

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ДЕФОРМАЦИЙ ПРИ МОНТАЖЕ КОМПОНЕНТОВ В BGA КОРПУСЕ

Бурмитских А.В., Дмитриев С.Н.,
научный руководитель канд. физ.-мат. наук Левицкий А. А.
Сибирский федеральный университет
Институт инженерной физики и радиоэлектроники

В статье рассматривается анализ тепловых процессов при монтаже компонентов в BGA корпусе. Для примера использован корпус микросхемы, имеющий 84 шариковых вывода диаметром 0,64 мм и шагом 1,27 (рис. 1). Корпус установлен на печатную плату из фольгированного стеклотекстолита FR-4. Выводы микросхемы изготовлены из оловянно-свинцовой паяльной пасты.

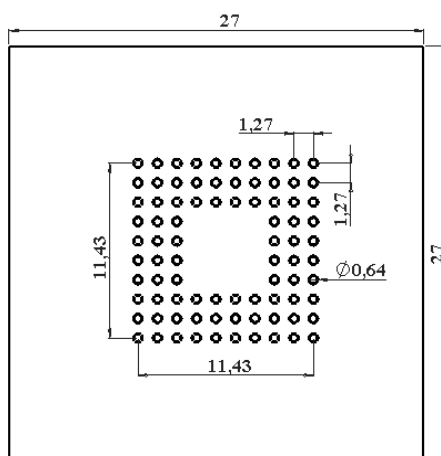


Рис. 1. Расположение выводов (верхняя часть корпуса компонента не показана)

При моделировании температурного состояния электронных узлов и компонентов необходимо следить за возникающими в них процессами деформации, перемещения, возникающими напряжениями. В реальных условиях провести такие измерения достаточно сложно, а в некоторых случаях практически невозможно.

Исследование геометрической модели BGA корпуса микросхемы проводилось в несколько этапов. На первом этапе строилась геометрическая модель. В качестве программного пакета 3-D моделирования использовался пакет SolidWorks, позволяющий строить геометрические объекты различного уровня сложности. Построенная 3-D модель представлена на рис. 2.

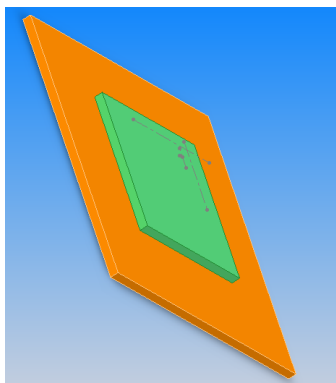


Рис. 2. Внешний вид исследуемой модели

Следующий этап моделирования – создание конечно–элементной сетки, задание нагрузки и закреплений. Сетка позволяет разбить геометрическую модель на множество простых элементов (симплексов). Программа проводит расчет для каждого элемента, суммируя общий результат с допустимой точностью. Внешний вид сетки показан на рис. 3. Сетка содержит 34934 узла, а средний размер симплекса составляет 1,4 мм.

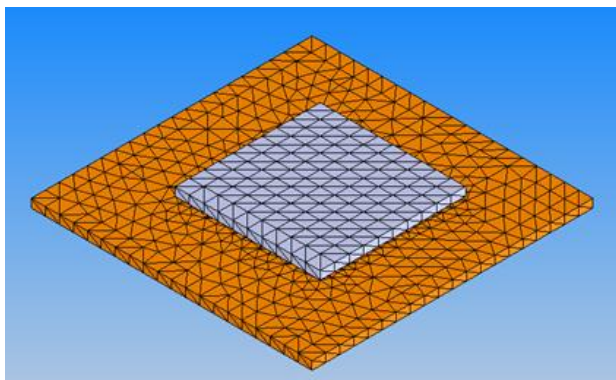


Рис. 3. Внешний вид конечно–элементной сетки

В качестве нагрузки были заданы следующие параметры: температура нагрева 300 °С, а также сила гравитации, воздействующая перпендикулярно плоскости корпуса и подложки. Основание модели закреплено неподвижно.

