

О7

© 1991

НЕКОГЕРЕНТНОЕ УСИЛЕНИЕ ОВФ В РАСТВОРАХ КРАСИТЕЛЕЙ

Е.В. Ивакин, С.М. Карпук, А.С. Рубанов,
А.Л. Толстик, А.В. Чалей

Для обращения волнового фронта (ОВФ) лазерного излучения широко используются резонансные среды, обеспечивающие высокое быстродействие и большие значения нелинейности. В связи с решением ряда практических задач представляет интерес разработка методов управления отражательной способностью ОВФ-зеркал. С целью выяснения возможностей повышения энергетической эффективности ОВФ в ряде работ (см., например, [1, 2]) исследовалось влияние на процесс формирования обращенной волны электрических и магнитных полей, а также химических реакций, инициируемых или управляемых лазерным излучением.

В данной работе приводятся данные по экспериментальному обнаружению эффекта некогерентного усиления ОВФ в растворе красителя родамин 6Ж. В работе [3] было теоретически показано, что в резонансной среде, моделируемой трехуровневой схемой энергетических состояний молекул, некогерентная подкачка в полосе поглощения возбужденного канала может приводить к значительному (на 1–2 порядка) увеличению энергетической эффективности ОВФ. При реализации ОВФ в канале $S_0 - S_1$, поглощение некогерентной подкачки в полосе $S_1 - S_2$ в условиях эффективной термализации энергии возбуждения приводит к пространственно-неоднородному тепловыделению и, как следствие, к усилию динамических решеток, записываемых в процессе ОВФ. Этот механизм и лежит в основе рассматриваемого эффекта некогерентного усиления.

Схема экспериментальной установки представлена на рис. 1. ОВФ исследовалось на частоте, соответствующей максимуму полосы поглощения $S_0 - S_1$ раствора красителя родамин 6Ж в этаноле [вторая гармоника излучения лазера на алюмоиттриевом гранате (длина волны $\lambda = 532$ нм, длительность импульса $t \sim 8$ нс)]. В качестве некогерентной подкачки в полосе $S_1 - S_2$ использовалось моноимпульсное излучение на основной частоте ($\lambda = 1.06$ мкм) лазера. Зеркала 4, 5, 10 формировали распространяющиеся навстречу друг другу волны накачки. Угол (~ 50 мрад) между направлением попутной накачки и сигнальным пучком, сформированным зеркалами 3 и 9, обеспечивал перекрытие взаимодействующих волн по всей длине кюветы 8 с раствором красителя ($L = 0.5$ см). С помощью спектрорделителя 2 и зеркала 6 пучок подкачки направ-

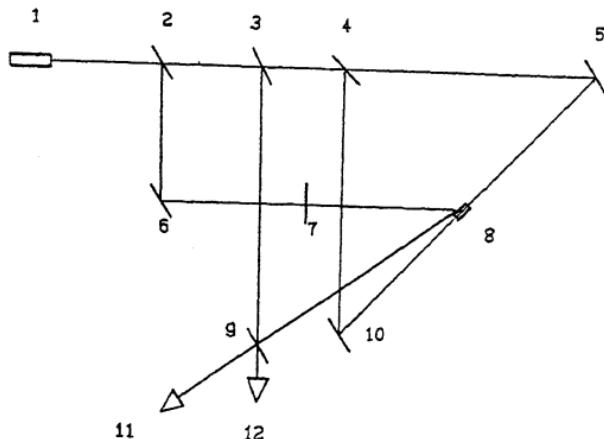


Рис. 1. Схема экспериментальной установки: 1 - лазер; 2 - спектроподелитель; 3, 4, 9 - полупрозрачные зеркала; 5, 6, 10 - глухие зеркала; 7 - калибровочные светофильтры; 8 - кюветы с красителем, 11, 12 - система регистрации.

лялся в нелинейную среду. Фильтры 7 позволяли менять интенсивность подкачки при неизменной интенсивности волн накачки и сигнального пучка. Для измерения энергетической эффективности ОВФ (отношения интенсивностей обращенного и сигнального пучков) использовалась регистрирующая система 11, 12 на основе фотодиодов ФД-24К, работающих в режиме фотопреобразователя, и импульсных цифровых вольтметров В4-17.

Зависимости коэффициента отражения обращенной волны R от интенсивности подкачки на входе в нелинейную ячейку, полученные при нескольких значениях интенсивности накачки и оптической плотности раствора красителя $k_o L = 1$ и 2 (k_o - начальный коэффициент поглощения), представлены на рис. 2.

