

03;04

Влияние увлажнения атмосферы и ее запыленности на эффект деструкции ударной волны в плазме тлеющего разряда

© А.С. Барышников, И.В. Басаргин, М.В. Чистякова

Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН, С.-Петербург
E-mail: al.bar@mail.ioffe.ru

Поступило в Редакцию 1 декабря 2006 г.

Проведены эксперименты по оценке влияния влажности и запыленности воздуха, а также запыленности азота на структуру распределения импульса давления за ударной волной, распространяющейся поперек положительного столба тлеющего разряда. Анализ результатов эксперимента позволяет сделать выводы о механизме деструкции ударной волны.

PACS: 52.35.Tc

Специфической особенностью распространения ударных волн в плазме является расщепление их при входе в область разряда на две следующих друг за другом волны — предвестник и остаточную волну. Авторами данной статьи ранее было показано [1,2], что время существования эффекта расщепления ударной волны в распадающейся плазме на порядок больше времени рекомбинации заряженных частиц, и сделан вывод, что механизм расщепления ударной волны обусловлен не столько электродинамическими, сколько в большей степени специфическими для плазмы физико-химическими процессами. На систему же физико-химических превращений в воздушной плазме тлеющего разряда кардинально влияет степень влажности воздуха [3] и наличие пыли в плазме [4,5]. Поэтому нами были проведены эксперименты по влиянию как влажности, так и запыленности ионизованного газа на расщепление ударной волны в плазме тлеющего разряда.

Эксперименты проводились на электроразрядной ударной трубе ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН. Максимальная скорость ударной волны — до 2 km/s, давление в камере $4 \cdot 10^3$ Pa. В экспериментах мы получа-

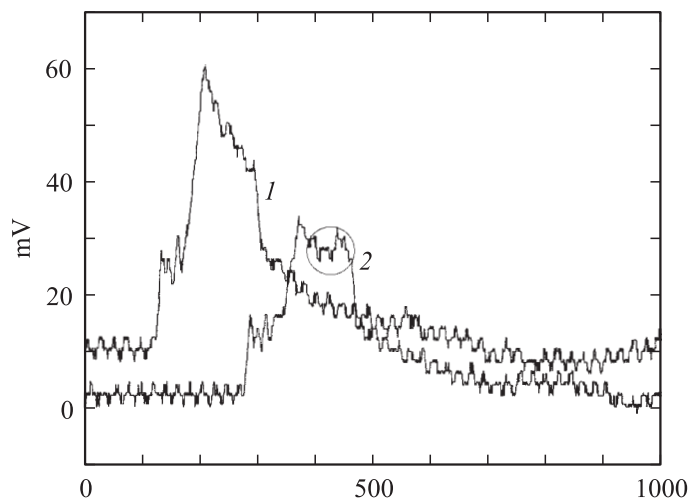


Рис. 1. Распределение сигнала (электрического напряжения) с пьезозонда, находящегося на расстоянии 20 мм до центра разряда за ударной волной в плазме тлеющего разряда в сухом воздухе (1) и во влажном (2). По оси X 1000 делений соответствует 200 μ s.

ем временные развертки сигнала торцевого пьезозонда, обтекаемого набегающей ударной волной, что соответствует распределению давления за ней. В данных исследованиях использовалась мелкодисперсная (диаметр 100–150 nm) углеродная пыль в относительно небольшой концентрации (20 mg/m) и насыщенный при комнатной температуре водяной пар.

Поведение ударной волны как во влажной атмосфере, так и в запыленной аналогично поведению в сухой атмосфере, хотя и несколько отличается амплитудой и скоростью ударной волны. Однако на расстоянии 20 мм до центра разряда, как раз именно на расстоянии, на котором наблюдается аномальное поведение ударной волны в плазме тлеющего разряда в сухой атмосфере, во влажной атмосфере наблюдается иная конфигурация распределения давления за ударной волной. Наблюдается уширение распределения и значительное снижение амплитуды волны во влажной среде (рис. 1). Это говорит о том, что, хотя концентрация синглетного кислорода за ударной волной снижается, во влажном

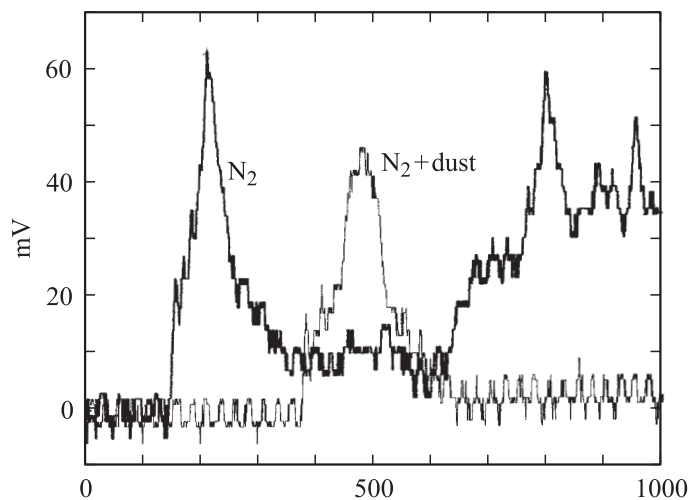


Рис. 2. Распределение сигнала (электрического напряжения) с пьезозонда, находящегося в центре разряда за ударной волной в плазме тлеющего разряда в чистом азоте (N_2) и в азоте с пылью (N_2+dust). По оси X 1000 делений соответствует $200 \mu s$.

воздухе, возможно, появляется новый канал диспергирования сигнала, связанный, по всей видимости, с другой возбужденной компонентой.

Запыленность атмосферы, как показывают эксперименты, уменьшает лишь скорость распространения волны. Ниже показано распределение давления в разряде в чистом азоте (рис. 2) в центре разряда.

Незначительно уменьшается и амплитуда сигнала. В распределении в чистом азоте видно, что запыленность приводит и к небольшому проявлению эффекта деструкции, тогда как в чистом азоте деструкция не наблюдается. Последний факт также подтверждает, что возникновение эффекта в воздухе обусловлено физико-химическими причинами и связано с наличием кислорода в смеси. Дальнейшее усовершенствование методик создания запыленности и увлажнения атмосферы позволит продвинуться как в область высокой запыленности, так и в область перенасыщенного пара.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 06-08-00663-а.

Список литературы

- [1] Барышников А.С., Басаргин И.В., Дубинина Е.В., Федотов А.Д. // Письма в ЖТФ. 1997. Т. 23. В. 4. С. 18–24.
- [2] Барышников А.С., Басаргин И.В., Чистякова М.В. // ЖТФ. 2001. Т. 71. В. 3. С. 17–21.
- [3] Акишев Ю.С., Дерюгин А.А., Каральник В.Б., Кочетов И.В., Напартович А.П., Трушкин Н.И. // Физика плазмы. 1994. Т. 20. № 6. С. 571–584.
- [4] Великодный В.Ю., Битторин В.А. // Прикладная физика. 2002. № 5. С. 90–98.
- [5] Попель С.И., Голубь А.П., Лосева Т.В., Бинхэм Р., Бенкадда С. // Физика плазмы. 2001. Т. 27. № 6. С. 483–490.