



СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ НАНЕСЕНИЯ ПАЯЛЬНОЙ ПАСТЫ. ТАК ЛИ УЖ ПЛОХИ ТРАФАРЕТНЫЕ ПРИНТЕРЫ?

Станислав Гафт
Павел Агафонов
lines@ostec-group.ru

- Volvo – самый безопасный автомобиль!
- Да? А кто это сказал?
- Volvo!

В последнее время в прессе и на различных семинарах активно продвигается пророчество о смерти трафаретных принтеров. В связи с этим наши Клиенты часто просят дать сравнение различных методов нанесения припойной пасты на печатные платы. В данной статье приводится обзор методов нанесения пасты через трафарет, дозатор и “каплеструйным” способом.

При сборке современных печатных узлов (ПУ) по технологии поверхностного монтажа наиболее важной операцией, с точки зрения обеспечения качества и надежности выпускаемых изделий, является операция нанесения припойной пасты. Неоднократно подтвержденные данные свидетельствуют о том, что от 60 до 80% технологических дефектов связаны именно с операцией нанесения паяльной пасты. Это и не удивительно: недостаточное количество паяльной пасты в столбике с большой степенью вероятности приведёт к неудовлетворительному качеству паяного соединения; избыточное количество – к мостикам припоя, смещению компонентов и коротким замыканиям (рис. 1).

В настоящее время основным методом нанесения паяльной пасты является трафаретный. При этом в среднесерийном и массовом производстве электроники используются только автоматические трафаретные принтеры (рис. 2).

При производстве опытных образцов, в зависимости от их сложности (размера печатного узла, плотности расположения компонентов, минимальных размеров апертур), используются полуавтоматические принтеры или ручные устройства нанесения паяльной пасты через трафарет (рис. 3).

Значительно реже, как правило, для несложных печатных узлов, используются ручные дозаторы (рис. 4).

Учитывая мировую тенденцию к сокращению сроков разработки и вывода новых изделий на рынок, наблюдается увеличение количества производимых опытных образцов. Постоянно повышающиеся требования рынка к снижению массогабаритных показателей новых изделий при увеличении их функцио-

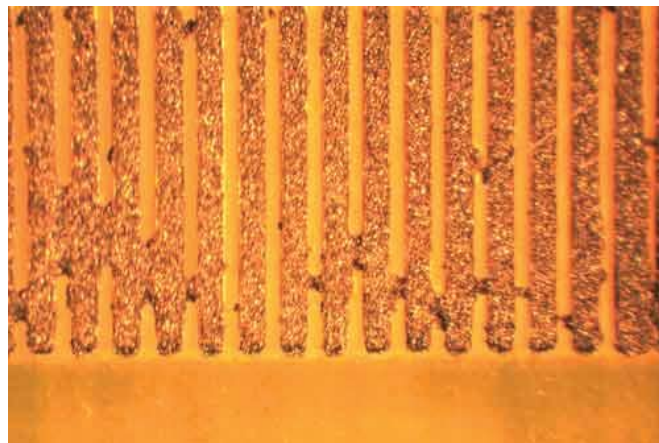


Рис. 1 Дефекты нанесения припойной пасты



Рис. 2 Автоматический трафаретный принтер



Рис. 3 Полуавтоматический трафаретный принтер

нальности заставляют разработчиков использовать современные компоненты с минимальными размерами корпусов, увеличенным количеством выводов и меньшим их шагом. При этом среднее количество апертур на печатную плату растёт, а их размеры постоянно уменьшаются.

При использовании первоклассного оборудования для нанесения паяльной пасты и трафаретов, изготовленных по современной технологии (прожигание лазером с последующей электрохимической обработкой для удаления заусенцев, гальванопластика) при наличии квалифицированного персонала и соблюдении технологической дисциплины в серийном производстве, как правило, проблемы не возникают. В последнее время появилась технология каплеустройной печати, когда припойная паста наносится на контактные площадки ПУ автоматизированным способом без использования трафарета. Учитывая, что методы как ручного, так и полуавтоматизированного нанесения пасты хорошо известны, и все их достоинства и недостатки широко освещены в информационных материалах,



Рис. 4 Ручной дозатор

остановимся на сравнении методов автоматической трафаретной печати и "каплеустройной" печати.

Для проведения сравнения методов нанесения припойной пасты на изделия высокой сложности и надежности была выбрана виртуальная тестовая плата со следующими характеристиками:

- Размер, мм 410x408
- Количество и типы корпусов установленных компонентов, шт.:
 - TQFP-100, шаг 0,5 мм 10
 - MBGA560, шаг 0,5 м 10
 - QFN64, шаг 0,5 мм 10
 - SO16, шаг 0,65 мм 10
 - SO8, шаг 0,65 мм 10
 - чип компоненты 0201 700
 - транзисторы T0220 5

(общее количество контактных площадок для нанесения припойной пасты = 8900 шт.)

