



РФЯЦ-ВНИИТФ
РОСАТОМ

РЕЗУЛЬТАТЫ УДАРНО-ВОЛНОВЫХ ИЗМЕРЕНИЙ В ПРЕГРАДЕ ИЗ ФТОРИДА ЛИТИЯ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ С РАЗОГНАННОЙ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ПЛАСТИНОЙ ИЗ АУСТЕНИТНОЙ СТАЛИ, ПОЛУЧЕННЫЕ ДВУМЯ НЕЗАВИСИМЫМИ МЕТОДАМИ ИЗМЕРЕНИЙ.

XVII МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ЗАБАБАХИНСКИЕ НАУЧНЫЕ ЧТЕНИЯ – 2025

*Д.Т. Юсупов, А.В. Петровцев, В.Д. Бугуев, К.С. Сидоров, А.И. Клёнов, Д.П. Кучко,
Е.Б. Смирнов*

Снежинск 2025 г.

Актуальность работы, цель и задачи

Актуальность работы заключается в совместном применении двух и более методик регистрации ударно-волновых процессов, происходящих в образце из исследуемого материала.

Цель: исследование ударно-волновых свойств фторида лития

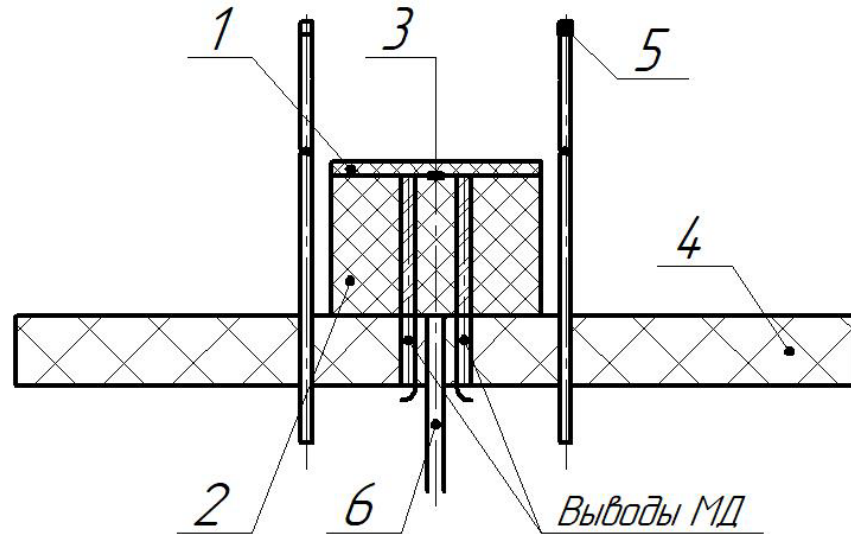
Задачи:

- ✓ получение профилей продольного напряжения $\sigma_{xx}(t)$ во фториде лития при ударном воздействии пластины из аустенитной стали;
- ✓ регистрация подлётной скорости на момент соударения, а также профиля изменения массовой скорости $u(t)$ в массиве фторида лития при совмещении двух методик измерений;
- ✓ сравнение полученных результатов с теоретическим расчётом.

Техника эксперимента. Измерительный узел



РФЯЦ-ВНИИТФ
РОСАТОМ



1	Экран из LiF
2	Образец из LiF
3	Чувствительный элемент манганинового датчика
4	Панель из орг. стекла
5	Колпачковые электроконтактные датчики (4 шт.)
6	Коллиматоры ЛГМ (3 шт.)

Рисунок 1 – Схема измерительного узла

В данных опытах были применены **3 методики регистрации:**

- **интерферометрическая** (ЛГМ) – для определения подлётной скорости МО и массовой скорости в образце из LiF;
- **манганиновая** (ММД) – для регистрации профиля продольного напряжения в образце;
- **электроконтактная** – для запуска ММД и ЛГМ.

