

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОГРЕШНОСТЕЙ УСТАНОВКИ SMD-КОМПОНЕТОВ НА ПЕЧАТНУЮ ПЛАТУ

В работе рассмотрены вопросы ручного монтажа SMD-компонентов на плату, установлены погрешности (величины смещений) возникающие в процессе установки. Показано, что качество соединений напрямую зависит от квалификации рабочего и времени непрерывности процесса монтажа.

Результаты работы могут быть использованы при монтаже SMD-компонентов.

Ключевые слова: дефект, монтаж, качество, SMD-компонент.

V.V.STRELBITSKIY

Odessa national polytechnic university, Odessa

THE STUDY OF ERRORS THE INSTALLATION OF SMD-COMPONENT IN PCB

The paper considers the issues of manual insertion of SMD components on the Board, set the error (offset) occurs in the installation process. It is shown that the quality of the joints depends on the qualification of the worker and the time of the Assembly process.

The results can be used for mounting SMD components.

Keywords: defect, Assembly, quality, SMD-component.

Постановка проблемы в общем виде

Динамично развивающийся рынок электронной промышленности, с каждым годом расширяя номенклатуру изделий и ужесточая требования к точности и качеству выходного продукта, стимулирует производителя к совершенствованию оборудования для производства, ремонта и сборки.

В современных условиях для большинства предприятий и компаний характерна широкая номенклатура изделий при малой программе выпуска.

Большинство предприятий, частных компаний при изготовлении и ремонте сталкиваются с довольно сложной конструктивно и миниатюрной радиоэлектронной аппаратурой на основе электронных модулей с поверхностным монтажом. Что превращается в проблему для мелкосерийных изготовителей [1-6].

Анализ последних публикаций

Для решения проблемы производителю необходимо освоить и внедрить в производство технологию поверхностного монтажа (SMT), что на данный момент вызывает определенные экономические трудности. Поэтому, в качестве бюджетного варианта многие компании выбирают манипуляторы установки компонентов, которые при минимальных инвестициях позволяют повысить качество выпускаемой продукции и снизить потребности в высококвалифицированных монтажниках [4-6]. Однако вопрос по установлению влияния квалификации монтажника на качество и точность сборки SMD компонентов в литературе слабо освещен.

Следует отметить, что качество конечного изделия во многом зависит от правильного выполнения операции установки компонентов на печатную плату, кроме того возникшие в процессе монтажа дефекты могут получить дальнейшее развитие в процессе эксплуатации и привести к преждевременному отказу изделия в целом [7-18].

Целью настоящей работы является экспериментальное исследование влияния квалификации монтажника на качество и точность сборки SMD компонентов.

Основная часть

Сокращение размеров электронных компонентов превратилось в проблему для небольших частных компаний, связанную с закупкой оборудования, импортного производства, обеспечивающего высокую производительность монтажных операций, гибкость, одновременную работу с широкой номенклатурой компонентов без многочисленных переналадок питателей, а также точность и повторяемости операций при минимальной цене. Поэтому, в частных компаниях получил распространение модульный установщик SMP-330, предназначенный для ручной установки компонентов поверхностного монтажа с помощью вакуумного пинцета (рис. 1), который гибко конфигурируется на подачу компонентов из лент в катушках, обрезках, россыпи, применяется для работы в условиях мелкосерийного производства и сборки единичных опытных образцов.

Поскольку многовыводные интегральные схемы представляют собой печатные платы с маленькими коммутационными дорожками и контактными площадками, то при монтаже могут возникнуть дефекты в виде уменьшения требуемого диэлектрического зазора, или его отсутствия, образования перемычек (мостиков) припоя между соседними контактными площадками и выводами.

Согласно требованиям стандарта IPC-A-610D контроль качества при приемке SMD-компонентов осуществляется визуально, основные требования предъявляются к установочным размерам и

расположению на печатной плате [19].

