

Math-Net.Ru

Общероссийский математический портал

А. А. Бакеев, Р. Е. Ровинский, К вопросу об электропроводности ксеноновой плазмы, *ТВТ*, 1970, том 8, выпуск 1, 207–209

Использование Общероссийского математического портала Math-Net.Ru подразумевает, что вы прочитали и согласны с пользовательским соглашением

<http://www.mathnet.ru/rus/agreement>

Параметры загрузки:

IP: 44.220.255.141

8 ноября 2024 г., 23:36:37



К ВОПРОСУ ОБ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ КСЕНОНОВОЙ ПЛАЗМЫ

А. А. Баксев, Р. Е. Ровинский

В работах [1, 2] установлено существование однозначной зависимости средней электропроводности плазмы σ от плотности разрядного тока j в импульсном ксеноновом разряде высокого давления. Характер полученных в этих работах эмпирических зависимостей различен. В [3] обнаружена зависимость σ не только от j , но и от диаметра разрядной трубки d , что противоречит результатам двух предшествующих работ. Ввиду такого различия в данных представляется полезным, с одной стороны, провести дополнительные измерения электропроводности ксеноновой плазмы в зависимости от плотности разрядного тока, а с другой, — экспериментально изучить связь электропроводности с температурой разряда, являющейся в случае термически равновесной плазмы одной из главных характеристик ее состояния.

В данной работе электропроводность плазмы определялась известным методом по результатам осциллографирования временных зависимостей силы разрядного тока и падения напряжения на лампе. Для измерения тока использовался малоиндуктивный калиброванный шунт, для измерения напряжения — компенсированный емкостной делитель. Электропроводность определялась после прохождения максимума тока. Предполагалось, что величина электропроводности плазмы постоянна по сечению разрядной трубки. Температура разряда находилась двумя методами: по формуле Саха на основании интерферометрических измерений концентраций заряженных и нейтральных частиц [4] и по абсолютным измерениям излучения и поглощения плазмы [5].

На рис. 1, а приведены результаты определения электропроводности как функции плотности тока для двух диаметров разрядной трубки при одинаковом начальном давлении наполняющего газа. Согласно [3], значение электропроводности для трубки диаметром 16 мм при прочих равных условиях должно быть примерно в 1,75 раза выше, чем для диаметра 7 мм. В действительности такого роста электропроводности не наблюдается. Зависимость σ от d , если она существует, выражена слабо и не выходит за пределы точности эксперимента ($\pm 10\%$). На рис. 1, б приведены результаты определения σ как функции j при различных начальных давлениях газа, но при одинаковом диаметре разрядной трубки. При давлении 100 мм рт. ст. электропроводность несколько выше, чем при давлениях 400 и 600 мм рт. ст., для которых в пределах точности измерений она одинакова.

Полученные здесь результаты качественно и количественно согла-

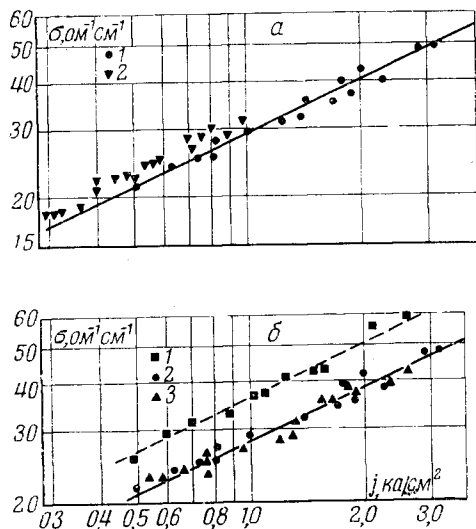


Рис. 1. Зависимость средней электропроводности разряда в ксеноне от средней плотности тока. Контур питания: $C = 600$ мкф, $L = 100$ мкГн

а) $p = 400$ мм рт. ст., 1 — $d = 7$ мм, 2 — 16; б) $d = 7$ мм, 1 — $p = 100$ мм рт. ст., 2 — 400, 3 — 600; сплошная линия — зависимость (1)

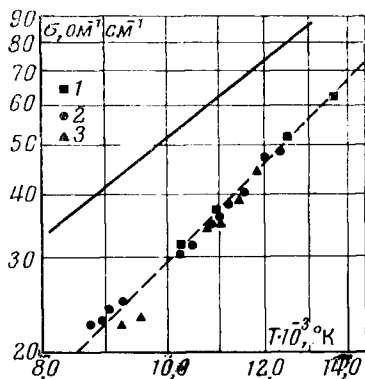


Рис. 2. Зависимость средней электропроводности разряда в ксеноне от температуры плазмы:

$d = 7$ мм, 1 — $p = 100$ мм рт. ст., 2 — 400, 3 — 600; сплошная линия — расчет по [8]

суются с данными [2]. Как видно из рис. 1, при давлениях $p \geq 400$ мм рт. ст. зависимость электропроводности от плотности тока вполне удовлетворительно описывается эмпирической формулой [2]

$$\sigma = 0,885j^{1/2}, \quad (1)$$

где σ имеет размерность $\text{ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$, $j - \text{а/см}^2$. При давлении 100 мм рт. ст. значения электропроводности выше, но при этом сохраняется характер зависимости σ от j . Следует отметить, что выполненные в [6] измерения σ в более широком диапазоне изменений плотностей токов и конструктивных параметров разрядных трубок подтверждают справедливость эмпирической зависимости (1).

На рис. 2 показана экспериментальная зависимость электропроводности ксеноновой плазмы от температуры разряда. В [7] экспериментально показано, что в ксеноновом разряде высокого давления даже при малых степенях ионизации (доли процента), но при относительно высоких абсолютных значениях концентраций заряженных частиц ($\geq 10^{16} \text{ см}^{-3}$) основную роль играют соударения электронов с ионами. Это тем более справедливо в случае исследуемого импульсного ксенонового разряда высокого давления, в котором степень ионизации достигает 10% и больше. Поэтому с точки зрения электрических свойств такую плазму можно считать полностью ионизованной. Но полученное Спитцером [8] выражение для электропроводности полностью ионизованного газа в данном случае неприменимо, так как положенные в основу теории предпосылки (лоренцов газ с учетом электрон-электронных взаимодействий) не выполняются. Из рис. 2 видно, что использование формулы Спитцера для оценки температуры по измеренной электропроводности ксеноновой плазмы приведет к существенным ошибкам.

Москва

Поступило в редакцию
23 V 1969

ЛИТЕРАТУРА

1. И. С. Маршак. Импульсные источники света. Госэнергоиздат, 1963.
 2. J. H. Gopez. *J. Appl. Phys.*, **36**, 742, 1965.
 3. С. И. Андреев, В. Е. Гаврилов. *Ж. техн. физ.*, **38**, № 10, 1697, 1968.
 4. А. А. Бакеев, Т. П. Какабьян, Р. Е. Ровинский, Н. В. Чебуркин. *Радиотехника и электроника*, **14**, № 11, 1969.
 5. А. А. Бакеев, Р. Е. Ровинский, И. П. Широкова. *Теплофизика высоких температур*, **7**, № 6, 1969.
 6. И. В. Демский, В. Е. Мнускин, Б. В. Скворцов, В. Б. Федоров. *Ж. техн. физ.*, **28**, 1092, 1968.
 7. Р. Е. Ровинский. *Ж. техн. физ.*, **33**, № 4, 489, 1963.
 8. Л. Спитцер. *Физика полностью ионизованного газа*. «Мир», 1965.
-