

УДК 541.13

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЧАСТОТЫ ПИТАЮЩЕГО  
НАПРЯЖЕНИЯ НА РЕЖИМЫ РАБОТЫ АКТИВНОГО  
ЭЛЕМЕНТА МНОГОЭЛЕМЕНТНОГО ОЗОНАТОРА****МАМЕДОВ Н.А., ДАВУДОВ Б.Б., ДАШДАМИРОВ К.М., САДЫХ-ЗАДЕ Г.М.,  
ДЖАБАРОВ Дж.Н., АЛЕКБЕРОВ Ш.Ш.***Бакинский Государственный Университет*

В связи с широким применением различных озонаторов в производстве в последние годы растет интерес исследователей к изучению физико-химических процессов, происходящих в их активной зоне [1-5]. В некоторых работах указано существенное влияние на производительность озонаторов частоты приложенного напряжения [3-4]. Однако такого рода экспериментальные исследования не доведены до конца и вопрос требует дальнейшего изучения.

В этой работе рассматриваются физические процессы в разрядном промежутке активного элемента, а также влияние частоты питающего напряжения на вольтамперные характеристики многоэлементного двухбарьерного озонатора, рассмотренного в работах [7,8]. Двухбарьерные озонаторы, прежде всего, привлекают внимание тем, что их электроды покрыты качественным диэлектриком, или же разделены стеклянной трубкой с достаточно высокой диэлектрической проницаемостью и отсутствием на выходе вредных тяжелых атомов и включений материалов эрозии электродов. На рис. 1 показано сечение активного элемента опытного образца многоэлементного двухбарьерного озонатора. Внутренний высоковольтный электрод является разъемным и состоит из следующих элементов: центральный полый цилиндр из нержавеющей стали (1), через который продувается очищенный и охлажденный воздух сверху вниз, фторопластовые шайбы с резьбой (2) для уплотнения угольных зерен (3), находящихся между цилиндром (1) и стеклянной трубкой (4), играющей роль диэлектрического барьера. Между центральным электродом и вторым барьером (6) вставлены диэлектрические кольца (5) с периодической структурой для обеспечения постоянства разрядного промежутка и коаксиальности всей системы в целом. Воздух, продуваемый через полый цилиндр (1) на обратном пути проходит сквозь разрядный промежуток. Низковольтным электродом является проточная вода, вторым назначением которой является охлаждение разрядного промежутка. Для обеспечения подачи потенциала к воде и увеличения проводимости воды при низких частотах на второй барьер вдоль второго неметаллического электрода намотана металлическая спираль (7). Это особенно важно при низких частотах. Разрядный промежуток был равен 2,6 мм, а длина активной зоны составляла 800 мм. В конструкции озонатора предотвращен переход разряда к однопольному или пробую. Угольные зерна (крупинки размером 1-1,5мм) обеспечивают неоднородное распределение электрического поля вдоль центрального электрода и тем самым облегчают зажигание разряда при относительно низких напряжениях. Барьерные разряды относятся к наиболее сложным типам разрядов. Механизм возникновения подобных разрядов и их структура исследованы не полностью. Имеющиеся в литературе некоторые данные требуют проверки и уточнения. Поэтому для выяснения основных закономерностей синтеза озона требуется изучение физических процессов, протекающих в разрядных промежутках барьерных разрядов, в каждом конкретном случае.

Необходимо также определить и установить связь активной мощности, вкладываемой в разрядный промежуток с другими параметрами, например, с производительностью озонаторов. Однако это не так-то просто из-за нелинейности сопротивления разрядного промежутка барьерных разрядов. Для разработки электрической теории озонаторов и оценки их выходных параметров важное значение имеет изучение их вольтамперных характеристик (ВАХ). Зависимость ВАХ от условий экспериментов и конструктивных особенностей озонаторов была предметом ряда исследований [1-3].

В данной работе экспериментально сняты и изучены ВАХ одного активного элемента многоэлементного озонатора в интервале частот питающего напряжения 250-1000 Гц (рис. 2, а). ВАХ рассматриваемого элемента имеет очень специфический вид. Условно ее можно разделить на четыре участка.

Первый участок - несамостоятельный разряд, ток еще незначительный, и он существует благодаря имеющимся в объеме активной зоне зарядам. Небольшие наклоны характеристик этого участка при малых частотах обусловлены довольно большим сопротивлением разрядного промежутка, а при высоких частотах эти наклоны несколько возрастают за счет прибавления к омическому току еще и токов смещения, возникающих в конденсаторе, состоящем из емкостей двух барьеров и емкости разрядного промежутка. С ростом напряжения на внутренних стенках диэлектрических электродов накапливаются заряды и формируются условия для возникновения пробоя.

