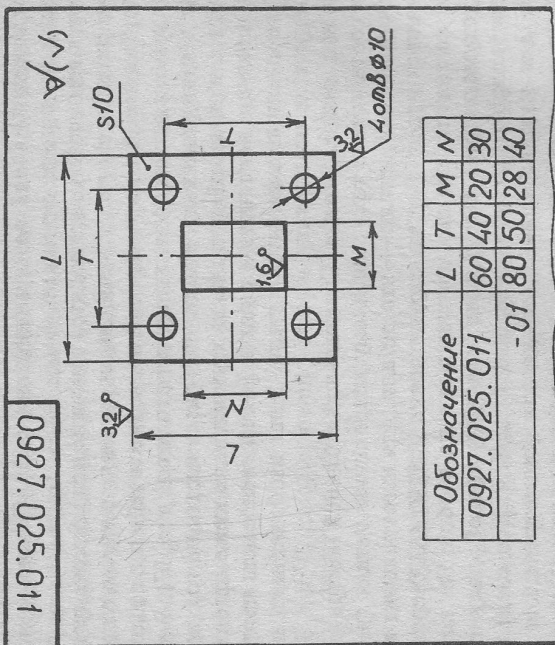


Рис. 17

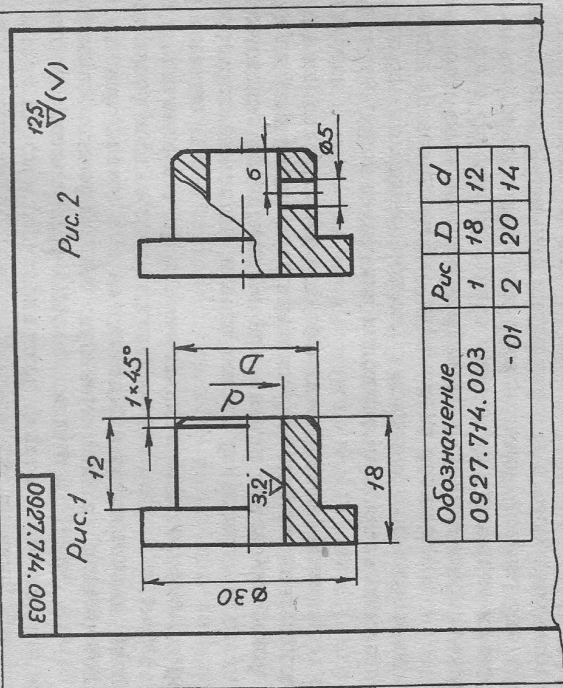
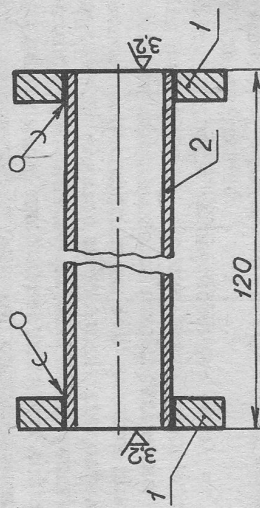


Рис. 18

0927.025.010



1. Пясть прилоем ПОС Б1 ГОСТ 21930-76.

2. Шероховатость дет. Б4 поз. 2 -  $\sqrt{0.1}$ .

Форм.	Наименование	Прим.
И	Фланец	2
В	Волновод	1
	Труба ДПРНТ	
	72,0×10,0×2НД	
	Л96 ГОСТ 20900-75	

Рис. 19

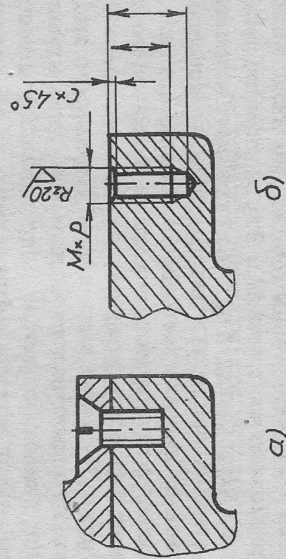
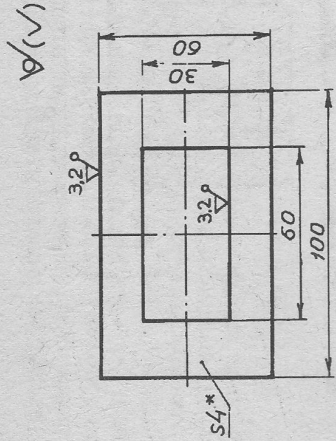


