



*Технические рекомендации  
для проектирования печатных плат  
предназначенных для  
автоматизированного монтажа  
электронных компонентов.*

## 1. Введение

Настоящий документ определяет общие технические требования для проектирования печатных плат с использованием электронных компонентов, предназначенных для поверхностного монтажа. При составлении документа использовались рекомендации стандарта IPC-782.

Помимо общих требований, изложенных в ГОСТ 23.751-86, данные рекомендации, учитывающие особенности оборудования RCM Group, позволят избежать ошибок при проектировании печатных плат.

## 2. Технические характеристики линии поверхностного монтажа

Производственная линия включает:

- полуавтоматический трафаретный принтер для нанесения паяльной пасты EKRA E1;
- установщик компонентов Siemens SIPLACE CF с комбинацией одиночной прецизионной и высокоскоростной 6-насадочной револьверной головками, позволяющими сочетать высокую точность позиционирования компонентов с высокой производительностью;
- установщик компонентов Siemens SIPLACE CS с двумя высокоскоростными 6-насадочными револьверными головками высокой производительности.
- инспекционный конвейер ASYS;
- конвейерную конвекционную 5- зонную печь оплавления RENM, позволяющую использовать сложные температурные профили пайки;
- пост оптического контроля, оборудованный системой визуального контроля Mantis.

Использование трафаретов, изготовленных из высококачественной стали, по технологии лазерной резки позволяет достигнуть высокого качества нанесения паяльной пасты на плату.

Оборудование, входящее в линию поверхностного монтажа, позволяет устанавливать компоненты от типоразмера 0402 до 55,0x55,0 из питателей различного типа со скоростью до 30000 комп./ час с точностью от +/- 50 мкм.

Использование современного оборудования для установки SMT (SMT - surface mount technology) элементов совместно с высококачественными расходными материалами позволяет сочетать высокую скорость и качество установки компонентов на печатные платы.

## 3. Типовой технологический процесс подготовки печатной платы к автоматизированному монтажу

Процесс подготовки печатной платы к автоматизированному монтажу можно разделить на несколько этапов:

- проверка печатной платы на соответствие требованиям для поверхностного монтажа компонентов;
- установка реперных знаков;

- создание технологической заготовки (панели из плат), с учетом технических характеристик монтажного оборудования, количества плат в заказе, особенностей изготовления и стоимости трафарета, и т. д.;
- размещение «технологических зон» на панели;

Процесс подготовки печатной платы к автоматизированному монтажу, как правило, производится силами технического отдела. При необходимости, количество плат в панели и её вид согласуется с заказчиком.

Желательно, чтобы предоставленный заказчиком файл содержал одиночную плату.

#### 4. Требования к проектированию печатных плат предназначенных для автоматизированного монтажа поверхностно-монтажных компонентов

