**Л.Н.Линник, М.Е.Синькевич, А.А.Собко**

**О явлении понижения температуры плавления и распада металла в результате термоэлектронной эмиссии**

Явление термоэлектронной эмиссии — это испускание электронов нагретой поверхностью металла. Очень важно, что способ, каким нагрет металл, не существенен. Впервые явление увеличения проводимости воздуха в окрестностях нагретого металла наблюдалось ещё в середине XVIII. В дальнейшем исследования проводились в основном при нагревании металла проходящим по нему током. При этом концентрация электронов в металле не менялась, несмотря на эмиссию электронов из металла. Исследования термоэлектронной эмиссии при прохождении электрического тока через образец привели к созданию целой серии электровакуумных (диод, триод) и газонаполненных электронных приборов. Экспериментально была установлена зависимость величины тока, текущего от эмитирующего образца к положительно заряженному аноду. Результаты измерений приведены на графике 1. С ростом температуры эмиттера растет ток насыщения.

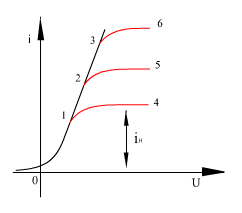


Рис.1. График зависимости тока от приложенного напряжения.

Теоретические исследования процесса термоэлектронной эмиссии проведены в рамках классической модели в 1902 году О.Ричардсоном. Он получил выражение для плотности тока

,

где - постоянная, для различных металлов, - температура, - работа выхода. В 1927 году С. Дешман в квантовой модели получил формулу Ричардсона и при некоторых предположения вычислил постоянную

.

Как отмечалось выше, реальное значение постоянной , отличается от приведенного значения и различно для различных металлов. Значения  для различных металлов приведены в таблице I.

Таблица I.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Металл | ϕ,В | A, А\() |
| Cs  Ва  Th  Та  Мо  W  С  Fe  Ni  Pt  Hg | 1,89  2,29  3,41  4,12  4,27  4,54  4,39  4,36  4,84  5,29  4,52 | 1620000  600000  700000  600000  550000  750000  300000  260000  -  320000 |

Литература, описывающая термоэлектронную эмиссию весьма обширна, например [1-5]. Все приведенные выше результаты взяты из этих работ. Но во всех учебниках и монографиях рассматривается классическая термоэлектронная эмиссия, которая возникает при нагревании эмиттера электрическим током и концентрация электронов в металле, несмотря на эмиссию не меняется. Ниже рассматривается не классическая модель термоэлектронной эмиссии, при которой концентрация электронов в металле уменьшается.

Термоэлектронная эмиссия происходит, как правило, при нагревании проводника текущим по нему током. При наличии положительно заряженного анода через установку потечет ток. Но так как через нагреваемый проводник течет ток, то концентрация электронов в нагреваемом проводнике не меняется. Остаточный положительный заряд на проводнике связан с термоэлектронной эмиссией при охлаждении проводника после отключения тока. Возможен и другой и другой вариант термоэлектронной эмиссии. Принципиальная схема установки представлена ниже.

1 2

5

3 6

4

Рис. 2. Принципиальная схема эксперимента. 1-мощный лазер, 2-положительно заряженный анод, 3-металл, который нагревается лазером, 4-диэлектрическая подложка, 5-вакуумная камера, 6-датчик измерения температуры металла.

Как видно из приведенной выше схемы эксперимента процесс термоэлектронной эмиссии вызывается нагревом образца металла лазером с последующим «отсасыванием» эмитируемых металлом электронов анодом, находящимся под высоким положительным напряжением. В отличие от классической термоэлектронной эмиссии, при которой плотность электронов в металле, как отмечалось выше, остается постоянной, в предложенном эксперименте происходит уменьшение концентрации электронов в металле. Концентрация электронного газа (жидкости) в металле ответственна за устойчивость металла, поэтому уменьшение концентрации электронов приводит к двум эффектам:

1. Понижение температуры плавления металла с уменьшением концентрации электронов в образце.

2. Распад металла на отдельные ионы (атомы) при достижении некоторого критического значения плотности электронов в металле.

Оценку времени эмиссии электронов из металла целесообразно сделать в общем виде, удобней и наглядней сделать это для конкретного образца металла.

Рассмотрим образец вольфрама радиусом R=1 см. и толщиной d=1 мм., его объём равен:

 масса образца . Грамм-молекула вольфрам 183.9 следовательно рассматриваемый образец содержит , а следовательно содержит  ионов вольфрама и следовательно  электронов проводимости , z-количество электронов проводимости на один ион. Начальная концентрация электронов проводимости в вольфраме соответственно равна

Для оценки времени полной эмиссии электронов проводимости из эмиттера воспользуемся формулой Ричардсона-Дешмана для плотности тока насыщения:

 соответственно ток насыщения равен . Ток насыщения

равен , где -число электронов проводимости в эмиттере, t-время полной эмиссии электронов проводимости из образца (эмиттера). Параметры

  для вольфрама взяты из талицы I. Температуру эмиттера

положим равной 3000 K. Тогда:



Как видно из приведенных выше расчетов анодный ток достаточно большой, поэтому в установке необходимо предусмотреть охлаждение анода или уменьшить площадь образца (эмиттера).

По мере эмиссии электронов эмиттер приобретает положительный потенциал. Поэтому в экспериментальной установке должно быть устройство, которое автоматически повышает потенциал анода, так чтобы разность потенциалов оставалась постоянной, обеспечивающую постоянство тока насыщения. Как видно из приведенной выше оценки времени истечения всех свободных электронов из образца не велико.

1. Определение температуры плавления образца (эмиттера). Для этого в эксперименте необходимо фиксировать температуру образца ниже температуры плавления и измерять ток и время прохождения тока до момента плавления образца. Эти измерения позволят определить зависимость температуры плавления от концентрации электронов проводимости.

2. Продолжая отсасывать электроны проводимости и определяя время до полного распада металла на атомы и ионы определим критическую концентрацию электронов проводимости в металле, при которой происходит распад металла.

В результате серий экспериментов для различных металлов можно получить принципиально новые данные зависимости температуры плавления от концентрации электронов проводимости и критического значения концентрации электронов проводимости в металле, при которой происходит распад металла .

**Формула открытия**

Теоретически установлено и математически обосновано явление понижения температуры плавления металла при целенаправленном уменьшении концентрации электронов в нем за счет принудительного удаления эмитированных электронов из него до достижения распада металла на отдельные ионы (атомы) при создании некоторого критического значения плотности электронов в металле.

**Литература.**

1. Физическая энциклопедия т.5, Главный редактор А.М.Прохоров М, «Большая Российская энциклопедия», 1998.

2. К. Херинг, М. Никольс. Термоэлектронная эмиссия. — М.: Издательство иностранной литературы, 1950.

3.Фоменко В. С., Эмиссионные свойства материалов, 4 изд., К., 1981;

4. Добрецов Л. H., Гомоюнова M. В., Эмиссионная электроника, M., 1966;

5. Термоэлектронные катоды, M.- Л., 1966.