

камера (точная локализация траекторий заряж. частиц, высокое пространств. разрешение), и таких электронных детекторов, как *сцинтилляционные детекторы* (высокое быстродействие и временное разрешение). И. к. широко применялись в 1960—75, однако в дальнейшем наибольшее применение получила стримерная камера.

Лит.: Искровая камера, М., 1967; Rice-Evans P., Spark, streamer, proportional and drift chambers, L., 1974.

В. А. Долгошеин.

**ИСКРОВОЙ РАЗРЯД** (искра) — неустановившийся электрический разряд в газе, возникающий обычно при давлениях порядка атмосферного в том случае, когда непосредственно после пробоя разрядного промежутка напряжение на нём падает в течение очень короткого времени (от неск. долей мкс до сотни мкс) ниже величины напряжения погасания разряда. И. р. повторяется, если после погасания разряда напряжение вновь возрастает до величины напряжения пробоя. При увеличении мощности источника напряжения И. р. переходит обычно в *дуговой разряд*. В природных условиях И. р. наблюдается в виде молний.

Развитие И. р. объясняется стримерной теорией электрич. пробоя газов: из электронных лавин, возникающих при ионизации электрич. поля на разрядный промежуток, при определ. условиях образуются т. н. *стримеры* — тонкие разветвлённые каналы, заполненные ионизованным газом. Стримеры, быстро удлиняясь, перекрывают разрядный промежуток и соединяют электроды непрерывными проводящими каналами. Далее сила тока резко нарастает, каждый из каналов быстро расширяется, в нём скачкообразно повышается давление, в результате чего на его границах возникает ударная волна. Совокупность ударных волн от расширяющихся искровых каналов порождает звук, воспринимаемый как характерный «треск» искры (в случае молнии — гром).

Величины, характеризующие И. р. (напряжение зажигания, напряжение погасания, макс. ток, длительность), могут меняться в очень широких пределах в зависимости от параметров разрядной цепи, величины разрядного промежутка, геометрии электродов, давления газов и т. д. Напряжение зажигания И. р., как правило, достаточно велико. Продольная напряжённость поля в искре понижается от неск. десятков кВ/см в момент пробоя до сотни В/см спустя неск. мкс. Макс. сила тока в мощном И. р. может достигать значений порядка неск. сотен кА.

Особый вид И. р. — *скользящий разряд*, возникающий вдоль поверхности раздела газа и твёрдого диэлектрика, помещённого между электродами. Области скользящего И. р., в к-рых преобладают заряды к.-л. одного знака, индуцируют на поверхности диэлектрика заряды др. знака, вследствие чего искровые каналы столются по поверхности диэлектрика, образуя т. н. *фигуры Лихтенберга*. Процессы, близкие к происходящим в И. р., свойственны также *кистевому разряду*.

И. р. нашёл разнообразное применение в науке и технике. С его помощью инициируют взрывы и процессы горения, измеряют высокие напряжения, его используют в спектральном анализе, для регистрации заряж. частиц (см. *Искровой счётчик*), в переключателях электрич. цепей, для обработки металлов и т. п.

Лит. см. при ст. *Электрические разряды в газах*.

В. Н. Колесников.

**ИСКРОВОЙ СЧЁТЧИК** — прибор для регистрации частиц, принцип действия к-рого основан на возникновении искрового разряда в газе при попадании в него заряж. частицы. Применяется в ядерной физике (изучение времени жизни возбуждённых состояний ядер), физике элементарных частиц (измерение скорости, координат и энергии заряж. частиц), астрофизике (космич. лучи) и медицине. Простейший вариант плоскопараллельного И. с. представляет собой два параллельных металлич. электрода в герметизированном объёме, за-