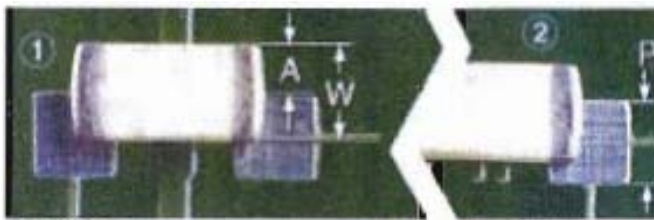
Для исследования погрешности установки, величины смещения по осям X и Y, см. рис. 2,б, и контроля качества установки SMD элементов был использован инструментальный микроскоп БИМ-1.

Экспериментальные образцы, согласно конструктивно-технологических особенностей, были разбиты на группы. Один из 3-х монтажников с незначительным опытом работы производил монтаж 3-х компонент, одной группы, на печатную плату с последующим контролем. Аналогичный эксперимент повторял монтажник со средним опытом работы. Полученные результаты усредняли.

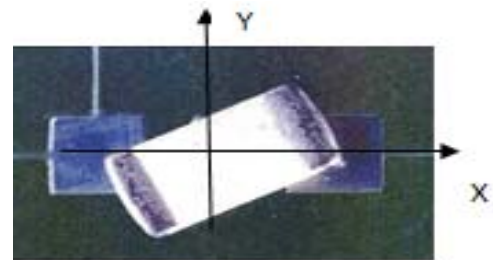
При визуальном обследовании плат с SMD-компонентами, были установлены дефекты (на рис.2), которые можно объяснить несоблюдение требований стандарта IPC-A-610D [19] в процессе производства.



Рис. 1. Общий вид установщика SMD-компонентов SMP-330



а)



б)



в)

Рис. 2. Виды дефектов при установке компонентов: боковое смещение контактной поверхности компонента (а) [19] и торцевое смещение (б, в) относительно контактной площадки

По полученным экспериментальным данным построены графические зависимости погрешностей установки SMD-элементов от стажа работы монтажника и количества выводов компонента (рис. 3,4).

Как следует из представленных данных (рис. 3,4), зависимость погрешности установки от количества выводов носит нелинейный характер и зависит от квалификации монтажника, с увеличением количества выводов и опыта работы – погрешность спадает.

В процессе осмотра были обнаружено незначительное количество дефектов в виде уменьшенной ширины галтели с торца, контактная площадка элемента выступает за контактную площадку платы, разрушения припоев.

Было установлено, что величина смещения увеличивается с увеличением времени непрерывности процесса монтажа.

Анализ полученных результатов погрешностей установки SMD-компонент на плату показал, что:

- 1) погрешность установки вакуумным пинцетом составляет 100...600 мкм.;
- 2) величина смещения носит нелинейный характер и зависит от квалификации рабочего, количества выводов компонентов;
- 3) увеличение времени непрерывности процесса монтажа приводит к увеличению погрешности, вследствие усталости работника;
- 4) увеличение количества выводов и квалификации монтажника приводит к снижению погрешности установки.

Выводы

Проведенные исследования точности монтажа SMD-компонентов на печатную плату показали, что величина погрешности установки носит нелинейный характер, качество соединений напрямую зависит от квалификации рабочего, количества выводов и времени непрерывности процесса монтажа.

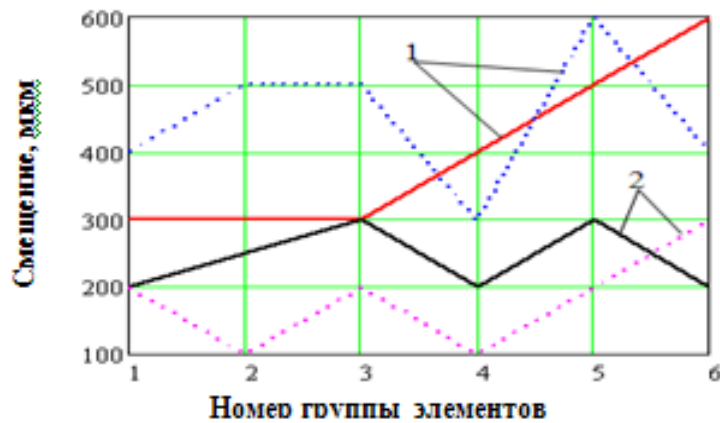


Рис. 3. Погрешности установки компонентов относительно осей X (сплошная линия) и Y (пунктирная линия) при монтаже работниками с незначительным (1) и средним (2) опытом работы

