Расчетно-теоретическое исследование распределений температуры, давления и плотности в металлических электродах при передаче по ним субмикросекундного импульса тока с линейной плотностью 1-3 МА/см

С.И. Ткаченко, \*Е.В. Грабовский, \*\*П.В. Сасоров, \*Г.М. Олейник, \*В.В. Александров, \*\*О.Г. Ольховская, \*\*\*К.В. Хищенко, \*\*\*П.Р. Левашов

МФТИ, Долгопрудный, Московская обл., tkachenko@phystech.edu
\*ФГУП «ГНЦ РФ ТРИНИТИ», Москва
\*\*ИПМ им. М.В. Келдыша РАН, Москва
\*\*\*ОИВТ РАН, Москва, Россия

В рамках одномерной МГД модели проведены численные расчеты физических процессов, которые могут ограничивать эффективность транспортировки энергии субмикросеундных импульсов тока с амплитудой линейной плотности в диапазоне 1−3 МА/см к нагрузке по вакуумным транспортирующим линиям с магнитной самоизоляцией (МИВТЛ). При этом на выходном участке МИВТЛ для передачи электромагнитного импульса от генератора импуль­сов тока к нагрузке применяется коаксиальная электродная система: коаксиальный токовый фидер (КТФ). Аналогичная задача решалась в [1] при существенно меньших токовых нагруз­ках.

Показано, что при передаче электрической энергии импульса тока с линейной плотностью свыше 3 МА/см по электродам КТФ к нагрузке в них возникают экстремальные условия по величине резистивного вклада тепловой энергии в металл электрода и плотности энергии магнитного поля на нагреваемой границе электрода (см. например, рис. 1). Получены данные о динамике пространственного распределения температуры, давления и плотности в образцах металлических электродов из алюминия (Al) и нержавеющей стали (stainless steel, SS), как в течение действия импульса тока, так и после его окончания.

|  |  |
| --- | --- |
| а | б |

Рис. 1. Распределение а) давления и б) температуры по толщине электрода, изготовленного из нержавеющей стали, в различные моменты времени после завершения импульса тока (*Rвн* = 0.5 мм, *h* = 1 мм и *Il*= 3.9 МА/см); расстояние отсчитывается от оси симметрии цилиндрического электрода

Рассчитаны также параметры плазменного слоя на поверхности электродов в ВТЛ при поверхностных плотностях тока в области 3 МА/см.

Обоснована возможность транспортировки энергии субмикросекундных импульсов тока с амплитудой 50 МА по Al- и SS-электродам цилиндрического вакуумного КТФ с диаметром электрода 48 мм к нагрузке в виде излучающего Z-пинча с учетом возможности разрушения материала электрода при превышении порога прочности.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Госкорпорации Росатом в рамках государственного контракта от 16.05.2013 г. № H.4x.44.90.13.1108 и РФФИ 14-0100678.

Литература

1. Грабовский Е.В., Левашов П.Р., Олейник Г.М. и др. Физика плазмы, 2006, т. 32, № 9, с. 782.