

Тема 12

**Процессы ионизации и
рекомбинации.**

**Несамостоятельный и
самостоятельный разряды в
газе. Виды разрядов. Применение
газовых разрядов**

ОГЛАВЛЕНИЕ

12.1. Процессы ионизации и рекомбинации.
Несамостоятельный и самостоятельный
разряды в газе.

12.2. Виды разрядов. Применение газовых
разрядов

12.1. Процессы ионизации и рекомбинации. Несамостоятельный и самостоятельный разряды в газе.

При нормальных условиях газы являются диэлектриками. Однако в некоторых случаях газы могут проводить электрический ток. Это происходит при действии некоторых факторов, например, нагревании, воздействии излучения, наличии электрического поля.

Под воздействием вышеупомянутых факторов газ ионизируется, то есть нейтральные молекулы газа распадаются на ионы, которые, правда, вскоре опять объединяются в молекулы. Процесс объединения называется рекомбинацией.

Существуют различные типы разрядов в газах: самостоятельные и несамостоятельные.

- *Самостоятельными называются такие разряды, которые протекают после прекращения воздействия ионизирующих факторов.*
- *Несамостоятельные разряды – это те разряды, которые прекращаются после удаления ионизатора.*

Существует два основных способа поддержания существования разряда:

1. Электрон, получивший достаточную энергию, ударяется о нейтральную молекулу, раскалывает ее на ионы (или положительный ион и электрон), которые ускоряются электрическим полем и они также начинают участвовать в образовании свободных носителей заряда. Процесс происходит лавинообразно, и потому называется “электронной лавиной”.
2. Ионы, достигшие катода, выбивают из него электроны, которые участвуют в протекании разряда. Этот процесс назван вторичной ударной ионизацией.

Несмотря на схожесть в схемах течения, разряды в газах весьма разнообразны.

12.2. Виды разрядов. Применение газовых разрядов

1. При небольших давлениях и напряжениях порядка $U=200 - 1000$ В возникает тлеющий разряд.

Если рассмотреть газоразрядную трубку во время протекания разряда, то можно заметить, что разряд не однороден. Выделяют:

- Астоново темное пространство;
- катодную пленку;
- катодное темное пространство;
- тлеющее свечение;
- Фарадево темное пространство;
- положительный столб.

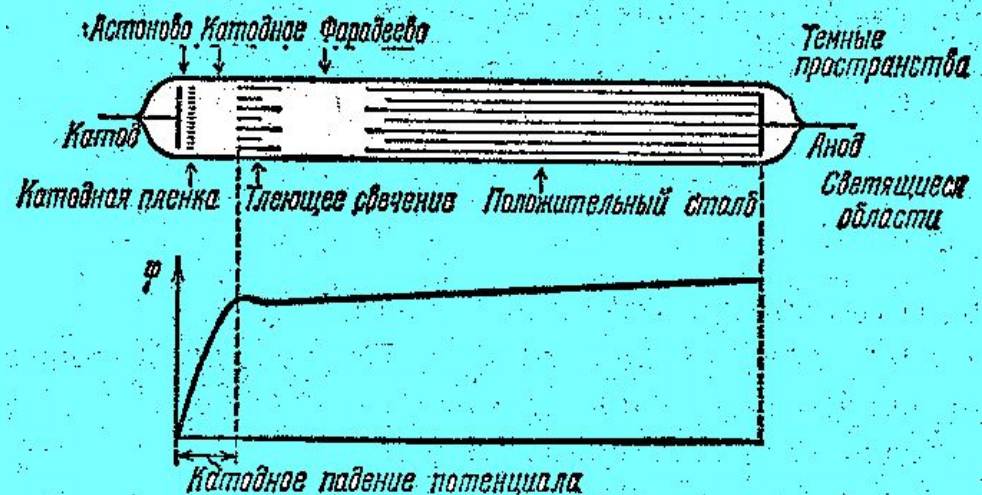


Рис. 12.2.

Основными для протекания и поддержки заряда является катодное темное пространство, в котором электроны разгоняются, и тлеющее свечение, где происходит рекомбинация. Если постепенно сближать анод и катод, уменьшая длину разряда, то в конце концов останется только два этих участка.

Этот разряд применяется в основном для целей освещения, рекламы и так далее. Однако на основе тлеющего разряда, например в парах ртути, созданы выпрямительные лампы, способные давать ток порядка тысяч и десятков тысяч ампер. Применяются разряды также в устройствах, которые работают в режиме ключей (например тиратроны холодного накала).

Также с помощью этого типа разряда происходит напыление тонких слоев различных металлов.

