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

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.