

EXPLORING STOPPING POWER MODELS FOR EFFICIENT IGNITION CONDITION IN INERTIAL CONFINEMENT FUSION DRIVEN BY FAST IGNITION METHOD

*S. Nouri*¹, *B. Khanbabaei*²

Damghan University, Damghan, Iran

Fast ignition, a pivotal concept in inertial confinement fusion, presents a departure from conventional methods by implementing a two-stage process for fuel compression and ignition. This novel approach minimizes driver requirements and enhances energy efficiency. Among the primary solutions for initiating fast ignition, the utilization of light ion beams, specifically protons, generated through the interaction of high-power lasers with convertor foils, emerges as a prominent strategy. Investigation into the transport of alpha particles produced by the deuterium–tritium fusion reaction plays a vital role in the formation of a hot spot within the fast ignition framework. The self-heating effect caused by the energy deposition of alpha particles triggers ignition in the fusion fuel. Thus, this study focuses on exploring the impact of modern stopping power models, specifically BPS and MD, on the ignition criteria and hot spot formation of pre-compressed DT fuel using a two-temperature model in a non-equilibrium state. These new models are compared and contrasted with previous ones. For this investigation, a DT equimolar fuel with a density of $300 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ and an incident proton beam featuring an average energy of 4 MeV and a Maxwellian energy distribution are employed. Our calculations demonstrate that the newer BPS and MD stopping power models slightly shift the ignition criterion towards higher ρR values. Furthermore, the thermal efficiency reduction of alpha particles in these stopping power models leads to a significant decrease in hot spot temperature when compared to older models.

Быстрое воспламенение, ключевая концепция термоядерного синтеза с инерционным удержанием, представляет собой отход от традиционных методов за счет реализации двухступенчатого процесса сжатия и воспламенения топлива. Этот новый подход сводит к минимуму требования к способу инициации реакции и повышает энергоэффективность. Среди основных решений для иницирования быстрого воспламенения важной стратегией является использование пучков легких ионов, в частности протонов, генерируемых в результате взаимодействия мощных лазеров с фольгой конвертера. Исследование переноса альфа-частиц, образующихся в результате реакции синтеза дейтерия и трития, играет жизненно важную роль в формировании горячей точки в рамках системы быстрого воспламенения. Эффект самонагрева, вызванный выделением энергии альфа-частицами, вызывает воспламенение термоядерного топлива.

¹E-mail: sahar.nouri7272@gmail.com

²E-mail: b.khanbabaei@du.ac.ir

Таким образом, данное исследование сосредоточено на изучении влияния современных моделей тормозной мощности, в частности БПС и МД, на критерии воспламенения и образования горячих точек предварительно сжатого ДТ-топлива с использованием двухтемпературной модели в неравновесном состоянии. Эти новые модели сравниваются и противопоставляются предыдущим. Для такого исследования используется эквимольное ДТ-топливо с плотностью $300 \text{ г} \cdot \text{см}^{-3}$ и падающий пучок протонов со средней энергией 4 МэВ и максвелловским распределением энергии. Наши расчеты показывают, что новые модели тормозной мощности БПС и МД незначительно смещают критерий воспламенения в сторону более высоких значений ρR . Кроме того, снижение тепловой эффективности альфа-частиц в этих моделях с тормозной мощностью приводит к значительному снижению температуры горячей точки по сравнению со старыми моделями.

PACS: 52.58.Ei; 52.38.Kd; 52.57.Kk; 28.52.—s

Received on May 22, 2023.