

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ КІНЕТИКИ ТЕРМОЯДЕРНОЇ РЕАКЦІЇ

Яременко Д.М.

Національний авіаційний університет, Київ

Науковий керівник – Жук П.Ф., д-р. фіз.-мат. наук, проф.

Метою міжнародного наукового проекту ITER є створення екологічного джерела енергії на основі термоядерної реакції. В рамках цього проекту також досліджується кінетика термоядерної реакції. В роботі [1] запропоновано таку математичну модель кінетики термоядерної реакції:

$$\begin{aligned}\frac{dn_T}{dt} &= \rho\beta \left\{ -\langle\sigma v\rangle_{DT} n_T n_D + 0.5\langle\sigma v\rangle_{DD} n_D^2 \right\}, \\ \frac{dn_D}{dt} &= \rho\beta \left\{ -\langle\sigma v\rangle_{DT} n_T n_D - 2\langle\sigma v\rangle_{DD} n_D^2 - \langle\sigma v\rangle_{DH_e} n_D n_{H_e} \right\}, \\ \frac{dn_{H_e}}{dt} &= \rho\beta \left\{ 0.5\langle\sigma v\rangle_{DD} n_D^2 - \langle\sigma v\rangle_{DH_e} n_D n_{H_e} \right\}.\end{aligned}$$

де n_T, n_D, n_{H_e} – концентрації тритію, дейтерію і гелію-3; $\langle\sigma v\rangle_{\alpha\gamma}$ – швидкість реакцій речовин α і γ ; ρ – густина речовини; β – величина, обернена атомній вазі.

Швидкості термоядерних реакцій обчислювалися за формулою:

$$\langle\sigma v\rangle_{\alpha\gamma} = \frac{a_1(1+a_2T_i^{3/4})\exp(-a_4T_i^{1/3})}{T_i^{2/3}(1+a_3T_i^{3.25})^{1/2}}. \quad \frac{dE_e}{dt} = Q_e, \quad \frac{dE_i}{dt} = Q_i.$$

Потік енергії в "електрони" обчислювався за формулою:

$$Q_e = \rho\beta^2 \left(\Delta_{DT} A_{DT} \langle\sigma v\rangle_{DT} n_T n_D + \Delta_{DD} A_{DD} \langle\sigma v\rangle_{DD} n_D^2 + \Delta_{DH_e} A_{DH_e} \langle\sigma v\rangle_{DH_e} n_D n_{H_e} \right)$$

Потік Q_i енергії в "іони" – за формулою (4), але з заміною Δ_{ij} на $1 - \Delta_{ij}$.

Метою доповіді є дослідження впливу на швидкості термоядерних реакцій температури T_i . Оскільки математична модель є жорсткою системою нелінійних звичайних диференціальних рівнянь першого порядку, то для її розв'язання були застосовані багатокрокові чисельні методи Гіра. Результати чисельних експериментів можуть бути використані для перевірки математичної моделі на адекватність.

Список використаних джерел:

1. Долголева Г.В., Забродина Е.А. Сравнение двух моделей расчета термоядерной кинетики. Москва: ИПМ им. М.В.Келдыша, 2014. 14 с. (Препринт / Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша, 2014 - 68).