

Письма в ЖТФ, том 16, вып. 10

26 мая 1990 г.

04; 09; 10

© 1990

## СТАЦИОНАРНЫЕ ВОЛНЫ И ИХ РАЗРУШЕНИЕ В ПРОСТРАНСТВЕННОМ ЗАРЯДЕ СИСТЕМ СО СКРЕЩЕННЫМИ ПОЛЯМИ

С.А. Л е в ч у к, Г.Г. С о м и н с к и й

Коллективные процессы в пространственном заряде в значительной степени определяют характеристики разнообразных электронных приборов и устройств. С этим, в первую очередь, связан интерес исследователей к волновым и колебательным явлениям в электронных потоках. К сожалению, до сих пор слабо изучены закономерности коллективных явлений в сильноточных электронных системах со скрещенными полями. Особенно мало данных о временных и пространственных характеристиках колебаний объемного заряда в типичных для таких систем неоднородных конфигурациях скрещенных полей. Созданный недавно метод диагностики волновых процессов в электронных потоках [1] обладает высоким пространственным и временным разрешением и позволяет получать недоступную ранее информацию о „мгновенных” спектрах колебаний объемного заряда в разных участках пространства взаимодействия устройств магнетронного типа. В настоящей работе с помощью этого метода определены неизвестные ранее характеристики волновых процессов в объемном заряде мощного магнетронного усилителя – амплитрона 10-сантиметрового диапазона длин волн с вторично-эмиссионным катодом [1]. Исследования выполнены в двух характерных режимах. В усилительном режиме (УР) в течение всего импульса анодного напряжения  $U_a$  длительностью  $\tau = 4$  мкс на вход амплитрона подается СВЧ сигнал мощностью 5–7 кВт. В другом же режиме, который будем называть автоколебательным (АР), входной сигнал выключается через время  $\Delta\tau \approx 2 \cdot 10^{-2} \tau$  после начала импульса  $U_a$ . В интервал времени  $\Delta\tau$  происходит накопление простран-

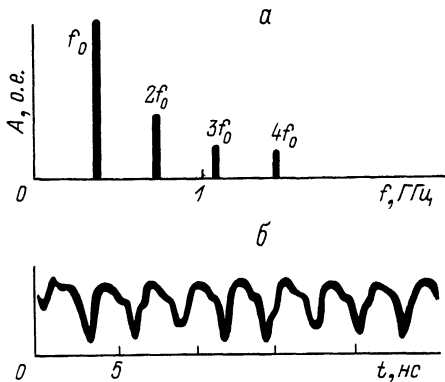


Рис. 1.

венного заряда за счет вторичной эмиссии с катода, а затем его поддержание определяется действием ВЧ полей, обусловленных автоколебаниями электронного облака.<sup>1</sup> Сопоставление данных, полученных в УР и АР, позволяет выявить влияние входного сигнала на колебательные процессы в электронном облаке.

Как и в работе [1], для определения характеристик колебаний объемного заряда регистрировалась модуляция электронных потоков, проникающих на расположенные внутри катода коллекторные системы через малые отверстия в поверхности катода. Мгновенный спектр колебаний получали в результате обработки на ЭВМ однократных временных реализаций сигнала с коллектора длительностью 5–50 нс.

Типичные временные реализации и спектры приведены на рис. 1, 2. В отсутствии внешнего сигнала (в АР) простейший спектр колебаний в потоке электронов на катод (рис. 1, а) образован существующими одновременно составляющими на частотах, кратных некоторой основной частоте  $f_0 \approx 0.3$  ГГц. Такой состав спектра соответствует единому нелинейному колебательному процессу в пространственном заряде. Вид временных реализаций (рис. 1, б) свидетельствует о неизменности соотношения фаз гармоник в течение всего времени наблюдения. Спектр в виде существующих одновременно гармоник, соотношения фаз и амплитуд которых неизменны во времени, соответствует стационарной волне [2] в электронном облаке, связанной с движением мимо отверстия в катоде устойчивой структуры сгустков пространственного заряда. Понятие стационарных волн и теоретическое их описание уже довольно давно используются при анализе нелинейных колебательных процессов (см., например,

<sup>1</sup> Время релаксации колебаний по окончании импульса входного сигнала в АР не превышает 0.2 мкс.

