

ЛЧМ импульсом в результате простой инверсии градиента магнитного поля (*a*) и инверсии с одновременным увеличением в два раза градиента магнитного поля (*e*). По сравнению с этими рисунками рис. 3, *b* наглядно показывает образование сжатого эхосигнала путем инверсии градиента с одновременным включением неоднородного магнитного поля, создаваемого соленоидом.

Сжатие импульсов можно использовать для разрешения близко расположенных, а также перекрывающихся радиоимпульсов. Такой эксперимент был поставлен в настоящей работе с помощью описанного выше метода. На рис. 4, *e* приведен пример разрешения двух перекрывающихся ЛЧМ радиоимпульсов, полученного на экспериментальной установке, показанной на рис. 2. Следует отметить различие ширины эхосигналов (рис. 4, *e*), полученных от одинаковых по длительности ЛЧМ сигнальных импульсов (рис. 4, *a*). Это связано со свойством селективности, присущей методу сжатия, основанному на эффекте нерезонансного спинового эха [4].

Таким образом, экспериментально показано, что эффект нерезонансного спинового эха можно использовать для сжатия ЛЧМ радиоимпульсов. По сравнению с известным методом сжатия ЛЧМ импульсов, использующем для получения эхосигналов управляющий ЛЧМ импульс, рассмотренный здесь нерезонансный метод обладает очевидным преимуществом простоты, а также открывает принципиально новую возможность преимущественного (избирательного) сжатия одного импульса в последовательности близких и даже перекрывающихся импульсов.

### Список литературы

- [1] Ширман Я. Д. Разрешение и сжатие сигналов. М.: Сов. радио, 1974. 360 с.
- [2] Mims B. P. // Proc. IEEE. 1963. Vol. 51. N 8. P. 1127—1134.
- [3] Доватор Н. А., Житников Р. А. А. С. 1138833. БИ. 1985. № 5.
- [4] Доватор Н. А., Житников Р. А. // ЖТФ. 1987. Т. 57. Вып. 11. С. 2164—2169.
- [5] Доватор Н. А., Житников Р. А. // Оптическая ориентация атомов и молекул. Л., 1987. С. 122—128.
- 6] Harper W. // Rev. mod. phys. 1972. Vol. 44. N 2. P. 169—249.

Физико-технический институт  
им. А. Ф. Иоффе АН СССР  
Ленинград

Поступило в Редакцию  
15 декабря 1988 г.

## ВЗАИМОСВЯЗЬ ГЕОМЕТРИИ КАНАЛА ВЫСОКОЧАСТОТНОГО ФАКЕЛЬНОГО РАЗРЯДА С ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ЕГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ

И. А. Тихомиров, Ю. Ю. Луценко

Измерения электродинамических характеристик высокочастотного факельного разряда (ВЧФР) до настоящего времени ограничивались только измерениями действующего значения и фазового сдвига высокочастотного тока, протекающего в разряде [1, 2]. На основании проведенных измерений авторы вышеуказанных работ делают вывод о наличии в канале ВЧФР затухающей поперечно-магнитной волны. При этом величина, обратная коэффициенту затухания электромагнитной волны, рассматривалась ими в качестве оценки длины канала разряда.

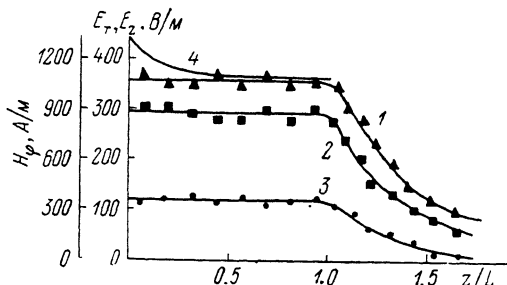
С целью проверки экспериментальных данных и выводов, изложенных в работах [1, 2], нами были проведены измерения электромагнитного поля ВЧФР в ближней зоне его излучения. Все проведенные нами эксперименты можно разбить на две группы: 1) измерение амплитуд и фазового сдвига компонент поля посредством индуктивных и емкостных зондов; 2) косвенное определение амплитуд компонент поля посредством измерения электродвижущей силы (эдс), наводимой на тонких длинных проводниках, помещенных в зону излучения ВЧФР.

