



СО РАН

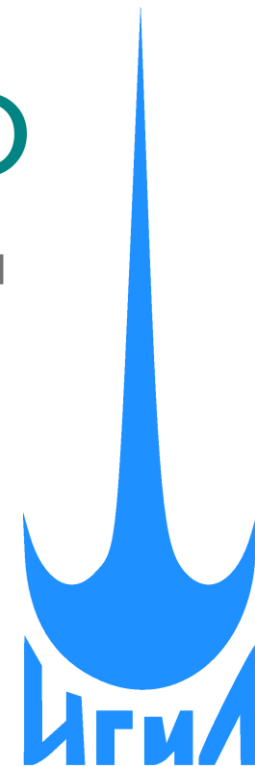


ИХТТМ

Институт химии
твёрдого тела
и механохимии



СИБИРСКИЙ КОЛЬЦЕВОЙ
ИСТОЧНИК ФОТОНОВ



Потоки струй при ударном воздействии на пластины конструкционных материалов, образующих ступенчатый стык.

Вячеслав Павлович Халеменчук¹, К.А. Тен¹, Э.Р. Прууэл¹, А.О. Кашкаров¹, А.М. Асылкаев^{1,5},

А.С. Туманик^{1,2}, И.А. Рубцов^{1,2}; Л.И. Шехтман³, А.А. Глушак³, Б.П. Толочко⁴.

¹Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН, Новосибирск, Россия

²Центр коллективного пользования "Сибирский кольцевой источник фотонов", Кольцово, Россия

³Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН, Новосибирск, Россия

⁴Институт химии твёрдого тела и механохимии СО РАН, Новосибирск, Россия

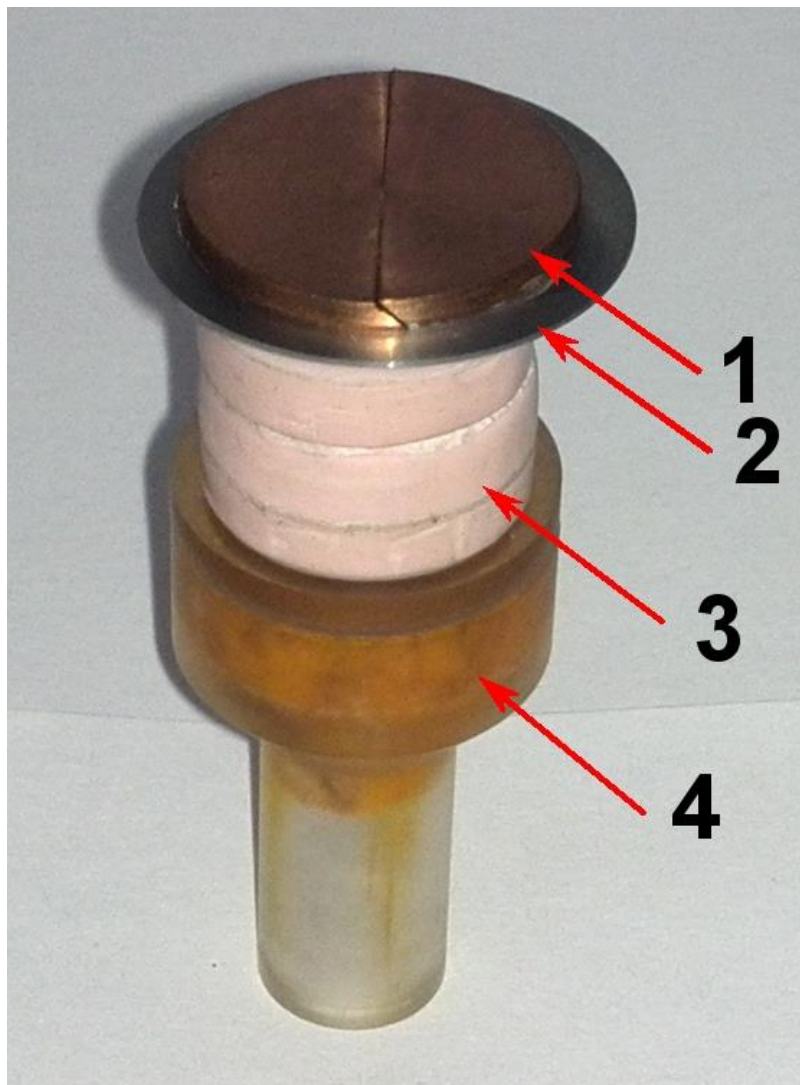
⁵Новосибирский государственный университет, Новосибирск, Россия

Ранние опыты

В 2017 году ИГиЛ СО РАН с РФЯЦ ВНИИТФ проводили предварительные опыты по исследованию пыления из щелей. В которых показано, что из щелей летят потоки микрочастиц.

Цель данной работы.

В данной работе поставлена задача посчитать массу потока микрочастиц из щелей ступенчатого стыка и из разных материалов: алюминиевый сплав Д16Т; медь марки М1; олово марки О1.