Рис. 20



\* Размеры для справок

Рис. 21

Детали, изготавливаемые вытяжкой. Вытяжкой изготавливают полые детали различной конфигурации (корпуса, кожуха, крышки и т.п.). При этом используются пластичные металлы, такие, как холоднокатаные мягкие стали, лагуни, сплавы алюминия, а также органическое стекло и другие термопласты. Особенность образования таких деталей заключается в том, что размеры детали следует проставлять между внутренними поверхностями, соответствующими наружным размерам пуансона. В соответствии с этими требованиями размер по оси отверстия проставлен от дна детали (рис. 22). Радиусы сопряжения стенок следует делать как можно большими. При этом исходят из следующих рекомендаций:

— для деталей, имеющих форму тела вращения, радиусы сопряжения между дном и стенкой  $R \geq s$ , между стенкой и фланцем  $R_1 \geq 2s$  (рис. 22);

— для коробчатых деталей радиусом сопряжения между дном и стенкой  $R \geq s$ , между боковыми стенками  $R_1 \geq 3s$  (рис. 23).

Детали, изготавливаемые гибкой. Гибкой изготавливаются угольники, скобы, лепестки и т.п. Сложной гибкой изготавливаются элементы волноводных труб. На рабочих чертежах деталей, изготавливаемых гибкой, размеры рекомендуются проставлять в полярных координатах: угол загиба и внутренний радиус загиба. Для определения длины заготовки необходимо вычислить радиус средней линии по формуле

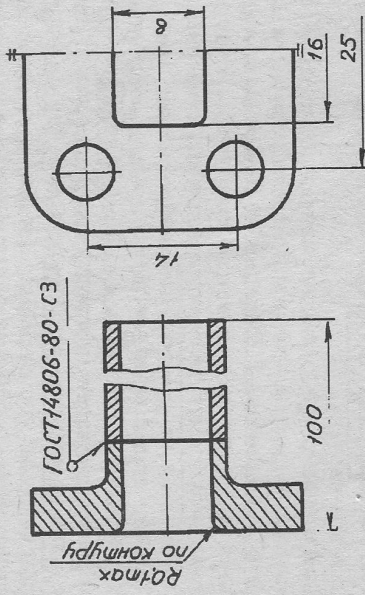
$$R_{\text{ср}} = R_{\text{вн}} + b/2,$$

где  $b$  — толщина листа (рис. 24);  $R_{\text{вн}}$  — радиус изгиба.



