

ВЛИЯНИЕ ИОНИЗАЦИОННОЙ РЕФРАКЦИИ НА ОПТИЧЕСКИЙ ПРОБОЙ ГЕЛИЯ

Бычков С.С.^{1*}, Марголин Л.Я.¹, Пятницкий Л.Н.¹,
Соколова А.А.², Тальевский А.Д.¹, Чезотов М.В.²

¹ИВТ РАН, Москва, ²ИТЭС ОИВТ РАН, Москва

*serg-bychkov@yandex.ru

При пробое газов сфокусированным лазерным пучком важную роль играет рефракция излучения на границе газ–плазма. Ею определяется доля поглощенной энергии, а следовательно, параметры плазмы в лазерной искре. Наличие рефракции приводит также к образованию пространственных неоднородностей. Коэффициент отражения зависит от угла падения. В бесселевых пучках, формируемых коническими линзами (аксиконами), греющее излучения подводится к каждой точке каустики независимо под одним и тем же углом, определяемым параметрами аксикона. Это позволяет легко проследить изменение сценария пробоя в зависимости от угла наклона лучей γ к оси бесселева пучка.

В докладе экспериментально и теоретически исследовано влияние ионизационной рефракции на пространственно-временную структуру лазерной искры, формируемой в процессе ионизации гелия бесселевым пучком нулевого порядка. Исследовался пробой гелия атмосферного давления лазерным импульсом длительностью 5–6 нс и энергией 3–5 Дж. Длина волны излучения $\lambda = 1.06$ мкм. Начальная интенсивность на оси бесселева пучка превышала 10^{12} Вт/см².

Обнаружено, что при фокусировке греющего излучения крутым аксиконом ($\gamma = 19^\circ$), лазерная искра была однородной. В контрольном опыте при заполнении экспериментальной камеры воздухом наблюдалась обычная мелкомасштабная структура. При фокусировке пологими аксиконами пробой происходил в отдельных очагах. Расстояние между очагами значительно превышало период структуры $\sim \lambda/\gamma^2$.

Представлены результаты численного решения волнового уравнения в параболическом приближении для цилиндрически симметричного лазерного пучка. В расчетах предполагался столкновительный механизм ионизации атомов. Показано, что ионизационная рефракция влияет на распространение греющего излучения в ионизирующемся газе, так что пространственно-временная эволюция лазерной искры существенным образом зависит от угла аксикона. При малых углах фокусировки наблюдается формирование продольных структур. При больших углах ионизационная рефракция оказывается подавленной. Таким образом, с увеличением угла фокусировки растет степень ионизации газа и температура электронов, а продольная структура исчезает.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект №02-02-16613).