

лять процессом вибрационной обработки детали.

Модель была проверена на теоретических и экспериментальных данных работы станков с одно- и двухкоординатными источниками колебаний.

Алгоритм решения:

1. Начало.
2. Определение координат при $t=0$.
3. Цикл по t_i, t_j, t_k . По завершении циклов идти на п. 6.
4. Определение координат при каждом значении t_i, t_j, t_k .
5. Если $(X_0+\Delta X)-f(X_0, X_0+\Delta X, X_0+2\Delta X) > \tau$ и $(X_1+\Delta X)-f(X_1, X_1+\Delta X, X_1+2\Delta X) > \tau$ и ... и $(X_{N-1}+(N-1)\Delta X)-f(X_{N-1}, X_{N-1}+(N-1)\Delta X, X_{N-1}+N\Delta X) > \tau$, то $\Delta X = \Delta X + \sigma$ и идти на п. 5, иначе запомнить координаты и идти на п. 3.
6. Конец.

Особенностью данного подхода является то, что модель создавалась на базе ранее полученных теоретических данных по одно- и двухкоординатным станкам, а также по изучению плоскостного перемещения частиц в станках с независимыми источниками колебаний.

Он гарантирует истинность полученных данных, так как имеется возможность отслеживать траекторию движения каждой частицы (абразива, гранулы).

Модель может быть также использована при изучении процесса вибрационной обработки в одно- и двухкоординатных вибрационных станках.

Метод позволяет рассматривать любые геометрические формы как контейнера, так и обрабатываемой детали, что является его универсальностью.

Данная работа позволяет более полно рассмотреть и изучить характер перемещения частиц, что дает возможность управлять физико-механическими и геометрическими показателями рабочих поверхностей деталей.

ОБОБЩЕННАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОПТО-ЭЛЕКТРОННЫХ ДАТЧИКОВ ДЛЯ, ПОСТРОЕННЫХ НА ОСНОВЕ ВОЛС

Лиманова Н.И., Гречишников В.М., Лиманов И.А.

Самарский государственный аэрокосмический университет, г. Самара

Оптоэлектронные датчики, используемые для контроля параметров двигателей летательных аппаратов (ДЛА), строятся в виде оптопар, содержащих источник излучения, фотоприемник и волоконно-оптическую линию связи (ВОЛС).

Важнейшими характеристиками оптического волокна, определяющими эффективность его применения, являются числовая апертура, потери пропускания, дисперсия, спектральная характеристика, передаточная функция, а также параметры, характеризующие допустимые условия монтажа и эксплуатации с точки зрения возможных механических, климатических и других воздействий [1].

Под числовой апертурой NA понимается максимальный угол θ_0 падения светового луча к нормали плоскости входного торца световода, для которого еще выполняется условие полного внутреннего отражения,

$$\sin \theta_0 = \sqrt{n_1^2 - n_2^2} = NA \approx \sqrt{2n_1 \Delta n}.$$

Для внеапертурных лучей ($\theta > \theta_0$) условие полного внутреннего отражения на границе сердцевина — оболочка не выполняется, в результате чего они после преломления покидают световод. Числовая апертура оказывает важнейшее влияние на эффективность устройств ввода излучения в волокно, оптических разъемов, а также дисперсию светового импульса. Значение числовой апертуры для современных волокон лежит в пределах $NA = 0,1 \div 0,3$ ($\theta_0 = 6 \div 17$ град.).

Интересной с практической точки зрения конструктивной разновидностью градиентных световодов являются четвертьволновые градиентные линзы (граданы). Они представляют собой отрезки цилиндрических кварцевых стержней диаметром 0,5-3 мм и длиной 3-15 мм. Наличие градиента показателя преломления обуславливает такие их ценные свойства, как способность коллимировать и фокусировать излучение подобно классическим линзовым системам. Основные преимущества граданов — малые габариты, незначительные потери световой энергии (около 2 дБ), а также возможность групповой технологии изготовления, что обеспечивает хорошую повторяемость характеристик.

Обобщенной энергетической характеристикой оптического тракта является его пропускание

$$P = P_{\text{вых}} / P_{\text{вх}}$$

где $P_{\text{вых}}$ и $P_{\text{вх}}$ — мощности оптического сигнала на его выходе и входе.

