

7.2 Розрахунок віброміцності друкованого вузла

Проведемо розрахунок віброміцності друкованого вузла, за визначеною методикою. Розрахунок частоти власних коливань друкованої плати. Вихідні данні:

довжина плати $a=0.165\text{м}$;

- ширина плати $b=0.085\text{м}$;

- товщина плати $h = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}$.

Матеріал друкованої плати – двосторонній фольгований стеклотекстолит СФ-2-35 з параметрами:

- модуль пружності $E = 3,02 \cdot 10^{10} \text{ Н/м}^2$;

- щільність $\rho = 2,05 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$;

- коефіцієнт Пуассона $\xi = 0,22$.

Маса встановлених на платі елементів $M = 0,05\text{кг}$.

Визначимо приведену масу друкованої плати:

$$m_n = \rho h = 2,05 \cdot 10^3 \cdot 0,0015 = 3,1 \text{ кг/м}^2.$$

Визначимо приведену масу плати з деталями:

$$m = m_n + m_e = 3,1 + \frac{0,05}{0,085 \cdot 0,165} = 6,7 \text{ кг/м}^2$$

Розраховуємо циліндричну жорсткість:

$$D = \frac{E \cdot h^3}{12(1 - \xi^2)} = \frac{3,02 \cdot 10^{10} \cdot (1,5 \cdot 10^{-3})^3}{12 \cdot (1 - 0,22^2)} = 8,93 \text{ Нм}$$

Визначаємо значення функції $\varphi(\beta)$ для кріплення плати в чотирьох точках:

$$\varphi(\beta) = \pi^2 \sqrt{\frac{1 + 1,621 \cdot \frac{\xi}{\beta} + \frac{1}{\beta^2}}{1 + 1,621 \cdot \frac{1}{\beta^3} + \frac{1}{\beta^6}}}$$

де $\beta = a/b = 1.9$ – коефіцієнт, залежний від співвідношення довжини і ширини плати.

$$\varphi(\beta) = \pi^2 \cdot \sqrt{\frac{1 + 1,621 \cdot \frac{0,22}{1,9} + \frac{1}{1,9^2}}{1 + 1,621 \cdot \frac{1}{1,9^3} + \frac{1}{1,9^6}}} = 17$$

Визначимо значення резонансної частоти плати:

$$f_0 = \frac{\varphi(\beta)}{2 \cdot \pi \cdot a^2} \sqrt{\frac{D}{m}} = \frac{17}{2 \cdot \pi \cdot 0,165^2} \cdot \sqrt{\frac{8,93}{6,7}} \approx 120 \text{ Гц}$$

Висновок:

Так як резонансна частота плати $f_0 = 120$ Гц в 2 рази перевищує максимальну частоту вібраційних впливів ($f = 60$ Гц), то обраний варіант кріплення плати влаштовує вимоги віброміцності.