

К ВОПРОСУ ОБ ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ ВОЗБУЖДЕНИЯ ВКР НАЗАД СФОКУСИРОВАННОГО ПУЧКА СВЕТА

Г.Л. Бреховских, А.И. Соколовская

Найдены условия, при которых достигается оптимальное сочетание энергии волны ВКР с обращенным волновым фронтом и коэффициента преобразования сфокусированного пучка возбуждающего излучения в эту волну.

Влияние геометрии освещения на характеристики вынужденного рассеяния света (ВР) рассматривалось в работах /1–5/. Важное значение для развития представлений о вынужденном рассеянии сфокусированного импульса света имело экспериментальное обнаружение абсолютного насыщения, не связанного с источником накачки /1/, которое наблюдалось в ряде жидкостей при низких коэффициентах преобразования энергии в ВКР и ВРМБ /6–8/, а также в КАРС-спектроскопии в газообразном /9/ и жидком азоте /10/.

Предыдущие исследования /7/ показали, что в области перетяжки каустики линзы осуществляется наиболее эффективное усиление волн вынужденного рассеяния от уровня спонтанных шумов. Затем волны ВР вперед и назад распространяются от фокальной перетяжки попутно и навстречу накачке, усиливаясь независимо друг от друга в разных частях рассеивающего объема. Обнаруженное нами абсолютное насыщение ограничивает нарастание интенсивности рассеяния в области фокальной перетяжки, повышая тем самым роль внешних областей, расположенных вне фокуса линзы, при усилении волн ВР. Меняя положение фокальной перетяжки в активном объеме, можно менять протяженность областей, эффективных для усиления ВР вперед и назад, воздействуя на энергетические и пространственные характеристики рассеянного света.

В настоящей работе с целью выяснения оптимальных условий возбуждения ВКР назад волны с обращенным волновым фронтом при фокусировке возбуждающего импульса света в активный объем проводились измерения энергии первой стоксовой компоненты ВКР назад E_s и коэффициента преобразования света в ВКР назад $\eta = E_s/E_0$ при разной глубине фокусировки с использованием линз с фокусом 100 и 50 мм. Источником возбуждающего излучения служил рубиновый лазер с модулированной добротностью. Длительность импульса возбуждения составляла $20 \cdot 10^{-9}$ с при максимальной энергии $E_0 = 0,7$ Дж и расходимости $\theta_0 = 6,5 \cdot 10^{-2}$ рад. ВКР возбуждалось в жидком азоте при толщине слоя 100 мм. Возбуждающее лазерное излучение фокусировалось внутрь дьюара с азотом. Область максимальной концентрации мощности накачки в условиях эксперимента всегда практически совпадала с геометрическим фокусом линзы.

Расчеты диаметра и длины фокальной перетяжки, выполненные по формулам $a_0 = (k\theta_1)^{-1}$ и $b_0 = ka_0^2$, где θ_1 – расходимость лазерного пучка после линзы, k – волновое число, дают значения, близкие для обеих линз: $a_0 = 10^{-3}$ мм, $b_0 = 10^{-2}$ мм. Поэтому можно утверждать, что в экспериментах толщина рассеивающего слоя всегда на несколько порядков превосходила размеры фокальной области линзы. Длина области эффективного взаимодействия для ВКР назад (расстояние между входной границей активного объема и фокусом линзы) варьировалась путем смещения кюветы с жидким азотом относительно фокуса линзы. Размер пятна лазерного излучения на линзе во всех экспериментах оставался постоянным.

На рис. 1 приведены кривые зависимости энергии первой стоксовой компоненты ВКР назад E_s от энергии накачки E_0 . Кривые а, б соответствуют случаю, когда фокус линзы с $f = 100$ мм располагался соответственно на глубине 42 и 24 мм от входного окна кюветы. Кривые а' и б' получены с линзой $f = 50$ мм при глубине фокусировки 50 и 12 мм. Как видно из рис. 1, для более мелкой фокусировки (кривые б и б') характерны низкие значения энергии накачки и первой стоксовой компоненты, при которых прекращается рост ВКР, т.е. начинается абсолютное насыщение. Максимальная энергия ВКР назад достигается при использовании короткофокусной линзы при большой глубине фокусировки (кривая а'). Полное прекращение роста ВР назад наступает при разных значениях коэффициента преобразования энергии накачки во встречную волну, в том числе при очень малых, всего несколько процентов /10, 11/.