

Системы формовки выводов планарных компонентов

Д. Корень¹, А. Гаранин²

УДК 621.979 | ВАК 2.2.2

Основным элементом любой микросхемы, который определяет качество монтажа компонента на печатную плату, являются ее выводы. Формовка выводов микросхемы – это процесс, который позволяет придать выводам нужную форму и расположение на корпусе микросхемы. Выбор формы выводов микросхем (плоские, штыревые и др.) зависит от конкретного применения микросхемы и требований к ее функциональности и электрическим параметрам. На производстве применяют различные системы формовки: автоматические, полуавтоматические, ручные. В статье представлен сравнительный анализ систем для автоматизации процесса формовки выводов планарных компонентов, поставляемых на российские предприятия.

ВВЕДЕНИЕ

Технологии формовки выводов микросхемы постоянно совершенствуются, чтобы обеспечить более надежное и эффективное соединение микросхемы с печатной платой. Раньше микросхемы разрабатывались преимущественно с применением штыревых выводов, которые запаивались в отверстия на печатной плате. Преимуществом этой технологии монтажа является ее простота, поскольку производство таких плат не требует сложного оборудования. Сегодня повсеместное распространение получила технология поверхностного монтажа (SMT, Surface Mount Technology), когда выводы микросхемы припаиваются к контактными площадкам на поверхности платы.

Для SMT-монтажа используются корпуса со следующими основными типами выводов:

- выводы типа «крыло чайки». К ним относятся компоненты в корпусах SO (SOIC), SOP, SOT, QFP;
- выводы J-типа (J-leads). Они прочнее выводов типа «крыло чайки», но крупнее по размерам;
- плоские выводы (flat leads). Такие компоненты должны храниться в специальной упаковке для предотвращения повреждения выводов. Перед монтажом на печатную плату плоские выводы обрезаются и загибаются;
- шариковые выводы.

Корпуса с выводами типа «крыло чайки» позволяют выполнять ручную пайку и обеспечивают более простой

контроль паяных соединений. Применение корпусов с выводами J-типа позволяет уменьшить площадь печатной платы.

Производители выпускают корпуса с тремя типами расположения выводов: сверху, сбоку и снизу. Каждый вариант имеет свои особенности проектирования и способ формовки выводов. Корпуса с верхним расположением выводов в большей степени подвержены эффекту остаточных упругих деформаций, чем корпуса с нижним или боковым расположением, что связано с большей длиной вывода.

Производственный процесс придания необходимой формы выводам – это важная и трудоемкая часть подготовительного этапа при сборке печатных плат. Форма выводов определяет положение корпуса компонента относительно печатной платы и позволяет зафиксировать компонент в процессе пайки.

Процесс формовки выводов аксиальных и радиальных компонентов на сегодня хорошо проработан. Широко применяются автоматические и полуавтоматические системы формовки, оснащаемые электрическими или пневматическим приводами. Они обеспечивают обрезаку и изгиб выводов с различными профилями и имеют высокую производительность – 15–20 тыс. компонентов в час для автоматов и до 2 тыс. компонентов в час для полуавтоматических систем. Оборудование, как правило, оснащается несколькими пресс-формами, чтобы получить различные варианты формовок.

Формовка планарных выводов в виде «крыла чайки», представляющая собой изгиб вывода в двух местах с образованием уступа, применяется при монтаже интегральных микросхем на контактные площадки платы. Эта более сложная задача сегодня актуальна для отечественных производителей.

¹ ООО «Новые Технологии», ведущий менеджер по продуктам, koren@nt-smt.ru.

² ООО «Новые Технологии», технический директор, управляющий партнер, garanin@nt-smt.ru.

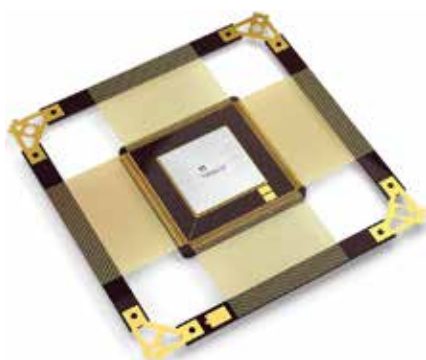


Рис. 1.
Заготовка
корпуса
с планарными
выводами

Планарные компоненты отечественного производства, готовые для процесса формовки, изначально представляют собой заготовку с прямыми не обрезанными выводами (рис. 1). Для формовки таких компонентов существует несколько вариантов систем: автоматические, полуавтоматические и ручные.

В рамках данной статьи рассмотрим существующие на рынке решения по автоматизации процесса формовки и проведем сравнительный анализ систем, поставляемых на российские предприятия.