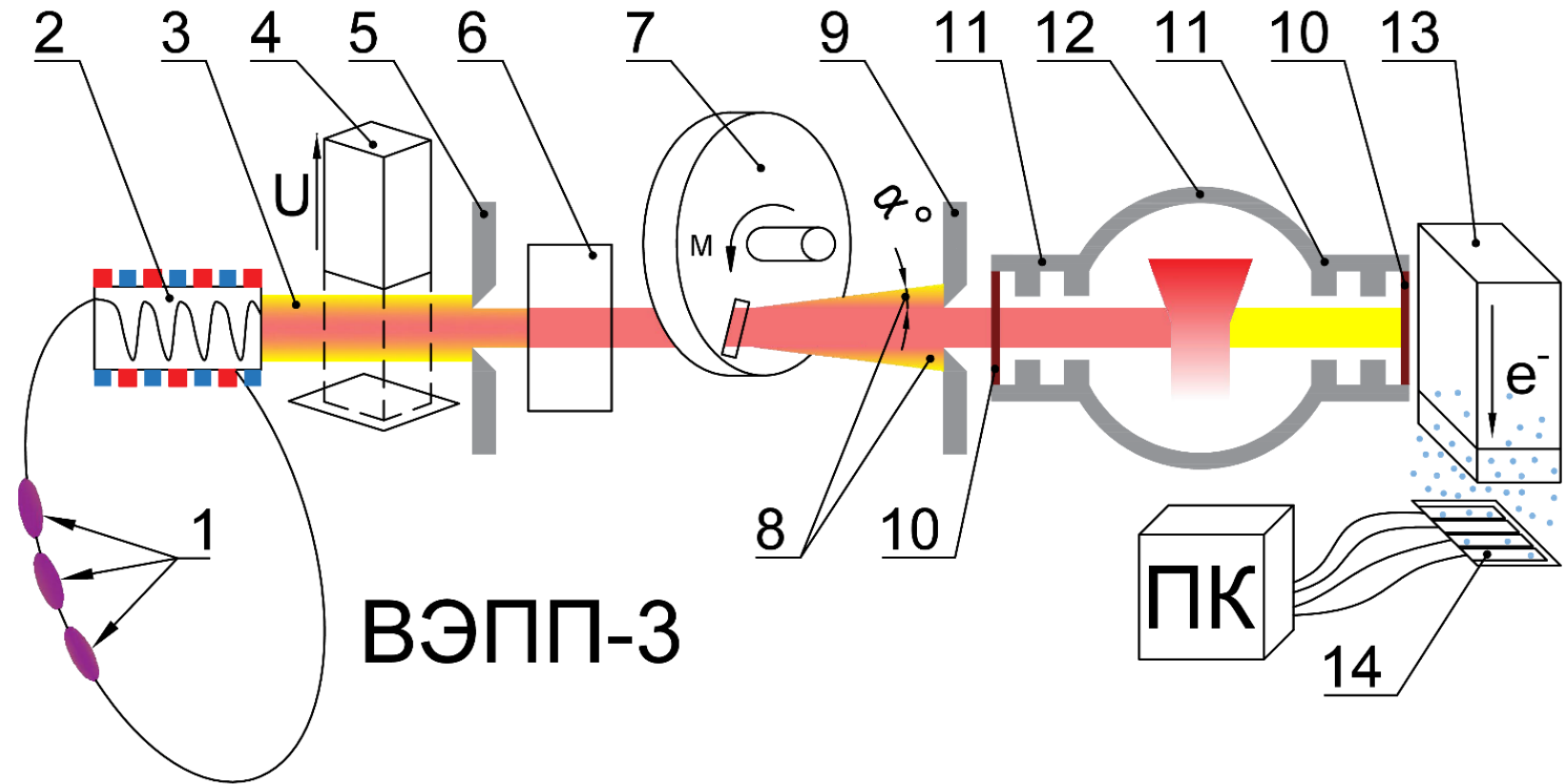


1-исследуемый образец с косым стыком; 2- прокладка; 3- ВВ; 4- ГПУВ.

Проведение взрывного эксперимента на канале синхротронного излучение (СИ).

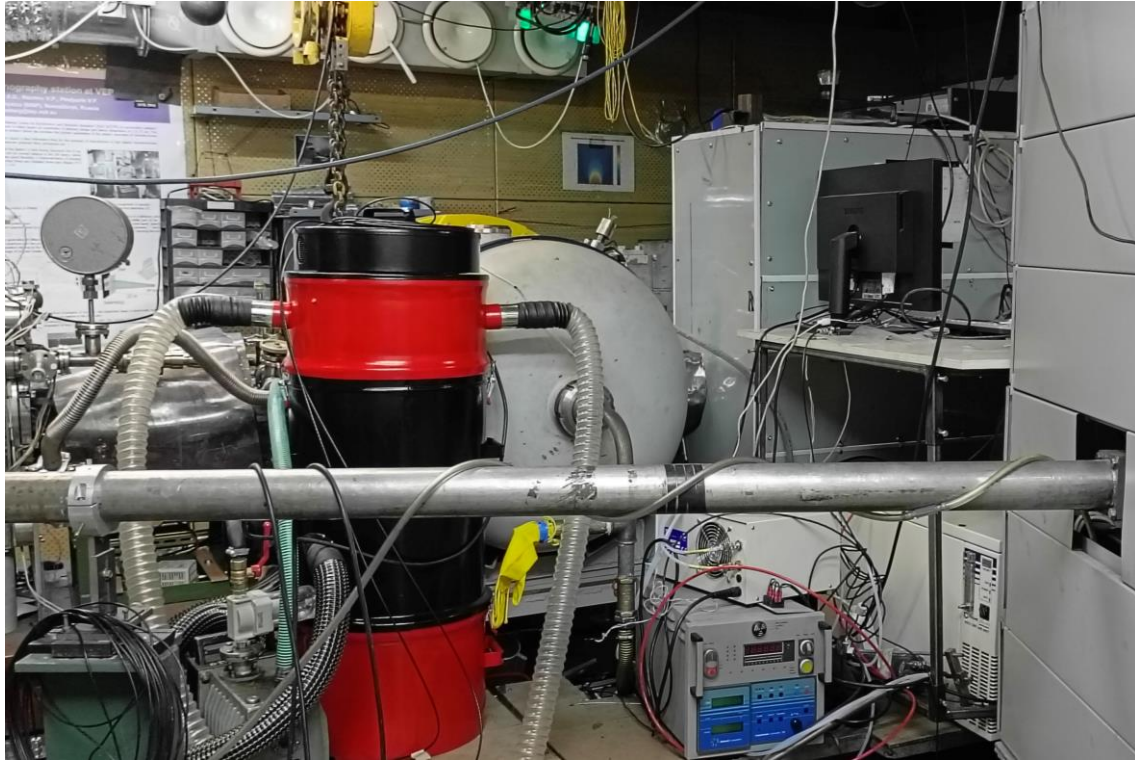
Параметры ускорителя встречных электронно-протонных пучков-3 (ВЭПП-3):

длительность импульса- 1 нс;
время между импульсами 124 нс;
энергия фотонов 2 ГэВ (ЦКП СКИФ 3 ГэВ);
апертура пучка СИ (ШхВ)-
40х0,1-2 мм.



- 1- банчи релятивистских электронов; 2- вигглер; 3- пучок СИ; 4- затвор радиационной безопасности;
5- рентгеновские щели; 6- монитор положения пучка СИ; 7- дисковый прерыватель пучка СИ;
8- рассеянное излучение; 9- рентгеновские щели; 10- бериллиевое окно; 11- глушители взрывной
камеры; 12- взрывная камера; 13- детектор DIMEX; 14- стрипы детектора DIMEX.

