

## Генерация излучения в К-линиях при имплозии алюминиевых металлоплазменных лайнеров с внешней плазменной оболочкой

*акад. РАН Н. А. Ратахин, к.ф.-м.н. А. Г. Русских, к.ф.-м.н. Шишлов А. В., к.ф.-м.н. В. А. Кокшениев, д.ф.-м.н. Орешкин, Р. К. Чердизов, А. С. Жигалин*

На уникальной исследовательской установке России – мультитераваттном генераторе ГИТ-12 проведены исследования имплозии алюминиевых металлоплазменных лайнеров с внешней плазменной оболочкой. Показано, что нагрузки такого типа позволяют обеспечить стабильное сжатие при временах порядка микросекунды. Максимальный выход излучения в К-линиях алюминия составил 4.5 кДж/см при пиковом токе имплозии 2.4 МА. Сравнение с теоретическими оценками ожидаемого выхода излучения и с результатами ранних экспериментов, проведенных на различных генераторах с нагрузками разного типа, показывает, что в настоящее время металлоплазменный лайнер с внешней плазменной оболочкой является наиболее эффективной нагрузкой для генерации излучения в К-линиях алюминия при микросекундных временах имплозии.

На генераторе ГИТ-12 проведена серия экспериментов с алюминиевыми металлоплазменными лайнерами с внешней плазменной оболочкой. В качестве нагрузки использовался металлоплазменный лайнер с внешней плазменной оболочкой. Алюминиевый металлоплазменный лайнер формировался на оси систему с помощью плазменной пушки на основе вакуумно-дугового разряда. Внешняя плазменная оболочка формировалась с помощью 48 плазменных пушек капиллярного типа, расположенных на диаметре 350 мм. Исследовались две конфигурации нагрузки, отличающиеся расположением разрядного промежутка вакуумно-дуговой плазменной пушки: тип 1 – разрядный промежуток находится в плоскости анода генератора; тип 2 – разрядный промежуток утоплен в анод генератора. В нагрузке тип 2 выход излучения в К-линиях алюминия достиг 4.5 кДж/см. Ширина импульса излучения на полувысоте не превышала 10 нс, а мощность излучения составила 400 ГВт/см.

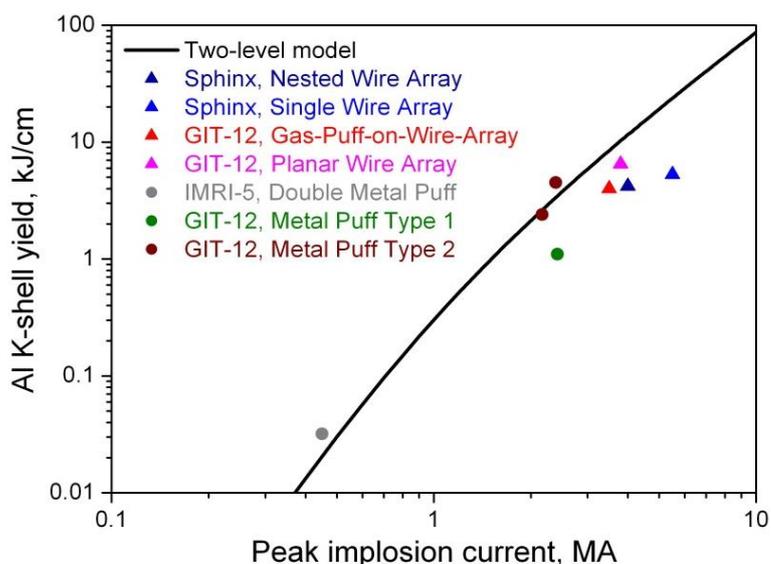


Рис. 1. Выход излучения в К-линиях алюминия при различных значениях пикового тока имплозии. Сплошная линия – теоретическая зависимость, рассчитанная с помощью двухуровневой модели.

Ранее попытки генерации излучения в К-линиях алюминия при микросекундных временах имплозии предпринимались на генераторах ГИТ-12 (Россия) и Sphinx (Франция). В разное время были исследованы несколько конфигураций нагрузки: одно- и двухкаскадные многопроволочные лайнеры; планарные многопроволочные лайнеры; комбинированный газовый лайнер с внутренним многопроволочным лайнером. Наилучшие результаты по выходу излучения в К-линиях алюминия, полученные в этих экспериментах, показаны на рис. 1 вместе с результатами исследования металло-плазменного лайнера с внешней плазменной оболочкой. Сплошной линией на рисунке показана теоретическая зависимость выхода излучения в К-линиях алюминия от пикового тока имплозии, рассчитанная с помощью двухуровневой модели. Сравнение данных, приведенных на рис. 1, позволяет сделать заключение, что в настоящее время металло-плазменный лайнер с внешней плазменной оболочкой является наиболее эффективной нагрузкой для генерации излучения в К-линиях алюминия при микросекундных временах имплозии.

### **Публикации**

1. A.V. Shishlov, V.A. Kokshenev, A.G. Rousskikh, R.K. Cherdizov, N.E. Kurmaev, A.S. Zhigalin, F.I. Fursov, V.I. Oreshkin "Radiative Characteristics of Al Metal-Puff Z-Pinches in Experiments on the GIT-12 Generator at a Microsecond Implosion Regime" // 2020 7<sup>th</sup> International Congress on Energy Fluxes and Radiation Effects (EFRE), Tomsk, Russia, 2020, pp. 61-66, doi: 10.1109/EFRE47760.2020.9242061

2. R.K. Cherdizov, V.A. Kokshenev, A.V. Shishlov, R.B. Baksht, V.I. Oreshkin, A.G. Rousskikh, A.S. Zhigalin "Estimation of the Al Metal-Puff Density Profile on the Generator GIT-12" // 2020 7<sup>th</sup> International Congress on Energy Fluxes and Radiation Effects (EFRE), Tomsk, Russia, 2020, pp. 55-60, doi: 10.1109/EFRE47760.2020.9241935

3. V.A. Kokshenev, A.G. Rousskikh, A.V. Shishlov, A.S. Zhigalin, N.E. Kurmaev, R.B. Baksht, R.K. Cherdizov, V.I. Oreshkin, " Formation and Dynamics of the Current Sheath in the Plasma Shell of a Z-Pinch in the Microsecond Implosion Regime" // 2020 7<sup>th</sup> International Congress on Energy Fluxes and Radiation Effects (EFRE), Tomsk, Russia, 2020, pp. 217-221, doi: 10.1109/EFRE47760.2020.9241970

4. A.S. Zhigalin, A.G. Rousskikh, V.I. Oreshkin, A.V. Shishlov, R.K. Cherdizov, V.A. Kokshenev, R.B. Baksht, "Comparative Analysis of the Rayleigh-Taylor Instability Suppression During Compression of Metallic Gas-Puff Z Pinch at the MIG and GIT-12 Facilities," 2020 7<sup>th</sup> International Congress on Energy Fluxes and Radiation Effects (EFRE), Tomsk, Russia, 2020, pp. 228-231, doi: 10.1109/EFRE47760.2020.9241964.

5. A.G. Rousskikh, A.V. Shishlov, V.I. Oreshkin, A.S. Zhigalin, R.K. Cherdizov, F.I. Fursov, V.A. Kokshenev, N.E. Kurmaev, ""Zippering" Effect at Aluminum Metal-Puff Liner Implosions on the GIT-12 Pulse Power Generator," 2020 7<sup>th</sup> International Congress on Energy Fluxes and Radiation Effects (EFRE), Tomsk, Russia, 2020, pp. 238-242, doi: 10.1109/EFRE47760.2020.9242092.