Измерения методом наведенной эдс проводились преимущественно с целью проверки корректности зондовых измерений. Заметим, что при падении электромагнитной волны на экранирующую поверхность зонда происходит ее переломление. Таким образом, на полезный сигнал, снимаемый с зонда, накладывается сигнал от переломленного поля, что оказывает существенное влияние на правильность результатов проводимых измерений. Если же использовать для измерений длинный проводник, то сигнал от переломленного поля будет значительно меньше полезного сигнала в связи с удаленностью экранированных частей измерительной системы от собственно зоны измерений. Снимаемая зависимость эдс от длины проводника, а затем дифференцируя ее, мы получали распределение той или иной компоненты поля в направлении, совпадающем с осевой линией проводника.

В результате проведенных измерений нами установлено, что в зоне излучения

Рис. 1. Распределение напряженностей компонент поля вдоль оси ВЧФР.

1 —  $E_r$ , 2 —  $H_\phi$ , 3 —  $E_z$ , 4 — расчет для  $E_r$ .



ВЧФР присутствуют три компоненты поля:  $H_\phi$  — аксиальная составляющая магнитного поля,  $E_r$  и  $E_z$  — соответственно радиальная и осевая составляющие электрического поля. Таким образом, для ВЧФР характерно наличие только электромагнитной волны поперечно-магнитного типа, что совпадает с выводами работы [1].

Распределение напряженности компонент электромагнитного поля вдоль оси разряда имеет характерную особенность, а именно отсутствие изменения интенсивности поля в области канала ВЧФР. Падение интенсивности поля наблюдается только в области диффузного горения разряда. Типичный вид вышеуказанного распределения показан на рис. 1

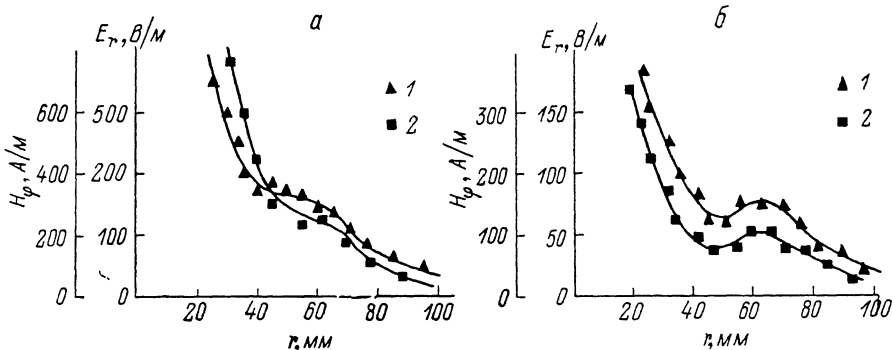


Рис. 2. Радиальное распределение напряженностей компонент поля в зонах канала ВЧФР (а) и диффузного горения ВЧФР (б).

1 —  $E_r$ , 2 —  $H_\phi$ .

для случая ВЧФР мощностью 2 кВт. Расстояние от оси разряда составляет 25 мм. Осевая координата, откладываемая на графике по оси абсцисс, для наглядности приведена нами в единицах длины канала ВЧФР.

Радиальное распределение компонент поля как в области канала ВЧФР, так и в области его диффузного горения имеет немонотонный характер. Как видно из рис. 2, на котором приведено радиальное распределение компонент поля для случая разряда мощностью 2 кВт, кривые радиального распределения, соответствующие области каналирования ВЧФР, имеют точку перегиба на расстоянии 40—60 мм от оси разряда. В области же диффузного горения ВЧФР (при тех же значениях радиальной координаты) наблюдается «провал» кривых напряженностей компонент поля. Вышеуказанные особенности электромагнитного поля ВЧФР имеют место в широком диапазоне мощностей и геометрических размеров разряда соответственно.