Станция «Субмикросекундной диагностики», на базе центра коллективного пользования ИЯФ СО РАН.



Измерительные методы:
синхротронного излучения;
интерферометрические системы;
контактные методы
(манганиновые датчики,
пьезоэлектрические датчики).

**Характеристики
экспериментального стенда:**
масс ВВ 50 г. (ВЭПП-3);
Глубина вакуума 10^{-3} Торр (0,0001
кПа)



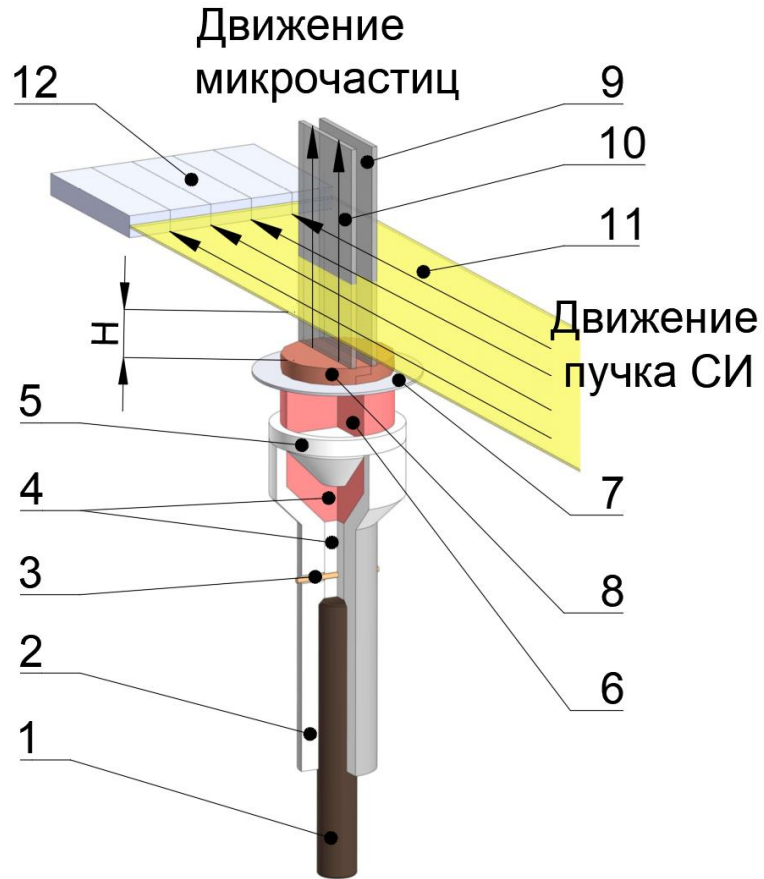
Юстировочный механизм:
- проведено более 300 подрывов;
- юстировка осуществляется по 2
линейным координатам и двух
осям вращения.



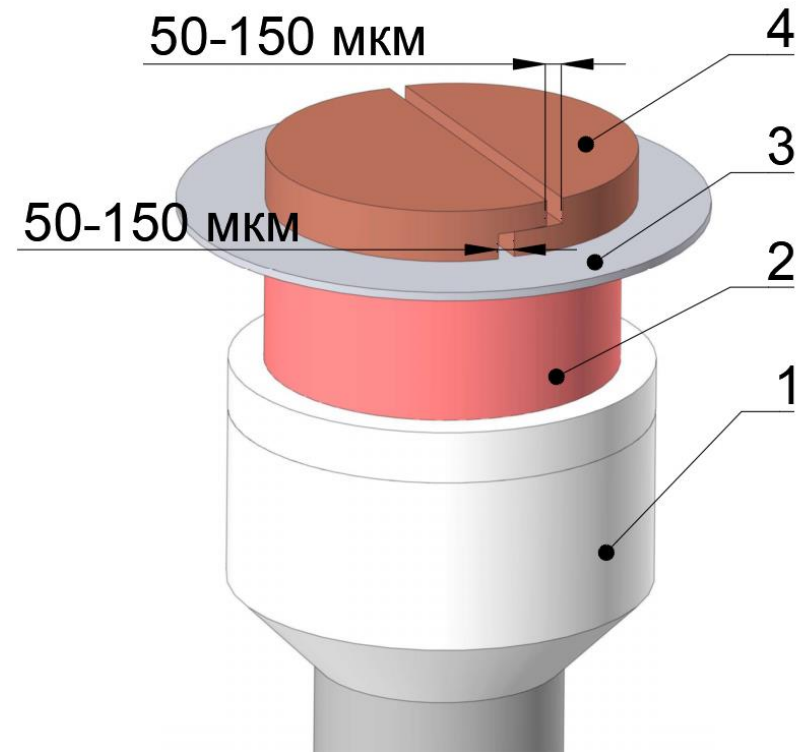
**Рентгеновский детектор
DIMEX:**

- запись 100 кадров;
- время между кадрами 124 нс;
- ширина приемного канала (стрип) 100 мкм;
- 512 приемных каналов (стрипов).

Поперечная постановка экспериментов, стык поперек СИ
(измерение линейной плотности потока микрочастиц).



1 – ЭДВ-1; 2-корпус ГПУВ; 3-проводной датчик; 4- ВВ; 5- линза ГПУВ; 6- ВВ; 7-прокладка; 8-диск с прорезью «ступенька»; 9-струя с верхней поверхности; 10-струя с нижней поверхности; 11-плоскость СИ; 12-детектор DIMEX.



1 – ГПУВ; 2- ВВ; 3- прокладка; 4- образец.
Диски диаметром 23 мм.

Поперечная постановка экспериментов, стык поперек СИ для дисков Д16Т.

