ВОЗМОЖНЫЙ ОТКЛИК ПЛАЗМЫ ПРИ БЫСТРОМ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОМ ИЗМЕНЕНИИ ФУНКЦИИ ЭНЕРГОВЛОЖЕНИЯ (“Polarity inversion”- феномен? [1])

И.С. Данилкин

Институт общей физики им. А. М. Прохорова РАН, Москва, Россия

Рассмотрим для наглядности, упрощенный баланс тепла  электронной компоненты плазмы в виде обычного уравнения параболического типа с постоянным коэффициентом теплопроводности  по всему сечению шнура *r<a*. В этом случае [2], решение  заведомо может быть получено методом разделения переменных и представлено в виде разложения по собственным функциям, которое, например для цилиндрической геометрии (могущей служить пределом тороидального случая при больших аспектных отношениях тора), имеет вид

  (2),

где -функция Бесселя первого рода нулевого порядка, - n-й нуль функции Бесселя. Таким образом, представляет профиль, определяемый функцией Бесселя нулевого поряд­ка в пределах от оси до граничного радиуса, заданного первым нулем функции Бесселя, а в тех же пределах по радиусу положительно лишь в пределах от оси до , а на остальной части - отрицательно, т.е. сумма +  хорошо моделируется охлаждением периферической части шнура. При этом отношение характерных времен составляет

  (4),

что довольно близко к наблюдаемому в экспериментах на токамаке Т-10 (с относительно большим аспектным отношением тора [3]). Таким образом, согласно (4), если охлаждение периферии шнура происходит за времена , то возникающая при этом мода  должна дать всплеск температуры электронов в центре сечении шнура без каких либо аномалий теплопроводности [1,4] за счет небольшой перестройки профиля . Интересно отметить, что результат (4) не зависит от характеристик теплопроводности и определен лишь геометрией.

Таким образом, в рассматриваемых (упрощенных) условиях при резких пространственно-временных изменениях функции энерговложения от воздействия быстрого охлаждения периферии плазменного шнура, возможна реакция распределения тепла в плазме в виде положительного всплеска электронной температуры в центре сечения шнура, т.е. возможно проявление феномена типа polarity inversion (см.[1] и обширную библиографию по данной тематике в этой работе Однa из уже имеющихся гипотез [4] - это эффект нелокального теплопереноса, резкое падения теплопроводности в центральной зоне при быстром охлаждении периферии. ). Из приведенного выше очевидно, однако, что возможно и другое объяснение, без привлечения нелокального теплопереноса, но требующее аккуратного решения задачи Штурма-Лиувилля соответствующей реальным условиям.

Литература

1. V.D. Pustovitov, Plasma Phys. Control Fusion, (2012) 124036(8pp)
2. А.Н. Тихонов, А.А. Самарский, «Уравнения математической физики», Изд. «Наука», Главная Редакция Физико-математической литературы, М.,1977. С.464
3. K.A. Razumova, V.F. Andreev, L.G. Eliseev, et al., Nucl. Fusion.v.51 (2011) 083024 (9pp)
4. Hogewweij G M D et al. Plasma Phys. Control Fusion, (2000) **42**, 1137