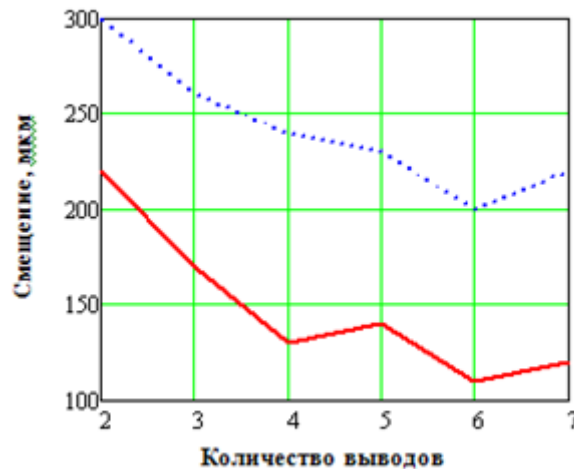


Рис. 4. Погрешности установки компонентов относительно оси X при монтаже работниками с незначительным (пунктирная линия) и средним (сплошная линия) опытом работы

Литература

1. Медведев А., Мылов Г. Будущее технологий электрических межсоединений в электронном приборостроении // Технологии в электронном приборостроении. - 2012. - № 6. – С.8-12.
2. Нисан А. Восемь тенденций, которые изменяют электронику // Технологии в электронной промышленности. 2011. - № 2. – С.12-15.
3. Ланин В.Л. Проблемы формирования микросварных соединений с повышенной плотностью монтажа // Компоненты и технологии. - 2014. - №1. – С. 47-49.
4. Ланин В., Петухов И., Царюк А. Сборка электронных модулей с поверхностным монтажом в мелкосерийном и опытным производстве // Технологии в электронной промышленности. 2011. - № 3. – С. 49-52.
5. Ланин В., Житников А. Повышение мобильности и качества сборки электронных модулей в многономенклатурном производстве // Технологии в электронной промышленности. 2015. - № 8. – С. 28-32.
6. Ланин В., Васильев А. Манипуляторы для поверхностного монтажа электронных модулей // Технологии в электронной промышленности. 2015. - № 4. – С. 54-58.
7. Silin R, Royzman V, Strelbitsky V, (2007) "Theory and Practice of Vibroinsulation of Printed Circuit Boards on Fabric Hanger with Dry Friction Damper" 12th IFToMM World Congress, Besancon (France).
8. Стрельбицкий В. В. Надежность слаботочных реле при работе на авиационном транспорте / В.В. Стрельбицкий // Матеріали XIII міжнародної науково-практичної конференції “Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах” МНТК ВОТТП 13–2014. – 2014. – С. 242.
9. Стрельбицкий В.В. Некоторые результаты исследования демпфирующей способности рамы блока транспортируемой РЭА / В.В. Стрельбицкий // Матеріали XIV міжнародної науково-практичної конференції “Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах” (ВОТТП-14-2015): сб. наук. пр. – Одеса, 5-10 червня 2015 р. – С.182-184.
10. Стрельбицкий В. В. Дослідження монтажних напружень у паяних конструкціях мікросбірок / В.В. Стрельбицкий // Вісник Хмельницького національного університету, серія Технічні науки. – 2012. - №2. – С. 42-45.

