

УСИЛЕНИЕ КОГЕРЕНТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭФФЕКТА ВЫНУЖДЕННОГО КОМБИНАЦИОННОГО РАССЕЯНИЯ

Б.А.Аканаев, С.А.Ахманов, Р.В.Хохлов

Ниже излагаются предварительные результаты эксперимента по усилению внешнего сигнала с использованием эффекта вынужденного комбинационного рассеяния (ВКР). В проведенных до сих пор опытах [1 . 6-8] , в согласии с теорией [2-5] , наблюдалось мощное излучение на частоте самовозбуждающихся волн $\omega_c = \omega_0 - \Omega$, где ω_0 - частота накачки, Ω - одна из частот молекулярных колебаний, активных в комбинационном рассеянии. Но в литературе не было сообщений об использовании явления ВКР для усиления внешнего сигнала стоксовой частоты. Вместе с тем проблема эффективного усиления когерентного излучения с длинами волн, на которых имеются мощные источники, чрезвычайно актуальна. На основе усилителя сток-

совой компоненты и комбинационного лазера можно осуществить передачу и прием монохроматического излучения.

Трудность наблюдения усиления внешнего сигнала с использованием эффекта ВКР связана с тем, что полоса усиления весьма узка, порядка $1\text{--}5 \text{ см}^{-1}$, и, чтобы уверенно наблюдать усиление на заданной частоте, необходимо иметь узкополосный

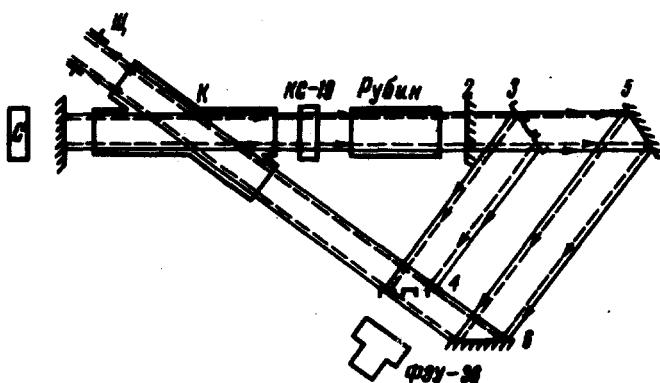


Рис. I. Схема установки (С – калориметр)

источник света на частоте $\omega_c = \omega_0 - \Omega$. Таким источником может служить комбинационный генератор. При этом, если использовать для возбуждения этого генератора и для усиления стоксовой волны излучение накачки от разных лазеров, то необходимо синхронизовать два лазерных импульса с точностью порядка 10 нсек. Эту трудность можно обойти, используя как для генерации, так и для усиления стоксовой волны луч от одного лазера.

Рабочая схема такой установки показана на рис. I. В этой схеме как для генерации стоксовой компоненты, так и для ее усиления использовалась одна и та же кювета K, по-

мешенная внутрь резонатора рубинового лазера с модуляцией добротности. Кивета спаяна в виде двух скрещенных под углом 20^0 стеклянных трубок диаметром 20 мм и налита наполовину бензолом.

Зеркала резонатора I и 2 имели коэффициент отражения R на длине волн от 6900 до 7500 \AA близким к 99%. Луч, выходящий из зеркала 2, содержит стоксову и релеевскую компоненты. Частично отразившись от полуупрозрачных зеркал 3 и 4 и пройдя через воздушную область киветы, этот луч попадает в верхнюю часть щели спектрографа (зеркала 3 и 4 имели коэффициент отражения около 40% на длине волн от 6900 до 7500 \AA). Другая часть луча, проходящая через зеркало 3, отразившись от алюминиевых зеркал 5 и 6 ($R=90\%$) и пройдя полуупрозрачное зеркало и нижнюю часть киветы K (через бензол) попадает в верхнюю часть щели спектрографа Ψ . Таким образом пучок света разделяется на два луча, один из которых проходит по облучаемому накачкой бензолу, а другой по воздуху. Сравнивая отношения интенсивностей стоксовой и релеевской компонент для обоих лучей, можно судить об усилении.

Модуляция добротности ^{I)} осуществлялась фильтром из стекла КС-19.

Регистрация усиления производилась на фотопластинки типов Иффа 720, 750 и 760.

На рис.2 (см.вкл.) приведено позитивное изображение фотопластинки, на которой заснято 4 лазерных вспышки. Последняя вспышка (4) производилась без модуляции добротности и при слабой накачке. На ней стоксовой компоненты нет. Ясно видно разде-

К статье Б. А. Аканаева и др. (стр. 6)

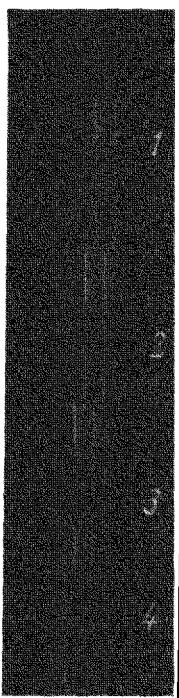


Рис. 2

К статье С. Н. Багаева и др. (стр. 23)