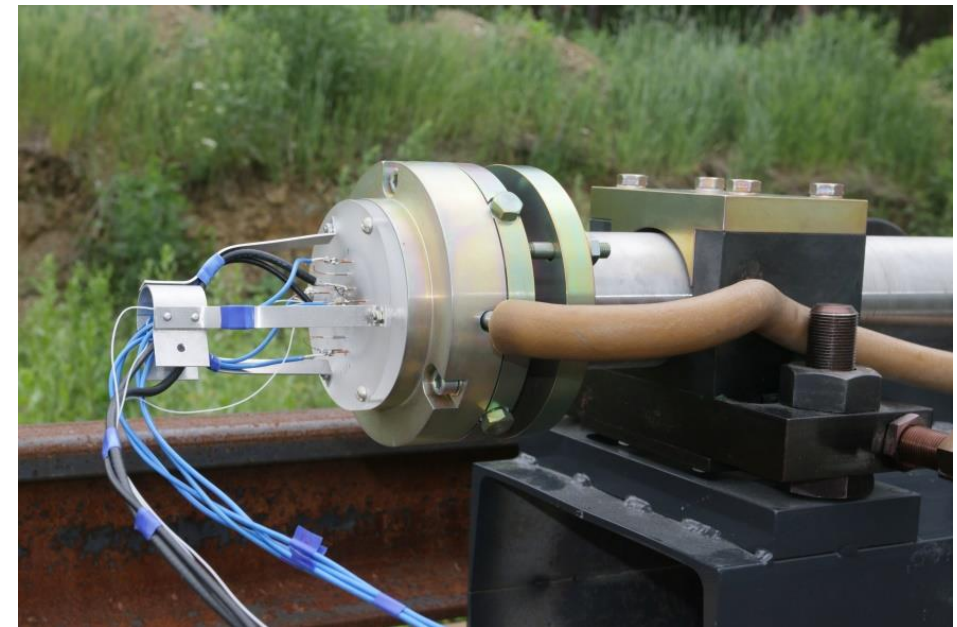


Рисунок 2 – Экспериментальный узел

Техника эксперимента. Газовая пушка



Рисунок 3 – Одноступенчатая газовая пушка

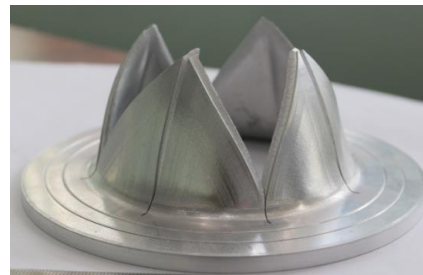


Рисунок 4 – Мембрана из АМц (до и после выстрела)

Основные характеристики	
Масса метаемого объекта	0,05-0,1 кг
Скорость метания	0,2-1,5 км/с
Калибр	44 мм
Максимальное давление в газовом ускорителе	420 атм.
Рабочий газ	Воздух, гелий, водород