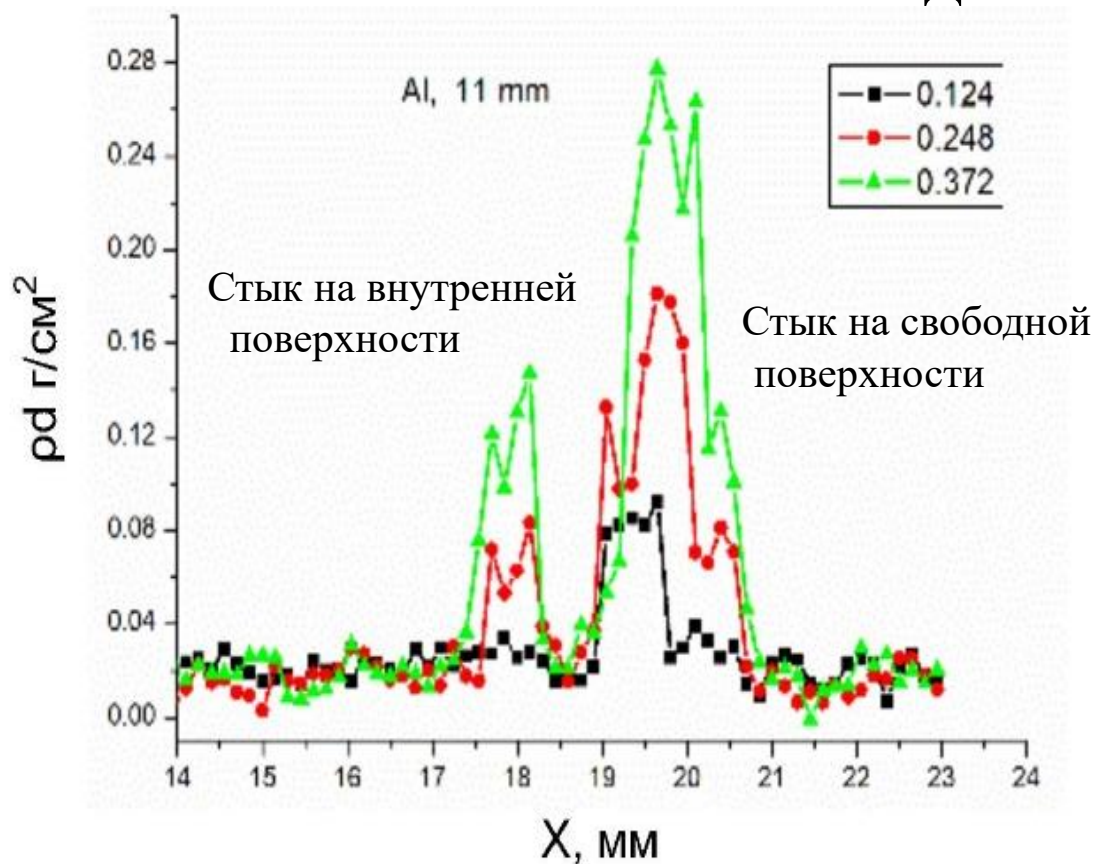


Фотографии
экспериментальных
сборок с дисками из
Д16Т

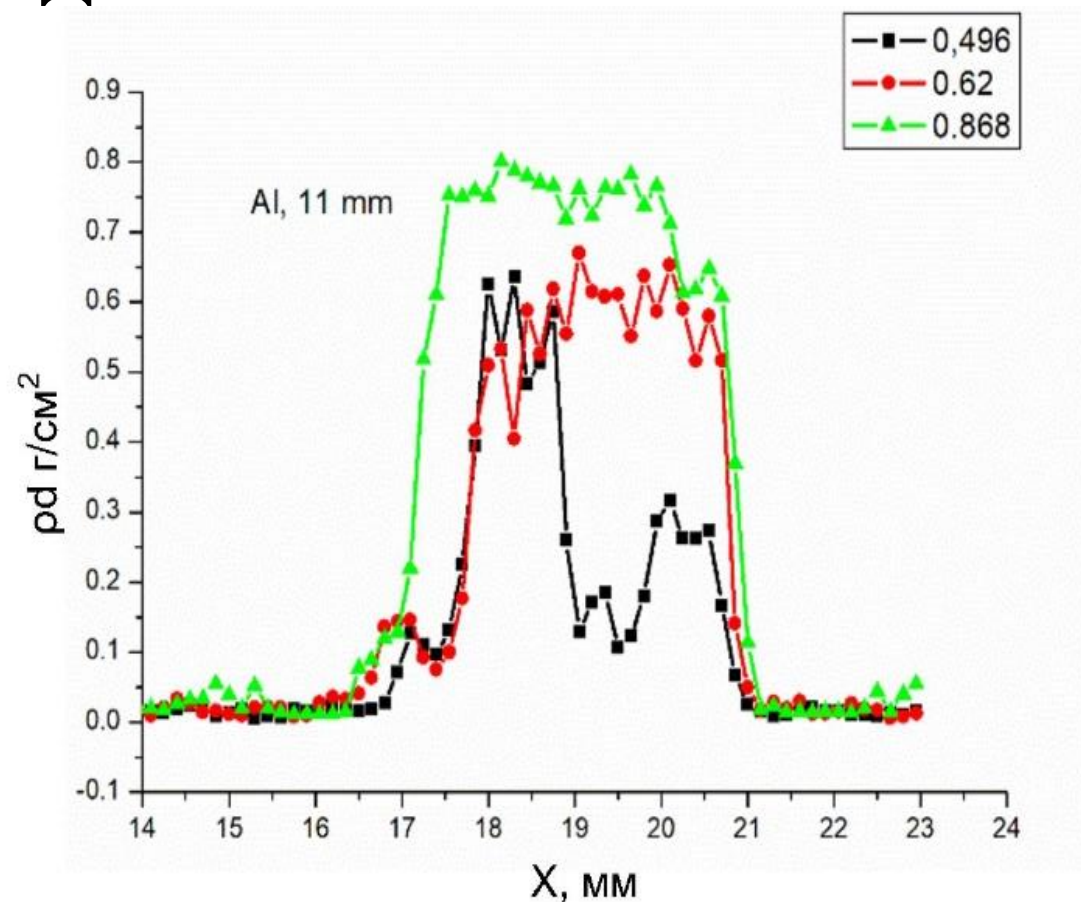


Фотографии с
электронного
микроскопа сопряжения
двух полудисков. Зазор
от 30 мкм до 60 мкм

Поперечная постановка экспериментов, стык поперек СИ для дисков Д16Т.



