

Московский Государственный Технический Университет им. Н. Э. Баумана

Дипломная работа по направлению «Проектирование и технология производства ЭС»

Бессвинцовые технологии пайки.

Васин А. Н.
ИУ4, 2006 г.

Научный руководитель: проф. Чеканов А. Н.

Цель работы:

Цель дипломной работы – рассмотреть технологический процесс пайки печатных плат с учетом применения бессвинцовых припоев, варианты адаптации существующих технологических процессов, провести анализ дефектов, причины появления и методы их устранения.

Решаемые задачи:

- Анализ физико-химических особенностей, технологии и технологического процесса пайки.
- Исследование физико-химической совместимости паяемого материала и припоя при пайке.
- Обзор бессвинцовых припоев
- Дать рекомендации по составу бессвинцового припоя для использования в технологическом процессе пайки печатных плат.
- Экспериментальное исследование зависимости прочности паяного соединения, выполненного с применением бессвинцового припоя, от температуры и времени пайки.
- Разработка и оптимизация математической модели процесса пайки

Основание для постановки вопроса

- RoHS (Restriction of Hazardous Substances) - это директива Европейского Союза, ограничивающая использование шести веществ в новом электрическом и электронном оборудовании после 1 июля 2006 года. Помимо прочих элементов, в перечень попал свинец
- Директива RoHS преследует следующие цели:
 1. сократить загрязнение окружающей среды;
 2. предотвратить отравления указанными веществами и, как следствие, возникновение проблем со здоровьем у людей, работающих и пользующихся электрическим оборудованием и электроникой.

Области применения директивы RoHS

Требованиям RoHS должны соответствовать следующие продукты:

1. бытовые приборы;
2. IT и телекоммуникационное оборудование;
3. осветительные приборы и системы;
4. электрические и электронные инструменты;
5. игрушки и спортивные принадлежности;
6. автомобильное производство.



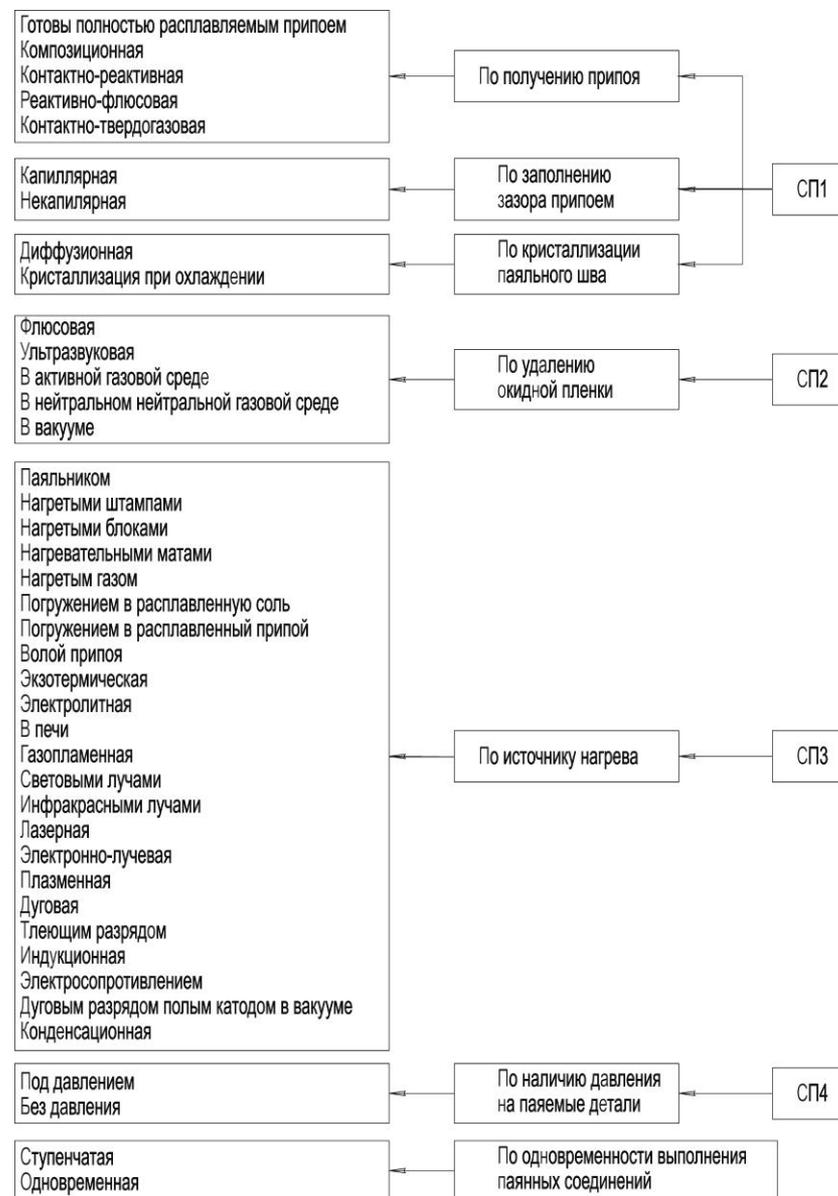
Классификационные признаки способов пайки (СП)

