

# Секреты работы в CAM350

**Так уж исторически сложилось, что программа CAM350 очень популярна в России, так как ранее ее облегченная версия поставлялась с различными пакетами проектирования печатных плат. Сейчас компания DownStream Technologies предоставляет этот продукт как автономное приложение, обеспечивающее клиентов мощным набором функций, объединенных в рамках современного пользовательского интерфейса. Программа достаточно проста в освоении, но наилучший результат достигается, когда ее внедрение проходит под руководством опытных специалистов.**

**Владимир Соколов**

sales@eurointech.ru

Уже более года ведет работу учебный центр, организованный на базе компаний «Евроинтех» (Москва) и НПП «Автоматика Сервис» (Чебоксары). Здесь готовят специалистов, занимающихся производством печатных плат и использующих в своей работе программный пакет CAM350. За это время несколько десятков инженеров и технологов смогли существенно повысить уровень своих профессиональных знаний и освоить легальное программное обеспечение. В процессе обучения рассматривались разнообразные вопросы подготовки фотошаблонов, но некоторые из них встречались наиболее часто. В данной статье мы хотели бы рассмотреть наиболее важные из них.

## Выравнивание слоев в CAM350

Невыровненные слои являются типичной проблемой, которая решается в процессе подготовки фотошаблона печатной платы с помощью программы CAM350. Отсутствие совмещения слоев не только затрудняет их просмотр на экране, но и делает невозможным создание списка цепей, а также выполнение многих проверок с использованием механизма DRC.

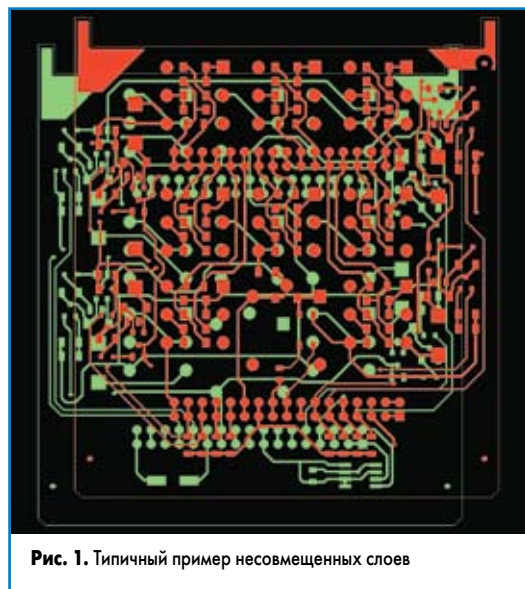


Рис. 1. Типичный пример несовмещенных слоев

В большинстве случаев невыровненные слои появляются после импорта Gerber-файлов, полученных из разных источников. В ряде случаев источником проблем совмещения становится САD-файл. Типичный вид невыровненных слоев показан на рис. 1.

Операция выравнивания слоев в CAM350 выполняется командой EDIT | LAYERS | ALIGN. Для работы команды выравнивания необходимо определить «точку выравнивания» (базовая точка, относительно которой будут выравниваться все объекты) и один (или более) «объект выравнивания», расположенный на слое, который необходимо выровнять. В качестве «объекта выравнивания» можно выбрать площадки, вершины линий и отверстия. Полигоны в качестве объектов выравнивания использовать нельзя.

Перед началом процесса выравнивания необходимо определить «точку выравнивания». Рассмотрим примеры различных точек выравнивания:

- Площадка. В данном случае точкой выравнивания будет выступать центр площадки.
- Линия. Линия может иметь 2 или более точек (конечные точки и вершины линии). Каждая из этих точек может быть точкой выравнивания.
- Полигон. Полигон не имеет определенных точек, которые можно использовать в качестве точки выравнивания.
- Отверстие. Подобно площадке, в качестве точки выравнивания будет выступать центр отверстия.

В примере, показанном на рис. 1, в качестве точки выравнивания лучше всего взять точку на линии контура платы.

