

УДК 533.9

ВРЕМЯ РЕЛАКСАЦИИ ПЛАЗМЫ, ВОЗМУЩЕННОЙ АКУСТИЧЕСКОЙ ВОЛНОЙ

К.С. МКРТЧЯН, А.С. АБРААМЯН

Институт прикладных проблем физики НАН Армении

(Поступила в редакцию 11 марта 2005 г.)

Экспериментально исследовано время сохранения акустической структуры в плазме после снятия внешнего акустического воздействия. Приведены зависимости времени сохранения структуры от параметров разряда. Утверждается, что под влиянием акустического воздействия плазма становится анизотропной одноосной средой с акустической сверхрешеткой, обладающей памятью.

Вольт-амперная характеристика (ВАХ) в невозмущенной акустически колебаниями плазме в области нормального тлеющего разряда имеет вид прямой, параллельной оси тока или слабо падающей [1]. В работах [2,3] экспериментально показано, что при акустическом возмущении ВАХ газоразрядной плазмы скачкообразно меняется, что дает возможность управлять параметрами плазмы. Один из основных результатов в этом направлении – индуцирование в плазме фазового перехода газ-жидкость с акустической сверхрешеткой, которую можно рассматривать как одноосный кристалл [2], со свойственной ему проводимостью и ВАХ. При определенных условиях состояние возмущенной плазмы сохраняется после снятия внешнего акустического воздействия.

В настоящей работе сделана попытка установить время жизни такой системы после снятия воздействия внешнего акустического поля и перехода системы в характерное плазменное состояние.

В экспериментах использовалась кварцевая разрядная трубка с внутренним диаметром 25 мм и длиной 500 мм. На концах трубки устанавливались плоские цилиндрические латунные электроды диаметром 24 мм. Длина разрядного промежутка – 460 мм. Последовательно с разрядной трубкой включалось управляемое балластное сопротивление, задающее ток. Разрядный ток содержит постоянную и синусоидальную переменную компоненты. Постоянная компонента тока формирует рабочую точку на ВАХ разряда. При модуляции тока разряда в разрядной трубке возбуждаются акустические колебания и разрядная трубка ведет себя как акустический резонатор.

На рис.1 приведена ВАХ в плазме с акустическим возмущением и от-

мечены точки бифуркации (точки скачков ВАХ), соответствующие переходу плазмы из возмущенного (участок DE) в невозмущенное (участок AC) состояние.

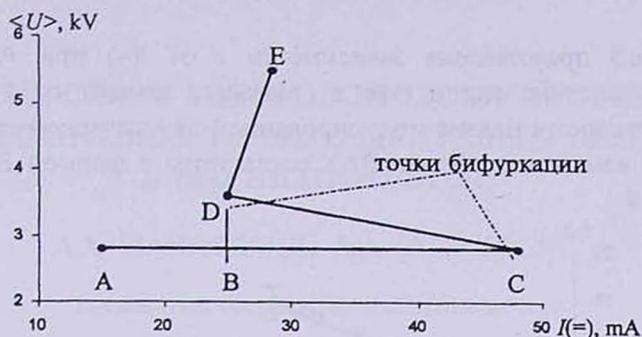


Рис.1. ВАХ для измерения τ при давлении газа в разрядной трубке $P_0=350$ Торр.

Для измерения времени релаксации τ – времени жизни возмущенной плазмы в состоянии жидкости с акустической сверхрешеткой, вначале установим постоянную компоненту разрядного тока $I(=)$ вблизи от точки бифуркации D, в которой ВАХ совершает скачок (DB).

С помощью переменной компоненты $I(\sim)$ разрядного тока возбудим в плазме акустические колебания [4,5], затем уменьшим переменную компоненту до нуля ($I(\sim)=0$). В плазме какое-то время будет сохраняться возбужденное состояние, затем это состояние скачкообразно разрушится и плазма перейдет в невозмущенное состояние. Время сохранения структуры в плазме после снятия внешнего возмущения и есть время релаксации τ .

На рис.2 приведены результаты измерений зависимости τ от $I(=)$ при разных давлениях P_0 и разных значениях $I(\sim)$. Как видно, время релаксации τ растет с увеличением $I(=)$. Начиная с определенного значения $I(=)$ время релаксации τ резко увеличивается до нескольких десятков минут. Видно также, что с увеличением давления и $I(\sim)$ время релаксации τ увеличивается.

