

Разработка новых методик и оборудования для исследования экстремальных состояний, генерируемых интенсивным пучком тяжелых ионов

Шилкин Н. (ИПХФ РАН)

коллаборация HEDgeNOB

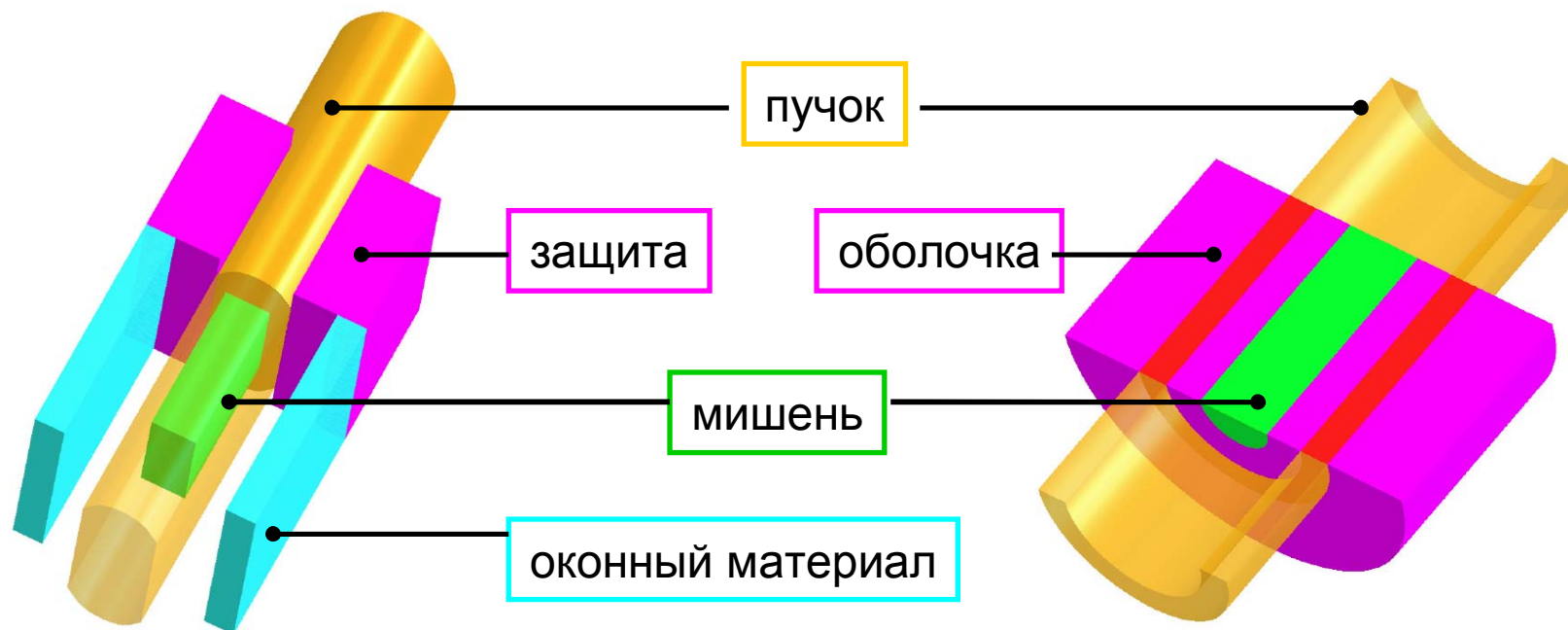


ИТЭФ 21.06.2011

Схемы планируемых экспериментов

HIHEX
Heavy Ion Heating and EXpansion

LAPLAS
LABoratory PLAnetary Science



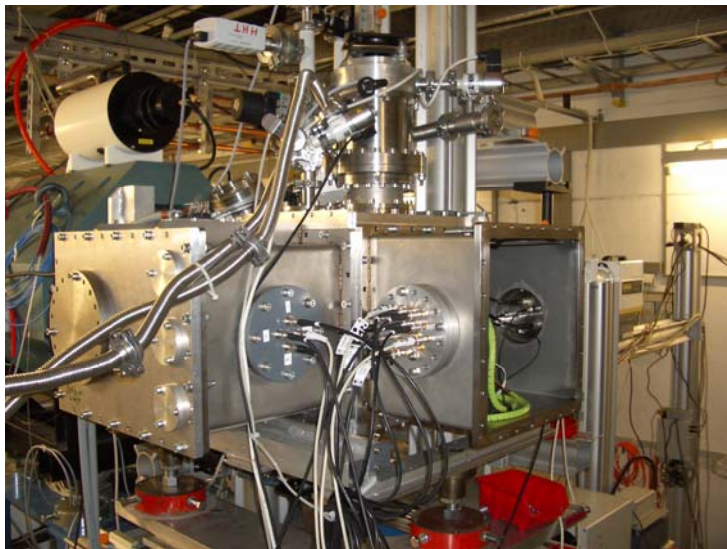
Текущие параметры : Энерговклад кДж/г, температура до 2eV, давление кБар

Цель экспериментов:

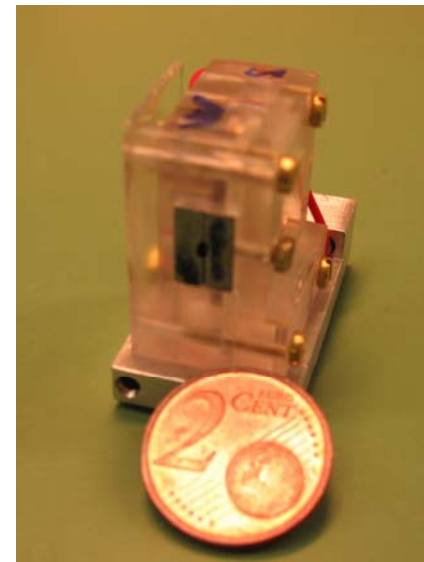
исследование термодинамических и транспортных свойств экстремальных состояний вещества

Задачи на 2010 год

Физико-техническое обоснование параметров мишенных камер для экспериментов HINEX и LAPLAS



Адаптация методик определения электропроводности к условиям пучкового эксперимента



Сравнение синхротронов SIS-18 и SIS-100

	GSI	FAIR
Ion Energy	400 MeV/u	400-2700 MeV/u
Number of ions	4×10^9	2×10^{12}
Beam duration	130 ns	50 ns
Beam energy	0.05 kJ	100 kJ
Beam focal spot	1 mm ²	1 mm ²
	LEAD TARGET	
Ion range	5 mm	5-60 mm
Specific energy deposition	1 kJ/g	900 kJ/g
Specific power deposition	5 GW/g	18 TW/g

Оценки нагрузок на камеру

взаимодействие пучка ионов урана 1000 АМеV, 2×10^{12}
диаметром 1 мм $E_0=90$ кДж
с свинцовой мишенью диаметром 1 мм и длиной 11 мм $m=0.1$ г)

Тепловые нагрузки

	Дизайн 1	Дизайн 2
Дизайн камеры	Сфера(нержавеющая сталь)	Сфера (нержавеющая сталь)
Диаметр, м	2.5	1
Толщина стенок h, мм	10	10
Масса камеры M, кг	1600	400
Энерговыделение, кДж	90	90
Нагрев камеры за банч, К	0.1	0.5

