Оценка величины электрического поля в волне ионизации, возникающей при пробое в газах низкого давления в длинной трубке

1Бутрис М., 2Дятко Н.А., 1Ионих Ю.З., 1Калинин С.А., 1Матвеев Р.М.

1СПбГУ, С.-Петербург, Россия, y.ionikh@spbu.ru
2ГНЦ РФ ТРИНИТИ, Троицк, Москва, Россия, dyatko@triniti.ru

В работе [1] было предложено использовать отношение интенсивностей излучения возбужденных частиц с существенно различными энергиями возбуждения для получения данных о средней энергии электронов и величине электрического поля в плазме. В этой работе исследовался пульсирующий коронный разряд в воздухе, и использовались вторая положительная система N2 и первая отрицательная система N2+. В работе [2] аналогичный подход был использован для оценки величины электрического поля в наносекундном высоковольтном разряде в форме быстрой волны ионизации (ВИ) в азоте и воздухе.

В настоящей работе выполнена оценка величины напряженности электрического поля в медленной (предпробойной) ВИ в смесях Ar:Ne и Ar:Hg. В первом случае сравнивались измеренные и рассчитанные отношения интенсивностей линий излучения Ar (2p6 – 1s5) и Ne(2p9 – 1s5). В смеси Ar:Hg сравнивалось отношение интенсивностей линий Ar (2p6 – 1s5) и Ar+ (4p2D5/2 – 4s2P3/2) .

 В экспериментах со смесью Ar:Ne (25%Ar+75%Ne, давление 1 Торр) использовалась разрядная трубка диаметром 15 мм и расстоянием между электродами 80 см. Для экспериментов со смесью Ar:Hg была использована бактерицидная лампа Philips TUV-30W диаметром 25 мм и расстоянием между электродами 80 см. Трубка была наполнена аргоном (давление 3 Торр) и парами ртути (давление 1 мТорр при температуре газа около 20° С).

Амплитуда (положительных) импульсов напряжения варьировалась в диапазоне 1 – 2 кВ, время нарастания напряжения в импульсе не превышало 1.5 мкс. Система диагностики позволяла записывать временное поведение интенсивности излучения в произвольной точке вдоль оси трубки. Временное разрешение составляло меньше 10 нс, пространственное разрешение (вдоль оси трубки) – 2.7 мм. Эта система использовалась для детектирования ВИ и измерения ее скорости. Можно было также записывать спектр излучения разряда.

Оценку величины электрического поля в ВИ можно получить в предположении, что отношение интенсивности линий равно отношению (*k*1×*A*1×τ1)/(*k*2×*A*2×τ2), где *k*1 и *k*2 – константы скорости возбуждения излучающих уровней электронным ударом, τ1 и τ2 – времена жизни этих уровней, а *A*1 и *A*2 – вероятности рассматриваемых переходов. Константы скоростей возбуждения уровней Ar(2p6), Ar+(4p2D5/2) и Ne(2p9) в рассмотренных смесях газов были рассчитаны в зависимости от *E/N* (*E* – напряженность электрического поля, *N* – число атомов в единице объема) путем решения уравнения Больцмана для электронов. Данные о временах жизни и вероятностях переходов брались из [3].

Сравнение экспериментальных и расчетных данных показывает, что величина *E/N* в ВИ в смеси Ar:Hg уменьшается с расстоянием от ~ 550 Тд (у анода) до ~ 270 Тд (у катода). В смеси Ar:Ne величина *E/N* в ВИ приблизительно равна 100 Тд..

Для более аккуратной оценки необходимо учесть вероятный пространственный профиль электрического поля в ВИ и движение ВИ относительно точки наблюдения.

Литература

1. Gallimbertit I., Hepworths J.K., Klewes R.C., J. Phys. D: Appl. Phys., 1974, v. 7, p. 880.
2. Pancheshnyi S.V., Starikovskaia S.M., Starikovskii A.Yu, J. Phys. D: Appl. Phys., 1999, v. 32, p. 2219.
3. Radtsig A.A. and Smirnov B.M., Reference Data on Atoms, Molecules, and Ions (Springer-Verlag, Berlin, 1985).