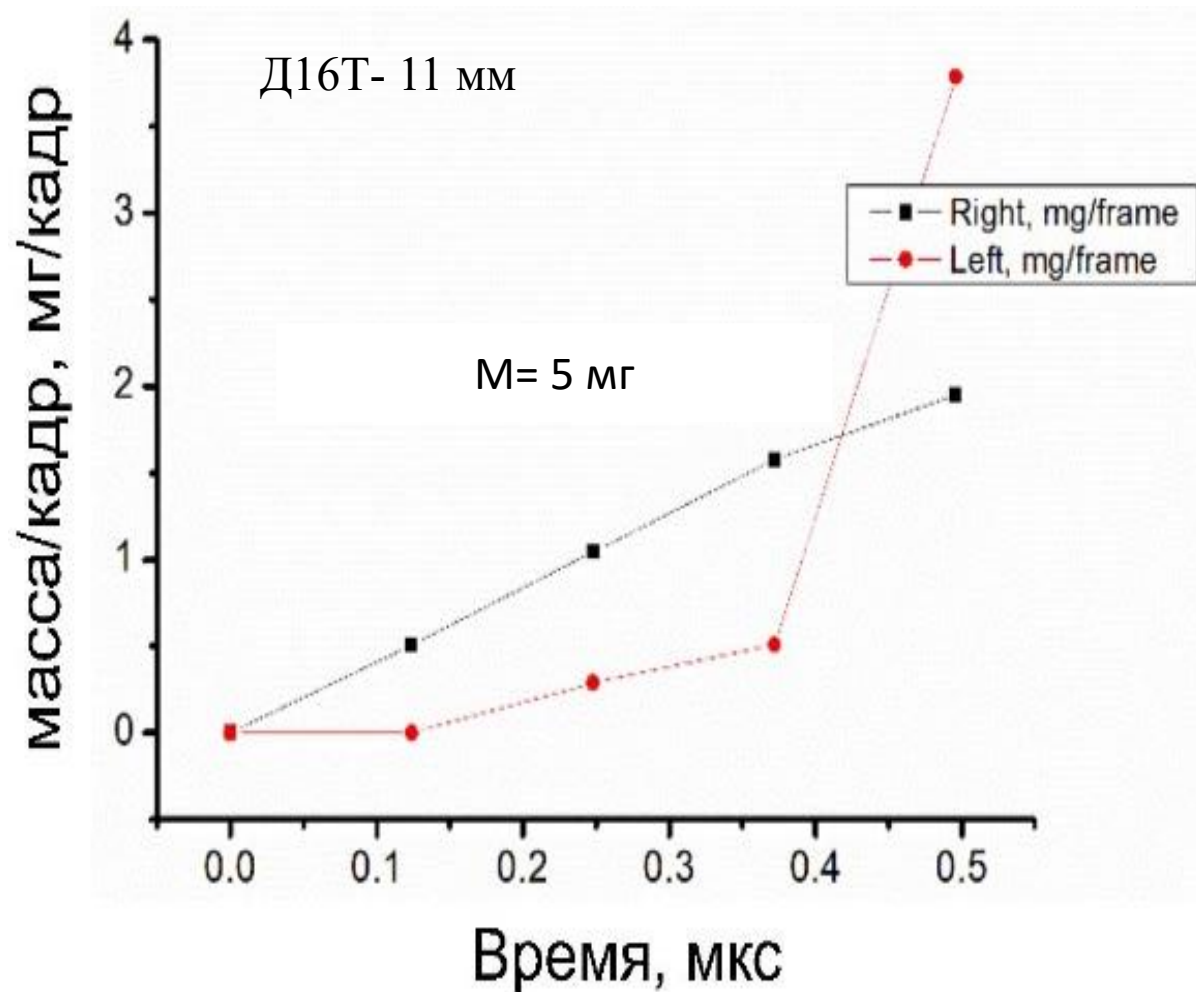
(а)



(б)

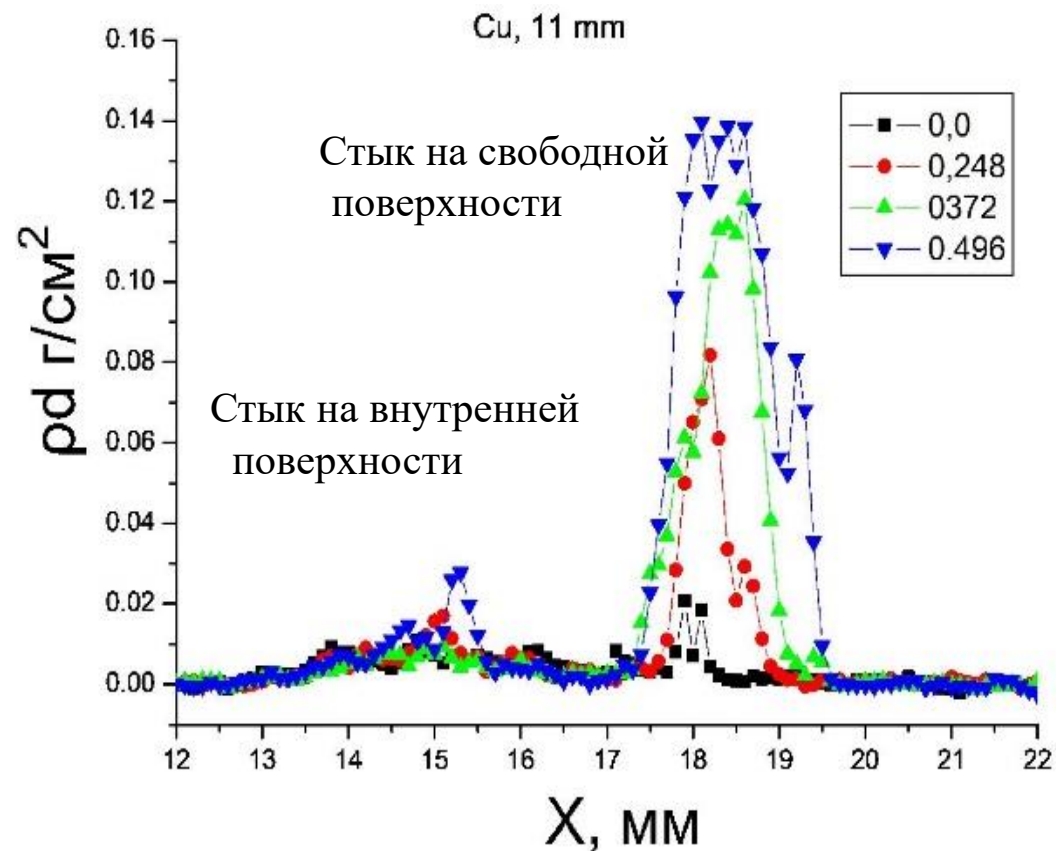
Распределение линейной плотности потоков микрочастиц время между кадрами 124 нс, (а)- первые три кадра с момента вылета потока микрочастиц в зону регистрации, (б)- последующие кадры динамики распределения микрочастиц.