2. Искровой разряд происходит при нормальном давлении, но при огромных потенциалах. Примером искрового разряда может служить молния. Перед разрядом возникает слабо светящийся канал в газах, сопротивление которого меньше, чем остальных участков газа. Этот канал называют стримером, именно по нему и проходит разряд.

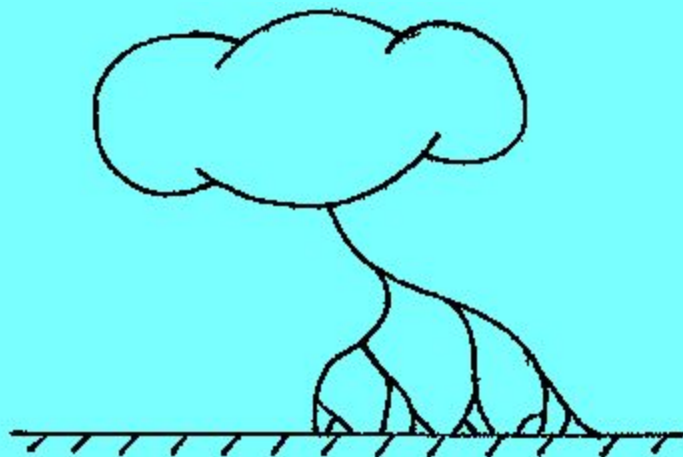


Рис. 12.3.

При протекании разряда на электродах появляются кратеры, они разрушаются. Именно на этом принципе основана электроискровая обработка металлов.

Опыт 12.1. Электроискровая обработка металлов.

Оборудование:

1. Электрофорная машина или высоковольтный выпрямитель.
2. Прибор для демонстрации электроискровой обработки металла.
3. Батарея конденсаторов демонстрационная.
4. Реостат на 200 Ом.
5. Провода соединительные.

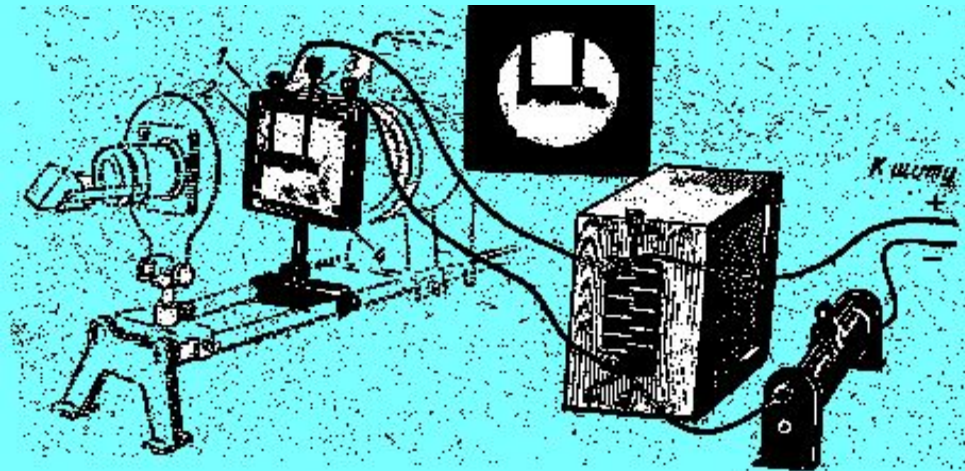


Рис. 12.4.

При электрическом разряде (искре) между двумя контактами происходит разрушение металла. Это явление советские ученые используют для искровой обработки металлов. Электроискровой способ позволяет обрабатывать твердые сплавы, делать в изделиях отверстия различной формы и глубины.

Ход работы:

1. Собирают установку рис.12.4.

2. Обрабатываемое изделие прочно устанавливают в ванне с керосином. Стержень-электрод может совершать вертикальные движения вверх-вниз, Электрод соединен проводником с отрицательным полюсом источника постоянного тока, а изделие — с положительным полюсом.

3. Электрический ток идет от отрицательного полюса к электроду, от него через зазор в керосине к изделию и от последнего к положительному полюсу источника тока. Таким образом, в полученной электрической цепи роль анода выполняет изделие, а электрод является катодом.

4. Когда электрод приблизится к изделию и зазор будет очень маленьким, проскочит искра, при этом на аноде произойдет разрушение (эрозия), мельчайшая частичка изделия будет вырвана. По мере опускания электрода глубина образуемого отверстия возрастет.

5. Включенный в цепь конденсатор препятствует образованию дуги, а реостат дает возможность подобрать нужное напряжение и ток в цепи.

6. В электроискровых установках электрод совершает все время колебания. Это достигается с помощью соленоида. Верхний конец электрода в этом случае снабжается сердечником.

