

УДК 523.945

Активные области в корональных дырах

Н.Н. Степанян, В.М. Малащук

НИИ “Крымская астрофизическая обсерватория”, 98409, Украина, Крым, Научный
e-mail: nataly@crao.crimea.ua

Поступила в редакцию 30 января 2007 г.

Аннотация. Рассмотрено несколько случаев возникновения и развития активных областей (АО) в корональных дырах (КД). Были использованы наблюдения в линии HeI λ 10830Å, проводимые на телескопе БСТ-2 НИИ “КрАО” и наблюдения SOHO в линии FeXI λ 195Å.

Общей для всех рассмотренных случаев рождения АО в КД является устойчивость границ КД при развитии АО. Границы КД не меняются до их исчезновения в момент соприкосновения АО с границей КД. После распада АО, во многих случаях КД восстанавливается почти в прежнем виде. Такой результат получен для хромосферных и корональных слоев атмосферы Солнца.

Это свидетельствует о том, что структура магнитного поля вблизи границ КД является очень устойчивой, и она препятствует взаимодействию нового магнитного потока с магнитными полями вне КД. О характере распространения нового магнитного потока в верхние слои атмосферы Солнца по нашим данным, к сожалению, нельзя сделать уверенных выводов. Можно говорить лишь о сложности путей выноса нового магнитного потока в верхние слои атмосферы Солнца и его рассеяния там.

ACTIVE REGIONS IN CORONAL HOLES, *by N. Stepanian and V. Malashchuk.* Some cases of occurrence and development of active regions (AR) in coronal holes (CH) are considered. The observations carried out with the telescope TST-2 in the HeI λ 10830Å line and SOHO in the FeXI λ 195Å line, were used.

General conclusion for all the considered AR born in CH is the stability of CH borders in the development of AR. The CH borders do not vary until their disappearance at the time of contact of AR and CH borders. After AR disintegration many CHs restore almost completely. Such a result is obtained for chromospheric and coronal layers of the solar atmosphere.

It testifies that the structure of the magnetic field near CH borders is very stable, and it prevents from the interaction of a new magnetic flux with magnetic fields outside CH. Unfortunately, it is impossible to make the reliable conclusions from our data as for the character of propagation of a new magnetic flux in the top layers of the solar atmosphere. It is possible to speak only about the complexity of transfer ways of a new magnetic flux into the top layers of the atmosphere and its scattering there.

Ключевые слова: Солнце, корона, корональные дыры, активные области

В последнее время проблема связи активных областей (АО) с корональными дырами (КД) вызывает все больший интерес исследователей. Рассматриваются разные аспекты этой проблемы: КД как последний этап развития АО (Бумба), исчезновение КД в связи с развитием АО и появлением вспышки вблизи КД, эволюция АО, возникшей в КД (Маланушенко, Степанян, 2001; Бугаенко, Гречнев, Житник и др., 2004).

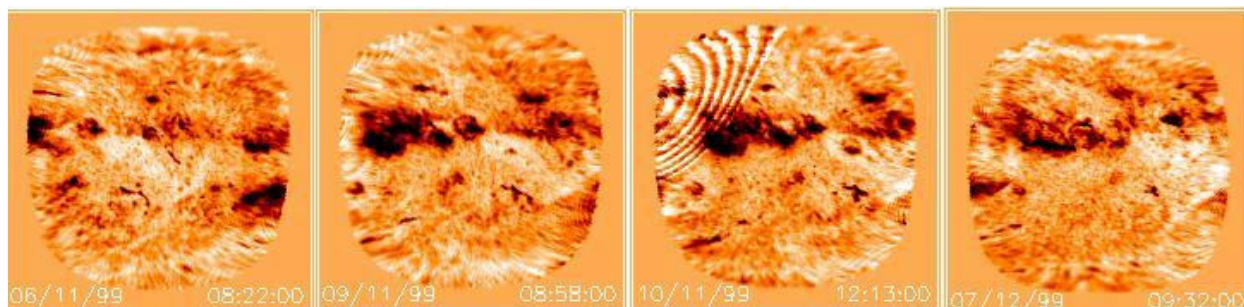


Рис. 1. Последовательность изображений области КД в линии HeI 10830 Å в гелиографических координатах за все дни наблюдений

В настоящей работе мы рассмотрим последнюю из названных проблем.