ПАРАМЕТРЫ, КОТОРЫЕ НЕОБХОДИМО УЧИТЫВАТЬ ПРИ ФОРМОВКЕ ВЫВОДОВ

Пожалуй, главной задачей в процессе формовки выводов является разработка спецификации для каждого компонента. Важными параметрами являются шаг выводов (расстояние от центра одного вывода до центра следующего), радиус плеча и пятки, размеры корпуса (см. рис. 5, 7).

Для любой технологии формовки выводов большое значение имеет правильное определение толщины материала вывода, которая включает толщину покрытия, лужения и максимальные допуски. Это необходимо учитывать при подборе оснастки для формовки, поскольку в противном случае возможно сглаживание, задираание, упругое распрямление и некопланарность выводов.

В инженерной практике разработчики, как правило, проектируют компоненты с минимально возможной занимаемой площадью, поскольку пространство на печатной плате всегда является критичным параметром. Такой подход влияет на длину плеча, которым компонент зажимается перед формовкой. В случае малой области прижима может произойти изменение ширины от края до края, частичное упругое распрямление, скашивание выводов и даже повреждение герметичности корпуса.

Оснастка для формовки проектируется под наибольшую толщину используемых выводов с фиксированным отклонением и если оператор попытается отформовать компонент с выводами меньшего размера, чем предполагает инструмент, то увеличится степень упругих

деформаций и, следовательно, значительно увеличится ширина от края до края. Важным элементом при наладке формовки является контроль высоты зазора – высоты компонента над платой. Это следует учитывать при подготовке к монтажу корпуса на клеевой слой и проведению последующих технологических операций.

АВТОМАТИЧЕСКИЕ И ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ФОРМОВКИ

На российском рынке представлен ряд моделей автоматических и полуавтоматических систем формовки различных производителей.

Компания Purbest Technology (КНР) предлагает автоматическую систему формовки и обрубки выводов в виде «крыла чайки» двух- или четырехсторонних SMT-корпусов и сборок различных размеров – модель APFL (рис. 2). Размер компонента задается оператором в интерфейсе компьютера, параметры формовки автоматически настраиваются модулем настройки с шаговым мотором. Высота плеча также задается программно и автоматически настраивается системой. APFL обеспечивает автоматическое перемещение микросхем в зону формовки и обратно. Для разных форм и длины выводов требуется заказывать матрицы.

Формовка производится с применением электрического пресса, который обеспечивает высокую точность и повторяемость формовки без появления повреждений. Установка подходит для мелкосерийных



Рис. 2. Автоматическая система формовки APFL от Purbest Technology

и многономенклатурных производств гражданского и военного назначения.

Американская компания Fancort предлагает автоматическую систему для формовки и обрубки выводов планарных микросхем – модель Flex (рис. 3). Это универсальная настольная пневмоэлектрическая установка для формовки выводов корпусов с двух или четырех сторон. Она обеспечивает регулировку обрезки длины выводов до 76 мм с помощью ручной настройки и цифрового индикатора. Плечо, радиус, материал и длина вывода регулируется с помощью легкозаменяемых сменных частей. Настройка высоты головки пневмопресса контролируется оператором с помощью встроенного микрометра. Система Flex оснащена настраиваемым загрузчиком с вакуумным захватом.



Рис. 3.
Автоматическая установка для формовки и обрубки выводов Flex от Fancort



Рис. 4.
Универсальный пресс для формовки и обрезки выводов ПРУФ-4 производства АО «Обуховский завод»

РУЧНЫЕ ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ФОРМОВКИ

АО «Обуховский завод» выпускает пресс универсальный для формовки и обрезки выводов микросхем – ПРУФ-4 (рис. 4). ПРУФ-4 позволяет выполнять различные схемы формовки путем настройки штампа и условно состоит из двух устройств: пневматического пресса и настраиваемого штампа. Пневматический пресс обеспечивает необходимое для смякания штампа давление, а штамп задает геометрическую форму выводов микросхемы. Для устройства не требуется изготовление матриц, оно оснащается универсальной системой корректировки параметров формовки оператором. Кроме того, ПРУФ-4 может иметь преимущество при тендерных закупках, как оборудование российского производства.

Диапазоны формовки выводов микросхем с помощью установки ПРУФ-4 представлены на рис. 5.

Компания Fancort предлагает ручную настольную пневматическую установку для формовки выводов планарных микросхем FANC 5000L-N (рис. 6). Для этого оборудования требуется изготовление и приобретение матриц под требования заказчика. Диапазоны формовки выводов микросхем с помощью FANC 5000L-N представлены на рис. 7.

