

очередь генерирует новое полоидальное поле посредством закручивания силовых линий под действием силы Кориолиса в конвективных потоках. Благодаря такой связи становится возможным поддержание незагущающего магн. поля. Взаимодействие полоидального и торoidalного компонентов крупномасштабного магн. поля может иметь характер почти периодических нелинейных колебаний, что и является основой для интерпретации цикла С. а. как динамо-процесса.

С. а. оказывает значит. воздействие на процессы, происходящие в межпланетном и околоземном пространствах, в атмосфере и биосфере Земли (см. *Солнечные земные связи*).

Лит.: Витинский Ю. И., Солнечная активность, 2 изд., М., 1983; Вайнштейн С. И., Зельдович Я. Б., Румякин А. А., Турбулентное динамо в астрофизике, М., 1980; Мофатт Г. К., Возбуждение магнитного поля в проводящей среде, пер. с англ., М., 1980; Паркер Е. Н., Космические магнитные поля, пер. с англ., ч. 1—2, М., 1982; Прест Э. Р., Солнечная магнитогидродинамика, пер. с англ., М., 1985.

Б. В. Солов.

**СОЛНЕЧНАЯ БАТАРЕЯ** (батарея солнечных элементов) — устройство, непосредственно преобразующее энергию солнечного излучения в электрическую. Действие солнечного элемента (СЭ) основано на использовании явления внутр. фотозффекта. Наиб. применение получили конструкции СЭ с  $p-n$ -переходами и гетеропереходами, представляющие собой плоскую (базовую) полупроводниковую пластину с тонким фронтальным слоем полупроводника, имеющего тип проводимости, противоположный типу проводимости базовой области. При облучении в полупроводнике генерируются дополнит. носители заряда, к-рые перемещаются под действием электрич. поля  $p-n$ -перехода и создают на внеш. выводах фототок.

**Основные параметры солнечных элементов.** При отсутствии внеш. нагрузки напряжение на выводах СЭ максимально и наз.  $U_{xx}$ . В замкнутом накоротко фотоэлементе потечёт макс. фототок  $I_{кз}$  — ток короткого замыкания. При наличии внеш. нагрузки величины напряжения  $U_n$  на нагрузке и тока  $I_n$  меньше значений  $U_{xx}$  и  $I_{кз}$  соответственно. Величина  $FF = I_n U_n / I_{кз} U_{xx}$  наз. фактором заполнения нагрузочной характеристики.

Важнейшим параметром СЭ является его кпд (или эффективность преобразования энергии солнечного излучения в электрическую)  $\eta = I_n U_n / P_c$ , где  $P_c$  — мощность солнечного излучения, падающего на поверхность СЭ. Эффективность СЭ определяется тем, что часть солнечного излучения с энергией фотона, меньшей ширины запрещённой зоны  $E_g$  полупроводника, проходит через СЭ без поглощения и в фотозлектрич. отношении является бесполезной. Чем меньше ширина запрещённой зоны, тем большая доля солнечного света поглощается в нём.

Др. важная причина снижения кпд СЭ — неполное использование энергии поглощённых фотонов. При генерации электронно-дырочных пар фотонами с энергией, превышающей ширину запрещённой зоны полупроводника, избыточная энергия излучения теряется при переходах внутри зоны за счёт соударений носителей с атомами решётки и переходит в тепло. Эти потери уменьшаются с увеличением  $E_g$ .

Осн. причинами дополнит. потерь, уменьшающих практически достижимые значения кпд, являются отражение части светового потока от поверхности СЭ (коэф. отражения для полупроводников, применяемых в СЭ, составляет ок. 30% и 3—5% при использовании просветляющих покрытий) и рекомбинац. потери, вызванные тем, что часть возбуждённых фотоносителей не доходит до  $p-n$ -перехода, рекомбинирует, а их энергия передаётся решётке полупроводника (см. *Рекомбинация носителей заряда*). В фотоэлементах с  $p-n$ -переходами существенны потери за счёт поверхностной рекомбинации, особенно для носителей, генерирован-

ных вблизи облучаемой поверхности КВ-частью солнечного света. Омические потери в СЭ приводят к уменьшению фактора заполнения нагрузочной характеристики.

