Спонтанные транспортные переходы при предельных мощностях ЭЦР-нагрева плазмы в стеллараторе Л-2М [[1]](#footnote-1)\*)

1,2Васильков Д.Г., 1Гребенщиков С.Е., 1Гришина И.А., 1Мещеряков А.И., 1,2Петрова М.Н., 1Харчев Н.К.

1ИОФ РАН, Москва, Россия, [lhdlhd81@mail.ru](mailto:lhdlhd81@mail.ru)  
2МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Рассматриваются процессы, происходящие в бестоковой плазме стелларатора Л-2М, создаваемой с помощью электронно-циклотронного резонансного нагрева немодулированным импульсом СВЧ с мощностью от 0,3 до 1 МВт [1], что составляет от 1 до 3 10-13Вт на частицу.

При превышении пороговой мощности ЭЦР-нагрева (~ 200 кВт) в разрядах начинают появляться спонтанные переходные процессы, которые могут быть описаны в рамках магнитогидродинамических пилинг-мод [2]. При дальнейшем увеличении мощности нагрева до 400-500 кВт переходы сопровождаются ростом плотности и энергии плазмы, а также всплесками излучения в оптическом и рентгеновском диапазонах, а также падением температуры. Максимальный скачкообразный рост энергии и плотности отмечен в импульсе непосредственно после боронизации стенок вакуумной камеры. Обнаружено, что рост плотности и энергии, как и охлаждение плазмы связано с увеличением её взаимодействия со стенками камеры.

При дальнейшем увеличении мощности нагрева разряд носит нестационарный характер, вследствие чего при мощностях порядка 1 МВт возникла необходимость введения в плазму графитовой диафрагмы. В подобном режиме основные параметры плазмы стабилизировались, но существенно уменьшилась энергия плазмы; нестационарные процессы наблюдаются на сигналах излучения в оптическом и рентгеновском диапазонах, а также на сигнале электрического потенциала на диафрагме. Существенным является то, что основная тепловая нагрузка приходится на узкий винтообразный участок присепаратрисной области стеной вакуумной камеры, площадью около 0,3 м2, на которой плотность нагрузки достигает 1,5 МВт/м2 При данных мощностях нагрева на присепаратрисном винтовом участке вакуумной камеры и на близких к плазме элементах установки развиваются униполярные микродуги. Ранее также наблюдались высокочастотные возмущения плотности в краевой области плазмы, по-видимому связанные с возникновением на стенках вакуумной камеры дуговых разрядов [3].

Энергия плазмы при высоких мощностях нагрева соответствует скейлингу Л-2М [4] в импульсах до переходов или без переходов, после же них энергия и энергетическое время жизни снижаются на 5-15 % по сравнению cо скейлингом. При мощности нагрева 500 кВт возможно получить переходы, при которых, несмотря на существенное охлаждение плазмы из-за кратковременного поступления примесей, за счет роста средней плотности в 1,5 раза удалось получить в динамике прирост энергии на 25%.

Литература

1. Kharchev N.K., Batanov G.M., Berezhetskii M.S. et al. Plasma and Fusion Research. 2011. V. 6. 2402142.
2. Shchepetov S.V., Kholnov Yu.V., Fedyanin O.I. et al. Plasma Phys. Control. Fusion. 2008. V. 50.045001.
3. Батанов Г.М., Борзосеков В.Д., Колик Л.В. и др. Физика плазмы. 2020. Т. 46. С. 867.
4. Федянин О.И., Акулина Д.К., Батанов Г.М. и др. Физика плазмы. 2007. Т. 33. С.880.

1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/XLVIII/Mu/en/CF-Vasil'kov_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)