Stars-2025-Activity004

Новый взгляд на природу солнечных и звездных вспышек

Соловьев А. Александр[1]

[1] Main (Pulkovo) Astronomical Observatory of the Russian Academy of Sciences

solov.a.a@mail.ru

Солнечные вспышки - наиболее мощное проявление солнечной активности с энергетикой до 10 в 32 степени эрг. Энергия звездных вспышек (на красных карликах) выше на 2-3 порядка. Обычно вспышечное энерговыделение связывают с пересоединением магнитных силовых линий в токовых слоях, но эти модели сталкиваются с трудностями, из-за крайней неустойчивости токовых слоев.

Мы развиваем жгутовые модели вспышек [1], вызванные параметрической катастрофой, возникающей при выходе вершины скрученной магнитной петли (жгута) в корону. Резкое падение внешнего давления ведет к тому, что продольное магнитное поле бессилового жгута стремится к нулю на магнитной поверхности, где ток меняет знак, при этом плотность азимутального тока и бессиловой параметр неограниченно растут вблизи этой поверхности, приближаясь к разрыву. Токовая скорость электронов здесь неизбежно превысит скорость ионного звука и возникнет плазменная неустойчивость. Рассеяние электронов на ионно-звуковых плазмонах резко (на 7 порядков) понизит проводимость плазмы и вызовет быструю, вспышечную диссипацию магнитной энергии жгута, т.е. уменьшение амплитуды поля и токов и, соответственно, расширение сечения жгута. Так будет сформирован первый пик излучения вспышки. При этом вращающий момент (torque), приложенный к каждому сечению скрученного жгута, окажется сильно ослаблен в области энерговыделения. В равновесии torque должен быть одинаков вдоль всей длины петли, поэтому возникнет перенос потока азимутального поля альвеновскими волнами из ног петли к её вершине. Выравнивание torque вдоль оси жгута возвратит жгут в первоначальное состояние, после чего формируется второй пик вспышечного излучения, и процесс повторяется до тех пор, пока не истощится запас связанной с токами свободной магнитной энергии во всей петле (!). Колебания радиуса сечения жгута, сопровождающие пики излучения, представляют собою специфический тип колебаний системы с переменной во времени жесткостью: в них сильно меняется напряженность магнитного поля, обеспечивающая возвращающую силу. Расчет таких колебаний дает не только качественное, но и количественное согласие теоретической модели с наблюдательными данными. Согласно жгутовым моделям, большая мощность звездных вспышек обусловлена двумя причинами: большей длиной скрученных магнитных петель на звездах и большей степенью их скрученности.

[1] А.А. Соловьев , Астрон. Ж. 101 (2025) №7.