

## К расчёту спектра пропускания брюстеровского фильтра Лио

Н.А. Саскевич, Г.В. Синицын, А.В. Казберук

Институт физики им. Б.И. Степанова НАН Беларуси, Минск

E-mail: g.sinitsyn@ifanbel.bas-net.by

В качестве селективирующего элемента перестраиваемых широкодиапазонных лазеров часто используют фильтр Лио – одну или несколько параллельно расположенных синхронно вращаемых плоскопараллельных пластинок кратной толщины из непоглощающего одноосного двулучепреломляющего кристалла с оптической осью в плоскости пластинок или под углом к ней, обычно из кристаллического кварца. Падающее излучение линейно поляризовано в плоскости падения. Угол падения на пластинки  $\phi$  выбирается равным углу Брюстера. Недостатком фильтра Лио является наличие в спектре пропускания боковых пиков, на которых возможна паразитная генерация при достаточно мощной накачке и при перестройке длины волны излучения по полосе усиления. Целью работы явилось исследование влияния на интенсивность боковых пиков соотношения толщин кварцевых пластинок и влияния на неё вставленных под углом Брюстера дополнительных изотропных прозрачных пластинок на примере трёхпластинчатого фильтра Лио в области спектра 1050–1350 нм, характерной для лазеров на центрах окраски.

При расчёте спектров пропускания мы используем формулы для компонент поля на выходе пластинки, поляризованных в плоскости падения и перпендикулярно к ней, в случае падения на двулучепреломляющую пластинку с оптической осью в её плоскости эллиптически поляризованной плоской волны [1]. Формулы выведены тригонометрическим методом. Главный параметр формул – разность фаз сходящихся на задней грани необыкновенного и обыкновенного лучей, набегаемая от фронта падающей волны. Она обычно считается по приближённой формуле

$$\varphi = (2\pi/\lambda) \cdot (d/\sin\phi) \cdot (n_e - n_o) \cdot \sin^2\alpha, \quad (1)$$

где  $d$  – толщина пластинки,  $\alpha$  – угол между оптической осью и нормалью к фронту необыкновенной волны [2]. У нас точная формула [3]:

$$\varphi = (2\pi/\lambda) \cdot d \cdot [n_e(\beta, \lambda) \cdot \cos \psi_e - n_o(\lambda) \cdot \cos \psi_o]. \quad (2)$$

Здесь  $\psi_e$  и  $\psi_o$  – углы преломления необыкновенной и обыкновенной волн,  $n_e(\beta, \lambda)$  – показатель преломления необыкновенной волны, зависящий от угла  $\beta$  между оптической осью и плоскостью падения [3]:

$$n_e^2(\beta, \lambda) = n_e^2 \cdot [1 - \sin^2 \phi \cdot \cos^2 \beta \cdot (1/n_o^2 - 1/n_e^2)]; \quad (3)$$

$n_e$  и  $n_o$  – необыкновенный и обыкновенный показатели преломления [4]. При  $d_1 = 0,06821$  см,  $\phi = 56,8633^\circ$ ,  $\beta = 45^\circ$  оптическая разность хода на  $\lambda = 1200$  нм равна  $5\lambda$ , максимальное пропускание равно 100 %.

Рассчитаны спектры пропускания в спектральной области 1050–1350 нм ряда трёхпластинчатых фильтров Лио из кварцевых пластинок с различным соотношением их толщин, в том числе со стеклянными пластинками между кварцевыми. Наилучшими в отношении боковых пиков из фильтров без изотропных пластинок, с учётом меньшей спектральной ширины центрального 100 %-максимума на 1200 нм, оказались фильтры с соотношением толщин кварцевых пластинок 1:3:10, 1:3:11, 1:4:13 (интенсивности наибольших боковых максимумов 82,2 %, 83,3 %, 85,7 % соответственно), из фильтров с 6-ю стеклянными пластинками – фильтры с соотношением толщин кварцевых пластинок 1:3:9, 1:3:10 и 1:4:12 (интенсивности наибольших боковых пиков 56,6 %, 55,0 % и 61,7 % соответственно). В случае фильтров 1:3:10 при перестройке длины волны излучения со 100 %-м пропусканием от 1050 нм до 1300 нм спектральная ширина 100 % максимума на полувысоте в спектрах пропускания фильтра без стеклянных пластинок и фильтра с 6-ю стеклянными пластинками вначале уменьшается от 12,1 и 13,3 нм до 8,1 и 8,9 нм (на длине волны 1150 нм), а затем возрастает до 13,2 и 14,5 нм соответственно. На рис.1 и рис.2 приведены два рассчитанных спектра. Влияние 6 стеклянных пластинок на боковые пики существенно.

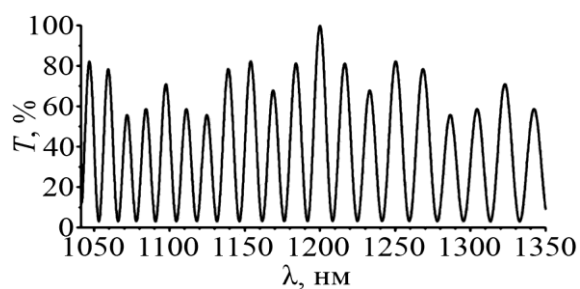


Рис.1. Спектр пропускания фильтра Лио с соотношением толщин пластинок 1:3:10 без изотропных пластинок

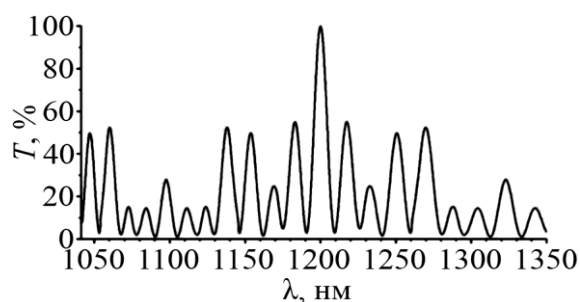


Рис.2. Спектр пропускания фильтра Лио с соотношением толщин пластинок 1:3:10 с 6-ю стеклянными пластинками

1. Саскевич Н.А., Синуцын Г.В. К расчёту спектра пропускания фильтра Лио (Препринт / ООПИ НАН Беларуси: №20. Минск, 2003).
2. Kobtsev S.M., Svetsitskaya N.A. // Opt. Spectrosc. 1992. Vol. 73, № 1. С. 114–123.
3. Саскевич Н.А., Синуцын Г.В. Расчёт параметров фильтра Лио с учётом отклонения необыкновенного луча из плоскости падения (Препринт / ООПИ НАН Беларуси: №19. Минск, 2003).
4. Воронкова Е.М., Гречушников Б.Н., Дистлер Г.И., Петров И.П. Оптические материалы для инфракрасной техники. М.: Наука, 1965. С. 142.