

Elektronová teplota

Proudová hustota plazmatu je dána vztahem

$$j = E\sigma \quad (1)$$

kde σ je měrná elektrická vodivost plazmatu dána vztahem

$$\sigma(r) = 1.544 \cdot 10^3 \frac{T_e(r)^{3/2}}{Z_{eff}} \quad (2)$$

a E elektrické pole, které můžeme považovat konstantní v poloidální řezu:

$$E = \frac{U_{loop}}{2\pi R} \quad (3)$$

Celkový proud plazmatem obdržíme integrací proudové hustoty přes průřez plazmatu:

$$I_{pl} = \int_0^a E\sigma(r)2\pi r dr \quad (4)$$

kde a je vzdálenost od středu k okraji plazmatu. Dosazením (2), (3) do (4) dostaneme

$$I_{pl} = \int_0^a \frac{U_{loop}}{2\pi R} 1.544 \cdot 10^3 \frac{T_e(r)^{3/2}}{Z_{eff}} 2\pi r dr = \frac{U_{loop}}{2\pi R} 1.544 \cdot 10^3 \frac{2\pi}{Z_{eff}} \int_0^a T_e(r)^{3/2} r dr \quad (5)$$

Budeme-li uvažovat parabolický průběh teploty s píkovacím faktorem $\nu = 2$

$$T_e(r) = T_e(0) \left(1 - \frac{r^2}{a^2}\right)^\nu \quad (6)$$

přejde integrál v (5) na

$$\int_0^a T_e(0)^{3/2} \left(1 - \frac{r^2}{a^2}\right)^3 2\pi r dr = 2\pi T_e(0)^{3/2} \frac{a^2}{8} \quad (7)$$

a po dosazení do (5) je možné vyjádřit elektronovou teplotu ve středu plazmatu jako

$$T_e(0) = \left(\frac{8RZ_{eff}}{1.544 \cdot 10^3 a^2}\right)^{2/3} \left(\frac{I_{pl}}{U_{loop}}\right)^{2/3} \quad (8)$$

Pro plazma v tokamaku GOLEM, které je posunuté o 7 mm dolů od vedlejší osy tokamaku bude $a=78$ mm, a uvažujeme-li efektivní iontový náboj $Z_{eff}=2,5$ rovnice 8 přejde na

$$T_e(0) = 89,8 \left(\frac{I_{pl}[kA]}{U_{loop}}\right)^{2/3} \quad (9)$$

Vztah 9¹ se používá v programu [ElectronTemperatureTime.pl](#) pro výpočet elektronové teploty v každém časovém kroku. Vypočtená data jsou uložena v souborech [ElectronTemperatureTime.txt](#) (s desetinnou tečkou) a [ElectronTemperatureTimecp.txt](#) (s desetinnou čárkou) a vykresleny v grafu [ElectronTemperature.ps](#) a [ElectronTemperature.png](#).

¹Při odvození bylo použito následujících předpokladů: parabolický průběh elektronové teploty s píkovacím faktorem $\nu=2$, poloha plazmatu (a z ní odvozený průřez) není počítána z Mirnovových cívek ale pevně zadána, stejně tak efektivní iontový náboj je pouze odhadnut.

Reference

- [1] BROTÁNKOVÁ, J. *Studium horkého plazmatu v experimentálních zařízeních typu Tokamak*,
Disertační práce, Univerzita Karlova v Praze, Matematicko-fyzikální fakulta, 2009