

- Практическая работа №1
 - Определение расхода припоя при пайке печатных плат
 - Дано
 - Найти
 - Доказательство

Практическая работа №1

Определение расхода припоя при пайке печатных плат

Дано

- $P = 25$ - количество плат (шт)
- $q = 352$ - количество точек пайки на одну плату (шт)
- $d = 1.2$ - диаметр прутка припоя (мм)
- $\rho = 0.0085$ - плотность припоя (г/мм³)
- $R_1 = 0.3$ - радиус вершины конуса (мм)
- $R_2 = 1.5$ - радиус основания конуса (мм)
- $H = 1.3$ - высота конуса (мм)

Найти

- V - объем усеченного конуса
- w - вес одной точки пайки
- W - общий вес на плату
- W_{30} - вес с запасом
- L - длина прутка припоя на одну плату
- $L_{общая}$ - всего нужно на пайку

1. Найдем объем усеченного цилиндра:

$$V_{\text{конус}} = \frac{1}{3}\pi H(R_1^2 + R_2^2 + R_1 \cdot R_2) = \frac{1}{3} \cdot 3.1416 \cdot 1.3 \cdot (0.3^2 + 1.5^2 + 0.3 \cdot 1.5) \approx 3.798 \text{ мм}^3$$

2. Вес одной точки:

$$w = V_{\text{конус}} \cdot \rho = 3.798 \cdot 0.0085 \approx 0.0322\text{Г}$$

3. Вес всех точек на плате:

$$W = q \cdot w = 352 \cdot 0.0322 \approx 11.364\text{Г}$$

4. Вес с 30% запасом для одной платы

$$W_{30\%} = W + 0.3W \approx 14.7734\text{Г}$$

5. Количество грамм припоя в одном мм прутка диаметром 1.2 мм

$$Q = \frac{\pi d^2}{4} \cdot \rho = \frac{3.1416 \cdot 1.2^2}{4} \cdot 0.0085 \approx 0.0096\text{Г}$$

6. Длина проволоки (прутка) припоя для одной платы $L = W_{30\%}/Q \approx 14.7734/0.0096 \approx 1536.77\text{мм}$

Итого, для одной платы с 352 точками пайки необходим пруток припоя более полутора метров.

Цифра кажется огромной по сравнению с 16 мм в задаче из примера.

Но, при грубом подсчете 16 мм - никак не может быть даже на плату с 81 точкой!

Доказательство

У нас есть конус, у которого верхний диаметр 0.6, а нижний 3 мм. Возьмем среднее арифметическое двух оснований и получим 1,8мм, что является диаметром большим чем диаметр прутка припоя 1.2. Предположим, очень грубо, что мы имеем дело не с конусом а с цилиндром диаметр которого 1.2, следовательно его высота Н из условия равна 1.3мм. Умножив 1.3 на 352 получим 458мм, т.е. почти пол метра прутка припоя нам нужно только по самым грубым подсчетам. Более того, сократили в меньшую сторону показатели цилиндра с 1.8 до 1.2. Но, все равно откуда взялись полтора метра, рассмотрим далее.

Можно подтвердить правильность полуторометрового вычисления с помощью формулы цилиндра, ведь пруток у нас цилиндрической формы, то:

7. Найдем объем цилиндра длиной 1мм для диаметра 1.2 (радиус 0.6):

$$V_{\text{цилиндр}} = \pi r^2 H = 3.1416 * 0.6^2 * 1 \approx 1.13 \text{мм}^3$$

8. Теперь найдем вес этого цилиндра (миллиметрового куска прутка)

$$w_{\text{цилиндр}} = V_{\text{цилиндр}} * \rho = 1.13 * 0.0085 \approx 0.0096 \text{г}$$

Результат совпадает с Q из пункта №5.

Отсюда, так же найдем длину прутка для всей платы. Мы знаем массу с 30% запасом, поделим ее на вес одного мм прутка и мы получим то количество мм, которое входит в эту массу:

$$9. L = W_{30\%}/Q \approx 14.7734/0.0096 \approx 1536.77$$

Дело в том, что мы считали 30% как запас, это одна треть (очень много), более того мы не учитывали ножку которая, тоже имеет объем

10. Посчитаем сколько будет занимать объем ножки:

$$V_{\text{ножка}} = \pi r^2 H = 3.14 * 0.3^2 * 1.3 \approx 0.36 \text{мм}^3$$

11. Вычтем объем ножки из объема конуса, получим объем конуса с отверстием

$$V_{\text{hole}} = V_{\text{конус}} - V_{\text{ножка}} = 3.798 - 0.36 \approx 3.43 \text{мм}^3$$

12. Найдем вес конуса с отверстием:

$$w_{\text{hole}} = V_{\text{hole}} * \rho = 3.43 * 0.0085 \approx 0.029 \text{г}$$

13. Найдем вес всех точек пайки на одной плате

$$W_{\text{hole}} = w_{\text{hole}} * q = 0.029 * 352 = 10.26 \text{грамм}$$

14. Переведем в длину:

$$L_{\text{hole}} = W_{\text{hole}}/w_{\text{hole}} = 10.26/0.029 \approx 1067.73 \text{мм}$$

Следовательно 1 метр припоя весит около 10 грамм. [Интернет подтверждает!](#)

15. Расчет метража припоя для всех 25 плат, содержащих по 352 точки:

$$L_{25} = L_{\text{hole}} * 25 = 1067.73 * 25 \approx 27353.33 \text{мм} \approx 27,5 \text{метра}$$