- Толщина печатной платы, мм 2
- Количество плат в партии, шт 10

По результатам сравнения официальных технических характеристик с сайтов производителей оборудования была составлена сравнительная таблица.

№	Наименование показателя	Метод нанесения		Примечание
		DEK	MYDATA	
1	Точность нанесения, мкм	25	80	
2	Скорость цикла	13 сек	500 кп/сек	
3	Скорость нанесения, сек	10	15	В пересчете на одну плату
4	Встроенная 2D инспекция	есть	есть	
5	Комбинированная инспекция	есть	нет	Для вычисления объема пасты
6	Минимальный отпечаток, мкм	100	330	Диаметр нанесенной точки
7	Стоимость ТПП, руб	5000	2000	С учетом стоимости трафарета
8	Возможность нанесения на платы размером более 508 мм	есть	нет	
9	Программирование внешнее	есть	есть	
10	Квалификация сотрудника	оператор	инженер	
11	Стоимость оборудования	1	2	В условных единицах
12	Стоимость припойной пасты	1	3	В условных единицах

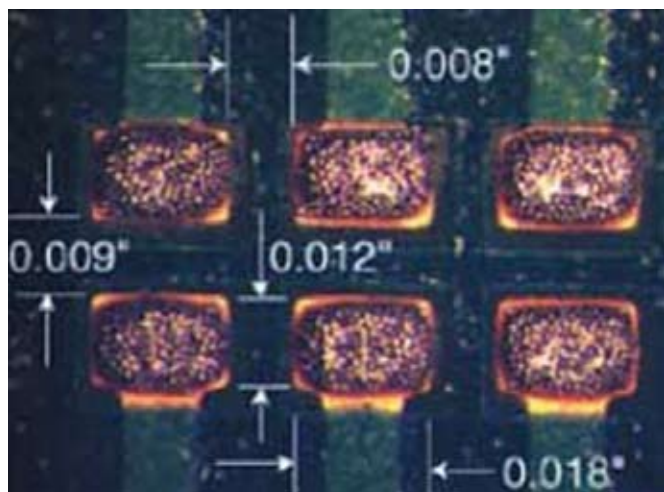


Рис. 5 Качество нанесения припойной пасты методом трафаретной печати

Высокое качество нанесения пасты методом трафаретной печати приведено на рис. 5. Возможные проблемы при нанесении припойной пасты каплеустройным методом приведены на рис. 6. Рассмотрим основные аргументы, приводимые в защиту метода “каплеустройной” печати.

1. Дизайн апертур и их расположение в значительной степени определяют качество нанесения паяльной пасты при трафаретной печати.

Качество проектирования в значительной степени определяет технологичность изделия при изготовлении. При современных подходах к проектированию с использованием эффективных САПР, корректные размеры апертур должны быть заложены в топологическом описании компонента. Точность установок, с помощью которых изготавливаются трафареты (лазерная резка, гальванопластика) составляет 5 мкм. При точности совмещения в 25 мкм и минимальном размере отпечатка в 100 мкм (характерной для первоклассных принтеров трафаретной печати) гарантируется высокое качество нанесения паяльной пасты даже для самых сложных печатных узлов с минимальными размерами корпусов и выводов применяемых компонентов. В том числе и для компонентов 01005 с шириной 200 мкм. “Каплеустройный” принтер в принципе не может быть использован для этих целей, так как минимальный размер отпечатка равен 330 мкм при точности 80 мкм (таблица 1).

2. При трафаретной печати паста может подтекать под трафарет.

При выполнении установленных требований по хранению трафаретов и ракелей, обеспечивающих их сохранность, установки

программы с заданными параметрами (проверенными в процессе технологической подготовки производства) качественная паста не может затекать под трафарет. Даже при отклонении – установке неверного давления ракелей – дефект будет немедленно обнаружен уже на первой плате и немедленно устранён. В дальнейшем повторяемость для трафаретных принтеров будет значительно выше из-за более высоких технических характеристик по точности совмещения и наличия современных методов очистки трафарета (сухая, влажная, вакуумная).

3. Расползание паяльной пасты.