Запускаем процесс выравнивания, для чего выполняем команду меню EDIT | LAYERS | ALIGN. Но прежде необходимо убедиться, что включена объектная привязка, а привязка к сетке отключена.

Включить объектную привязку можно как на панели инструментов, нажав соответствующую кнопку, так и с помощью горячей клавиши Z. Включить/отключить привязку к сетке можно последовательным нажатием горячей клавиши S или специальной кнопкой на панели инструментов.

После запуска команды выравнивания в строке состояния в левом нижнем углу окна программы CAM350 появляется информация, которая подска-



**Рис. 2.** Здесь в качестве точки выравнивания выбрана одна из вершин контура платы, расположенного на красном слое

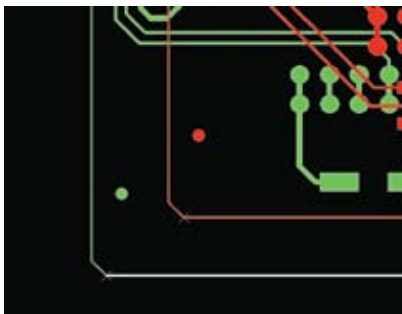
зывает пользователю, какие дальнейшие действия он должен совершить.

Подсказка “Select alignment point, Right Button to commit” указывает пользователю на то, что он должен выбрать точку выравнивания. Выполняем двойной щелчок левой кнопкой мыши на объекте, который хотим выбрать в качестве точки выравнивания, в указанном месте появляется маркер в виде крестика (рис. 2). В случае ошибочного выбора объекта точку выравнивания можно изменить, щелкнув левой кнопкой мыши по другому объекту. Маркер переместится на другой объект. Таким образом, пользователь может выбирать различные точки выравнивания, пока не определит нужную.

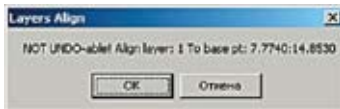
Для подтверждения окончательного выбора точки выравнивания необходимо нажать правую кнопку мыши. Нажимать можно в любом месте рабочей области экрана. Надпись в левом нижнем углу экрана должна измениться.

Теперь необходимо выделить объект, который мы хотим выровнять. Процесс выделения объекта подобен определению точки выравнивания. Выполним щелчок левой кнопкой мыши по нужному объекту.

Нажатию правой кнопки мыши подтверждаем выбор объекта. Таким же образом можно выбрать несколько объектов, поочередно щелкая по ним левой кнопкой мыши и каждый раз подтверждая выбор правой кнопкой мыши. При этом в указанных местах появляется маркер в виде крестика (рис. 3). Для завершения процесса выравнивания дважды нажимаем правую кнопку мыши. На экране появится сообщение (рис. 4), предупреждающее нас, что результат выполнения данной команды отме-



**Рис. 3.** Выбор выравниваемого объекта



**Рис. 4.** Команда выравнивания слоев не поддерживает функцию отката Undo

нить нельзя. Наждем кнопку ОК и подтвердим выполнение операции выравнивания слоев.

Стоит также отметить, что в программе CAM350 есть еще и другие команды, позволяющие выравнивать слои по различным параметрам. Например, используя команду EDIT | LAYERS | SNAP PAD TO PAD можно выровнять площадки одного слоя относительно площадок другого слоя. Смещение площадок относительно друг друга можно наблюдать, когда герберы были получены из пакета PCAD 4.5. Команда EDIT | LAYERS | SNAP PAD TO DRILL позволяет выравнивать площадки одного слоя относительно отверстий, а команда EDIT | LAYERS | SNAP DRILL TO PAD — отверстия по площадкам слоя.

### Композиция как инструмент редактирования

Композиция — это смешивание или наложение друг на друга нескольких слоев с различной полярностью, Dark или Clear. Полярность Dark означает добавление данных, а полярность Clear — вырез данных. Для более ясного представления понятия композиции

рассмотрим пример из справочной системы CAM350, показанный на рис. 5.

