

## ПЛАЗМЕННАЯ ПРИЕМНАЯ ВИБРАТОРНАЯ АНТЕННА

Н. Г. Гусейн-заде<sup>1,2</sup>, И. М. Минаев<sup>1</sup>, К. З. Рухадзе<sup>2</sup>

*Экспериментально продемонстрирована возможность приема сигнала (в частотном диапазоне 30–50 МГц) на плазменную вибраторную антенну, возбуждаемую собственным излучением передатчика в том же частотном диапазоне.*

**Ключевые слова:** плазменная приемопередающая антенна, вибраторная антенна.

В [1] показана возможность использования бесстолкновительной проводимости плазмы  $\epsilon_0\omega_p^2/\omega$  при  $\omega_p \gg \omega \gg \nu$  для реализации высокоэффективной плазменной антенны, работающей от одного источника ВЧ-колебаний, который совмещает в себе функции как источника энергии для создания плазмы, поддерживаемой поверхностной волной (ПВ), так и передатчика ВЧ-сигнала.

В данной работе рассматривается возможность применения плазменной антенны в качестве приемной антенны.

Приемная плазменная антенна должна удовлетворять следующим требованиям:

- собственные шумы антенны и частотный диапазон должны быть одного порядка с шумами и частотным диапазоном металлической антенны;
- передающая и приемная антенны должны работать с одним приемопередатчиком.

В [2] показано, что плазменная четвертьволновая антенна (монополь) может быть эффективной передающей антенной, возбуждаемой собственным излучением передатчика, однако вопрос о приемопередающей плазменной антенне, возбуждаемой собственным излучением передатчика, до сих пор оставался открытым. С целью определения возможности использования передающей плазменной антенны в качестве приемной были проведены лабораторные эксперименты, где решались две задачи:

1. Установление связи между источником сигнала типа Р-168-50У-1М (диапазон излучения 30–47 МГц) с приемником приемопередатчика типа Р-163-50У с плазменной антенной (разряд в газоразрядной трубке возбуждался ПВ, создаваемой вторым приемопередатчиком того же типа (Р-163-50У));

<sup>1</sup> Институт общей физики имени А.М. Прохорова РАН (ИОФ РАН).

<sup>2</sup> Московский институт радиотехники, электроники и автоматики (МИРЭА).

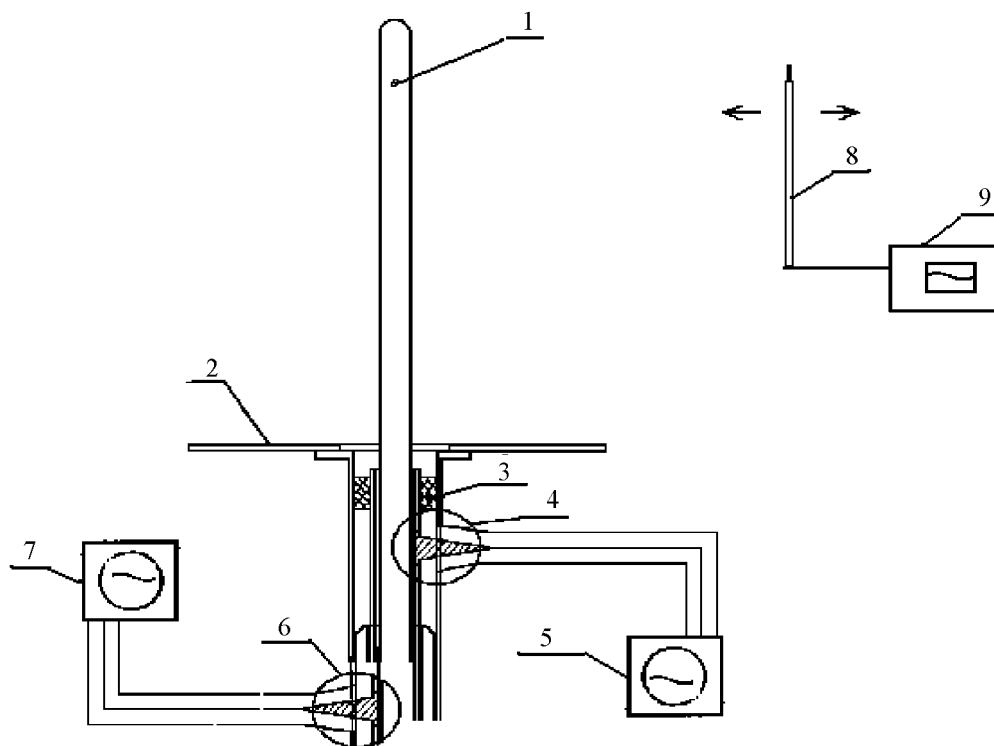


Рис. 1: Схема экспериментальной установки. 1 – плазменная антенна; 2 – металлический экран; 3 – узел крепления антенны; 4 – стыковочный узел фидера передатчика Р-163-50У и плазменной антенны; 5 – передатчик Р-163-50У; 6 – стыковочный узел фидера приемника Р-163-50У и плазменной антенны; 7 – приемник Р-163-50У; 8 – штатная (металлическая) антенна приемопередатчика Р-168-05У-1М, 9 – приемопередатчик Р-168-05У-1М.