Данное утверждение, мягко скажем, ошибочное: паста, используемая для метода “каплеустройной” печати, имеет гораздо более низкую вязкость. А паста с более низкой вязкостью имеет лучшую способность к растеканию по контактным площадкам и за их

При использовании первоклассного оборудования для нанесения паяльной пасты и трафаретов, изготовленных по современной технологии при наличии квалифицированного персонала и соблюдении технологической дисциплины в серийном производстве, как правило, проблемы не возникают

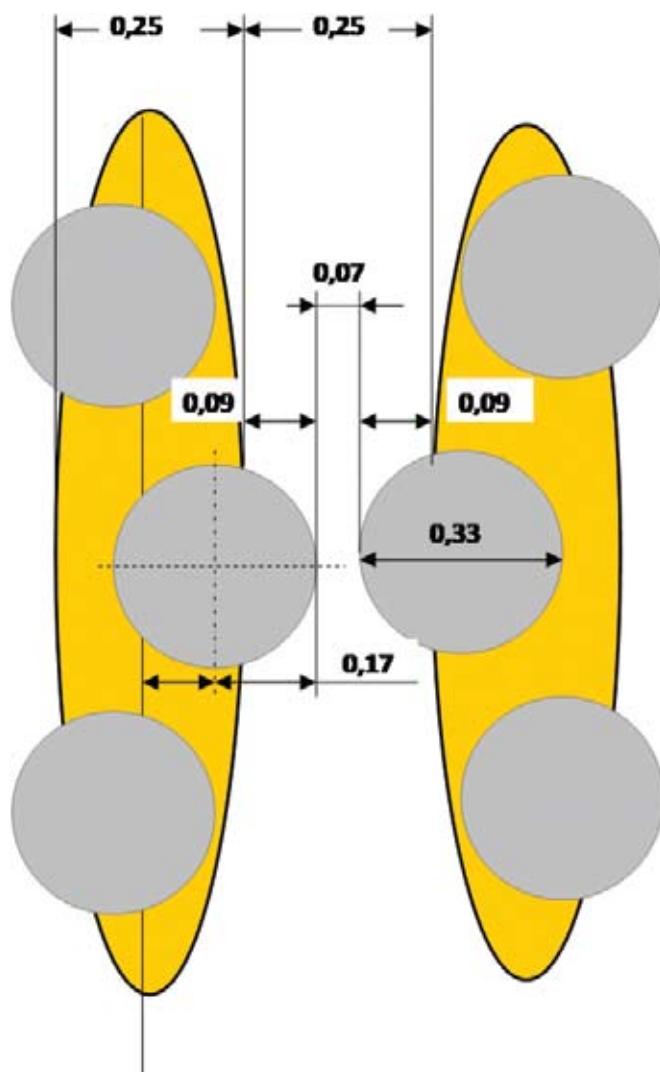


Рис.6. Проблемы, возникающие при нанесении пасты “каплеустройным” методом

пределы. Учитывая, что “каплеустройный” принтер – очень медленное устройство, трудно себе представить, чтобы паста с низкой вязкостью не начала выходить за пределы контактных площадок в процессе работы с большим печатным узлом (или групповой заготовкой), имеющим 10 000 контактных площадок. Указанное

обстоятельство повышает риск образования перемычек паяльной пасты, в том числе и под корпусами многовыводных компонентов. Кроме увеличения трудоёмкости (и себестоимости изделия) при использовании “каплеустройного” метода нанесения паяльной пасты возрастает вероятность повреждения всего дорогостоящего печатного узла при ремонте

4. На качество нанесения паяльной пасты при использовании метода трафаретной печати влияет качество защитной паяльной маски.

В современных рыночных условиях нужно очень постараться, чтобы найти изготовителя печатных плат, у которого толщина защитной маски отличалась бы более, чем на 5 мкм по всей площади заготовки. Указанные отклонения не критичны для обеспечения заданного уровня качества при нанесении паяльной пасты методом трафаретной печати.

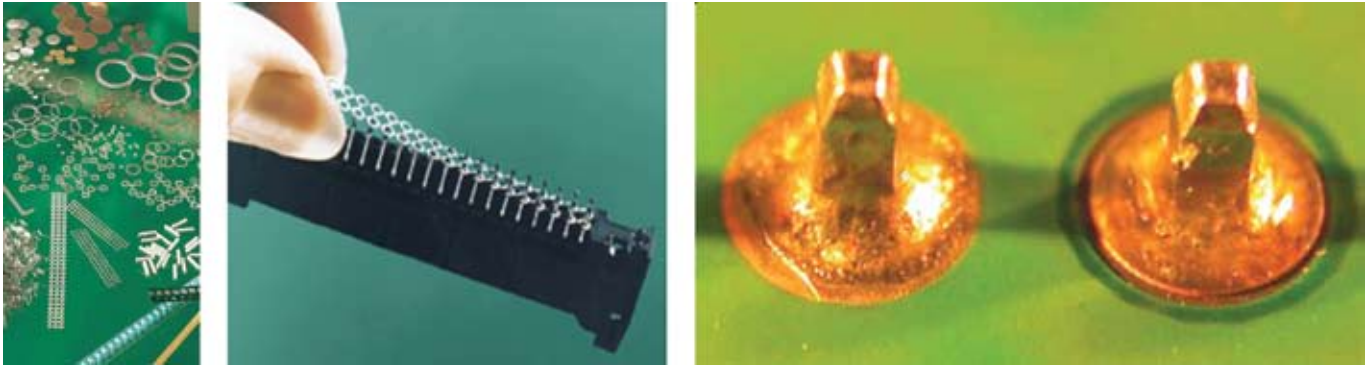


Рис. 7 Преформы (слева) обеспечивают снижение трудоёмкости при повышении качества паяных соединений (справа) для печатных узлов с конструктивными элементами (например, высокочастотными рамками, экранами) и компонентами, монтируемыми в отверстия

5. У принтера трафаретной печати низкая точность.