Энергетич. характеристики С. б. определяются материалом фотоэлемента, конструктивными особенностями СЭ, кол-вом СЭ в батарее. Распространёнными материалами для СЭ являются Si, GaAs, CdS, CdTe (см. *Полупроводниковые материалы*). Наиб. высокий кпд получен в СЭ на основе Si (17% при освещении в земных условиях) и в СЭ на основе GaAs (22%). Конструктивно С. б. обычно выполняют в виде плоской панели и СЭ, защищённых прозрачными покрытиями. Число СЭ в батарее может достигать неск. сотен тысяч, площадь панели — тысяч м<sup>2</sup>, ток С. б. — сотен А, напряжение — сотен В, генерируемая мощность — неск. десятков и сотен кВт.

Увеличение кпд может быть получено в каскадных СЭ с неск.  $p-n$ -переходами в полупроводниках с разл. шириной запрещённой зоны. Солнечный спектр может быть расщеплён либо селективными зеркалами, либо посредством расположения неск. СЭ один за другим с убыванием ширины запрещённой зоны СЭ по ходу солнечных лучей. Расчётные значения кпд для двухкаскадных СЭ достигают 45%. Осн. перспективы в реализации монолитных конструкций каскадных СЭ заключаются в трудности осуществления последоват. соединения верхнего и нижнего элементов без внесения дополнит. омических и оптич. потерь.

Достоинства С. б. — их простота, надёжность и долговечность, малая масса и миниатюрность СЭ, генерирование энергии без загрязнения окружающей среды; осн. недостаток — высокая стоимость. Применяются на космич. летат. аппаратах, где они занимают доминирующее положение среди др. источников автономного энергоснабжения. В земных условиях С. б. используют для питания устройств автоматики, переносных радиостанций, разл. приёмников, для катодной антикоррозийной защиты нефте- и газопроводов и др.

Лит.: Васильев А. М., Ландсман А. П., Полупроводниковые фотопреобразователи, М., 1971; Алферов Ж. И., Андреев В. М., Перспективы фотоэлектрического метода преобразования солнечной энергии, Черноловка, 1981; Каган М. Б., Гетерогенные, каскадные и комбинированные фотопреобразователи на основе арсенида галлия, в кн.: Фотоприёмники и фотопреобразователи, Я., 1988; Колдун М. М., Солнечные элементы, М., 1987.

В. М. Андреев.

**СОЛНЕЧНАЯ КОРОНА** — внешняя, наиболее горячая и разреженная часть атмосферы Солнца, простирающаяся до Земли и далее. Она отделена от хромосферы тонким переходным слоем, в к-ром темп-ра резко возрастает от хромосферных ( $\lesssim 10^4$  К) до корональных ( $\gtrsim 10^6$  К) значений. Темп-ра С. к. достигает максимума ( $\approx 2 \cdot 10^6$  К) на высоте ок.  $1/10$  радиуса Солнца от его поверхности и очень медленно падает (до  $\sim 10^5$  К вблизи орбиты Земли) во внеш. короне (части С. к. выше температурного максимума), непрерывно расширяющейся в межпланетное пространство в виде *солнечного ветра*. Корональная плазма полностью ионизована, её хим. состав практически такой же, как в солнечной фотосфере. Средняя кинетич. темп-ра С. к. превышает  $10^6$  К. В полярных областях короны темп-ра ниже средней (возможно, в результате чрезвычайно сильного солнечного ветра, исходящего из полярных *корональных дыр*). В активных областях (см. *Солнечная активность*) темп-ра повышена примерно на  $0,5 \cdot 10^6$  К, в корональной части *вспышки на Солнце* — может достигать десятков млн. К.

Ср. концентрация электронов в ниж. части спокойной внутренней С. к.  $\sim 10^8$  см<sup>-3</sup>. Поскольку плазма С. к. электрически нейтральна, концентрация ионов (в осн. протонов) в ней такая же. С ростом расстояния от солнечной поверхности концентрации частиц падает. На расстоянии одного радиуса Солнца она  $\sim 10^6$  см<sup>-3</sup>, на расстоянии четырёх радиусов  $\sim 10^5$  см<sup>-3</sup>, десяти радиусов  $\sim 10^4$  см<sup>-3</sup>.

Вследствие низкой плотности корональной плазмы её излучат. способность (см. *Излучение плазмы*) мала, что