ДВИЖЕНИЕ РАСПЛАВЛЕННОГО МЕТАЛЛИЧЕСКОГО СЛОЯ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ИНТЕНСИВНОГО ПОТОКА ПЛАЗМЫ

И.М. Позняк1,3, В.М. Сафронов1,2,3, В.Ю. Цыбенко1,3

1Троицкий институт инновационных и термоядерных исследований, г. Троицк,
 Московская область, Россия, teufida@gmail.com
2Проектный центр ИТЭР, г. Москва, Россия, V.Safronov@iterrf.ru
3Московский физико-технический институт, г. Долгопрудный, Россия,
 vadimtsybenko@yandex.ru

Во время работы ИТЭР защитные пластины дивертора и первой стенки токамака будут подвергаться воздействию значительных плазменно-тепловых нагрузок, что повлечет их интенсивную эрозию [1]. В ходе модельных экспериментов на плазменном ускорителе КСПУ-Т показано, что основным механизмом эрозии металлических облицовочных пластин является уменьшение их толщины из-за перемещения расплавленного слоя [2]. Существующие модели движения расплава не позволяют объяснить его значительное перемещение [2]. Для создания и проверки новых расчетно-теоретических моделей [3] необходимы экспериментальные данные о параметрах потока плазмы вблизи поверхности мишени и о влиянии этих параметров на движение расплава.

Непосредственные измерения параметров приповерхностной плазмы и исследования движения расплава во время разряда КСПУ-Т представляет задачу, сопряженную с рядом сложностей. Поэтому на начальной стадии исследований целесообразно было провести простые, качественные эксперименты, в которых можно было бы изучить влияние контролируемых параметров на движение расплавленного слоя.

Авторы данной работы пытались ответить на следующие вопросы:

* каково распределение давления p(x,y) при торможении плазмы на поверхности металлических мишеней и как оно влияет на растекание расплава?
* каково влияние магнитного поля на движение расплава?
* как меняется картина течения жидкого металла при создании центростремительного и кориолисового ускорений?

В ходе экспериментов металлические образцы облучались интенсивными потоками плазмы на установке КСПУ-Т. С помощью набора пьезоэлектрических датчиков давления получены распределения p(x,y) по поверхности мишеней для различных режимов работы ускорителя. Также было исследовано влияние препятствий различной высоты и формы на распределение давления p(x,y) и характер течения расплава.

При помощи неодимовых магнитов вблизи поверхности мишеней создавалось магнитное поле. Было изучено влияние магнитного поля на движение расплавленного слоя. Кроме того, были проведены эксперименты, в которых вращающуюся мишень облучали плазмой при разных частотах вращения. Показано, что наличие центростремительного и кориолисова ускорения приводит к изменению формы кратера эрозии: наблюдается вытягивание и искривление струй застывшего металла. Получена зависимость формы кратера эрозии и периода застывших волн от частоты вращения мишени, что позволило оценить скорость эрозии и ускорение расплава.

Литература

1. Roth J., Tsitrone E., Loarte A. et al. – Journal of Nuclear Materials, 2009, V.390-391, P.1-9.
2. Позняк И.М., Климов Н.С., Подковыров В.Л. и др.– ВАНТ, Сер. Термоядерный синтез, 2012, Т.35, №4, С.23-33.
3. Мартыненко В.Ю. – ВАНТ, Сер. Термоядерный синтез, 2014, Т.37, №2, С.53-59.