



**Рис. 3 а – перемычки между выводами ИМС, б – шарики припоя**

Аналогично предыдущим случаям мы можем назвать несколько нарушений ТП, суть которых сводится к образованию избыточного количества припоя в галтели. Однако даже если количество припоя в норме, эти дефекты могут появиться вследствие нелокализации припоя над контактной площадкой и выводом, которая может наступить при «вскипании» *припойной пасты*. При нагреве, поверхность отпечатка пасты нагревается быстрее, что приводит к появлению пленки расплавленного припоя над еще не оплавившейся пастой. Дальнейшее оплавление приводит к выделению из этого объема летучих компонентов, разрывающих эту пленку и разбрызгивающих расплавленный припой. Что и приводит к появлению дефектов.

Выявление физических причин, позволяет моделировать механизмы возникновения дефектов ПУ, что способствует повышению качества сборки ПУ.

Литература:

1. Вотинцев А., Зеленюк И. Технология поверхностного монтажа step-by-step // Технологии в электронной промышленности. – 2005. - №1. – с. 46-51, №2 – с. 42-47.

**Котелевская М.В., Одаренко Е.Н.**

*Харьковский национальный университет радиоэлектроники*

## **ПЕРФОРИРОВАННЫЕ МИКРОПОЛОСКОВЫЕ АНТЕННЫ**

Развитие антенной техники обусловлено необходимостью совершенствования излучающих и приемных устройств различных частотных диапазонов. Особенно это актуально в СВЧ- и КВЧ-диапазонах, поскольку именно в них работают большинство современных средств связи. Одним из основных направлений развития антенной техники являются микрополосковые устройства. Антенны на их основе широко используются в мобильных средствах телекоммуникации, а также при формировании беспроводной связи [1]. Достоинством микрополосковых антенн является, в первую очередь, их малый вес, небольшие размеры, низкая стоимость, а также высокая технологичность. Однако при ис-

пользовании этих устройств возникает множество проблем, обусловленных их недостатками: малой широкополосностью, низкой эффективностью запитки, сложностью управления характеристиками и т. д. Поскольку в настоящее время практически отсутствует альтернатива микрополосковым антеннам при разработке миниатюрных устройств, то возникает множество задач, связанных с улучшением эксплуатационных параметров данного типа антенн.

В данной работе рассматривается один из аспектов этой проблемы – усовершенствование конструкции микрополосковой patch-антенны за счет использования периодической перфорации ее резонатора (рис. 1), т. е. формирования двухмерного фотонного кристалла. Такой подход довольно часто используется в микрополосковых антеннах, однако обычно перфорируется диэлектрическая подложка или заземленная пластина [2].

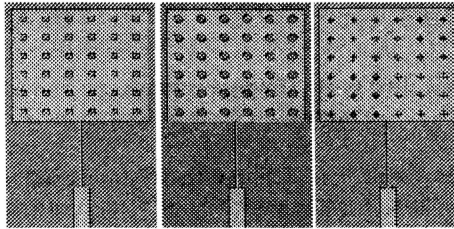


Рис. 1 Виды перфорации резонатора patch-антенны

Эффективность антенны определяется ее диаграммой направленности (ДНА), поэтому далее рассматривается именно эта характеристика. Для расчета ДНА обычной микрополосковой patch-антенны можно использовать следующее выражение [1]:

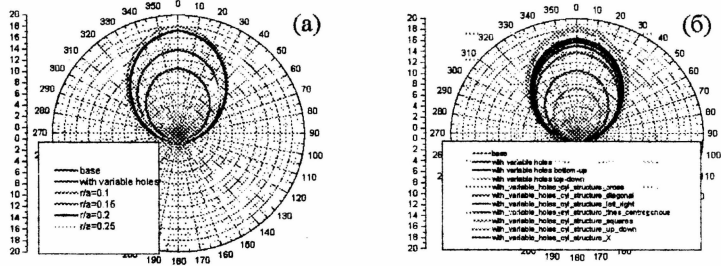
$$E_{\varphi} = -\frac{ie^{-ikr}aV}{\lambda r} \frac{\sin(kt \sin\theta \cos\varphi / 2)}{kt \sin\theta \cos\varphi / 2} \frac{\sin(ka \cos\theta / 2)}{ka \cos\theta / 2} \sin\theta.$$

Здесь  $\theta$  и  $\varphi$  – полярные углы сферической системы координат;  $a$  – поперечный размер полоскового резонатора;  $t$  – ширина эквивалентной излучающей щели.

Моделирование антенны с перфорированным резонатором представляет собой более сложную задачу. Поэтому расчет характеристик такой антенны проводился с использованием пакета электромагнитного моделирования emGine.

Результаты расчетов характеристик антенн показывают, что перфорация полоскового резонатора существенно влияет на характеристики микрополосковых антенн, в частности на диаграммы направленности этих структур, которые представлены на рис. 2.

Максимальный коэффициент направленного действия реализуется у patch-



**Рис. 2** Диаграммы направленности для исследуемых фотонно-кристаллических антенн

антенн с перфорацией в виде цилиндрических отверстий, причем мощность излучения в направлении, перпендикулярном плоскости антенны, оказывается почти в два раза больше, чем у обычной микрополосковой антенны без перфорации. Поэтому они представляют большой практический интерес, т.к. задачей работы является улучшение свойств микрополосковой антенны за счет периодической перфорации полоскового резонатора.

Рис. 2а соответствует различным значениям отношения радиуса отверстий к периоду фотонно-кристаллической структуры. На рис. 2б представлены результаты расчета диаграммы направленности для конфигураций перфорации с градиентным изменением диаметра отверстий вдоль различных направлений.

Очевидно, что в данном случае максимальный коэффициент направленного действия антенны практически совпадает со случаем, когда перфорация характеризуется одинаковыми отверстиями.

Литература:

1. D.G. Fang. Antenna theory and microstrip antennas. CRC Press, 2010. 296 p.
2. R. Gonsalo, G. Nagore, P. de Maagt. Simulated and Measured Performance of a Patch Antenna on a 2-dimensional Photonic Crystals Substrate. - PIER, 2002, V. 37, pp. 257–269.