ЛАТВИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ И ТЕХНИКО-
ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

ЛАТВИЙСКОЕ РЕСПУБЛИКАНСКОЕ ПРАВЛЕНИЕ НТО РЭС
ИМ.А.С.ПОПОВА

УДК 681.2.002.287

Республиканская научно-техническая конференция

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА И СНИЖЕНИЯ СТОИМОСТИ СОЕДИНЕНИЙ В ПРИБОРОСТРОЕНИИ

Тезисы докладов

Рига, 20-23 мая 1978 г.

Рига, ЛатНИИНТИ, 1978

В.В.Кольчак, М.Я.Антимиров

ЧИСЛЕННЫЕ РАСЧЕТЫ ФОРМЫ СТАТИЧЕСКОГО МЕНИСКА И РАСХОДА ПРИПОЯ ДЛЯ КРУГЛОЙ КОНТАКТНОЙ ПЛОЩАДКИ

В литературе [1] получен алгоритм расчета формы статического мениска и расхода припоя для круглой контактной площадки при пайке РЭА на печатном монтаже и представлены некоторые результаты расчетов. Ниже приводится численная реализация этого алгоритма для остальных зависимостей.

Обозначения на рис. I...4 [1], I...5:

M - масса припоя, расходуемого на получение паяного соединения, г;

$\bar{R}$ - радиус контактной площадки, мм;

$\bar{r}_0$ - радиус вывода навесного элемента, мм;

σ - коэффициент поверхностного натяжения расплава, н/м;

Θ - угол смачивания припоем, град;

A - постоянная, определяемая из решения уравнений [1], безразмерная;

A_2 - то же, кг/м·с^2.

На рис.I...3 [1] фиксированы $\bar{R}$ = I,75 мм, σ = 0,49 н/м и три значения $\bar{r}_0$, соответствующие диаметрам выводов, наиболее часто используемым в производстве РЭА. Рис.I [1] дает зависимость массы M от A, рис.2 [1] - зависимость угла Θ при $\bar{r} = \bar{R}$ от A, рис.3 [1] - зависимость A_2 от A (зная A_2 и A из формулы (2) в [1] можно найти $\bar{h}$ - расстояние от контактной площадки до места отрыва припоя).

Порядок определения массы припоя по рис.I, 2 [1] следующий. По заданным Θ и $\bar{r}_0$ на рис.2 [1] определяется A. Пусть, например, $\Theta = 22^0 23'$ (такое значение Θ было получено экспериментально для $\bar{R}$ = 1,75 мм [2]). Пусть $\bar{r}_0$ = 0,4 мм. На рис.2 [1] находим, что A = -I,I3. Этому значению A на рис.I [1] соответствует M = 0,023 г, в то время как эксперимент дает $M_э$ = 0,022 ± 0,002 г.

По номограммам может быть определен и угол Θ по известным $M, \bar{R}, \bar{r}_0, \sigma$. Берем экспериментальное значение массы M, по массе (на рис.I,4 [1] или 3) определяем A, а по известному A (на рис.2 [1], I или 4) находим Θ. Значение Θ, найденное таким способом для всех трех значений $\bar{R}$, оказывается прак-

тически постоянным и равным примерно $22^0 23'$, что соответствует величине, полученной экспериментально [2].

Анализ расчетных кривых $r = r(z)$ показывает, что при $A \approx -4{,}3$, т.е. $\Theta \approx 83^0$ (точки максимума на рис.1,2 [1] и точки минимума на рис.3 [1]), кривая $r = r(z)$ начинает меняться немонотонно, что соответствует потере устойчивости: при $\bar{R} = 1{,}75$ мм припой с краевым углом $\Theta > 83^0$ не удержится на контактной площадке. Аналогичный эффект неустойчивости для висящей капли описывался в литературе [3].

При трех различных значениях σ и фиксированных $\bar{R}$ и $\bar{r}_0$ на рис.4 [1], 1, 2 даны зависимости массы M от A, угла Θ от A и зависимость A_2 от A. Рис.4 [1], 1, 2 позволяют определить влияние поверхностного натяжения σ на массу припоя M (в предположении, что экспериментально известно, как с изменением σ меняется угол Θ).

При трех различных значениях $\bar{R}$ и фиксированных $\bar{r}_0$ и σ на рис.3,4,5 даны зависимости массы M от A; угла Θ от A и зависимость A_2 от A. Рис.3,4,5 дают возможность определить влияние на массу припоя радиуса контактной площадки $\bar{R}$. Как видно из кривых на рис.4 и 5, если угол Θ меняется в широких пределах от $\Theta = 15^0$ до 60^0, то одному и тому же углу Θ соответствует почти одно и то же значение A и A_2 для всех трех значений $\bar{R}$. Тогда из [1] (формула (11)) следует, что приближенно масса припоя является линейной функцией от площади контактной площадки, что подтверждает результаты, полученные в литературе [4].