✓ СП1 - метод получения припоя, полнота расплавления припоя, способ заполнения паяльного зазора припоем, условия кристаллизации паяного шва.

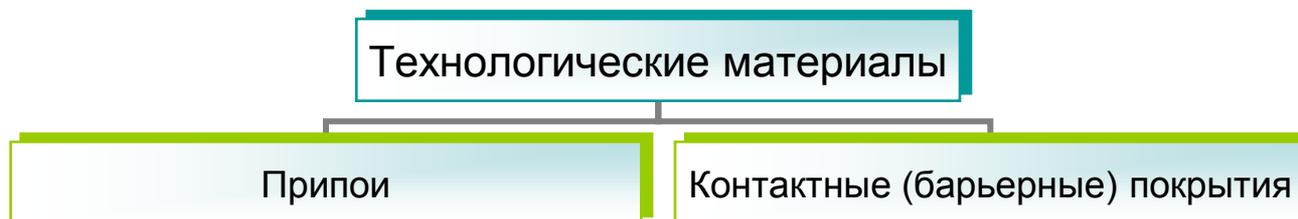
✓ СП2 – физические, химические и электрохимические признаки, определяющие процесс удаления оксидов с поверхности паяемого материала.

✓ СП3 – способы пайки по источнику нагрева.

✓ СП4 – наличие давления на паяемые детали.



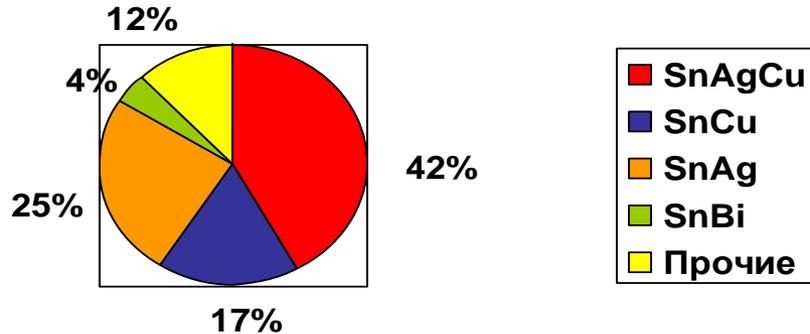
К технологическим материалам относятся такие, компоненты которых входят в состав образующегося паяного соединения



К вспомогательным материалам относят такие, компоненты которых непосредственно не входят в состав образующегося паяного соединения, но участвуют в его образовании



