

**СТАБИЛИЗАЦИЯ ПЛОТНОСТИ ЭНЕРГИИ МОЩНОГО ИОННОГО ПУЧКА В УСКОРИТЕЛЕ
ТЕМП-4М**

В.Г. Пак, И.П. Хайлов

Научный руководитель: проф., д. ф-м. н.А.И. Пушкарёв

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: nitro-guy@mail.ru

**STABILITY OF ENERGY DENSITY DISTRIBUTION OVER THE CROSS SECTION IN THE MIP
SERIES OF PULSES**

V.G. Pak I.P. Khaylov,

Scientific supervisor: Prof., Dr. A.I. Pushkarev

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

E-mail: nitro-guy@mail.ru

***Annotation.** The paper presents the results of a study of stability of energy density distribution over the cross section in the mip series of pulses. The experiments were carried out with the TEMP-4M ion accelerator, which consist of a capacitive storage - Marx generator, a water Blumlein pulse forming line and a diode with self magnetic insulation. We have found that when the primary spark gap, and in a controlled manner when starting pulse of negative polarity energy density distribution in the cross section IPI varies from pulse to pulse in the pulse series marginally.*

Наиболее важными параметрами генератора пучка заряженных частиц, определяющие возможность его технологического применения, являются ресурс непрерывной работы и стабильность параметров в серии импульсов. Анализ стабильности ускоряющего напряжения, плотности энергии МИП в ускорителе ТЕМП-4М [1] мы проводили при работе на согласованную резистивную нагрузку (4.7 – 5 Ом) и при работе на диод с магнитной самоизоляцией электронов. Анализ выполнен по сериям измерений по 50 импульсов в каждой серии. Интервал между импульсами 10 секунд, интервал между сериями (5–10) минут.

Основным фактором, определяющим изменение свойств изделия при воздействии на мишень импульсных ионных пучков гигаватной мощности, является тепловое воздействие, а не имплантация ионов. Поэтому для оптимизации режима обработки изделий таким пучком важен прежде всего контроль плотности энергии пучка и его распределения по сечению МИП.

Основная часть исследований стабильности плотности энергии выполнена на полосковом фокусирующем диоде. Для улучшения фокусировки пучка на заземленный электрод диода установлен сплошной экран, выполненный из нержавеющей стали толщиной 1 мм [2]. На Рис.1 показана фотография полоскового фокусирующего диода и распределение плотности энергии пучка в поперечном сечении.

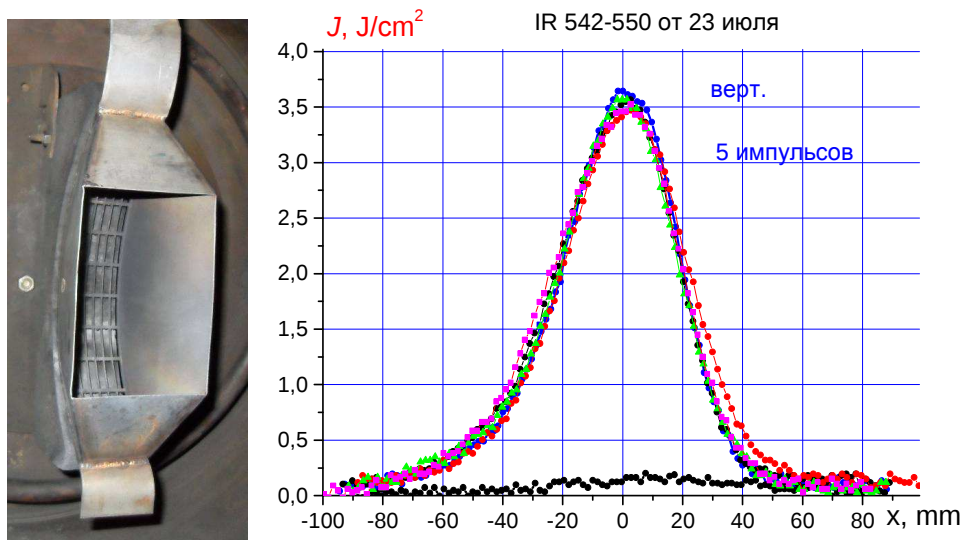


Рис.1 – Фотография фокусирующего диода с экраном и распределение плотности энергии пучка по сечению в фокусной плоскости в вертикальном сечении (5 последовательных импульсов)

Результаты статистического анализа полной энергии и плотности энергии МИП, формируемого фокусирующим полосковым диодом при работе с интервалом 120 секунд сведены в таблицу 1.

