

К. т. н. А. А. ЕФИМЕНКО, Л. П. ВАСИЛЬЕВА, О. Р. ТКАЧЕНКО

Украина, г. Одесса, Одесский нац. политехнический университет,  
СКБ "Молния"  
E-mail: tkea@optima.com.ua

Дата поступления в редакцию  
26.02 2007 г.

Оппоненты д. т. н. С. Ю. ЛУЗИН  
("Прософт-Технолоджи", г. С.-Петербург),  
к. т. н. Э. Н. ГЛУШЕЧЕНКО  
(НПП "Сатурн", г. Киев)

## ОФОРМЛЕНИЕ КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НА ПЕЧАТНЫЕ ПЛАТЫ В УСЛОВИЯХ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА

*Предложен подход к оформлению чертежей печатных плат, позволяющий значительно упростить документацию, а также упорядочить документооборот.*

В современных условиях стремительного развития средств вычислительной техники и систем автоматизированного проектирования (САПР) имеется объективная возможность сделать обращение конструкторской документации, в частности на печатные платы, в электронном виде. Это значительно повышает эффективность разработки и производства электронных средств. Однако возможности, которые сегодня существуют, используются не в полной мере — в электронном виде приходится формировать изображение, отвечающее требованиям устаревших стандартов, что проявляется в подготовке заведомо избыточной информации.

Вместе с тем при использовании САПР рсб-файл (PCAD) и файлы различных форматов других систем содержат информацию, позволяющую получать оснастку, соответствующие программы для работы автоматического технологического оборудования. И эту информацию совсем не обязательно представлять в чертежах печатных плат, требования на разработку которых изложены в стандартах прошлого века. Чертежи печатных плат (чертежи деталей для односторонних, двухсторонних и гибких печатных плат, а также сборочные чертежи многослойных печатных плат) должны представляться и использоваться в электронном виде и при этом могут быть существенно упрощены.

Однако опасна и другая тенденция, которая характерна для новообразованных предприятий, — не разрабатывать чертежи печатных плат вообще, а вместо них использовать данные в форматах САПР (рсб-файлы и другие) и текстовый файл с дополнительной информацией, которая у каждого своя и не всегда достаточна. Опасность заключается в том, что отсутствие достаточной информации, которая при этом должна полностью отвечать требованиям обращения — учета, хранения, дублирования и внесения изменений, влияет на качество и надежность выполняе-

мых разработок. В единичном производстве это не очень ощутимо, а в серийном, которое, по известным причинам, сейчас мало распространено, может приводить к большим издержкам.

Таким образом, имеются две крайности: выполнение требований устаревших стандартов, что является избыточным и затратным, и недооценка вопросов стандартизации, что во многих случаях сходит с рук. Причиной такой ситуации является отсутствие должных средств на поддержание стандартизации вследствие упадка промышленного производства.

Целью данной статьи является анализ содержания чертежей печатных плат, требований действующих стандартов и наработка технически обоснованных предложений по оформлению чертежей печатных плат в упрощенном виде с учетом широкомасштабного использования систем автоматизированного проектирования (CAD) и автоматизированной подготовки производства (CAM).

В **таблице** приведена информация, которая в общем случае имеется в чертежах печатных плат, выполняемых в соответствии с [1—3]. Предельные отклонения размеров элементов топологии, монтажных и переходных отверстий, позиционные допуски расположения печатных проводников, осей отверстий, центров контактных площадок (п. 10 таблицы) приведены в [3] и выбираются в зависимости от требуемого класса точности.

Анализируя представленные в таблице данные с учетом требований по полноте представления информации для подготовки производства, изготовления, контроля, испытаний и эксплуатации, можно утверждать, что чертеж печатной платы может, как правило, содержать технические требования, основную надпись, а также некоторую графическую информацию в виде контура платы с конструктивными элементами неавтоматизированной обработки и показателями точности. Остальная графическая информация представлена в файлах различных форматов САПР, что определяется ссылкой на конкретный файл (например, рсб-файл). При этом стандартом [4] допускается не выполнять изображение слоев. На **рисунке** представлен пример выполнения чертежа детали печатной платы при использовании предложенного подхода.