Выбор бессвинцового припоя для пайки

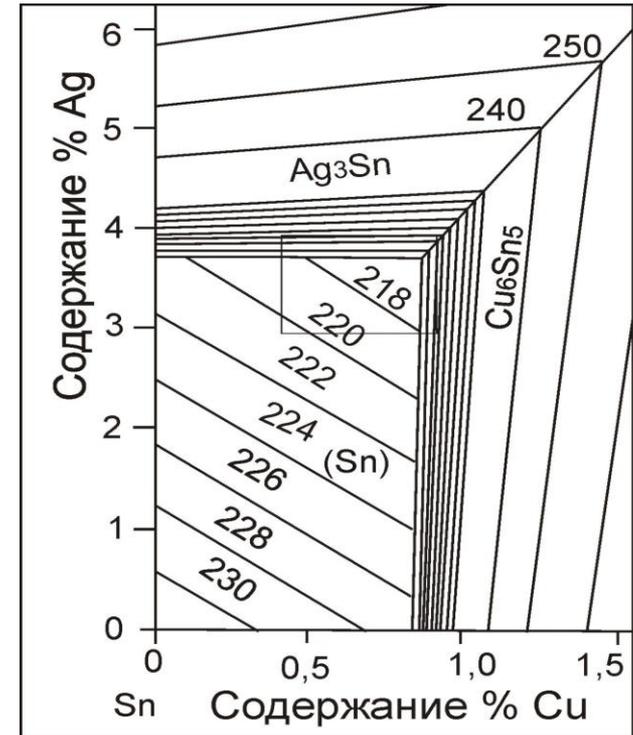


Наиболее распространенный выбор

- SnAgCu
 - Ag 3,0 - 4,0 %
 - Cu 0,5 – 0,9%
 - Диапазон температуры плавления этих составов 217°C-230°C

Сравнение с эвтектическим SnPb припоем

- плотность выше на 12,5 %
- теплопроводность меньше на 34%
- коэффициент теплового расширения выше на 11%
- сплавы содержащие Sn, Ag, Cu формируют интерметаллические соединения Ag_3Sn , Cu_6Sn_5 и дендриты Sn



Фазовая диаграмма SnAgCu

По данным Sovtest Ate www.sovtest.ru



«Оловянная чума»

Эффект низких температур на характеристики бессвинцовых припоев на базе сплавов олова. Белое олово переходит в серое, резко увеличивается предельный объем, металл рассыпается в порошок.

Профилактика:

Избегать сверх низких температур.



Попкорн

Внутренне расслоение компонента, также называемое «попкорном», из-за жидкости внутри корпуса компонента. Результат очень быстрого нагревания абсорбированной жидкости в пластиковых корпусах.

Профилактика:

Проверять уровни чувствительности к влажности

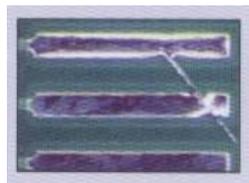


Миграция серебра

Происходит с материалами, под влиянием электрического потенциала в комбинации с влагой. Вероятность миграции очень высока. Рост дендритов вызывает короткие замыкания.

Профилактика:

Добавка палладия.



Нити

Высокое содержание олова вызывает ускоренную коррозию стальных частей. Расплавленное олово выщелачивает из стали железо, создавая интерметаллид FeSn₂. Кристаллы FeSn₂ имеют высокую точку плавления (508 оС) поэтому они остаются твердыми и могут вызывать дефекты пайки.

Профилактика:

Детали устройств соприкасающихся с расплавленным оловом должны иметь защитное покрытие.

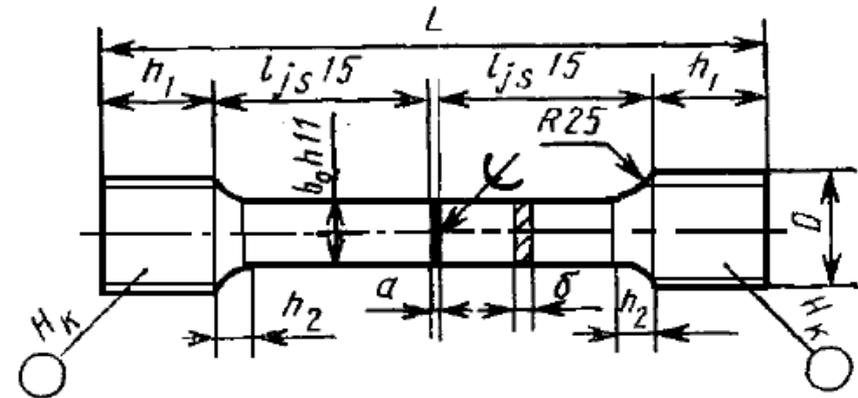
Обоснование выбора предмета исследования

Качество паяного соединения характеризуется качественными и количественными показателями.