Рождение активных областей в корональных дырах и их развитие до биполярной группы средних размеров – не очень частое явление.

Напомним два случая, описанные в наших прежних работах (Маланушенко, Степанян, 2001; Бугаенко, Гречнев, Житник и др., 2004). В первой из этих работ была рассмотрена эволюция долгоживущей корональной дыры в течение девяти оборотов Солнца по изображениям Солнца в линии HeI 1083 нм, полученным на телескопе БСТ-2 НИИ “КрАО” с УСФ. Первые 7 оборотов вокруг центра КД ближе 30 градусов по L и B не было активных областей.

Мы рассмотрели изменение КД с 3 по 11 ноября 1999 г. (конец 1955-го – начало 1956-го оборотов). Результат обработки представлен на рисунке 1.

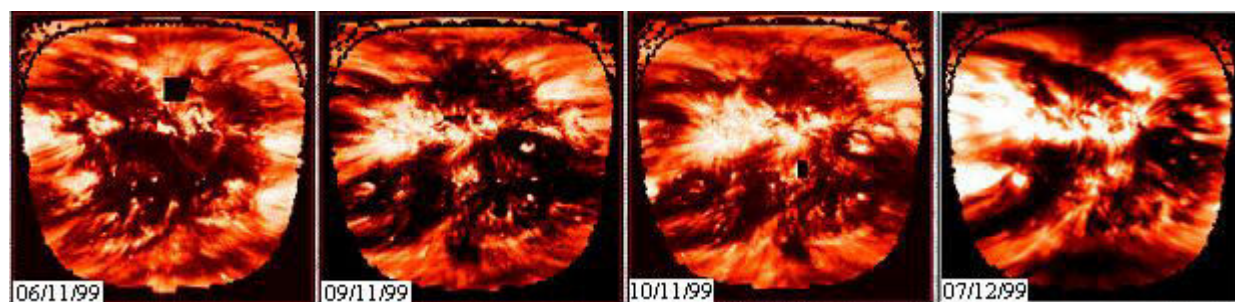


Рис. 2. Последовательность изображений области КД в линии 195 Å в гелиографических координатах за все дни наблюдений

В течение нескольких дней в КД происходил выход слабого магнитного потока ($H < 7$ Гс) в виде отдельных образований. Их общая площадь медленно увеличивалась. Затем скорости роста площади, через которую выходил новый магнитный поток, и напряженность магнитного

поля в нем резко возросли. Первоначальные границы КД практически не менялись до момента подхода к ним границы области с большим полем.

В настоящей работе мы дополнили наблюдения в линии He данными SOHO, а именно, изображениями Солнца в корональной линии 195 \AA за эти же дни (рисунок 2).

К сожалению, у нас нет наблюдений во время быстрого начального роста активной области в обеих линиях. Измерения площади АО в двух рассматриваемых линиях показывает более быстрый рост площади в АО на уровне хромосферы (в линии HeI 10830 \AA) по сравнению с корональным уровнем.

Границы КД на уровне короны оставались неизменными, как и в хромосфере, до подхода к ним границы АО. В следующем обороте Солнца на месте рассматриваемых событий мы опять наблюдаем корональную дыру без признаков АО (рисунок 3).

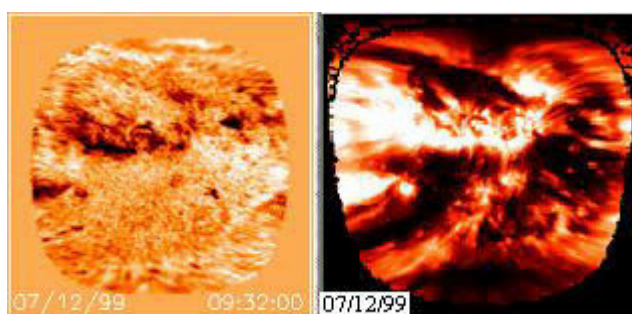


Рис. 3. Изображения Солнца в линиях 10830 \AA и 195 \AA 7 декабря 1999 г., в следующем после наблюдения АО обороте.