**МЕТРОЛОГИЯ. СТАНДАРТИЗАЦИЯ**

*Требуемая в соответствии с [1—3] информация для изготовления и контроля печатных плат*

№ п/п	Информация	Наличие информации в rcb- и других файлах	Последующее использование информации
1.	Конфигурация платы, размеры контура и других конструктивных элементов	Да	Программы обработки
2.	Номинальные размеры и предельные отклонения конструктивных элементов (пазов, отверстий), которые не изготавливаются на автоматическом оборудовании. Справочные размеры	Частично	Технологическая документация для ручной обработки
3.	Ширина проводников	Да	Фотошаблоны
4.	Ширина зазоров	Да	Фотошаблоны
5.	Размеры контактных площадок, в т. ч. под монтаж на поверхность	Да	Фотошаблоны
6.	Размеры печатных шин и экранов	Да	Фотошаблоны
7.	Диаметры отверстий	Да	Программы сверловки
8.	Зоны платы, которые не должны быть заняты проводниками	Да	Фотошаблоны
9.	Координатная сетка и ее шаг в соответствии с ГОСТ 2.417—91 и ГОСТ 10317—79	Нет	—
10.	Предельные отклонения размеров: — контурных элементов; — элементов топологии; — отверстий; — межцентровых расстояний. Позиционные допуски расположения печатных проводников, осей отверстий, центров контактных площадок	Нет Нет Нет Нет Нет	Выбор оборудования, назначение режимов обработки, контроль качества
11.	Топология	Да	Фотошаблоны
12.	Количество отверстий	В неявном виде	Технологическая документация
13.	Класс точности	В неявном виде	Фотошаблоны, технологическая документация
14.	Группа жесткости	Нет	Конструирование электронных модулей
15.	Маркировка: — местоположение, шрифт; — маркировочная краска	Да Нет	Фотошаблоны для изготовления матриц Ведомость материалов, изготовление
16.	Материал основания	Нет	Ведомость материалов, изготовление
17.	Конструктивные покрытия	Нет	Изготовление, технологическая документация
18.	Шероховатость поверхностей	Нет	Изготовление, технологическая документация
19.	Тип конструкции печатной платы и метод изготовления	Нет	Изготовление, технологическая документация
20.	Масса	Нет	Ведомость материалов. Конструирование электронных модулей
21.	Ссылки на нормативные документы в части конструктивных и производственных требований, в т. ч. и общих технических требований	Нет	Изготовление, конструирование электронных модулей
22.	Обозначение и наименование	Нет	Конструкторская документация

$\sqrt{Ra\ 6,3(\sqrt{V})}$

1. Печатную плату изготовить комбинированным позитивным методом.
2. Печатная плата должна соответствовать ГОСТ 23752—79, группа жесткости 3.
3. Класс точности печатной платы 4 по ГОСТ 23751—86.
4. Предельные отклонения расположения центров отверстий относительно координат из файла  $\pm 0,05$  мм.
5. Неуказанные предельные отклонения размеров: отверстий — Н13; валов — h13; остальных  $\pm \frac{IT12}{2}$ .
6. \*Размер для справок.
7. Покрытие проводящего рисунка: сплав Розе чистый ТУ 6-09-4065—88 толщиной 3 мкм.
8. Покрытие ламелей в зоне А: Срб.
9. Покрытие платы: защитная паяльная маска СПФ3-ВПЦ ТУ 6-17.504—2004.
10. Маркировать краской ТНПФ-01, черная ТУ 29-02-889—88. УХЛЗ.
11. Рсб-файл АБВГ.758XXX.XXX T5M.
12. Остальные технические требования по ОСТ4 ГО.070.014.

