

КВАЗИСТАЦИОНАРНЫЕ ПЛАЗМОДИНАМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ В НАУКЕ И ТЕХНОЛОГИЯХ ^{*)}

Асташинский В.М., Пенязьков О.Г.

Институт тепло- и массообмена имени А.В. Лыкова НАН Беларуси, ast@hmti.ac.by

Представлены результаты проводимых в Институте тепло- и массообмена имени А.В. Лыкова НАН Беларуси исследований квазистационарных газоразрядных и эрозионных плазмодинамических систем, перекрывающих широкий диапазон запасаемой в накопителях энергии (от 1 до 215 кДж), предназначенных для решения ряда научных и технологических задач, таких как заполнение плазмой магнитных ловушек различного типа, моделирование условий на первой стенке т/я реактора, создание плазменных двигателей космического назначения, а также для эффективной модификации поверхностных свойств материалов.

В Институте созданы работающие в режиме ионного токопереноса квазистационарные сильноточные плазменные ускорители, в которых реализуется ионно-дрейфовое ускорение замагниченной плазмы. Ускорители генерируют компрессионные плазменные потоки заданного состава, по совокупности параметров превосходящие все существующие плазмодинамические системы. Рассмотрены представления об определяющем влиянии ионно-обменных процессов в ускорительном канале с проницаемыми электродами на течение замагниченной плазмы и на характер распределения в нем разрядного тока, обеспечивающего получение компрессионного потока с управляемыми параметрами плазмы.

Новые возможности для получения плазменных образований с экстремально высоким энергосодержанием открывает плазмодинамическое взаимодействие встречно направленных токнесущих компрессионных плазменных потоков, когда за счет процессов вязкой диссипации (термализации) обеспечивается переход кинетической энергии сталкивающихся потоков во внутреннюю энергию формирующегося сферического плазменного образования, удерживаемого собственным магнитным полем без щелей и устойчиво существующим порядка 100 мкс.

Рассмотрены физические принципы создания не имеющего аналогов электроразрядного эрозионного тягового элемента с секционированным внешним электродом для плазменного микродвигателя космического назначения, позволяющего управлять пространственной ориентацией вектора тяги за счет установления заданной конфигурации электромагнитных полей, формируемых самосогласованным образом распределенными токами электроразрядной системы, и характеризующегося отсутствием подвижных механических узлов и внешних магнитных систем.

Представлен технологический подход к созданию элементов экранной противометеорной защиты повышенной стойкости, содержащих двухслойные композиционные покрытия, модифицированные в результате воздействия компрессионного плазменного потока. Для испытаний ударной стойкости таких элементов создана уникальная двухступенчатая баллистическая установка, первой ступенью которой является квазистационарный эрозионный плазменный ускоритель, а второй – легкогазовая секция. Метательная установка способна разгонять тела массой до 0,2 г до скоростей 3 – 5 км/с.

Рассмотрены физические принципы предложенного нового научного направления – поверхностной плазменной металлургии, в рамках которого разрабатываются методы эффективной структурно-фазовой модификации поверхностных свойств материалов при воздействии на них высокоэнергетическими компрессионными потоками, нагруженными специально вводимыми в плазму мелкодисперсными упрочняющими частицами, что приводит к плавлению поверхностного слоя материала, жидкофазному перемешиванию в расплавленном слое легирующих элементов с подложкой и одновременному синтезу новых упрочняющих соединений (интерметаллидов, нитридов, карбидов и их твердых растворов).

^{*)} [DOI – тезисы на английском](#)