Уровень пропускания $P = 1 \div 10^{0,1 B}$ связан с функцией энергетических потерь B (дБ). Через величины P и B могут быть выражены ос-

новные параметры, определяющие вид и характеристики "вход-выход" для конкретного преобразователя, например, амплитуда переменной составляющей выходной мощности

$$P = \frac{1}{2} \frac{d\Pi}{dx} P_{ex} \Delta x;$$

фоновая составляющая

$$P_{\min} = \Pi_{\min} P_{ax}$$

максимальное, значение выходного оптического сигнала

$$P_{\max} = P + P_{\min} = P_{ex} \left(\Pi_{\min} + \frac{d\Pi}{dx} \Delta x \right);$$

коэффициент модуляции

$$K_M = P / (P - 2P_{\min});$$

динамический диапазон сигнала

$$D = 10 \lg \left(\frac{P_{\max}}{P_{\min}} \right) = 10 \lg \left[1 + \left(\frac{d\Pi}{dx} \Delta x \right) / \Pi_{\min} \right]$$

Пример расчета оптопары

Исходные данные: задан ИИ - излучающий диод АЛ107А инфракрасного диапазона; ВОЛС в виде оптического кабеля (ОК): наружный диаметр кабеля $D = 6 \text{ мм}$; диаметр одного световода $d = 2 \text{ мм}$; число световодов в упаковке кабеля $k = 5$. Показатель степени, определяющий спектр микроизгибов $S = 4,5$; показатель преломления сердцевины $n \approx n_1 = 1,515$; показатель преломления среды $n_d = 1,5$; радиус изгиба $R_{изг} = 150 \text{ мм}$. Зазор между торцами световодов $h = 0,5 \text{ мм}$; показатель преломления оболочки ОК $n_2 = 1,5$, боковой и угловой сдвиги световодов $e = 0,1 \text{ мм}$ и $\theta = 4,4 \cdot 10^{-2} \text{ град}$; показатель преломления оболочки стыкуемого ОК $n_2^1 = 1,48$; $n_1^1 = n_1$; диаметры стыкуемых ОК $d_n = d$; $d_n = 2,3 \text{ мм}$; радиусы градианов $R = 5 \text{ мм}$; угол расходимости пучка θ_1 , скоординированного градианом, вычисляется для длины волны $\lambda = 0,95 \text{ мкм}$ и радиуса пучка света на выходном торце градиана

$r_1 = 0,5 \text{ мм}$, зазор $h_1 = 15 \text{ мм}$.

Расчет осуществляется следующим образом:

1. Выполняется чертёж оптопары, рис. 1.

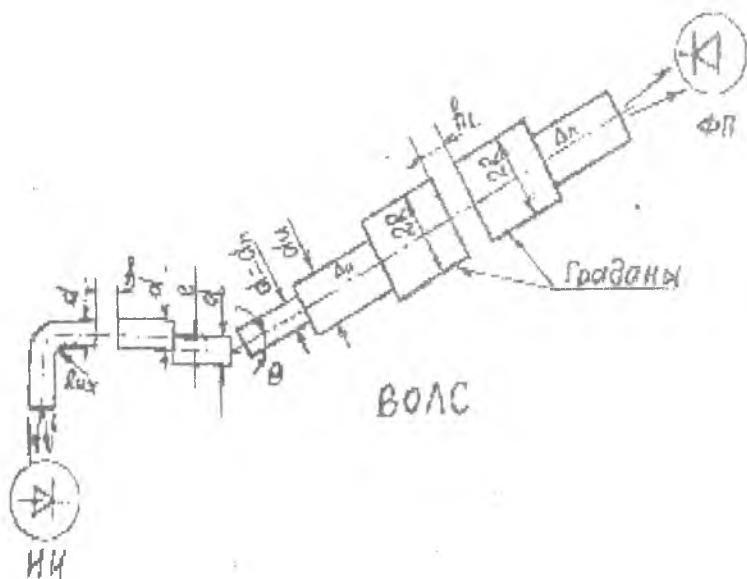


Рис. 1.

2. Из справочника [2] по заданному излучающему диоду АЛ107А выбирается мощность излучения $P_{изл} = 6 \text{ мВт}$. С учетом заданного угла падения из диаграммы направленности излучения определяются потери возбуждения $P_{изл} \cdot 0,9 = 6 \cdot 0,9 = 5,4 \text{ мВт}$, т.е. потери составляют $0,6 \text{ мВт}$, а входная мощность в ВОЛС составляет $P_{вх} = 5,4 \text{ мВт}$. Определяем потери мощности В в ВОЛС, выраженные в децибелах (дБ) [3].

3. Потери ввода световой энергии:

- 3.1. На начальном участке

$$B_{н \text{ в }} = -10 \lg \left[\frac{m+1}{m+2} \right] = 1249 \text{ дБ} ,$$

где $m = S - 2,5$.