Берем слой с полигоном (полярность слоя Dark), второй слой с рисунком, который будет вырезан в полигоне (полярность слоя Clear), и третий слой с данными, которые будут располагаться в этом вырезе (полярность слоя Dark). В итоге, в процессе композиции этих трех слоев получаем один результирующий слой с требуемым рисунком.

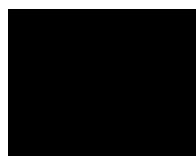
Одним из наиболее частых применений композиции в CAM350 является преобразование негативного слоя в позитивный (рис. 6).

Процесс конвертации проходит в 3 этапа:

- составить композицию (команда TABLES | COMPOSITES);
- просмотреть композицию (команда VIEW | COMPOSITES);
- преобразовать композицию в один слой (команда UTILITIES | CONVERT COMPOSITES).

Приступим к составлению композиции и выполним команду TABLES | COMPOSITES. В появившемся на экране окне Composites (рис. 7) наждем кнопку ADD, тем самым создадим новую композицию. Далее наждем кнопку 1 и выберем слой, который хотим инвертировать. В данном примере это слой L1. Кнопку Bkg (фон) переключаем в состояние Dark. Полярность выбранного слоя ставим Clear. Нажимаем кнопку ОК.

После всех проделанных манипуляций в редакторе CAM Editor ничего не изменилось. Для того чтобы посмотреть результаты компози-



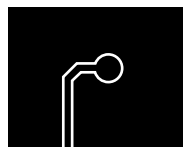
Слой с полигоном (полярность Dark)



Второй слой (полярность Clear)

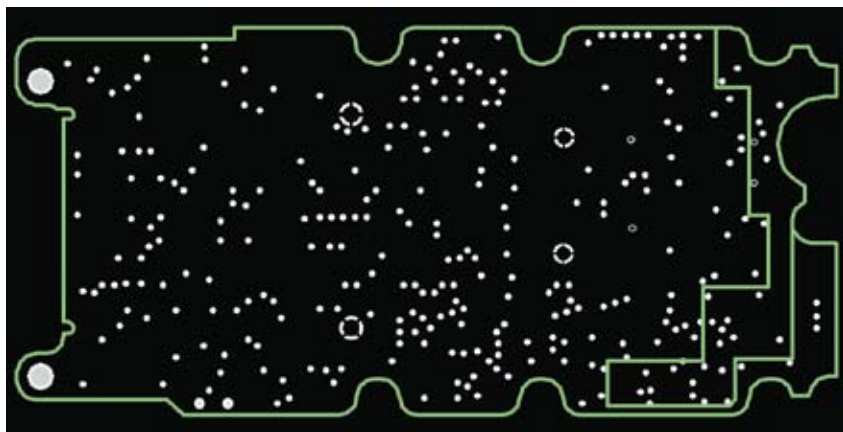


Третий слой (полярность Dark)



Результирующий слой

**Рис. 5.** Пример использования композиции нескольких слоев



**Рис. 6.** Исходные данные для получения композитного слоя

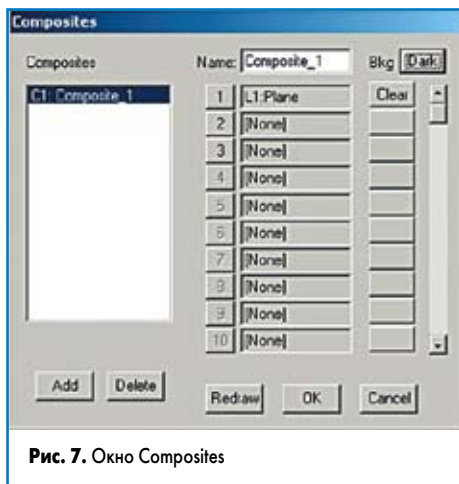


Рис. 7. Окно Composites

ции, необходимо выполнить команду VIEW | COMPOSITES.

