

УДАРНАЯ АДИАБАТА И ЗАВИСИМОСТЬ СКОРОСТИ ЗВУКА ОТ ДАВЛЕНИЯ В ОБРАЗЦАХ ИЗ РЕАКЦИОННОСПОСОБНЫХ СМЕСЕЙ ПОРОШКОВ НИКЕЛЯ И АЛЮМИНИЯ РАЗЛИЧНОЙ ДИСПЕРСНОСТИ

Якушев В.В.¹, Уткин А.В.¹, Долгобородов А.Ю.², Ананьев С.Ю.², Жуков А.Н.¹,
Ивашко О.А.³

¹*Институт проблем химической физики РАН, Черноголовка, Россия*

²*Объединенный институт высоких температур РАН, Москва, Россия*

³*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия*



ЦЕЛЬ РАБОТЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

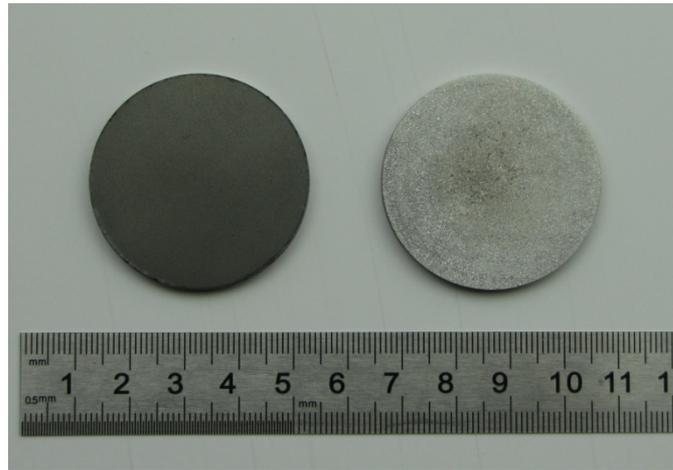
Цель работы:

Изучение способности системы Ni+Al реагировать в субмикросекундном диапазоне времен при ударном сжатии.

Методика исследования:

Метод догоняющей разгрузки с использованием лазерного интерферометра VISAR.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ОБРАЗЦЫ



Образцы: из наносмеси – слева, из микросмеси – справа.

| Тип смеси | НАНО | МИКРО |
|-----------------------|-------------------------------|-------------------------|
| Дисперсность порошков | Ni-80 нм; Al-100 нм | Ni-20 мкм; Al-2x100 мкм |
| Состав | Ni/Al – 68,5/31,5 вес. % | |
| Усилие прессования | 8,5 т/см ² | 6,5 т/см ² |
| Диаметр | 40,2 мм | |
| Толщина | 3-9 мм | |
| Плотность | 3,87 ± 0,02 г/см ³ | |
| Пористость | 25 ± 0,3 % | |

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

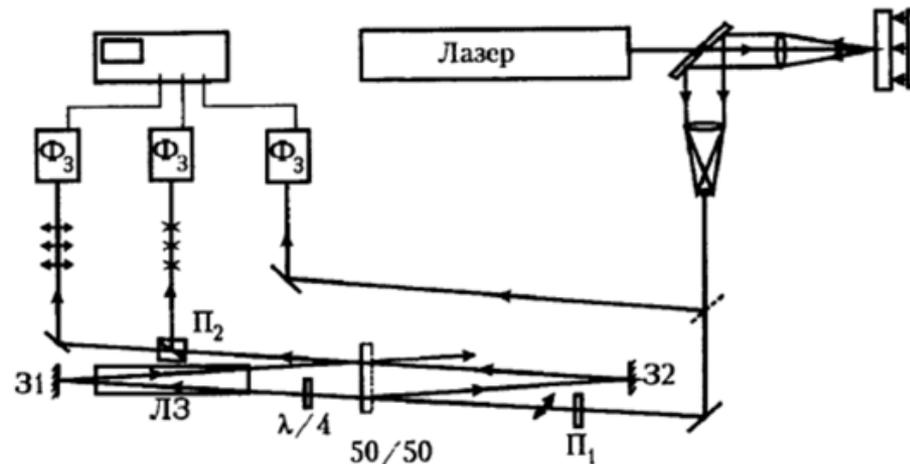
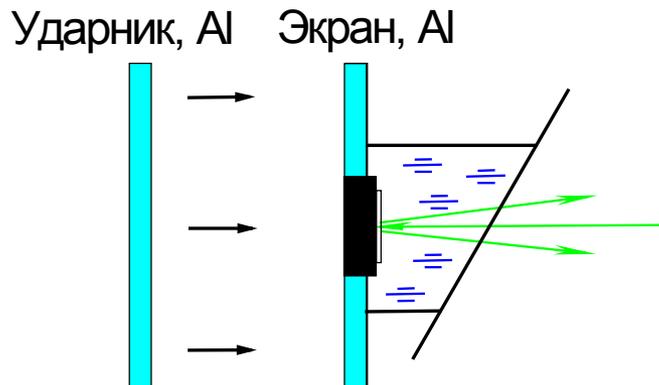
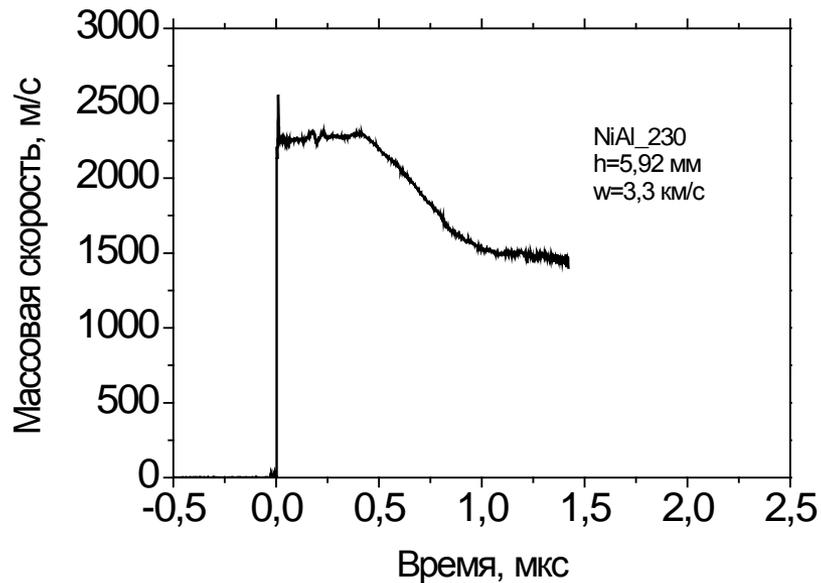