-Качественные показатели оцениваются при визуальном контроле, по описанию образцов внешнего вида или по самим образцам, на соответствие установленным требованиям.

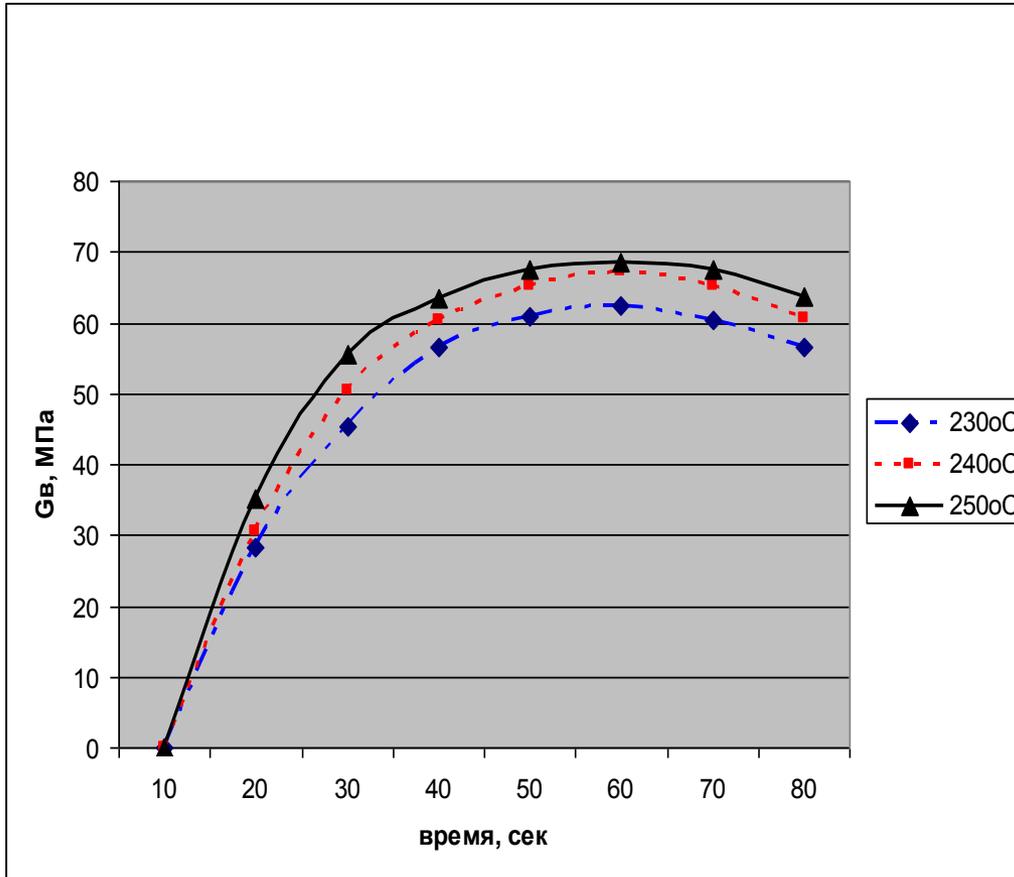
-Количественным показателем качества паяного соединения является усилие на отрыв.

