

УДК 621.385

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОХЛАЖДЕНИЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ ПРИ ГРУППОВОЙ ПАЙКЕ КОМПОНЕНТОВ В ВАКУУМЕ**

Ирина Викторовна Калачикова

Студент 4 курса

кафедра «Электронные технологии в машиностроении»

Московский государственный технический университет

Научный руководитель: С.П. Бычков,

доцент кафедры «Электронные технологии в машиностроении»

Печатные платы широко применяются в бытовой технике, аппаратуре средств связи, вычислительной технике, в системах автоматизации, поэтому потребность в них постоянно возрастает. Опережающие темпы развития микроэлектроники требуют непрерывного повышения их технического уровня, который определяется ростом плотности монтажа электро-радио изделий, повышения надежности, увеличения частоты следования импульсов. Обеспечение этих требований зависит от достижений в области конструирования и развития технологии производства печатных плат. Одной из наиболее важных операций технологии поверхностного монтажа печатных плат является пайка. Именно для этого этапа характерен самый высокий уровень брака.

Для соблюдения требуемого температурного профиля припоя при пайке нужна система охлаждения платы, поэтому было проведено исследование теоретических систем охлаждения конвекцией. [1,2]

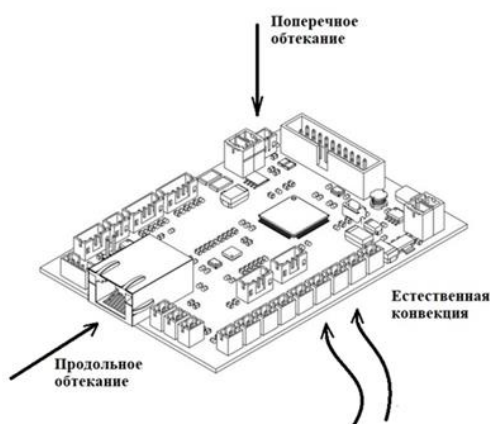


Рис. 1. Схема охлаждения конвекцией печатной платы

На рис. 1 представлены три вида охлаждения конвекцией печатной платы. При выделении ламинарного и турбулентного режимов получаем пять моделей.

Таблица 1. Модели систем охлаждения конвекцией

Режим	Продольное обтекание	Поперечное обтекание	Естественная конвекция
Ламинарный	1) $Nu = 0,66Re^{0,5}Pr^{0,33}$	3) $Nu = 0,43 + 0,227Re^{0,731}$	4) $Nu = 0,54(GrPr)^{0,25}$
Турбулентный	2) $Nu = 0,037Re^{0,8}Pr^{0,43}$		5) $Nu = 0,14(GrPr)^{0,33}$

Где  $Nu$  – критерий Нуссельта,  $Re$  – критерий подобия Рейнольдса,  $Pr$  – критерий подобия Прантля,  $Gr$  – критерий подобия Грасгофа.

Для проверки каждой модели на практике были выведены формулы для коэффициента теплоотдачи. При расчетах использовали формулу  $Nu = \frac{\alpha \cdot l_0}{\lambda} \rightarrow \alpha = \frac{Nu \cdot \lambda}{l_0}$ , где  $l_0$  – характерный размер,  $\lambda$  – коэффициент теплопроводности,  $\alpha$  – коэффициент теплоотдачи. По теоретическим данным были построены графики зависимости коэффициента теплоотдачи от давления. При расчетах было получено, что наибольший коэффициент теплоотдачи характерен для поперечного охлаждения платы.

Проверка моделей охлаждения осуществлялась на вакуумной инфракрасной печи для пайки печатных плат. Опыты разделены на несколько групп для выявления причин браков при пайке, в результате которых были получены кривые охлаждения припоя. Для точности экспериментов припой брался двух видов: свинцовый и бессвинцовый, а также для охлаждения конвекцией использовался воздух и азот.

Задачей экспериментов является выявление скорости охлаждения, в зависимости от модели охлаждения и материалов. Для управления вакуумной инфракрасной печью используется программа Soldering, которая предоставляет выходные данные о температуре и давлении в системе. По полученным выходным данным мы можем судить о влиянии различных характеристик на скорость охлаждения платы.

Таким образом, рассмотрены теоретические модели, проведены эксперименты с системами охлаждения, выполнен анализ результатов и разработаны практические рекомендации.

### Литература

1. Михеев М.А., Михеева И.М. Основы теплопередачи. – М.: Энергия, 1977. 344 с.
2. Уонг Х. Основные формулы и данные по теплообмену для инженеров: пер. с англ. М.: Атомиздат, 1979. 216 с. [ Wong H.Y. Handbook of Essential Formulae and Data on Heat Transfer for Engineers. Longman, 1977. 236 p.]