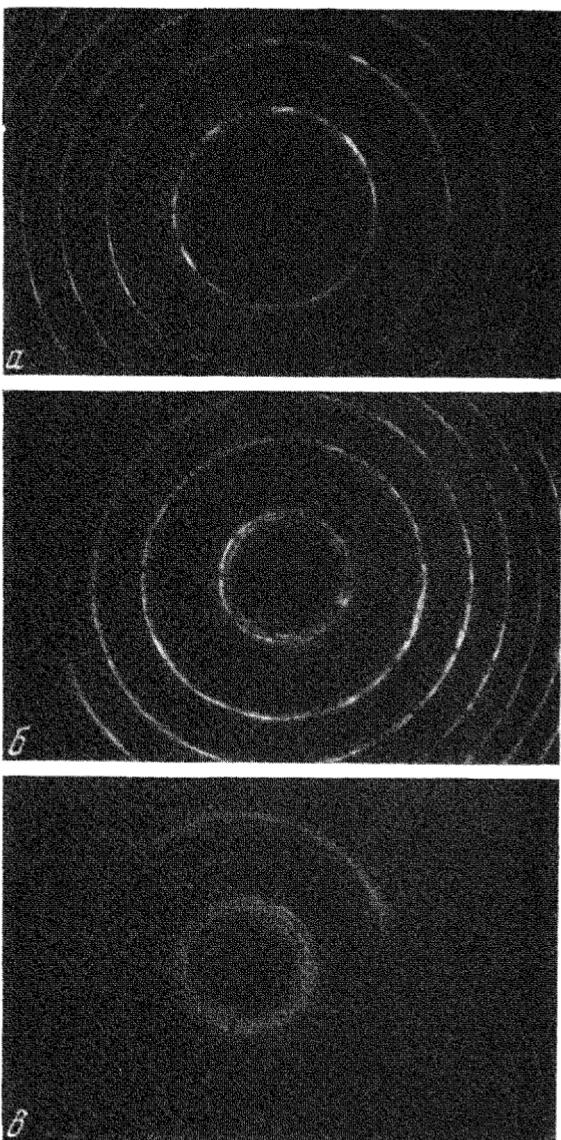


Рис. 2

ление дучка, прошедшего по бензолу (верхняя половина) и по воздуху (нижняя). Вспышки I-3 производились с модуляцией добротности. На них справа от релеевской компоненты ω_0 ясно видна усиленная стоксова компонента ω_c (верхняя часть каждой вспышки) и неусиленная слабая стоксова компонента, прошедшая через воздух (нижняя часть каждой вспышки).

№ фотопластиинки	Линии	Почернение фотопластинки отн. единицы		Отношение интенсив. линий		Усиление	Примечания
		по бензолу	по воздуху	$\frac{I_b}{I_\delta}$	$\frac{I_\delta}{I_\delta}$		
1 фон 3	ω_0	I40	II0	I,27			
		I50	I20	I,25			
		I50	II5	I,30		4	
	$\omega_0 - \Omega$	I20	23		5,2		
		I20	26		4,6		
		I20	26		4,6		
22.6 фон 2	ω_0	44	42	I	3	3	
	$\omega_0 - \Omega$	I2,4	4,2				
22.4 фон 2	ω_0	I40	I05	I,3		4	Двухпичко- вый режим генерации
		I00	83	I,2			
	$\omega_0 - \Omega$	85	I7		5		Однопичко- вый режим генерации
		38	4		9,5	8	
24.1 фон 3	ω_0	I00	85	I,2		5	
		I00	75	I,3			
	$\omega_0 - \Omega$	I8	4		5	5	
		31	6		5		

Фотометрирование серии фотопластинок (см.таблицу) показало наличие усиления по интенсивности стоксовой компоненты в 3-7 раз. Отчетливо заметно возрастание коэффициента усиления при постоянной длине волны с увеличением мощности накачки. Первые эксперименты показывают, что используя явление ВКР, можно построить приемник когерентного излучения.

Следует отметить, что такой приемник обладает, по крайней мере, на порядок более высокой чувствительностью, чем приемник, использующий рубиновый усилитель. Это определяется тем, что полуширина спектра усиления рубинового лазера на порядок больше полуширины типичных линий комбинационного рассеяния.

Московский государственный
университет
им. М.В.Ломоносова

Поступило в редакцию
6 апреля 1965 г.

Литература

- [1] E.Woodbury, W.Ng., Proc. IRE, 50, 2367, 1962.
- [2] В.Г.Платоненко, Р.В.Хохлов. ЖЭТФ, 46, 556, 2126, 1964.
- [3] В.М.Файн, Э.Г.Яшин. ЖЭТФ, 46, 695, 1964.
- [4] R.W.Heelwarth. Phys. Rev., 130, 1850, 1963.
- [5] E.Garmire, F.Pandarese, C.H.Townes. Phys. Rev. Lett., 11, 160, 1963.
- [6] С.А.Ахманов, А.Ковригин, М.Струков, Р.В.Хохлов. ЖЭТФ, Письма в редакцию, 1, 42, 1965.

[7] R.W.Minch, R.W.Terhune, W.G.Rado. Appl. Phys. Lett.,
3, 181, 1963.

[8] T.H.Dennis, P.E.Tannenwald. Appl. Phys. Lett., 5,
№ 3, 1964.

I) Данная схема генератора с глухими зеркалами и расположением кюветы внутри резонатора позволяла наблюдать генерацию стоксовой компоненты, а затем и ее усиление и без модуляции добротности. В последнем случае эффект усиления стоксовой компоненты был ниже, чем при модуляции добротности.