3.2. На отражение (Френелевские потери)

$$B_{\phi p} = -10 \lg \frac{4nn_d}{(n+n_d)^2} = 3,01 \cdot 10^{-4} \text{ дБ}.$$

3.3. От упаковки световода

$$B_{yn} = 10 \lg \frac{D^2}{kd^2} = 2,553 \text{ дБ}.$$

4. Потери от изгиба световода

$$B_{usz} = -10 \lg \left(1 - \frac{d}{R_{usz} \cdot \Delta_u} \right)^4 = 4,85 \text{ дБ},$$

где Δ_u - относительное значение показателей преломления,

$$\Delta_u = \left((n_1)^2 - (n_2)^2 \right) / 2 (n_1)^2 = 2,2 \cdot 10^{-2}.$$

5. Потери составной ВОЛС:

5.1. От зазора между торцами световодов

$$B_n = -10 \lg \left[1 - 0,4 \left(\frac{h}{d} \right) \sqrt{2\Delta} \right] = 0,06 \text{ дБ},$$

где

$$\Delta = \left((n_1)^2 - (n_2)^2 \right) / 2 (n_1)^2 = 9,8 \cdot 10^{-3}.$$

5.2. От бокового сдвига

$$B_e \approx -10 \lg \left(1 - \frac{2e}{\pi d} \right) = 0,14 \text{ дБ}.$$

5.3. От углового сдвига

$$B_\theta \approx -10 \lg \left(1 - \frac{2\theta}{\pi \sqrt{2\Delta}} \right) = 0,539 \text{ дБ}.$$

5.4. От различных диаметров световодов

$$B_d \approx -10 \lg \left[1 - 2 \left(\frac{d_u - d_n}{d_u} \right) \right] = 1,313 \text{ дБ}$$

5.5. От различных показателей преломления

$$B_\Delta = -10 \lg \left(1 - \frac{\Delta_u - \Delta_n}{\Delta_u} \right) = 3,512 \text{ дБ}.$$

где $\Delta_n = \Delta_u = 2,2 \cdot 10^{-2}$.

5.6. От сопряжения градианов

$$B_z = -10 \lg \left(\frac{R}{R + \theta_1 \cdot h_1} \right) = 0,53 \text{ дБ}.$$

$$\text{где } \theta_1 = 0,61 \frac{\lambda}{r_1} = 116 \text{ град.}$$

5.7. Потери пропускания на длине ВОЛС

$$B_{np} = B_{np}^o \cdot \ell = 0,02 \text{ дБ}$$

5.8. Суммарные потери в ВОЛС

$$\begin{aligned} \sum B &= B_{\kappa y} + B_{\phi p} + B_{yn} + B_{изг} + B_h + B_6 + B_\theta + B_d + B_\Delta + \\ &+ B_z + B_{np} = 1,249 + 3,01 \cdot 10^{-4} + 4,85 + \\ &+ 0,06 + 0,14 + 0,539 + 1,313 + 3,512 + 0,53 + \\ &+ 0,02 = 11,39 \text{ дБ.} \end{aligned}$$

6. Определяем $P_{\text{вых}}$ - мощность на выходе ВОЛС

$$P_{\text{вых}} = P_{\text{вх}} / \sum B \text{ и ее пропускание П.}$$

Список литературы

1. Гроднев И.И., Ларин Ю.Т., Теумин И.И. Оптические кабели. – М.: Энергоатомиздат, 1991. 264 с.
2. Иванов В.И., Аксенов А.И., Юшин А.М. Полупроводниковые оптоэлектронные приборы. Справочник. – М.: Энергоатомиздат, 1989. 448 с.
3. В.М. Гречишников, Н.Е. Конюхов. Оптоэлектронные цифровые датчики перемещений со встроенными волоконно-оптическими линиями связи. – М.: Энергоатомиздат, 1992, 161 с.

СТРУКТУРА НАЧАЛЬНОГО УЧАСТКА ОКОЛОЗВУКОВОЙ ЗАТОПЛЕННОЙ СТРУИ

Первышин А.Н., Лапшин С.А.

Самарский государственный аэрокосмический университет, г. Самара

В струйных технологиях широко используются высокотемпературные околозвуковые струи продуктов сгорания [1]. Они применяются для транспортировки энергии продуктов сгорания к объекту воздействия который может быть разрезаемой преградой, напыляемой или очищаемой поверхностью, газоструйным теплообменником и т.п. В одних задачах