

Плазменный слой образован плазмой СВ, нагретой внутримангитосферными процессами до $\approx 5 \cdot 10^7 \text{K}$, и ускоренными ионосферными ионами. Ток, ответственный за резкое изменение направления магн. поля в долях хвоста, протекает в нейтральном токовом слое внутри плазменного слоя. Этот ток поперёк хвоста направлен с утренней стороны на вечернюю. Он обусловлен дрейфом заряженных частиц под действием центробежной силы (центробежный дрейф) и силы, связанной с градиентом магн. поля (градиентный дрейф).

Пограничные слои. Проникновение плазмы СВ внутрь М. З. может происходить через пограничные слои, располагающиеся на дневной (входной слой) и ночной (плазменная мантия и плазменный слой) сторонах М. З. Проникновение происходит вдоль пересоединившихся магн. силовых линий. Пересоединение магн. поля набегающего потока СВ (межпланетного магн. поля, ММП) и магн. поля Земли может происходить на магнитопаузе и в геомагн. хвосте в ограниченных по масштабу областях, в к-рых благодаря развитию плазменных неустойчивостей понижается электропроводность плазмы (см. *Пересоединение*). Измерения показали, что пересоединение происходит в областях с размерами $\sim 1 R_{\oplus}$ и носит импульсный (во времени) характер. Скорость течения плазмы к Земле во входном слое и в антисолнечном направлении в плазменной мантии и геом. характеристики пограничных слоев определяются характером взаимодействия СВ с М. З., к-рое зависит от взаимной ориентации магн. полей в этих двух областях. Область на дневной стороне, в к-рой происходит пересоединение, определяется знаком северо-южного компонента ММП (B_z). При сев. направлении ММП ($B_z > 0$) пересоединение происходит в плазменной мантии в области каспа (рис. 2, а). При юж. направлении ММП ($B_z < 0$) геомагн. поле и ММП пересоединяются во входном слое в области подсолнечной точки (H_1), где они антипараллельны (рис. 2, б). Пересоединившиеся геомагн. силовые линии переносятся СВ с дневной стороны М. З. на

Крупномасштабная конвекция плазмы в М. З.

Конвекция в хвосте М. З. Такое движение плазмы (магнитосферная конвекция, или дрейф плазмы поперёк геомагн. поля) обусловлено тем, что в хвосте М. З. существует крупномасштабное электрич. поле, направленное поперёк хвоста. Под действием этого электрич. поля и магн. поля хвоста плазма дрейфует от плазменной мантии к плазменному слою и из плазменного слоя по направлению к Земле. Электрич. поле поперёк хвоста обусловлено магн. пересоединением и вязким трением между СВ и М. З. Электрич. поле в хвосте при вязком трении есть результат движения плазмы в пограничном слое поперёк магн. поля и появления на внутр. границе пограничного слоя поляризац. зарядов. Перепад потенциала из-за электрич. поля, обусловленного вязким трением, равен 10—30 кВ и возрастает с увеличением скорости СВ. В процессе пересоединения через пересоединившиеся магн. силовые линии в М. З. передаётся межпланетное электрич. поле, к-рое в СВ определяется соотношением $E = -[VB]/c$. Эффективность передачи 10—30%, что приводит к появлению в М. З. разности потенциалов поперёк хвоста ~ 100 кВ. Результирующая разность потенциалов существенно зависит от направления ММП. При интенсивных $B_z > 0$ в долях геомагн. хвоста, проецирующихся на дневной сектор полярной шапки, направление электрич. поля меняется и оно становится направленным с вечера на утро.

Плазмосфера. Участвуя в крупномасштабной конвекции, плазма М. З. на больших расстояниях способна покидать М. З. через дневную магнитопаузу, при этом концентрация холодной плазмы за пределами плазмосферы резко уменьшается (по сравнению с концентрацией плазмы в плазмосфере, в к-рую конвекция не проникает). Плазмосферой наз. область с повыш. концентрацией (n) плазмы ионосферного происхождения ($n \sim 10^3 \text{ см}^{-3}$) и тепловой энергией $\sim 1,0$ эВ. Внеш. граница плазмосферы, образованная силовыми линиями геомагн. поля, на к-рых концентрация плазмы резко падает до $0,1-1,0 \text{ см}^{-3}$, наз. плазмопаузой. Геоцентрич. расстояние плазмопаузы $\sim 4R_{\oplus}$ и

меняется в зависимости от местного времени и интенсивности магнитосферных возмущений (см. ниже). Образование плазмосферы обусловлено суточным вращением Земли вместе с геомагн. полем, увлекающим за собой плазму М. З. вплоть до высот $3 \cdot 10^4$ км. На высоких геомагн. широтах силовые линии магн. поля практически перпендикулярны ионосфере. Вдоль этих линий из ионосферы в М. З. движется поток плазмы, наз. полярным ветром. Полярный ветер переносит нагретую плазму в удалённые области хвоста М. З., пополняя М. З. ионами из верх. атмосферы.

Крупномасштабные продольные токи

Возникающее в пограничных областях М. З. электрич. поле, обусловленное пересоединением и вязким трением, приводит к появлению продольных электрич. токов, текущих вдоль магн. силовых линий. Эти токи замыкаются через высокопроводящую ионосферу, втекающая в неё на утренней стороне и вытекающая на вечерней. Ионосфера в этой цепи является нагрузкой. Т. о., в М. З. действует МГД-генератор, преобразующий кинетич. энергию плазмы СВ в энергию магнитосферно-ионосферных токов, к-рая затем диссипирует внутри ионосферы (энергетич. характеристики М. З. приведены в табл. 2). С усилением возмущённости М. З. интенсивность продольных токов увеличивается в неск. раз. Продольные токи существуют в М. З. постоянно. Область их втекания и вытекания образует практически непрерывную полосу вдоль аврального овала, являющегося проекцией плазменного слоя и каспа вдоль геомагн. силовых линий на высоту 100—200 км над поверхностью Земли. К экватору от этой полосы существуют продольные токи противоположного нап-

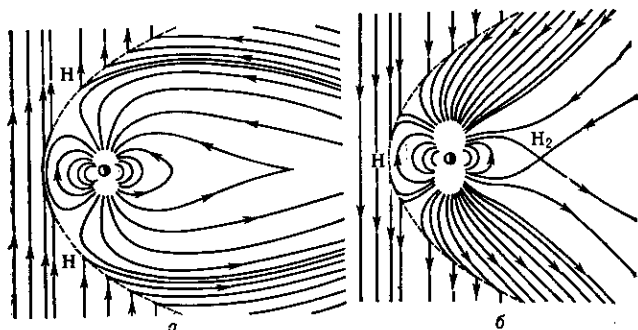


Рис. 2. Структура магнитного поля магнитосферы Земли (меридиональный разрез) при северном (а) и южном (б) направлении межпланетного магнитного поля (север вверху). Буквами H_1 , H_2 , H отмечены области вблизи нейтральных точек магнитного поля.

ночную, образуя геомагн. хвост. Следует отметить, что перенос геомагн. силовых линий с дневной стороны М. З. на ночную происходит также и в результате вязкого трения при обтекании М. З. потоком плазмы СВ. Эффективность переноса магн. потока под действием аномальной вязкости между М. З. и межпланетной плазмой в среднем сравнима с эффектом переноса за счёт пересоединения. На ночной стороне в области H_2 происходит новое пересоединение, в результате к-рого восстанавливается первонач. конфигурация магн. поля СВ. Из области H_2 пересоединившиеся геомагн. силовые линии вместе с плазмой переносятся к Земле, восстанавливая магн. поток на её дневной стороне.