Асимметрии токов во время срывов на токамаке COMPASS

А.А. Дворнова, С.Н. Герасимов\*, Й. Хавличек\*\*,\*\*\*, О. Хронова\*\*, Р. Панек\*\*

НИЯУ МИФИ, Москва, РФ, a.dvornova@gmail.com
\*Калэмский научный центр, Абингдон, Англия
\*\*Институт физики плазмы, Прага, Чехия
\*\*\*Карлов университет, Прага, Чехия

В токамаках плазма, вытянутая в вертикальном направлении, становится неустойчивой по вертикали. Устойчивость плазмы обеспечивается системами обратных связей, но в случае сбоя работы систем может произойти неуправляемое движение плазмы по вертикали или срыв, в ходе которых может высвобождаться энергия, запасенная в плазме в течении разряда. В этой работе подробно изучаются 3D эффекты, возникающие во время спада тока, вызванного неустойчивостью срыва [1,2]. Эти 3D деформации плазмы в конечном счете могут привести на ИТЭР к возникновению значительной горизонтальной силы, которая разрушительно воздействует на вакуумную камеру и элементы конструкции, установленные внутри вакуумной камеры. Вращение 3D плазмы во время срыва тока может привести к резонансу с собственными частотами установки, что значительно усилит разрушительный эффект горизонтальной силы. На данный момент однозначной теории, объясняющей возникновение и эволюцию во времени описанных выше 3D асимметрий плазмы, не существует, поэтому проведение экспериментов по их изучению, увеличение статистики и предсказание возможных последствий необходимы для успешного проектирования и эксплуатации термоядерных реакторов.

В ходе данной работы были изучены 70 разрядов токамака COMPASS, расположенного в г. Прага, Чехия. В данной работе использовались: а) внутренний пояс Роговского, б) 16 внутренних дискретных катушек, расположенные в одном тороидальном угле, и в) 24 дискретные катушки Мирнова, также расположенные в одном тороидальном угле. Таким образом, данные собирались с 3 тороидальных сечений, сдвинутых на 180 (б) и 45 (в) относительно (а). Для 70 разрядов были найдены зависимости срывов от таких параметров плазмы, как ток плазмы, электронная плотность, размер плазменного шнура и направление срыва.

Три независимых измерения позволяют определить три параметра. Измеряемый тороидальный ток был представлен как Фурье разложение в виде, что позволило найти выражение для амплитуды и фазы асимметрии тока:

 , .

Используя эти выражения, были найдены зависимости амплитуды асимметрии от фазы для проверки гипотезы о зависимости траекторий асимметрий от тороидальных асимметрий магнитного поля в следствие инженерных неточностей.

Литература

1. S.N. Gerasimov et al., JET and COMPASS Asymmetrical Disruptions, Proceedings of the 25th IAEA Fusion Energy Conference 2014, Saint Petersburg, Russia
2. S.N. Gerasimov et al., Plasma current asymmetries during disruptions in JET, Nucl. Fusion 54 (2014) 073009
3. V. Weinzettl, Overview of the COMPASS diagnostics, Fusion Engineering and Design 86 (2011) 1227–1231