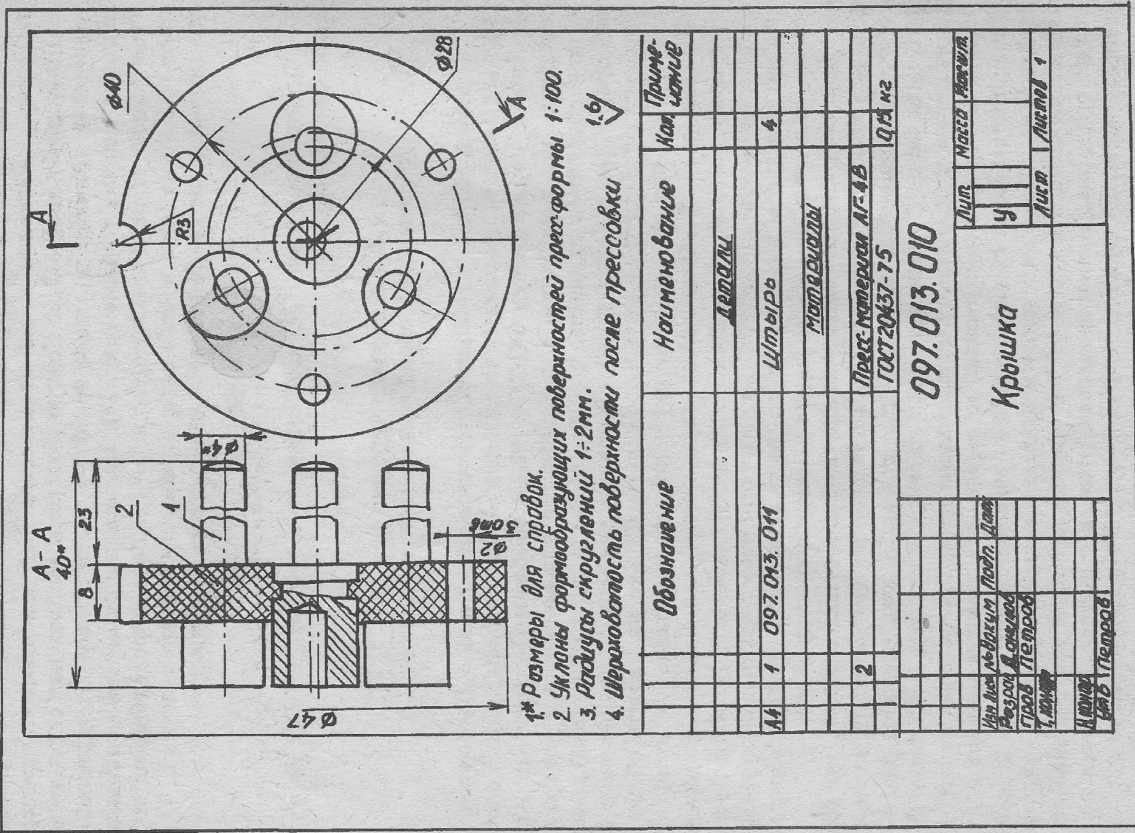
необходимые размеры, изображения, знаки шероховатостей и технические условия (рис. 25). Материал, используемый для наливки или заливки, записывают в разделе «Материалы» спецификации (полное название материала и ГОСТ или ТУ на него). В графе спецификации «Количество» указывается масса материала (если без обозначения единицы измерения, то это означает заданное количество массы в килограммах).

Очень часто встречаются такие сборочные чертежи, которые предусматривают высокую точность взаимного расположения отдельных конструктивных элементов собираемого по данному чертежу изделия (например, фланцев волноводов). Единственным путем обеспечения такой взаимной точности деталей является их последующая совместная обработка после сборки. Это оговаривается соответствующими техническими условиями, приводимыми на сборочном чертеже (рис. 26). В этом случае, как уже отмечалось, и на чертежах деталей, поступающих на совместную обработку при сборке, соответствующие размеры закладываются в квадратные скобки и в технических требованиях на детали дается указание «Обработку по размерам в квадратных скобках производить совместно с дет. ....».



1. Сварные швы I класса по ОСТ 4 ГО. 005.247-82.
2. Канал трубы калибровать до размеров 16x8 на длине до 15 мм от торца фланца с плавным переходом к основному сечению трубы.
3. Шероховатость калиброванных участков
4. Остальные технические требования по ОСТ 4.ГО.070.015.

Рис. 26



1. Размеры для справок.
2. Углы формирующей поверхности протформы 1:100.
3. Радиусы скруглений 1:2мм.
4. Шероховатость поверхности после прессовки

Обозначение	Наименование	Примечание
АА	детали	
1	097.013.011	4
	Штырь	
	Материалы	
2	Прост. материал ЛГ-4В	Q14, кг
	ГОСТ 20437-75	
<b>097.013.010</b>		
<b>Крышка</b>		
Лит	Масса	Листов
У		
Лист 1 из 1		

