

Условия существования быстрых магнитных облаков солнечного ветра сопровождаемых ударными волнами

Н.А.Бархатов¹, Е.А.Ревунова², А.Б.Виноградов¹

¹*Нижегородский государственный педагогический университет им. К. Минина*

²*Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет*

Известно, что магнитные облака солнечного ветра часто сопровождаются ударными волнами и, следующими за ними, турбулентными оболочками. Такие структуры являются наиболее геоэффективными событиями и поэтому представляет интерес изучение условий существования таких магнитных облаков.

В настоящей работе для определения условий, при которых перед магнитными облаками возникают ударные волны, рассмотрено 75 магнитных облаков, зарегистрированных в околоземном космическом пространстве с 1973 по 2012 гг. (OMNI, http://cdaweb.gsfc.nasa.gov/istp_public/) [1, 2]. Статистический анализ динамики параметров солнечного ветра перед магнитными облаками показал, что из всех рассматриваемых событий 30 не имели ударных волн, а 45 ими сопровождались. Исследование выполнено путем сопоставления скоростей альвеновских и звуковых волн в солнечном ветре со скоростями магнитных облаков относительно ($V_{отн}$) солнечного ветра. Относительная скорость магнитных облаков вычислялась как разница скоростей тела облака и среднего значения скорости солнечного ветра перед облаком (для облаков без ударных волн) или перед ударной волной (для облаков с ударными волнами). Из полученных соотношений следует, что для магнитных облаков без ударных волн $V_{отн}$ ниже скоростей звуковых и альвеновских волн, в то время как для облаков с ударными волнами наблюдается превышение относительной скорости облаков над ними. При этом скорость облаков с ударными волнами относительно потока солнечного ветра, как правило, выше 50 км/с.

Важным обстоятельством, влияющим на относительную скорость медленных облаков, в некоторых случаях, является высокое значение альвеновских скоростей в солнечном ветре, окружающем облака. Это может быть объяснено при рассмотрении причин расширения облака и вызванного им ускорения облаков. Расширение плазменного образования не происходит при выполнении условия равенства на его границе сумм газокINETического и магнитного давлений. Нарушение этого равенства ведет к смещению границ плазменного образования. Для рассмотрения причин расширения облака и его ускорения были изучены изменения суммарного газокINETического и магнитного давлений, а также изменения газокINETического и магнитного давления по отдельности на границе солнечный ветер – магнитное облако. Для магнитных облаков без ударных волн установлено равновесие суммарного газокINETического и магнитного давления на рассматриваемой границе, а для облаков с ударными волнами – значительное превышение суммарного давления в теле облака. Данное обстоятельство свидетельствует о том, что границы облаков с ударными волнами расширяются и его ведущая граница приобретает дополнительную скорость. Анализом соотношений газокINETического и магнитного давления в солнечном ветре и в теле облака показано, что основной вклад в ускорение ведущей части облака дает магнитное давление. ГазокINETическое давление в солнечном ветре и в теле облака оказывается на порядок ниже магнитного и не участвует в изменении скорости ведущей границы облака.