

ЭФФЕКТ ОБРАТНОГО ТОКА В СОВРЕМЕННЫХ МОДЕЛЯХ СОЛНЕЧНЫХ ВСПЫШЕК: ТЕОРИЯ И ВЫСОКОТОЧНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ

П.А. Грицык, Б.В. Сомов

С целью объяснить результаты современных наблюдений солнечных вспышек на спутниках GOES, Hinode, RHESSI и TRACE мы предлагаем аккуратную аналитическую модель источника жесткого рентгеновского излучения вспышки в виде “толстой мишени” с обратным током. Одномерная в обычном пространстве, но двумерная в пространстве скоростей модель самосогласованным образом учитывает, что под действием электрического поля обратного тока электроны пучка практически без столкновений теряют кинетическую энергию движения вдоль магнитного поля. При этом часть электронов возвращается обратно из источника излучения в область ускорения, не теряя кинетическую энергию поперечного движения. Исходя из наблюдаемого спектра тормозного жесткого рентгеновского излучения, модель позволяет восстановить спектр инжекции ускоренных электронов с высокой точностью. В качестве примера рассмотрена белая вспышка 6 декабря 2006 г., которая наблюдалась с высоким пространственным разрешением в оптическом диапазоне на момент главного максимума жесткого рентгеновского излучения. В рамках нашей модели показано, что для объяснения спектра жесткого рентгеновского излучения плотность потока энергии, переносимой электронами с энергиями выше 18 кэВ, составляла $\sim 3 \times 10^{13}$ эрг $\text{см}^{-2} \text{с}^{-1}$. Это на два порядка величины превышает привычные значения, характерные для классической модели толстой мишени без обратного тока. Плотность электронов в пучке тоже чрезвычайно высока: $\sim 10^{11} \text{ см}^{-3}$. При расчете физических параметров вспышки необходимо более аккуратное рассмотрение плазменных процессов в столь плотных электронных пучках.