Компания Purbest Technology выпускает ручные пневматические установки семейства PFL, которые предназначены для одно- и двусторонней обрубки и формовки выводов микросхем (рис. 8). Установка PFL подходит для микросхем с выводами, расположенными снизу, сбоку или сверху. Вначале производится формовка выводов, затем их обрубка. Регулируемая оснастка позволяет использовать одну систему для различных типов корпусов.

Модельный ряд семейства PFL включает несколько модификаций:

- PFL выполняет формовку и обрубку выводов по двум сторонам на регулируемой вручную оснастке;
- PFL-1M выполняет формовку и обрубку выводов по одной стороне. Компоненты с двух- или четырехсторонним расположением выводов обрабатываются последовательным поворотом корпусов вручную, оснастка регулируется вручную;
- PFL-FM предназначена для обработки крупных партий изделий, поэтому имеет нерегулируемую сменную оснастку.

Наиболее близкой по параметрам к отечественной установке ПРУФ-4 является модель PFL-1M, которая представляет собой универсальный формовочно-обрезной штамп с регулируемыми параметрами. Сравнение характеристик PFL-1M и ПРУФ-4 представлено в табл. 1.

В PFL-1M высоту и ширину плеча микросхемы, а также длину ножки вывода микросхемы можно настроить с помощью соответствующих цифровых микрометрических

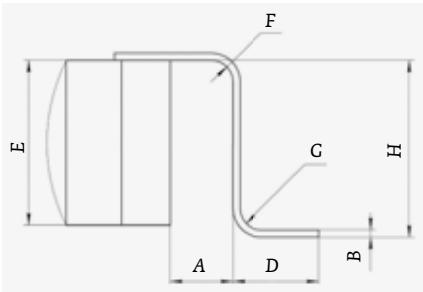


Рис. 5. Диапазоны формовки выводов микросхем с помощью ПРУФ-4

Наименование	Обозначение	Размер, мм	
		Минимальный	Максимальный
Длина плеча	A	1,1	15
Толщина вывода	B	0,15	0,3
Длина пятки	D	0,9	14
Толщина корпуса	E		7
Радиус загиба	F	0,45	
Радиус загиба	C	0,45	
Высота формовки	H	0,6	3,6

винтов. Для формовки выводов различной толщины и радиуса загиба необходимо каждый раз настраивать пресс-форму в соответствии с конкретными требованиями. Изменение радиуса загиба и толщины выводов достигается за счет замены вставляемой пресс-формы, которую легко собрать и разобрать.

Вставляемая пресс-форма для PFL-1M состоит из верхней (пуансона) и нижней (матрицы) частей. От размера верхней части пресс-формы зависит толщина и радиус загиба выводов микросхемы, а от размера нижней части пресс-формы – только радиус загиба выводов микросхемы.

Для заказа и изготовления закладных пресс-форм других размеров необходимо подготовить техническое задание с параметрами формовки и обрезки выводов микросхем.



Рис. 6. Настольная пневматическая установка для формовки выводов планарных микросхем FANC 5000L-N от Fancort

Таблица 1. Сравнение характеристик PFL-1M и ПРУФ-4

Наименование характеристики	PFL-1M	ПРУФ-4
Размеры установки, мм	590 × 570 × 950	430 × 350 × 700
Вес установки, кг	160	70
Размеры обрабатываемых корпусов, мм	4 × 4 – 50 × 50	0 – 60 × 70
Ширина плеча вывода, мм	1–3	1,1–15
Регулировка формовки по высоте, мм	0–5	0,6–3,6
Тип оснастки	Регулируемая	Регулируемая
Длина пятки, мм	1,2–3	0,9–14
Напряжение питания, В	220 (50 Гц)	220 (50 Гц)
Давление сжатого воздуха, бар	До 8	До 6