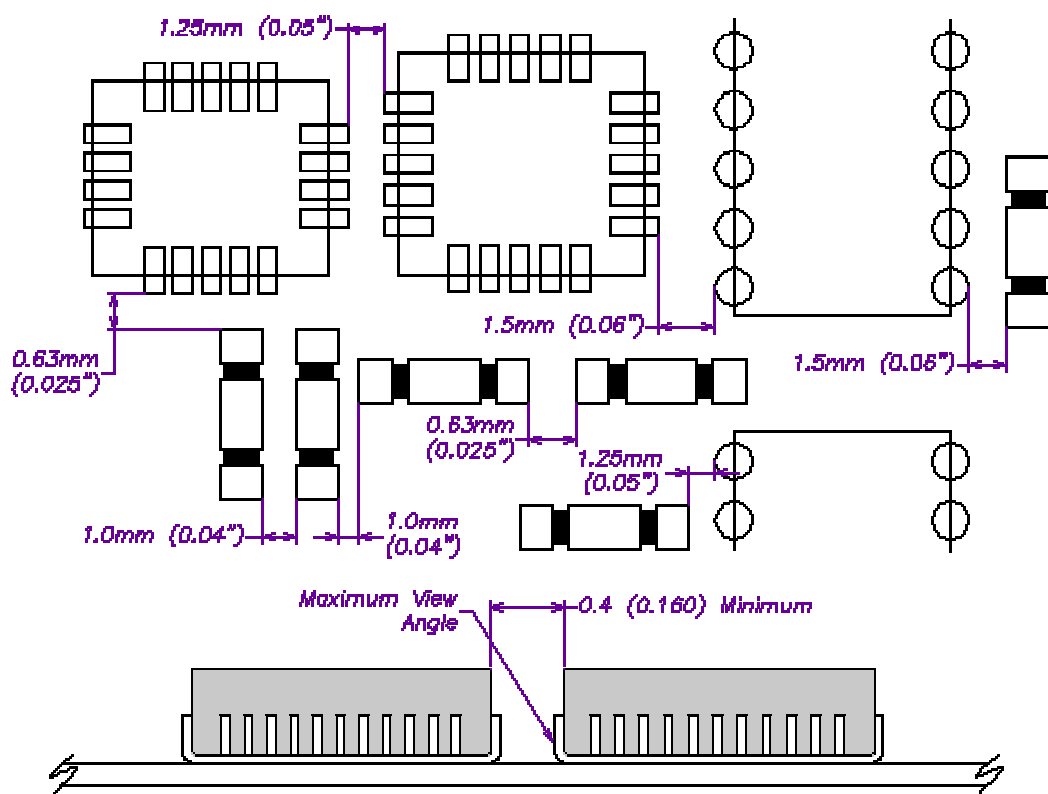
##### 4.1 Размещение компонентов и печатных проводников на поверхности печатных плат

- все поверхностно-монтажные компоненты желательно размещать на одной стороне платы. В случае если это условие выполнить невозможно, следует разделить компоненты на «легкие» и «тяжелые» и размещать их на разных сторонах платы. Например, пассивные компоненты, разместить на одной стороне, микросхемы на другой;

- размеры площадок должны соответствовать рекомендуемым для данного типоразмера корпуса (информацию о размерах площадок можно уточнить в тех. документации на компонент либо в стандарте IPC-782);

- зазоры между компонентами должны быть не менее указанных на рис. 1

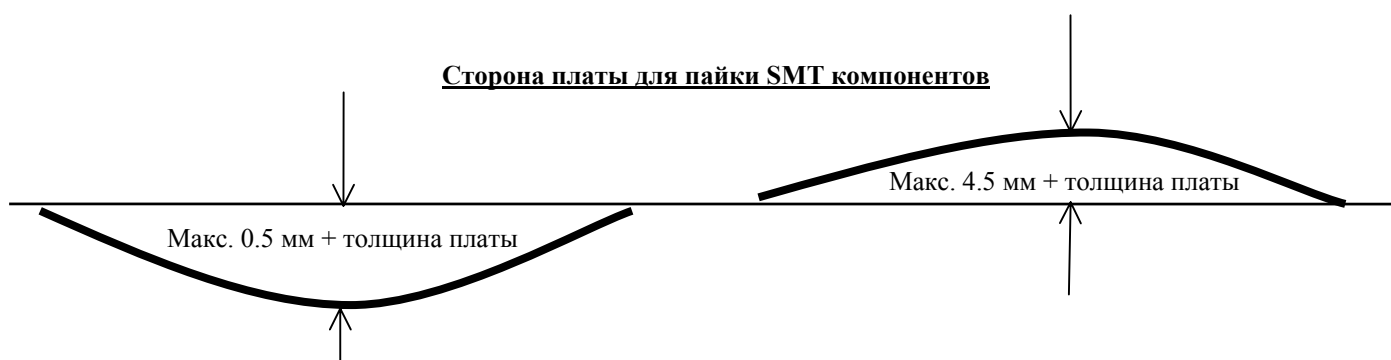
Рис.1 Минимальные зазоры между компонентами.



\* По согласованию с Техническим отделом допускается минимальное расстояние между компонентами  $0.3\text{mm}$ .

