

ФОРМИРОВАНИЕ ГРАНИЧНЫХ УСЛОВИЙ В МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОПТОЭЛЕКТРОННОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ УГЛОВЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ ТОРЦА ЛОПАТКИ ГТД

Иванова Я.А., Данилин А.И.

«Самарский национальный исследовательский университет имени
академика С.П. Королёва», г. Самара

Поток излучения, направленный на поверхность объекта контроля (ОК) – торец лопатки ГТД, представляет собой совокупность лучей, лежащих в конусе диаграммы направленности излучателя оптоэлектронного преобразователя. Принятый поток в свою очередь представляет собой суммарную величину отраженных от поверхности ОК лучей, принятых в приемно-передающем коллекторе (ППК) оптоэлектронного преобразователя.

$$\Phi_{\text{прин}} = \sum_1^N \Phi_{x_n y_n} = \sum_1^N \frac{I_{x_n y_n}}{\sigma^2} \cdot S, \quad (1)$$

где $\Phi_{x_n y_n}$ – величина потока для каждого падающего луча с координатами (x_n, y_n) , n – номер луча, N – количество лучей в потоке, $I_{x_n y_n}$ – интенсивность излучения луча с координатами (x_n, y_n) , S – площадь окружности, в которую попадают все лучи, σ – расстояние от излучателя до поверхности ОК.

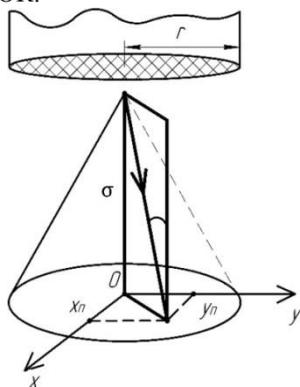


Рисунок 1 – Взаимное расположение ОК и ППК оптоэлектронного преобразователя

Исходя из второго закона освещенности и рисунка 1 выражение (1) можно преобразовать к виду:

$$\Phi_{\text{прин}} = \sum_1^N \frac{I_{\text{max}} \cdot S}{\sigma} \cdot \frac{1}{\sqrt{x_n^2 + y_n^2 + \sigma^2}}, \quad (2)$$

При этом в суммарном потоке будут учитываться только те лучи, которые после отражения от поверхности ОК попадают в ППК, т.е. выполняется условие:

$$\sqrt{x_n^2 + y_n^2} \leq \frac{r}{2}, \quad (3)$$

где r – радиус ППК, расстояние между излучателем и приемником.

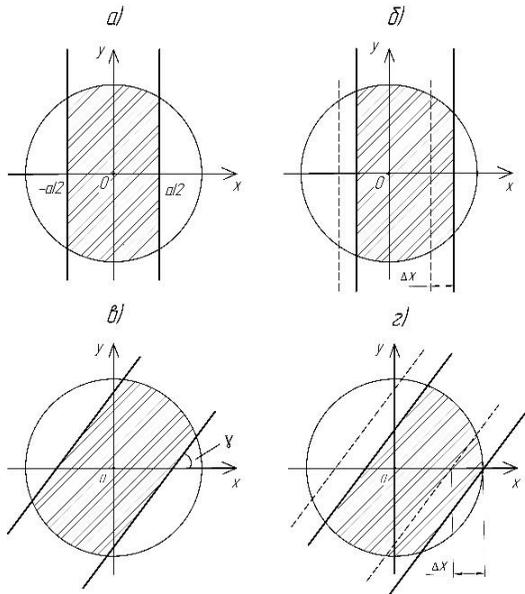


Рисунок 2 – Варианты расположения поверхности ОК относительно преобразователя

Рассмотрим варианты расположения поверхности ОК относительно преобразователя, представленные на рисунке 2. Суммарный поток будет описываться выражением (2) с различными условиями для каждого расположения.

а) Поверхность ОК ограничена шириной ОК – величиной a . Падающие лучи с координатами (x_n, y_n) должны удовлетворять условиям попадания на поверхность ОК, в соответствии с выражениями, описывающим поверхность ОК, а отраженные лучи – учитывать выражение (3):

$$|x_n| \leq \frac{a}{2} \text{ и } \sqrt{x_n^2 + y_n^2} \leq \frac{r}{2} \quad (4)$$

б) Поверхность ОК смещена на величину Δx . Условие для лучей, отраженных от поверхности ОК, исходя из (4) представляет собой:

$$|x_n - \Delta x| \leq \frac{a}{2} \text{ и } \sqrt{x_n^2 + y_n^2} \leq \frac{r}{2} \quad (5)$$

в) Поверхность ОК повернута на угол γ . В этом случае условие для падающих лучей:

$$|y_n| \leq kx_n + m \text{ и } \sqrt{x_n^2 + y_n^2} \leq \frac{r}{2} \quad (6)$$

При этом $m = \frac{a}{2} \cdot \cos \gamma$ и $k = tg \gamma$, тогда выражение для отраженных лучей (6) принимает вид:

$$|y_n| \leq tg(\gamma) \cdot x_n + \frac{a}{2} \cdot \cos(\gamma) \text{ и } \sqrt{x_n^2 + y_n^2} \leq \frac{r}{2}$$

г) Поверхность ОК смещена по оси Ox на величину Δx и повернута на угол γ . Условие для отраженных лучей:

$$|y_n| \leq tg(\gamma) \cdot (x_n - \Delta x) + \frac{a}{2} \cdot \cos(\gamma) \text{ и } \sqrt{x_n^2 + y_n^2} \leq \frac{r}{2}$$

Таким образом, получены выражения, описывающие граничные условия для линейных и угловых перемещений торца лопатки ГТД, позволяющие в дальнейшем оценить влияние перемещений ОК на суммарный поток принятого ППК излучения.

Список использованных источников

1. Данилин, С.А. Оптоэлектронный дискретно-фазовый преобразователь локальных параметров формы криволинейных отражающих поверхностей [Текст]: дис. ... канд. тех. наук: 05.13.05/ Данилин Сергей Александрович. – М., 2023. – 168с.

УДК 620.179.18

ОГРАНИЧЕНИЯ СВЯЗАННЫЕ С ДЛИНОЙ ЗОНДИРОВАНИЯ И ПЕРЕХОДОМ ФАЗЫ ЧЕРЕЗ π

А.В. Григорьев, А.Л. Михайлов, Г.П. Охоткин

Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, г. Чебоксары

Ключевые слова: механические колебания, рефлектометр фОТDR, оптоволоконный датчик, рэлеевское рассеяние, длина зондирования.

В настоящее время одним из наиболее перспективных методов оценки состояния высоковольтных кабельных линий является оптоволоконная система контроля активности и технологического мониторинга, основанная на использовании когерентного рефлектометра фОТDR [1]. Рефлектометр фОТDR может работать в двух режимах: амплитудном (одноимпульсном) и фазовом (двухимпульсном) [2].