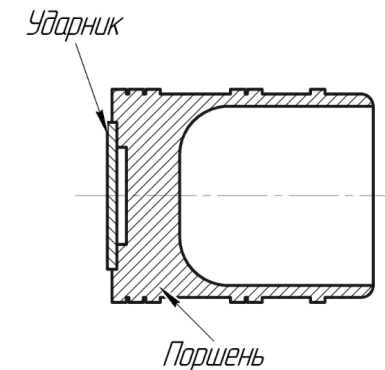


Рисунок 5 – Метаемый объект

Результаты эксперимента № 1

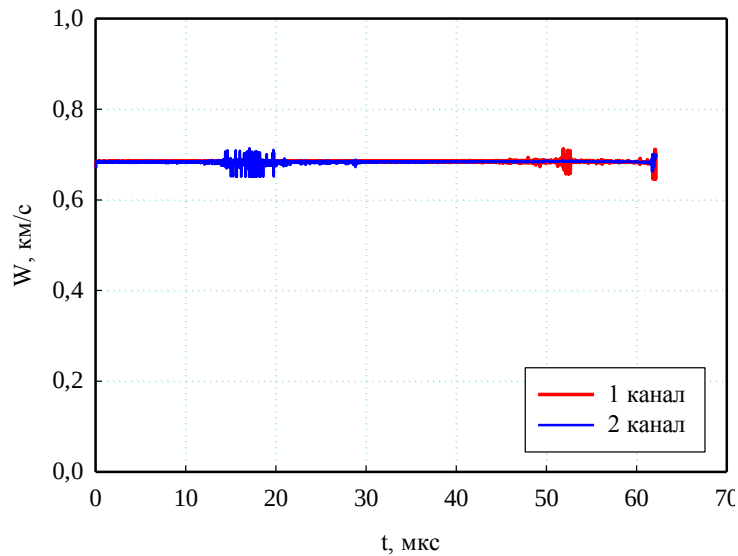


Рисунок 6 – Подлётная скорость
метаемого объекта $W(t)$

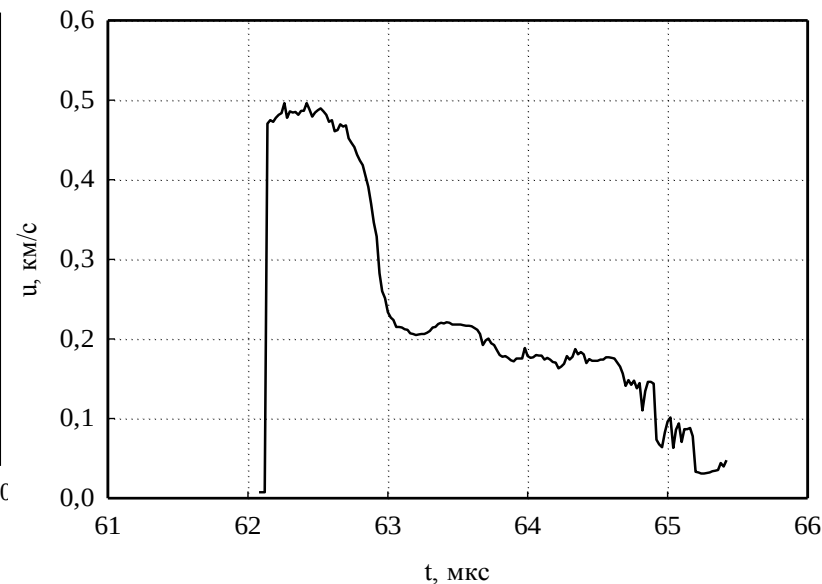


Рисунок 7 – Профиль истинной
скорости $u(t)$ в LiF

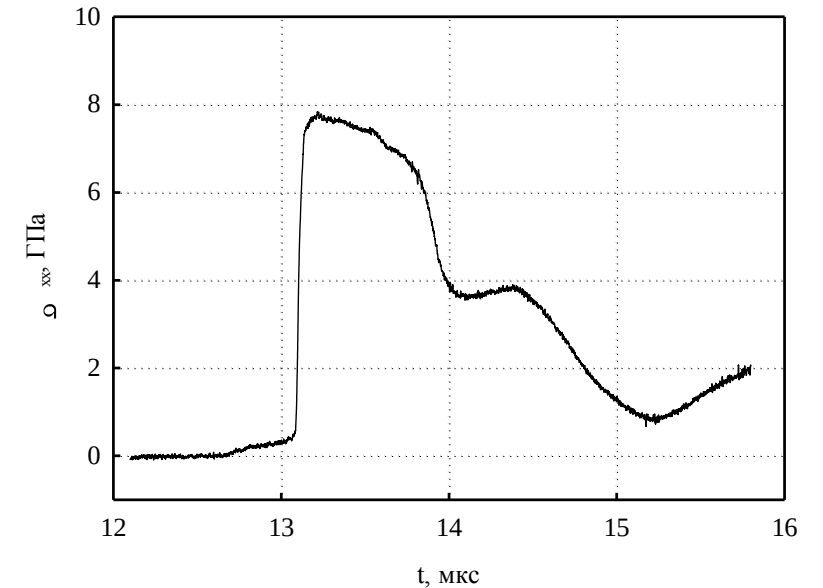


Рисунок 8 – Зависимость
продольного
напряжения $\sigma_{xx}(t)$ в LiF

Максимальное реализованное продольное напряжение в образце составило **7,8 ГПа**.