- компоненты должны располагаться не ближе 1.25 мм от края заготовки;
- ориентация компонентов на плате не имеет такого принципиального значения, как при пайке волной, так как на нашем производстве используется технология пайки оплавлением;
- полярные компоненты желательно ориентировать одинаково;
- желательно, чтобы максимальное число компонентов имели одинаковый типоразмер корпуса. Например: резисторы и конденсаторы - 0805. Подбор компонентов подобным образом позволяет установщикам с револьверными головками достигнуть максимальной производительности;
- поворот компонента вокруг своей оси с дискретностью в 1 градус;
- максимальная высота компонента 20 мм;
- максимальный вес компонента 25 г;
- для компонентов с шагом выводов 0.5 мм и менее по возможности оставлять место (по диагонали компонента либо по центру) для размещения локальных реперных знаков;
- деформация заготовки платы не должна превышать величин указанных на рис. 2

Рис. 2 Допустимая деформация заготовки платы.



- для предотвращения деформации платы в процессе производства платы и монтажа при нагреве в печи, полигоны на внешних и внутренних слоях (для многослойных плат) необходимо размещать равномерно по поверхности платы и выполнять их в виде сетки из проводников;
- проводники и переходные отверстия, размещенные под компонентами, должны быть закрыты защитной маской;
- переходные отверстия, находящиеся под корпусами BGA, должны быть закрыты защитной маской;
- расстояние от края неметаллизированного отверстия до контактной площадки или проводника должно быть не менее 0.5 мм;

#### 4.2 Соединение проводников с площадками SMT

Для уменьшения оттока тепла от контактных площадок при пайке (для исключения появления «холодных» паек) необходимо:

- использовать узкие проводники, соединяющие непосредственно контактную площадку и широкий проводник, как показано на рис. 3.

Ширина подводящего «узкого» проводника выбирается в зависимости от класса точности платы и от проходящего по нему тока.

Рис. 3 Примеры подвода широких проводников к контактным площадкам.



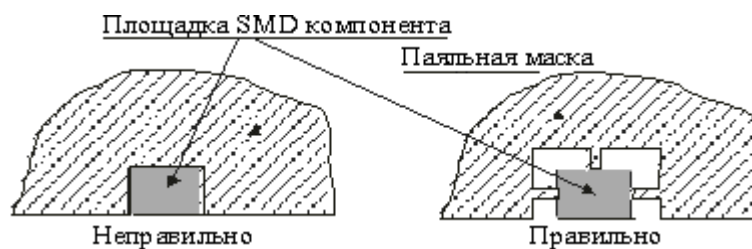
- все перемычки между ножками SMT микросхем должны находится вне зоны пайки:

Рис. 4 Примеры подвода проводников к площадкам микросхем.



- площадки SMT компонентов, находящихся на больших полигонах, должны быть отделены от полигона перемычками («термальный контакт») рис. 5.

Рис. 5 Примеры размещения площадок SMT компонентов на больших полигонах



- вокруг контактной площадки нанести маску, которая будет препятствовать перемещению расплавленного припоя вдоль проводника.

#### 4.3 Рекомендации по выполнению переходных отверстий

Во многом качество монтажа поверхностно-монтируемых компонентов зависит от правильного выполнения переходных отверстий. Неправильное размещение переходных отверстий относительно площадок SMT компонентов является распространенной ошибкой разработчиков.

- не допускается располагать переходные отверстия на контактных площадках компонента;

Приведенный ниже рисунок (рис. 6) демонстрирует рекомендуемое расположение переходных отверстий и контактных площадок.

Рис. 6 Примеры расположения переходных отверстий.



#### 4.4 Рекомендации по выполнению маркировки на плате

- маркировка на плате выполняется методом шелкографии либо в слое проводников;
- графические и позиционные обозначения компонентов должны отражать полярность и ориентацию компонентов на плате;
- в случае необходимости на плате предусматривается место для нанесения даты изготовления платы и класса горючести;
- маркировку, выполненную методом шелкографии желательно располагать только по областям платы, покрытых защитной маской;
- элементы маркировки компонентов расположенных рядом друг с другом не должны пересекаться и накладываться друг на друга.