Другой пример касается существования небольшой АО в центре КД, наблюдавшейся с 3 по 7.02.02 в нескольких спектральных линиях, относящихся к верхней хромосфере и короне [2]. На уровне HeI 10830 \AA и в линии 304 \AA АО существовала все дни. Изображения солнечных деталей в этих линиях практически всегда совпадают, или очень близки. По наблюдениям в корональных линиях 171 , 195 и 284 \AA 3.02 и в первой половине 4.02 активной области в КД не было. Только 4.02 в 14 часов АО появилась в корональных линиях.

На рисунке 4. даны изображения Солнца в линиях HeI 10830 \AA и 195 \AA утром 4.02.02 .

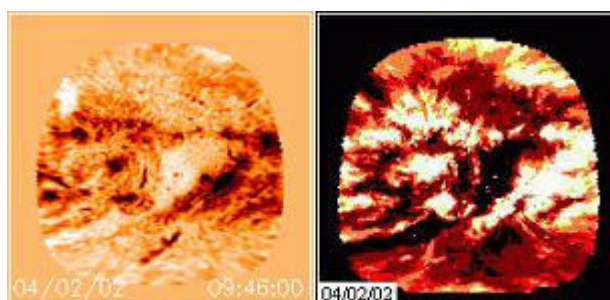


Рис. 4. Изображения Солнца в линиях HeI 10830 \AA и 195 \AA утром 4.02.02 .

На рисунке 5 приведены графики изменения со временем яркости трех узлов этой АО на разных уровнях атмосферы Солнца. В других узлах яркость менялась несколько иначе. Во всех узлах активной области на уровне короны интенсивность начинала увеличиваться позже, чем на уровне хромосферы, и уменьшаться раньше.