7. Соленоид присоединяется с разных сторон реостата так, чтобы концы проводов находились под разными напряжениями.

Когда проскакивает искра и по основной цепи идет ток, соленоид втягивает сердечник вверх, поднимая одновременно и электрод. Это вызывает увеличение зазора, и основная электрическая цепь оказывается разорванной.

8. В результате соленоид тоже выключится, сердечник упадет вниз, и, следовательно, опустит и электрод — искра проскочит снова. Затем весь процесс повторяется. Таким образом, соленоидный регулятор не только периодически выключает электрическую цепь и делает электрод вибрирующим, но и постепенно опускает электрод.

3. Дуговой разряд – разряд, который возникает при резком повышении температуры, и вследствие этого испарения вещества электрода. Именно поэтому плотность тока при дуговом разряде велика. Напряжение, при котором он происходит, обычно не превышает 40-50В, а токи достигают сотен ампер. Дугу открыл и исследовал Петров. Дуговой разряд используется для сварочных работ, в электроклавишных панелях.

4. Коронный разряд возникает на проводниках, имеющих большой потенциал, а также малый радиус кривизны. Наблюдается в виде слабого свечения газа вокруг проводников, остриев, там, где велика напряженность поля. Происходит вследствие неполного пробоя диэлектрика (то есть воздуха).

В высоковольтных устройствах, в частности в линиях высоковольтных передач, коронный разряд приводит к вредным утечкам тока. Поэтому приходится принимать меры для его предотвращения. С этой целью, например, провода высоковольтных линий берут большого диаметра, тем большего, чем выше напряжение линии.

Полезное применение в технике коронный разряд нашел в электрофильтрах (рис. 12.5). Очищаемый газ движется в трубе, по оси которой расположен отрицательный коронирующий электрод. Отрицательные ионы, имеющиеся в большом количестве во внешней области оседают на загрязняющих газ частицах или капельках и увлекаются вместе с ними к внешнему некоронирующему электроду. Достигнув этого электрода, частицы нейтрализуются и оседают на нем. Впоследствии при ударах по трубе осадок, образованный уловленными частицами, осыпается в сборник.

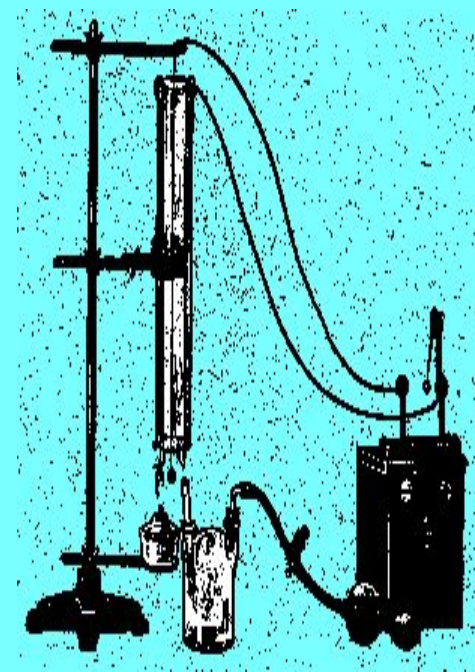


Рис. 12.5. Электрофильтр

Применения газового разряда

- Дуговой разряд для сварки и освещения.
- Тлеющий разряд как источник света в люминесцентных лампах и плазменных экранах.
- Искровой разряд для зажигания рабочей смеси в двигателях внутреннего сгорания.
- Коронный разряд для очистки газов от пыли и других загрязнений, для диагностики состояния конструкций.
- Плазмотроны для резки и сварки.
- Разряды для накачки лазеров, например гелий-неонового лазера, азотного лазера, эксимерных лазеров и т.д.

А также

- в счётчике Гейгера,
- в ионизационных вакуумметрах,
- в тиратронах,
- в крайтронах,
- в гейслеровой трубке.

Газоразрядные приборы очень разнообразны, и различаются видом используемого разряда. Они предназначены для стабилизации напряжения, защиты от перенапряжения, выполнения переключательных функций, индикации электрического состояния и т.д. Например, искровой разряд нашел широкое применение в науке и технике. С его помощью инициируют взрывы и процессы горения, измеряют напряжение, используют в спектральном анализе, для регистрации заряженных частиц, в переключателях электрических цепей, для обработки металлов, разрушения высокопрочных материалов и пород.

В последнее время для повышения защиты уязвимых и ответственных объектов, например, пусковых комплексов ракет, пытаются реализовать различные формы управления молнией, в частности лазерное инициирование молнии. Лазерное инициирование основано на создании в воздухе ионизованного канала с помощью лазерного излучения.