О механизме генерации продольных токов и Западного электроджета при суббуре.

И.М. Подгорный[1], **А.И. Подгорный**[2]

[1] Институт астрономии РАН, ул Пятницкая 48, Москва, 109017, podgorny@inasan.rssi.ru
[2] Физический институт им. Лебедева РАН, Ленинский проспект 53. Москва, 117924, podgorny@fiand.msk.su

Последние годы вновь обострились дискуссии о связи пересоединеия в хвосте вблизи Земли (near Earth reconnection) с генерацией продольных токов при суббуре (Lui, Baumjohann, Rostoker, 2000). Синхронные измерения на системе космических аппаратов (Ohtani et al., 1999) показали, что диполеризация магнитного поля Земли происходит из-за пересоединения в геомагнитном хвосте на расстоянии меньшем $30R_E$. Главным обсуждаемым вопросом является механизм генерации продольных токов и способ их замыкания в ионосфере. Долгое время особой популярностью пользуется модель "токового клина", которая объясняет диполеризацию магнитного поля Земли при магнитной буре появлением противоположно направленных продольных токов на Востоке и Западе от полуночного меридиана и их замыканием в Западным электроджете. Возникновение такой токовой цепи должно "перебросить" часть Однако, этот механизм диполеризации игнорирует важный наблюдательный факт. Слой продольного тока, вытянутый вдоль полярного овала, никогда не бывает одним. Параллельно ему на расстоянии меньшем 100 км всегда располагается слой продольного тока противоположного направления. Модель клина не объясняет также инжекцию плазмы в магнитосферу с образованием кольцевого тока (D_{St} индекс).

Необходимо подчеркнуть, что протекание процесса пересоединения означает диссипацию магнитной энергии, запасенной в хвосте, и ее переход в тепло и/или кинетическую энергию потока плазмы в токовом слое. При ускорении плазмы слоя силой магнитного натяжения линии поля сокращаются и ускоряют плазму вдоль слоя. Т. о. для объяснения диполеризации при пересоединении нет необходимости привлекать какой-либо дополнительный механизм, в частности модель токового клина.

Измерения вектора электрического поля (Podgorny, Podgormy, Minami., 1997; Podgorny at al., 1988) между слоями продольных токов показали, что токи эти генерируются в хвосте электрическим полем, направленным к Земле, а замыкаются токами Педерсена в ионосфере. При этом Западный электроджет является током Холла. Он расположен между двумя слоями противоположно направленных продольных токов. Сила тока в нем определяется проинтегрированной по высоте проводимостью Холла.

Электрическое поле, направленное вдоль хвоста, является полем Холла $\mathbf{j} \times \mathbf{B}/nec$. Имеется хорошее согласие между измеренным электрическим полем между слоями противоположно направленных продольных токов и электрическим полем Холла в хвосте, оцененном для параметров токового слоя. Схема распределения электрических и магнитных полей в магнитосфере при суббуре показана на рис. 1. Жирными линиями представлены линии токов.

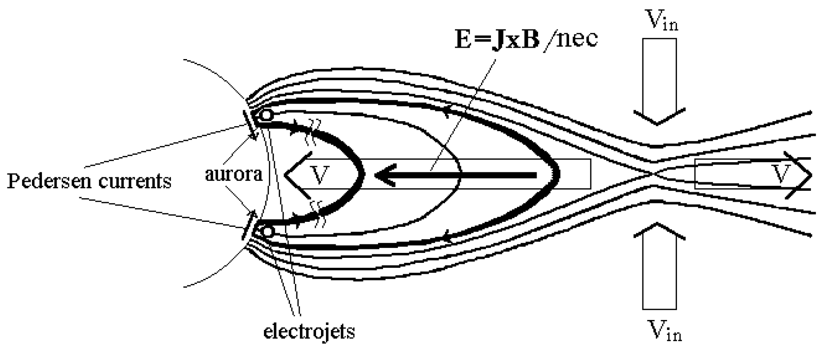

Рис.1. Распределение полей и токов в геомагнитном хвосте при суббуре.

Быстрое пересоединение на расстоянии $20-25R_E$ приводит к генерации продольных токов, в разрывах потенциала которых происходит ускорение электронов, вызывающих полярные сияния. Весь этот комплекс процессов наблюдался в синхронных измерениях на Советско-Болгарском аппарате ИКБ- 1300 и цепочке наземных станций ИЗМИРАН (Podgorny at al., 1988). Одновременно происходит ускорение плазмы токового слоя к Земле силами магнитного натяжения и, следовательно, к инжекции ее в магнитосферу. Т. о., создается кольцевой ток.

Следует специально подчеркнуть, что у нас нет оснований полностью исключить возможность генерации токового клина. Механизм клина качественно объясняет Восточно-Западную асимметрию направлений продольных токов, но он не может объяснить основные явления, связанные с пересоединением в хвосте, как источником энергии магнитной бури. Не объясняет он и генерацию противоположно направленных слоев продольных токов в районе полуночного меридиана. Именно здесь наблюдаются наиболее интенсивные полярные сияния при суббуре.

Литература

Lui A.T.Y., Baumjohann W., Rostoker G., 2000, EOS, 81. No. 7, 70.
Ohtani S. et al., 1999. JGR., 104A, 22713.
Podgorny A.I., Podgormy I.M., Minami S.,1997, J.Gemag. Electr., 49, 1099.
Podgorny I.M. at al.,1988, GRL, 15, 1538.