Эффект переключения потока энергии в динамике пинчевых процессов

А.В. Гордеев

НИЦ «Курчатовский институт», Москва, Россия, gordeev@dap.kiae.ru

Пинчевое сжатие плазменных структур завершается стадией стагнации, на которой происходит формирование на оси токовой структуры с дрейфом электронов в скрещённых электрическом и магнитном полях в рамках следующих уравнений [1]

,,,(1)

Такой токовый филамент при учёте завихренности является аналогом магнитной самоизоляции электронов в отсутствие внутреннего проводящего электрода. В процессе сжатия пинча происходит переключение радиального потока энергии  в продольный поток , что приводит к рождению филамента ввиду условия , где - падение напряжения на пинчевом зазоре [2]. При этом катод расположен на осевой линии, где протекают энергичные электроны, а роль анода выполняет окружающая филамент плазма. В результате перестройки структуры тока эффективное сопротивление пинча оказывается равным

 , (2)

где  - омическое сопротивление, что обеспечивает появление излучения в сотни тераватт [3]. Аналогичные процессы могут быть ответственны за формирование лидера молнии, если однажды созданная плазменная среда в канале молнии возобновляет себя вследствие фотоионизации, когда возникший на предыдущем шаге в результате пинчевания плазмы релятивистский токовый филамент создаёт импульс излучения при рассеянии электронов на области раздела между последовательными шагами лидера. Причиной ускорения электронов в токовом филаменте является продольное электрическое поле в канале лидера молнии, что описывается уравнением

 ,, ,, (3)

 где продольное электрическое поле,  плотность атмосферы, суммарное сечение рассеяния для электронов. При этом периодическое разрушение магнитного «каркаса» филамента приводит к появлению отдельных шагов лидера молнии размером порядка  см, что находится в качественном согласии с [4].

Литература

1. Рудаков Л.И., Бабыкин М.В., Гордеев А.В. и др. Генерация и фокусировка сильноточных релятивистских электронных пучков. Под редакцией Рудакова Л.И. М.: Энергоатомиздат, 1990.
2. Гордеев А.В., Лосева Т.В.//Физика плазмы, 2009, т. 35, N 2, с.141.
3. Cuneo M.E., Waisman E.M.,Lebedev S.V. et al.// Phys. Rev.E, 2005, v.71, p. 046406.
4. Rakov V.A., Mallick S., and Dwyer J.R.// In: Thunderstorms and Elementary Particle Acceleration, Moscow, 9-11 July, 2012. Book of Abstracts, p. 37.