Таблица 1

Стабильность генерации МИП в серии импульсов

	Среднее значение в серии и sd			
	U, kV	I, kA	Q, Дж	q, Дж/см ²
Серия 1	244 кВ±9%	68 кА±8%	103 Дж±11%	4,2 Дж/см ² ±8%
Серия 2	-	66 кА±5%	100 Дж±8%	3,8 Дж/см ² ±10%
Серия 3	-	56 кА±4%	83 Дж±10%	3,8 Дж/см ² ±9%
Серия 4	255 кВ±5%	59 кА±5%	66 Дж±9%	2,7 Дж/см ² ±11%

Стандартная девиация плотности ионного тока в фокусирующем диоде в двухимпульсном режиме составляет (18-20)% в серии импульсов при нестабильности параметров ускорителя ТЕМП-4М не более 10 %. Но стабильность плотности энергии в серии импульсов оказалась значительно выше.

Управляемый режим работы основного разрядника повысил стабильность работы ионного диода. На Рис.212 показана фотография полоскового фокусирующего диода и распределение плотности энергии в поперечном сечении ионного пучка, формируемого фокусирующим полосковым диодом.

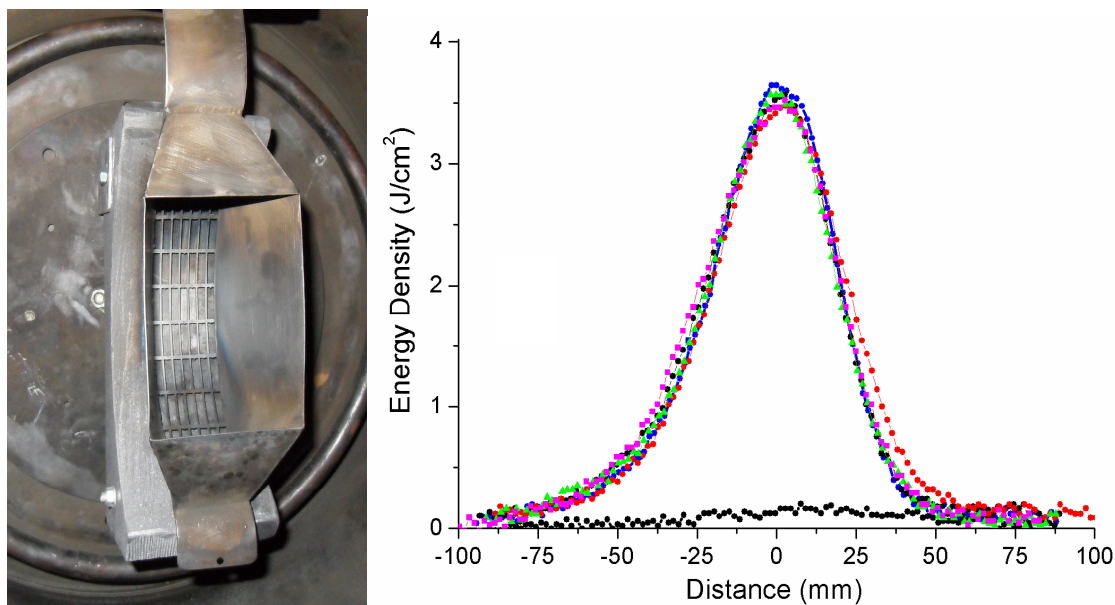


Рис.21 – Фото фокусирующего диода и распределение в вертикальном сечении плотности энергии МИП.
Пять последовательных импульсов

Выполненные исследования показали, что при работе основного разрядника в управляемом режиме и при запуске импульсом отрицательной полярности[3, 4] распределение плотности энергии в поперечном сечении МИП меняется от импульса к импульсу незначительно в серии импульсов. . Использование управляемого режима работы основного разрядника позволило снизить напряжение зарядки ДФЛ до величины, составляющей 0.9-0.95 от напряжения самопробоя основного разрядника, а энергию в ГИН - до 2.5 кДж при той же энергии, запасаемой в ДФЛ. Это также повысило стабильность работы ускорителя и его ресурс.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пушкарёв А.И., Исакова Ю.И., Сазонов Р.В., Холодная Г.Е. Генерация пучков заряженных частиц в диодах со взрывоэмиссионным катодом. М: Физматлит, 2013. 240 с.
2. Pushkarev A.I., Isakova Yu.I., Khailov I.P. // Laser and particle beams (2013), volume 31, issue 03, pp. 493-501.
3. Ковальчук Б.М., Кремнев В.В., Поталицын Ю.Ф. Сильноточные наносекундные коммутаторы.— Новосибирск: Наука, 1979. 175 с.
4. Бойко Н.И., Евдошенко Л.С., Зароченцев А.И., Иванов В.М. Развитие представлений о механизмах срабатывания триггеров и их рациональной конструкции (обзор) // Електротехніка і Електромеханіка. 2009. №5, с. 49 – 55.