Динамика потоков струй Д16Т.

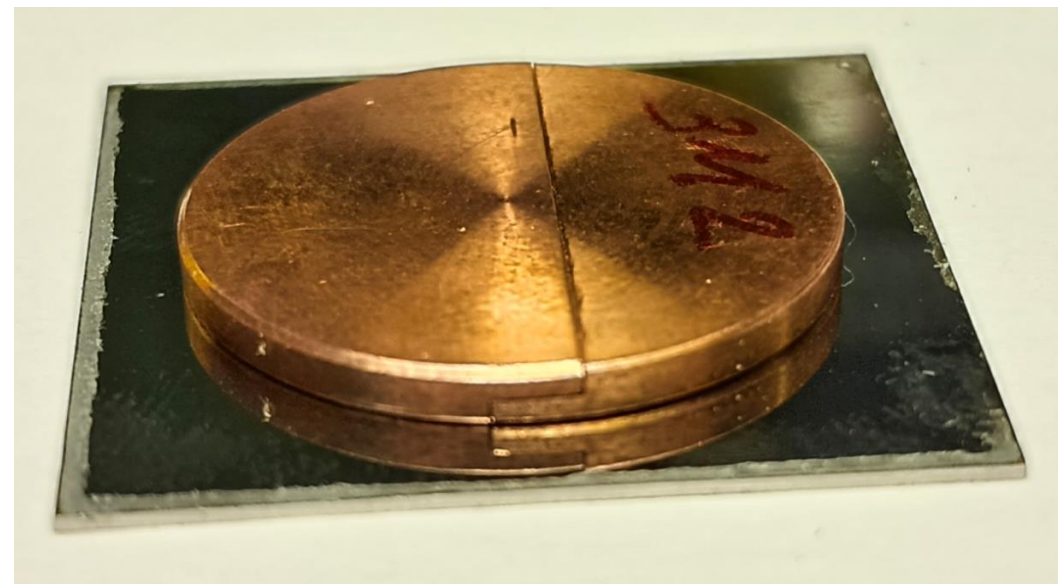


Полная масса струи равна (5.0 мг), она сильно зависит от чистоты обработки поверхностей. Эта масса в два раза превышает массу алюминия из объема щели (2.7 мг). Струя как бы «сдирается» со стенок щели, ее толщина в десять раз превышает размер щели.

Поперечная постановка экспериментов, стык поперек СИ для дисков из меди М1, расстояние до пучка СИ 6 мм и 11 мм.

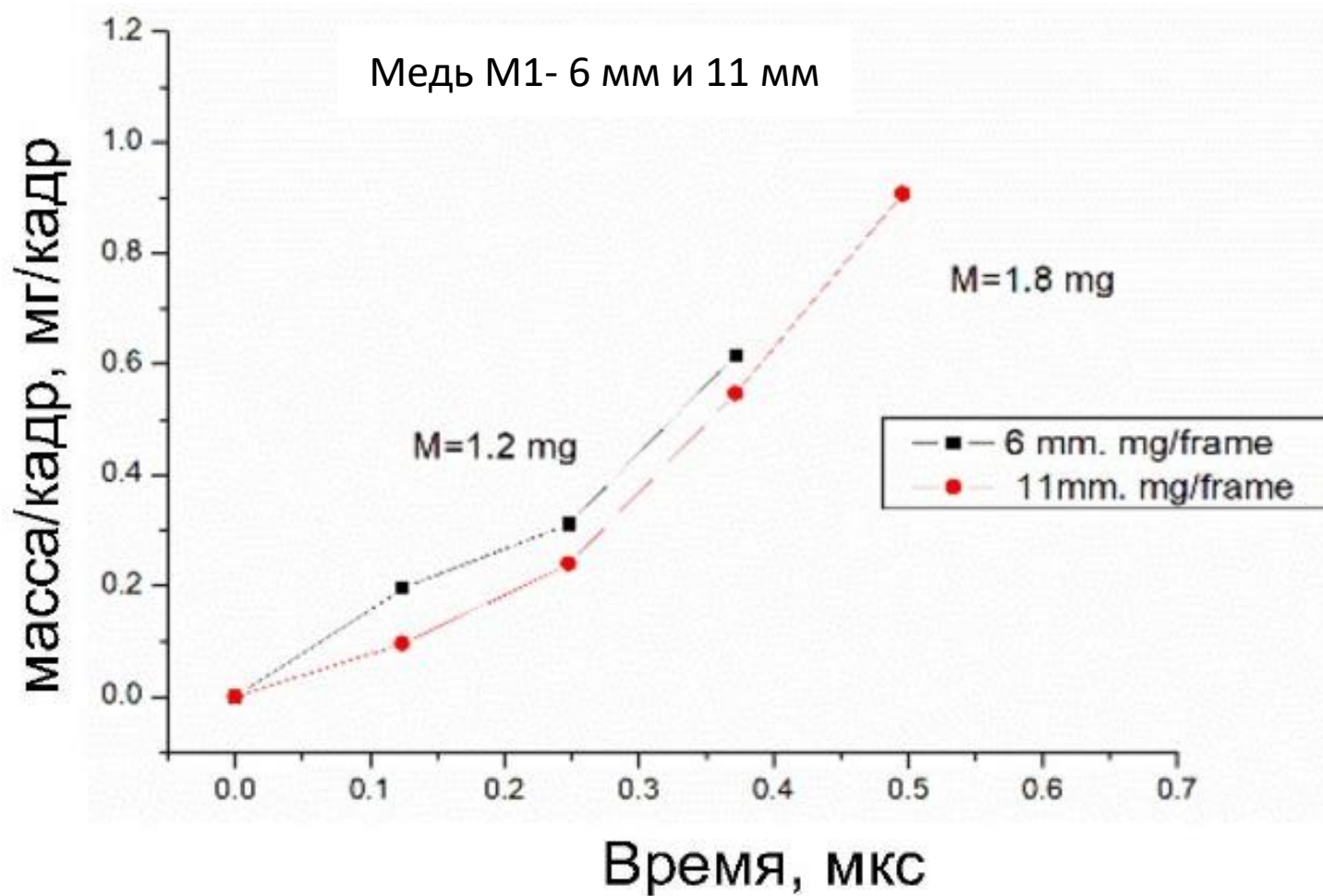


Распределение линейной плотности потоков микрочастиц время между кадрами 124 нс.
Расстояние до пучка СИ 6 мм.



