Комплекс литиевого и вольфрамовых лимитеров токамака Т-10 для обеспечения ЭЦР нагрева плазмы мощностью до 3 МВТ

И.Е. Люблинский1, А.В. Вертков1, М.Ю. Жарков**1**, С.В. Мирнов2, В.Б. Лазарев2, В.А. Вершков3, Э.А. Азизов3

1АО «Красная Звезда», г. Москва, Россия, [MG-dist@yandex.ru](mailto:MG-dist@yandex.ru)  
2Троицкий институт инновационных и термоядерных исследований, г. Троицк,  
 Московская область, Россия, [mirnov@triniti.ru](mailto:mirnov@triniti.ru)  
3Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», г. Москва,  
 Россия, [V.Vershkov@fc.iterru.ru](mailto:V.Vershkov@fc.iterru.ru)

Использование комплекса мощного (до 3 МВт) ЭЦР нагрева плазмы в токамаке Т-10 сталкивается с проблемой сильного загрязнения плазмы при введении мощности более 2 МВт. Причиной этого является существующий комплекс графитовых диафрагм, который включает в себя кольцевую и рельсовую диафрагмы. Поскольку все они расположены в одном патрубке, то имеют относительно малую эффективную площадь, контактирующую с плазмой и испытывают сильный локальный перегрев и эрозию. Кроме того, использование графитовых лимитеров приводит к образованию на поверхности стенки камеры пленок, существенно увеличивающих поступление примесей и увеличивающих рециклинг рабочего газа.

Для решения этих проблем разработан и готовится к реализации новый комплекс вольфрамовых и литиевого лимитеров. Как предполагается, применение вольфрама в качестве материала обращенного к плазме позволит исключить поступление графита, а охлаждение периферии плазмы за счет переизлучения на литии приведет к снижению потока энергии на вольфрамовые диафрагмы. В качестве источника лития будет использована вспомогательная литиевая диафрагма, располагающаяся в тени вольфрамовых.

Параметры и конструкция лимитеров приводятся в работе. Литиевая диафрагма размещается в верхнем вертикальном порту камеры токамака Т-10 и может перемещаться относительно LCMS. Перемещение лимитера в области SOL позволяет регулировать приходящий на него поток энергии и, как следствие, поток лития в плазму. Обращенная к плазме поверхность лимитера изготавливается из капиллярно-пористой системы (КПС) с литием. Материал КПС (вольфрамовый войлок с радиусом пор 30 мкм) обеспечивает стабильность литиевой поверхности лимитера под воздействием МГД сил и возможность ее постоянного возобновления за счет капиллярных сил.

В докладе приведена оценка необходимого потока лития с поверхности литиевого лимитера в плазму для обеспечения условий нормальной работы вольфрамовых лимитеров при мощности ЭЦР нагрева 3 МВт в течение 400 мс. Показано, что в этом случае Zeff плазмы не должна превышать величины Zeff = 2. Кроме того, на основе результатов исследования поведения лития в токамаке Т-11М оценивался поток лития на стенку токамака. Показано, что за компанию 1000 импульсов, на стенку уходит ~13,5 г, что сравнимо с поступлением лития при использовании испарителя-литиизатора для кондиционирования стенок Т-10 в предыдущих экспериментах.

Таким образом, в докладе показано, что модернизация лимитеров на токамаке Т-10 позволит обеспечить режимы ЭЦР нагрева с мощностью до 3 МВт при разумных потоках лития.