

А. А. ЗАЙЦЕВ и Е. И. ЯНКОВСКАЯ

**ЗАВИСИМОСТЬ ТЕМПЕРАТУРЫ ЭЛЕКТРОНОВ И ПРОДОЛЬНОГО
ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ В ПОЛОЖИТЕЛЬНОМ СТОЛБЕ ОТ ПЛОТНОСТИ ТОКА**

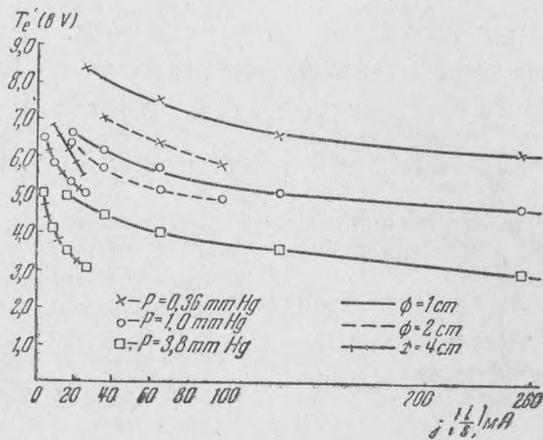
(Представлено академиком С. И. Вавиловым 30 IX 1940)

Имеющиеся в литературе работы о зависимости температуры электронов (в дальнейшем сокращенно т. э.) и градиента потенциала (в дальнейшем г. п.) в положительном столбе от плотности разрядного тока немногочисленны. Кроме того некоторые из них относятся к измерениям отдельно зависимости градиента от силы тока и совершенно не затрагивают вопроса о т. э. Данные же, касающиеся т. э., нередко противоречивы (¹, ²). Имеющийся экспериментальный материал совершенно недостаточен для объяснения наблюдающихся здесь эффектов. Для теории представляют наибольший интерес измерения в тех газах, у которых атомные константы более или менее известны. Важно также, чтобы измерения г. п. и т. э. производились параллельно в одних и тех же трубках и при одних и тех же наполнениях, чтобы иметь возможность уверенно сопоставлять их величины, не рискуя впасть в ошибку из-за различия в условиях опыта.

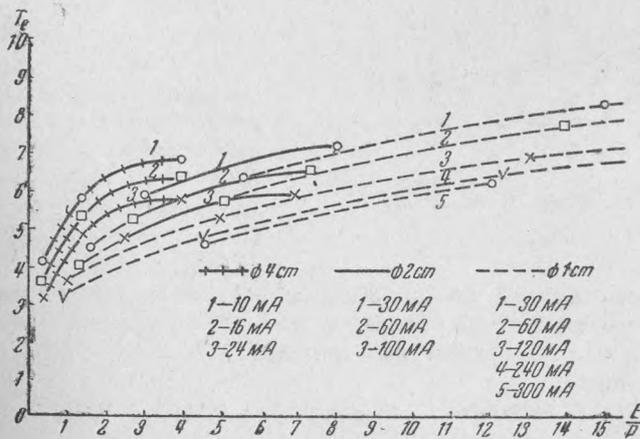
Описываемые ниже измерения производились в положительном столбе при разряде в неоне. Разряд происходил в трех трубках одинаковой длины—100 см, но различных диаметров: 4 см, 2 см и 1 см. Катодом служила накаливаемая током спираль из вольфрамовой проволоки, диаметром в 0,15 мм. На вводах катода каждой трубки монтировались три спирали, которые могли накаливаться и действовать таким образом в качестве катода порознь и вместе. При включении всех трех спиралей легко удавалось получить разрядный ток в 400 мА при достаточном для измерений сроке службы катода. Для измерения т. э. и г. п. служили платиновые цилиндрические зонды, располагаемые на оси трубки. Расстояние между зондами было 10—20 см. Температура электронов находилась, как обычно, из наклона полулогарифмической характеристики зонда, а градиент потенциала измерялся компенсационным методом (³). Стекло трубки и все металлические части в трубке тщательно обезгаживались обычными способами. Перед опытами в трубке в течение 3—4 часов непрерывно поддерживался разряд при силе тока, намного превышающей ее значения при проведении измерений. Достигнутая чистота газа, электродов и стенок трубки была такова, что имела место вполне удовлетворительная повторяемость измерений.

Кривые зависимости т. э. от плотности тока показаны на фиг. 1. Как упомянуто выше, т. э. определялась из наклона полулогарифмической

характеристики зондов. Эти последние за весьма редким исключением были прямыми линиями. Отступление характеристики от прямой линии часто наблюдалось лишь в нижней ее части, где значения ионного тока на зонд, определяемые экстраполяцией ионной части вольт-амперной кривой, сравнимы с величиной электронного тока. Причиной такого отступления



Фиг. 1.



Фиг. 2.

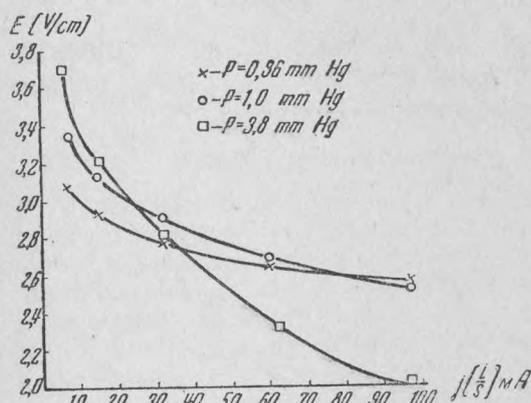
являются, повидимому, процессы, происходящие на поверхности зонда и в пространстве вокруг него, которые становятся особенно заметными в области отрицательных потенциалов зонда по отношению к разряду (4). Отчасти в этом, может быть, сказывается также и не вполне точное определение ионной компоненты тока на зонд. По этим причинам при вычислении т. э. нижняя часть полулогарифмической характеристики не принималась во внимание. Следует отметить, что при измерениях в чистых условиях всегда наблюдалось только уменьшение т. э. с ростом плотности тока и никогда не наблюдались обратные явления.

