КВАЗИНЕПРЕРЫВНОЕ ПОДДЕРЖАНИЕ ПЛАЗМЫ В КСЕНОНЕ ИМПУЛЬСНО-ПЕРИОДИЧЕСКИМ ЛАЗЕРНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ

\*Рудой И.Г., Соловьев Н.Г., \*\*Сорока А.М., Шилов А.О., Якимов М.Ю.

Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, Москва, Россия,
 yakimov@lantanlaser.ru
\*ООО "МагАлТек", Москва, Россия
\*\*ИПК "Беседы", Москва, Россия

Экспериментально обнаружена возможность стабильного горения импульсно-периодического оптического разряда (ИПОР) в ксеноне высокого давления под действием сфокусированного (NA = 0,1 – 0,15) импульсно-периодического излучения лазера YLR-QCW (λ = 1,07 мкм) [1] с инициированием от плазмы дугового разряда в каждом импульсе. При этом лазерные импульсы длительностью 200 – 500 мкс и мощностью 300 – 500 Вт не нарушали стабильности дугового разряда с током значительно ниже номинального.

Кроме того, для частот повторения импульсов выше 2,2 кГц авторы обнаружили, что после зажигания ИПОР и выключения дугового разряда квазинепрерывная плазма может стабильно поддерживаться при импульсной мощности лазерного излучения 250 – 300 Вт и длительности импульса 200 мкс. При этом промежуток времени между импульсами, в течение которого плазма остывает, мог длиться более 200 мкс, а излучение из зоны, занимаемой плазмой, прекращалось при этом за 10 – 20 мкс. Съемка со скоростью 2 × 104 кадров в секунду показала фазы инициирования и развития плазмы разряда, а также «темную» фазу длительностью более 180 мкс. К концу каждого лазерного импульса плазма достигала стационарного состояния, примерно соответствующего состоянию непрерывного оптического разряда (НОР) при том же уровне мощности поддерживающего лазера [2].

Несмотря на то, что в ИПОР значительная часть энергии лазерного импульса затрачивается на подогрев охладившегося в «темную» фазу газа, в развитой фазе разряда в течение большого промежутка времени яркость плазмы ИПОР значительно превышает яркость плазмы НОР при той же мощности лазера, особенно в УФ области спектра, что свидетельствует о более высокой температуре плазмы. О величине роста температуры можно также судить по резкому росту интенсивности ионных линий в плазме ИПОР по сравнению с плазмой НОР.

Вопрос о механизме поглощения лазерной энергии на начальной стадии развития оптического разряда под действием очередного импульса излучения накачки после «темной» фазы остается дискуссионным. Оценки показывают, что концентрация электронов к началу следующего импульса недостаточна для начального развития плазмы за счет свободно-свободных процессов поглощения лазерного излучения. Процесс первоначального поглощения, по-видимому, обеспечивается оставшимися от предыдущего импульса возбужденными состояниями атома ксенона группы 6s с частотами переходов, близкими к полосе генерации лазера в области длин волн λ = 1,05 – 1,09 мкм.

Ввиду заметного превышения спектральной яркости плазмы ИПОР над НОР, а также высокой стабильности и повторяемости излучения ИПОР от импульса к импульсу, явление ИПОР может найти применение в плазменных источниках излучения, где требуется высокая стабильность и яркость в широком спектральном диапазоне.

Авторы признательны НТО «ИРЭ-Полюс» за поддержку.

Литература

1. QCW Single-mode Fiber Laser // http://www.ipgphotonics.com/QCW\_sm.htm
2. Zimakov V.P., Kuznetsov V.A., Shemyakin A.N., Solov'yov N.G., Shilov A.O., Yakimov M.Yu. // Proc. SPIE 8600-02-01-12, 2013.