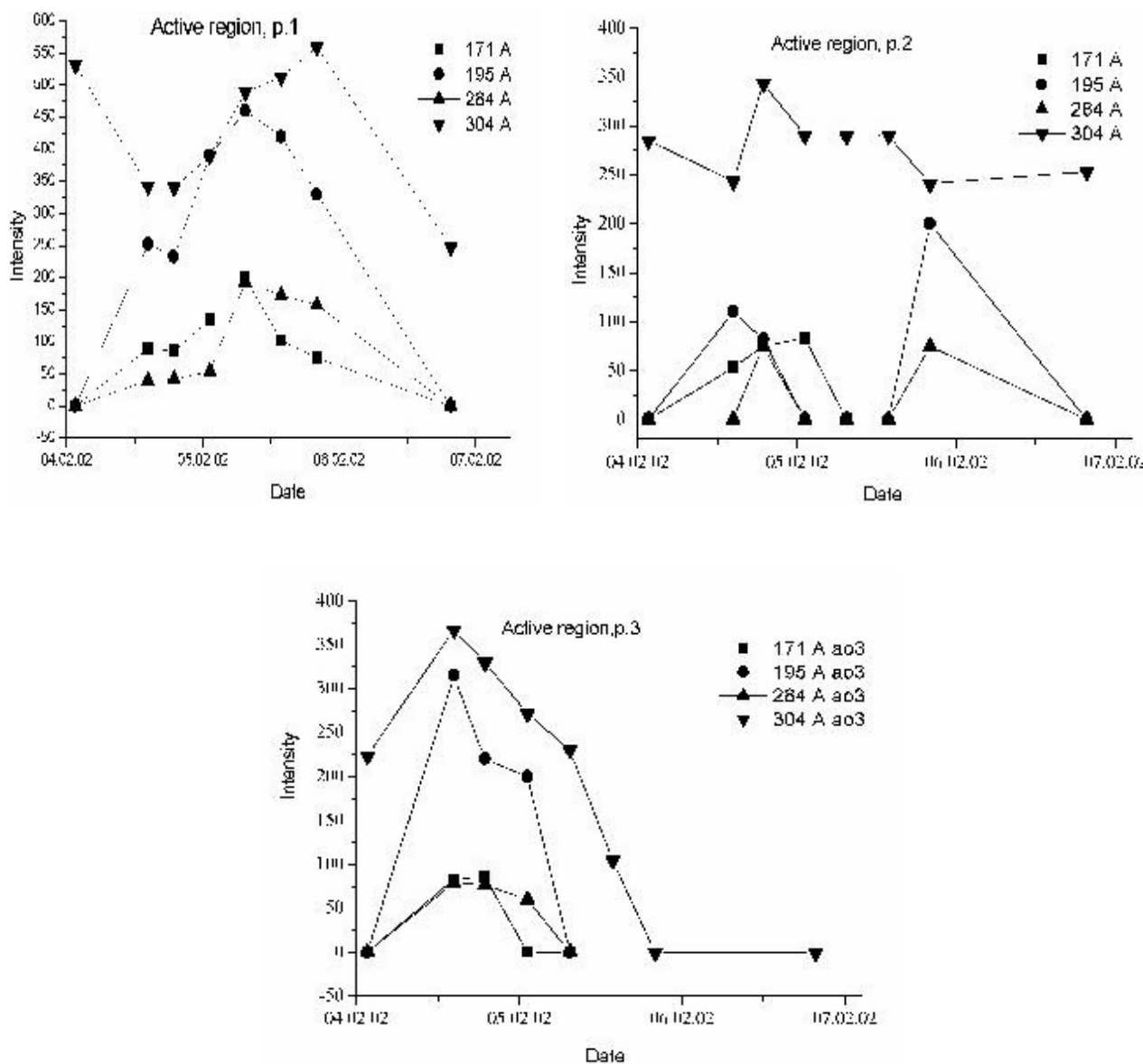


Рис. 5. Графики изменения со временем яркости трех узлов АО утром 4.02.02

Следует заметить, что на уровне фотосферы пятен в этой активной области не было. Как и в предыдущем случае, границы КД на уровне хромосферы и короны не претерпевали существенных изменений.

Перейдем к новому материалу. Рассмотрим развитие активной области на границе КД, наблюдавшейся с 27 апреля по 5 мая 2002 года. Последовательность изображений этой КД в

гелиографических координатах приведена на рисунке 6, по нашим наблюдениям в линии HeI (верхний ряд) и в линии 195 Å по наблюдениям SOHO (нижний ряд).

