# Хромосфера Солнца

В наружном слое фотосферы минимальная температура 4400°. Над ним находится атмосфера Солнца. Нижняя часть атмосферы называется хромосферой. В хромосфере температура постепенно растет до нескольких десятков тысяч градусов. Это вызвано тем, что конвекционные токи фотосферы порождают в газе колебания, вследствие чего энергия теплового движения атомов газа увеличивается.

Хромосфера гораздо разреженнее, чем фотосфера. На фоне яркого неба ее не видно. Непосредственно хромосферу можно видеть только в течение немногих секунд во время полного солнечного затмения. При этом из-за черного края Луны она видна как красный узкий серп, редко как полное тонкое кольцо. Ослепительная фотосфера в это время закрыта Луной, и небо вокруг Солнца темнее, чем обычно. Спектр хромосферы состоит из ярких линий, среди которых ярче всех красная водородная линия. Оттого и цвет хромосферы красный. Это дает возможность видеть хромосферу через светофильтр, пропускающий свет только красной водородной линии. По спектру хромосферы определяют ее химический состав и высоту, на которую поднимаются в ней разные химические элементы. Выше всего поднимаются водород и ионизированный кальций.

Тогда как спектр солнечной атмосферы состоит из ярких линий, спектр солнечного диска непрерывный, перерезанный множеством темных линий поглощения. Они называются фраунгоферовыми, по фамилии выдающегося немецкого оптика Фраунгофера, впервые зарисовавшего в 1814 г. расположение нескольких сот линий. Происхождение этих линий и польза от их изучения стали понятны лишь много позднее.

Излучение нижних, более плотных и горячих слоев фотосферы поглощается более холодными разреженными верхними слоями газа в определенных длинах волн (или в определенных линиях спектра), характерных для атомов данного элемента. Следовательно, в спектре Солнца возникает темная линия. По фраунгоферовым линиям делают и качественный и количественный анализ солнечной атмосферы. В ней найдено 68 из общего числа химических элементов периодической таблицы Д. И. Менделеева. Атомов водорода на Солнце в 10 раз больше, чем всех остальных, а по массе водород составляет 70% массы Солнца, гелий — 29% массы, и 1% ее приходится на все остальные элементы. В составе Солнца мы находим те же элементы, которые имеются на Земле.

Здесь мы опять видим материальное единство Вселенной и возможность применять ко Вселенной законы физики и химии, обнаруженные в земных условиях.

Время от времени из хромосферы вздымаются струи, облака и арки раскаленного газа, называемые протуберанцами. Во время полного солнечного затмения они видны невооруженным глазом. Одни протуберанцы плавают спокойно, другие со скоростями в несколько сот километров в секунду поднимаются до высоты, достигающей солнечного радиуса. Иногда часть газа протуберанца может и совсем оторваться от Солнца, полететь к Земле или в другом направлении. Но это для Земли нисколько не опасно, так как этот газ крайне разрежен. Протуберанцы часто связаны с областью темных пятен и через специальные светофильтры могут наблюдаться ежедневно и на краю Солнца и в проекции на его диск.

При помощи прибора спектрогелиографа можно изучать распределение и движение в солнечной атмосфере различных газов на разной высоте над фотосферой. На фотографиях, полученных при помощи этого прибора, кроме протуберанцев, видны более светлые горячие облака (флоккулы) в области хромосферы над факелами. Обычно они окружают пятна. Иногда видны яркие хромосферные вспышки. Это наиболее мощные и быстрые проявления солнечной активности, к которой также относится образование пятен, флоккул и протуберанцев. При хромосферной вспышке за несколько минут часть флоккулы усиливается в яркости. Это вызвано катастрофическим сжатием газа под действием магнитных полей, которые развиваются в пятнах. Сжатие очень повышает температуру газа, а магнитные поля разгоняют некоторые частицы до огромных скоростей. В результате происходят следующие явления: усиливаются рентгеновское и радиоизлучение Солнца, увеличивается поток космических лучей; из Солнца со скоростью в среднем около 1000 км/сек выбрасываются корпускулярные потоки. Корпускулярные потоки, налетая на Землю, возмущают ее магнитное поле, проникают в области полюсов в атмосферу и создают в ней магнитные бури, полярные сияния и т. п.

Косвенным путем эти электромагнитные и сопутствующие им изменения, по-видимому, влияют и на живые организмы. Корпускулярные потоки создают в солнечной системе солнечный ветер, влияющий также на хвосты комет, на поверхность безатмосферных планет и т. д. Ветром эти потоки назвали потому, что они испускаются Солнцем непрерывно: «дуют от Солнца, как ветер».

Быстрые усиления радиоизлучения в миллионы раз называются радиовсплесками возмущенного Солнца.

Солнечная корона

Выше хромосферы над Солнцем простирается самая верхняя часть его атмосферы — солнечная корона. Она состоит из разреженного газа, имеющего температуру около миллиона градусов, находящегося в особом состоянии и дающего спектр из ярких линий преимущественно сильно ионизированного железа, которых на Земле никогда не удавалось получить в лаборатории. Их расшифровали теоретически. Надо напомнить, что и газ гелий (что значит «солнечный») был открыт на Солнце на несколько десятилетий раньше, чем его нашли на Земле. Это еще примеры того, как физика космоса — астрофизика дополняет и расширяет физические знания.

Корона состоит из плазмы — смеси ионов и электронов, а ее высокая температура — характеристика скорости их движений.

Корона образует красивые длинные лучи, превышающие по длине радиус Солнца. Во время полных солнечных затмений корона представляет собой поразительно красивое зрелище. Солнечная корона гораздо более разрежена, чем хромосфера, и является основным источником радиоизлучения Солнца. Радиометоды позволяют проследить за короной на расстоянии в несколько десятков солнечных радиусов. Это сверхкорона Солнца, переходящая в межпланетную среду. Структура короны связана со строением активных областей Солнца — с пятнами и протуберанцами, а ее лучи тянутся вдоль магнитных силовых линий, выходящих из активных областей. Корональные лучи связаны с движением через корону корпускулярных потоков. Форма короны в целом меняется, и в максимуме солнечной активности она одна, а в минимуме другая.