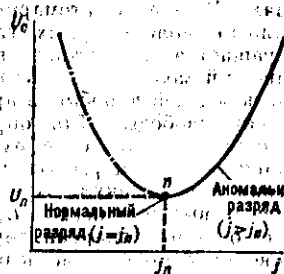


ранства заряд, а электрич. поле уменьшается примерно по линейному закону от поверхности катода до границ с отрицат. свечением. В области отриц. свечения образуется квазинейтральная плазма, а электрич. поле близко к нулю; в дальнейшем оно снова увеличивается и выходит на пост. значение в положитель. столбе. В нормальном тлеющем разряде катодное падение напряжения составляет сотни В. Ток в тёмном катодном пространстве и в более близких к катоду областях переносится в осн. ионами, движущимися к катоду. Им сопутствует поток быстрых атомов, образующихся в результате перезарядки ионов на атомах газа. Ионы и быстрые атомы выбивают с поверхности катода электроны, необходимые для поддержания разряда, и являются причиной катодного распыления. Теоретич. вид вольт-амперной характеристики прикатодного слоя в тлеющем разряде приведён на рис. 6, где j_n и U_n — т. н. нормальные

Рис. 6. Расчётная вольт-амперная характеристика катодного слоя тлеющего разряда; штриховая кривая — неосуществляющаяся ветвь; п — точка, соответствующая нормальному тлеющему разряду.



плотность тока и падение напряжения. Правая ветвь кривой $U_c(j)$ описывает аномальный тлеющий разряд; левая ветвь реализуется и не реализуется, реально ей соответствует нормальный тлеющий разряд $U_c = U_n$ и $j = j_n$.

Признаком явления в тлеющем разряде изучены значительно меньше, чем прикатодные. В разряде случается тлеющий разряд в прикатодной области также контролирован. Величина и знак падения напряжения в прикатодной области зависят от тока разряда: обычно при малых токах анодное падение напряжения ускоряет электроны в сторону катода, а при больших токах — тормозит. При ускоряющем анодном падении прикатодная область состоит из анодного тёмного пространства, прилегающего к положитель. столбу, и анодного свечения, прилегающего к аноду.

Приэлектродные явления в движущейся плазме связаны с пограничными слоями, образующимися при обтекании плазмой электрода. Наиб. интерес представляет обтекание плазмой отрицат. электрода. В этом случае у обтекаемой поверхности образуется «электрич.» пограничный слой, в пределах к-рого происходит уменьшение концентрации плазмы вследствие отвода ионов на электрод. Структура пограничного слоя в слабоионизов. плазме определяется соотношением между 4 характерными линейными масштабами: толщиной дегазированной оболочки L_0 , поперечными размерами газодинамич. слоя $\delta_g = L/\sqrt{R_g}$, электрич. слоя $\delta_e = L/\sqrt{R_e}$ и ионизат.-рекомбинац. слоя L_i [здесь L — длина обтекаемой пластины, $R_g = V_\infty L/\nu$ и $R_e = V_\infty L/D_i(1 + T_e/T)$ — соответственно газодинамич. и электрич. Рейнольдса число, V_∞ — газодинамич. скорость невозмущённого потока, ν — кинематич. вязкость газа, D_i — коэф. диффузии ионов]. Рис. 7 иллюстрирует образование пограничных слоёв при обтекании плоского электрода достаточно плотной плазмой, для к-рой длина свободного пробега \ll размеров электрода и толщина пограничных слоёв, так что $L_0 \ll L_i \ll \delta_g$, δ_e . При $L_i \gg \delta_g$, δ_e генерация ионов в пределах пограничного слоя несущественна, у электрода образуется электрич. пограничный слой, подобный газодинамическому. Ионы поставляются в этот слой вместе с потоком ионизов. газа, т. е. конвективным

путём, и отводятся на электрод под действием электрич. поля и за счёт диффузии (рис. 7, а). При $L_i \ll \delta_g$, δ_e в области плазмы, прилегающей к электроду, образуется практически однородный по длине пластины ионизат.-рекомбинац. пограничный слой (рис. 7, б). В этом случае генерация ионов в приэлектродном слое и отвод ионов на электрод происходят так же, как и в покоящейся плазме. Полный ионный ток, отводимый из плазмы