Образец для испытаний.



d_o	D	h_1	h_2	l
10	16	15	10	30

Зависимость прочности паяного соединения от времени пайки



Область определения эксперимента

Натуральное обозначение фактора	Температура, T, °C	Время t, сек
Основной уровень варьирования.	240	50
Интервал варьирования.	10	10
Верхний уровень.	250	80
Нижний уровень.	230	10

Оценка погрешности измерения

Критерий однородности позволяет оценить правильность выбранной методики эксперимента, оценить наличие неучтенных факторов, произвольно изменяющихся от опыта к опыту.

$$G_{расч} < G_{теор}$$

$$G_{расч} = \frac{D_{jmax}}{\sum_1^{21} D_j} = 0,408 \quad G_{теор} = 0,516$$

Ортогональная матрица планирования.

Натуральное обозначение фактора	T, °C (X ₁)	t, сек (X ₂)
Основной уровень варьирования X_j^0	240	60
Интервал варьирования ΔX_j	10	10
Верхний уровень, (+1)	250	70
Нижний уровень, (-1)	230	50

Математическая модель процесса пайки

$$Y = 39354,78 - 308,48\tilde{X}_1 + 0,643\tilde{X}_1^2 + 0,642\tilde{X}_2^2 - 77,136\tilde{X}_2$$

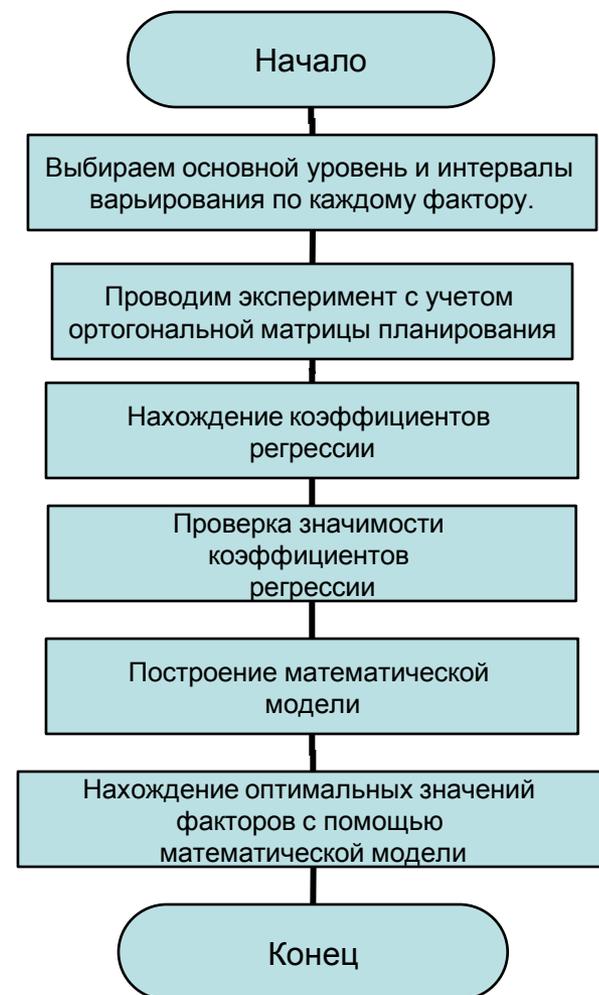
Оптимальные значения факторов

$$\tilde{X}_1 = 243^\circ C \quad \tilde{X}_2 = 60,25 \text{ сек.}$$

Значение параметра оптимизации

$$Y = 65,69 \text{ МПа.}$$

Алгоритм построения математической модели.