Отметим, что в более ранних работах [1—3] электродинамическое описание ВЧФР ограничивалось рассмотрением только одной электромагнитной волны, распространяющейся

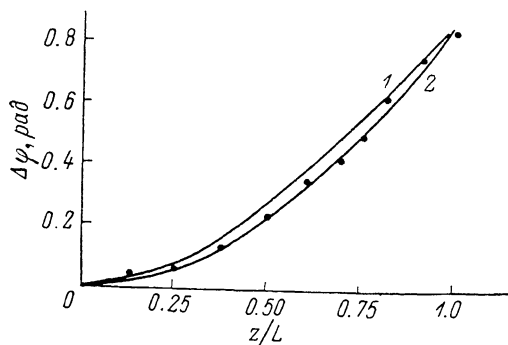
от электрода вдоль оси разряда. В этом случае амплитуды компонент поля в осевом направлении уменьшаются по экспоненциальному закону, что находится в противоречии с полученными нами экспериментальными результатами. С целью разрешения данного противоречия нами было выдвинуто предположение о наличии в канале ВЧФР наряду с «прямой» еще и «отраженной» электромагнитной волны.

Представим канал ВЧФР в виде линии конечной длины с потерями. В этом случае для любой компоненты поля [4], синфазно отраженной на конце линии, мы можем записать

$$\dot{U} = \dot{U}_0 \operatorname{ch} [\lambda (L - z)], \quad (1)$$

Рис. 3. Фазовый сдвиг радиальной компоненты электрического поля вдоль оси ВЧФР.

1 — расчет, 2 — эксперимент.



где  $\dot{U}$ ,  $\dot{U}_0$  — нормированные комплексные амплитуды компонент поля соответственно в точках  $z$  и  $z=L$ ;  $z$  — осевая координата;  $L$  — длина канала ВЧФР;  $\lambda$  — комплексная постоянная распространения электромагнитной волны.

Расчеты, проведенные нами в соответствии с выражением (1), показывают, что амплитуды компонент поля меняются незначительно вдоль канала разряда в том случае, когда выполняется условие

$$(\operatorname{Re} \lambda) z \leq 1. \quad (2)$$

Расчетные зависимости изменения амплитуды и фазового сдвига синфазно отраженной на конце канала разряда компоненты поля показаны соответственно на рис. 1 и 3. На рис. 3 для сравнения с расчетной зависимостью также приведена экспериментально полученная кривая изменения фазового сдвига радиальной компоненты электрического поля вдоль оси разряда. Как видно из рис. 1, 3 (для области каналирования разряда), экспериментально полученные амплитудно-фазовые характеристики электромагнитного поля ВЧФР достаточно хорошо описываются выражением (1). Используемое при этом условие (2) позволяет оценить длину канала ВЧФР, которая определится как  $L \leq (\operatorname{Re} \lambda)^{-1}$ . В заключение отметим, что данная оценка не противоречит оценке длины канала ВЧФР, приведенной в работе [1].

### Список литературы

- [1] Качанов А. В., Трехов Е. С., Фетисов Е. П. // Физика газоразрядной плазмы. М.: Атомиздат, 1968. С. 39—47.
- [2] Качанов А. В. // Тез. докл. VIII Всесоюз. конф. по генераторам низкотемпературной плазмы. Новосибирск, 1980. С. 107—111.
- [3] Тихомиров И. А. // Изв. СО АН СССР. Сер. техн. наук. 1980. Т. 2. № 8. С. 3—13.
- [4] Манаев Е. И. Основы радиоэлектроники. М.: Энергия, 1985. 428 с.

Томский политехнический институт им. С. М. Кирова

Поступило в Редакцию  
10 августа 1988 г.

### О ПОРОГЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ НА ОСНОВЕ ЭПИТАКСИАЛЬНОЙ ПЛЕНКИ ФЕРРИТ-ГРАНАТА

В. А. Григорьев, М. В. Быстров

В работе [1] было показано, что вспомогательное переменное магнитное поле с частотой  $\sim 10^4$  Гц существенно снижает порог чувствительности (минимально регистрируемое поле) магнитооптического преобразователя на основе эпитаксиальной пленки феррит-граната-