

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ РАСЧЕТА ТОРОИДАЛЬНЫХ ГАРМОНИК
 ДЛЯ АЛГОРИТМА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ФОРМЫ СЕЧЕНИЯ ПЛАЗМЕННОГО ШНУРА
 В ТОКАМАКЕ КТМ

А.Б. Тогузбаева, А.М. Ли

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: abt7@tpu.ru

Равновесие плазмы в токамаке описывается уравнением Грэда-Шафранова [1]:

$$r \frac{\partial}{\partial r} \frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial r} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} = \begin{cases} -\mu_0 r J, & (r, z) \in S, \\ 0, & (r, z) \notin S, \end{cases}$$

$$J = r p'(\psi) + \frac{1}{\mu_0 r} F(\psi) F'(\psi),$$

где J – плотность тока плазмы, $p(\psi)$ и $F(\psi)$ – функции распределения давления плазмы и полоидального тока плазмы на магнитных поверхностях, ψ – полоидальный магнитный поток.

Уравнение Грэда-Шафранова в вакууме, в тороидальной системе координат (η, ζ, φ) имеет аналитическое решение, называемое тороидальными гармониками [2]:

$$\Psi_{ext,n}^c(\eta, \zeta) = \frac{r_0 \cdot \sinh \zeta}{\sqrt{\cosh \zeta - \cos \eta}} \cdot Q_{n-\frac{1}{2}}^1(\cosh \zeta) \cdot \cos(n\eta),$$

$$\Psi_{ext,n}^s(\eta, \zeta) = \frac{r_0 \cdot \sinh \zeta}{\sqrt{\cosh \zeta - \cos \eta}} \cdot Q_{n-\frac{1}{2}}^1(\cosh \zeta) \cdot \sin(n\eta).$$

Распределение магнитного потока на границе плазмы ψ можно описать в виде линейной комбинации тороидальных гармоник:

$$\psi = \sum_{n=0}^{\infty} (a_n^c \psi_{int,n}^c + a_n^s \psi_{int,n}^s + b_n^c \psi_{ext,n}^c + b_n^s \psi_{ext,n}^s)$$

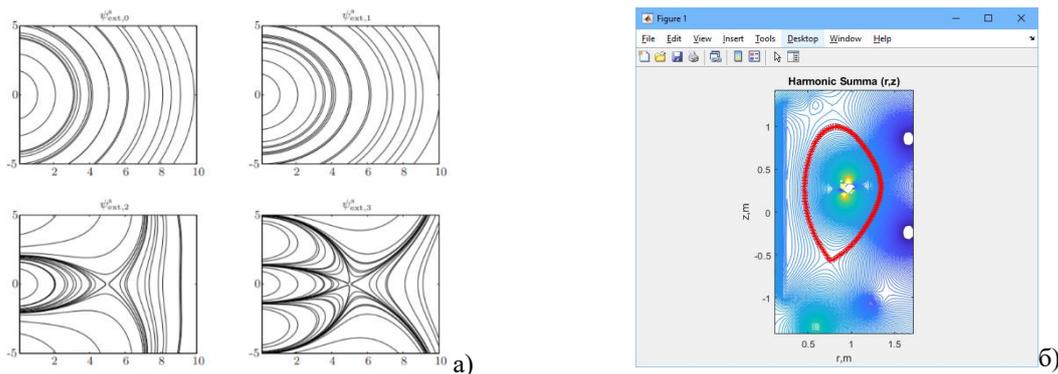


Рис. 1. Линии уровня некоторых тороидальных гармоник а) и результат восстановления потока б)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тимофеева Т.Е., Тимофеев В.Б. Уравнение Грэда-Шафранова в электродинамике магнитного ротора // Наука и образование. – 2005. – Т.1. – № 1. – С. 50–51.
2. Ariola M., Pironti A. Magnetic Control of Tokamak Plasmas. – Springer, 2008. – 159 с.