



# ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ

**Лекция «ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК В  
ЖИДКОСТЯХ И ГАЗАХ»**

# Электрический ток в жидкостях

Электролит - жидкость, которая проводит электрический ток.  
Закон Ома в дифференциальной форме для жидкостей:

$$j = qn(u^+ + u^-)E$$

где  $q$  - заряд иона;  $n$  – число ионов, проходящих через единицу площади поперечного сечения за 1 с;  $u^+$  и  $u^-$  - скорости положительных и отрицательных ионов.

**Электролиз – процесс выделения составных частей химических соединений на электродах при прохождении тока через раствор или расплав этих соединений.**

*Впервые явление электролиза наблюдали в 1800 г. У.Никольсон (1753–1815) и А. Карлей, которые сконструировали первую в Англии электрическую батарею, осуществив разложение воды электрическим током. В 1807 г. англ. химик и физик Г.Дэви путем электролиза получил металлический калий и натрий.*

# Основные законы электролиза

**Первый закон Фарадея:** масса выделившегося на электроде вещества  $m$  прямо пропорциональна прошедшему через электролит заряду  $Q$ :

$$m = K \cdot Q,$$

где  $K$  - коэффициент пропорциональности, называемый электрохимическим эквивалентом вещества.

**Второй закон Фарадея** - электрохимический эквивалент вещества пропорционален атомной массе и обратно пропорционален валентности этого вещества:

$$K = \frac{M}{FZ}$$

где  $F$  - постоянная Фарадея,  $F = 96,5$  кКл/моль;  $M$  – молярная масса ионов данного вещества,  $Z$  -валентность ионов.

**Объединенный закон Фарадея:**

$$m = \frac{1}{F} \cdot \frac{M}{Z} \cdot Q = \frac{1}{F} \cdot \frac{M}{Z} \cdot I \cdot t$$

где  $I$  – сила тока, проходящего через электролит;  $t$  – время, в течение которого проходил ток.

# Электрический ток в газах

- **Ионизация** - процесс вырывания электронов из атомов.
- **Работа ионизации  $A_i$**  - работа против сил взаимодействия между вырываемым электроном и остальными частицами атома (или молекулы).
- **Потенциал ионизации** - это разность потенциалов, которую должен пройти электрон в ускоряющем электрическом поле для того, чтобы увеличение его энергии было равно работе ионизации.

$$\varphi_i = A_i / e$$

где  $e$  – заряд электрона.

- **Интенсивность ионизации** - количественная характеристика процесса ионизации, измеряемая числом пар противоположных по знаку заряженных частиц, возникающих в единице объема газа за единицу времени.

# Газовый разряд

- **Газовый разряд** - процесс прохождения электрического тока через газ.
- **Несамостоятельный газовый разряд** - разряд, возникающий в газе под действием внешнего ионизатора.
- **Самостоятельный разряд** - электрический разряд, сохраняющийся после прекращения действия внешнего ионизатора.

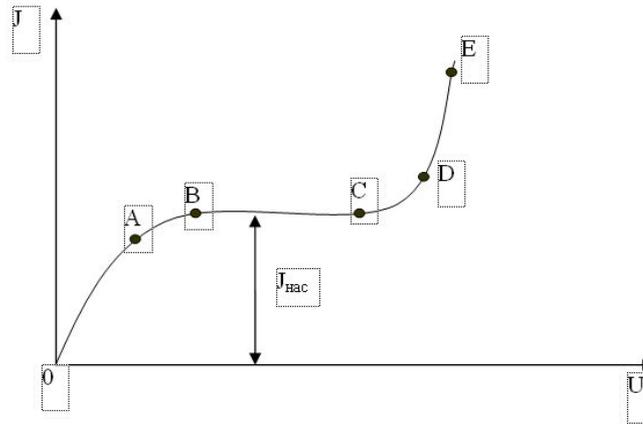


Рисунок 1 – Зависимость тока от приложенного напряжения для ионизируемого газа.

# Ионизация газа

Плотность тока насыщения:

$$j_{НАС} = Qn_0d$$

где  $n_0$  – число пар ионов, создаваемых ионизатором в единице объема в единицу времени;

$d$ - расстояние между электродами.

$$n_0 = N/(Vt),$$

где  $N$ - число пар ионов, создаваемых ионизатором за время  $t$  в пространстве между электродами;

$V$ - объем этого пространства.

