

ДИНАМИКА ЛАЗЕРНОЙ ГЕНЕРАЦИИ КСЕНОНОВОГО ГАЗОРАЗРЯДНОГО ВОЛОКОННОГО ЛАЗЕРА *

✉ Д. Г. Комиссаров, А. В. Гладышев, С. М. Нефедов,
А. Ф. Косолапов, В. В. Вельмискин, А. П. Минеев, И. А. Буфетов

Институт общей физики им. А. М. Прохорова РАН, Москва, Россия

✉ komdg@fo.gpi.ru

В течение последнего года впервые были продемонстрированы газоразрядные волоконные лазеры (ГРВЛ на волоконных световодах с полой сердцевиной) на смесях He-Ar-Xe [1] и He-Xe [2] на длине волны 2,03 мкм, соответствующей переходу в атоме ксенона. В настоящее время наибольший интерес вызывает вопрос о возможности получения генерации ГРВЛ на других длинах волн, особенно в среднем ИК-диапазоне [3].

На возникновение лазерной генерации в ГРВЛ могут влиять условия инициирования плазмы внутри полого револьверного световода (РС). Поэтому в данной работе мы исследуем динамику поджига СВЧ-разряда внутри РС и варьируем длину усиливающей среды ГРВЛ.

Экспериментальная установка включала: а) в качестве источника излучения накачки магнетрон, работающий на частоте 2,45 ГГц в импульсном режиме с частотой повторения импульсов 400 Гц и длительностью в десятки микросекунд; б) систему газонаполнения световода; в) лазерный резонатор. Внешний вид установки в экспериментах по исследованию разряда представлен на рис. 1. Максимальная импульсная мощность СВЧ-излучения от магнетрона



Рис. 1. Внешний вид газового разряда в волоконном световоде, расположенном в щели узкой стороны прямоугольного СВЧ-волновода. Свечение газа в световоде соответствует интерференционной картине СВЧ-волн, формирующейся в СВЧ-волноводе при отражении от закорачивающего поршня на выходе волновода

* Исследование выполнено при поддержке Российского научного фонда (проект № 22-19-00542).

© Д. Г. Комиссаров, А. В. Гладышев, С. М. Нефедов, А. Ф. Косолапов, В. В. Вельмискин, А. П. Минеев, И. А. Буфетов, 2024

в текущих экспериментах не превышала 3 кВт, а средняя — 100 Вт. Более подробное описание установки можно найти в [2].

Для поджига разряда на участок РС без защитного полимерного покрытия длиной ~ 1 см направлялось излучение от ультрафиолетовой лампы. Когда разряд загорался, лампа убиралась, а разряд продолжал гореть самостоятельно.

С помощью спектрометра Ocean Optics регистрировались спектры излучения плазмы разряда в диапазоне 200–1000 нм. Одновременно с помощью интегральных по спектру фотоприемников регистрировались осциллограммы свечения плазмы разряда на различных участках световода в щели.

В данных экспериментах разряд зажигался в смеси He-Xe (100 : 1) при давлении 105 Торр. Относительно переднего фронта СВЧ-импульса свечение плазмы разряда возникало с запаздыванием порядка 0,5 мкс во всех пяти максимумах СВЧ-поля, что свидетельствует, по-видимому, об иницировании разряда УФ-излучением самого разряда, распространяющимся по РС (УФ-излучение ртутной лампы влияло на поджиг разряда только в центральном максимуме интерференции, так как только там располагался участок РС со снятым полимерным покрытием). Генерация возникала с задержкой около 1 мкс по отношению к переднему фронту накачки.

Длина активной области в РС варьировалась изменением длины щели в стенке СВЧ-волновода. При блокировке электропроводящей пластиной области левого максимума плазма разряда продолжала гореть только в области трех центральных участков, что уменьшало коэффициент усиления и снижало уровень генерации примерно в 3 раза (рис. 2).

Таким образом, полученные в данной работе сведения о распространении СВЧ разряда в РС свидетельствуют о наличии запаздывания между импульсами СВЧ накачки, зажиганием СВЧ разряда и возникновением лазерной генерации. Варьирование длины активной зоны ГРВЛ позволило пронаблюдать существенные изменения в мощности лазерной генерации. Более подробно наблюдаемые эффекты будут обсуждаться на конференции.

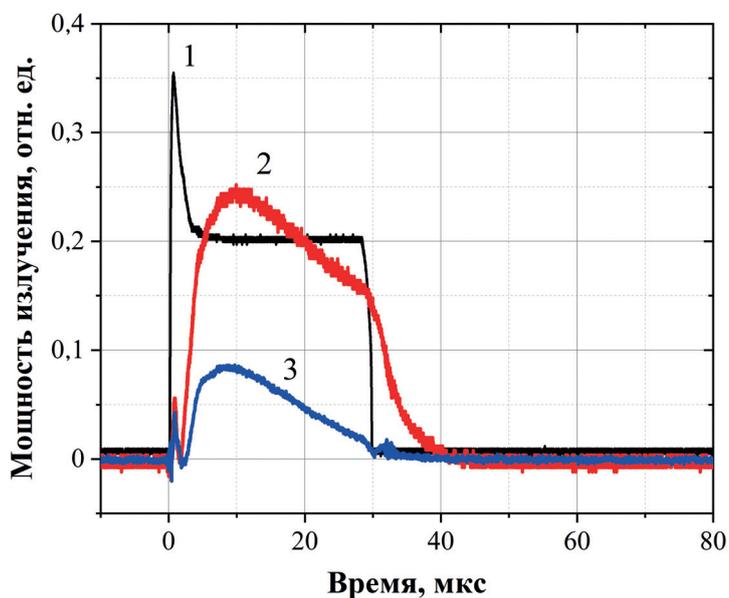


Рис. 2. Импульс лазерной генерации в зависимости от количества светящихся участков РС: 1 — сигнал от СВЧ-датчика; 2 — горят пять участков РС; 3 — горят три центральных участка РС. Всплески на фронтах импульсов лазерной генерации являются наводками от открытой щелевой антенны

Литература

1. Gladyshev A. V., Komissarov D. G. et al. Gas-Discharge Fiber Laser with Microwave Pumping // Bull. Lebedev Phys. Inst. 2023. Vol. 50. P. 403–408.
2. Gladyshev A. V., Komissarov D. G. et al. Gas-Discharge He-Xe Fiber Laser, IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics. 2024. Vol. 30. P. 1–7.
3. Gladyshev A., Komissarov D. et. al. Towards Mid-Infrared Gas-Discharge Fiber Lasers // Photonics. 2024. Vol. 11. P. 242.