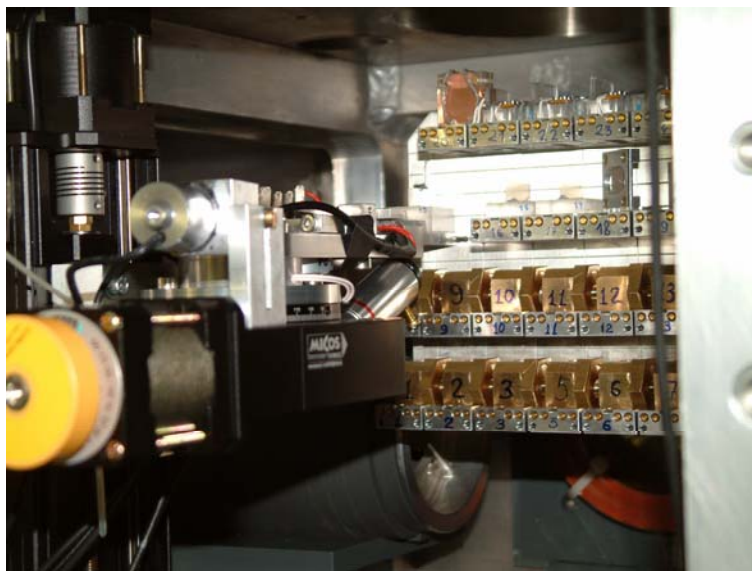
Динамические нагрузки

Время действия импульса	125 мкс	50 мкс
Площадь внутренней поверхности	20 м²	3 м²
Удельный импульс приобретаемый стенкой	0.4 кг/ (м с)	1.3 кг/ (м с)
Динамическое давление на стенку Па	1.3 x 10⁴	2.6 x10⁴
Период колебаний камеры	830 мкс	630 мкс
Период циркуляций упругой волны	2.8 мкс	2.8 мкс
Максимальные радиальные смещения оболочки, м	6 x10⁻⁷	9x10⁻⁷
Максимальная скорость радиальных смещений оболочки, м/с	5x10⁻³	2x10⁻²
Максимальное ускорение радиального смещения оболочки	40 м/с²	200 м/с²
Напряжение оболочки, Па	3 x 10⁵	1 x 10⁶

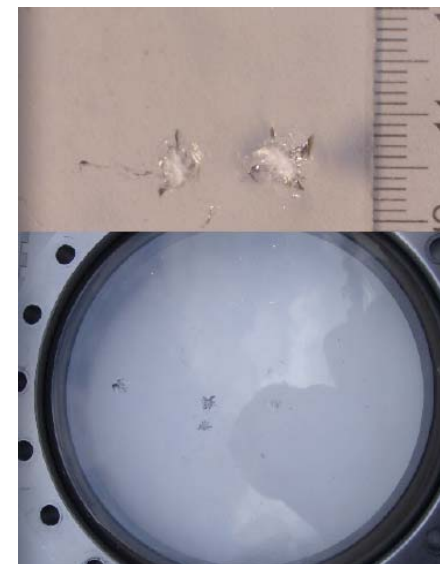
**динамические нагрузки на стенки камеры в 1000-100 раз
меньше предельно допустимых**

