Плазменная установка для испытаний тугоплавких металлов и создания высокопористых материалов нового поколения

1,2Будаев В.П., 1Федорович С.Д., 1Дедов А.В., 1Елецкий А.В., 1Лукашевский М.В., 1Бочаров Г.С., 2Шестаков Е.А., 2Карпов А.В., 1Лазукин А.В., 1Губкин М.К., 1Хазиев И.А., 1Мухрыгин А.А.

1Московский энергетический институт, г. Москва, Россия, budaev@mail.ru
2Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», г. Москва,
 Россия

В НИУ «МЭИ» сооружается плазменная установка для исследования взаимодействия высокотемпературной плазмы с металлической поверхностью и плазменно-тепловых испытаний тугоплавких металлов, в том числе вольфрама, молибдена, стали, материалов стенки и дивертора ИТЭР и др. Установка представляет собой линейную систему с мультикасповой схемой магнитного удержания плазмы. Магнитная система состоит из катушек с током, создающих продольное магнитное поле, и постоянных магнитов, формирующих магнитные каспы вдоль оси (мультикасп 6-польный) и обеспечивающих устойчивость линейного разряда. Продольное магнитное поле на оси — до 6 мТл. Диаметр камеры — 180 мм, длина камеры — 600 мм, камера снабжена водным контуром охлаждения, что обеспечит стационарный режим разряда. Проектируемые параметры стационарного (длительностью до 60 мин и более) плазменного разряда: ток плазменного разряда — до 30А, плотность плазмы — до 1018 м–3, электронная температура — до 4 эВ с фракцией горячих электронов до 30 эВ, ионный поток из плазмы на металлический тестовый образец — до 3 × 1021 м–2с–1, рабочий газ — гелий, аргон, дейтерий. Для регистрации параметров плазмы и контроля устойчивости разряда будут разработаны и изготовлены контрольные и диагностические системы, в том числе спектроскопические и зондовые.

Планируется провести цикл работ, направленных на создание технологии получения уникальной высокопористой структуры поверхности тугоплавких металлов с размером пор и нановолокон до 50 нанометров, что в настоящее время недостижимо при промышленном производстве спецдеталей из тугоплавких металлов – вольфрама, молибдена, титана. Будет проверена новая научная идея о росте высокопористых слоев материала в условиях воздействия высокоэнергичными потоками стационарной горячей плазмы (см. обзор [1]), учитывая недавние результаты первых экспериментальных наблюдений пористых слоев с иерархической микро- и наноструктурой вольфрама и молибдена (т.н. «пух» от англ. «fuzz») в установках с высокотемпературной плазмой (см. [2]). Такие высокопористые материалы нового поколения востребованы для эксплуатации при экстремальных тепловых и плазменно-пучковых нагрузках, в том числе, для термоядерных и атомных реакторов, а также для использования в высокотехнологичных отраслях промышленности, для покрытия обтекаемых поверхностей летательных аппаратов с целью уменьшения аэродинамического сопротивления при сверхзвуковых и гиперзвуковых скоростях, для синтеза новых наноструктурных материалов с заданными функциональными свойствами и металлорганических композитных материалов.

Работа поддержана грантом РНФ 16-19-10531.

Литература

1. Будаев В.П. Вопросы атомной науки и техники, Сер.Термоядерный синтез 38,4,5-33(2015)
2. Takamura S. Journal of Nuclear Materials 463, 325–328 (2015)