2. Сравнение частотного диапазона плазменного монополя и обычного металлического вибратора длиной  $l = \lambda_s/4$ .

Схема экспериментальной установки представлена на рис. 1.

Два приемопередатчика типа Р-163-50У были подключены к одной плазменной антенне, в которой разряд возбуждался ПВ, создаваемой вторым приемопередатчиком типа Р-163-50У на частоте 40.500 МГц. Макет антенны в виде отпаянной стеклянной трубки с диаметром  $\sim 1$  см длиной 1.2 м, наполненной парами ртути, помещался в пластиковый корпус.

При испытаниях прием тональных и телефонных сигналов через плазменную антенну сохранялся при снижении мощности излучения до  $10^{-6}$  Вт. Заметного различия

в dB-уровнях принимаемых сигналов при приеме через плазменную и металлическую антенны при указанном уровне мощности не было установлено. Частотный диапазон системы определялся частотным диапазоном передатчика Р-163-50У-1М и в эксперименте осуществлялся на нижней частоте 30.500 МГц и верхней частоте 47.500 МГц. Различий в условиях приема на этих частотах зарегистрировано не было.

Оценку результатов проведем для случая, когда возбуждение плазменного столба производилось на частоте  $f = 40$  МГц, а прием осуществлялся на  $f = 30.05$  МГц, расстояние между приемником и передатчиком составляло  $\sim 100$  м. Основное отличие плазменных и металлических антенн заключается в том, что различаются величины наведенных в них токов [1], следовательно эффективность плазменной приемной антенны можно оценить как отношение токов ( $I_p/I_M$ ), наводимых в антенне при одинаковой напряженности  $E$  падающего поля:

$$\eta = I_p/I_M = \pi\alpha\sqrt{n_e/n_c}R_\Sigma/60\lambda. \quad (1)$$

При возбуждении плазменного столба поверхностной волной на  $f = 40$  МГц (сопротивление излучения полуволнового вибратора  $R_\Sigma = 73.2$  Ом, радиус плазменного столба  $\alpha = 1$  см, концентрация электронов  $n_e = 10^{12}$  см $^{-3}$  [1], критическая концентрация плазмы  $n_c = 3.3 \cdot 10^6$  см $^{-3}$ ) для частоты, на которой осуществлялся прием сигналов  $f = 30$  МГц, эффективность плазменной антенны равна  $\eta \approx 0.12$ . Для того чтобы оценить чувствительность плазменной приемной антенны, укорачивалась длина передающей антенны (элемент 8 рис. 1). Сигнал на приемнике пропадал при длине передающей антенны  $L \sim 20$  см на частоте 30 МГц (длина стандартной передающей антенны  $\sim 200$  см). Расстояние между приемником и передатчиком  $\sim 100$  м, плотность мощности в районе принимающей антенны при излучаемой мощности 1 Вт  $\sim 10^{-5}$  Вт/м $^2$ . С укорочением длины передающей антенны мощность излучения падает в 100 раз, как  $(L/\lambda)^2$ , т.е. плотность мощности в районе принимающей антенны будет  $\sim 10^{-7}$  Вт/м $^2$ .

*Заключение.* Впервые проведены испытания приемной плазменной антенны, которые позволили установить:

- возможность приема сигналов на плазменную антенну, возбуждаемую собственным излучением приемопередатчика;
- частотный диапазон приемно-передающей системы (соответствует частотному диапазону приемопередатчика);
- уровень мощности сигнала, при котором осуществлялся прием ( $\sim 10^{-6} - 10^{-7}$  Вт).

Л И Т Е Р А Т У Р А

- [1] И. М. Минаев, А. А. Рухадзе, К. Ф. Сергейчев, Ф. Ю. Трефилов, Краткие сообщения по физике ФИАН, N 12, 34 (2005).
- [2] Е. Н. Истомирин, Д. М. Карфидов, И. М. Минаев и др., Физика плазмы **32**(4), 423 (2006).

Поступила в редакцию 16 декабря 2009 г.