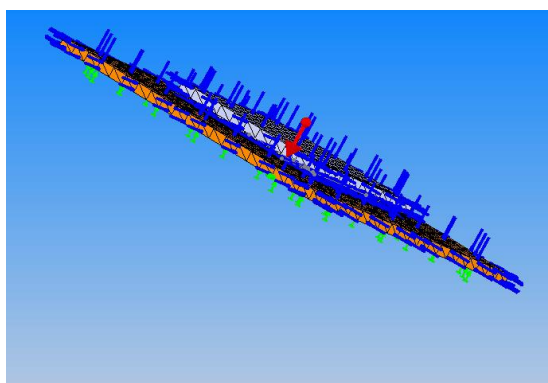


Рис. 4. Распределение нагрузки и закрепления модели (синим цветом указано воздействие температуры, зеленым – закрепление модели, красным – направление силы тяжести)

Заключительный этап моделирования – проведение расчета и анализ результатов исследования. На рис. 5 приведено изображение эпюры максимальных напряжений в узлах сетки по критерию Мизеса, полученных в результате расчета. Максимальное значение напряжения соответствует разрушению материала и в большинстве случаев равно пределу текучести материала. Максимальное напряжение испытывают выводы микросхемы, напряжение которых превышает предел текучести материала, что соответствует процессу плавления.

На рис. 6 приведена эпюра перемещения в узлах сетки. Как видно из рисунка наибольшее перемещение происходит в центре корпуса микросхемы. Неравномерность перемещения связана с особенностью построения самой модели. В центре корпуса отсутствуют шариковые выводы. Это вызывает «продавливание» корпуса в процессе пайки. Амплитуда максимального перемещения составляет 0,0881 мм.

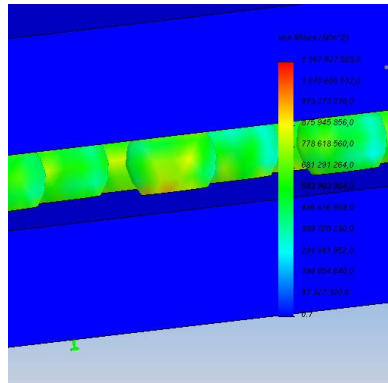


Рис. 5. Эпюра напряжений

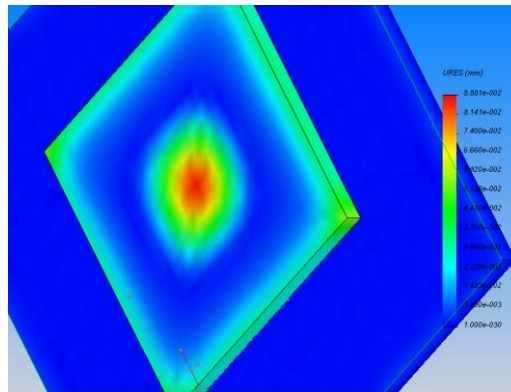


Рис. 6. Эпюра перемещений

На рис. 7 показана эпюра деформации модели. Среднее значение коэффициента деформации соответствует 0,0768 от предельного значения.

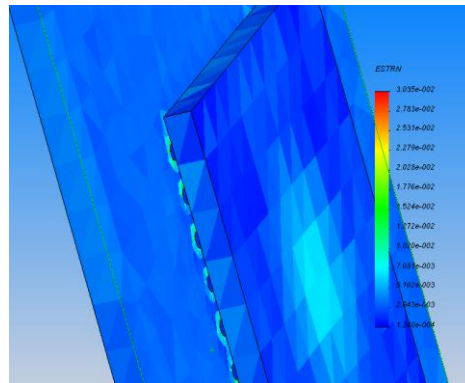


Рис. 7. Эпюра деформации модели

Корпуса BGA используются с целью снижения площади, занимаемой компонентом. Моделирование напряжений и деформаций, а также оценка амплитуд перемещений в узлах модели позволяют разработчику оценить величину механических напряжений, возникающих при установке электронных компонентов на плату и способных приводить к разрушению контактных соединений. Анализ полученных результатов позволяет выбрать наилучшие режимы пайки компонентов в корпусе BGA с целью увеличения выхода годных изделий и повышения показателей надежности электронной аппаратуры в процессе ее эксплуатации.