

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้ได้พัฒนาโมเดลสำหรับแนวด้านการสูญเสียพลังงานที่ขอบและภายในพลาสมา โมเดลสำหรับแนวด้านการสูญเสียพลังงานที่ขอบถูกพัฒนาขึ้นโดยอาศัย 2 รูปแบบคือ แบบ OD และแบบ 1D ในการพัฒนาโมเดลแบบ OD จะประมาณว่าค่าสูงสุดของเพดสทอลขึ้นอยู่กับค่าสมบัติต่างของพลาสมาและเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ฟิวชันแบบโทคาแมค ส่วนโมเดลแบบ 1D จะทำนายการเกิดของสภาวะประสิทธิภาพสูงและค่าต่างๆของเพดสทอลแบบสอดคล้องกันหมด จากการทดสอบการทำนายการทดลองจริงพบว่า โมเดลทั้งสองแบบสามารถทำนายค่าเพดสทอลได้ในระดับที่น่าพอใจ และโมเดลแบบ 1D สามารถทำนายการเกิดขึ้นของสภาวะประสิทธิภาพสูงได้ถูกต้องและสอดคล้องกับการทำนายของทฤษฎีพลังงานชั้นต่ำและทฤษฎี bifurcation นอกจากนี้ค่าความกว้างของเพดสทอลที่ทำนายได้ก็ใกล้เคียงกับผลการทดลองจริงและสอดคล้องกับการทำนายของทฤษฎีความกว้างของเพดสทอลต่างๆ สำหรับการศึกษาแนวด้านการสูญเสียพลังงานภายในพลาสมา ได้มีการพัฒนาโมเดลสำหรับทำนายค่าความเร็วของพลาสมาในแนวโรยดอล ซึ่งทำให้สามารถทำนายการเกิดขึ้นของแนวด้านการสูญเสียพลังงานภายในพลาสมาได้สอดคล้องกับผลการทดลองในเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ฟิวชันแบบโทคาแมค JET นอกจากนี้ผลกระทบของค่าเพดสทอล แนวด้านการสูญเสียพลังงานภายในพลาสมา เชื้อเพลิงแช่แข็ง สารเจือปน ต่อประสิทธิภาพการเกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวชันในพลาสมาของเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ฟิวชันแบบโทคาแมค ITER ในสภาวะ ELMy แบบที่ 1 ซึ่งพบว่าค่าเหล่านี้มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพมาก

คำสำคัญ: การทำนาย เอชโมด การส่งผ่านพลาสมาและพลังงาน เพดสทอล เชื้อเพลิงแช่แข็ง สารเจือปน อีเทอร์

Abstract

In this study, the Edge Transport Barriers (ETBs) and Internal Transport Barriers (ITBs) in *H*-mode tokamak plasmas are studied. For ETB model, two different approaches are used in the development. The first approach is based on 0D approach, in which the pedestal models depend on engineering controlled parameters. The second approach is based on 1D approach, in which a self-consistent calculation of the pedestal formation and structure can be predicted. It is found that the developed pedestal models can predict the pedestal values in satisfactory agreement with the corresponding experimental data. In addition, the model based on 1D approach can predict the formation of the pedestal, in which the *L-H* transition behaviours are consistent with the *L-H* transition power threshold and bifurcation models. Moreover, the pedestal width for ion and electron temperatures and particle and impurity densities are all in the ranges expected for the experimental data and are also in the agreement with several existing pedestal scaling. For the ITB study, a model for predicting toroidal velocity, which is a crucial term for the ITB formation, is developed using an empirical based approach. It is found that the simulations with the toroidal velocity model can reproduce an ITB formation in the JET discharges considered. In addition, impacts of the pedestal, ITB, pellets, and impurity on type I ELMy *H*-mode plasma in International Thermonuclear Experimental Reactor (ITER) are investigated, which is found that they have a strong influence on the nuclear fusion performance in ITER.

Keywords: Simulation; H-mode; Transport; Pedestal; Pellet, Impurity, ITER