

# 3D-принтер DragonFly – революционное решение для изготовления многослойных печатных плат

С. Хесин<sup>1</sup>

УДК 621.3.049.75 | ВАК 05.27.06

Еще пять лет назад вопрос «Есть ли установка для изготовления печатных плат, в которую загружаешь материал и через несколько часов получаешь готовые печатные платы?» мог наводить на мысль, что задающий его не разбирается в технологии производства печатных плат. Но в последние годы ситуация изменилась. Сейчас 3D-печать многослойных печатных плат успешно используется на многих предприятиях во всем мире. И можно говорить о революции в области прототипирования и изготовления печатных плат.

**Н**а предприятиях по-разному получают прототипы печатных плат:

- одни заказывают их на стороне и зачастую вынуждены долго ждать, согласовывать заявки и даже проводить конкурсы на изготовление печатных плат. Время ожидания может растянуться до нескольких месяцев. А потом, если понадобится исправить допущенные ошибки или внести конструктивные изменения, нужно повторять все заново;
- кто-то может позволить себе собственный участок (мини-цех) по изготовлению прототипов. В таком случае его необходимо обслуживать: подводить воду, вытяжку и сжатый воздух, устанавливать очистные сооружения, нанимать штатных механиков, химиков и специалистов по фотопечати. Кроме того, чтобы получать прецизионные прототипы, необходимо наличие дорогостоящего прецизионного оборудования.

Но и те, и другие стремятся найти решение, реализация которого займет минимальное время и минимальные площади, не будет требовать подвода энергокоммуникаций и очистных сооружений.

Таким решением служит аддитивная технология изготовления многослойных печатных плат, реализуемая с помощью 3D-принтера DragonFly (англ.: стрекоза) израильской фирмы Nano Dimension (рис. 1). Этот подход открывает дверь в новую эпоху прототипирования и производства изделий электронной техники.

Аддитивная технология изготовления многослойных печатных плат представляет собой симбиоз трех составляющих: первого в мире 3D-принтера, предназначенного

для печатных плат, с двумя печатающими головками; токопроводящих и токопроводящих чернил; специального программного обеспечения, позволяющего воспринимать стандартные Gerber- и Excellon-файлы и задавать толщину печатаемого слоя.

Рассмотрим подробнее каждую из этих составляющих.

## ПРИНТЕР DragonFly

Основные элементы принтера – две печатающие головки и столько же систем отверждения (рис. 2). Печатающая



Рис. 1. 3D-принтер DragonFly

<sup>1</sup> ООО «Остек-СТ», главный специалист, khesin.s@ostec-group.ru.



Рис. 2. Рабочая зона 3D-принтера DragonFly

головка для нанесения токопроводящих чернил дополнена инфракрасной системой спекания, а для отверждения токонепроводящих чернил используется УФ-система. Диаметр капли диэлектрика составляет 3 мкм, а токопроводящих чернил – 0,3 мкм, что позволяет изготавливать прецизионные платы до 5-го класса точности с параметром проводник / зазор 100 / 100 мкм (рис. 3). Минимальная толщина слоя – 10 мкм, максимальная – 3 мм, поэтому количество слоев фактически не ограничено.

На DragonFly можно печатать платы, содержащие сквозные металлизированные отверстия диаметром от 0,4 мм, заполненные токопроводящей пастой отверстия диаметром от 0,2 мм. Также на принтере можно делать сквозные неметаллизированные, глухие и даже скрытые отверстия. Поэтому разработчики могут максимально просто и быстро тестировать даже прототипы плат, изготавливаемых обычно методом послойного наращивания, который занимает много времени и требует больших затрат. Максимальные габариты платы, которую можно напечатать на принтере, составляют 200×200×3 мм, причем она не обязательно должна быть плоской. Применение аддитивной технологии позволяет создавать многослойные 3D-MID-изделия (рис. 4), что открывает новые возможности для конструкторов.

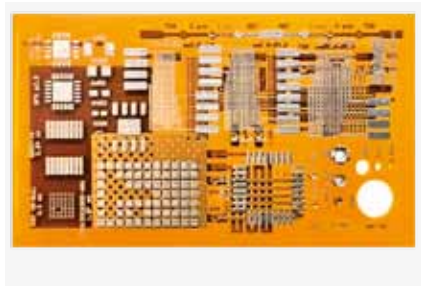


Рис. 3. Четырехслойная печатная плата с параметром проводник / зазор 100 / 100 мкм



Рис. 4. Неплоские детали, изготовленные на 3D-принтере DragonFly

В современном мире набирает популярность технология изготовления печатных плат со встроенными компонентами (рис. 5). Она дает возможность снижать массогабаритные характеристики плат, уменьшать длину линий связи, обеспечивать эффективный теплоотвод и защиту от влаги, решать вопросы электромагнитного экранирования, а также увеличивать механическую прочность плат.

