

А.И. Иванов, С.Ю. Мирза, А.Н. Солдатов, В.Б. Суханов

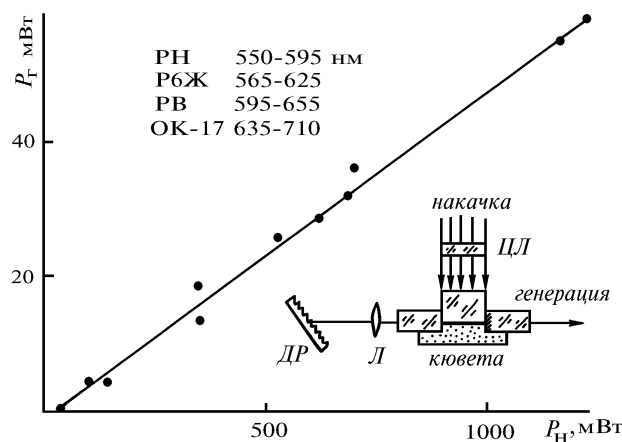
МАЛОГАБАРИТНЫЙ ЛАЗЕРНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ В МЕДИЦИНЕ И БИОЛОГИИ

Описан малогабаритный лазерный преобразователь излучения лазера на парах меди на основе лазера на красителях, разработанный для применения в медицине и биологии. Преобразователь имеет малые массогабариты, световодный вывод излучения, возможность выбора экспозиции облучения и контроль длины волны генерации. Приведены технические параметры преобразователя ЛКМ-02 и спектрального измерителя ЛСИ-01.

В настоящее время в медицине применяются различные классы лазеров: газовые, твердотельные, полупроводниковые, жидкостные. Они отличаются по режимам работы и длинам волн излучения. Так, мощные непрерывные лазеры на CO_2 и аргоне, а также лазеры с большой энергией в импульсе на Nd^{3+} : АИГ и на эксимерных молекулах используются в области хирургии для разрушения (испарения) и резания участков ткани. Особая область применения лазеров с малой интенсивностью излучения – лазерная терапия. Здесь максимально могут быть использованы возможности лазеров на красителях, способных настраиваться на заданную длину волны для получения положительного терапевтического эффекта. В то же время при разработке таких лазерных устройств необходимо учитывать специфические условия для работы: эксплуатационные требования, малые массогабариты, максимальный диапазон перестройки длины волны в сочетании с контролем положения спектра излучения. Перечисленным выше требованиям хорошо соответствует тандем: лазер на парах меди – лазер на красителе (ЛПМ–ЛК).

В лаборатории лазерной физики и кристаллофизики при Томском госуниверситете разработан малогабаритный лазерный преобразователь МЛК-02, работающий в комплексе с малогабаритным лазером на парах меди <Малахит>. Созданный прибор отвечает следующим требованиям: он максимально прост в управлении, надежен в эксплуатации лазерного преобразователя, эффективно работает при мощности накачки 300–500 мВт. Эта цель была достигнута путем минимизации потерь резонатора лазера, работы при высоких концентрациях активной среды и учете особенностей работы лазера на парах меди с малой длиной активной среды.

На рисунке приведена оптическая схема резонатора МЛК-02, зависимость средней мощности генерации P_r в максимуме диапазона перестройки красителя Р6Ж от мощности накачки P_n и диапазоны перестройки лазера при использовании четырех красителей. Был достигнут малый пороговый уровень накачки (менее 100 мВт) и кпд преобразования 5–10%.



Спектрально-энергетические параметры преобразователя ЛКМ-02: ДР – дифракционная решетка;
Л – линза; ЦЛ – цилиндрическая линза

В преобразователе предусмотрен вывод излучения через моноволоконный гибкий световод к объекту. Блок управления позволяет выбрать экспозицию облучения и дистанционное управление затвором. Сменная кювета-насос дает возможность оперативно менять активную среду в лазерном преобразователе без переустановки оптической схемы. Конструктивно МЛК-02 выполнен в виде единого блока, не нуждается в управлении, максимально прост в эксплуатации.

Для контроля длины волны в комплексе используется миниатюрный лазерный спектральный измеритель ЛСИ-01. Спектральный измеритель выполнен по схеме дифракционного спектрографа. Дисперсионным элементом измерителя является дифракционная решетка 1200 штр/мм. Фокусное расстояние объектива – 350 мм. Для миниатюризации прибора была использована <ломаная>, <Z-образная> оптическая схема. Ввод излучения конструктивно выполнен так, чтобы можно было непосредственно контролировать длину волны излучения на дистальном конце световода. Отсчет длины волны и ширины спектра излучения осуществляется визуально по шкале прибора. Для калибровки измерителя используется излучение лазера накачки <Малахит-М>, генерирующего на длинах волн 510,6 и 578,2 нм. Прибор не имеет управления, не требует энергоснабжения, предельно прост в эксплуатации.

Ниже приведены технические параметры МЛК-02 и ЛСИ-01.

Технические параметры МЛК-02

Длина волны излучения, нм	550–710
Средняя мощность излучения, мВт	20–100
Частота повторения импульсов, кГц	15–20
Длительность импульса, нс	10–15
Ширина линии излучения, нм	1–3
Диапазон экспозиций облучения, с	1–9999
Потребляемая мощность, Вт/В	150 (220)
Габаритные размеры, мм	310×230×170
Масса, кг	7

Технические параметры ЛСИ-01

Спектральный диапазон, нм	490–720
Линейная дисперсия, нм/мм	2,2
Разрешающая способность, нм	1
Точность определения длины волны, нм	±1
Габаритные размеры, мм	185×170×50
Масса, кг	0,3

В заключение отметим, что лазерный преобразователь МЛК-02 в комплексе с лазером на парах меди <Малахит> успешно прошел эксплуатационные испытания в Москве в клинической больнице N2, где был использован в ряде экспериментов по внутривенному облучению крови.

Томский государственный университет

Поступила в редакцию
23 марта 1993 г.

A.I. Ivanov, S.Yu. Mirza, A.N. Soldatov, V.B. Sukhanov. **Compact Dye Laser for Medical and Biological Applications.**

This paper presents a description of a compact copper vapor laser-pumped dye laser developed especially for medical applications. The dye laser described is a light weight and small size unit supplied with an optical waveguide for delivering output radiation to the objects under irradiation. It is also possible to choose the exposure time and to vary the emission wavelength. Specifications of the dye laser head LKM-02 and spectral measurer LSI-01 are presented.