

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДИФРАКЦИИ H_x -ПОЛЯРИЗОВАННОЙ ВОЛНЫ НА СКОШЕННОЙ РЕШЕТКЕ

Я. С. Комиссаров, В. А. Павлюк

Х а р ь к о в

В работах [1, 2] проведены теоретические исследования задачи дифракции нормально падающей электромагнитной плоской волны на идеально проводящую периодическую решетку, образованную бесконечно тонкими металлическими лентами и повернутую вокруг оси z в плоскости xoy на угол α (рис. 1). Указанную решетку будем называть в дальнейшем скошенной решеткой отметив при этом, что по сравнению с обычной решеткой она имеет период $L = l \cos \alpha$, а расстояние между ее лентами $D = d \cos \alpha$. Безразмерные параметры скошенной и обычной решеток связаны следующими зависимостями:

$$\bar{x} = \frac{L}{\lambda} = x \cos \alpha; \quad \bar{u} = \cos \frac{\pi D}{L} = u.$$

Здесь соответственно l и L — период обычной и скошенной решеток; d и D — ширина их щелей; λ — длина волны падающего поля. Естественно, что поля, возникающие в результате дифракции электромагнитных волн на обычных и скошенных решетках, имеют различные амплитудные и фазовые характеристики.

Рассматриваемая задача представляет самостоятельный интерес с точки зрения изучения влияния скоса решетки на поведение основных энергетических характеристик дифракционного спектра (коэффициентов прохождения и отражения). Качественные особенности последних открывают возможность использовать скошенные решетки в измерительной и радиолокационной технике миллиметрового и субмиллиметрового диапазонов волн.

Применяя известный метод [3], можно свести такую задачу к решению бесконечной системы линейных неоднородных алгебраических уравнений, которые для случая H_x -поляризации записываются в виде

$$-d_0 = -\sin \alpha - ix \cos \alpha d_0 V_0^0 + \sum_{n=1}^{\infty} y_n \bar{\delta}_n (V_0^n + V_0^{-n}) + 2cR_0;$$

$$0 = -ix \cos \alpha d_0 V_0^0 + \sum_{n=1}^{\infty} y_n \bar{\delta}_n (V_0^n + V_0^{-n}) + 2cR_0; \quad (1)$$

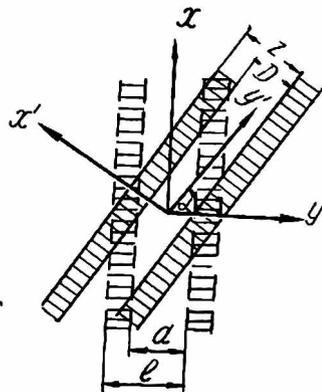


Рис. 1. Обычная и скошенная дифракционные решетки.

$$y_n = -ix \cos \alpha d_0 V_m^0 + \sum_{n=1}^{\infty} y_n \delta_n (V_m^n + V_m^{-n}) + 2cR_m,$$

$$(m = 1, 2, 3...), y_m = md_m,$$

где

$$\delta_n = 1 + i \sqrt{\left(\frac{x}{n} \cos \alpha\right)^2 - 1},$$

а коэффициенты V_0^n , R_0 , V_m^n и R_m зависят от $(-u)$.

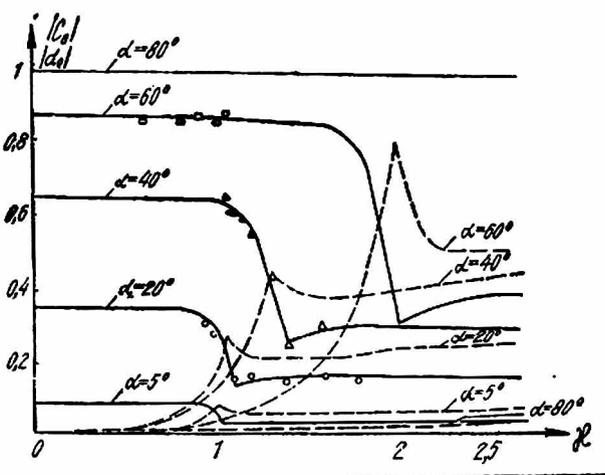


Рис. 2. Коэффициенты отражения и прохождения скошенной решетки при нормальном падении H_{\perp} -поляризованной волны для различных углов наклона и половинном коэффициенте заполнения (сплошные кривые — $|d_0|$, пунктирные кривые — $|c_0|$), измеренные значения: \circ — $\alpha = 20^\circ$; Δ — $\alpha = 40^\circ$; \diamond — $\alpha = 60^\circ$. $u = 0$

Применяя к (1) редукцию системы, методом исключения Гаусса с выбором главного элемента были вычислены амплитуды волн дифракционных спектров. Расчеты искоемых величин $c_0 = \sin \alpha - d_0$ и $c_n = -d_n$ ($n \neq 0$) производились на электронной цифровой вычислительной машине М-20. Параметры исследуемых решеток, углы наклона и длина падающей волны выбирались равными

$$u = 0; \pm 0,4; \pm 0,8; \alpha = 0 \div 85^\circ \text{ (через каждые } 5^\circ); 0 \leq x \leq 4.$$

Характерные зависимости коэффициентов отражения и прохождения представлены на рис. 2. Анализируя эти и другие (неприведенные здесь) графики отметим, что при изменении наклона решетки и ее заполнения можно получать в широком диапазоне частот для коэффициента прохождения значения с малой дисперсией.

Указанные закономерности получены при определенных допущениях (структура бесконечна, амплитудно-фазовый фронт волны, падающей на решетку, плоский, активные потери отсутствуют). Поэтому для проверки расчетных данных были проведены эксперименты на решетках, у которых

ширина металлических лент равна расстоянию между ними. Параметры установки и методика измерения коэффициента прохождения основной волны выбирались в соответствии с требованиями, изложенными в предыдущей статье настоящего сборника.

Сравнение теоретических и экспериментальных значений исследуемых величин показывает, что отклонения между ними лежат в пределах точности измерений при относительной погрешности, не превышающей $\pm 5\%$.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. П. Шестопапов. ЖТФ, 37, 8, 1967, 1441.
2. Я. С. Комиссаров, В. А. Павлюк. «Радиотехника и электроника», 12 1, 1967, 126.
3. З. С. Агранович, В. А. Марченко, В. П. Шестопапов. ЖТФ, 32, 4, 1962, 381.