

## ГЕНЕРАЦИЯ ВТОРОЙ ГАРМОНИКИ В ИМПУЛЬСНОМ ХИМИЧЕСКОМ КИСЛОРОДНО-ЙОДНОМ ЛАЗЕРЕ

П.Г. Крюков, В.С. Пазюк, В.О. Петров, Н.Н. Юрьшев, Н.П. Вагин

*Сообщается о генерации второй гармоники в импульсном химическом кислородно-йодном лазере. При энергии импульса 15 мДж, длительности 20 мкс и использовании кристалла йодата лития длиной 30 мм коэффициент преобразования составил 0,12 %.*

Актуальной задачей квантовой электроники является получение лазерного излучения с достаточно малой длиной волны, что позволяет добиться лучшей направленности излучения и лучшего взаимодействия с некоторыми материалами, например, металлами.

Переход к коротковолновому (видимому) диапазону в химических лазерах может быть осуществлен двумя путями. Первый — это поиск и использование химических реакций, в которых образуются высоко-возбужденные частицы /1/. Предлагается использовать как прямое заселение верхнего лазерного уровня в результате элементарного акта, так и каскадные процессы передачи энергии. К настоящему времени генерация в видимом диапазоне не получена, однако результаты работы /2/ внушают надежду на успех.

Другой путь уменьшения длины волны генерации — преобразование во вторую гармонику. Применительно к непрерывному химическому кислородно-йодному лазеру (ХКЙЛ) этот метод продемонстрирован в /3/.

При малых уровнях выходной мощности внрезонаторная схема не обеспечивает достаточных коэффициентов преобразования. Поэтому очевиден переход к внутризонаторной схеме, в которой плотность мощности больше почти на два порядка. Однако при этом возрастают требования к качеству нелинейного кристалла. В этой схеме генерации второй гармоники (ГВГ) авторами работы /3/ получена мощность 60 мВт на длине волны 657 нм, в то время как мощность генерации на основной частоте составляла 7 Вт.

Эффективность преобразования во вторую гармонику прямо пропорциональна интенсивности /3/. Поэтому импульсный режим работы ХКЙЛ должен обладать преимуществами в силу более высоких уровней мгновенной мощности. Существуют два основных способа реализации импульсного режима ХКЙЛ — режим модуляции добротности и режим объемной импульсной наработки атомов йода /4/. Второй способ позволяет создавать значительно большие объемы активной среды и получать более мощные импульсы.

Этот способ успешно реализован в вариантах фотолизного /5/ и электроразрядного /6/ разложения иодида.

Так, в наших работах с фотолизным вариантом лазера достигнут удельный энергосъем 3 Дж/л при длительности импульса порядка 15 мкс. Полная энергия импульса составила 4,4 Дж, а мощность генерации 300 кВт с апертуры 4 см при интенсивности 23 кВт/см<sup>2</sup>. Высокая величина мощности позволила провести эксперимент по ГВГ в импульсном ХКЙЛ по внрезонаторной схеме.

Для получения одномодовой генерации в резонатор устанавливалась диафрагма диаметром 6 мм перед плоским зеркалом. Диаметр выходного пучка в этом случае составил 3,5 мм (регистрировался по ожогу на копировальной бумаге); расходимость  $\theta = 2,3 \cdot 10^{-3}$  рад измерялась по пятну в фокальной плоскости линзы.

Для увеличения плотности мощности сечение пучка уменьшалось в три раза с помощью телескопа. В качестве нелинейного элемента использовался кристалл LiIO<sub>3</sub> (30 x 7 x 7 мм<sup>3</sup>) ( $\vartheta = 27^\circ$ , 00e). Регистрация излучения осуществлялась фотоприемниками ФД-10.

Коэффициент преобразования по энергии определялся путем сравнения площадей сигналов основной частоты и ВГ с учетом ослабления фильтров и чувствительности фотоприемников на соответствующих длинах волн. Соотношение чувствительностей фотоприемников на ВГ и основной частоте полагалось равным 0,7 [7].

Параметры импульса основной частоты: энергия 15 мДж, длительность 20 мкс. При этом коэффициент преобразования составил 0,12 %, что менее чем на порядок уступает достигнутому в [3]. Внутрирезонаторная плотность мощности в данном эксперименте имела величину порядка 0,5 МВт/см<sup>2</sup>. Использование в этих условиях внутрирезонаторной схемы позволит достичь почти полного преобразования в излучение видимого диапазона. Однако использованный кристалл LiIO<sub>3</sub> был невысокого качества, и установка его в резонатор привела бы к заметному ухудшению энергетики лазера.

Анализ, проведенный на основе экспериментальных результатов, полученных при исследовании импульсного ХКЙЛ с объемной наработкой йода, показывает, что средняя мощность ВГ порядка 50 Вт может быть получена при давлении 3 торр в лазере с размерами активной среды  $\varnothing 3 \times 100$  см<sup>2</sup> при скорости откачки 100 л/с, соответствующей частоте смены рабочего вещества 140 Гц.

Высокая частота повторения импульсов, необходимая для максимального использования рабочего вещества при его непрерывном протоке, затрудняет использование фотолитических источников атомарного йода. Однако она хорошо согласуется с возможностями электроразрядного способа разложения йодидов. В силу лучшего согласования разрядного объема с лазерным общая эффективность такого инициирования выше чем фотолитического.

Авторы благодарны М.П. Фролову за помощь и полезные советы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Басов Н.Г., Гавриков В.Ф., Щеглов В.А. Квантовая электроника, 14, 1754 (1987).
2. Yoshida S. et al. Appl. Phys. Lett., 54, 2400 (1989).
3. Басов Н.Г., Крюков П.Г., Юрышев Н.Н. Квантовая электроника, 14, 924 (1987).
4. Вагин Н.П. и др. Краткие сообщения по физике ФИАН, № 5, 47 (1987).
5. Zhang R. et al. Paper presented at 7th GCL Int. Symposium, Vienna, Austria, 1988.
6. Щепина Н.С. Основы светотехники, М., Энергоатомиздат, 1985.

Поступила в редакцию 6 февраля 1990 г.

п.ф.  
7-02  
2