

УДК 535

К ПРОБЛЕМЕ ОПИСАНИЯ ВНУТРИРЕЗОНАТОРНОГО ОТРАЖЕНИЯ СВЕТА ОТ ПРИЗМЫ

И. У. ПРИМАК, А. В. ХОМЧЕНКО
Белорусско-Российский университет
Могилев, Беларусь

Рассмотрена задача об описании отражения излучения от призмы, находящейся внутри резонатора He-Ne лазера (рис.1).

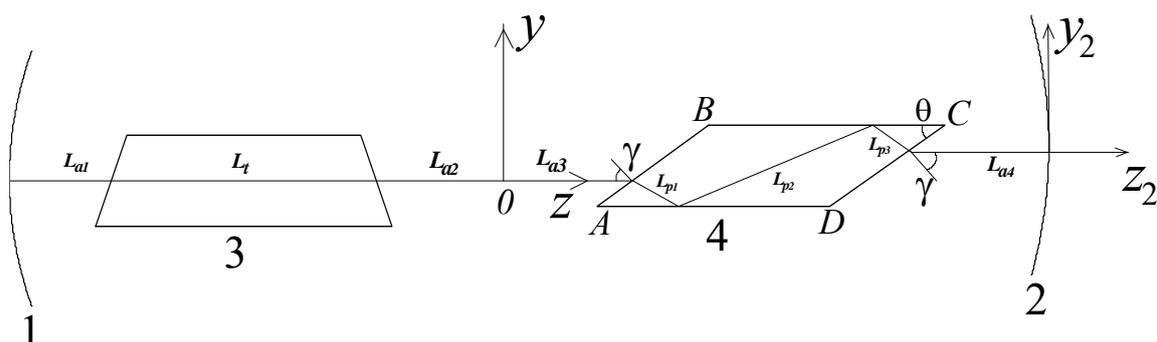


Рис. 1. Схема рассматриваемого лазерного резонатора: 1 – глухое зеркало; 2 – выходное зеркало; 3 – кювета (газоразрядная трубка He-Ne лазера); 4 – призма

В простейших случаях расчет излучения в резонаторе основывается на матричном описании, использовании метода последовательных приближений [1, 2]. При этом начальное приближение для электромагнитных полей получается при решении однородного волнового уравнения Гельмгольца (случай пустого резонатора). Последующие приближения находят при решении неоднородного уравнения Гельмгольца, которое описывает нелинейный процесс усиления [1, 2].

Решение однородного волнового уравнения Гельмгольца в рассматриваемой ситуации имеет ряд следующих особенностей.

Присутствие в резонаторе кюветы 3 и призмы 4 (см. рис.1) с ориентированными поверхностями под углом Брюстера к падающему излучению [3] означает, что излучение в резонаторе имеет ТМ-поляризацию.

Как известно, приближенным решением однородного волнового уравнения Гельмгольца являются полиномы Эрмита – Гаусса и в соответствии с [1] для электромагнитного поля в резонаторе можно рассматривать одномодовое приближение, т. к. призма является амплитудным корректором (осуществляет селекцию мод) [3].

В этой ситуации поле основной моды резонатора представляется в виде двух волн, распространяющихся в противоположных направлениях. В качестве волны, бегущей к зеркалу 2, рассматривался гауссов пучок вида

$$\psi_p(x, y, 0) = Ae^{-(x^2+y^2)/w_0^2},$$

где ψ_p – компонента магнитного поля, $\psi_p = H_x$; A – амплитуда пучка; w_0 – наименьший радиус пучка. Применяя разложения Фурье для поля [4], учитывая отражение пучка от граней призмы 4 (в приближении широкого пучка) и зеркал 1 и 2 (см. рис.1), было найдено распределение поля моды в резонаторе в начальном приближении.

Следующее приближение для поля основной моды в резонаторе было получено при решении неоднородного уравнения Гельмгольца в области кюветы (на рис. 1 область $-L_{a2} - L_T \leq z \leq -L_{a2}$) и последующем учете отражения пучка от граней призмы 4. При этом так как среда в кювете является слабонеоднородной [1], то амплитуду пучка A (при получении начального приближения считали амплитуду постоянной) считали медленно меняющейся функцией переменной z , т. е. $A = A_0\varphi(x, y, z)$, где A_0 – постоянная, $\varphi(x, y, z)$ – решение параболического приближения уравнения Гельмгольца [5]. Такое решение было получено аналитически на основе известной модели усиления излучения в газовом лазере [1].

Рассматриваемый подход позволил предложить процедуру расчета электромагнитного поля в резонаторе и интенсивности отраженного от призмы излучения. Выполнено численное моделирование отражения при различных углах падения генерируемого излучения на призму, размещенную в резонаторе He-Ne лазера. Получены оценки интенсивности генерации излучения. Определен диапазон углов падения излучения на призму, при котором имеет место генерация излучения. Предложена методика оценивания коэффициента усиления слабого сигнала на основе измерения интенсивности отраженного от призмы пучка при нескольких значениях угла падения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Радина, Т. В.** Резонансные и параметрические явления в задачах генерации и распространения лазерного излучения / Т. В. Радина, Т. Ф. Станкевич. – Санкт-Петербург: С.-Петерб. ун-т, 2009. – 231 с.
2. **Солименко, С.** Дифракция и волноводное распространение оптического излучения / С. Солименко, Б. Крозиньяни, П. Ди Порто. – Москва: Мир, 1989. – 664 с.
3. **Шульга, А. В.** Внутррезонаторная волноводная спектроскопия тонких пленок / А. В. Шульга, А. В. Хомченко, И. В. Шилова // Письма в ЖТФ. – 2018. – Т. 44, №. 21. – С.3–9.
4. **Романенко, А. А.** Пространственная структура интенсивности излучения, отраженного от призмного устройства возбуждения плоскостойких сред / А. А. Романенко, А. Б. Сотский, А. В. Хомченко. – Минск, 1991. – 31 с. – (Препринт / Акад. наук Беларуси. Ин-т физики; № 649).
5. **Ярив, А.** Оптические волны в кристаллах / А. Ярив, П. Юх. – Москва: Мир, 1987. – 616 с.