Рис. 25

Широко распространенным случаем совместно обрабатываемых по сборочному чертежу деталей является использование для сборки фиксирующих деталей (заклепок, цилиндрических и конических штифтов и т.п.). Все данные, необходимые для совместной обработки таких изделий (изображение, количество, размеры, шероховатость, взаимное расположение поверхностей и т.п.), проставляются на сборочном чертеже. Примером таких сборочных чертежей являются чертежи заклепочных соединений (рис. 27). Поскольку отверстия под заклепки образуются непосредственно при сборке, то их диаметры, расположение и шероховатость проставляются непосредственно на сборочном чертеже (рис. 27, а). Обращаем внимание на то, что нет необходимости изображать все заклепки (которых может быть достаточно много). Они обозначаются на сборочном чертеже условным знаком «+», изображаемым на чертеже линией толщиной  $s/3$ . Если шаг заклепки  $a$  в ряду одинаковый, то его использование в виде  $n \times a$  (где  $n$  — количество шагов) позволяет значительно уменьшить количество необходимых размеров для задания расположения всех заклепок.

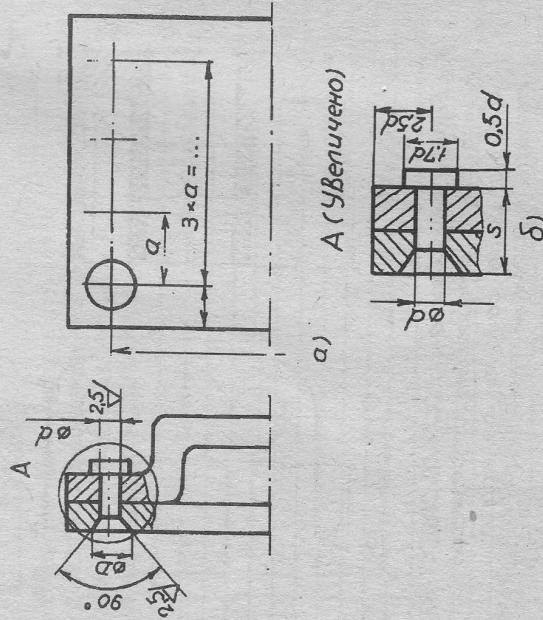


Рис. 27

И наконец, о выборе сами заклепок. При диаметре заклепки  $d$  ее длина  $L$  (заносимая в спецификацию) определяется как  $L = s + l$ , где  $s$  — толщина склепываемого пакета, а  $l$  — припуск на образование замыкающей головки. Принимают, что  $l = 1,3d$ . Примерные размеры

замыкающей головки заклепки приведены на рис. 27, б. Расположение заклепок должно обеспечивать их расстояние от края соединяемых деталей не менее  $2,5d$ , шаг заклепки обычно принимается кратным 5 мм. Материал заклепки выбирают исходя из следующих соображений: детали из однородных материалов соединяют заклепками из того же материала (разумеется, это не относится к пластмассовым деталям), детали из разнородных материалов соединяются заклепками, выполненными из материала наиболее прочной детали.

## 2. ЧЕРТЕЖИ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

В приборостроении радиоэлектронные и электрические устройства слаботоков, как правило, размещаются на платах. Печатные платы делятся по ГОСТ 23735-86 на односторонние, двусторонние, многослойные на жестком и гибком диэлектрическом основании. Применяются также гибкие печатные кабели.

Основным материалом служит пластина, изготовленная из изоляционного материала, на поверхности или в объеме которой выполняется проводящий рисунок, т.е. рисунок, образованный проводниковым материалом. Одна проводящая полоска или площадка в проводящем рисунке называется печатным проводником. Часть проводящего рисунка, используемого для соединения или подведения элементов радиоэлектронной аппаратуры, образует контактные площадки. Деталь-плата представляет собой печатный монтаж (печатные проводники и контактные площадки), нанесенный на основание. Кроме того, на основание платы наносят печатные элементы — слой металла или диэлектрика, выполняющие функции конденсаторов, экранов и др. Совокупность печатного монтажа и печатных элементов называют печатной схемой, а полученная деталь называется платой, состоящей из основания и печатной схемы.

Если на печатной плате установлены навесные элементы — микросхемы, резисторы, конденсаторы и др., то получается сборочная единица — плата в сборе или печатный узел.

