

ЭКСИМЕРНАЯ ЛАЗЕРНАЯ СИСТЕМА С ВЫСОКОЙ СПЕКТРАЛЬНОЙ ЯРКОСТЬЮ

В.С. Букреев, С.К. Вартапетов, И.А. Веселовский, А.З. Обидин

Продемонстрирована возможность использования серийных электроразрядных лазеров, генерирующих импульсы длительностью менее 20 нс, в системах "задающий генератор – усилитель" для получения высокой спектральной яркости излучения.

Экимерные лазеры (ЭЛ) могут служить источником когерентного ультрафиолетового излучения с высокой пиковой и средней мощностью. Подобные источники находят широкое применение в литографии, фотохимии, при исследовании нелинейных оптических явлений, таких как ВКР, ВРМБ, компрессия оптических импульсов на основе вынужденного рассеяния, обращение волнового фронта. При этом излучение должно иметь достаточно высокую спектральную яркость [1–3]. На практике для решения подобных задач, как правило, создаются системы, состоящие из узкополосного задающего генератора и последующего усиливающего модуля.

Сужение спектра задающего генератора традиционно достигается за счет использования дисперсионных резонаторов различных конструкций. В [4–6] на основе ЭЛ реализованы источники излучения, ширина спектра которых $\sim 0,01 \text{ см}^{-1}$. В этих работах использовались ЭЛ со специальными схемами возбуждения, обеспечивающие генерацию импульсов излучения длительностью $\sim 100 \text{ нс}$. Однако получение импульсов генерации такой длительности сопряжено с усложнением конструкции лазера, а в случае смесей Кг-Ф генерация достаточно длинных импульсов излучения реализуется лишь при накачке электронным пучком.

Целью настоящей работы являлось исследование возможности использования серийных электроразрядных лазеров, генерирующих относительно короткие импульсы ($\leq 20 \text{ нс}$), в системах "задающий генератор – усилитель" для получения высокой спектральной яркости излучения. Эксперименты проводились на серийных лазерах модели 1701, конструкция которых подробно описана в [7]. Максимальная выходная энергия такого лазера на рабочей смеси $\text{HCl:Xe:Ne} = 1:20:500$ (общее давление 2 атм) составляла 100 мДж на длине волны $\lambda = 308 \text{ нм}$ при длительности импульса излучения $\sim 20 \text{ нс}$.

Оптическая схема экспериментальной установки приведена на рис. 1. Резонатор задающего генератора образован плоским диэлектрическим зеркалом M_1 и дифракционной решеткой G (2400 штр./мм), установленной в автоколлимации во втором порядке. Пространственная селекция излучения осуществлялась

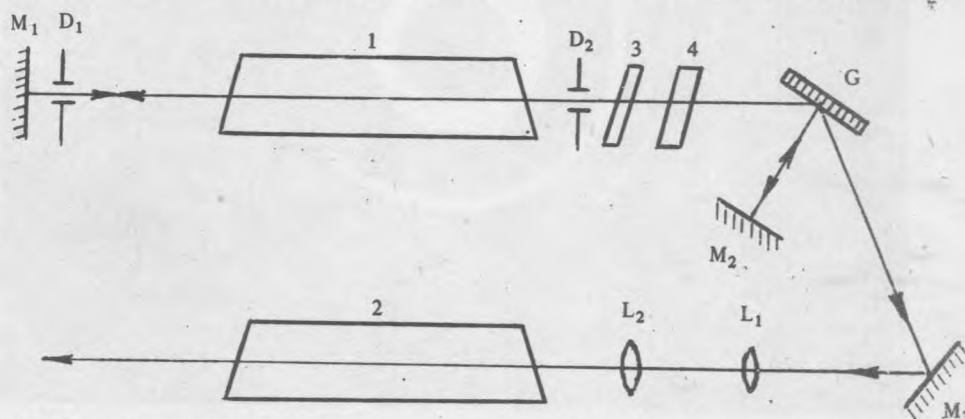


Рис. 1. Оптическая схема экспериментальной установки: 1 – лазерный модуль; 2 – усиливающий модуль; 3, 4 – твердотельный эталон; L_1, L_2 – линзовый телескоп.

установленными внутри резонатора по обе стороны от газоразрядной камеры юстируемыми ирисовыми диафрагмами D_1 и D_2 . Предварительное сужение спектра производилось двумя твердотельными эталонами с базами 1 и 10 мм при резкости 10. Окончательное сужение спектра достигалось в решеточном эталоне, принцип работы которого рассмотрен в /8/. Поскольку в этой схеме излучение в первом дифракционном порядке решетки направлено нормально к поверхности, то система зеркало – решетка действует аналогично эталону Фабри – Перо с тем отличием, что такой эталон работает на отражение и в нем потери значительно меньше. Параметр, аналогичный резкости эталона, определяется при этом коэффициентом отражения зеркала и эффективностью решетки в нулевом порядке. Зеркало имело плоскостность $\sim \lambda/30$ и размещалось на расстоянии 15 см от решетки. Данная схема позволила достичь на задающем генераторе ширины спектра излучения менее $0,03 \text{ см}^{-1}$ при выходной энергии $\sim 50 \text{ мкДж}$.

