

Рис. 1. Спектр собственных колебаний стеклянной оболочки

Для подтверждения результатов экспериментов использовался акустический анализ, для реализации которого применялся направленный генератор звука, действующий на одну из стенок оболочки. Генератор настраивался на частоту, полученную экспериментально и по наличию синусоидального сигнала на пьезоэлементе определялось наличие свободных колебаний. Таким образом, были подтверждены первые 3 резонансные частоты. На одной из них экспериментальный образец должен работать как волновой твердотельный гироскоп [1]. Второй форме колебаний соответствует первая найденная частота. Стоит отметить, что для определения добротности оболочки без каких-либо дополнительных элементов описанный выше способ не подойдет, т. к. пьезоэлементы поглощают часть энергии колебаний. В этом случае следует использовать только акустический анализ.

Благодарности. Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках государственного задания (FEWG-2022-0002).

Литература

1. Волновой твердотельный гироскоп с металлическим резонатором; под ред. В. Я. Распопова. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2018. – 189 с.

УДК 535.4

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ ИНТЕРФЕРЕНЦИИ В ПРОГРАММЕ МАТНСАД

Студент гр. 11311122 Суринович Е. И.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Гацкевич Е. И.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

В настоящей работе проведено моделирование интерференции от двух точечных источников света. Рассмотрена интерференционная картина от источников света, имеющих длину волны λ в фиксированный момент времени. Считалось, что источники находятся в плоскости XU и расположены в точках $M_1(a_1, b_1)$ и $M_2(a_2, b_2)$.

Амплитуду световой волны в точке с координатами (x, y) от точечного источника можно записать в виде $S = A \sin(kz + \varphi)$ [1], где A – максимальная амплитуда, $z = \sqrt{x^2 + y^2}$ – расстояние от источника до точки наблюдения, k – волновой вектор, который связан с длиной волны светового излучения соотношением $k = 2\pi/\lambda$, φ – начальная фаза.

Суммарную амплитуду волны от двух источников в точке $z(x, y)$ можно записать в виде:

$$S = A_1 \sin\left(\frac{2\pi}{\lambda} \sqrt{(x - a_1)^2 + (y - b_1)^2} + \varphi_1\right) + A_2 \sin\left(\frac{2\pi}{\lambda} \sqrt{(x - a_2)^2 + (y - b_2)^2} + \varphi_2\right) \quad (1)$$

При моделировании в Mathcad координатная плоскость разбивалась на точки следующим образом: $x_i = x_0(i - 50)$, $y_j = y_0(j - 50)$, где значения x_0 и y_0 выбирались таким образом, чтобы на координатной плоскости размещалось несколько длин волн, индексы i и j менялись в диапазоне от 0 до 100.

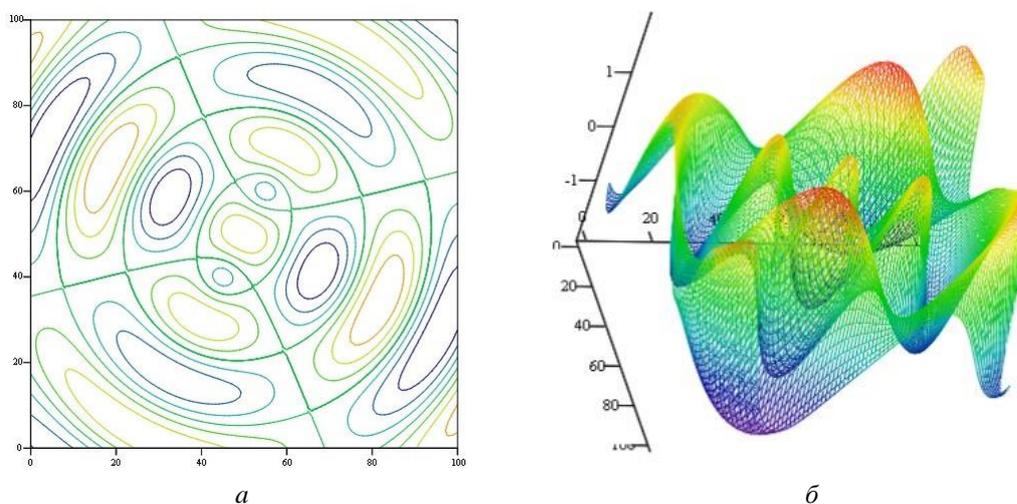


Рис. 1. Пример интерференционной картины для двух точечных источников ($\lambda = 0,6$ мкм (видимый диапазон), $x_0 = y_0 = 0,02$ мкм, $\varphi_1 = \varphi_2 = 0$)

Результаты моделирования интерференционной картины с источниками в точках с координатами $M_1(-0,1;-0,2)$ и $M_2(0,1;0,2)$ приведены на рисунке 1. Рис. 1, *a* построен с использованием инструмента counter plot, а рис. 1, *б* – surface plot. Координатная плоскость соответствует размерам 2×2 (мкм). С помощью инструмента Animation исследованы изменения интерференционной картины в зависимости от амплитуд и сдвига фаз.

Использованный метод моделирования легко расширить на большее количество источников света, а также для другой геометрии. Указанный метод может быть использован в образовательном процессе для наглядной иллюстрации явления интерференции, в частности с использованием инструмента Animation в Mathcad.

Литература

1. Ландсберг, Г. С. Оптика: учеб. пособие: для вузов. – 6-е изд., стереот. / Г. С. Ландсберг. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 848 с.

УДК 534.5

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ «БИЕНИЕ» В ПРОГРАММЕ MATHCAD

Студент гр. 11311122 Суринович Е. И.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Гацкевич Е. И.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

Явление биения возникает при сложении двух гармонических колебаний с небольшим сдвигом частоты. Амплитуда гармонического колебания изменяется по закону $x(t) = x_0 \cos(\omega t + \varphi)$, где x_0 – максимальная амплитуда, ω – частота, t – текущее время, φ – начальная фаза.

Рассмотрим сложение двух гармонических колебаний со сдвигом по частотам $\Delta\omega$:

$$x(t) = A \cos(\omega t) + B \cos((\omega + \Delta\omega)t) \quad (1)$$

При $A = B$ можно записать выражение для суммарного колебания, используя формулу сложения косинусов [1]. Если амплитуды колебаний не равны, то ситуация усложняется. В настоящей работе проведено моделирование явления биения при сложении колебаний с разными амплитудами в Mathcad. В частности исследовано влияние разности амплитуд и частотного сдвига на период и амплитуду биений.