Изготовление прототипов плат со встроенными компонентами при использовании традиционной технологии – непростая задача. Для дискретных компонентов требуется выполнение дополнительной операции вырезания лазером окон под компоненты в прокладочной стеклоткани (препреге). Можно, конечно, делать это вручную, но в таком случае на серьезный результат рассчитывать не стоит. Эта сложная проблема легко решается на 3D-принтере DragonFly: во время печати устройство оставляет окна в слое, пользователь устанавливает компоненты, и на следующих проходах принтера они запечатываются новыми слоями.

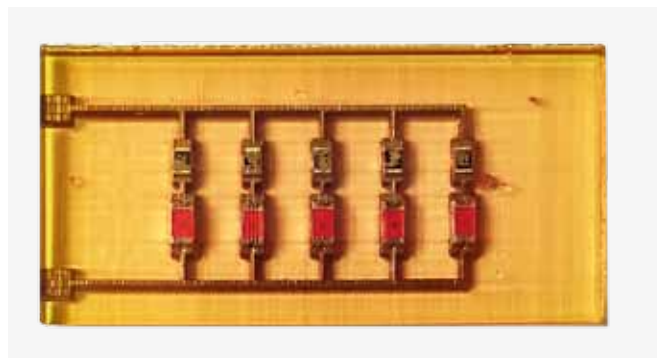
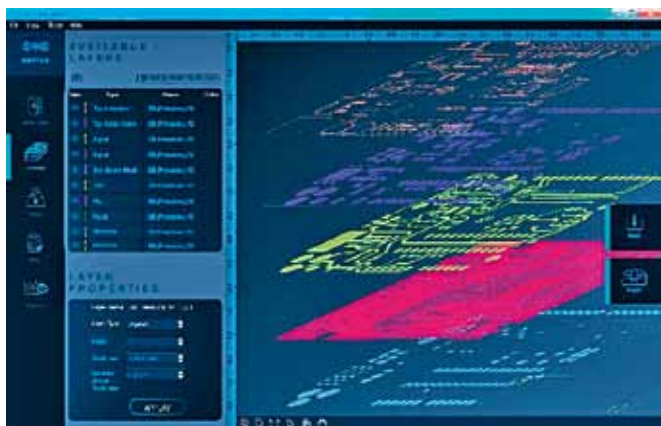


Рис. 5. Плата со встроенными дискретными компонентами



**Рис. 6.** Интерфейс программного обеспечения 3D-принтера DragonFly

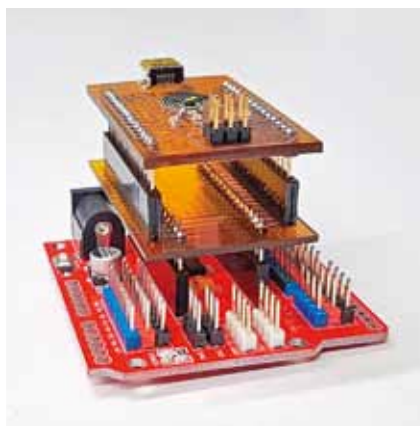
Время печати многослойной печатной платы может варьироваться от 3 до 20 ч в зависимости от толщины платы и объема токопроводящих чернил, но в среднем печатная плата размером 100×100×1,6 мм может быть изготовлена за восемь часов. Следовательно, вечером разработчик запускает процедуру печати, а утром, придя на работу, снимает готовую плату со стола. Автономно работающий принтер не требует присутствия оператора во время печати.

## ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Программное обеспечение (рис. 6), которым оснащен принтер, помимо управления оборудованием снабжено функцией преобразования 2D-файлов Gerber и Excellon, традиционных для печатных плат, в 3D, для этого достаточно указать толщину. Планируется также поддержка формата Odb++. Когда чернила в принтере подходят к концу, программное обеспечение автоматически информирует об этом оператора.



**Рис. 7.** Гибко-жесткие многослойные печатные платы, изготовленные на 3D-принтере DragonFly



**Рис. 8.** Пример собранных печатных плат. От идеи до ее воплощения – несколько часов

## МАТЕРИАЛЫ

Применяемый диэлектрик по электрическим параметрам и основным механическим характеристикам близок к FR-4, а проводимость токопроводящих чернил на текущий момент немногим более чем вдвое уступает меди. Диэлектрическая проницаемость (Dk) применяемого полимера равна 3,2 при 1 МГц и 2,9 – при 1 ГГц. Основное текущее ограничение материала – максимальная температура пайки, которая составляет 140 °С.

