Состояние магнитосферы при воздействии солнечного ветра с экстремальными параметрами

С.Н. Кузнецов, Б.Ю. Юшков

Научно-исследовательский институт ядерной физики им. Д.В.Скобельцына Московского государственного университета им М.В.Ломоносова, Москва

Средние значения параметров солнечного ветра (СВ) характеризуются следующими величинами [1]: N - плотность СВ ~ 6 см$^{-3}$, V - скорость СВ ~ 400 км/с, что соответствует динамическому давлению СВ $P_d \sim 2$ нПа. Величина межпланетного магнитного поля (ММП) $B \sim 10$ нТ, $B_z \sim 0$ нТ. Этим параметрам СВ соответствуют следующие характеристики магнитосферы: индекс геомагнитной возмущенности $K_p \leq 2$, D_{st}-вариация ~ 0, расстояние до подсолнечной точки магнитопаузы (в радиусах Земли R_E) $R_{ss} \sim 10 \div 11 R_E$. Мы проанализировали параметры солнечного ветра за 1968-1999 гг. для условий, когда динамическое давление СВ было в десять раз больше или меньше средней величины. Практически мы рассматривали события с $P_d < 0.23$ нПа и $P_d \geq 16$ нПа при $B_z \geq 0$. Это соответствовало $R_{ss} > 16 R_E$ или $R_{ss} < 6.6 R_E$ [2]. При $B_z < 0$ R_{ss} должно уменьшаться.

Было обнаружено, что минимальные значения давления СВ наблюдались чаще всего до 1981 г. на фазе нарастания числа солнечных пятен. С 1982 по 1998 гг. пониженные значения давления СВ не наблюдались. Анализ данных о характеристиках СВ в 1979-1982 гг. показывает, что, вероятно, возрос темновой (фоновый) ток детектора плазмы ИСЗ "IMP-8", среднечасовые данные которого мы использовали.

Время регистрации малых значений давления составляло 147 часов , что соответствовало 41 индивидуальному событию. Более половины событий (23) имели длительность 1 час, 13 событий длились ≥ 5 часов. По- видимому, период 19892-1989 гг. мог удвоить статистику. События с малым давлением в основном обусловлены уменьшением плотности СВ и слабо связаны с изменением скорости СВ. Практически для всех случаев с $P_d < 0.18$ нПа ММП наблюдается на уровне 10 нТ, при этом $B_z = \pm$ 5нТ.

К интересным выводам приводит анализ β - отношения плотности кинетической энергии СВ к плотности энергии ММП. Для $P_d < 0.1$ нПа $\beta < 1$. В этом случае СВ становится доальвеновским, т.к. $\beta = M^2 = \left(\frac{V}{V_a}\right)^2$. Таким образом, при $P_d < 0.1$ нПа оценка расстояния R_{ss} становится завышенной, т.к. она делалась без учета давления ММП. Магнитосфера должна становиться замкнутой, а подкаспова область должна смещаться к полюсу. Магнитные возмущения при этом затухают.

Максимальные значения давления СВ или умеренные значения при $B_z < 0$, которым соответствует $R_{ss} < 6.6 R_E$, наблюдались в максимуме солнечной активности и на фазе ее спада. Указанные условия наблюдались в течение 842 часов, относящихся к 357 событиям. Около половины событий имеют длительность 1 час. Распределение событий по длительности имеет экпоненциальный характер с $\tau_0 \simeq 2$ ч. Свыше половины всех случаев наблюдались во время магнитных бурь. Для этих случаев повышение давления связано с увеличением как N,так и V. Магнитное поле также увеличено. β увеличивается в среднем в 10-100 раз, солнечный ветер - сверхальвеновский.

Приводятся примеры наиболее ярких длительных случаев для малых и больших значений R_{ss}.

Литература

1. С.Н.Кузнецов, Б.Ю.Юшков, 2000, Phys. Chem. Earth (C), **25**, 125. 2. А.В.Дмитриев, А.В.Суворова, И.С.Веселовский, 2000, Phys. Chem. Earth (C), **25**, 165.