Чертежи печатных плат (ПП) должны выполняться по ГОСТ 2.417-78. Они выполняются линиями, толщина и яркость которых должна удовлетворяться требованиями микрофильмирования и определяться способом выполнения чертежа; допускается отклонение от ГОСТ 2.303-68.

Чертежи ПП выполняются в масштабах 1:1; 2:1; 4:1; 5:1; 10:1. Если шаг координатной сетки равен 0,5, то масштаб чертежа ПП должен быть не менее 4:1.

ПП, как правило, выполняются прямоугольной формы, а размеры каждой ее стороны должны быть согласно ГОСТ 10317-79 кратными:



- 2,5 — при длине до 100 мм;
- 5,0 — при длине до 350 мм;
- 10,0 — при длине более 350 мм.

Максимальный размер любой из сторон должен быть не более 470 мм. Соотношение линейных размеров сторон должно быть не более 4:1 оптимальное.

Основным видом на чертеже односторонней печатной платы следует считать вид со стороны размещения проводникового рисунка.

На чертежах ИП размеры должны указываться одним из следующих способов:

- в соответствии с требованием ГОСТ 2.307-68;
- нанесением координатной сетки в прямоугольной системе координат;
- нанесением координатной сетки в полярной системе координат;
- комбинированным способом при помощи размерных и выносных линий и координатной сетки в прямоугольной системе координат или в полярной системе координат.

Основной шаг координатной сетки должен быть равен 2,5 мм. В случае применения шага координатной сетки менее основного следует использовать ряд шагов: 1,25; 0,625 (0,5).

За нуль в прямоугольной системе координат на главном виде печатной платы следует принимать:

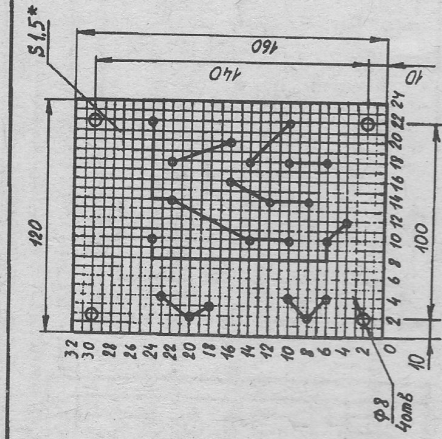
- центр крайнего левого нижнего отверстия;
- левый нижний угол печатной платы;
- левую нижнюю точку, образованную при пересечении линий построения, являющихся продолжением линий контура платы.

При задании размеров нанесением координатной сетки ее линии должны нумероваться. Шаг нумерации определяется конструктивно, с учетом насыщенности и масштаба изображения.

Допускается выделять на чертеже отдельные линии координатной сетки, нанесенные через определенные интервалы, либо их не наносить, при этом на чертеже следует помещать указания типа: «Линии координатной сетки нанесены через одну».

Координатную сетку в зависимости от способов выполнения документации следует наносить либо на все поле чертежа, либо на изображаемую поверхность печатной платы, либо на часть поверхности печатной платы, либо рисками по периметру печатной платы. При этом рискам наносится либо по контуру, либо на некотором расстоянии от контура печатной платы.

Проводники на чертеже должны изображаться одной линией, являющейся осью симметрии проводника, при этом на чертеже следует указывать численное значение ширины проводника. Проводники шириной 2,5 мм и более могут изображаться двумя линиями; в случае,



1. Плату изготовить комбинированным методом.
2. Плата должна соответствовать ГОСТ 23752-79.
3. Шаг координатной сетки 2,5 мм
4. Проводники, условно обозначенные сплошными линиями, выполнять шириной 2 мм.
5. \*Размер для справки.
6. Маркировку выполнять вращением шрифта 2,5 по HD.010.007.

091.020.001		Лит	Масса	Масштаб
ЛПМД		Лист		2:1
		Подг.	Дата	
		Исполн.		
		Провер.		
		Н.Контр.		
		Т.Контр.		
		Утв.		
		Гелинакс ГФ-1-11-1.5 ГОСТ 40316-78		

Рис. 28

если они совпадают с линиями координатной сетки, численное значение ширины проводника на чертеже не указывают.