На рис. 8 видно, что композиция составлена правильно. Для выхода из режима просмотра композиции необходимо еще раз выполнить команду VIEW | COMPOSITES.

Преобразуем нашу композицию в один слой, для этого выполним команду UTILITIES | CONVERT COMPOSITE и нажмем кнопку OK. В результате мы получаем позитивный вид слоя L1.

После конвертации композиции вокруг контура остаются лишние полигоны, которые можно удалить с помощью команды EDIT | DELETE (рис. 9).

### Создание вырезов в полигоне

С помощью операции композиции также можно добавлять в полигон новые вырезы. К полученному в предыдущем примере слою добавим новый слой и с помощью него создадим вырезы в полигоне.

Добавляем новый слой командой TABLES | LAYERS | ADD LAYERS. В новом слое командой Add | Flash добавляем площадки, которые в дальнейшем будут использоваться для создания вырезов. На рис. 10 добавленные площадки выделены красным цветом. Для создания выреза в полигоне, кроме площадок, можно также использовать линии, текст или полигоны.

Теперь необходимо создать композицию из позитивного слоя L1 и нового слоя с площадками. Открываем таблицу композиций командой TABLES | COMPOSITES. В появившемся окне Composites добавляем новую композицию, нажав кнопку ADD. Выбираем созданную композицию и определяем ее параметры (рис. 11).

Параметр Bkg переключаем в Clear, так как на этот раз мы ничего инвертировать не будем. Нажав кнопку 1, выбираем созданный позитивный слой и задаем ему полярность Dark. Нажав кнопку 2, выбираем вновь созданный слой с площадками и задаем ему полярность Clear.

Выполним команду VIEW | COMPOSITES для просмотра созданной композиции. Убедившись в правильности созданной композиции, снова переключаемся в нормальный режим просмотра.