Второй участок характеристики соответствует зажиганию барьерного разряда. Разрядный ток линейно возрастает с увеличением напряжения. В промежутке возникают многочисленные микроразряды. Их количество существенно зависит от приложенного напряжения, но не зависит от частоты. Каналы микроразрядов неустойчивы и распределены вдоль диэлектрических электродов случайно и неравномерно. Можно считать, что разряд в этой области еще не полностью установился. Определенные значения напряжения горения разряда в этой части ВАХ изменяются от 3,5 до 4,5 кВ, а зажигания от 4,3 до 5 кВ в интервале частот 250-1000 Гц. Следует отметить, что эти величины существенно зависят от конструкции активного элемента, от рода и давления газа в разрядном промежутке [1-3]. Активная мощность в этом режиме разряда, оцененная по формуле

$$P=[J_{\text{ср.}}-J_{\text{ср.з}}]U_{\Gamma}$$

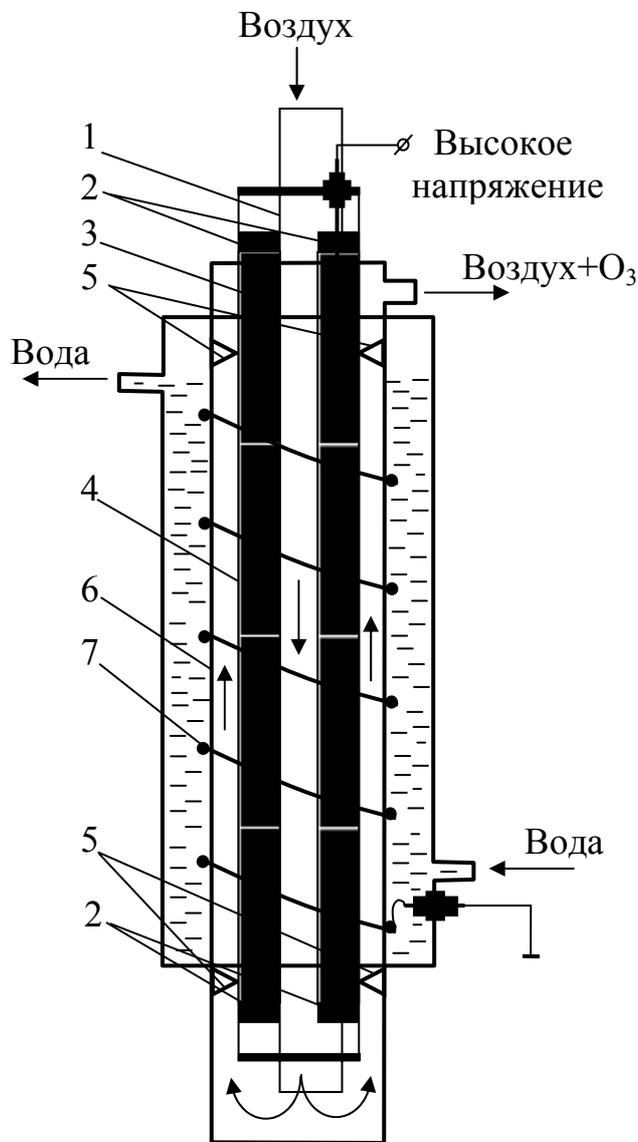


Рис.1. Сечение активного элемента многоэлементного озонатора.

(где  $J_{\text{ср}}$  -средний ток,  $J_{\text{ср,з}}$  -ток зажигания,  $U_{\Gamma}$  -напряжения горения разряда) изменяется от 30 до 35 Вт и слабо зависит от частоты.

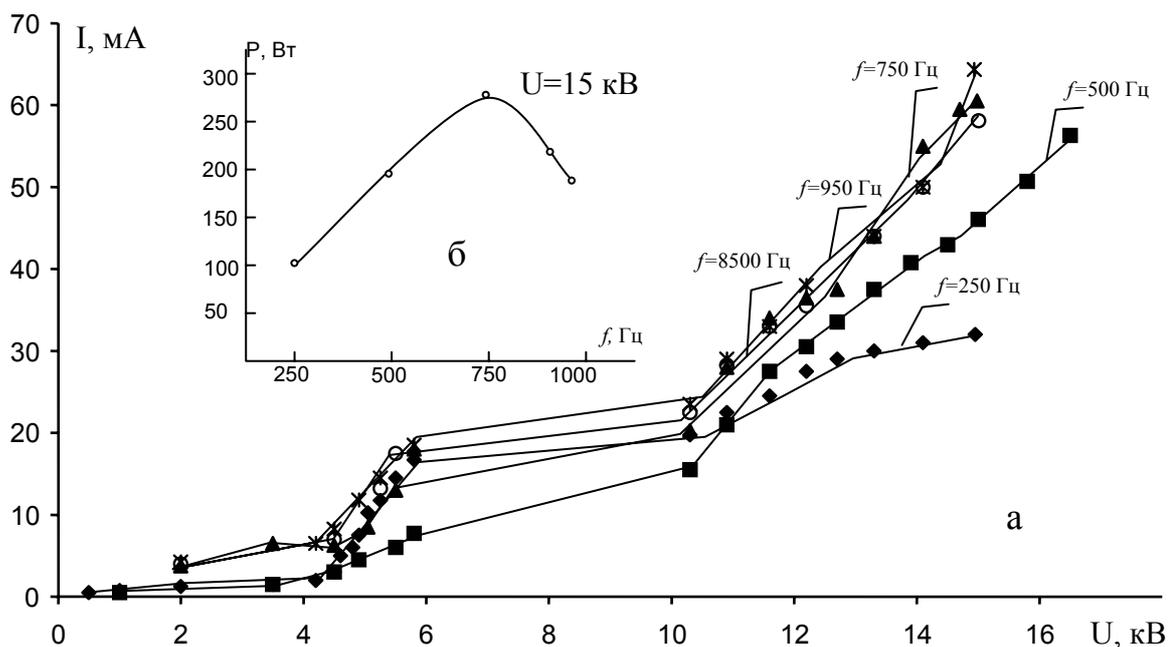


Рис.2. а) Вольтамперная характеристика активного элемента озонатора.