Энерговклад: последствия для оборудования и элементов камеры

100 кДж эквивалентно взрыву 20 г тротила

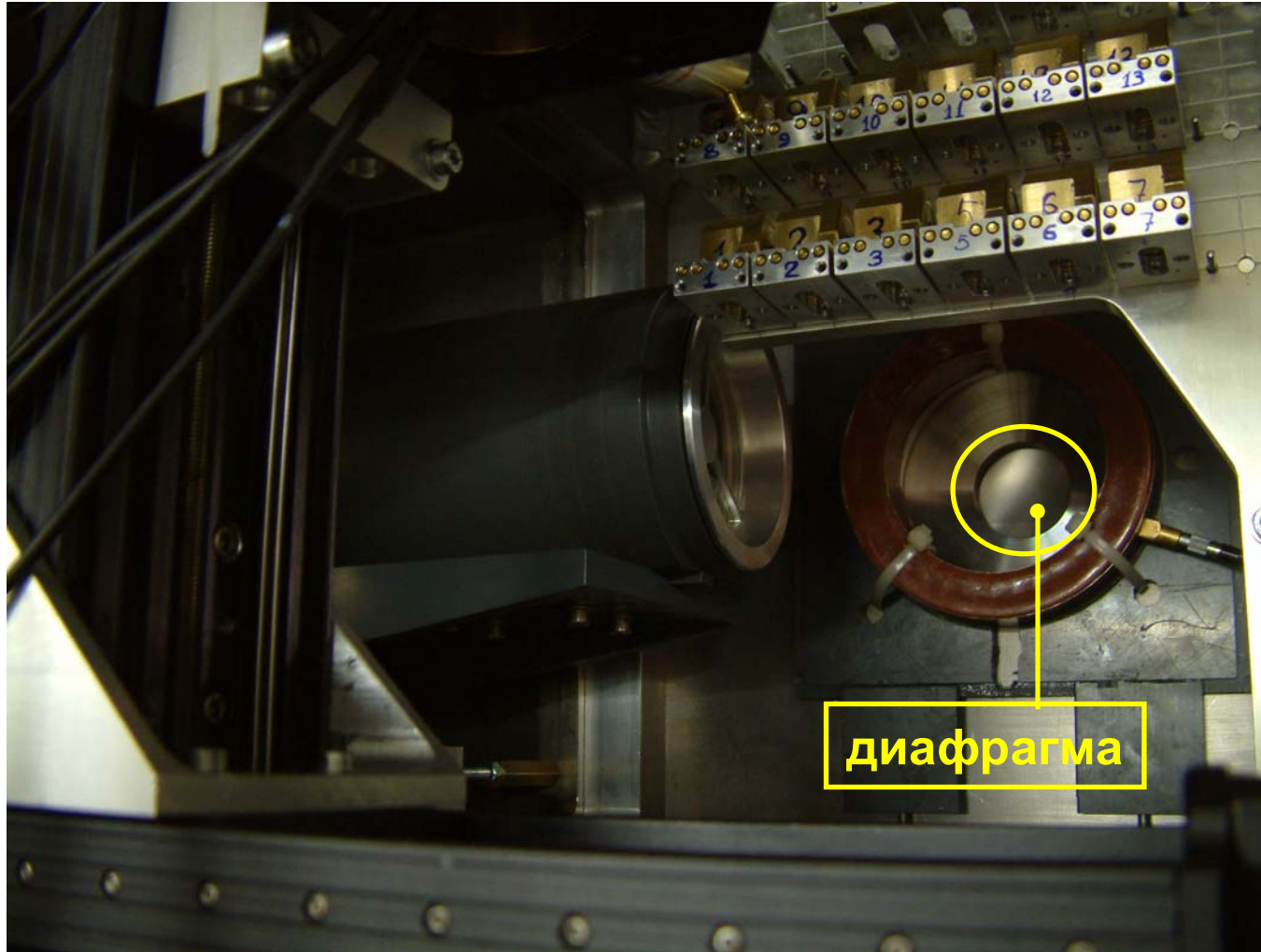


Манипулятор, находящийся
вблизи мишени
выйдет из строя после первого
“выстрела”



Иллюминатор, поврежденный
осколками мишени при энерговкладе
0.05 кДж

Ввод пучка в камеру



Выводы

1. толщина стенок и радиус камеры определяются в основном ограничениями по нагреву конструкции за один банч и удобством работы

2. от фланцев с оптическими портами, вероятно, придется отказаться

3. требуется разработка затвора для защиты ускорителя от высокоскоростных потоков, возникающих при нагреве мишени интенсивным пучком тяжелых ионов

4. необходима модернизация системы перемещения мишеней

5. обязательная защита системы хранения мишеней, насосов и т.п. (заслонки, дверцы...)

Планы на 2011-2012

Подготовка предварительной документации на изготовление мишенных камер для экспериментов HHEX и LAPLAS

Разработка механического затвора для защиты ускорительного тракта от высокоскоростных потоков плазмы и паров мишеней