

Posudek diplomové práce

Rychle rozmítaný divertor potlačující tepelné pulzy v tokamacích

Student: Bc. Samuel Lukeš

Akademický rok: 2021/2022

Práce je psaná v angličtině v rozsahu 59 stran. Její stručná verze je v recenzním řízení časopisu *Nature Scientific Reports*.

Úvodní kapitola přejde stručně od obecné fúze a tokamaků k problematice ELMů, tedy pravidelných mini-explozí plazmatu, které jsou schopny intenzivně ničit tepelný štít budoucího reaktoru EU DEMO. Student dále popisuje předchozí simulace [Horacek, *Fus. Eng. Des.* a diplomka R. Duban 2017], které definují nutnou frekvenci a amplitudu rozkmitu oblasti interakce plazmatu s tepelným štítem tak, aby se významně snížila teplota povrchu (ideálně pod hranici roztavení). Simulace v COMSOL Multiphysics, potvrzené experimentem ukazují užitečnost lepší geometrie a také našeho “vynálezu” siločárodu AMC.

Komplexní simulace 3D magnetického pole cívky, včetně indukovaných proudů v AMC + vodivých struktur byly posléze použity v Matlab simulaci součtového pole od plazmatu, včetně kinetického efektu pomalu letících iontů. Analýza 12 klíčových parametrů vedla k optimalizaci geometrie a počtu závitů cívky k výslednému faktoru potlačení velikosti 3.2x při reálném předpokladu použití 18 kV kondenzátoru a cívky v každé z 54 divertorových kazet. Potlačení nárůstu teploty tepelného štítu faktorem 3.2x považujeme za dostatečně významný důvod k instalaci 10'000 IGBT spínačů pro 54 kondenzátorů a cívek o celkové hmotnosti 250 tun.

Hlavní přínos studenta byl ve zcela samostatném učení a simulacích ve 3D komerčním modelu COMSOL Multiphysics, kde prováděl nejen náročné elektromagnetické simulace pro tuto diplomku, ale taky výpočty vedení tepla a záření, Lorentzovy síly a napětí v materiálu pro jiná témata. Je třeba zdůraznit, že student se kromě tématu diplomové práce věnoval několika dalším:

- Design 3 manipulátorů pro náš nový tokamak COMPASS-Upgrade, které student publikoval jako hlavní autor v *Journal of Instrumentation* (2022).
- Studium alternativního způsobu chlazení tepelného štítu pomocí tekutých kovů v přímém kontaktu s plazmatem, kde je student spoluautorem publikace ve *Physica Scripta* (2021) a *Nuclear Materials and Energy* (2020).
- jako člen COMPASS týmu přispěl k přehledové publikaci v *Nuclear Fusion* (2021)
- teplotní analýzu kolejnicových sond pod vedením Jiřího Adámka
- částicovou simulaci pro diagnostiku ITERu pod vedením Davida Tskhakaya, reportováno interně v rámci ITER.org.

Závěrem musím konstatovat, že student prokázal vynikající schopnost samostatné vědecké práce na mnoha souvisejících tématech od fyziky plazmatu, přes vedení tepla, materiálové vlastnosti, silnoproudé aspekty i 3D inženýrské výkresy a náročné simulace. Oceňuji jeho nadšení a talent pro fyziku a inženýrství.

Celkově tedy hodnotím tuto práci známkou:

A (výborně)

V Praze 20.5.2022

Vedoucí práce a posuzovatel: Jan Horáček. dr. és sc., DSc