

ПАШКОВ И.И., ПРИШВИЦЫН А.С., ЕФИМОВ Н.Е., ПОДОЛЯКО Ф.С., А.С. БЕЛОВ, КРАТ С.А.
Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва, Россия

ИССЛЕДОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ НАЧАЛЬНОЙ СТАДИИ РАЗРЯДА В ТОКАМАКЕ МИФИСТ-0

Получен сценарий осуществления плазменного пробоя в токамака МИФИСТ-0. Параметры плазмы в начале разряда изучены экспериментально.

I.I. PASHKOV, A.S. PRISHVITSYN, N.E. EFIMOV, F.S. PODOLYAKO, A.S. BELOV, S.A. KRAT
National Research Nuclear University MEPHI (Moscow Engineering Physics Institute), Moscow, Russia

STUDY AND OPTIMIZATION OF INITIAL DISCHARGE STAGE IN MEFHIST-0 ТОКАМАК

A plasma breakdown scenario was obtained for MEFHIST-0 tokamak. Plasma parameters during initial discharge stage were measured experimentally.

Начальная стадия разряда в токамаках является важной его частью, так как в ходе нее определяется будет ли сформирован токовый шнур в нужной конфигурации. В ходе начальной стадии разряда, происходит ионизация рабочего газа, появление и рост тока по плазме, формирование замкнутых магнитных поверхностей.

Токамак МИФИСТ-0 – сферический токамак с большим радиусом $R=24$ см, малым радиусом $a=13$ см, аспектным соотношением 1.9, вертикальной вытянутостью по камере ~ 2.2 . Остаточный вакуум составляет $\sim 10^{-6}$ мБар и достигается после ~ 1 суток откачки без необходимости прогрева камеры. Система электропитания катушек токамака построена на тиристорных ключах, которые коммутируют различные емкости на обмотки токамака. В данный момент для включения катушек управления используются три тиристорных ключа и конденсаторы различной емкости, что позволяет создавать различные сценарии токов по катушкам, необходимые для формирования начальной магнитной конфигурации и базовым управлением положения плазменного шнура. Для облегчения начала разряда на токамаке используется система СВЧ предыонизации основанная на магнетроне с частотой 2,45 ГГц и мощностью 3 кВт.

Экспериментально выявлено, что разряд в токамаке «МИФИСТ-0» не может быть инициирован при использовании исключительно центрального соленоида, так как создаваемые им рассеянные магнитные поля слишком велики. Для формирования необходимой для пробоя конфигурации магнитного поля требуется использование полоидальных катушек, то есть разработка сценария токов по различным частям магнитной системы.

Для решения данной задачи была создана модель магнитных полей токамака МИФИСТ-0 в среде COMSOL Multiphysics. По известным токам в катушках токамака, модель рассчитывает распределение магнитных полей с течением времени с учетом токов, наводимых в вакуумной камере. При помощи данной модели был разработан сценарий токов по катушкам, приводящий к формированию необходимой «нулевой» конфигурации магнитного поля в начале разряда.

В ходе работы с использованием ряда диагностик был исследован разрабатываемый сценарий начала разряда. Плотность плазмы, создаваемой системой предыонизации была измерена СВЧ интерферометром с несущей частотой 94 ГГц и тройным электрическим зондом. Для измерения магнитных полей внутри камеры для подгонки модели, а также для обнаружения пробоя и измерения положения плазменного шнура был использован набор магнитных зондов и внутрикамерный пояс Роговского. Плотность получаемого плазменного шнура была также измерена СВЧ и ИК интерферометрами, а также тройным электрическим зондом.