
Streszczenie

Rozwiązanie problemu transportu plazmy i zanieczyszczeń jest jednym z kilku kluczowych zagadnień warunkujących sukces kontrolowanej fuzji jądrowej. Związany jest on z koniecznością kontroli uwalnianych w trakcie wyładowania ze ścian i dywertora tokamaka jonów i atomów tzw. domieszek wewnętrznych oraz celowo wprowadzanych do plazmy gazów (azot, neon, argon, krypton), których zadaniem jest ograniczenie strumieni energii do ściany tokamaka. Domieszki mają ogromny wpływ na przebieg wyładowania i na parametry plazmy w tokamaku.

Przedmiotem tej pracy doktorskiej jest analiza transportu plazmy i zanieczyszczeń w tokamaku JET ILW (Culham, Wlk. Brytania), tzn. aktualnej konfiguracji tokamaka JET ze ścianą berylową i wolframowym dywertorem, odpowiadającej przewidywanym warunkom pracy w reaktorze ITER. Zrozumienie transportu domieszek w tokamaku JET ILW i w przyszłych reaktorach termojądrowych ITER, DEMO jest jednym z najważniejszych problemów wymagających znaczącego wysiłku badawczego. Uzyskanie wiarygodnego narzędzia symulacyjnego, które pozwala na przewidywanie i interpretację parametrów wyładowań jest jednym z głównych celów prac prowadzonych w ramach Konsorcjum Eurofusion w ciągu ostatnich lat.

W pracy przedstawiono procesy fizyczne prowadzące do generacji zanieczyszczeń w tokamakach, jak również mechanizmy fizyczne odpowiedzialne za transport jonów domieszek w sznurze plazmowym. Ponieważ wyżej wymienione procesy jak też związki między nimi są silnie nieliniowe, jedynym ze sposobów uzyskania informacji na temat ich wpływu na transport domieszek w tokamaku jest modelowanie komputerowe. Głównym celem pracy była analiza transportu zanieczyszczeń plazmy, wpływu jonów domieszek na główne parametry plazmy, takie jak czas utrzymania energii, temperatura plazmy, jej promieniotęliwość, czy też obciążenie termiczne płyt dywertora. Zarysowany powyżej kompleks problemów przedstawiony został na konkretnym przykładzie modelowania plazmy w tokamaku JET ILW za pomocą kodów COREDIV i ETS (European Transport Solver).

Do jednego z istotnych wyników prowadzonych badań opisanych w tej pracy należy zaliczyć zaimplementowanie metody opisującej transport domieszek z kodu COREDIV do kodu ETS. W osobnych rozdziałach, przedstawione zostały wyniki analiz wpływu na przebieg wyładowania takich czynników jak: intensywność domieszkowania, radialny transport cząstek w obszarze brzegowym, podstawowe parametry wyładowania (takie jak gęstość plazmy, moc grzania, prąd plazmy) oraz rodzaj napuszczanego gazu: N, Ne, Ar, Kr. Przedstawiono wyniki obliczeń przeprowadzone dla parametrów plazmy w różnych reżymach pracy tokamaka: z dobrym (H mode) i słabym utrzymaniem energii (L-mode) oraz dla tzw. wyładowań hybrydowych.

Porównanie wyników obliczeń z danymi eksperymentalnymi wykazało dużą zgodność pomiędzy teorią a eksperymentem. Stwierdzono między innymi, że w przypadku dywertora wolframowego istotne znaczenie ma pojawienie się mechanizmu samoregulującego produkcję wolframu, który jest głównym źródłem promieniowania w obszarze centralnym plazmy w tokamaku. W pracy sformułowano wnioski, które są istotne dla opty-

malizacji wyładowań w tokamaku JET ILW oraz dla pracy urządzeń wyposażonych w dywertory wykonane z wolframu takie jak reaktorze ITER.