Порядок определения массы припоя из рис.3,4,5 следующий. Задаются значения Θ и $\bar{R}$. Для определенного экспериментально в [2] значения $\Theta = 22^0 23'$ из рис.4 определяем при $\bar{r}_0 = 0{,}4$ мм: $A = -1$ для $\bar{R} = 1{,}5$ мм; $A = -1{,}13$ для $\bar{R} = 1{,}75$ мм; $A = -1{,}20$ для $R = 2{,}0$ мм. Этим значениям A на рис.3 соответствует $M = 0{,}013$ г для $\bar{R} = 1{,}5$ мм (эксперимент в [2] дает $M_э = 0{,}015 \pm 0{,}002$ г); $M = 0{,}023$ г для $\bar{R} = 1{,}75$ мм ($M_э = 0{,}022 \pm 0{,}002$ г); $M = 0{,}033$ г для $\bar{R} = 2{,}0$ мм ($M_э = 0{,}029 \pm 0{,}002$ г).

Таким образом, для контактных площадок всех трех радиусов получается хорошее совпадение теоретических и экспериментальных результатов.

Разработанная методика расчета расхода припоя при пайке погружением позволяет:

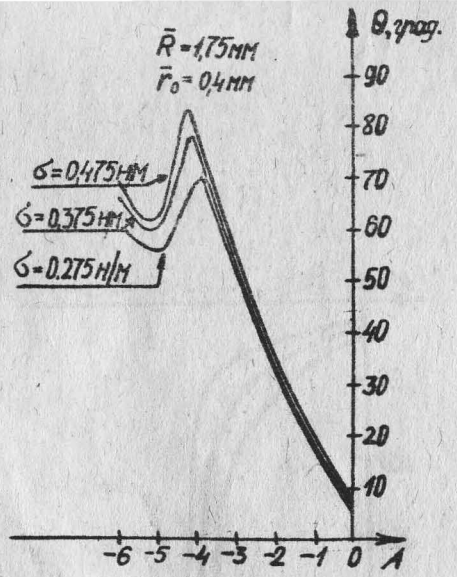
$\bar{R}$ = 1,75 мм
$\bar{r}_0$ = 0,4 мм
θ, град.
σ = 0,475 н/м
σ = 0,375 н/м
σ = 0,275 н/м
90
80
70
60
50
40
30
20
10
-6 -5 -4 -3 -2 -1 0 A

Рис. I

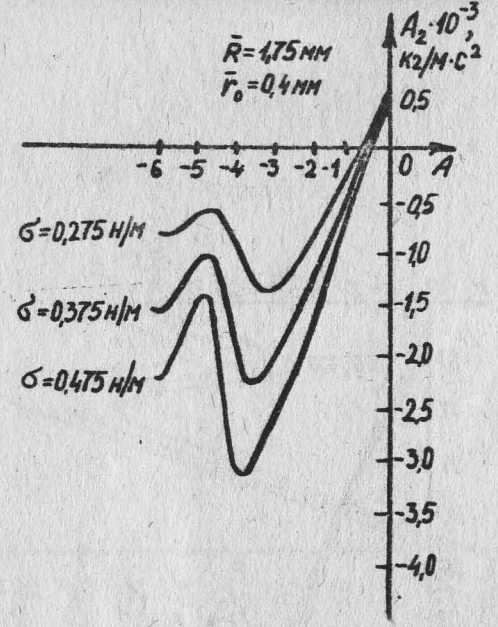
$\bar{R}$ = 1,75 мм
$\bar{r}_0$ = 0,4 мм
$A_2 \cdot 10^{-3}$, кг/м·с²
σ = 0,275 н/м
σ = 0,375 н/м
σ = 0,475 н/м
0,5
-0,5
-1,0
-1,5
-2,0
-2,5
-3,0
-3,5
-4,0
-6 -5 -4 -3 -2 -1 0 A

Рис. 2

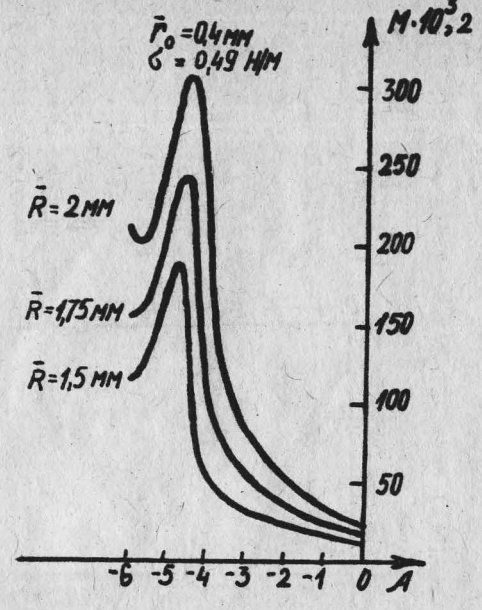
$\bar{r}_0$=0,4мм
σ = 0,49 н/м
M·10³,2
300
250
200
150
100
50
$\bar{R}$=2мм
$\bar{R}$=1,75мм
$\bar{R}$=1,5мм
-6 -5 -4 -3 -2 -1 0 A