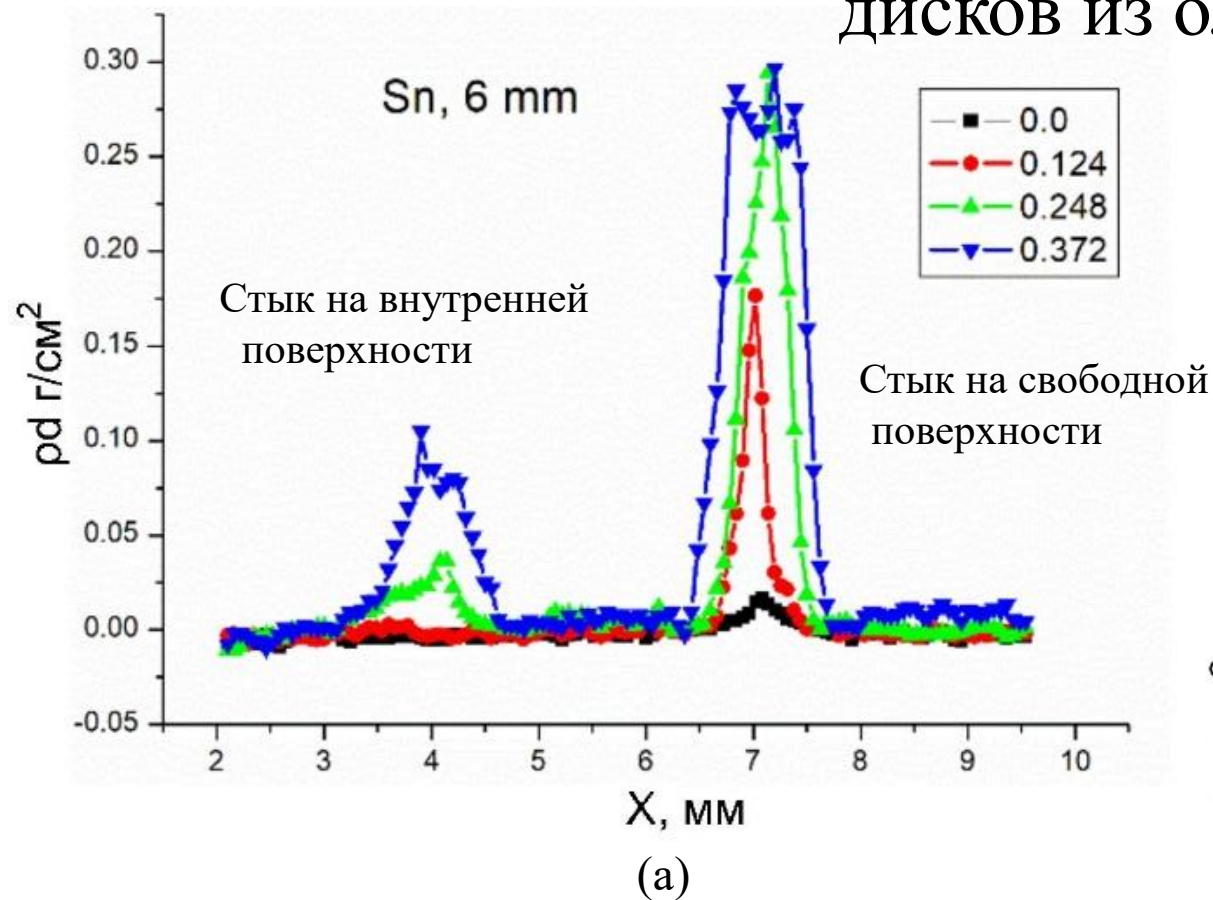
Фотография собранных дисков

Динамика потоков струй со свободной поверхностью.



Черной линией показана масса струи за один кадр при $H=6$ мм. Через 0.6 мкс поток обрывается (пластина закрывает СИ), за это время полная масса струи составляет 1.2 мг. Если поднять плоскость СИ до $H=11$ мм, то струя фиксируется до 0,5 мкс и ее масса равна 1.8 мг.

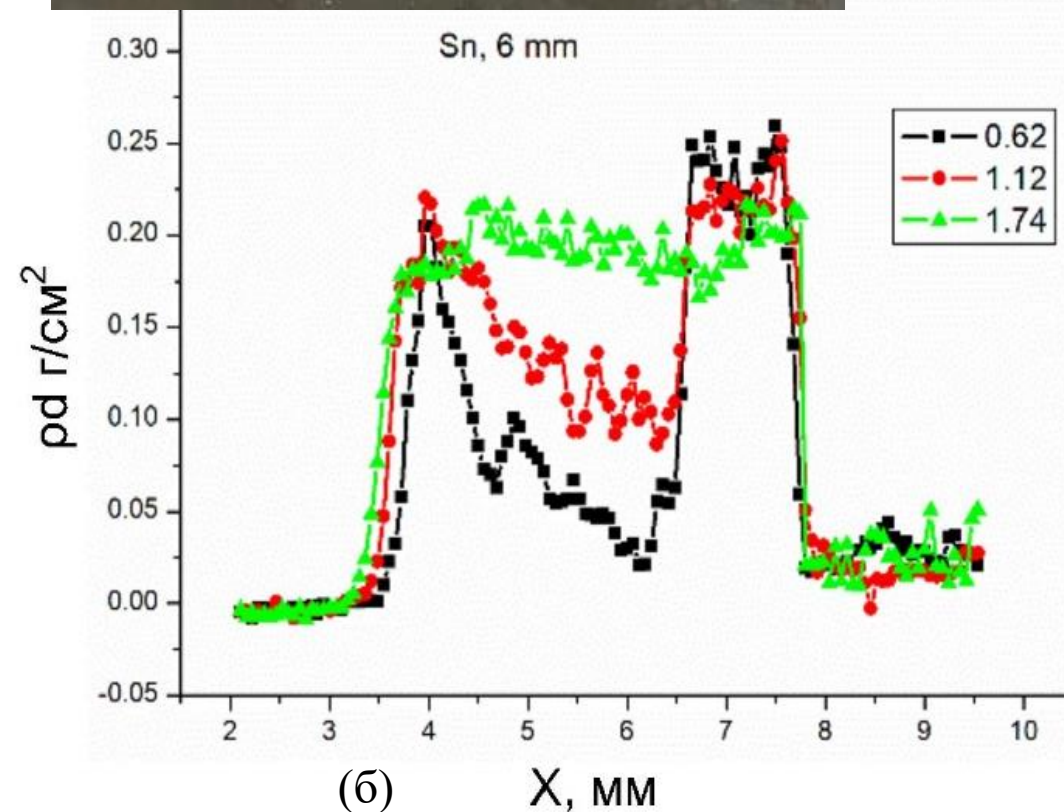
Поперечная постановка экспериментов, стык поперек СИ для дисков из олова марки О1.



