

## Лазер на кристалле $LiF : F_2^-$ с низким порогом генерации

Н.А.САСКЕВИЧ, Г.В.СИНИЦЫН

Одним из путей совершенствования лазеров на  $LiF$  с  $F$ -центрами окраски является осуществление и оптимизация их накачки лазерными диодами, обладающими такими достоинствами, как высокая эффективность преобразования электрической энергии в световую (десятки процентов) и малые размеры (единицы сантиметров с оснасткой).

В работе [1] лазер на окрашенном электронным пучком кристалле  $LiF : F_2^-$  с коэффициентом поглощения  $\kappa = 2,8 \text{ см}^{-1}$  на длине волны  $\lambda = 976 \text{ нм}$ , длиной  $l = 10 \text{ мм}$  накачивался в поперечном направлении импульсным излучением линейки диодных лазеров с  $\lambda = 976 \text{ нм}$  и длительностью импульса  $\tau = 100 \text{ нс}$ . В режиме свободной генерации был достигнут порог 14 Вт, лазер генерировал в окрестности  $\lambda = 1,16 \text{ мкм}$ .

Мы исследовали возможность получения для лазера на  $LiF : F_2^-$  с продольной накачкой порога генерации заметно меньшего 1 Вт — типичной мощности  $InGaAs$  лазерных диодов, излучающих в окрестности максимума полосы поглощения  $F_2^-$ -центров окраски в  $LiF$ , который расположен вблизи  $\lambda = 960 \text{ нм}$ .

### Экспериментальные условия и результаты

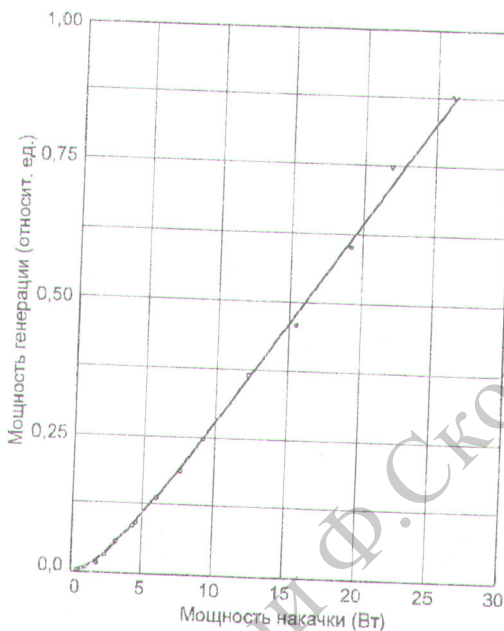
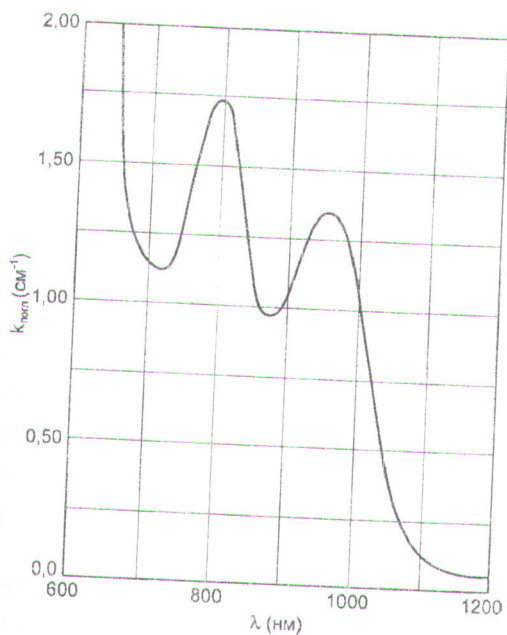
В качестве активного элемента мы использовали кристалл  $LiF : F_2^-$  с поперечным сечением  $10 \times 12 \text{ мм}$  и длиной 4 мм, окрашенный  $\gamma$ -лучами по технологии, описанной в [2]. На рис.1(а) приведен спектр поглощения кристалла. Коэффициент поглощения в максимуме  $F_2^-$ -полосы на  $\lambda = 960 \text{ нм}$  равен примерно  $1,3 \text{ см}^{-1}$ . В области длин волн  $\lambda > 1170 \text{ нм}$  присутствует только спектрально нейтральное в полосе генерации поглощение, равное 7 составляет около 3.

Лазер на  $LiF : F_2^-$  накачивался в продольном направлении импульсным излучением лазера на  $LiF - OH^- : F_2^+$  с ламповой накачкой с длиной волны генерации  $\lambda = 950 \text{ нм}$ , моделирующим излучение диодного лазера на  $InGaAs$ . Длительность импульса накачки составляла от 1 до 3 мкс. Пучок накачки расширялся  $3\times$ -телескопом от 3-ёх мм в поперечном сечении до 9-ти мм и далее фокусировался на кристалл объективом "Индустар-37" с фокусным расстоянием  $f = 300 \text{ мм}$  через входное зеркало с пропусканием  $T = 85\%$  на  $\lambda = 950 \text{ нм}$ . Измеренный диаметр перетяжки пучка накачки на полувысоте составлял  $60 \pm 5 \text{ мкм}$ , её длина — 10 мм. Резонатор длиной 7 мм состоял из двух сферических зеркал с радиусом кривизны 50 мм каждое. Выходное зеркало с пропусканием 0,5% в полосе генерации имело коэффициент отражения на длине волны излучения накачки  $\lambda = 950 \text{ нм}$  равный 99%. Практически всё излучение, прошедшее кристалл, возвращалось этим зеркалом обратно в накачиваемую зону кристалла. В результате, полное поглощение излучения накачки кристаллом составляло 67%.

На рис.1(б) приведена зависимость мощности генерируемого излучения от мощности излучения накачки. Порог генерации в этом эксперименте составил 0,6 Вт. Лазер излучал в окрестности  $\lambda = 1146 \text{ нм}$ . Тщательной юстировкой фокусирующего объектива и зеркал резонатора порог был понижен до 0,4 Вт.

При десятикратном превышении порога генерации временные формы импульсов накачки и генерации были близки одна к другой, что свидетельствует о практическом отсутствии динамических потерь в спектральных полосах накачки и генерации.

Для активной зоны, облучённой второй гармоникой лазера на  $YAG : Nd^{3+}$  с плотностью мощности  $\sim 30 \text{ МВт/см}^2$ , порог с 0,4 Вт был дополнительно снижен до 0,3 Вт.



(а) Спектр поглощения кристалла  $LiF : F_2^-$

(б) Зависимость мощности генерации от мощности накачки

Рис. 1.

Поглощение излучения накачки после облучения практически не изменилось. Понижение порога, наиболее вероятно, вызвано уменьшением паразитных потерь в полосе генерации. Величина уменьшения потерь находится на уровне 1.

Таким образом, для лазера на  $LiF : F_2^-$  впервые достигнут порог в несколько сотен милливатт. Полученный результат свидетельствует о возможности возбуждения генерации в этом лазере с заметным превышением порога коммерческими  $InGaAs$  лазерными диодами мощностью 1 Вт, излучающими в окрестности  $\lambda = 975$  нм — вблизи максимума  $F_2^-$ -полосы кристалла  $LiF : F_2^-$ .

Авторы благодарят Н.Н.Васильева за предоставление кристалла  $LiF : F_2^-$ .

### Литература

- V.V.Ter-Mikirtychev, Applied Optics, Vol.37, No.27, (1998), 6442.
- В.А.Бондарчук, Е.Н.Васильев, В.М.Рейтеров, А.П.Шкадаревич, *Обзор* / Центральный научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований: № 5186, Москва, 1990, 104 с.