Оптимизация схемы эксперимента при исследовании мощного импульсного воздействия электронного пучка на материалы первой стенки плазменных установок [[1]](#footnote-1)\*)

1,2,3Казаков Е.Д., 1Бобырь Н.П., 1Крутиков Д.И., 1Курило А.А., 1Орлов М.Ю., 1Спицын А.В., 1Стрижаков М.Г., 1Шашков А.Ю.

1НИЦ "Курчатовский институт", Москва, Россия, [Kazakov\_ED@nrcki.ru](mailto:Kazakov_ED@nrcki.ru)  
2Национальный исследовательский университет "МЭИ", Москва, Россия   
3Московский физико-технический институт (Национальный исследовательский  
 университет), г. Долгопрудный Московской области, Россия

В мощных плазменных и плазменно-пучковых установках, в том числе ориентированных на решение задач управляемого термоядерного синтеза существует проблема сохранности первой стенки вакуумной камеры, обращенной к плазме. Особенно это касается нештатного срабатывания ускорительных установок, попадания плазмы или пучков ускоренных частиц на стенку в связи с развитием неустойчивостей или в аварийных ситуациях. В этом случае на поверхности может выделяться энергия с плотностями до сотен Дж/см2. Это может приводить к серьезной деградации материалов первой стенки (см., например, [1, 2]).

В работе [3] было предложено применять для моделирования аварийных ситуаций с мощным энерговыделением на стенке вакуумной камеры сильноточный электронный пучок установки «Кальмар», работающей в режиме малых плотностей энергии [4]. Первые эксперименты продемонстрировали, что даже при относительно небольших воздействиях происходит значительное повреждение образцов. В то же время наблюдалось осаждение материала катода и подложки образца на поверхность, что не позволяло оценить количество унесенного с поверхности образца вещества.

В данной работе предложена схема диодного узла, позволяющая минимизировать влияние катодной плазмы на исследование воздействие сильноточного электронного пучка на материалы первой стенки мощных плазменных установок. Рассмотрена возможность применения катода и подложки из тугоплавкого материала (молибдена). На первый взгляд подобное решение кажется очевидным, но, как оказалось, имеется ряд существенных недостатков. Кроме того, что механическая обработка тугоплавких материалов весьма сложна, а, следовательно, отдельные детали крайне дороги, подобные материалы обладают повышенной хрупкостью. На большинстве сильноточных ускорителей формирование пучка и его взаимодействие с мишенью сопровождается развитием мощных ударных волн, распространяющихся по корпусу установки, что приводит к быстрому разрушению катодов. В данной работе представлены результаты экспериментов с применением катодов из молибдена и нержавеющей стали. Предложена альтернативная комбинированная схема катода, позволяющая минимизировать распыление катода и, в то же время, обеспечить его долговечность.

Работа выполнена при поддержке НИЦ «Курчатовский институт» (Приказ №1953 от 29.09.2020).

Литература

1. Мартыненко Ю.В., Будаев В.П., Грашин С.А., Шестаков Е.А.// Краткие сообщения по физике ФИАН. 2017. №6. С. 45–52.
2. В.П. Будаев// ВАНТ. Сер. Термоядерный синтез, 2015, т. 38, вып. 4, с. 5-33.
3. Е.Д. Казаков, А.А. Курило, М.Ю. Орлов и др.// Сб. научных трудов VI международной конференции «Лазерные, плазменные исследования». 2020. Т.2 с. 265-266.
4. Demidov B.A., Efremov V.P., Kalinin Yu.G., et al Journal of Physics: Conference Series 2016 V. 774, Is. 1, 27, 012129

1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/XLVIII/Pt/en/GV-Kazakov_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)