Следует учитывать, что элементы маркировки, попадающие на площадки открытые от маски и покрытые финишным покрытием (ПОС-61, иммерсионное золото и д.р.) наноситься не будут.

#### 5. Требования к технологической заготовке основания печатной платы

Перед запуском платы, предназначенной для автоматизированного монтажа, в производство из одиночной платы создается технологическая заготовка в виде панели из плат либо одиночной платы с технологическими зонами (полосами).

- размер заготовки должен быть не более 300.0 x 412.0 мм;
- рекомендуемый размер заготовки 250.0 x 350.0 мм;
- толщина листа заготовки платы 0.5 – 4.5 мм;
- не допускается белый и жёлтый цвет масочного покрытия;
- максимальный вес заготовки печатной платы 3 кг;

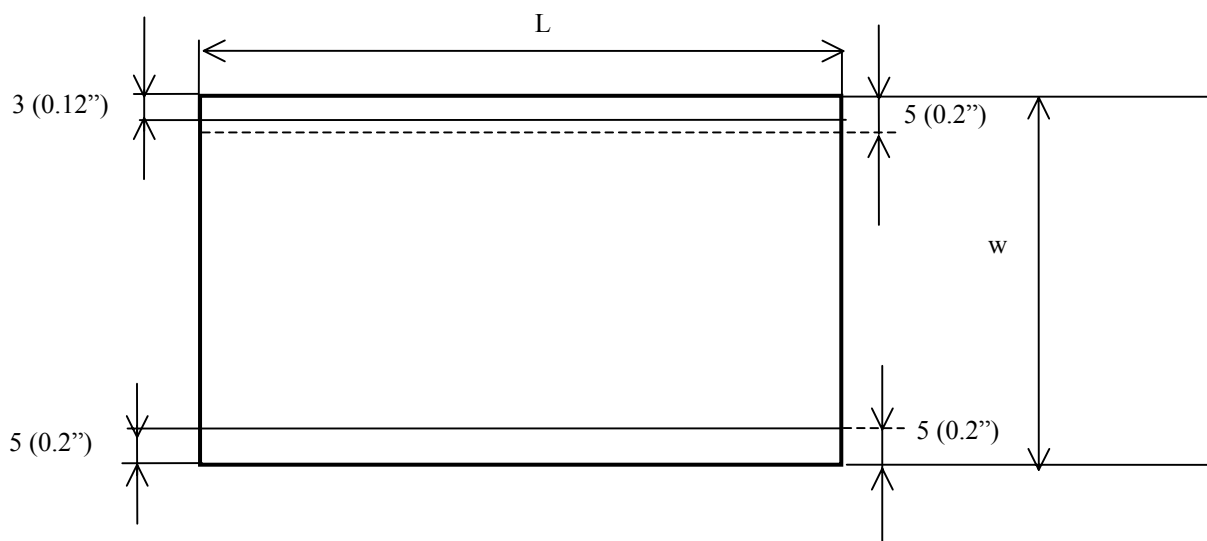
##### 5.1 Технологические зоны

Технологические зоны (рис. 7) одновременно выполняют несколько функций:

- используются для фиксации заготовки в трафаретном принтере (при нанесении паяльной пасты), на линии по автоматической установке компонентов;
- позволяют размещать компоненты практически у самого края платы;
- используются для размещения реперных знаков;

- используются для придания дополнительной жёсткости заготовке при ее маленькой толщине и наличии в ней большого числа внутренних вырезов.

Рис. 7 Технологические зоны.



Технологические зоны, как правило, располагаются вдоль длинной стороны заготовки и имеют ширину 5 мм. По краям технологических зон имеются отверстия диаметром 3.3 мм для фиксации заготовки в трафаретном принтере. От заготовки технологические зоны разделяются методом скрайбирования либо мостиками.

В случае, если применение технологических зон недопустимо, на плате должны быть предусмотрены области свободные от компонентов и соответствующие характеристикам технологических зон.

## 5.2 Реперные знаки (Метки отсчета, Fiducial Marks)

Метка отсчёта является центром системы координат на этапе сборки платы. Она позволяет оборудованию автоматизированной линии установки компонентов корректировать погрешности измерения текущих координат, накапливающиеся в процессе автоматической установки компонентов на плату.

