

Темп-ра верх. части фотосферы активной области повышается на 100—300 К, более яркие гранулы объединяются в цепочки, хорошо видимые при их приближении к краю диска (факелы). Факелы часто окружают солнечные пятна (рис. 4), состоящие из тёмной



Рис. 4.

тени и более близкой по яркости к фотосфере волокнистой полутени. Темп-ра тени пятен примерно на 1500 К ниже фотосферной. Хромосфера активной области — флоккул (яркое образование в свете центра сильных линий  $H_{\alpha}$ ,  $H$  и  $K$  CaII) иногда оказывается пересечённой системой тёмных волокоцев — фибрилл. Усиление яркости флоккула связано в осн. с повышением здесь плотности до 3 раз.

В корональной конденсации число арок заметно возрастает. Обычная, или перманентная, корональная конденсация ( $n \geq 10^9$  см<sup>-3</sup>,  $T \approx 2 \cdot 10^6$  К,  $D \leq 25^\circ$ ) существует над большим центром активности всё время его жизни, т. е. до года. Неск. суток наиб. интенсивного развития центра активности в большинстве случаев являются экстремальными и для корональной конденсации плотности в арках достигают  $10^{10}$  см<sup>-3</sup>, темп-ра в нек-рых из них повышается в неск. раз, развиваются сложные газодинамич. движения.

Кроме описанных выше стационарных образований в определ. моменты времени наблюдаются нестационарные явления, развивающиеся в короне и хромосфере. При солнечных вспышках в арочных системах нагревается до 20—30 млн. К, плотность повышается до  $10^{10}$  см<sup>-3</sup>. В ряде случаев наблюдается выброс плазмы на расстояние до сотен радиусов С. (корональные транзиенты). В горячей короне иногда появляются холодные плотные облака ( $n = 10^{10}$ — $10^{13}$  см<sup>-3</sup>,  $T \sim 10^4$  К) — солнечные протуберанцы.

#### 4. Магнитные поля

На С. существует весьма сложная система магн. полей, изменяющаяся как во времени, так и в пространстве. В течение ряда лет вблизи минимума цикла активности высокие широты заполнены преим. слабыми полями одного знака (направления нормальной составляющей). В северном  $N$  и южном  $S$  полушариях знаки поля различны, так что картина там напоминает распределение полей диполя, помещённого в центре С. Каждые  $\approx 11$  лет происходит смена знака высокоширотных полей — переполусовка диполя.

На более низких широтах  $|\phi| < 65^\circ$  также встречаются области, занимающие до  $\sim 50^\circ$  по широте и долготе, преим. заполненные магн. образованиями одного знака. Ср. напряжённость этих униполярных полей сравнима с той, к-рая характерна для высоких широт — ок. 1 Э.

Локальные магн. поля появляются в областях diam. 400—300 тыс. км на широтах менее  $35^\circ$  и вызывают весь комплекс явлений, развивающихся в центре активности. Часто они представляют собой два «холма» поля противоположной полярности напряжённостью от сотен до тысяч эрстед. Наблюдается также мультиполярная структура этих образований. Если напряжённость поля в «холме» превышает 1400 Э, на фотосфере появляется тёмное образование — пёра, для полей 2—4 тыс. Э — пятно. Поля в центр. части пятен — их тени — выходят примерно по нормали к поверхности, вне тени

(в окружающем пятно факеле) быстро становятся практически горизонтальными. Магн. поток центра активности ср. размеров или большой группы пятен близок к  $10^{23}$  Мкс, сильно развитого пятна — к  $10^{21}$  Мкс.

Вынос магн. потока на поверхность наблюдается в виде небольших областей всплывающего потока. Весь процесс занимает от одного до неск. дней и происходит внутри или на периферии уже существующих активных областей либо на участках спокойного С. Область всплывающего потока биполярна и представляет собой систему протяжённых (до 30000 км) низких (высотой до 5000 км) арок. Самые малые из таких образований, называемые эфемерными областями, примерно за сутки проявляются и исчезают; магн. поток каждой из них  $\approx 10^{20}$  Мкс. На диске в течение суток может появляться до 100 таких эфемерных областей, по-видимому, проявляющихся в виде ярких рентг. точек; наряду с центрами активности они вносят заметный вклад в общий магн. поток соответствующих крупномасштабных образований солнечной поверхности.

Фоновые поля невозмущённого С. сосредоточены в отд. элементах с магн. потоками  $\geq 10^{16}$  Мкс. Поток преим. сосредоточен на границах ячеек хромосферной сетки. Магн. поток  $\approx 3 \cdot 10^{17}$  Мкс при диаметре элемента 2000 км соответствует напряжённости поля 10 Э. Внутри ячеек также встречаются элементы поля, чаще, чем на границах сетки, имеющие биполярную структуру (т. е. типа эфемерных областей). Усиление поля на границах сетки, по-видимому, связано с тем, что горизонтальные движения плазмы сгребают силовые линии к границам супергрануляц. ячеек.

Все осн. явления, происходящие в активной области, обусловлены влиянием магн. поля на строение солнечной атмосферы. Так, уменьшение темп-ры пятен, вероятно, связано с тем, что вертикальнее магн. поле затрудняет горизонтальные движения в конвективной ячейке. Поток энергии, переносимой конвекцией, при этом уменьшается, что и приводит здесь к нек-рому охлаждению вещества.

Арочные структуры в хромосфере, и особенно во внутр. короне, обусловлены тем, что нек-рые пучки силовых линий заполняются плазмой. При увеличении нагрева в вершине арки поток тепла из-за высокой теплопроводности короны очень быстро проходит вдоль силовых линий и значительно повышает темп-ру части хромосферного вещества близ оснований арки. Это вещество расширяется вдоль силовых линий, заполняя всю арку. Соответствующий процесс «испарения» наблюдается при импульсном выделении энергии в короне в начале вспышек. При этом скорости оттекающего из хромосферных слоёв нагретого до  $T \sim 2 \cdot 10^7$  К газа составляют 300—400 км/с. Ударная волна с излучением, идущая вниз, формирует слой плотного газа с  $T = 8000$ —9000 К — источник низкотемпературного свечения во вспышках.

Газодинамич. расширение короны в крупномасштабном квазидипольном поле С. приводит к формированию регулярного межпланетного магн. поля; появлению двух противоположно направленных магн. потоков с токовым слоем между ними. Ряд факторов вызывает гофрировку этого токового слоя. Пересечение Землёй или космич. аппаратом токового слоя объясняет наблюдаемое явление секторной структуры межпланетного магн. поля (см. *Солнечный ветер*).

#### 5. Излучение

Кол-во энергии, излучаемой с 1 м<sup>2</sup> поверхности С. в 1 с, равно  $6,28 \cdot 10^7$  Вт. На ср. расстоянии Земли от С. (1 а. е.) поток излучения С.  $\approx 1,37 \cdot 10^8$  Вт/м<sup>2</sup> (*солнечная постоянная*).

Развитие внеатмосферных методов наблюдений позволило изучить спектр С. во всём диапазоне эл.-магн. волн — от  $\gamma$ -диапазона до километровых радиоволн. Осн. компонент солнечного излучения — непре-