

УДК 533.951

ВЛИЯНИЕ НЕОДНОРОДНОСТИ ПЛОТНОСТИ ПЛАЗМЫ НА ЕЕ ОТКЛИК ПРИ ИМПУЛЬСНОМ ЗОНДИРОВАНИИ

А. А. Кузовников, В. С. Свиридкина, А. К. Сухов, В. В. Тарасова

(кафедра электроники)

При распространении ударной волны в слабоионизированной неизо-термической плазме взаимодействия ионов с нейтральными атомами приводят к возмущениям плотности заряженных частиц и возникает разность потенциалов [1]. Появление скачка потенциала на фронте ударной волны может вызвать колебания в плазме. При решении практических задач обычно приходится иметь дело с пространственно ограниченной неоднородной плазмой. В настоящей работе экспериментально изучалось поведение плазмы при действии на нее импульсного стороннего источника напряжения и влияние неоднородности плотности плазмы на возникавшие в ней возмущения.

Эксперименты были выполнены в аргоне при давлениях $\sim 10^{-1}$ Тор. Плазма создавалась в стеклянной трубке диаметром 60 мм и длиной 80 см, в которую были вставлены цилиндрические зоны диаметром 0,2 мм и длиной 3 мм для определения параметров самой плазмы. Сила разрядного тока изменялась от 0,5 до 10 мА, плотность электронов $n_e \approx 10^8$ см $^{-3}$, а температура электронов $T_e \approx 5$ эВ. Для создания возмущений в плазме использовался импульс напряжения прямоугольной формы длительностью $\tau_{\text{и}} = 500$ мкс и амплитудой $U_{\text{и}}$ от 6 до 60 В.

Прямоугольный импульс напряжения подавался на кольцевой электрод из медной фольги, расположенный с внешней стороны разрядной трубки. Возникавшие в плазме возмущения регистрировались зондами Ленгмюра при плавающем потенциале, а также фотоэлектрическим умножителем и емкостным детектором [2], которые могли перемещаться вдоль оси трубки. Регистрируемый сигнал, пройдя через усилитель, поступал на двухлучевой осциллограф, синхронизация которого осуществлялась импульсами с возбуждающего электрода. Исследование спектра возбуждаемых колебаний проводилось с помощью анализатора спектра.

Экспериментальные исследования показали, что в области давлений от 10^{-2} до 10^{-1} Тор ионно-звуковые волны не возбуждались. При давлениях $p > 10^{-1}$ Тор в плазме за счет переднего (заднего) фронта импульса напряжения возникали возмущения (рис. 1), которые имели характер затухающей бегущей волны с частотой $f \sim 20$ кГц и фазовой скоростью, направленной к катоду ($v_{\text{ф}} \approx 10^5$ см/с), и отождествлялись с подвижными стратами, подобно результатам [3]. Фазовая скорость распространения волны измерялась по времени задержки сигнала на зонд относительно им-

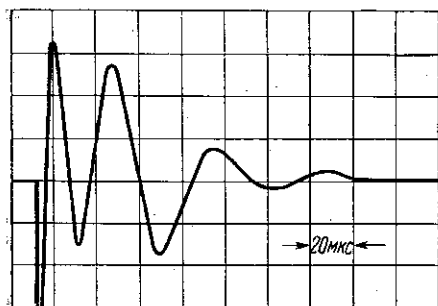


Рис. 1. Вид осциллограммы переменной составляющей зондового тока.

пульса возбуждения. Частота волны и ее длина ($\lambda \sim 5$ см) не зависели от амплитуды приложенного импульса. Амплитуда возбуждаемых в плазме возмущений изменялась пропорционально амплитуде прикладываемого импульса напряжения, но была много меньше последней. Исследование поведения этих волн в зависимости от разрядного тока показало, что с увеличением разрядного тока амплитуда их уменьшалась, частота и длина волны практически не зависели от тока.

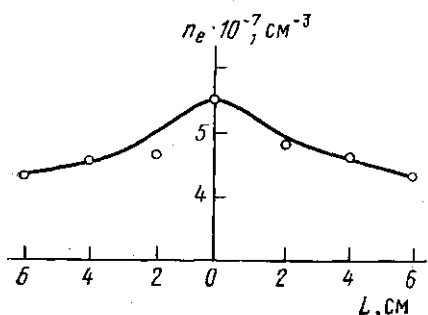


Рис. 2. Распределение концентрации плазмы вдоль оси столба около кольцевого электрода ($L=0$ — положение кольцевого электрода); $U_{вч} = 30$ В, $f_{вч} = 4$ МГц

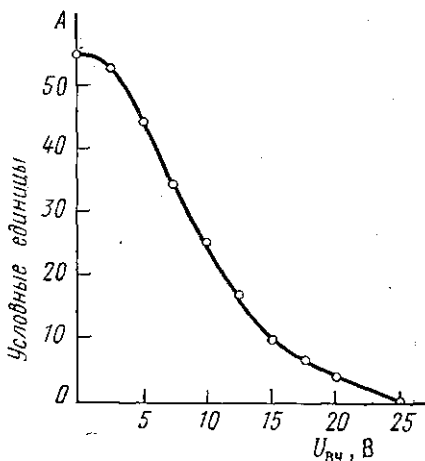


Рис. 3. Зависимость амплитуды возникающих в плазме возмущений от величины ВЧ напряжения, прикладываемого к внешнему кольцевому электроду (амплитуда A — в условных единицах), $f_{вч} = 4$ МГц