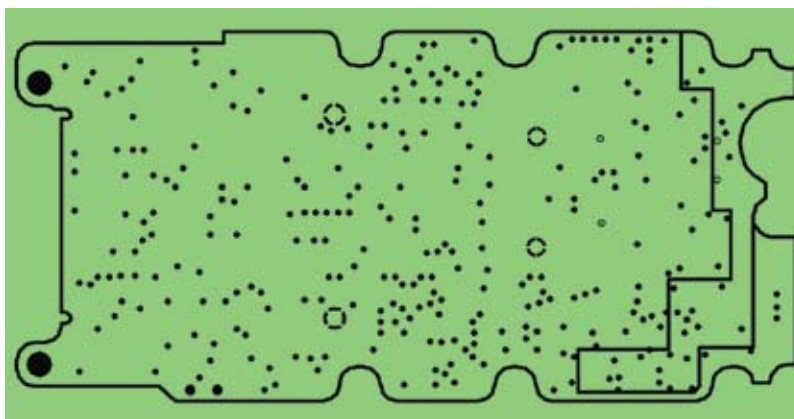


Рис. 8. Результат выполнения команды композиции

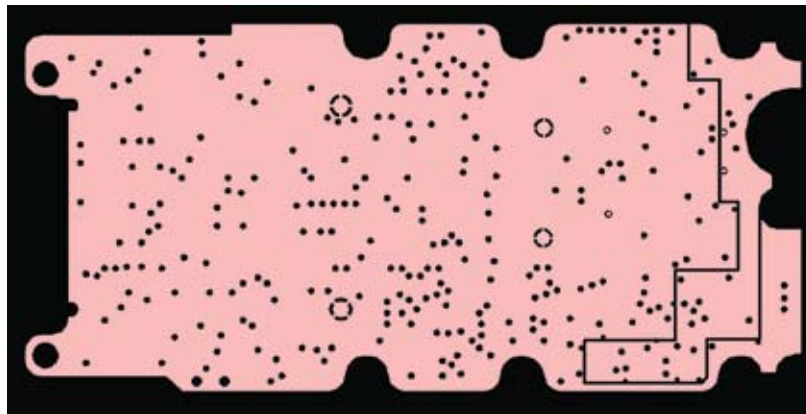
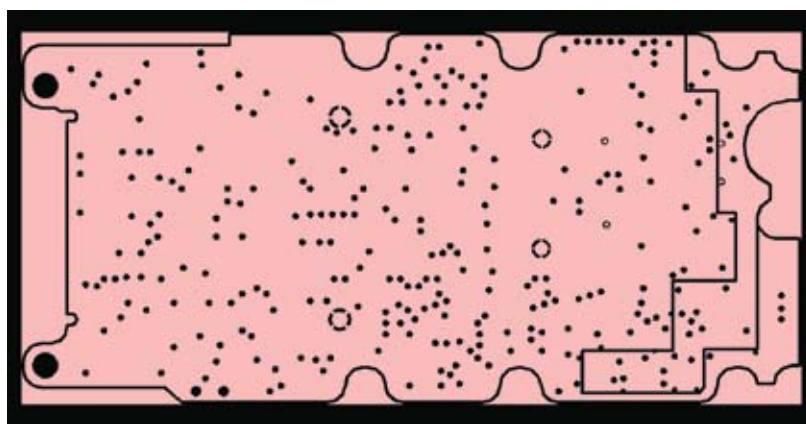


Рис. 9. Результирующий композитный слой и его отредактированный вариант

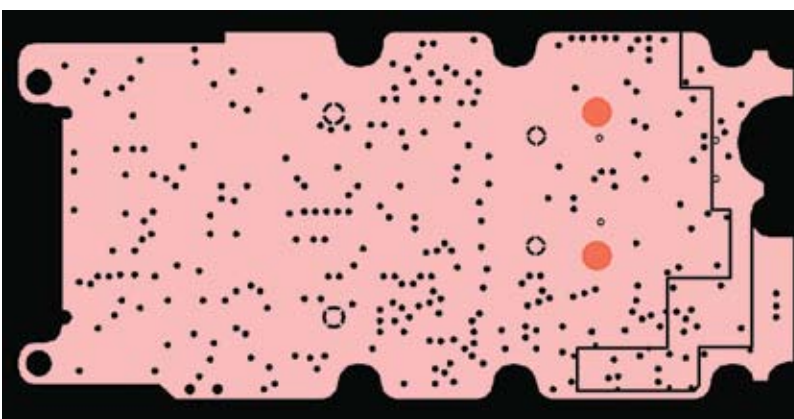
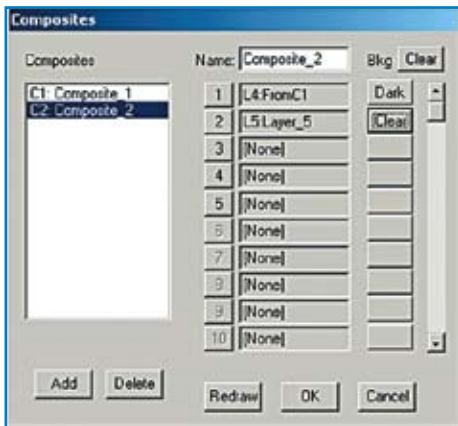
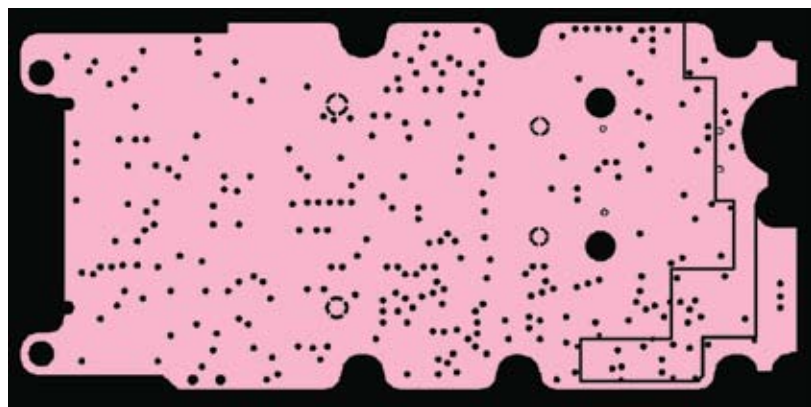


