

поля звёзд, а также акустич. энергии, вырабатываемой конвективными движениями в подфотосферных слоях З. а. У звёзд с $T_p \leq 8000$ К под фотосферой расположена конвективная зона, развитая тем больше, чем ниже T_p звезды. В конвективной зоне преобладает механич. перенос вещества и энергии. В результате в ней генерируется акустич. шум. Малая доля энергии звезды (для Солнца $\sim 10^{-6}$) уходит в верх. слой З. а. в виде акустич. волн, преобразующихся в замагниченной плазме верх. частей З. а. в магнитогидродинамич. волны. Их затухание, как и диссипация магн. энергии, вызывает доводнит. нагрев верх. слоёв З. а. Выделяющаяся энергия мала по сравнению с энерговыделением звезды, но поскольку она распределяется на малое число частиц разреженной части З. а., среда может быть нагрета до миллионов кельвинов.

Верх. слой З. а. оптически тонкий для большей части собств. излучения. Поэтому тепловой баланс там определяется объёмным охлаждением и нагревом. В таких условиях космич. плазма из-за тепловой неустойчивости распадается на слой с $T \approx (1-5) \cdot 10^4$ К, охлаждающийся в линиях наиб. обильных элементов — водорода и гелия и слой с $T \geq 10^6$ К. Слой с $T \approx 10^4$ К лежит над фотосферой и получил назв. хромосферы. Внеш. слой с $T \geq 10^6$ К наз. короной. Между ними имеется тонкий слой, наз. переходной областью с резким перепадом темп-ры от 10^4 до $\sim 10^6$ К, где распределение темп-ры определяется теплопроводностью, т. е. поток тепла идёт сверху вниз.

Хромосферы звёзд излучают гл. обр. в резонансных спектральных линиях (в осн. в УФ-диапазоне), короны звёзд — в рентг. диапазоне. Переходная область характеризуется излучением резонансных линий широкого набора ионов гл. обр. в жёстком УФ-диапазоне (рис. 3).

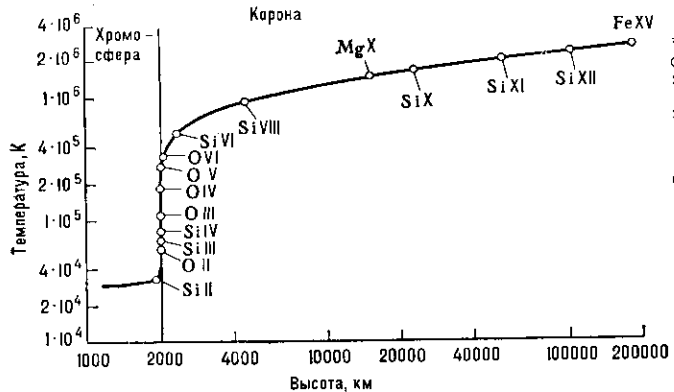


Рис. 3. Распределение температуры и стадий ионизации кислорода и кремния в переходной области между хромосферой и короной Солнца.

Внеш. атмосферы Солнца и, видимо, большинства звёзд крайне неоднородны. Вне области сильного звёздного ветра в верх. частях З. а. давление магн. поля, по-видимому, больше газового. В одних звёздах преобладают замкнутые магн. арки, поднимающиеся высоко над фотосферой, внутри к-рых газ уплотнён. В других — магн. силовые линии имеют в осн. открытый характер, что облегчает отток вещества и формирование звёздного ветра.

Для звёзд с наиб. сильным истечением [звёзды Вольфа-Райе, массивные протозвёзды, напр., IRC 10216 (см. Звездообразование), холодные звёзды с сильным истечением] значит. скорости истечения наблюдаются уже в фотосфере. В холодных звёздах с сильным истечением темп-ра падает наружу в такой степени, что в оттекающих оболочках образуется широкий набор молекул, наблюдаемых по радиоизлучению (см. Молекулы в атмосферах и оболочках звёзд), и, в частности, по мазерному (молекулы

ОН, H_2O , SiO; см. Мазерный эффект в космосе). В них происходит образование пылинок, выбрасываемых затем в межзвёздную среду (см. Межзвёздная пыль). Иногда в З. а. пылеобразование идёт столь сильно, что оптич. излучение звезды ослабляется в десятки и тысячи раз на время от неск. дней до неск. лет.

4. Проявления звёздной активности

В атмосферах Солнца и др. звёзд происходит обширный класс нестационарных процессов, имеющих широкий спектр наблюдательных проявлений. По аналогии с солнечной активностью они объединяются общим термином «звёздная активность». Её удаётся наблюдать в оптич. континуме (непрерывном спектре) в виде тёмных пятен на Солнце и звёздах [последние обнаруживаются гл. обр. по переменности блеска при вращении звезды вокруг оси; см. рис. 4 (внизу)] и вспышек, наиб. ярко проявляющихся в красных карликовых (звёздах см. Вспыхивающие звёзды). Механизмы и проявления вспышек на звёздах аналогичны таковым для вспышек на Солнце. Интенсивности излучения хромосферы и корон звёзд испытывают квазипериодич. вариации с периодами порядка десяти лет, что резко сказывается на интенсивности УФ- и рентг. линий, а также на переменности линий H и K CaII (рис. 4).

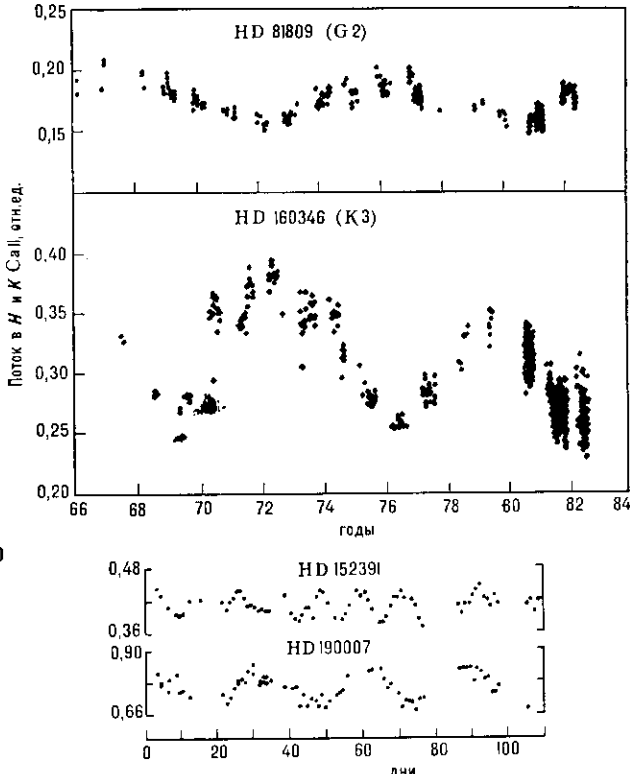


Рис. 4. Наблюдения циклов активности по излучению в фиолетовых линиях H и K CaII для двух звёзд (вверху). Приведены номера звёзд по каталогу HD и спектральные классы (в скобках). Внизу показаны изменения блеска (в относительных единицах) аналогичных звёзд в тех же линиях, возникающие вследствие осевого вращения.

Звёздная активность тесно связана с наличием конвективной зоны в подфотосферной области и вращением звезды вокруг оси. Чем сильнее развита конвективная зона и чем быстрее вращение звезды, тем интенсивнее активные процессы. Наиб. интенсивны они на молодых, ещё не замедливших вращение звёздах (типа T Tau) и в тесных двойных звёздах поздних спектральных классов (типа RS CVn). Темп-ры корон таких звёзд