

Прохоров, С.Л. Сафронов, И.С. Ткаченко, К.В. Петрухина//Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета, Авиационная и ракетно-космическая техника. -2010. –№2.- С. 154-165.

2. Сёмкин, Н.Д. Измерение параметров магнитного поля и анализ возмущений на борту малых космических аппаратов «Аист» [Текст]/Н.Д. Сёмкин, В.В. Сазонов, К.Е. Воронов, А.В. Пяиков, А.С. Дорофеев, А.Б. Ильин, Ю.Я. Пузин, А.С. Видманов//Физика волновых процессов и радиотехнические системы, - 2015. – Т. 18. - №4. – С. 67-73.

3. Никель-металл-гидридный аккумулятор [Электронный ресурс] /Википедия. - Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Никель-металл-гидридный\\_аккумулятор,\\_свободный](https://ru.wikipedia.org/wiki/Никель-металл-гидридный_аккумулятор,_свободный). (Дата обращения: 01.04.2017 г.).

УДК 621.382.049.77+629.78

## **ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПАЙКИ ЭЛЕКТРОННЫХ ПЕЧАТНЫХ УЗЛОВ МЕТОДОМ ДРОБНОГО ФАКТОРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА**

С. В. Тюлевин

Самарский университет, г. Самара

Целью работы является построение математической модели технологического процесса парофазной пайки электронных узлов и его оптимизация на основе полученной модели.

Параметром качества исследуемой операции может служить коэффициент качества  $\alpha$  Основные параметры режимов пайки приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры режимов, при которых осуществляется пайка

Технологический фактор	Параметр	Значение параметра
$X_1$	Время предварительного нагрева	50 с
$X_2$	Скорость нарастания температуры	0,8 °C/с
$X_3$	Общее время пайки	4 мин
$X_4$	Скорость нанесения пасты (перемещения ракеля)	70 мм/с
$X_5$	Время оплавления	60 с
$X_6$	Пиковая температура оплавления	215 °C

Задача состояла в том, чтобы определить режимы операций нанесения и оплавления паяльной пасты, обеспечивающие максимум коэффициента качества. Для этого необходимо было отыскать уравнение связи параметра качества операций с параметрами режимов. Так как количество влияющих факторов велико, а для получения необходимой информации можно ограничиться линейным коэффициентом регрессии, то число опытов

многофакторного эксперимента можно снизить, используя дробные реплики от полного факторного эксперимента. Уравнение регрессии в этом случае запишется следующим образом:

$$\beta = b_0 + b_1 \cdot x_1 + \dots + b_6 \cdot x_6, \quad (1)$$

где  $b_0, b_1, \dots, b_6$  – коэффициенты регрессии.

При многофакторном планировании каждый из исследуемых факторов может принимать один из фиксированных уровней. Для получения уравнения регрессии первой степени достаточно варьировать факторы на двух уровнях. В табл. 2 приведены условия линейного многофакторного эксперимента, а в табл. 3 – матрица планирования дробного факторного эксперимента.

Таблица 2 – Условия линейного многофакторного эксперимента

Технологический фактор	Нулевой уровень	Уровень факторов -1	Уровень факторов +1	Шаг варьирования
X <sub>1</sub>	50 с	30 с	70 с	20 с
X <sub>2</sub>	0,8 °C/с	0,6 °C	1,0 °C/с	0,2 °C/с
X <sub>3</sub>	4 мин	3 мин	5 мин	1 мин
X <sub>4</sub>	70 мм/с	50 мм/с	90 мм/с	20 мм/с
X <sub>5</sub>	60 с	30 с	90 с	30 с
X <sub>6</sub>	215 °C	200 °C	230 °C	15 °C

Таблица 3 – Матрица планирования ДФЭ

Номер опыта	Технологические факторы					
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>
1	-1	-1	-1	+1	+1	+1
2	+1	-1	-1	-1	-1	+1
3	1	+1	-1	-1	+1	1
4	+1	+1	-1	+1	-1	-1
5	1	-1	+1	+1	-1	-1
6	+1	-1	+1	-1	+1	-1
7	1	+1	+1	-1	-1	+1
8	+1	+1	+1	+1	+1	+1

Было получено уравнение регрессии следующего вида:

$$\alpha = 14,8 + 3,24 \cdot X_4 + 1,82 \cdot X_5 + 2,51 \cdot X_6. \quad (2)$$

Для проверки адекватности описания результатов эксперимента на основании полученного уравнения регрессии определяли расчетные значения результатов каждого опыта. Критерием адекватности являлось выполнение условия:

$$F_p < F_{кр}, \quad (3)$$

где  $F_p$  – расчетное значение коэффициента Фишера.

Так как  $F_p < F_{кр}$ , то уравнение регрессии является адекватным.

Методом дробного факторного эксперимента построена математическая модель процесса формирования паяного соединения, с помощью которой осуществлен выбор оптимальных режимов этой технологической операции. Было осуществлено движение по поверхности отклика в направлении градиента линейного приближения. При этом достигнуто увеличение критерия качества на 47 %

УДК 629.78

## **УСТРОЙСТВО ДЛЯ НАСТРОЙКИ ИОННЫХ ЗЕРКАЛ МАСС-СПЕКТРОМЕТРОВ**

А.К. Казанцев

Самарский университет, г. Самара

### **Введение**

Уникальными преимуществами времяпролётных масс-спектрометров является скорость, с которой регистрируется масс-спектр за несколько микросекунд. Второе свойство времяпролётных масс-спектрометров заключается в возможности записать весь масс-спектр в течение каждого ускоряющего импульса, что дает возможность высокоточных измерений относительной интенсивности ионов. Третье важным преимуществом времяпролётных масс-спектрометров является в том, что их точность больше зависит от электрических цепей, нежели от точности механического изготовления и от получения высокооднородных и стабильных магнитных полей. Масс-спектрометры с магнитным разделением ионов довольно громоздки из-за магнитных систем или не способны работать в диапазоне больших масс при малых магнитах. В масс-спектрометрах такой конструкции [1] разделение происходит в пространстве, то есть частицы разных масс регистрируются разными приёмниками (или в режиме сепарации одним приёмником, передвигаемым по оси). Но не во всех случаях можно применять такие системы, так как даже небольшие приборы имеют большую массу [1].

### **Цели и задачи**

Расширение диапазона масс исследуемых компонент газа во времяпролётном преобразователе газовых частиц, исследование возможности регистрации утечки газа из модулей космических аппаратов и уменьшение массогабаритных характеристик времяпролётного преобразователя газовых частиц.

### **Методы исследования**