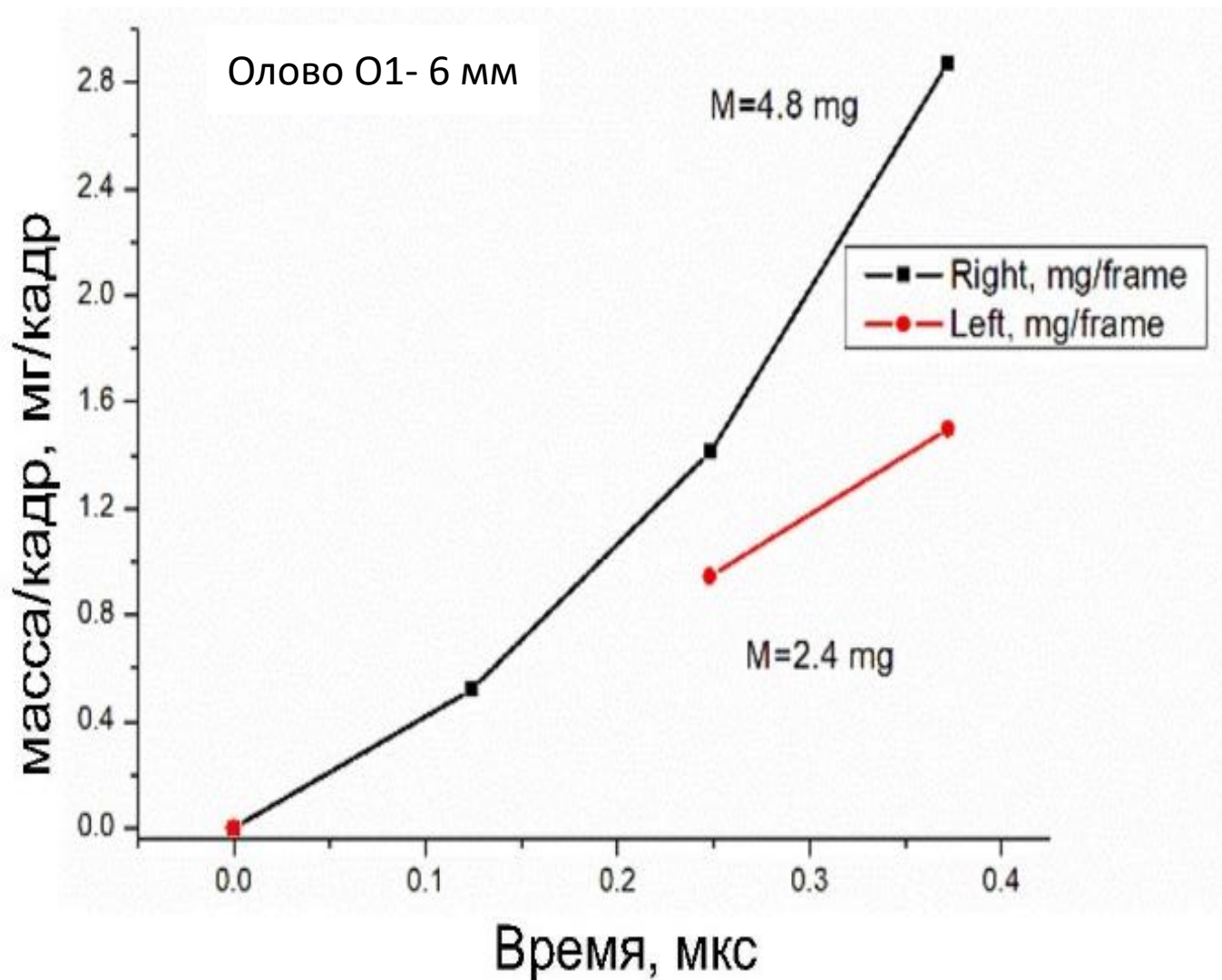
Распределение линейной плотности потоков микрочастиц время между кадрами 124 нс, (а)- первые три кадра с момента вылета потока микрочастиц в зону регистрации, (б)- последующие кадры динамики распределения микрочастиц.



Пластины изготавливались методом штамповки, Зазор менее 20 мкм.



Динамика потоков струй.



Полная масса струй (за первые 0.5 мкс) в два раза больше, чем из медных пластин (4,8 мг). Это связано с малой температурой плавления олова. При прохождении сильной ударной волны олово плавится и, из жидкого состояния, струи вылетают больше.

Калибровка детектора проводилась по фольгам из меди М1 с пересчетом на олово марки О1.

Выводы

Проведены рентгенографические эксперименты по измерению распределения массы микроструи образуемых из конструкционных стыков типа «ступенька» медных пластин меди М1, алюминиевого сплава Д16Т и олова при ударно волновом нагружении. Струи фиксируются из верхней и нижней поверхностей дисков. Получены динамика потоков обеих струй. Точность измерения распределения линейной плотности составляет 1 мг/см^2 .

Данные могут быть использованы при проектировании устройств, создающих импульсное ударное воздействие.