- Скорость метаемого объекта в момент соударения с преградой составила $W = (682 \pm 14,3)$ м/с, при доверительной вероятности $P = 0,95$
- Для перехода к истинной скорости $u(t)$ контактной границы видимая скорость $u_B(t)$ была поделена на коэффициент $\alpha_{\lambda 1550} = 1,267$

Результаты эксперимента № 2



РФЯЦ-ВНИИТФ
РОСАТОМ

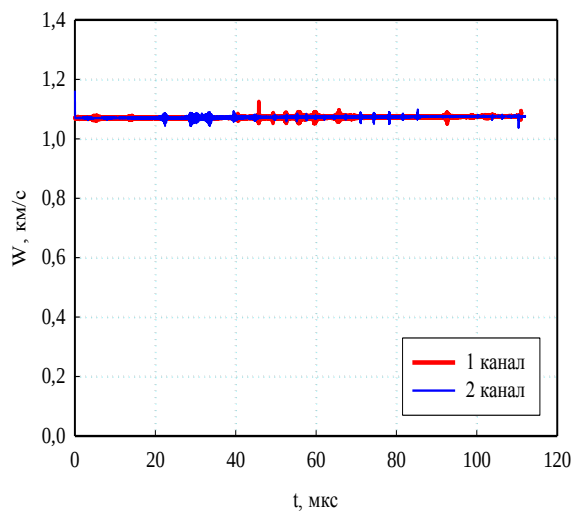


Рисунок 9 – Подлётная скорость метаемого объекта $W(t)$

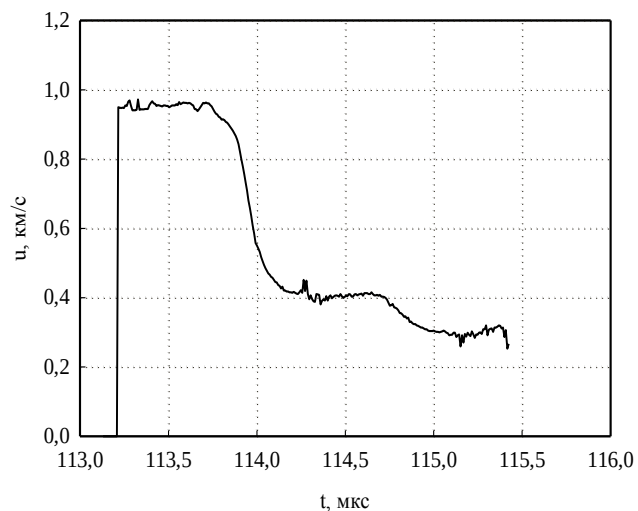


Рисунок 10 – Профиль истинной скорости $u(t)$ в LiF

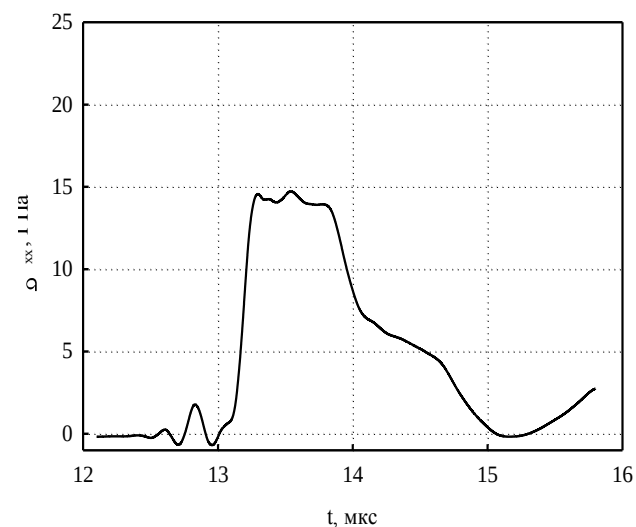


Рисунок 11 – Зависимость продольного напряжения $\sigma_{xx}(t)$ после применения вейвлет-фильтра

