

NON-EQUILIBRIUM IGNITION CRITERION FOR p - ^{11}B ADVANCED FUEL IN MAGNETIZED TARGET FUSION

E. Ghorbanpour, A. Ghasemizad, S. Khoshbinfar

University of Guilan, Rasht, Iran

This paper investigates an analytical illustration of ignition conditions for the aneutronic reaction of proton–boron plasma in the presence of the magnetic field for fusion. In particular, the criterion for this plasma target is derived through two-temperature Lindl–Widner diagrams. Since the heating and cooling terms in the energy balance equation are affected by inequality between ions and electrons temperature combined with the impact of the magnetic field, the reduction of energy loss as well as the areal density parameter will increase the fusion rate. It will also relax the requirements of ignition conditions. Therefore, numerical derivations of ignition conditions at stagnation are performed involving the energy balance equation. The additional parameter applied other than electron and ion temperature as well as areal density is the magnetic field dependent B/ρ . It is shown that as B/ρ develops the required areal density decreases. For ions temperature of $T_i < 1000$ keV and electrons temperature of $T_e < 110$ keV, the equation has real solutions for the areal density of $\rho R < 6$ g/cm². Furthermore, it is shown that the B/ρ parameter can be set at approximately 10^6 G · cm³/g value. It shows the magnetic field has more effect than DT case and can reduce the driver requirements significantly. A comparison of this model with DT magnetized case shows that this model of p - ^{11}B fuel is intermediate between experimental results of p - ^{11}B non-magnetized and DT magnetized in the two-temperature model.

В статье представлена аналитическая иллюстрация условий зажигания для безнейтронной реакции в плазме протон–бор в присутствии магнитного поля для синтеза. В частности, получен критерий для этой плазменной мишени, выражаемый через двухтемпературные диаграммы Линдла–Виднера. Так как нагревание и охлаждение в уравнении энергетического равновесия зависят от неравенства температур ионов и электронов, а также от магнитного поля, снижение потерь энергии и параметр плотности среды приводят к увеличению скорости слияния. Это также ослабляет требования к условиям зажигания. Численные расчеты условий зажигания при стагнации сделаны с помощью уравнения энергетического равновесия. Также в расчеты, наряду с температурой электронов и ионов и плотностью среды, введен дополнительный параметр, величина которого зависит от магнитного поля, B/ρ . Показано, что с увеличением параметра B/ρ возрастает плотность среды. Используемое для расчетов уравнение имеет решения при температуре ионов $T_i < 1000$ кэВ и температуре электронов $T_e < 110$ кэВ, если плотность среды составляет $\rho R < 6$ г/см². Также показано, что параметр B/ρ может иметь величину приблизительно 10^6 Гс · см³/г. Это означает, что магнитное поле в данном случае играет более важную роль, чем в случае дейтерий–тритиевого синтеза, и может существенно снижать требования к установке. Сравнение обсуждаемого в статье подхода со случаем намагниченной смеси дейтерий–тритий показывает, что рассматриваемая модель топлива p - ^{11}B представляет собой промежуточный вариант между существующими экспериментальными результатами для ненамагниченной смеси p - ^{11}B и намагниченной смеси дейтерий–тритий в рамках двухтемпературного подхода.

PACS: 52.55.Lf; 52.55.Pi; 28.52.Cx; 28.52.-s; 52.58.Hm

Received on June 30, 2020.