Календарно-сетевой график

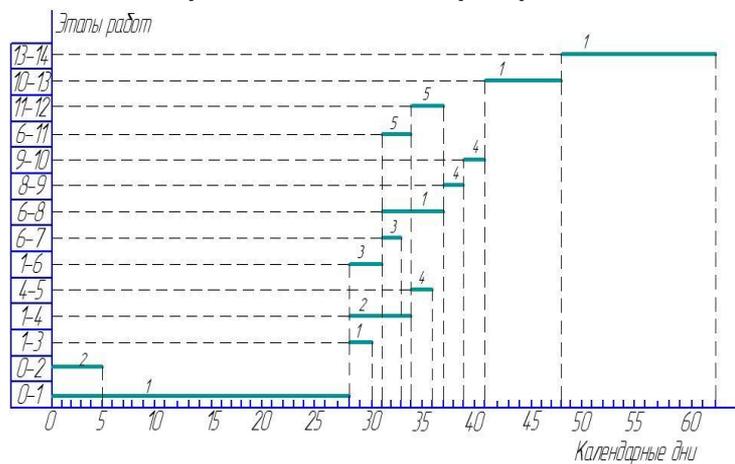


Диаграмма распределения затрат

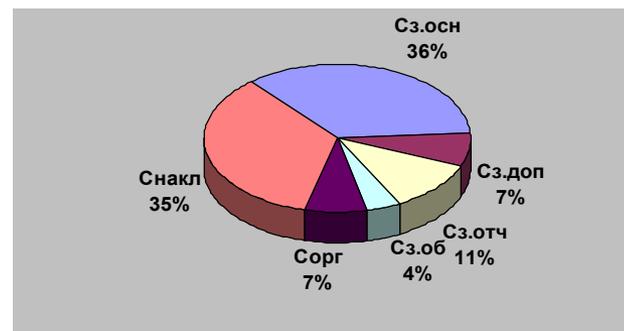


Диаграмма потребности ресурсов

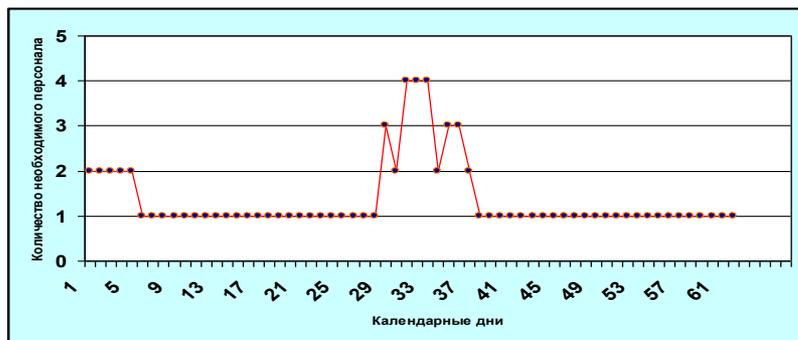
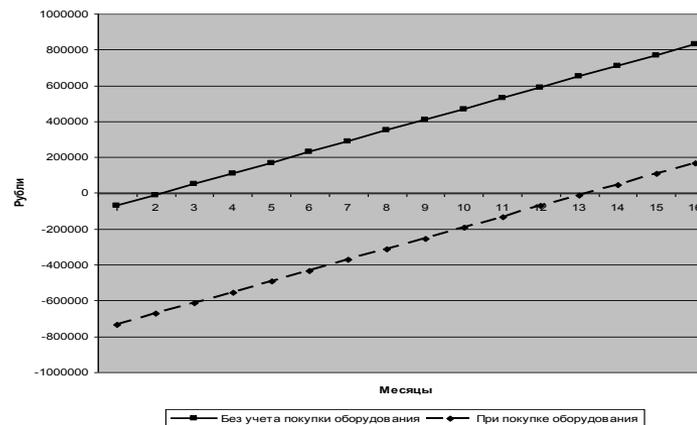


График окупаемости



Затраты на выполнения данной НИР составили 130866,05 рублей

Результаты

- Проанализированы физико-химические особенности материалов применяемых для получения бессвинцовых припоев.

Даны рекомендации по составу бессвинцового припоя для использования в технологическом процессе пайки печатных плат.

- Проведено экспериментальное исследование зависимости прочности паяного соединения, выполненного с применением припоя состава: Sn - 85,4%, Cu – 0,5%, Ag – 4,1%, In – 10% , от температуры и времени пайки.
- Разработана математическая модели процесса пайки для данного припоя.
- Полученная математическая модель исследована с целью нахождения оптимальных режимов пайки. Анализ модели позволяет дать рекомендацию
- В организационно-экономической части рассчитаны затраты на выполнение данной работы.