ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОВЗРЫВА ТОНКИХ ПЛОСКИХ ФОЛЬГ НАНОСЕКУНДНЫМ ИМПУЛЬСОМ ТОКА

И. Н. Тиликин, Т. А. Шелковенко, С. А. Пикуз, А. Р. Мингалеев, В. М. Романова

Физический институт им. П. Н. Лебедева РАН, Москва, Россия

В работе исследовался взрыв тонких плоских фольг [1–4] сильноточным электрическим импульсом при различных условиях эксперимента. Использовались генераторы с током от 8 до 1000 кА, напряжением от 20 до 600 кВ и длительностью фронтах импульса от 350 до 100 нс. Исследовались фольги из алюминия, никеля, меди и титана толщиной от 1 до 100 мкм с использованием комплекса диагностик в оптическом, УФ и рентгеновском диапазонах. В экспериментах показано, что взрыв фольги - сложный процесс, зависящий от множества факторов, включающих в себя как свойства материала фольги, так и параметры генератора тока. При этом обнаружен и ряд общих закономерностей, наблюдаемых в очень широком диапазоне начальных условий.

Эксперименты показали, что при использовании плоских фольг с квази-периодической собственной структурой введенная в фольгу энергия зависит от взаимной ориентации структуры фольги и направления тока через нее [1]. При наличии у фольги собственной одномерной структуры нанесение искусственного профиля в виде канавок, перпендикулярных ей и параллельных направлению тока, приводит к замедлению развития неустойчивостей на 15–35%. Из этого можно сделать вывод, что нанесение на фольгу поперечных искусственных структур должно приводить к замедлению роста неустойчивостей в лайнерах любой конфигурации [2].

Экспериментальные работы по взрыву тонких Al-фольг демонстрируют возможность использования излучения с поверхности фольги в качестве источника УФ излучения [4]. Нанесение на фольгу периодической структуры с шагом 400 мкм позволило создать однородный источник УФ диапазона большого размера (4×20 мм) и сохраняющего однородность излучения со всей площади в течении времени от 20 до 70 нс [5]. Интенсивность излучения взорванной плоской фольги достаточна для использования регистрирующей аппаратуры с временным разрешением, например, камеры с микроканальной пластиной, дающей временное разрешение 5 нс (рис. 1). Применение источника УФ-излучения на основе взорванной модифицированной фольги будет особенно актуально для изображения плазменных объектов низкой плотности.

Работа поддержана грантом РНФ 19-79-30086.

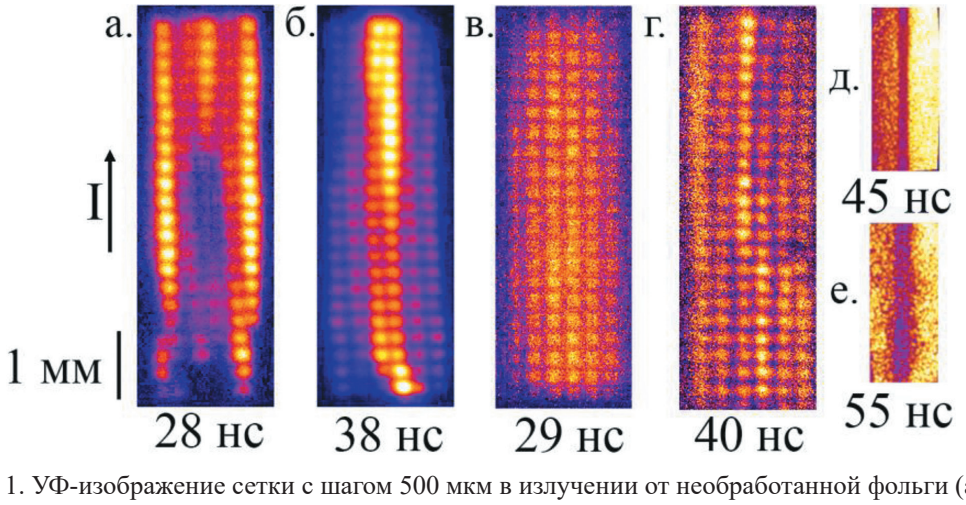

Рис. 1. УФ-изображение сетки с шагом 500 мкм в излучении от необработанной фольги (а, б) и от модифицированной фольги с искусственной периодической в виде отверстий диаметром 50 мкм, нанесенных на фольгу с шагом 400 мкм (в, г) и УФ-изображение взорванной Cu проволочки диаметром 70 мкм (д, е), зарегистрированные с помощью МКП-камеры с подсветкой от излучения взорванной модифицированной Al фольги толщиной 4 мкм. Направление тока через фольгу показано стрелкой. Моменты начала кадра указаны снизу каждого изображения

Литература

1. **Shelkovenko, T. A.** Features of explosion of thin aluminum foils on an 8 kA, 350 ns pulse generator [Text] / T. A. Shelkovenko, I. N. Tilikin, A. R. Mingaleev, S. A. Pikuz // Phys. Plasmas. – 2020. – Vol. 27, No. 4. – P. 043508. https://doi.org/10.1063/1.5133126.

2. **Шелковенко, Т. А.** Исследование наносекундного взрыва тонких фольг с искусственно нанесенной на поверхность структурой [Текст] / Т. А. Шелковенко, И. Н. Тиликин, А. В. Огинов и др. // Физика плазмы. – 2022. – Т. 48, № 11. – С. 1075.

3. **Shelkovenko, T. A.** Methods of controlled formation of instabilities during the electrical explosion of thin foils [Text] / T. A. Shelkovenko, I. N. Tilikin, A. V. Oginov et al. // Matter Radiat. Extremes. – 2023. – Vol. 8, No. 5. – P. 055601. https://doi.org/10.1063/5.0146820.

4. **Shelkovenko, T. A.** Explosion dynamics of thin flat foils at high current density [Text] / T. A. Shelkovenko, I. N. Tilikin, S. A. Pikuz et al. // Matter Radiat. Extremes. – 2022. – Vol. 7. – P. 055901. – DOI 10.1063/5.0098333.

5. **Tilikin, I. N.** Exploding foils with artificial structure as a source of ultraviolet radiation [Text] / I. N. Tilikin, T. A. Shelkovenko, S. A. Pikuz et al. // J. Appl. Phys. – 2023. – Vol. 134, No. 3. – P. 033302. https://doi.org/10.1063/5.0153853.