

СРАВНЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ УСИЛЕНИЯ В НЕОДИМОВОМ СТЕКЛЕ  
НА СИЛИКАТНОЙ И ФОСФАТНОЙ ОСНОВАХ

Ц. И. Ивашкин, В. В. Коробкин, А. С. Румянцев,  
Р. В. Серов, Н. В. Тунев

УДК 621.375.826

Измерены коэффициенты усиления в зависимости от энергии накачки в неодимовых фосфатных и силикатных стеклах. Активные элементы представляли собой плиты с прямоугольным сечением  $40 \times 240 \text{ мм}^2$ . Длительность импульса света накачки составляла 0,9 мс и 10 мс. Результаты измерений показывают, что усилители на фосфатном стекле являются перспективными для мощных лазерных систем.

В связи с созданием мощных лазерных установок на неодимовом стекле, в частности, в связи с интенсивным развитием исследований по управляемому термоядерному синтезу с помощью таких лазеров, важной задачей является поиск и изучение новых, более совершенных материалов для активных сред неодимовых лазеров, позволяющих достигнуть требуемых уровней выходной энергии или мощности при высоком качестве пучка.

В настоящее время в качестве активной среды для неодимовых лазеров наиболее часто используются стекла на силикатной основе. Достигнут значительный прогресс в создании силикатных стекол высокого оптического качества. Однако у этих стекол есть один существенный недостаток — малое усиление, обусловленное низкой величиной сечения генерационного перехода  $\sigma_{\Gamma}$  этих стекол.

В последнее время появились работы, посвященные исследованию новых материалов для лазеров на неодимовом стекле, в частности, на фосфатной основе /1-8/, отличающихся большей величиной  $\sigma_{\Gamma}$ . В работах /2,5/ определены генерационные сечения в фосфатных стеклах ГЛС-21, ГЛС-22, ГЛС-23 и ГЛС-24 и произведено сравне-

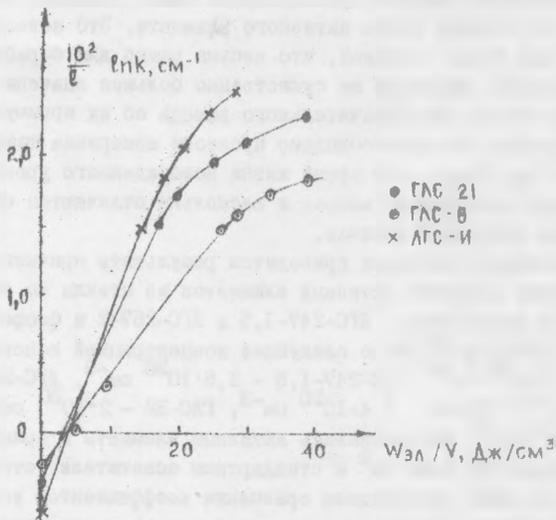
ние с другими марками стекла. Так, например, для широко распространенного силикатного стекла ГЛС-6 (ЛГС-247-2)  $\sigma_T = 1,1 \cdot 10^{-20} \text{ см}^2$ , а для стекол марок ГЛС-2I+24  $\sigma_T = (3,3+3,6) \cdot 10^{-20} \text{ см}^2$ . Как правило, для мощных лазерных систем нужно иметь возможно большее усиление на единицу длины активного элемента. Это позволяет сделать систему более короткой, что весьма важно для борьбы с самофокусировкой. Несмотря на существенно большее значение  $\sigma_T$  у фосфатных стекол для окончательного вывода об их преимуществах для конкретных систем необходимо провести измерения коэффициента усиления, тем более, что время жизни возбужденного уровня для этих стекол значительно меньше и несколько отличаются спектры поглощения излучения накачки.

В настоящем сообщении приводятся результаты сравнения по коэффициенту усиления активных элементов из стекла на силикатной основе марок ГЛС-6, ЛГС-247-1,5 и ЛГС-257-2 и фосфатных - ГЛС-2I, ГЛС-22 и ЛГС-И со следующей концентрацией ионов  $\text{Nd}^{3+}$ : ГЛС-6 -  $2 \cdot 10^{20} \text{ см}^{-3}$ , ЛГС-247-1,5 -  $1,5 \cdot 10^{20} \text{ см}^{-3}$ , ЛГС-257-2 -  $2 \cdot 10^{20} \text{ см}^{-3}$ , ГЛС-2I -  $1,4 \cdot 10^{20} \text{ см}^{-3}$ , ГЛС-22 -  $2 \cdot 10^{20} \text{ см}^{-3}$ , ЛГС-И -  $1,4 \cdot 10^{20} \text{ см}^{-3}$ . Исследовались активные элементы с прямоугольным сечением  $240 \times 40 \text{ мм}^2$  в стандартном осветителе установки УММ-35 /9/. Было произведено сравнение коэффициентов усиления в центре сечения активных элементов в режиме с длительностью импульса накачки  $\tau_{0,35} = 0,9 \text{ мс}$ . Величина коэффициента усиления в слабом поле определялась по шоргу возникновения генерации в резонаторе с калиброванными потерями. Внесение потерь осуществлялось установкой в резонаторе пластин из стекла под определенными углами к оси. Коэффициент усиления на I проход определяется по формуле:

$$k = \frac{1}{\sqrt{R_1 R_2}} \frac{1}{T}$$

где  $R_1$  и  $R_2$  - коэффициенты отражения зеркал резонатора,  $T$  - пропускание стеклянных пластин, рассчитываемое по формулам Френеля. Результаты измерения коэффициента усиления при вышеуказанном режиме накачки представлены на рис. I. Точки пересечения кривых с осью ординат рассчитаны, исходя из паспортных значений пона-

затем неактивного поглощения на длине волны 1,06 мкм с учетом также отражения на торцах активного элемента.

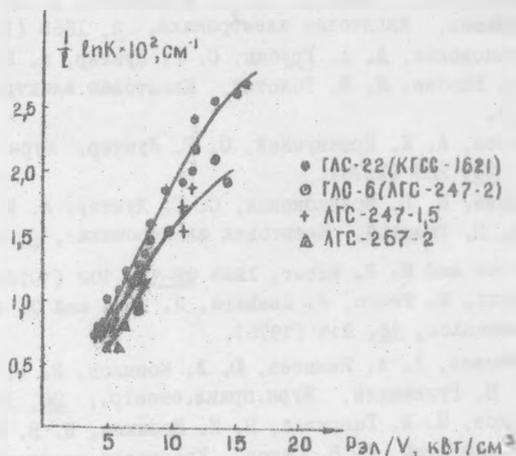


Р и с. 1. Зависимость усиления от накачки при длительности импульса накачки 0,9 мс.  $l$  - длина накачиваемой области;  $k$  - коэффициент усиления по центру сечения;  $W_{эл}$  - полная накачиваемая энергия;  $v$  - объем активного элемента

Представляет также интерес сравнение усиливающих свойств фосфатных и силикатных стекол в режиме длинного импульса. Нами было измерено усиление в центре при длительности импульса накачки  $\tau = 10$  мс и форме импульса, близкой к прямоугольной. Результаты представлены на рис. 2. Снижение эффективности при больших энергиях накачки (см. рис. 1 и 2), по-видимому, объясняется перераспределением в спектре излучения ламп.

Таким образом, результаты наших экспериментов показывают, что использование в лазерных системах активных элементов на

фосфатном стекле является весьма перспективным и позволит значительно улучшить параметры этих установок, поскольку фосфатные стекла с одной стороны дают большее усиление, а с другой



Р и с. 2. Зависимость усиления от накачки при длительности импульса накачки 10 мс.  $l$  — длина накачиваемой области;  $k$  — коэффициент усиления по центру сечения;  $P_{эл}$  — электрическая мощность накачки;  $V$  — объем активного элемента

сторона имеет меньшую величину нелинейного показателя преломления  $n_2 / 10^4$ .

В заключение авторы выражают благодарность Д. С. Авиллову и В. И. Черномирдину за помощь в проведении экспериментов.

Поступила в редакцию  
10 мая 1978 г.

## Л и т е р а т у р а

1. В. М. Галант, Г. О. Карапетян, С. Г. Дунтер, А. Л. Рейшакрит, "Оптико-мех.пром.", II, 48 (1969).
2. Е. М. Дзюнов, А. Я. Карасик, Л. С. Корниенко, А. М. Пролоров, И. А. Шербаков, Квантовая электроника, 2, 1665 (1975).
3. Н. Б. Брачковская, А. А. Грубин, С. Г. Дунтер, А. К. Пржеvusский, Э. Л. Раабен, М. Н. Толстой, Квантовая электроника, 3, 998 (1976).
4. Э. Л. Раабен, А. К. Пржеvusский, С. Г. Дунтер, Журн. прикл. спектр., 24, 263 (1976).
5. Л. Е. Агеева, Н. Б. Брачковская, С. Г. Дунтер, А. К. Пржеvusский, М. Н. Толстой, Квантовая электроника, 4, 2414 (1977).
6. В. В. Jacobs and M. J. Weber, IEEE QE-12, 102 (1976).
7. T. Izumitani, M. Tezuka, J. Asabara, J. Kato and O. Yamanaka, Optics Commun., 18, 214 (1976).
8. Н. Е. Алексеев, А. А. Изюмеев, Д. Л. Копылов, В. Б. Кравченко, Д. П. Рудницкий, Журн. прикл. спектр., 26, 116 (1977).
9. М. Е. Бродов, Н. И. Гаврилов, П. И. Ивашкин, В. В. Коробкин, В. Г. Николаевский, Р. В. Серов, Квантовая электроника, 5, 1072 (1978).
10. D. Milam and J. Weber, IEEE QE-12, 512 (1976).