Рис. 10. Площадки, которые будут использованы для формирования вырезов


**Рис. 11.** Задание параметров второй композиции

**Рис. 12.** Композитный слой с двумя добавленными вырезами

Запускаем команду UTILITIES | CONVERT COMPOSITE. Только сейчас мы выбираем COMPOSITE\_2 в списке композиций (по умолчанию всегда показана первая композиция). После нажатия кнопки ОК создается новый слой с двумя новыми вырезами (рис. 12).

### Увеличение зазоров

Мы изучили, как преобразовывать негативный слой в позитивный, а также как добавлять новые вырезы к имеющемуся полигону. Давайте рассмотрим еще один пример использования композиции — это увеличение зазора в термальной площадке. Для упражнения нам понадобятся три слоя: основной слой с полярностью Dark, слой с площадками, которые будут создавать новый вырез в полигоне (полярность Clear), и слой с новыми термальными площадками, которые будут находиться в этих вырезах (полярность Dark).

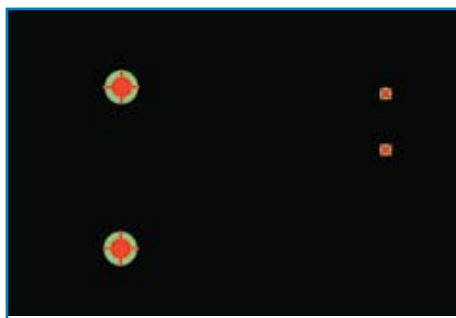
Существуют несколько способов создания этих слоев, но лучше всего создавать их из исходных данных. Рассмотрим этот способ на примере нашего негативного слоя. В преобразованном позитивном слое увеличим вырезы под некоторые термальные площадки.

Создаем два новых слоя. Копируем с исходного негативного слоя площадки, у которых мы хотим увеличить зазор, в новый слой. Определяем размеры термальных площадок. Внешний диаметр большой площадки — 2,54 мм, а внутренний диаметр — 1,9 мм. У маленькой площадки эти размеры будут 0,89 и 0,67 мм соответственно. Теперь копируем эти площадки на второй новый слой.

Открываем таблицу апертур командой TABLES | APERTURES и добавляем новые круглые D-коды размером 2,54; 1,9; 0,89 и 0,67 мм. Следующим шагом преобразуем термальные площадки в новых слоях в окружности командой EDIT | CHANGE | DCODE. На первом новом слое преобразуем площадки в окружности диаметром 2,54 и 0,89 мм. На втором новом слое — диаметром 1,9 и 0,67 мм.

Используя команду UTILITIES | OVER/UNDERSIZE, увеличиваем размеры площадок на вырезающем слое на 20%. Также это можно было сделать с помощью команды CHANGE | DCODE.

Редактировать размер площадок напрямую в таблице апертур можно только в том случае,


**Рис. 13.** Предварительно созданные термальные площадки

если вы уверены, что этот D-код больше нигде в проекте не используется.

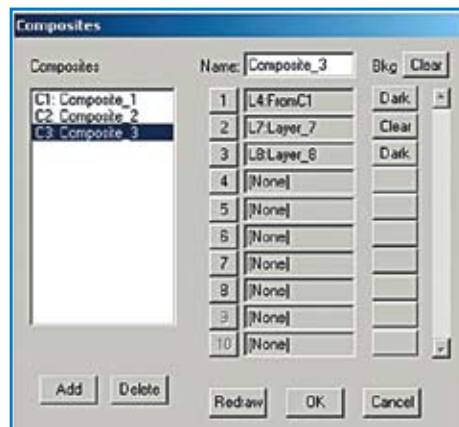
Далее вручную создадим термальные площадки на втором слое. Для этого добавим линии к существующим площадкам (ширина линий 0,25 и 0,15 мм), используя объектную привязку (рис. 13).