Для исследования влияния на ионизационные волны неоднородности плотности плазмы использовалось ВЧ напряжение ($f \sim 1 \div 10$ МГц; $U_{вч} \sim 5 \div 30$ В), приложенное к дополнительному кольцевому электроду (шириной 0,5 см) из медной фольги на поверхности трубки. Дополнительный электрод располагался между возбуждающим электродом и анодом. Параметры неоднородности плазмы исследовались зондовым и фотоэлектрическим методами. Эксперименты показали, что под действием ВЧ поля происходило увеличение разрядного тока на 2%, концентрация в плазме увеличивалась по всему сечению трубки (рис. 2), вдоль оси трубки образовывалась неоднородность плотности протяженностью 10 см. Максимальное увеличение концентрации плазмы (на 10—30%) наблюдалось на оси столба вблизи возбуждающего кольца. Наличие неоднородностей плотности плазмы (размеры неоднородности одного порядка с длиной волны) приводило к затуханию волны (рис. 3). Образующаяся неоднородность плотности плазмы вдоль оси столба и увеличение градиента концентрации по радиусу приводили к затуханию волны (рис. 3). Образующаяся неоднородность плотности плазмы вдоль оси столба и увеличение градиента концентрации по радиусу приводили к дополнительным потерям заряженных частиц из-за амбиполярной диффузии и, следовательно, к затуханию колебаний (времена диффузии соизмеримы с периодом колебаний).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Зельдович Я. Б., Райзер Ю. П. Физика ударных волн и высокотемпературных гидродинамических явлений. М.: ГИФМЛ, 1963, с. 359—367.
 [2] Swain D. W., Graup S. C. Phys. Fluids, 1971, 14, p. 1383. [3] Пекарёк Л. УФН, 1968, 94, с. 463.

Поступила в редакцию
13.08.84

ВЕСТН. МОСК. УН-ТА. СЕР. 3. ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ, 1985, Т. 26, № 2

ОПТИКА И СПЕКТРОСКОПИЯ

УДК 621.373.826

АВТОМАТИЗАЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА В МЕТОДЕ ПОЛЯРИЗАЦИОННОЙ АСКР

М. Ф. Вигасина, А. А. Иванов, Р. Ю. Орлов

(кафедра общей физики и волновых процессов)

Спектроскопия комбинационного рассеяния находит в настоящее время широкое применение не только в научных исследованиях, но и при решении прикладных задач. В связи с этим представляет интерес детальное описание компактной установки с хорошими выходными данными.

Нами разработан автоматизированный измерительный комплекс для проведения исследований методом поляризационной активной спектроскопии комбинационного рассеяния (АСКР) в конденсированных средах. Объект исследования (органические жидкости) опреде-

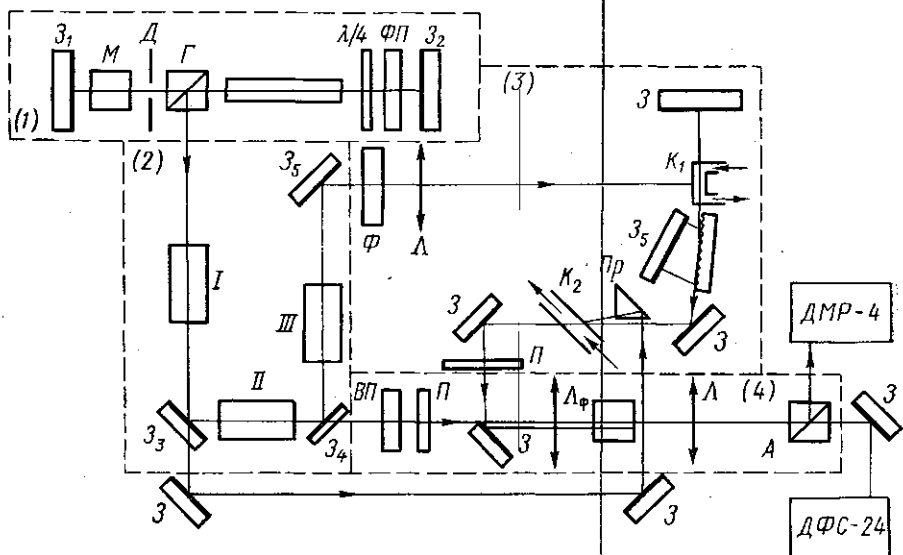


Рис. 1. Схема экспериментальной установки

ляет умеренные требования к мощности используемых лазеров и ширине линии генерации. Обработка экспериментальных результатов выполняется на ЭВМ «Электроника ДЗ-28».