Существует два вида меток начала отсчета: глобальные (Global fiducials) и локальные (Local fiducials).

- глобальные метки используются для всей платы или, в случае нескольких плат объединённых в панель, для привязки всей панели. Требуется минимум две глобальных метки, обычно расположенные в диагонально-противоположных углах платы на максимально возможном друг от друга расстоянии. Глобальные метки должны быть на всех слоях, содержащих компоненты.

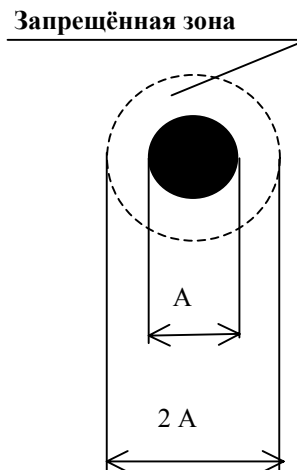
- локальные метки используются для привязки конкретного компонента (обычно с большим количеством выводов и маленьким шагом между ними) для вычисления координат (X,Y offsets). Локальные метки отсчёта, располагаются обычно по диагонали, на периметре области, занимаемой данным компонентом. В случае нехватки свободного места допускается использовать одну локальную метку отсчета предпочтительно в центре, занимаемой компонентом области.

Все метки располагаются вне запрещённых зон для проводников и компонентов.

Для нашего оборудования предпочтительно применять метки отсчета в форме закрашенного круга,  $A = (0.8...3.0)\text{мм}$  ( $0.03"...0.12"$ ) (рис. 8). Рекомендуемый размер "А" метки отсчёта - 1.0 мм.

На печатной плате (на панели) метки отсчёта должны быть одной формы и размера. Допускается глобальные метки делать большего размера, чем локальные.

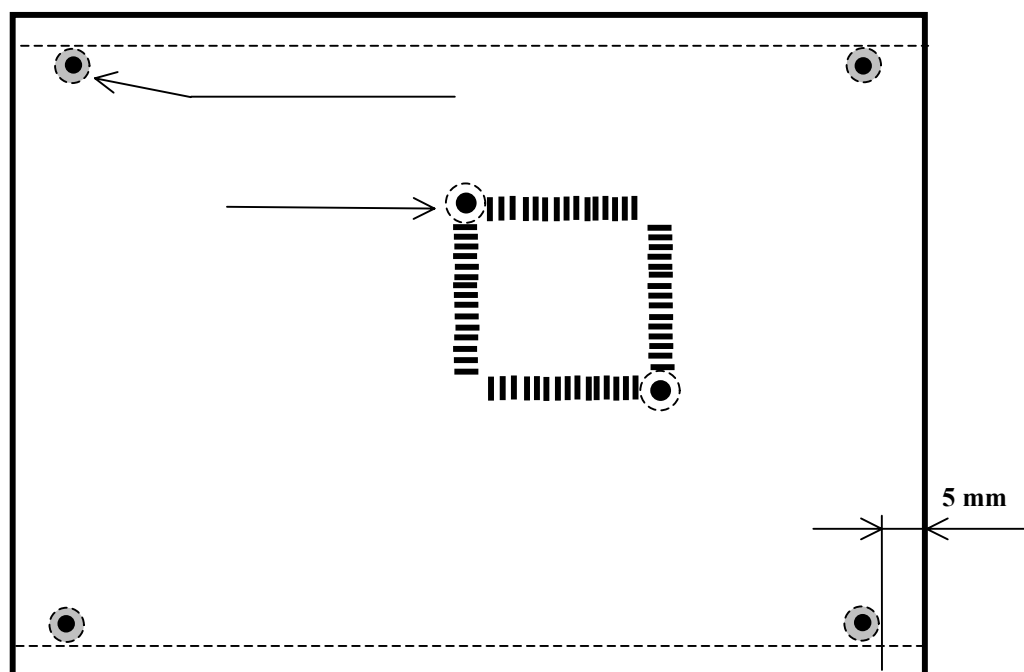
Рис. 8 Применяемые метки отсчёта.



Вокруг метки должна быть запрещённая зона для проводников, компонентов и защитной маски. Все метки должны быть изображены в слое проводников. Метки должны быть освобождены от маски и иметь гладкое, хорошо отражающее свет, металлическое покрытие (никель, сплавы олова, серебро,...). Между метками и краем платы должно быть расстояние не менее 5.0 мм (0.2") плюс ширина запрещённой зоны.

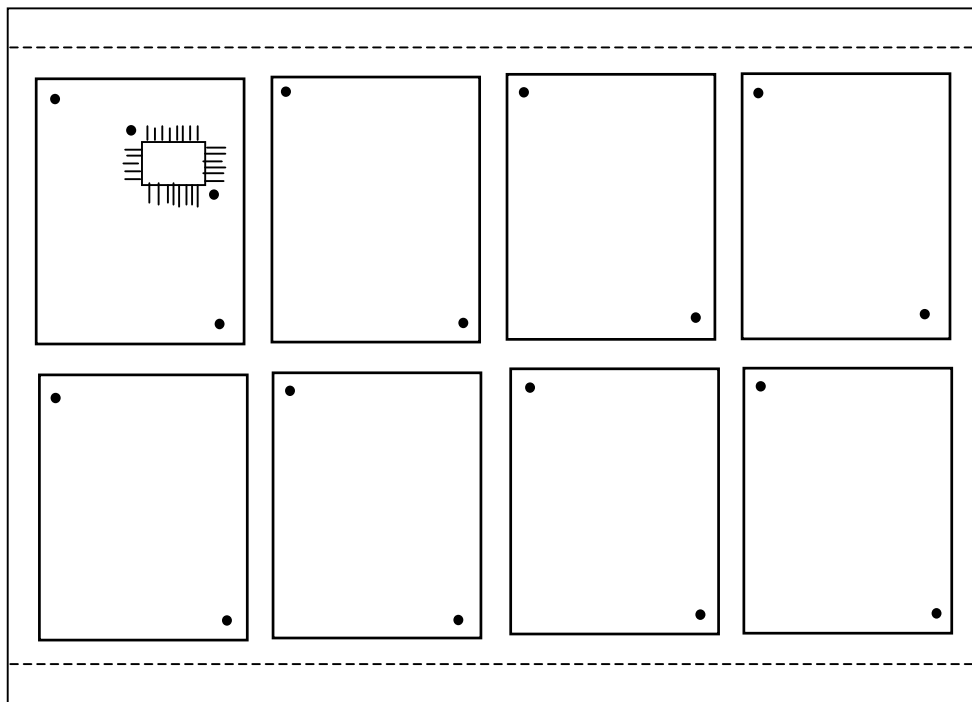
Рекомендуется размещать метки в точках, как показано на рис.9.

Рис.9 Пример размещения меток отсчёта.



Как уже было сказано выше, в случае необходимости, одиночные платы объединяются в панель.

Рис. 10 Пример расположения нескольких плат на одной заготовке.



Расстояние между платами должно соответствовать требованиям применяемой технологии разделения плат: фрезерованию (рис. 11), процарапыванию по контуру (скрайбированию рис. 12).

Рис. 11 Пример разделения плат фрезерованием.