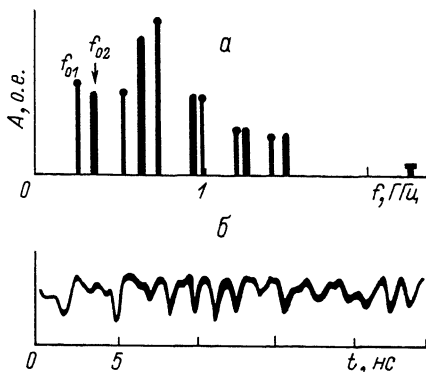


Рис. 2.

[2]). Однако, насколько нам известно, экспериментальное доказательство существования стационарных волн в замкнутом электронном потоке систем со скрещенными полями получено здесь впервые.

Разрушение стационарных волн, проявляющееся в „хаотизации“ временных реализаций, наблюдается при формировании сосуществующих структур сгустков. В спектре колебаний им соответствуют наборы составляющих на кратных частотах, но с разной основной частотой  $f_{0n}$  ( $n = 1, 2 \dots$ ). Конкурирующие структуры наблюдаются, например, при подаче несогласованного с автоколебаниями входного сигнала, т.е. при переходе от АР к УР. Типичные для УР спектры и временные реализации показаны на рис. 2. Наблюдалось разрушение стационарных волн и при некоторых значениях анодного напряжения и магнитного поля в автоколебательном режиме. Спектры в этом случае подобны изображенным на рис. 2, а.

Проведенные измерения показали, что на выделение разных структур сгустков в процессе формирования пространственного заряда (а следовательно и на видовой состав автоколебаний) существенно влияют отражения сигналов на частотах колебаний электронного облака от элементов замедляющей системы (ЗС). Как правило, реализуются такие структуры, для которых одна из составляющих спектра на частотах  $(4-6)f_0$  совпадает с одной из особенностей зависимости КСВ замедляющей системы от частоты вне полосы пропускания ЗС. Настройка на такой „резонанс“ возможна благодаря изменению частоты автоколебаний с анодным напряжением и магнитным полем. [3]. Сосуществуют разные структуры, если для них одновременно реализуются резонансные условия.

Таким образом, проведенные исследования позволили обнаружить стационарные волны в пространственном заряде мощного усилителя со скрещенными полями и выявить механизмы их разрушения. Эти данные представляют интерес для понимания условий формирования паразитных излучений и шумов в устройствах со скрещенными полями.

- [1] Левчук С.А., Соминский Г.Г., Воскресенский С.В. // Письма в ЖТФ. 1988. Т. 14. В. 13. С. 1194-1197.
- [2] Рабинович М.И., Трубецков Д.И. Введение в теорию колебаний и волн. М.: Наука, 1984. 432 с.
- [3] Соминский Г.Г. В сб.: Лекции по электронике СВЧ (4-я зимняя школа-семинар инженеров). Кн. 3. Саратов: СГУ, 1978. С. 119-138.

Поступило в Редакцию  
29 марта 1990 г.

Письма в ЖТФ, том 16, вып. 10

26 мая 1990 г.

01; 02; 12

© 1990

## НОВЫЙ МЕТОД НАБЛЮДЕНИЯ ФОТОИОНИЗАЦИИ ОРИЕНТИРОВАННЫХ МОЛЕКУЛ

А.В. Головин, В.В. Кузнецов,  
Н.А. Черепков

Фотоионизация молекулы, ориентированной в пространстве, позволяет получить наиболее полную информацию о ее структуре [1]. Ориентированными являются, например, молекулы, адсорбированные поверхностью. Однако в этом случае нельзя избавиться от влияния поверхности на изучаемый процесс. В настоящей работе показано, что использование техники совпадений позволяет выделить из всех процессов фотоионизации молекул, находящихся в газообразном состоянии и потому не являющихся ориентированными, такие процессы, которые отвечают фотоионизации молекул, ориентированных определенным образом в пространстве.

В качестве примера в работе изучается диссоциативная фотоионизация молекул  $O_2$  в основном состоянии ( ${}^3\Sigma_g^-$ ). В результате поглощения неполяризованного фотона молекула переходит в возбужденное состояние, характеризуемое термами  ${}^3\Sigma_u^-$  и  ${}^3\Pi_u$ , затем распадается на молекулярный ион в состоянии  ${}^2\Sigma_g^-$  и фотозлектрон:

