



Ученый совет ОИВТ РАН, 16.04.2018

Итоги научной деятельности Шатурского филиала ОИВТ РАН в 2017 году

ДИРЕКТОР ШФ ОИВТ РАН,
К.Ф.-М.Н. ШУРУПОВ АЛЕКСЕЙ ВАСИЛЬЕВИЧ

Основные направления исследований и разработок

По темам госбюджета

Тема 1

Расчетно-экспериментальные исследования лабораторных образцов мощных источников импульсных токов микросекундной длительности на базе взрывомагнитных генераторов, предназначенных для питания плазменных нагрузок с растущей индуктивностью (0044-2014-008)

Отв. исполнитель: зав. лабораторией, к.ф.- м.н. Завалова Валентина Евгеньевна

Тема 2

Разработка и экспериментальная апробация мобильных лабораторных устройств в составе «плазмодинамический ускоритель макротел»- «взрывомагнитный генератор», обеспечивающих скорость метания 3 - 5 км/с (0044-2014-003)

Отв. исполнитель: зав. лабораторией, к.ф.- м.н. Полищук Владимир Павлович

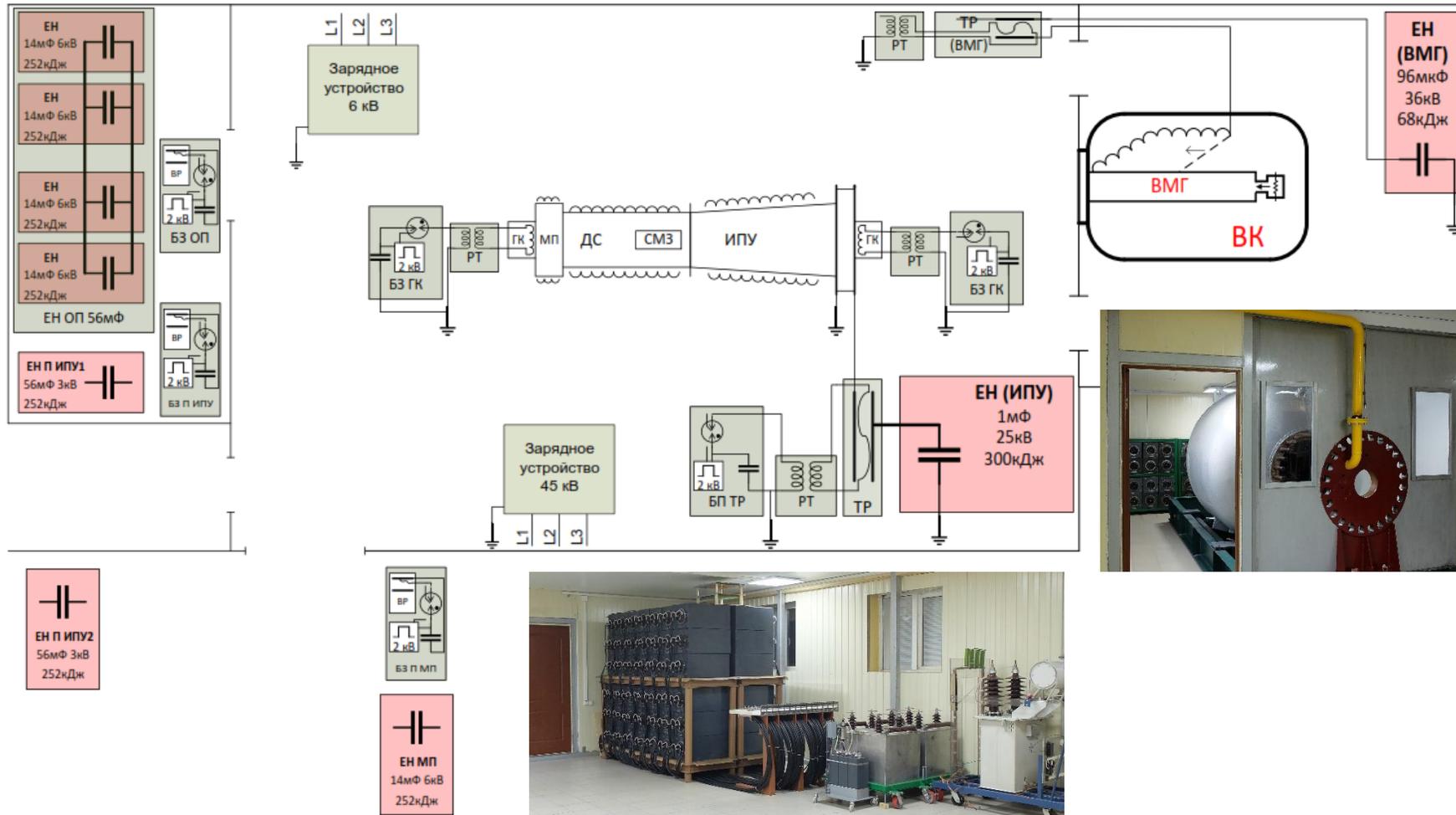
По внебюджетным направлениям

Тема 3

Выполнение НИР по Гос. контракту № 6682

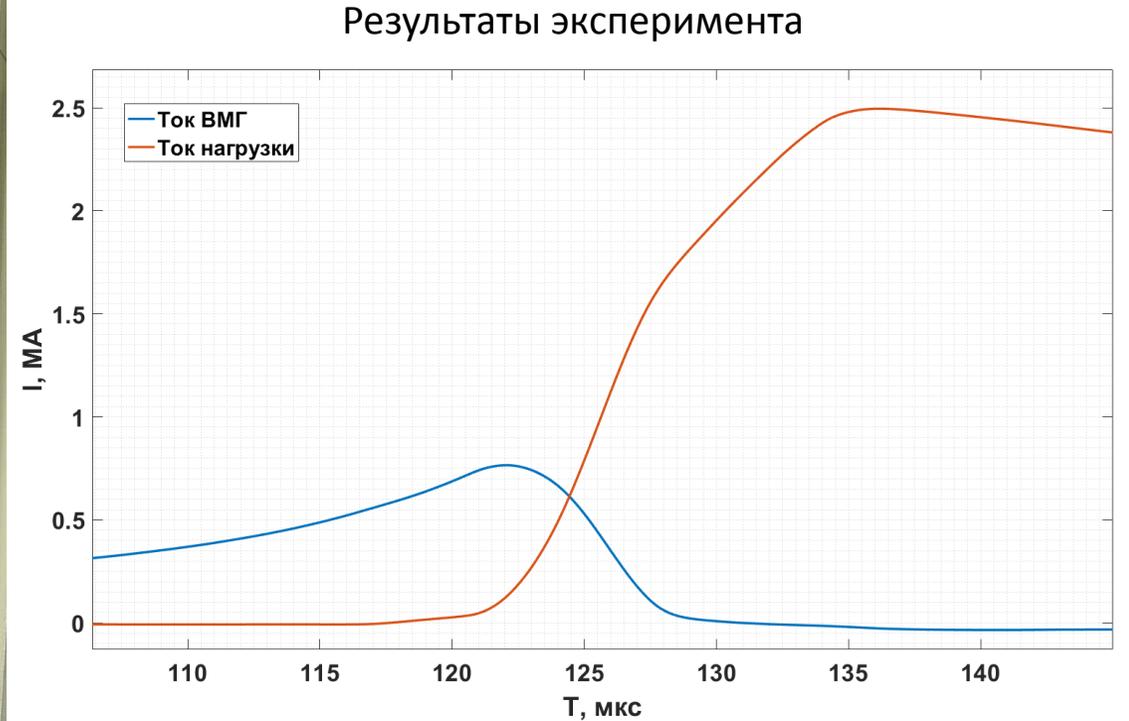
Плазмодинамический стенд для исследования плазменных нагрузок при питании от ВМГ / расположение основных элементов

Разработан и изготовлен специализированный плазмодинамический стенд для исследования лабораторных образцов мощных источников импульсного тока, работающих на переменную индуктивность



- ВМГ – взрывомагнитный генератор
- ВК – Взрывная защитная камера «Титан»
- ЕН – емкостные накопители
- ИПУ – импульсный плазменный ускоритель
- МП – магнитная пробка
- ДС – диагностическая секция
- СМЗ – секция магнитных зондов
- ТР – твердотельный разрядник
- ВР – воздушный разрядник
- РТ – развязывающий трансформатор
- ГК – газовый клапан
- БЗ – блок запуска
- БП – блок подрыва
- ОП – основное магнитное поле

Плазмодинамический стенд для исследования плазменных нагрузок при питании от ВМГ / Испытание ВМГ на модельную нагрузку



Индуктивность нагрузки, нГн	30
Начальная энергия ВМГ, кДж	22
Амплитудное значение тока запитки, кА	58
Макс. амплитуда тока в нагрузке, кА	2490
Масса заряда ВМ в ВМГ, кг	1,586

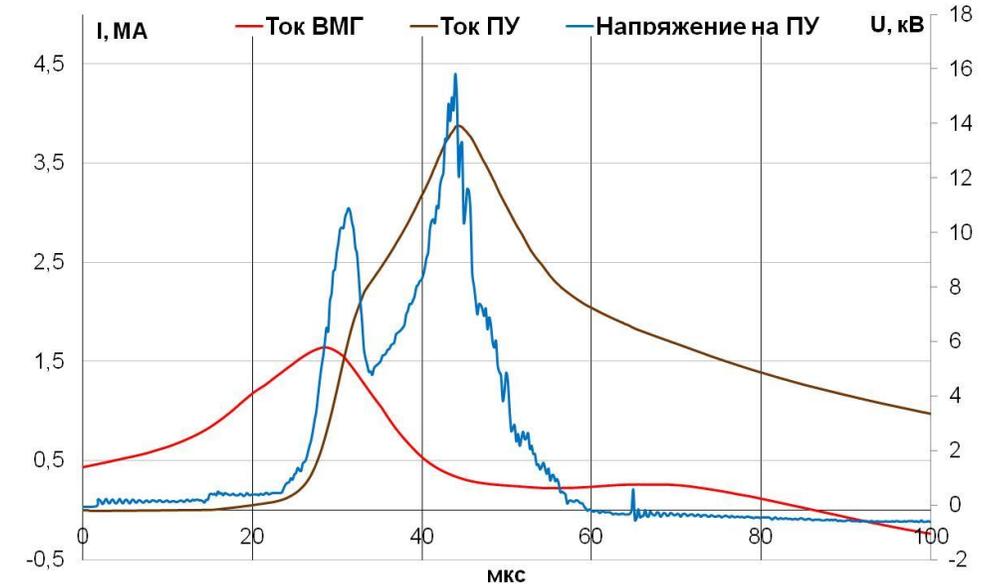
Плазмодинамический стенд для исследования плазменных нагрузок при питании от ВМГ / Импульсный плазменный ускоритель



ИПУ ВМГ ВК

ЕН ИПУ
(используется для настроечных пусков)

Результаты эксперимента

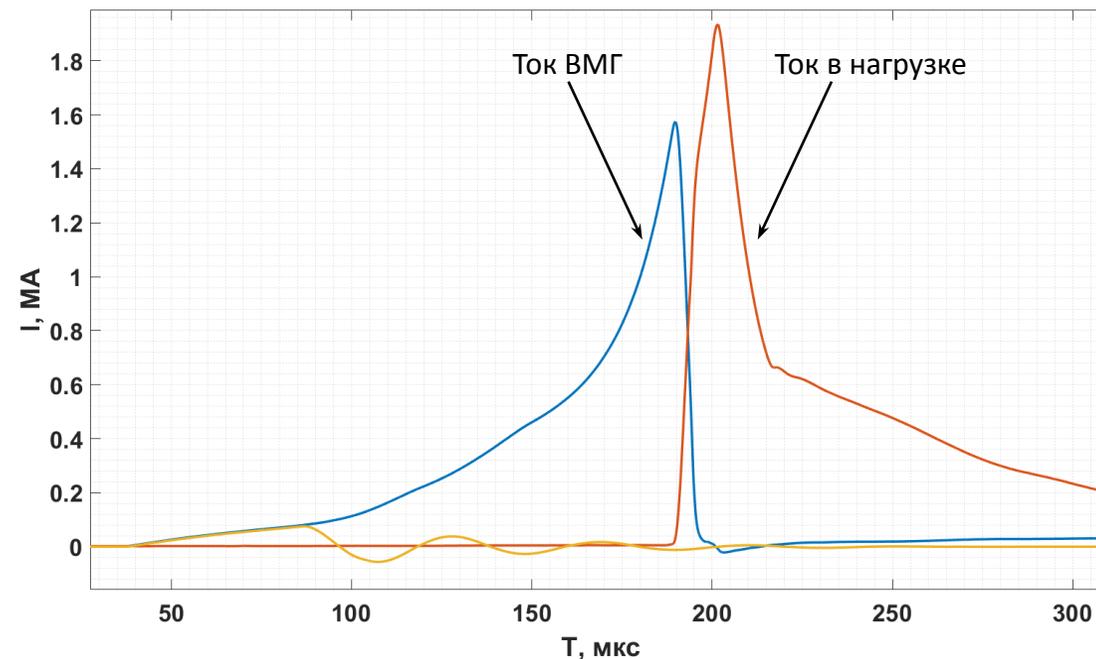


Индуктивность нагрузки, нГн	40 → 100
Начальная энергия ВМГ, кДж	50
Амплитудное значение тока запитки, кА	97
Макс. амплитуда тока в нагрузке, кА	3800
Энергия в нагрузке, кДж	370
Масса заряда ВМ в ВМГ, кг	1,8

Плазмодинамический стенд для исследования плазменных нагрузок при питании от ВМГ / Газоразрядная камера

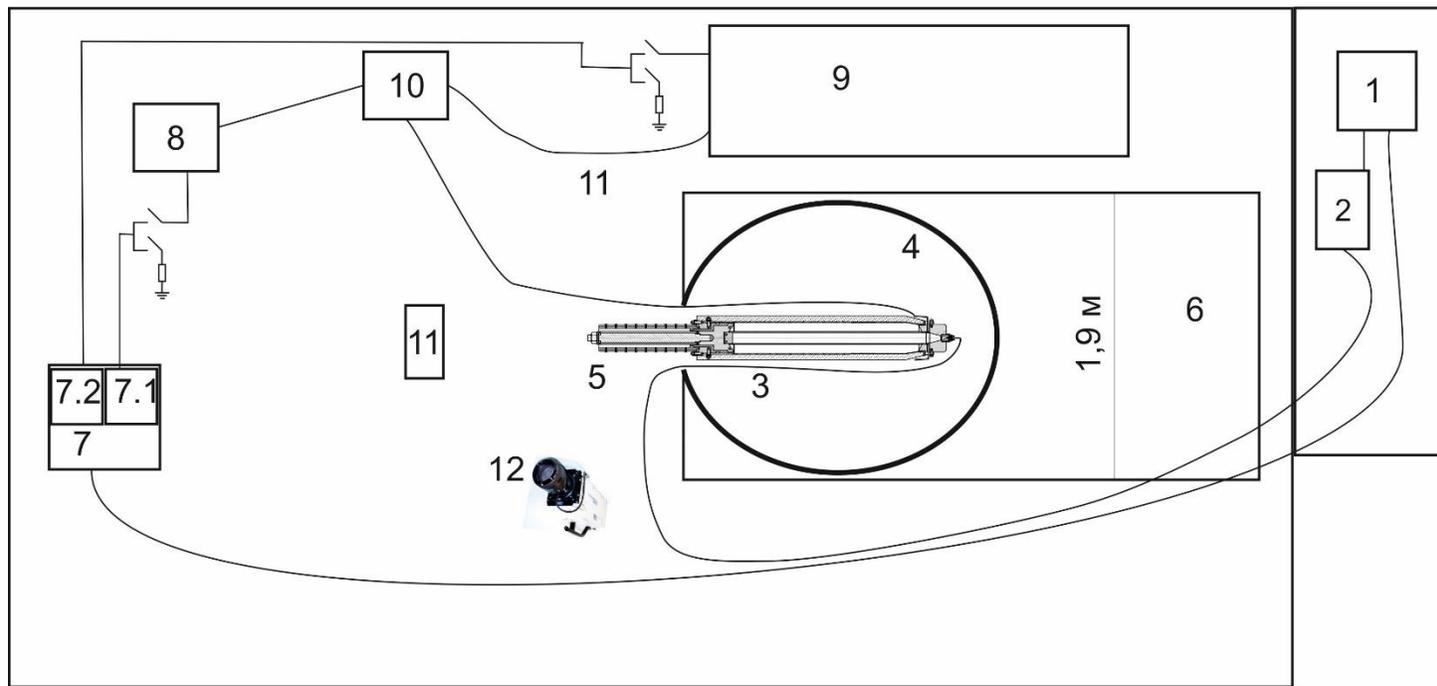


Результаты эксперимента



Индуктивность нагрузки, нГн	30 → 130
Начальная энергия ВМГ, кДж	22
Амплитудное значение тока запитки, кА	75
Макс. амплитуда тока в нагрузке, кА	1940
Масса заряда ВМ в ВМГ, кг	1,6

Экспериментальный стенд для испытания мобильного метательного комплекса «рельсотрон+ВМГ»



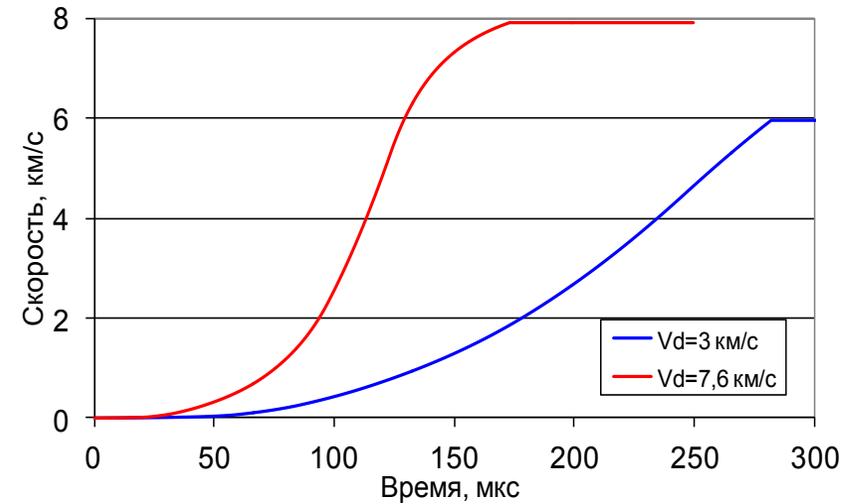
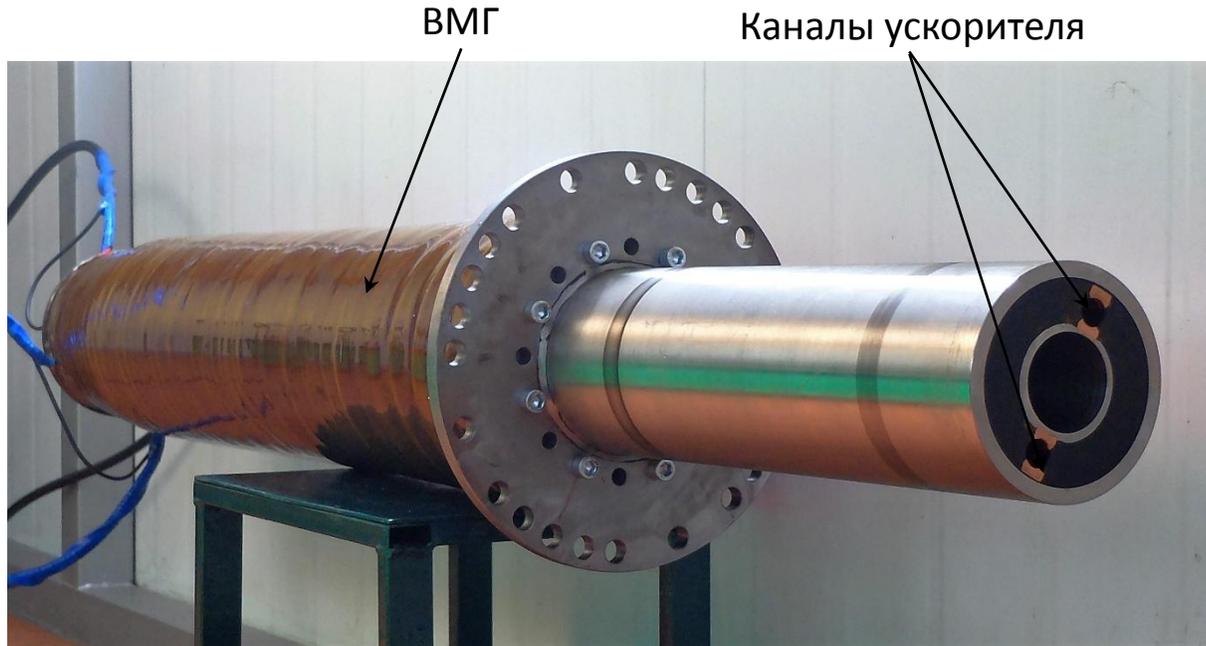
- 1 - Пульт управления для запуска блока инициирования ВМГ и зарядного устройства
- 2 - Блок инициирования для запуска детонатора с последующим взрывом ВВ
- 3 - ВМГ
- 4 - Взрывозащитная камера ВЗК "Глобус" для защиты от последствий взрыва ВМГ (рассчитана и аттестована на 8 кг ВМ)
- 5 - ЭМУ (рельсотрон - ускоритель метаемого тела)
- 6 - Платформа для перемещения ВЗК
- 7 - Зарядное устройство ($U=45$ кВ, $I = 1$ А)
 - 7.1. Зарядное устройство 1 канал для зарядки батареи поджига твердотельного размыкателя
 - 7.2. Зарядное устройство 2 канал для зарядки емкостного накопителя

- 8 - Батарея поджига и блок запуска твердотельного размыкателя ($u_0= 25$ кВ, $C=24$ мкФ, $E= 7,5$ кДж)
- 9 - Емкостной накопитель ЕН180 для запитки ВМГ (48 конденсаторов, $u_0= 50$ кВ, $C= 3$ мкФ, $W_0= 180$ кДж)
- 10 - Твердотельный разрядник для коммутации цепи зарядки ВМГ
- 11 - Мишень для остановки метаемого тела
- 12 - Высокоскоростные камеры для регистрации движения метаемого тела
 - 1. NAC Memrecam НХ-3 (Япония), экспозиция 200 нс, 700 000 кадров/сек, разрешение кадра 320X16, размер пикселя 11 мкм
 - 2. Phantom VEO 710, . экспозиция 1 мкс, 75 000 кадров/сек, разрешение кадра 256X256, размер пикселя 20 мкм

Тема2 Мобильный метательный комплекс «рельсотрон+ВМГ»

В 2017 г. разработана и подготовлена к испытанию метательная установка в составе:

- двуствольный рельсотрон с длиной канала 0,5 м, суммарная метаемая масса 10 г
- ВМГ со специальным законом вывода индуктивности, выходная энергия 1,3 МДж при массе ВМ 2,5 кг



Расчетная скорость ударника массой 5 г при разных скоростях детонации V_d , длина канала 0,5 м

Максимальный ток ВМГ: при скорости детонации ВМ $V_d = 3$ км/с – 2,1 МА,
при скорости детонации ВМ $V_d = 7,6$ км/с – 3,6 МА.

Рельсотрон может использоваться в режимах с «твердым якорем» и «плазменным поршнем»

Тема2 Мобильный метательный комплекс «рельсотрон+ВМГ»



Тема2 Метание «тяжелых» ударников в рельсотроне



Канал перед установкой в силовой бандаж:
электроды из меди, изоляторы из поликарбоната

Ударник
масса 15 г
длина 32 мм
диаметр 24 мм

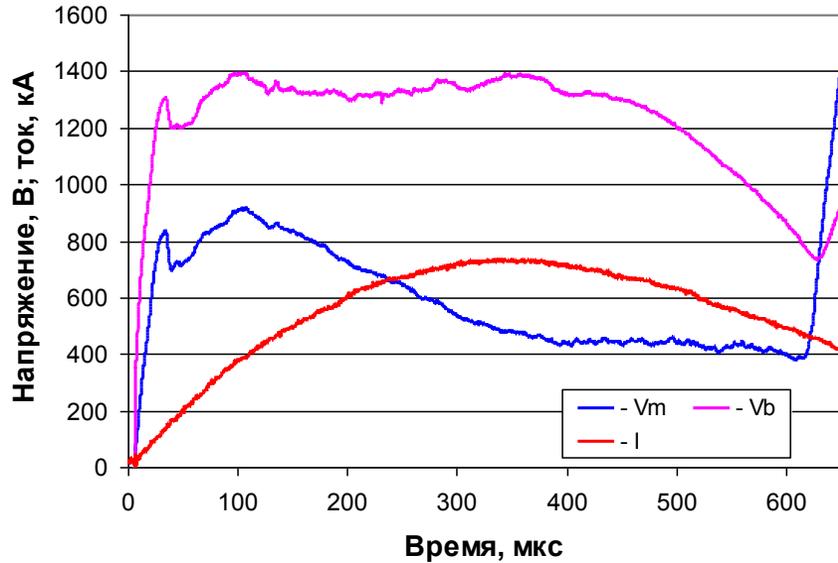


В канале длиной 1 м ударники из поликарбоната массой 5-15 г были ускорены до скорости 2,5...3,5 км/с
Использовался емкостной накопитель на 1,2 МДж.

A V Kozlov, A V Kotov, V P Polistchook, A V Shurupov, and M A Shurupov, Electromagnetic launcher for heavy projectiles // J. of Physics: Conf. Series 927 (2017) 012027

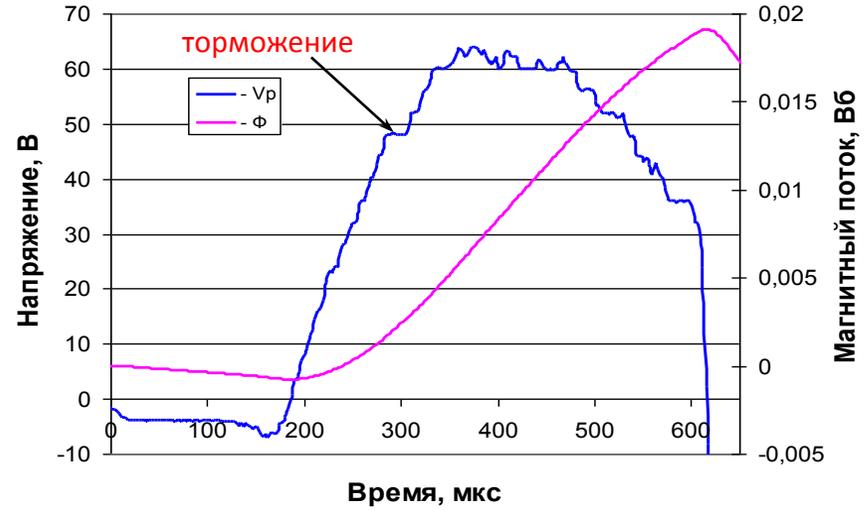
Тема2 Результаты экспериментов

Скорость 3,0 км/с, масса – 15 г, давление плазмы в канале - 0,2 ГПа

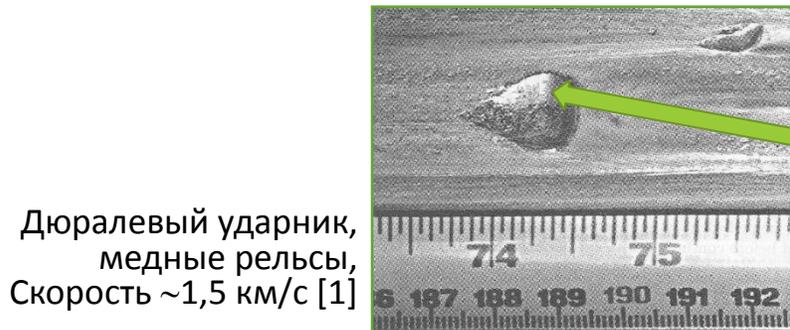


Ток I , входное (V_b) и выходное (V_m) напряжение

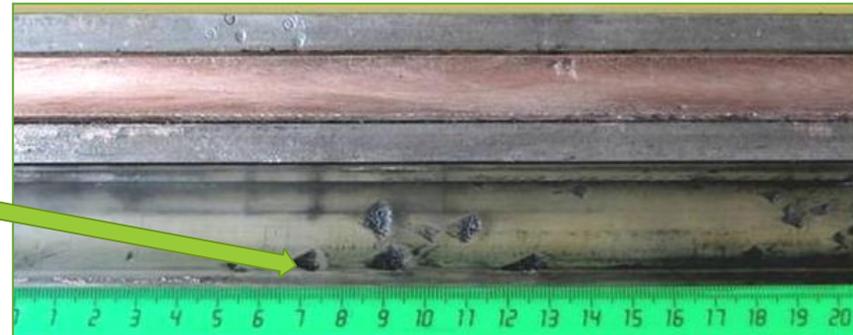
Магнитный зонд (МЗ) – виток вдоль всего канала рельсотрона



Напряжение на МЗ (V_p) и магнитный поток (Φ)



Дюралевый ударник, медные рельсы, Скорость ~1,5 км/с [1]



Канал в зоне торможения, скорость ~ 2 км/с

[1] Fair H. Труды Международного Симпозиума «Гидродинамика высоких плотностей энергии». Новосибирск. 2004 г.

Финансово экономические показатели

Доходы, тыс. руб.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Базовое финансирование (субсидии)	15 471,7	13 970,8	13 420,4	15 106,8
Хоздоговора	92 880,6 (20050,0)	129 182,6 (22512,3)	85 324,0	106 776,0 (98 935,7)
Аренда	267,7	267,7	267,7	287,6

Среднемесячная заработная плата (штатные сотрудники), руб.

		К-во	2014 г.		2015 г.		2016 г.		2017 г.	
Научные сотрудники	ГБ	8	26 977	90 104	30 435	119 478	34 431	103 014	44 313	116 689
	ВНБ		63 127		89 043		68 583		72 376	
Инженеры	ГБ	13	23 041	64 287	21 232	65 951	19 380	72 775	20 623	60 517
	ВНБ		41 246		44 719		53 395		39 894	
АУП	ГБ	5	31 571	65 701	28 580	68 727	35 290	64 777	27 484	65 448
	ВНБ		34 130		40 147		29 487		37 964	
Рабочие	ГБ	8	19 766	46 948	9 509	44 601	13 563	37 093	8 420	36 896
	ВНБ		27 182		35 092		23 530		28 476	
ИТОГО		34	Ср. ЗП	66 556	Ср. ЗП	74 689	Ср. ЗП	69 415	Ср. ЗП	69 888

Публикации Шатурского филиала ОИВТ РАН в 2017 г.

Всего публикаций – 19

В том числе:

- рецензируемые журналы и сборники – 7
- не рецензируемые журналы – 6
- доклады на международных и российских конференциях – 6

Спасибо за внимание