Если печатать материал тонко, то он приобретает условно-гибкие свойства (рис. 7), то есть многократное количество перегибов выдержать не может, но для тестирования установки в изделие с однократным сгибом подходит.

Конечно, печатать фольгированный стеклотекстолит на 3D-принтере пока не научились, но такие задачи и не ставились. Основное применение технологии – тестирование схемы, идеи (рис. 8). Электроника стремится к миниатюризации, а мир все больше ускоряется, предъявляя новые требования к конструкторам: еще более быстрое проектирование изделий и скорейшее получение результата. В эпоху современных аддитивных технологий у разработчиков появилась возможность разместить в небольшом помещении принтер для печати корпусов, принтер DragonFly для изготовления прототипов печатных плат и установщик компонентов. В результате можно полностью изготовить прототип изделия в одном помещении за один день – идеальные условия для создания новых прорывных продуктов и вывода их на рынок максимально быстро!

Таким образом, появление 3D-принтера DragonFly, реализующего аддитивную технологию изготовления многослойных печатных плат, ознаменовало новую веху в прототипировании и производстве изделий электронной техники. С его помощью можно не только быстро проектировать многослойные печатные платы и оперативно выводить изделия на рынок, но и выполнять заказы на прототипирование печатных плат от сторонних заказчиков. ●

# ChipEXPO-2018

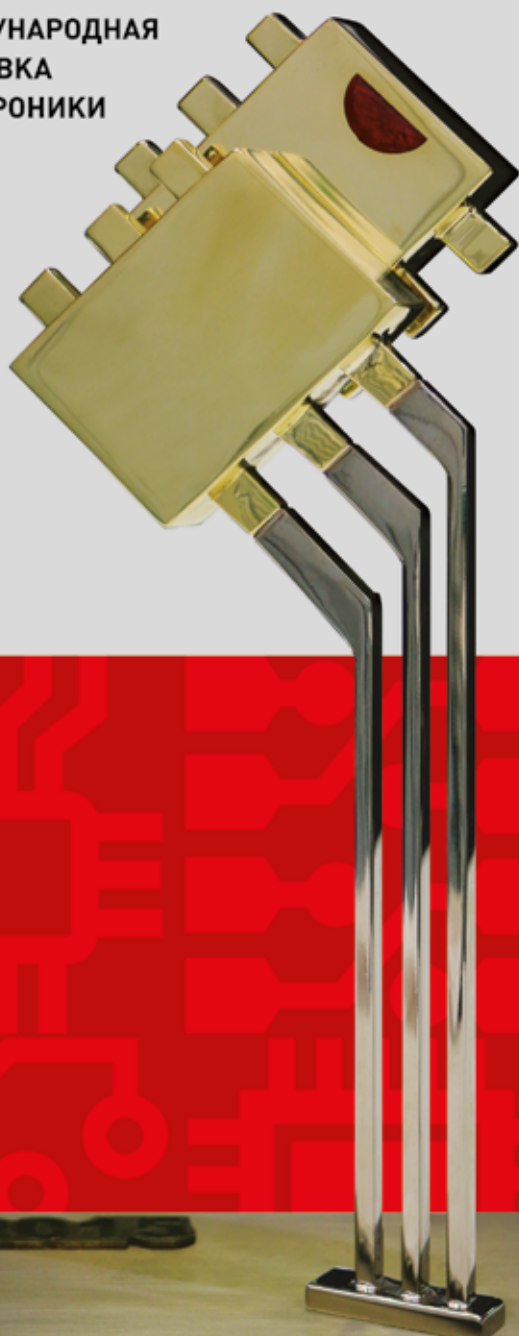
КОМПОНЕНТЫ | ОБОРУДОВАНИЕ | ТЕХНОЛОГИИ

СОВМЕСТНО С



16-я  
МЕЖДУНАРОДНАЯ  
ВЫСТАВКА  
ЭЛЕКТРОНИКИ

РОССИЯ | МОСКВА  
ЭКСПОЦЕНТР



## ТЕМАТИЧЕСКИЕ ЭКСПОЗИЦИИ

- Экспозиция предприятий радиоэлектронной промышленности России «Участники Федеральных целевых программ Минпромторга России»
- Экспозиция «Участники Конкурса «Золотой Чип»
- Экспозиция «Испытания и контроль качества ЭКБ»
- Экспозиция «Новинки производителей электронных компонентов»
- Экспозиция «Другая электроника»
- Экспозиция предприятий Зеленограда (Корпорация развития Зеленограда)
- Экспозиция предприятий АО «Росэлектроника»

[www.chipexpo.ru](http://www.chipexpo.ru)

17.10-  
19.10