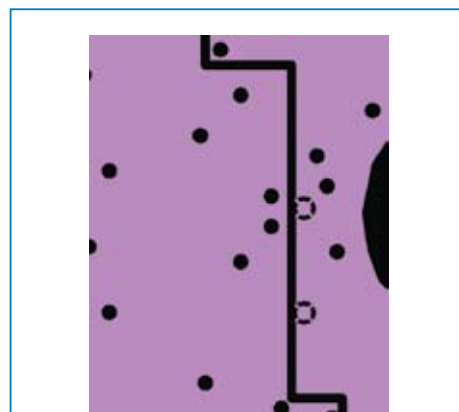
Создадим новую композицию с именем Composite\_3 и настройками, как показано на рис. 14.

Параметр Bkg переключаем в Clear, так как на этот раз мы опять ничего инвертировать не будем. Нажав кнопку 1, выбираем созданный позитивный слой и задаем ему полярность Dark. Нажав кнопку 2, выбираем слой с площадками и задаем ему полярность Clear. Нажав кнопку 3, выбираем слой с линиями и задаем ему полярность Dark.

Выполним команду VIEW | COMPOSITES для просмотра созданной композиции. Убедившись в ее правильности, снова переключаемся в нормальный режим просмотра. Запускаем команду UTILITIES | CONVERT COMPOSITE и выбираем в списке композиций имя COMPOSITE\_3. После нажатия кнопки ОК мы получим новый позитивный слой с увеличенным вырезом в термальных площадках (рис. 15).

Необходимо помнить, что данный вид редактирования может создать непредвиденные проблемы. Например, в нашем примере за счет увеличения зазора нарушились две связи площадки с полигоном (рис. 16). Поэтому нужно очень внимательно использовать данный метод и после этого обязательно проводить верификацию проекта и выполнять DRC-проверку.


**Рис. 14.** Задание параметров третьей композиции

**Рис. 15.** Результат обработки термальных площадок

**Рис. 16.** Неправильное формирование термальных контактных площадок

Для устранения возникшей проблемы здесь необходимо повернуть термальные площадки на  $45^\circ$ , в этом случае связь с полигоном будет осуществляться через три проводника, что вполне достаточно для надежного соединения.

Также с помощью композиции можно подрезать проводники, площадки и полигоны. Например, можно быстро подрезать контактную площадку в месте, где не выполняется требование по минимальному зазору. В этом случае можно задать такие параметры конвертации, при которых после подрезания площадка не будет преобразована в растровый полигон, а останется площадкой типа Flash. Это крайне важно, например, при формировании списка цепей командой UTILITIES | NETLIST EXTRACT.

Имеет смысл рассмотреть еще один часто используемый случай применения композиции. Как известно, одним из требований производителя печатных плат является минимальное расстояние от края платы до проводящего рисунка. При обработке платы фрезерованием это расстояние должно быть равным 0,2–0,3 мм, для скрайбирования — 0,4 мм и более. Зачастую это требование не выдерживается. Особенно часто близко к краю платы располагают полигоны, которые в процессе подготовки платы к производству необходимо либо сместить, либо подрезать.

Как раз в этом случае лучше всего полигон подрезать с помощью композиции. Это более быстрый и удобный способ, чем смещать

каждую сторону полигона командой EDIT | MOVE VTX/SEG. При частом использовании данного метода имеет смысл автоматизировать этот процесс, чтобы каждый раз не проделывать вручную однотипные операции. Написанный макрос позволит существенно сократить время обработки файла.

Вот только некоторые примеры использования композиции в CAM350. На самом деле это очень мощный инструмент редактирования, который существенно упрощает выполнение многих операций.

#### Литература

1. [http://www.eurointech.ru/learn\\_cam350](http://www.eurointech.ru/learn_cam350)