11. Стрельбицкий В. В. Влияние дефектов крепления блока электронной аппаратуры на вибронпряженность печатных плат / В.В. Стрельбицкий // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2012 – № 2 – С.82-85.
12. Стрельбицкий В.В., Зиньковский А.П. Способы снижения вибронпряженности об'єднаних друкованих плат у блоках радіоелектронної апаратури / В.В. Стрельбицкий, А.П. Зиньковский // Автоматизация виробничих процесів у машинобудуванні та приладобудуванні. - Львів : Вид-во Нац. ун-ту "Львів. політехніка", 2006. - Вип. 40. - С. 238-241.
13. Стрельбицкий В.В., Ройзман В.П. Исследование деформаций контактных узлов плат микромодулей, вызванные изгибом платы функционального узла / В.В. Стрельбицкий, В.П. Ройзман // Проблемы легкой и текстильной промышленности Украины. – 2004. - № 2 – С. 216 - 219.
14. Ройзман В.П., Стрельбицкий В.В. Вибрации объединительных плат, расположенных в электронных приборах / В.В. Стрельбицкий, В.П. Ройзман // Вибрации в технике и технологиях. – 2005. - № 1. – С. 31-36.
15. Rojzman V., Strelbitsky V. Influence of Deformations in Printed Circuit Boards on the Efficiency of Electronic Components Installed on them // *Mechanika 2005. Konferencijos programa.* – Kaunas, 2005. – p. 12.
16. Стрельбицкий В.В., Ройзман В.П. Методы защиты контактных узлов и электронных компонентов от механических воздействий со стороны их оснований / В.В. Стрельбицкий, В.П. Ройзман // Тр. 6 Научно-практ. конф. “Современные информационные и электронные технологии”. – Одесса. – 2005. – С. 256.
17. Стрельбицкий В.В., Зиньковский А.П. Влияние корпуса блока радиоэлектронной аппаратуры на возбудимость объединительных плат / В.В. Стрельбицкий, А.П. Зиньковский // Вісник Хмельницького національного університету. Сер. техн. наук. – 2006. – № 5. – С. 144-147.
18. Стрельбицкий В.В., Ройзман В.П. Изгиб объединительных плат и его влияние на деформирование контактных узлов // Тр. 7 Научно-практ. конф. “Современные информационные и электронные технологии”. – Одесса. – 2006. – С. 62.
19. IPC-A-610D. Критерии качества электронных сборок. www.ipc.org.