За счет пространственной модуляции населенности промежуточного уровня S_1 , и низкого квантового выхода люминесценции в канале $S_2 - S_1$, некогерентная подкачка обуславливает пространственно неоднородное тепловыделение. При небольших интенсивностях подкачки вследствие разных знаков резонансной (на частоте взаимодействия $\Delta n_p > 0$ [4]) и тепловой нелинейности ($\Delta n_T < 0$) наблюдалось некоторое снижение коэффициента отражения обращенной волны. Для интенсивности подкачки $I_o \sim 70 \text{ МВт/см}^2$ резонансное и тепловое изменение показателя преломления компенсировали друг друга. При этом формирование обращенной волны обусловлено дифракцией только на амплитудных динамических решетках. Дальнейший рост интенсивности подкачки приводит к доминированию тепловых динамических решеток, характеризующихся высокой дифракционной эффективностью, обуславливая увеличение коэффициента отражения обращенной волны. Наибольшее усиление достигается при использовании сравнительно небольших интенсивностей волн накачки, меньших интенсивности насыщения основного

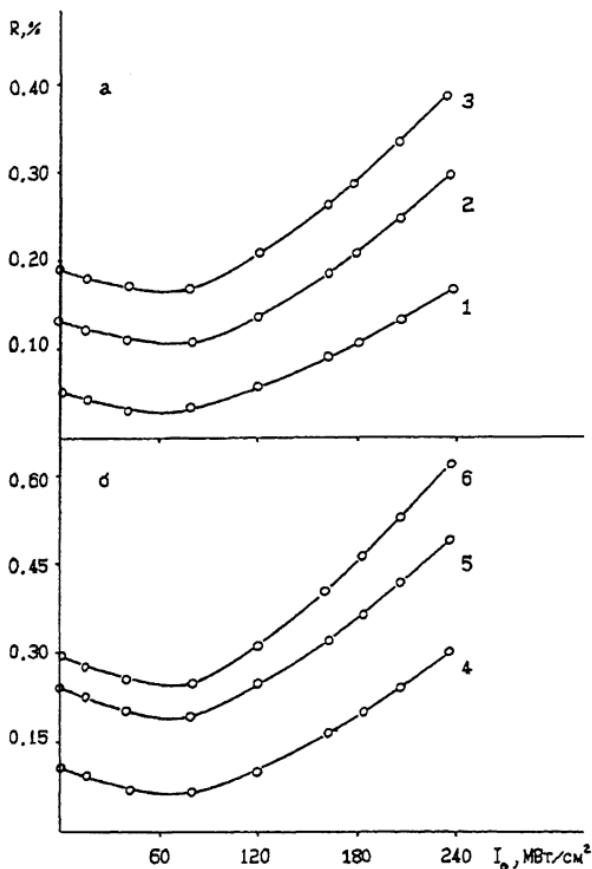


Рис. 2. Зависимость коэффициента отражения обращенной волны R от интенсивности подкачки при $K_0 L = 1$ (а), 2 (б) и $I_H = 0.2 \text{ MBt/cm}^2$ (1, 4), 0.7 MBt/cm^2 (2, 5), 7 MBt/cm^2 (3, 6).

резонансного перехода $S_0 - S_1$. Для $I_H = 0.2 \text{ MBt/cm}^2$ в использовавшемся диапазоне интенсивностей подкачки было получено трехкратное увеличение коэффициента отражения обращенной волны. С увеличением интенсивности накачки усиление падает (при значениях $I_H = 7 \text{ MBt/cm}^2$ усиление составляло ~ 2), что связано с проявлением эффекта насыщения поглощения в канале $S_0 - S_1$.

Следует отметить, что для родамина 6Ж излучение подкачки с $\lambda = 1.06 \text{ мкм}$ не оптимально для получения значительного усиления ОВФ, так как сечение поглощения в канале $S_1 - S_2$ на частоте подкачки примерно в 20 раз меньше, чем в канале $S_0 - S_1$ для $\lambda = 532 \text{ нм}$. Использование сред с большим сечением поглощения в возбужденном канале на частоте подкачки при тех же уровнях интенсивности оптической подкачки позволяет рассчитывать на более существенное повышение эффективности преобразования энергии взаимодействующих пучков в обращенную волну.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Королев А.Е., Назаров В.Н., Стаселько Д.И. В сб.: Оптика лазеров. Л.: Изд. ГОИ. 1983. 192 с.
- [2] Галушкин М.Г., Оношко Р.Н., Рубанов А.С., Свиридов К.А., Холодок М.Р. В сб.: Лазеры и оптическая нелинейность. Минск: ИФ АН БССР. 1989. 91 с.
- [3] Ивакин Е.В., Рубанов А.С., Толстик А.Л., Чалей А.В. В сб.: Обращение волнового фронта лазерного излучения в нелинейных средах. Минск: ИФ АН БССР. 1990. С. 32-37.
- [4] Вицикас Ю., Гульбинас В., Кабелка В. // Квантовая электроника. 1985. Т. 12. № 10. С. 1989-1990.

Поступило в редакцию
8 мая 1991 г.