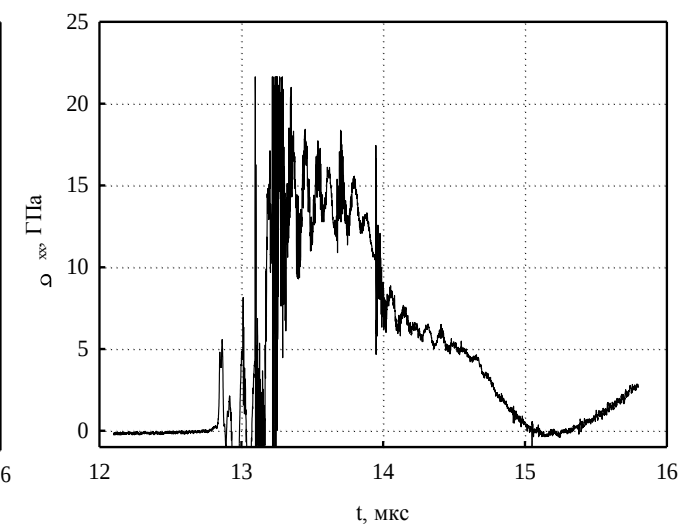


Рисунок 12 – Зависимость продольного напряжения $\sigma_{xx}(t)$ в LiF

Максимальное реализованное продольное напряжение в образце составило **14,1 ГПа**.

Скорость метаемого объекта в момент соударения с преградой составила $W = (1073 \pm 7,5)$ м/с, при доверительной вероятности $P = 0,95$

Сравнение экспериментальных результатов с теоретическим расчётом



РФЯЦ-ВНИИТФ
РОСАТОМ

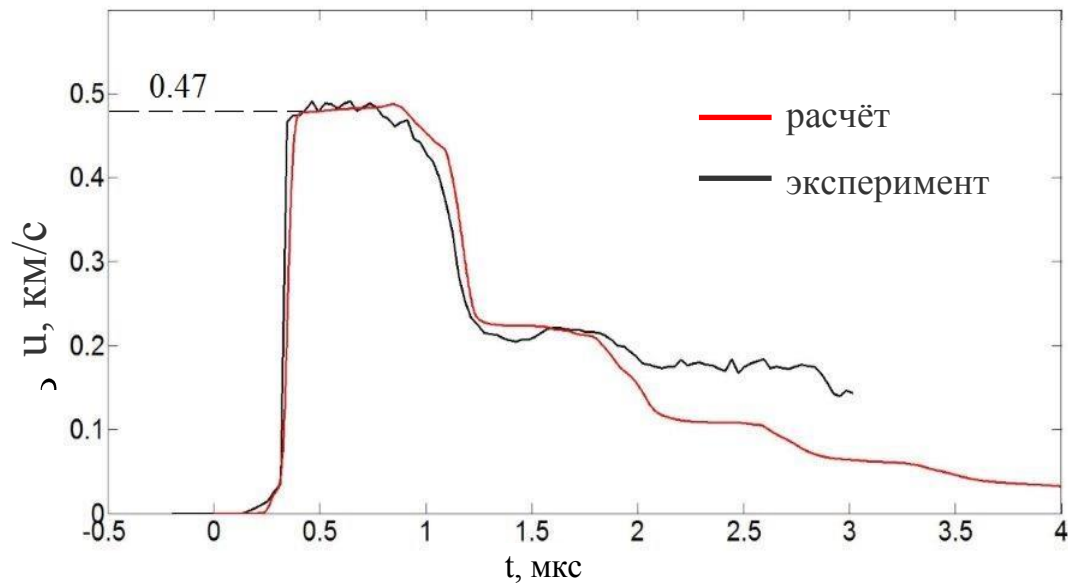
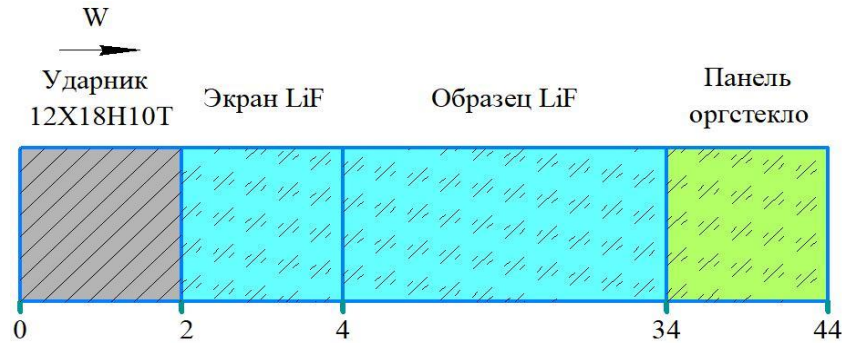


Рисунок 14 – Результаты измерений и расчета скорости тыльной поверхности манганинового датчика