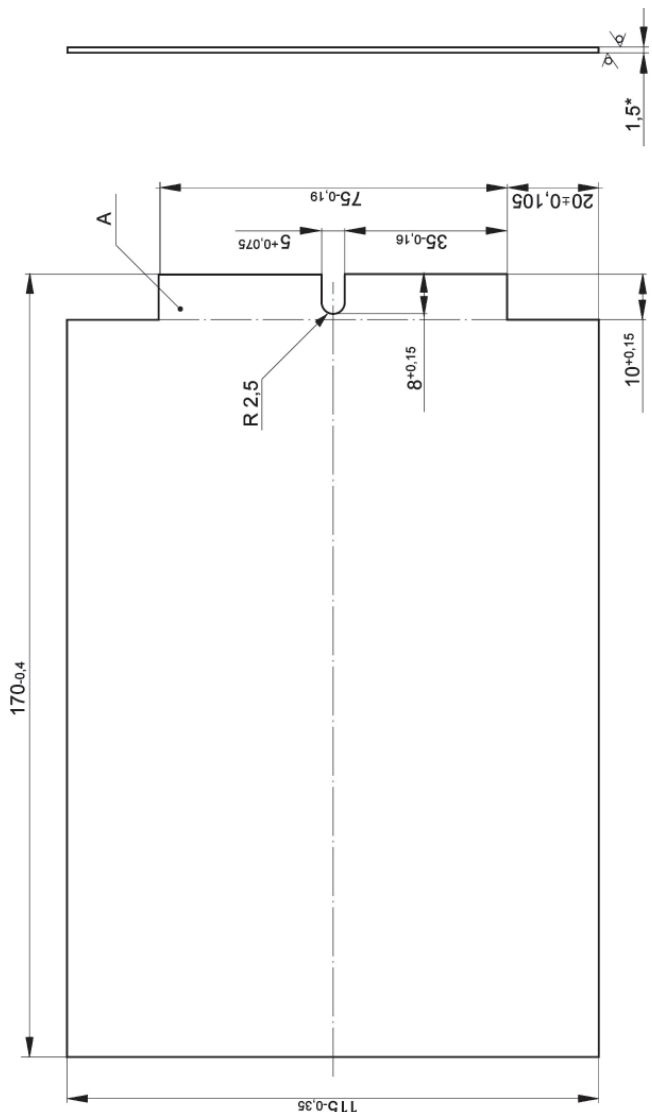


Таблица 1

Диаметр отверстий, мм	Количество отверстий
0,7	150
0,9	120
1,1	65
2,7	4

Изм.		Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.					
Пров.					
Т. контр.					
Н. контр.					
Утв.					
		Лист	Масса	Лист	Масштаб
		01	0,15	Листов 1	1:1
<b>АБВГ.758XXX.XXX</b>					
Плата печатная					
Стеклотекстолит СФ-2-35Г-1,5 I кл ГОСТ10316-78					

При автоматизированной разработке печатных плат исчезла необходимость в контроле точности расположения проводников, контактных площадок, монтажных и переходных отверстий. Вопросы точности расположения решаются в процессе проектирования. При этом возможности современных САПР и оборудования таковы, что позволяют устанавливать шаг проектирования от 0,01 мм. Поэтому нет необходимости устанавливать в чертеже печатной платы шаг координатной сетки и вообще использовать координатную сетку.

Таким образом, полная информация о печатной плате может быть представлена в виде значительно упрощенного чертежа с необходимыми дополнениями, содержащимися в rcb-файле, ссылка на который приводится в технических требованиях чертежа.

Аналогично могут быть оформлены чертежи слоев многослойной печатной платы (наименование чертежа "Слой многослойной печатной платы"). Также этот подход может быть использован для оформления сборочного чертежа многослойной печатной платы.

Исходя из [4] rcb-файлу может быть присвоено обозначение, состоящее из обозначения чертежа детали или сборочной единицы (в случае если изображения слоев приведены на сборочном чертеже многослойной печатной платы) и кода документа (например Т5М). Следовательно, обозначение rcb-файла может выглядеть таким образом:

АБВГ.758XXX.XXX Т5М

или

АБВГ.6872XX.XXX Т5М.