б) зависимость мощности от частоты питающего напряжения.

В интервале напряжений 5,8-10 кВ (третий участок ВАХ) ток разряда почти не изменяется в зависимости от приложенного напряжения, также не изменяется количество микроударов в этой области. Каналы еще больше привязываются к поверхностям диэлектрических электродов. Эту область разряда можно называть переходной областью.

При достижении на электродах определенного значения напряжения, разряд почти скачком переходит в новую форму (четвертый участок ВАХ). Начиная с значения 10 кВ приложенного напряжения разрядный ток вновь возрастает почти линейно и достигает максимального значения 68 мА. Наклоны этих прямых уже существенно зависят от частоты напряжения; при низких частотах (~250 Гц) наблюдаются слабые наклоны, а с увеличением частоты зависимости тока от частоты становятся более значительными. Следует отметить, что здесь существенную роль играют токи смещения, определяемые общей емкостью активного элемента и поэтому, естественно, с увеличением частоты также увеличиваются вкладываемые в разряд мощности (рис.2, б). Однако мощность разряда, достигая своего максимального значения 264,6 Вт при частоте 750 Гц, затем стремительно падает. Вероятно, это и есть предельная резонансная частота при которой в разряд вкладывается максимальная мощность. Действительно, при этом значении мощности один активный элемент озонатора имел самую наибольшую производительность, равную приблизительно 3 г/час.

При повышении частоты до значений, превышающих 1000 Гц, разряд в промежутке прекращается полностью.

2. *Флиппов Ю.В., Вобликова В.А., Пантелева В.И.* Электросинтез озона М., Изд-во МГУ 1987г.
3. *Самойлович В.Г., Гибалов В.И., Козлов К.В.* Физическая химия барьерного разряда М., 1989г.
4. *Емельянов Ю.М., Филиппов Ю.В.* Журн. Физ. Хим. Т. 33, вып.5, стр. 1042, 1959г.
5. *Давудов Б.Б., Дашдамиров К.М.* Вестник БГУ. Сер. Физ.-мат наук, №2, 2002
6. *Джусварлы Ч.М., Горин Ю.В., Мехтизаде Р.Н.* Коронный разряд в электроотрицательных газах Баку, Изд.-во Элм 1988г.
7. *Давудов И.Б., Мамедов Н.А., Султанлы Б.Ю., Давудов Б.Б.* Матр. Перв. Респ. науч. конф. БГУ, стр.233, 1998г.
8. *Мамедов Н.А., Давудов Б.Б., Мехдиев А.Ш., Низамов Т.И., Давудов И.Б.* Патент 20000060, Баку, 2000г.

## **ÇOX ELEMENTLİ OZONATORUN AKTİV ELEMENTİNİN İŞ REJİMİNƏ QİDALANDIRICI GƏRGİNLİYİN TƏSİRİNİN TƏDQIQI**

**MƏMMƏDOV N.Ə., DAVUDOV B.B., DAŞDƏMİROV K.M.,  
SADIQ-ZADƏ G.M., CABAROV C.N., ƏLƏKBƏROV Ş.Ş.**

İşdə çox elementli iki baryerli ozonatorun aktiv elementinin boşalma aralığında baş verən fiziki proseslər və qıdalandırıcı gərginliyin tezliyinin volt-ampere xarakteristikasına təsiri tədqiq edilmişdir. Göstərilmişdir ki, gərginliyin müəyyən qiymətində boşalma demək olar ki, sıçrayışla yeni bir formaya keçir və bu halda ozonatorun çıxış parametrləri gərginliyin tezliyindən əhəmiyyətli dərəcədə asılı olur.

## **STUDYING INFLUENCE FREQUENCY OF MAIN VOLTAGE TO MODE OF OPERATION OF ACTIVE ELEMENTS OF MULTIPLE-UNIT OZONE GENERATORS**

**MAMEDOV N.A., DAVUDOV B.B., DASHDAMIROV K.M.,  
SDIKH-ZADE G.M., JABADOV J.N., ALEKBEROV Sh.Sh.**

In the paper considering physical process in discharge gap of active elements of multiple-unit double barrier ozone generators, also influence frequency of main voltage to volt-ampere characteristics. It's shown, that achieving some mean of voltage on the electrode discharge almost sudden change to new form and in this case existing parameters of ozone generators essential depend from frequency of voltage.