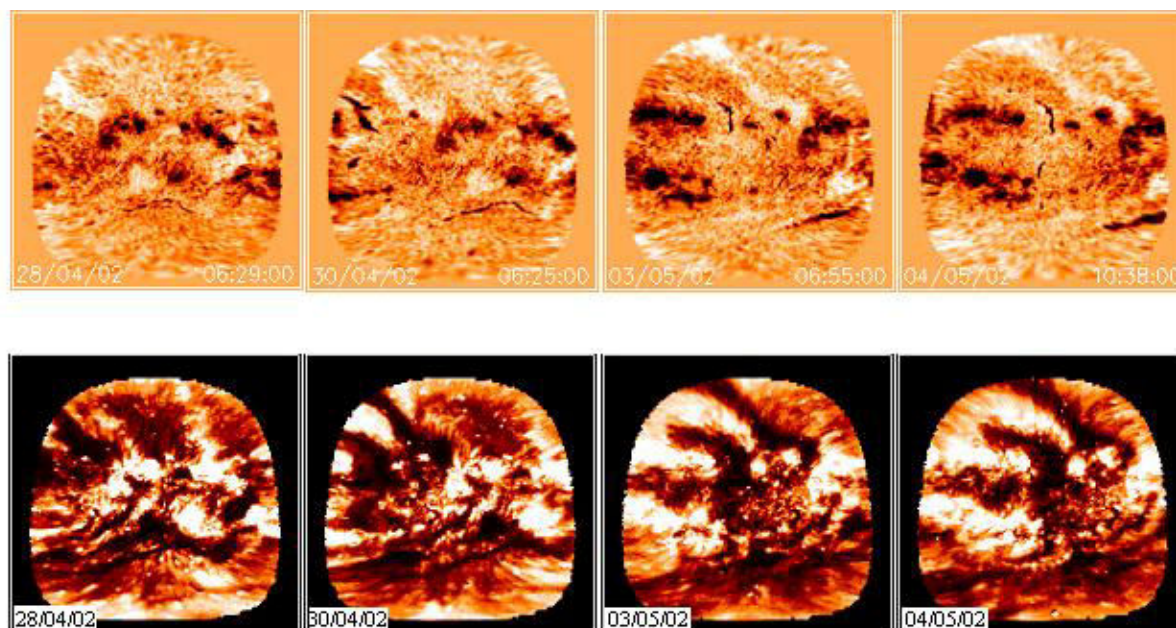


Рис. 6. Развитие АО на границе КД

27 и 28 апреля на южной границе КД наблюдалась небольшая спокойная АО. 29 апреля началось ее бурное развитие. К сожалению, опять пропущен начальный момент увеличения магнитного потока. Со временем АО занимала все большую площадь КД, распространяясь к ее северной границе. При этом сама граница до самого подхода к ней АО не менялась. В следующем обороте на этом месте видна только КД без АО (рисунок 7).

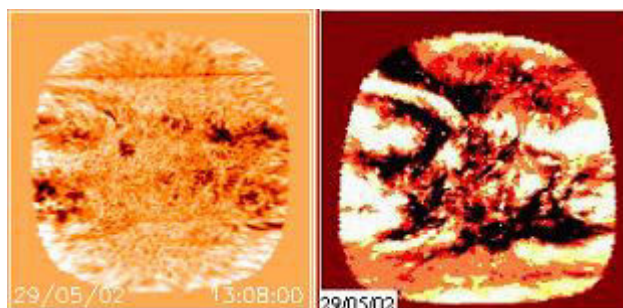


Рис. 7. Изображения Солнца в линиях 10830 Å и 195 Å 29 мая 2002 г., в следующем после наблюдения АО обороте, КД без АО

Выводы

Общим для всех рассмотренных случаев рождения АО в КД является устойчивость границ КД при развитии АО. Границы КД не меняются до их исчезновения в момент соприкосновения АО

с границей КД. Во многих случаях после распада АО корональная дыра восстанавливается в почти прежнем виде. Такой результат получен для хромосферных и корональных слоев атмосферы Солнца.

Это свидетельствует о том, что структура магнитного поля вблизи границ КД является очень устойчивой, и она препятствует взаимодействию нового магнитного потока с магнитными полями вне КД. Подтверждением этого вывода могут служить частые случаи, когда на изображениях Солнца в линии гелия активная область окружена светлой каймой. По-видимому, мы наблюдаем вышедший магнитный поток в КД, который еще не дошел до границы КД. Два таких случая показаны на рисунке 8.



Рис. 8. 01.03.2000 г. в линии $\text{HeI } 10830 \text{ \AA}$ активная область окружена светлой каймой

Очень четко видны остатки КД вокруг заходящей большой АО (на рисунке справа). Вышедшая из-за юго-восточного лимба небольшая АО также окружена эмиссией КД, но не такой четкой, как в предыдущем случае.

О характере распространения нового магнитного потока в верхние слои атмосферы Солнца по нашим данным, к сожалению, нельзя сделать уверенных выводов. Мы имеем более или менее подробные наблюдения на нескольких уровнях в хромосфере и короне всего в течение полутора дней. Даже на этом ограниченном материале видна неоднозначная картина. В некоторых случаях повышение яркости на верхних уровнях запаздывает по сравнению с более низкими уровнями. Угасание же на верхних уровнях происходит раньше, чем на нижних. В других случаях, при неизменной яркости АО на нижнем уровне, возникают отдельные поярчания на верхних уровнях (рисунок 5).

Можно говорить лишь о сложности путей выноса нового магнитного потока в верхние слои атмосферы Солнца и его рассеяния там.

Литература

- Bumba V., Klvana M., Garcia A. // Изв. Крымск. Астрофиз. Обсерв. 2005. Т. 103.
Маланушенко Е.В., Степанян Н.Н. // Изв. Крымск. Астрофиз. Обсерв. 2001. Т. 97. С. 69.
Буганко О.И., Гречнев В.В., Житник И.А. и др. // Изв. Крымск. Астрофиз. Обсерв. 2004. Т. 100. С. 136.