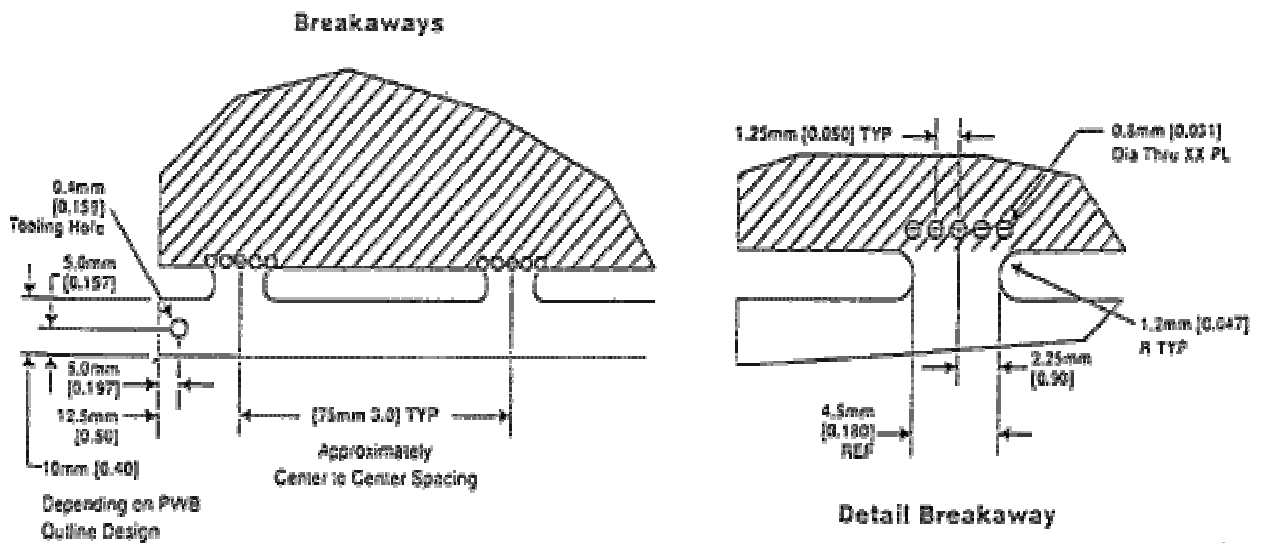
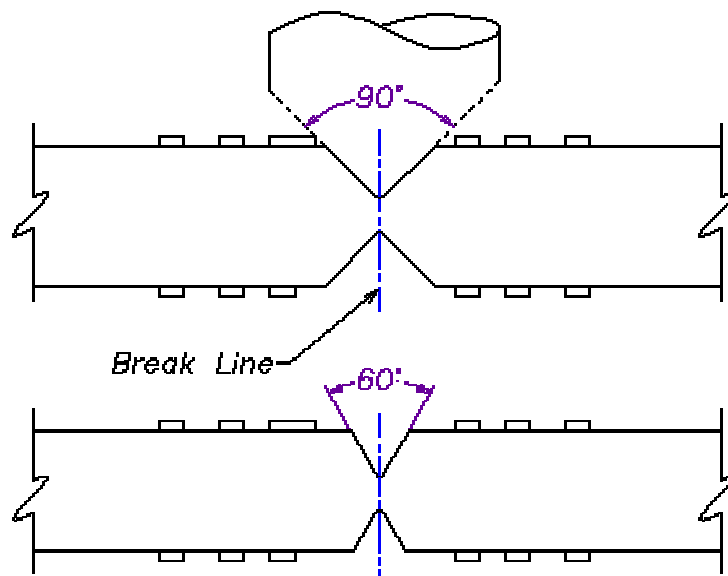


Рис. 12 Пример разделения плат скрайбированием.



Линии разлома должны, с одной стороны, обеспечивать достаточную прочность панели с платами при нанесении паяльной пасты и установке компонентов, и с другой стороны, обеспечивать гарантированное разделение готовых плат при разламывании.

## 6. Техническая документация

Предоставляемая заказчиком техническая документация должна содержать:

- файл (файлы) проекта;
- заполненный бланк заказа (бланк можно загрузить с нашего сайта [www.rcmgroup.ru](http://www.rcmgroup.ru));
- монтажную схему устанавливаемых компонентов. В случае если предполагается нестандартная установка компонентов (приклеивание или пайка корпуса элемента к плате, установка компонентов в различных исполнениях корпусов и т.д.), информация об этом должна присутствовать на монтажной схеме (это же относится и к монтажу выводных компонентов);
- спецификацию, с указанием наименования компонентов, их позиционных обозначений на плате, номиналов и типов корпуса.

В заключении хотелось бы еще раз обратить внимание на то, что неправильно подготовленные файлы проекта и технической документации усложняют, а иногда и делают невозможным проведение монтажных работ.