Руководствуясь [1] при автоматизированном методе конструирования, в комплект конструкторской документации можно включать документы на носителях данных, определяющих конструкцию и метод изготовления печатных плат. При этом все документы на носителях данных записываются в спецификацию сборочной единицы. Если принять во внимание примеры оформления и требования к оформлению спецификаций согласно [5], то rcb-файл можно записать в раздел "Документация" с указанием в графе "Обозначение" — обозначения rcb-файла, в графе "Наименование" — наименования rcb-файла в соответствии с [4], в графе "Формат"... И вот тут возникает вопрос, как должно быть организовано создание и ведение архива технической документации предприятия и управление его документооборотом.

Ответ на этот вопрос, конечно же, есть. На предприятии должна существовать развитая локальная сеть, пакеты сквозного проектирования (в данном случае — печатных плат) и система для создания и ведения архива технической документации и управления документооборотом предприятия. В составе такой системы имеется сервер, который и является основным связующим звеном, обеспечивающим хранение и обращение документации [6].

Однако не все предприятия готовы или имеют возможность приобрести такую систему. Тогда на пере-

ходный период может быть организован документооборот в электронном виде с использованием съемных носителей данных, например компакт-дисков. В таком случае, возвращаясь к форме записи rcb-файла в раздел "Документация", в графе "Формат" ставится звездочка со скобкой (\*), а в графе "Примечание" — \*) и вид носителя данных, например ГМД (гибкий магнитный диск), CD (компакт-диск) или др. После rcb-файла в раздел "Документация" предлагается записывать информационно-удостоверяющий лист (код документа — УЛ) к rcb-файлу. При этом в графе "Примечание" напротив обозначения информационно-удостоверяющего листа делается запись "Размножить по особому указанию". Информационно-удостоверяющий лист оформляется и согласовывается в соответствии с [7], ему присваивается обозначение, которое соответствует обозначению rcb-файла с добавлением кода УЛ, например АБВГ.758XXX.XXX Т5М-УЛ или АБВГ.6872XX.XXX Т5М-УЛ.

В случае если на одном носителе данных расположены несколько rcb-файлов, рекомендуется выпускать один УЛ на все rcb-файлы, помещенные на этом носителе. Обозначение такого УЛ — в соответствии с [7]. Также рекомендуется оформлять ведомость электронных документов (ВДЭ) в соответствии с [8], если в разделе более трех rcb-файлов.

Подлинник rcb-файла на носителе данных должен храниться в архиве подлинников. Носитель данных с записью должен иметь этикетку, оформленную по [9].

\*\*\*

Предложенный подход к оформлению чертежей печатных плат в условиях автоматизированного проектирования позволит значительно упростить документацию и упорядочить документооборот. При этом важным является то, что это не противоречит действующим стандартам и может быть использовано при разработке любых изделий, в том числе и спецтехники.

#### ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. ГОСТ 2.417—91. ЕСКД. Платы печатные. Правила выполнения чертежей.
2. ОСТ 4.010.022—85. Платы печатные. Методы конструирования и расчета.
3. ГОСТ 23751—86. Платы печатные. Основные параметры конструкции.
4. ГОСТ 2.123—83. ЕСКД. Комплектность конструкторских документов на печатные платы при автоматизированном проектировании.
5. ОСТ 4.000.030—85. Конструкторская документация. Выполнение спецификаций.
6. Голышева А. Система управления документооборотом при производстве электронных модулей //Chip News.— 2002.— № 5.— С. 58—61.
7. ГОСТ 2.051—2006. ЕСКД. Электронные документы. Общие положения.
8. ГОСТ 2.106—96. ЕСКД. Текстовые документы.
9. ГОСТ 27781—88. Система обработки информации. Магнитные носители данных с записью. Правила выполнения этикетки.