полнённом Ag и парами органич. веществ (спирт, эфир и др.). К электродам через нагрузочное сопротивление  $R$  приложено пост. напряжение порядка  $\sim$  неск. кВ. Регистрируемая частица ионизирует молекулы газа. Образующиеся свободные электроны дают начало лавинообразному нарастанию числа электронов в зазоре за счёт ионизации молекул газа в сильном электрич. поле (электронно-фотонные лавины). Затем наступает стримерная стадия пробоя (см. *Стримеры*), к-рая переходит в искровой разряд. После разряда напряжение на электродах медленно восстанавливается. Это «мёртвое» время ( $\sim 10^{-3}$  с) необходимо для очищения газового зазора от зарядов перед регистрацией новой частицы. Состав и давление газовой среды выбираются из условия получения стримерного вида искрового пробоя, обеспечивающего наилучшие счётную, временную и координатную характеристики И. с. Регистрация разряда осуществляется по электрич. сигналу амплитудой до сотен В, возникающему на нагрузочном сопротивлении, или по световому излучению от искры. В последнем случае используется фотоаппарат или *электронно-оптический преобразователь*.

Удовлетворит. характеристики И. с. впервые были получены Дж. У. Койффелом (J. W. Keuffel, 1949). Металлич. электроды И. с. имели площадь  $35 \text{ см}^2$  при межэлектродном зазоре  $2,5 \text{ мм}$ . Газовая среда содержала ксилол (6 мм рт. ст.) и Ag (0,5 атм). Наблюдались искровые разряды вблизи места прохождения заряж. частиц. Флуктуация задержки прихода электрич. сигнала относительно момента прохождения частицы (временное разрешение)  $\tau \sim 5 \cdot 10^{-9}$  с. С целью улучшения временного разрешения и задержки срабатывания И. с. в дальнейшем уменьшали межэлектродный зазор. Однако при этом необходимо уменьшение площади электродов, чтобы возрастающая энергия в искре их не разрушала. Давление газа увеличивали для получения большей эффективности регистрации. Наилучшие результаты были получены на И. с. с диаметром электродов  $4 \text{ мм}$  и межэлектродным зазором  $0,1 \text{ мм}$ . Газовая среда состояла из  $\text{O}_2$  (0,5 атм), He (20 атм). При регистрации света от искры при помощи электронно-опт. преобразователя было получено  $\tau \sim 10^{-11}$  с. Уникальные временные разрешение и малая задержка срабатывания не были широко использованы из-за малой площади электродов, недостаточной скорости счёта и др.

Часть этих трудностей была преодолена в И. с. с локализов. разрядом, в к-ром каждый разряд снимает напряжение лишь с малой области электродов порядка неск.  $\text{мм}^2$  в месте пролёта частицы. На остальной площади сохраняются высокое напряжение и способность независимой регистрации частиц. При этом ограничения на площадь электродов отсутствуют, улучшается нагрузочная способность, т. к. И. с. с локализов. разрядом эквивалентен большому числу независимых И. с. малой площади. Локализация разряда достигается за счёт использования полупроводящего анода с уд. сопротивлением  $\sim 10^9 \text{ Ом} \cdot \text{см}$  (напр., полупроводящее стекло) и газовой среды, поглощающей свет от искры; это необходимо для предотвращения ложных пробоев в соседних областях счётчика (напр., смесь дивинила, этилена, изобутана и Ag). Роль R играет полупроводящий электрод. Электрич. сигнал амплитудой в 1 В снимается через ёмкостную связь между областью разряда и проводящей поверхностью, нанесённой на внешнюю по отношению к газовому зазору сторону полупроводящего электрода. Проводящая поверхность обычно состоит из полосок, что обеспечивает одноврем. регистрацию мн. частиц. При зазоре  $0,1 \text{ мм}$  получено  $\tau = 2,5 \times 10^{-11}$  с, при задержке срабатывания  $2 \cdot 10^{-10}$  с. Точность определения координат частиц в плоскости электродов  $0,1 - 0,3 \text{ мм}$ . Эффективность регистрации релятивистских частиц при давлении газа  $\sim 10$  атм близка к 100%. Для экспериментов на ускорителях использовались И. с. с локализов. разрядом площадью до  $0,1 \text{ м}^2$ . Изготавливаются счётчики площадью  $0,3 \text{ м}^2$ . Временные и