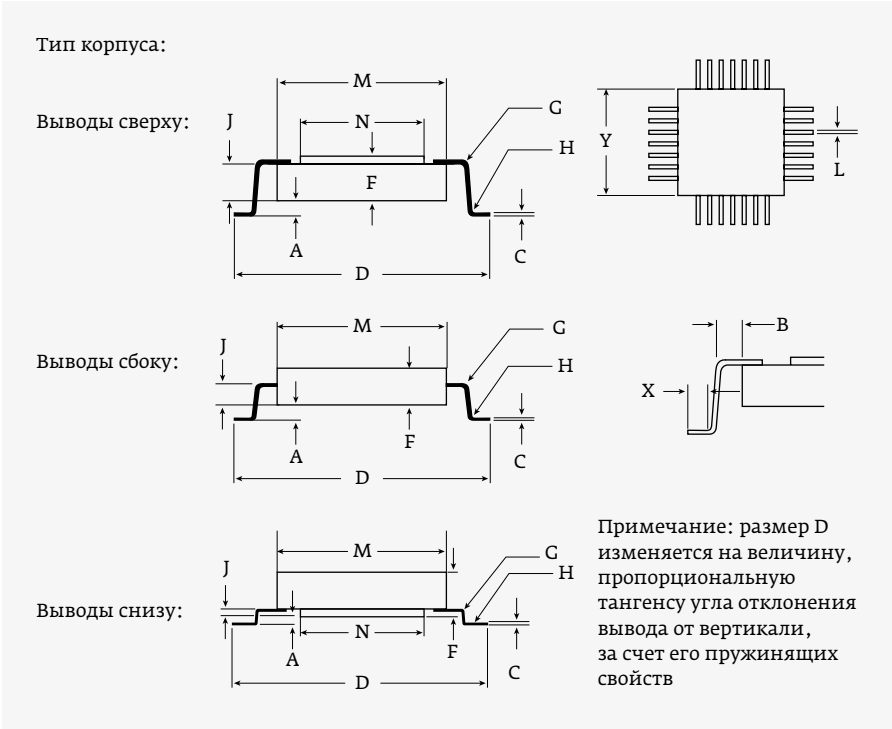


Рис. 8. Пневматическая установка формовки PFL-1M от Purbest Technology

Наименование	Обозначение	Размер, мм	
		Мини-мальный	Макси-мальный
Допустимый зазор (настраиваемый)	A	0	5,08
Длина плеча	B	0,89	
Размер сформованной микросхемы	D		76
Длина пятки	X	0,635	
Толщина корпуса	F		7,62
Радиус загиба	G	0,2	
Радиус загиба	H	0,2	
Расстояние от вывода до основания корпуса	J		3,81

Рис. 7. Диапазоны формовки выводов микросхем с помощью FANC 5000L-N

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Глобальный рынок формовщиков планарных микросхем не является сильно насыщенным производителями и предложениями, ввиду довольно малой востребованности такого оборудования среди мировых заказчиков. Тем не менее, спектр поставляемого оборудования достаточно разнообразен, что позволяет подобрать оптимальное по соотношению цена/качество решение.

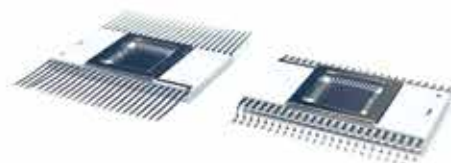
Некоторые зарубежные изготовители формовочного оборудования предлагают целый ряд моделей – от простых ручных до автоматизированных. Что касается полуавтоматического формовщика ПРУФ-4, то его некорректно сравнивать с автоматическими аппаратами других производителей как по стоимости, которая у отечественного решения в разы меньше, так и по удобству использования, которое у автоматических установок безусловно выше. А вот по итоговому результату формовки и обрезки выводов сравнить вполне можно.

Из всех моделей производителей, на российском рынке наиболее близкой по возможностям и стоимости к ПРУФ-4 является PFL-1M от Purbest

Technology. У них схожий подход к регулированию прессформ микрометрами и порядок технологического процесса (сначала формовать выводы, потом их обрезать). По характеристикам, стоимости и массогабаритным параметрам преимущество у ПРУФ-4.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сухов В. Формовка и обрубка выводов микросхем // Электронные компоненты. №6, 2011.



Пресс универсальный для формовки и обрезки выводов ПРУФ-4

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ПРЕВОСХОДСТВО ВАШЕГО ПРОИЗВОДСТВА

Доступное и надежное решение российского производства для формовки и обрезки выводов планарных микросхем.

Не требует приобретения дополнительных пресс-форм для разных типов компонентов.

Все настройки параметров формовки осуществляются тремя микрометрами.

УНИВЕРСАЛЬНОСТЬ

- Поддерживается формовка компонентов с выводами по двум или четырем сторонам
- Одна пресс-форма для работы с разными типами корпусов
- Компактность и простота в использовании

РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ

- Доступное решение проблем формовки планарных микросхем
- Позволяет сократить срок подготовки производства
- Снижает затраты на изготовление электронных изделий

НАДЕЖНОСТЬ

- Разработан и производится в РФ
- Простая и надежная конструкция
- Не требует проведения регламентного обслуживания
- Гарантия 12 месяцев

ФУНКЦИОНАЛЬНОСТЬ

- Настраиваемый штамп под широкий диапазон параметров
- Высокая повторяемость и скорость формовки
- Подходит для разных объемов формовки от единичных компонентов до средних партий