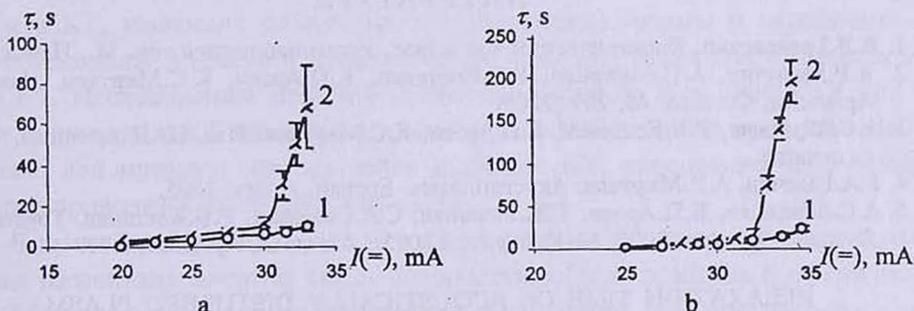


Рис.2. Зависимость времени релаксации τ от $I(=)$; а) $P_0=200$ Торр, б) $P_0=350$ Торр. 1. $I(\sim)=1.58$ мА, 2. $I(\sim)=3.16$ мА.

Необходимо отметить, что во всех экспериментах, независимо от частоты возмущения, после снятия акустического возбуждения, наблюдается собственная акустическая структура с амплитудой $I(\sim)=0,6-0,9$ мА и частотой

6.6 кГц, совпадающей с модой газоразрядной трубки. При переходе плазмы из возмущенного в невозмущенное состояние собственная акустическая структура исчезает. Флуктуации разрядного тока в невозмущенной плазме $< 0,2$ мА.

На рис.3 представлена зависимость τ от $I(\sim)$ при $P_0=200$ Торр и $I(=)=30$ мА. Из рисунка видно, что τ линейно зависит от $I(\sim)$. В течение времени сохранения в плазме индуцированной акустической структуры после снятия $I(\sim)$ измеренная форма ВАХ согласуется с формой ВАХ, полученной при $I(\sim) \neq 0$.

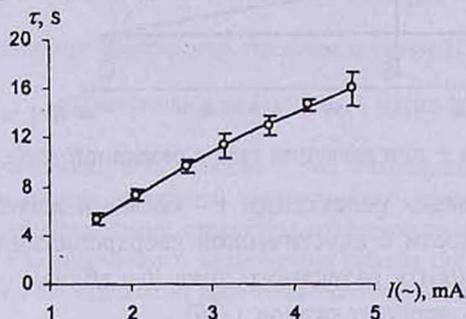


Рис.3. Зависимость времени релаксации τ от величины переменной компоненты разрядного тока $I(\sim)$; $P_0=200$ Торр, $I(=)=30$ мА.

Таким образом, на основе полученных результатов можно утверждать, что плазма с акустическим возмущением сохраняет индуцированную структуру после снятия возбуждения, т.е. обладает памятью. Под влиянием акустических колебаний газоразрядная плазма становится анизотропной одноосной средой с акустической сверхрешеткой с определенными периодом и параметрами плазмы [2].

Авторы выражают глубокую благодарность А.Р.Мкртчяну и Р.Б.Костяняну за постановку задачи, постоянное внимание и помощь в работе.

ЛИТЕРАТУРА

1. В.Л.Грановский. Электрический ток в газе. Установившийся ток. М., Наука, 1971.
2. А.Р.Мкртчян, А.С.Абрамян, Р.Б.Костянян, К.П.Ароян, К.С.Мкртчян. Изв. НАН Армении, Физика. **40**, 209 (2005).
3. А.С.Абрамян, Р.Б.Костянян, К.П.Ароян, К.С.Мкртчян. Изв. НАН Армении, Физика (в печати).
4. Г.А.Галечян, А.Р.Мкртчян. Акустоплазма. Ереван, Апага, 2005.
5. А.С.Абрамян, К.П.Ароян, Т.Ж.Бежаниян, С.А.Геворкян, Р.Б.Костянян. Труды конф. Лазерная физика-2003, 14-17 октября 2003г, Аштарак, Армения с.73.

RELAXATION TIME OF ACOUSTICALLY DISTURBED PLASMA

K.S. MKRTCHYAN, A.S. ABRAHAMYAN

The conservation time of an acoustic structure in plasma after relieving of external acoustic influence is investigated. Dependences of the conservation time on discharge parameters are presented. It is asserted that the plasma becomes an anisotropic uniaxial medium with an acoustic superlattice under the acoustic influence.