Печатные проводники должны располагаться параллельно линиям координатной сетки или под углом к ним, кратным 15°.

Рекомендуется и такая последовательность записи технических требований чертежа ПП:

1. Печатную плату изготовить ... методом.
2. Печатная плата должна соответствовать ГОСТ 23752-79, группа жесткости...
3. Шаг координатной сетки ... мм.
4. Сведения об элементах рисунка печатной платы, не указанные на чертеже.
5. Размеры для справок.
6. Покрытие ... (по ГОСТ 9.306-85, ОСТ 4 ГО.014.000).
7. Масса покрытия ... кг (только для драгоценных металлов).
8. Маркировать ... штафт по ...
9. Дополнительные указания.

Пример чертежа односторонней ПП показан на рис. 28.

Сборочный чертеж печатного узла (рис. 29) должен давать полное представление о навесных радиоэлементах и других изделиях, входящих в печатный узел, об их расположении и установке на плате. В связи с этим на чертеже изображают плату с навесными элементами без изображения печатного монтажа. Также должны быть приведены сведения о маркировке позиционных обозначений электро- и радиоэлементов, об условных обозначениях выводов приборов и нумерации выходных контактов, о полярности элементов согласно электрической принципиальной схеме на печатный узел. На чертеж наносят позиционные обозначения, габаритные и установочные размеры, а также размеры, определяющие положение элементов над платой. Кроме того, чертеж содержит технические требования.

Крепление установочных деталей (стоек, втулок, скоб) показывают, как правило, с помощью местных разрезов. Навесные элементы изображают упрощенно, сохраняя габариты. Навесные элементы размещают параллельно поверхности платы рядами в определенном порядке на расстоянии 2 ... 3 мм от поверхности платы, если это расстояние не оговорено в нормативно-технических документах на элемент. Обозначения элементов и их выводов рекомендуется наносить пятым шрифтом.

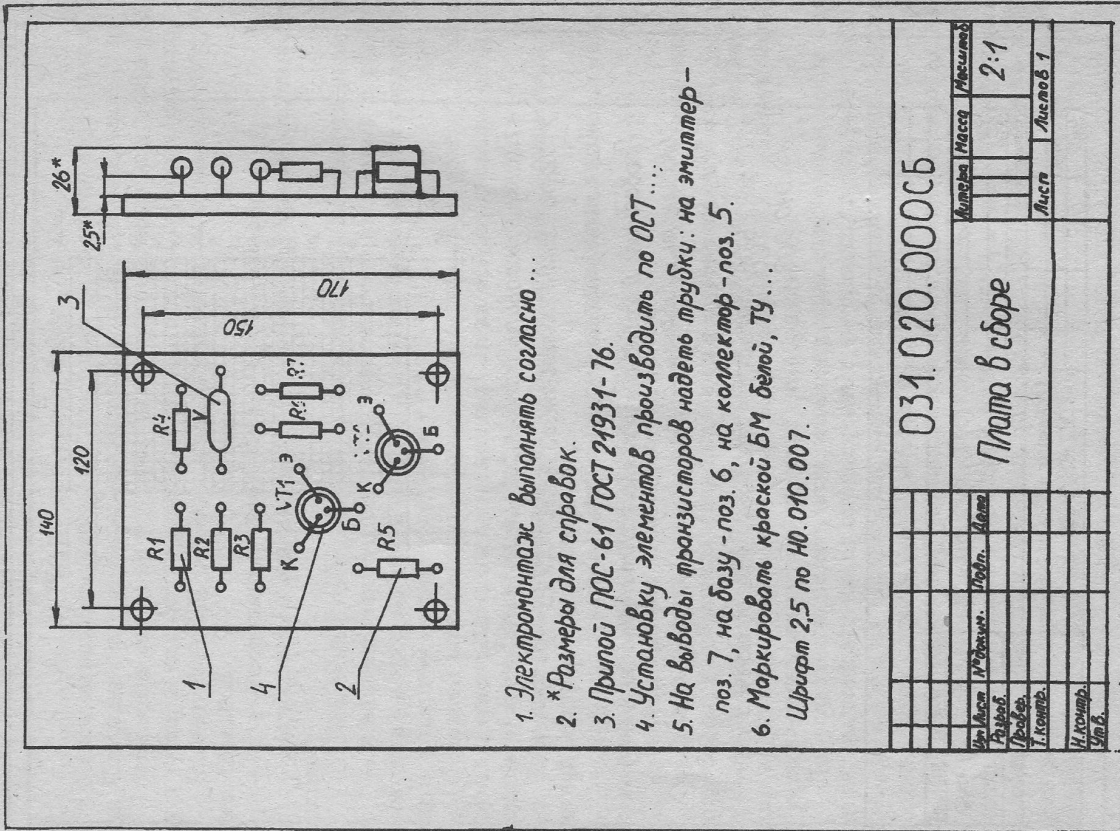


Рис. 29

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ОСОБЕННОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ И ОФОРМЛЕНИЯ КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ФИДЕРНЫХ УСТРОЙСТВ	3
1.1. Назначение и конструктивные элементы фидерных устройств	3
1.2. Виды конструкторской документации на фидерные устройства	9
1.3. Особенности выполнения и оформления чертежей фидерных устройств	11
1.4. Сборочные чертежи изделий с совместно обрабатываемыми элементами	25
2. ЧЕРТЕЖИ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ	29
ЛИТЕРАТУРА	34

Тем. план 1994, поз. 256

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ ЧЕРТЕЖЕЙ ФИДЕРНЫХ УСТРОЙСТВ

Авторы-составители:

Алипова Ольга Александровна  
Бобрин Людмила Петровна  
Клычкова Марианна Владимировна  
Маркин Леонид Владимирович  
Некрасова Ольга Ивановна

Редактор *Е.Г. Ремнева*

Техн. редактор *В.Н. Горячева*

Сдано в набор 01.08.94. Подписано в печать 2.03.95  
Бум. офсетная. Формат 60x84 1/16. Печать офсетная  
Усл. печ. л. 2,09. Уч.-изд. л. 2,25. Тираж 500  
Зак. 2038/865. С. 11

Типография издательства МАИ  
125871, Москва, Волоколамское шоссе, 4.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Бабулин Н.А.* Построение и чтение машиностроительных чертежей. — М.: Высшая школа, 1987.
2. *Альшиц Н.Я., Благоев Б.Н.* Проектирование деталей из пластмасс. — М.: Машиностроение, 1977.
3. *Гжиров Р.Н.* Краткий справочник конструктора. — Л.: Машиностроение, 1984.
4. *Жук М.С., Молочков Ю.Б.* Проектирование линзовых, сканирующих, широкодиапазонных антенн и фидерных устройств. — М.: Энергия, 1973.
5. *Зиньковский Ю.Ф.* и др. Правила выполнения чертежей функциональных узлов и деталей РЭА/. — Киев: КПИ, 1982.
6. *Изюмова Т.И., Свиридов В.Т.* Полые и ленточные волноводы. — М.: Энергоиздат, 1960.
7. Конструирование узлов радиопередающих устройств/ Под ред. Л.И. Телятникова: Учеб. пособие. — М.: МАИ, 1983.
8. Краткий справочник конструктора радиоэлектронной аппаратуры / Под ред. Р.Г. Варламова. — М.: Сов. радио, 1973.
9. *Кривошей А.В., Бельцев А.Н.* Пайка и сварка в производстве радиоэлектронной аппаратуры. — М.: Энергия, 1974.
10. *Кукушкин Л.А.* Конспект лекций по инженерной графике для студентов радиотехнических специальностей. — М.: МАИ, 1982.
11. *Чурабо Д.Д.* Конструирование деталей и узлов радиоаппаратуры. — М. — Л.: Госэнергоиздат, 1963.
12. *Чурабо Д.Д.* Детали и узлы приборов. — М.: Машиностроение, 1975.