Рис.3

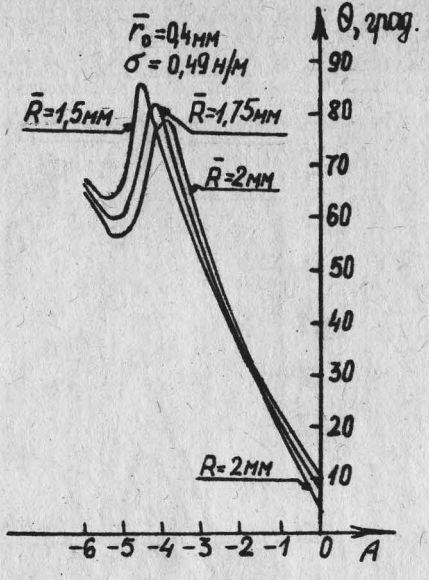
$\bar{r}_0$=0,4мм
σ = 0,49 н/м
Θ, град.
90
80
70
60
50
40
30
20
10
$\bar{R}$=1,5мм
$\bar{R}$=1,75мм
$\bar{R}$=2мм
R=2мм
-6 -5 -4 -3 -2 -1 0 A

Рис.4

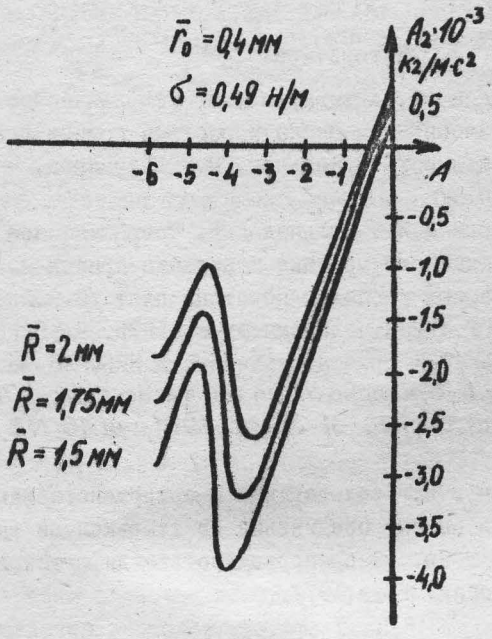

Рис.5

- прогнозировать расход припоя для контактных площадок и выводов различных диаметров, при различных значениях σ и Θ;

- предсказывать, как надо менять значения $\bar{R}$, $\bar{r}_0$, чтобы уменьшить расход припоя;

- при наличии экспериментальной кривой зависимости значений Θ от σ предсказывать, как уменьшить массу припоя, изменяя σ.

Отметим, что используя номограммы I...4 [1], достаточно найти экспериментально зависимость массы припоя M от σ (при фиксированных $\bar{R}$ и $\bar{r}_0$). Тогда на рис.4 [1] можно по известной M найти значения A, соответствующие различным σ, а затем на рис.I по значениям A найти значения Θ, соответствующие различным σ, т.е. получить кривую зависимости $\Theta = \Theta(\sigma)$.

Литература

I. Кольчак В.В., Антимиров М.Я. Теоретическое определение формы статического мениска и расхода припоя для круглой контактной площадки /В.В.Кольчак, М.Я.Антимиров. - В настоящем сборнике, с. 20 - 24.

2. Антимиров М.Я., Кольчак В.В. Теоретическое определение формы статического мениска и расхода припоя для некоторых видов монтажных площадок печатных плат /М.Я.Антимиров, В.В.Кольчак. - Р.: Риж.политехн.ин-т, 1975. - (Рукопись депонирована в ЦНИИТЭИ приборостроения, № 378, 26.05.75).

3. *Tomada K., Shibaoka Y. On the Pendent drop/K.Tomada, Y.Shibaoka -J. of the Physical Society of Japan, 1961, vol. 16, N 6, pp. 1249-1252.*

4. Кольчак В.В. Исследование и совершенствование технологии получения паяных соединений со штырьковыми выводами/ В.В.Кольчак. - В кн.: Теплопроводность и диффузия в технологических процессах. Рига, 1977.