О ВЛИЯНИИ РАСПЫЛЕНИЯ КАТОДА НА ВРЕМЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГАЗОВОГО РАЗРЯДА

Васильев М.М.1, Майоров С.А.1,2, Петров О.Ф.1

1Объединенный Институт высоких температур РАН, Москва, Россия,  
2Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН, Москва, Россия,  
 [mayorov\_sa@mail.ru](mailto:mayorov_sa@mail.ru)

В катодном слое разряда постоянного тока при пониженном давлении газа ионы приобретают энергию порядка 200 - 300 эВ и поэтому, при попадании на металлический катод, с большой вероятностью выбивают их него атом, т.е. происходит распыление катода, называемое в микроэлектронике плазменным травлением. Для оценки и анализа влияния этого эффекта на временные характеристики газового разряда примем следующую модель:

1. в газоразрядную трубку из резервуара с высоким давлением через редуктор поступает чистый газ с заданным расходом  - число атомов в единицу времени;
2. через выходной клапан в пустой резервуар выпускается смесь (рабочий газ и атомы распыленного катода) с такой скоростью  , чтобы поддерживать заданное давление  , которое слагается из давления атомов рабочего газа и распыленных атомов катода;
3. источник постоянного тока поддерживает в цепи заданный ток ;
4. атомы рабочего газа и металла после ионизации превращаются в ионы и часть из них бомбардирует катод:  ;
5. ионы рабочего газа, сталкиваясь с поверхностью катода, выбивают из него атом металла с вероятностью  , а сами перезаряжаются и отражаются обратно в объем трубки, т.е. при распылении катода ионами газа (обычно благородного) не происходит изменения числа атомов рабочего газа в системе;
6. ионы металла, сталкиваясь с поверхностью катода, выбивают из него атом металла с вероятностью , а сами остаются в катоде, легируя его, т.е. при распылении катода ионами металла общее число атомов в трубке может увеличиваться или уменьшаться;

В рамках перечисленных предположений, выписаны уравнения баланса для концентраций атомов рабочего газа и паров металла и проанализированы для двух экспериментально реализованных случаев [1, 2].

В первом – газоразрядная трубка запаяна: , газ – аргон, полый катод – нержавеющая сталь или медь [1]. На начальном этапе давление газа растет линейно, т.к. доминирует процесс распыления катода ионами аргона. По мере увеличения концентрации паров металла происходит увеличение доли их ионов и в стационарном режиме легирование катода ионами металла компенсирует поступление в объем атомов металла из-за распыления катода.

Во втором случае рассмотрено влияние скорости прокачки газа на характеристики разряда с полым катодом из нержавеющей стали при заданном давлении газа (неона или аргона) [2]. Увеличение скорости прокачки газа приводит к уменьшению концентрации атомов металла в трубке и подавлению влияния распыления катода на характеристики разряда.

Литература.

1. Dosbolaev M.K., Abdirakhmanov A.R., Ramazanov T.S., Maiorov S.A. //Abstract 33 ICPIG, July 9-14 2017, Estoril/Lisbon, Portugal, p.213.
2. Васильев М.М., Майоров С.А., Петров О.Ф. //Кр. Сообщ. по физ. ФИАН, в печати.