**Напряжение пробоя (зажигания)** - напряжение, при котором возникает самостоятельный разряд.

*Напряжение зажигания самостоятельного разряда (напряжение пробоя) зависит от давления газа и расстояния между электродами.*

# Виды самостоятельного разряда

- **Тлеющий разряд** - самостоятельный разряд, происходящий в разреженном газе.
- **Коронный разряд** - самостоятельный разряд, возникающий при нормальном и повышенном давлении у концов заостренных электродов и сопровождающийся слабым фиолетовым свечением в виде короны.
- **Дуговой разряд** - разряд между электродами, нагретыми до высокой температуры при атмосферном или повышенном давлении.
- **Искровой разряд** - прерывистый самостоятельный разряд при нормальном или повышенном давлении газа в электрическом поле большой напряженности.

# Тлеющий разряд

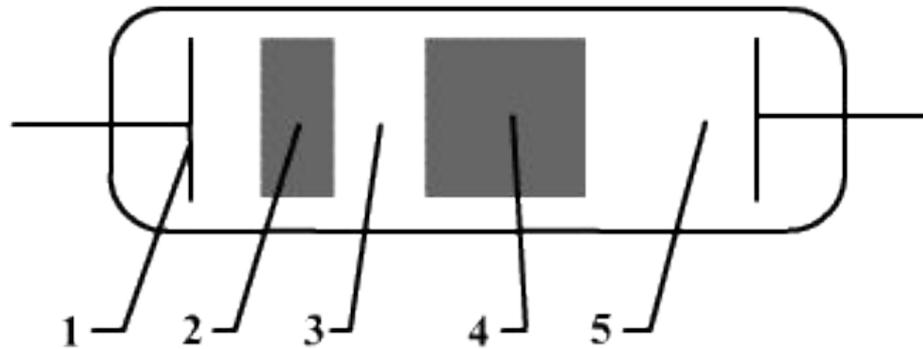


Рисунок 1 – Схематическое изображение тлеющего разряда:  
1- катод; 2- первое катодное темное пространство; 3- тлеющее свечение;  
4 – фарадеево темное пространство; 5 – положительный столб.

Применение: в лампах дневного света, газосветных трубках для светящихся надписей и реклам, для катодного напыления металлов.

# Практическое применение газовых разрядов

**Искровой разряд** : в технике для измерения высоких напряжений, для резки, сверления и точной обработки металлов, при проведении взрывных работ, в спектральном анализе для регистрации заряженных частиц (искровые счетчики).

**Дуговой разряд**: сварка и резка металлов, получение высококачественных сталей (дуговая печь) и освещение (прожекторы, проекционная аппаратура), в качестве источника ультрафиолетового излучения в медицине (кварцевые лампы)

*Электрическая дуга была открыта в 1803 г В. В. Петровым и в 1876 г. была применена П.Н.Яблочковым для целей уличного освещения.*

**Коронный разряд**: в электрофильтрах, применяемых для очистки промышленных газов от примесей, при нанесении порошковых и лакокрасочных покрытий.

# Виды плазмы и ее применение

**Плазма** – нейтральная в целом система, состоящая из хаотически перемешанных заряженных микрочастиц (электронов и ионов, например, в сильно ионизированном газе).

**Низкотемпературная плазма** ( $T = 10^3 - 10^4 K$ ),

*применение* - сварка и резка металлов, в магнетогидродинамических (МГД) генераторах, для получения химических соединений инертных газов (например, галогенидов), получения ударных волн при мощных газовых разрядах для штамповки, дробления твердых тел, т.д.

**Высокотемпературная плазма**  $T \geq 10^6 K$

*применение* - объект исследования для осуществления управляемых термоядерных реакций (синтеза) с выделением энергии большей, чем при обычных ядерных реакциях (распада).

**Степень ионизации плазмы  $\alpha$**  – отношением числа ионизированных частиц к полному их числу в единице объема плазмы.

**Слабо ионизированная плазма** -  $\alpha$  составляет доли процента

**Умеренно ионизированная плазма** -  $\alpha$  составляет несколько процентов

**Полностью ионизированная плазма** -  $\alpha$  близко к 100%.

# Свойства плазмы

- высокая степень ионизации газа, в пределе – полная ионизация;
- равенство нулю результирующего пространственного заряда (концентрация положительных и отрицательных частиц в плазме практически одинакова);
- большая электропроводность (причем ток в плазме создается в основном электронами, как наиболее подвижными частицами);
- свечение;
- сильное взаимодействие с электрическим и магнитным полями;
- колебания электронов в плазме с большой частотой (около  $10^8$  Гц), вызывающие общее вибрационное состояние плазмы;
- «коллективное» - одновременное взаимодействие громадного числа частиц (в обычных газах частицы взаимодействуют друг с другом попарно).

Эти свойства определяют качественное своеобразие плазмы, позволяющее считать ее *особым, четвертым, состоянием вещества*.



***Благодарю за внимание***