На фиг. 2 представлены кривые, показывающие зависимость т. э. от $\frac{E}{P}$ в трех различных трубках. Здесь параметрами являются плотности тока. Легко видеть, что с ростом плотности тока кривые смещаются вниз. Это показывает, что т. э., соответствующая одному и тому же значению $\frac{E}{P}$, с ростом плотности тока уменьшается. Обращает внимание также опре-

деленная зависимость формы кривых от диаметра разрядной трубки. С ростом $\frac{E}{P}$ т. э. стремится к некоторому предельному значению, и вид кривых позволяет заключить, что при одинаковой плотности тока предельное значение, повидимому, достигается раньше в широких трубках и позже в узких.

В работе Зеелигера и Хирхерта⁽¹⁾ также приводится кривая зависимости т. э. от $\frac{E}{P}$, но в ней нет указания на зависимость формы кривой от плотности разрядного тока и от диаметра трубки, хотя измерения производились в трубках различных диаметров. Однако, как видно из фиг. 2, эта зависимость выражена столь резко, что нельзя ее оставлять без внимания.

Зависимость г. п. от плотности тока в трубке диаметром в 2 см показана на фиг. 3. Кривые вполне аналогичны кривым на фиг. 1. Этот факт подчеркивает общность причин, обуславливающих уменьшение т. э. и г. п. с ростом плотности тока.



Фиг. 3.

Результаты измерений г. п. в разряде в неоне при различных давлениях были опубликованы недавно Клярфельдом⁽⁵⁾.

Данные опытов Клярфельда почти точно совпадают с результатами наших измерений для соответствующих давлений газа и плотностей тока. Это согласие результатов важно отметить потому, что вакуумная установка, на которой работал Клярфельд, не содержала совершенно паров ртути, так как конденсацион-

ные насосы работали на специальном масле, имеющем малую упругость паров при комнатной температуре. У нас же вакуумная установка работала на ртути и пары ртути вымораживались ловушкой, погруженной в жидкий воздух.

Таким образом освобождение от паров ртути в наших опытах было совершенным.

Аналогия между кривыми на фиг. 1 и 3 находит свое выражение в том, что как зависимость т. э., так и зависимость г. п. от плотности тока описываются при тех силах тока, с которыми приходилось работать, одинаковой формулой вида

$$E = \frac{A}{j^n} \quad \text{и} \quad V_0 = \frac{B}{j^k}.$$

Здесь A и n ; B и k —константы, имеющие различные значения в зависимости от давления и диаметра разрядной трубки.

Правило $E \cdot d = \text{const}$, вообще говоря, не имеет места, на что впрочем указывалось и раньше⁽⁶⁾. В таблице сопоставлены значения n для нескольких давлений и при трех различных диаметрах трубки d .

Только при давлениях в 0,36 и 1 мм Hg n мало меняется, как

d	n	n	n
1	0,06	0,09	0,085
2	0,04	0,083	0,10
4	—	0,05	0,07
	$P =$ =0,18 мм Hg	$P =$ =0,36 мм Hg	$P =$ = 1 мм Hg

видно из таблицы, при переходе от трубки диаметром в 2 см к трубке диаметром в 1 см. В этом случае постоянные A для широкой и узкой трубки относятся между собою, как 1 : 2. Следовательно, для такого узкого интервала давлений и диаметра трубки правило $E \cdot d = \text{const}$ выполняется более или менее точно.

Как уже показано раньше (⁵), г. п. в неоне в зависимости от давления проходит через минимум. Как показывают наши измерения, этот минимум г. п. в трубке диаметром в 1 см наступает при несколько большем давлении, чем в трубке диаметром в 2 см. Константа n , характеризующая степень зависимости г. п. от плотности тока, имеет максимум в зависимости от давления. Причем этот максимум в трубке диаметром в 1 см наступает также при большем давлении (примерно при 3,8 мм Hg), чем в трубке диаметром в 2 см (примерно $P=2,5$ мм Hg).

Указывалось на три возможные причины, вызывающие уменьшение г. п. в положительном столбе с ростом плотности тока (⁶). Для выяснения действительности этих причин необходимо провести еще ряд опытов.

Государственный педагогический институт
им. К. Либкнехта
Москва

Поступило
2 X 1940

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ R. Hirschert u. R. Seeliger, Ann. d. Phys., 11, 817 (1931). ² M. Druyvesteyn, ZS. f. Phys., 81 (1933). ³ W. Elenbas, ZS. f. Phys., 78, 603 (1932).
⁴ Э. Рейхрудель и Г. Спивак, ЖТФ, 3, 983 (1933). ⁵ Б. Клярфельд, ЖТФ, 8, 410 (1938). ⁶ A. Lampe u. R. Seeliger, Ann. d. Phys., 15, 273 (1932). ⁷ M. Druyvesteyn, Physik. ZS., 33, 856 (1932).