

Заявка на конкурс научных работ ИОФ РАН 2017 г.

Микроплазменные разряды, возбуждаемые на поверхности металла в потоке плазмы: эксперимент, теория, применение

Авторский коллектив

В. А. Иванов, Отдел физики плазмы, заведующий отделом

А. С. Сахаров, Отдел физики плазмы, старший научный сотрудник

М. Е. Коныжев, Отдел физики плазмы, научный сотрудник

Аннотация

Представлен обзор результатов теоретических [1–3] и экспериментальных [3–5] исследований возбуждения микроплазменных разрядов (МПР) на поверхности металла, частично покрытого тонкой ($d \sim 1$ мкм) диэлектрической пленкой и находящегося под отрицательным потенциалом $U_0 \sim 100\text{--}450$ В, при облучении потоком плазмы. Генерация МПР (микродуг) с плотностью плазмы $\sim 10^{20}$ см⁻³ и температурой $\sim 0.5\text{--}1$ эВ на краю пленки приводит образованию микрократеров на поверхности металла и постепенному испарению диэлектрической пленки. После нескольких импульсов плазмы поверхность металла полностью очищается от пленки, и на поверхности металла формируется прочный сплошной переплавленный слой, имеющий развитую структуру микрорельефа.

Рассмотрен механизм формирования сильного электрического поля на краю пленки, приводящего к генерации МПД. Показано, что напряженность поля, возникающего на краю пленки в результате зарядки ее поверхности потоком ионов плазмы, достигает величины $E \sim U_0/d$, что при данных экспериментальных условиях составляет несколько МВ/см. Представлены результаты численного моделирования формирования электрического поля на краю пленки с учетом вторичной электронной эмиссии с поверхности диэлектрика и автоэлектронной эмиссии с открытой поверхности металла.

Стандартные трибологические испытания показали существенное увеличение прочности и износостойчивости образцов металла (Ti, Al, сталь), обработанных с помощью МПД [3–5], что открывает широкие перспективы для создания износостойких материалов, которые могут найти применение в промышленности, а также в ортопедии и стоматологии.

Литература

- [1] В. А. Иванов, А. С. Сахаров, М. Е. Коныжев, "Формирование сильного электрического поля, приводящего к возбуждению микроплазменных разрядов на краю диэлектрической пленки на металле в потоке плазмы" // Успехи прикладной физики. 2013. Т. 1. С. 697-711
- [2] А. С. Сахаров, В. А. Иванов, "Автоэлектронная эмиссия как механизм инициирования микроплазменных разрядов на металле в потоке плазмы" // Успехи прикладной физики. 2016. Т. 4. № 2. С. 150-166.
- [3] V. A. Ivanov, A. S. Sakharov, M. E. Konyzhev, T. I. Kamolova, A. A. Dorofeyuk, L. I. Kuxsenova, "Microplasma discharges excited by a plasma flow on constructional metals" // Journal of Physics: Conf. Series. 2017. V. 907. P. 012023 (1-6).
- [4] В. А. Иванов, М. Е. Коныжев, А. А. Дорофеюк, Т. И. Камолова, Л. И. Куксенова, В. Г. Лаптева, И. А. Хренникова, "Создание прочного микрорельефа на поверхности стали-45 с помощью микроплазменных разрядов" // Прикладная физика. 2014. № 6. С. 38-46.
- [5] В. А. Иванов, М. Е. Коныжев, Т. И. Камолова, А. А. Дорофеюк, Л. И. Куксенова, В. Г. Лаптева, И. А. Хренникова, М. С. Алексеева, "Упрочнение приповерхностного слоя конструкционной стали при взаимодействии с импульсными микроплазменными разрядами" // Успехи прикладной физики, 2015. Т. 3. № 1. С. 47-70.

Руководитель работ

Иванов В.А.