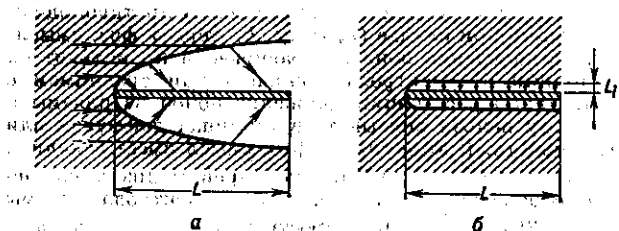


Рис. 7. Плазма в пограничных слоях при различных соотношениях длины L_i и толщины δ_e электрического пограничного слоя: а — $L_i \gg \delta_e$; б — $L_i \ll \delta_e$. Стрелками обозначены линии тока ионов из невозмущённой плазмы на электрод.

на отрицательно заряженный электрод длиной L единичной толщины, может быть представлен в виде $I_i = en_\infty V_\infty \delta_e F(\mu, \lambda)$, где $F(\mu, \lambda)$ — ф-ция, зависящая от безразмерных параметров $\mu = \delta_e/L_i$ и $\lambda = R_e/R_g$. При $\mu \ll 1$ ф-ция $F(\mu, \lambda) \sim 1$ и $I_i \sim en_\infty V_\infty \delta_e$, т. е. ионный ток определяется кол-вом ионов, поставляемых потоком газа в электр., пограничный слой (рис. 7, а). При $\mu \gg 1$ ф-ция $F(\mu, \lambda) \approx \mu$ и $I_i \approx en_\infty V_\infty L(1 + T_e/T)L/L_i$, т. е. такой же, как и в покоящейся плазме (рис. 7, б). Электронный ток из плазмы на электрод выражается через концентрацию плазмы на границе с лэнгмювским слоем, электронную темп-ру T_e и задерживающий потенциальный барьер U_0 так же, как и в покоящейся плазме.

Лит.: Грановский В. Л., Электрический ток в газе, М., 1974; Термоэмиссионные преобразователи и низкотемпературная плазма, под ред. В. И. Мойжеса, Г. Е. Пикуса, М., 1973; Любимов Г. А., Раховский В. И., Катодное пятно вакуумной дуги, «УФН», 1978, т. 125, с. 665; Бакшт Ф. Т., Юрьев В. Г., Приэлектродные явления в низкотемпературной плазме, «ЖТФ», 1979, т. 49, в. 5, с. 905; Дюжев Г. А. и др., Анодные процессы в сильноточном дуговом разряде, «Химия плазмы», 1983, в. 10, с. 169; Стаханов И. П., Черковец В. Е., Физика термоэмиссионного преобразователя, М., 1985; Райзер Ю. П., Физика газового разряда, М., 1987; Рожанский В. А., Цендик Л. Д., Стольникова И. П., Перенос в частично ионизованной плазме, М., 1988.

ПРОБОЙ ГАЗА — нестационарный процесс интенсивной ионизации газа под действием внеш. пост. или перем. электрич. поля при достижении им нек-рой критич. (пороговой) величины. В этом случае «затравочный» свободный электрон под действием поля набирает энергию, достаточную для ионизации атома, и, вовлекая далее в процесс ионизации газа всё новые и новые поколения электронов, порождает лавину электронную. Наряду с процессами рождения электронов существуют и процессы их исчезновения: прилипание к атомам и молекулам в ад.-отрицат. газах, потери на электродах и диффузии.

П. г. происходит, если скорость рождения электронов превосходит скорость их исчезновения. В случае равенства указанных скоростей существует стационарный разряд.

Разнообразные ситуации, к-рые могут разыгрываться при П. г., определяется не только родом и плотностью газа, но и геометрией электродов и разрядной камеры, частотой перем. эл.-магн. поля. Простейший вариант относится к пробоем между плоскими электродами в пост. электрич. поле (см. Пашена закон). Изучение именно этого вида П. г. позволило Дж. С. Таунсенду (J. S. Townsend) открыть в 1900 электронную лавину и предложить лавинную теорию П. г.

При рассмотрении П. г. в перем. эл.-магн. поле с частотой ω вводят новый параметр, равный отношению