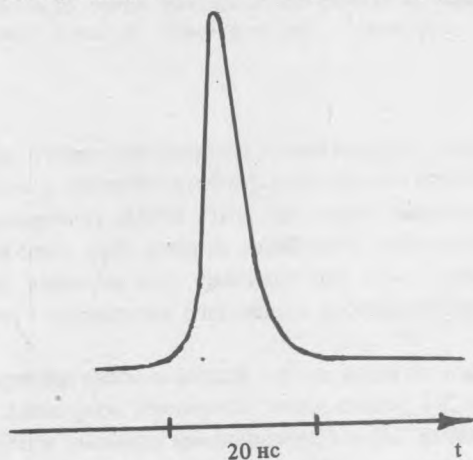


Рис. 2. Временной профиль импульса излучения.⁵

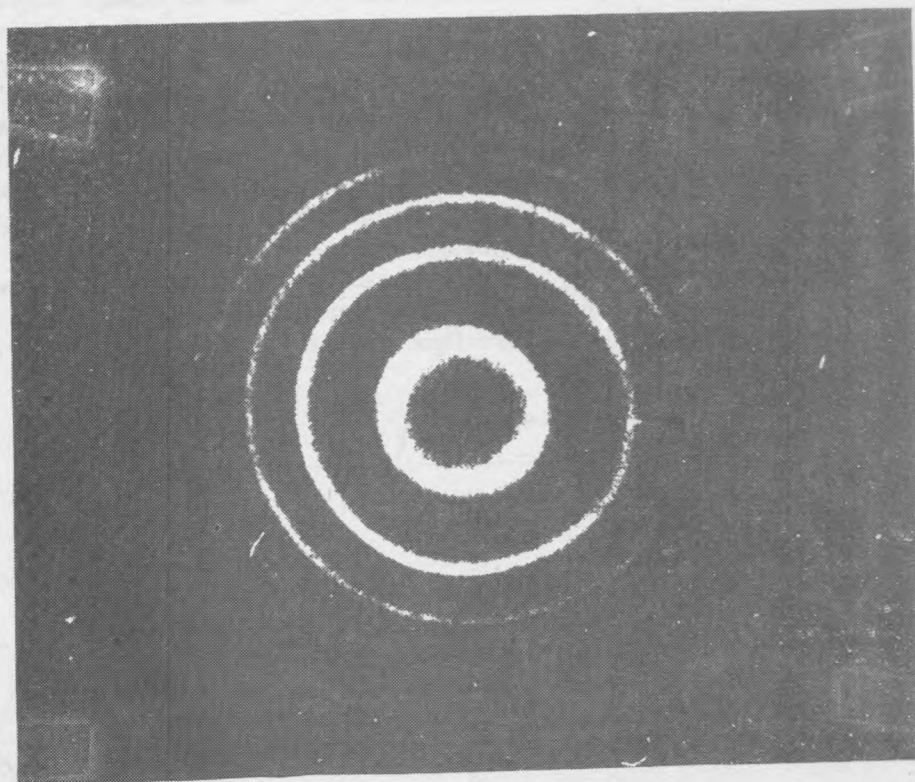


Рис. 3. Спектр излучения лазерной системы (база воздушного измерительного эталона 20 мм).

В качестве усилителя также использовался модуль серийного лазера модели 1701. Временная синхронизация задающего генератора и усилителя осуществлялась специально разработанным блоком, позволяющим регулировать задержку между моментами их срабатывания и обеспечивавшим стабильность синхронизации ± 2 нс по оптическому сигналу. Установлено, что данный разброс связан с нестабильностью разряда и в процессе деградации смеси разброс увеличивается.

В работе проверялись различные схемы усиления. При этом получены следующие энергии выходного излучения: при усилении импульса задающего генератора на один проход — 1,5 мДж; при усилении на один проход с предварительным телескопированием — 8 мДж; в двухпроходной схеме — 15 мДж, при использовании трехзеркального кольцевого регенеративного усилителя — 40 мДж.

На рис. 2 приведен временной профиль импульса излучения системы генератор — усилитель при усилении на один проход с предварительным телескопированием. Ухудшения спектра излучения в процессе усиления не наблюдалось. На рис. 3 приведена типичная картина интерференционных колец, полученных с помощью воздушного интерферометра Фабри — Перо с базой 20 мм при анализе излучения после усилителя.

Таким образом показано, что на основе серийных эксимерных лазеров, генерирующих относительно короткие импульсы излучения; можно создавать лазерные системы "генератор — усилитель" с шириной спектра генерации менее $0,03 \text{ см}^{-1}$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Murray J.R. et al. IEEE J. Quant. Electron., QE-15, 342 (1979).
2. Damzen M.J., Hutchinson H. IEEE J. Quant. Electron., QE-19, 7 (1983).
3. Gower M.C., Caro V. Opt. Lett., 7, 162 (1982); Gower M.C. Opt. Lett., 7, 423 (1982).
4. Pasala T.J. et al. Appl. Phys. Lett., 44, 658 (1984).
5. Pasala T.J. et al. Appl. Phys. Lett., 45, 507 (1984).
6. Sugii M., Ando M., Kasaki K. QE-23, 1458 (1987).
7. Агеев В.Л. и др. ЖТФ, 56, 1387 (1986).
8. Armandillo E., Lopatriello P.V.M., Giuliani G. Opt. Lett., 9, 327 (1984).

Институт общей физики АН СССР

Поступила в редакцию 14 июля 1989 г.