References

1. Medvedev A., Mylov G. Budushhee tehnologij jelektricheskikh mezhsoedinenij v jelektronnom priborostroenii // *Tehnologii v jelektronnom priborostroenii.* - 2012. - № 6. – S.8-12.
2. Nisan A. Vosem' tendencij, kotorye izmenjat jelektroniku // *Tehnologii v jelektronnoj promyshlennosti.* 2011. - № 2. – S.12-15.
3. Lanin V.L. Problemy formirovanija mikrosvarnyh soedinenij s povyshennoj plotnost'ju montazha // *Komponenty i tehnologii.* - 2014. - №1. – S. 47-49.
4. Lanin V., Petuhov I., Carjuk A. Sborka jelektronnyh modulej s poverhnostnym montazhom v melkoserijnom i opytном proizvodstve // *Tehnologii v jelektronnoj promyshlennosti.* 2011. - № 3. – S. 49-52.
5. Lanin V., Zhitnikov A. Povyshenie mobil'nosti i kachestva sborki jelektronnyh modulej v mnogonomenklaturnom proizvodstve // *Tehnologii v jelektronnoj promyshlennosti.* 2015. - № 8. – S. 28-32.
6. Lanin V., Vasil'ev A. Manipuljatory dlja poverhnostnogo montazha jelektronnyh modulej // *Tehnologii v jelektronnoj promyshlennosti.* 2015. - № 4. – S. 54-58.
7. Silin R, Rojzman V, Strelbitsky V, (2007) "Theory and Practice of Vibroinsulation of Printed Circuit Boards on Fabric Hanger with Dry Friction Damper" 12th IFToMM World Congress, Besancon (France).
8. Strel'bickij V. V. Nadezhnost' slabotochnyh rele pri rabote na aviacionnom transporte / V.V. Strel'bickij // *Materiali XIII mizhnarodnoї naukovо-praktichnoї konferencії “Vimirjuval'na ta obchisljuval'na tehnika v tehnologichnih procesah” MNTK VOTTP 13–2014.* – 2014. – S. 242.
9. Strel'bickij V.V. Nekotorye rezul'taty issledovanija dempfirmirujushhej sposobnosti ramy bloka transportiruemoj RJeA / V.V. Strel'bickij // *Materiali XIV mizhnarodnoї naukovо-praktichnoї konferencії “Vimirjuval'na ta obchisljuval'na tehnika v tehnologichnih procesah” (VOTTP-14-2015): sb. nauk. pr.* – Odesa, 5-10 chervnja 2015 r. – S.182-184.
10. Strel'bickij V. V. Doslidzhennja montazhnyh napruzhen' u pajanih konstrukcijah mikrozbirk / V.V. Strel'bickij // *Visnik Hmel'nic'kogo nacional'nogo universitetu, serija Tehnichni nauki.* – 2012. - №2. – S. 42-45.
11. Strel'bickij V. V. Vlijanie defektov krepnenija bloka jelektronnoj apparatury na vibronaprazhennost' pechatnyh plat / V.V. Strel'bickij // *Vimirjuval'na ta obchisljuval'na tehnika v tehnologichnih procesah.* – 2012 – № 2 – S.82-85.
12. Strel'bickij V.V., Zin'kovskij A.P. Sposobi snizhennja vibronaprazhennosti ob'ednanych drukovanih plat u blokah radioelektronnoj aparatury / V.V. Strel'bickij, A.P. Zin'kovskij // *Avtomatizacija virobnych procesiv u mashinobuduvanni ta priladobuduvanni.* - L'viv : Vid-vo Nac. un-tu "L'viv. politehnika", 2006. - Vip. 40. - S. 238-241.
13. Strel'bickij V.V., Rojzman V.P. Issledovanie deformatsij kontaktnyh uzlov plat mikromodulej, vyzvannye izgibom platy funkcional'nogo uzla / V.V. Strel'bickij, V.P. Rojzman // *Problemy legkoj i tekstil'noj promyshlennosti Ukrainy.* – 2004. - № 2 – S. 216 - 219.
14. Rojzman V.P., Strel'bickij V.V. Vibracii ob#edinitel'nyh plat, raspolozhennyh v jelektronnyh priborah / V.V. Strel'bickij, V.P. Rojzman // *Vibracii v tehnike i tehnologijah.* – 2005. - № 1. – S. 31-36.
15. Rojzman V., Strelbitsky V. Influence of Deformations in Printed Circuit Boards on the Efficiency of Electronic Components Installed on them // *Mechanika 2005. Konferencijos programa.* – Kaunas, 2005. – p. 12.
16. Strel'bickij V.V., Rojzman V.P. Metody zashhity kontaktnyh uzlov i jelektronnyh komponentov ot mehanicheskikh vozdejstvij so storony ih osnovanij / V.V. Strel'bickij, V.P. Rojzman // Тр. 6 Научно-практ. конф. “Современные информационные и электронные технологии”. – Одесса. – 2005. – С. 256.
17. Strel'bickij V.V., Zin'kovskij A.P. Vlijanie korpusa bloka radioelektronnoj apparatury na vozбудimost' ob#edinitel'nyh plat / V.V. Strel'bickij, A.P. Zin'kovskij // *Visnik Hmel'nic'kogo nacional'nogo universitetu. Ser. tehn. nauk.* – 2006. – № 5. – S. 144-147.
18. Strel'bickij V.V., Rojzman V.P. Izgib ob#edinitel'nyh plat i ego vlijanie na deformirovanie kontaktnyh uzlov // Тр. 7 Научно-практ. конф. “Современные информационные и электронные технологии”. – Одесса. – 2006. – С. 62.
19. IPC-A-610D. Критерии качества электронных сборок. www.ipc.org.