Голословность этого утверждения подтверждают приведенные выше данные (таблица 1): точность у трафаретного принтера выше более, чем в три раза (25 мкм против 80 мкм).

6. У принтера «каплевидной печати» высокая скорость нанесения паяльной пасты.

Устройство последовательного типа («каплевидный» принтер) не может быть быстрее параллельного (принтер трафаретной печати), для которого не имеет значения количество апертур на печатном узле. «Каплевидный» принтер может попытаться состязаться в скорости и производительности с трафаретным на очень простых платах малого размера. Для больших плат и групповых заготовок с высокой плотностью монтажа компонентов цикл нанесения паяльной пасты для трафаретного принтера будет всё те же 10 секунд, а для «каплевидного» – минуты и десятки минут. Это всё равно, что сравнивать печатную машинку и современный лазерный принтер при изготовлении копии документа.

7. Только «каплевидный» принтер обеспечивает нанесение пасты с различной высотой столбиков.

При серийном производстве изделий, требующих различного объёма и толщины паяльной пасты на контактных площадках, для трафаретных принтеров используются ступенчатые трафареты. Срок изготовления такого трафарета (вместе с доставкой) составляет от 3 до 5 рабочих дней и никак не влияет на начало монтажа, так как требуется значительно меньше времени для проведения технологической подготовки производства и поставки компонентов. Кроме того, в случае необходимости существенного увеличения количества припоя, например, при монтаже конструктивных элементов (высокочастотных рамок, экранов), компонентов, монтируемых в отверстия, используется более прогрессивная технология с применением преформ (рис. 7). При этом обеспечивается точное количество припоя в паяных соединениях и, кроме того, можно избежать разбрызгивания шариков припоя, характерных при оплавлении больших объёмов пасты (особенно с большим содержанием флюса), используемой при «каплевидной» печати.

8. «Каплевидный» принтер более эффективен с экономической точки зрения.

Очень странное утверждение. Получается, если приобрести

очень дорогое оборудование (цена «каплевидных» принтеров приблизительно в два раза выше первоклассных трафаретных) с низкой производительностью («каплевидные» принтеры могут соревноваться по скорости с трафаретными только на небольших и несложных платах с малым количеством компонентов), применяя более дорогие расходные материалы (паста для «каплевидных» принтеров стоит значительно дороже), то получится высокая экономическая эффективность применения. Думаю, что для понимания ошибочности этого утверждения не нужно специального экономического образования. А если к этому прибавить низкую точность и повторяемость «каплевидных» принтеров (80 мкм против 25 мкм у трафаретных, таблица 1), слишком большой

Объемы продаж «каплевидных» принтеров составляют доли процента от общего объема продаж оборудования для нанесения паяльной пасты

размер минимального отпечатка (330 мкм против 100 мкм, таблица 1) становится понятным, что применение их при сборке современных печатных узлов с высокой плотностью монтажа (компонент в корпусе 01005 имеет, как известно, ширину 200

мкм – меньше размера минимального отпечатка «каплевидного» принтера) приведёт к большому количеству технологических дефектов и высокой стоимости проведения ремонтов в процессе производства.

В завершение хотелось бы сказать, что «каплевидный» метод для нанесения паяльной пасты не нашел применения ни на одном серийном производстве в мире, не разрешён для использования в военной и аэрокосмической областях (такой метод даже не упоминается в NASA и MIL стандартах), возможно, в том числе и из-за разбрызгивания частиц пасты в процессе нанесения, характерного для устройств струйного типа.

Объемы продаж «каплевидных» принтеров составляют доли процента от общего объема продаж оборудования для нанесения паяльной пасты.

Разработчик технологии «каплевидного» нанесения материалов, компания Asymtek, мировой лидер в производстве дозаторов и систем селективного нанесения влагозащитных покрытий (кстати говоря, определивший тип указанного устройства, как дозатор), не рекомендует применять данный метод для нанесения паяльной пасты при поверхностном монтаже. Каплевидный метод прекрасно подходит для нанесения материалов с низкой вязкостью, таких как клеи, влагозащитные покрытия, флюсы и т.д. ■