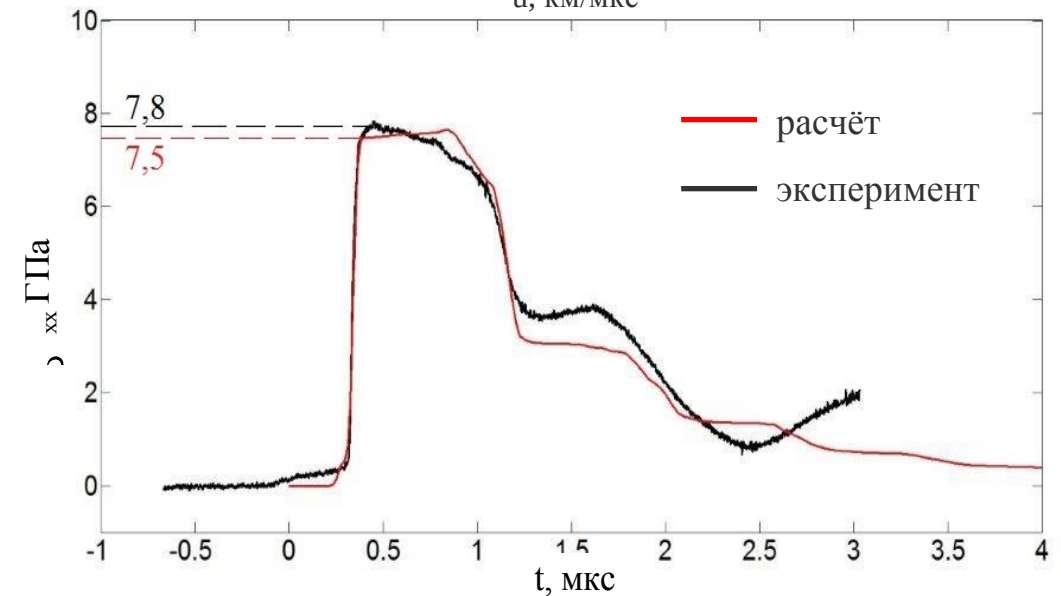
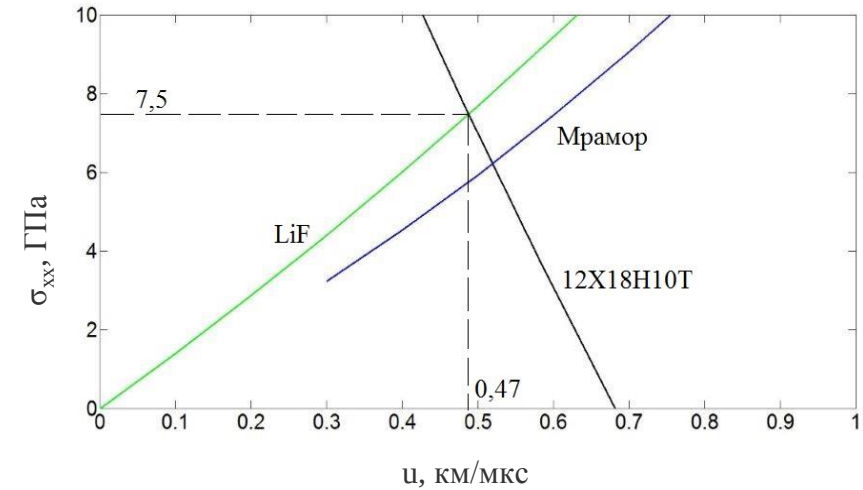


Рисунок 15 – Результаты измерений и расчета давления во фториде лития

В результате выполнены задачи:

- ✓ получены профили продольного напряжения $\sigma_{xx}(t)$ во фториде лития при ударном воздействии пластины из аустенитной стали 12Х18Н10Т;
- ✓ зарегистрирована подлётная скорость на момент соударения, а также профили массовой скорости $u(t)$ в массиве фторида лития при совмещении двух методик измерений ЛГМ и ММД;
- ✓ сравнение полученных результатов с теоретическим расчётом даёт хорошее согласие;
- ✓ при давлении в образце 14 ГПа проявилось явление ударно волновой поляризации.

Благодарю за внимание!