Схема эксперимента

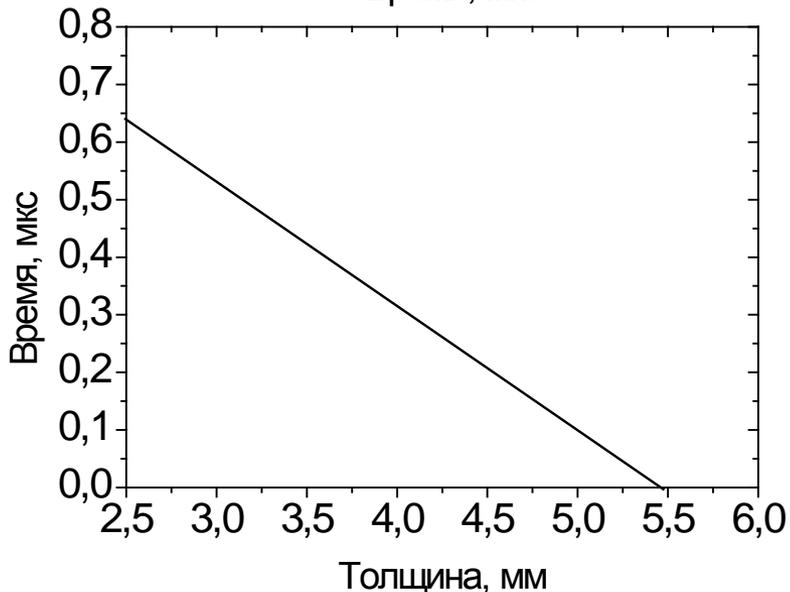
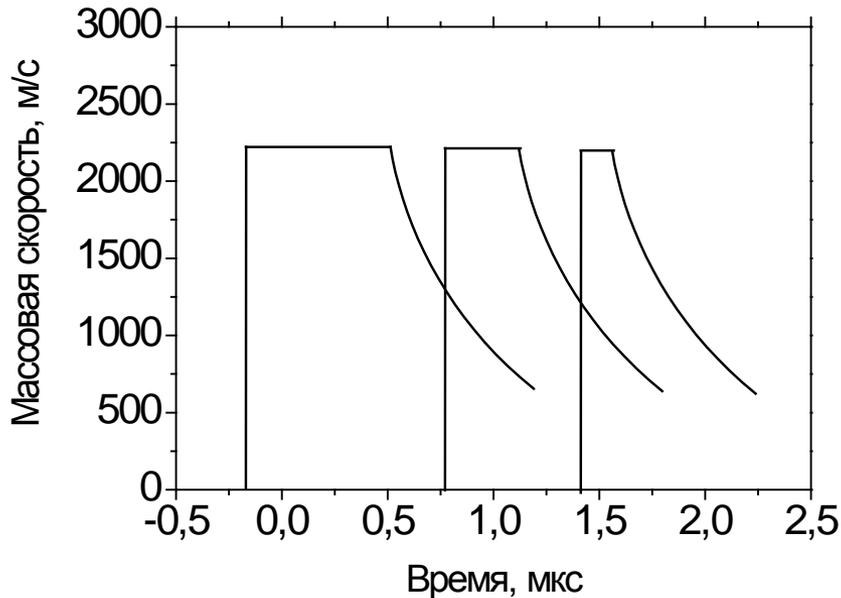
$$v_{\text{уд}} = 1,4 \text{ км/с}$$

$$v_{\text{уд}} = 3,3 \text{ км/с}$$

Схема лазерного интерферометра VISAR



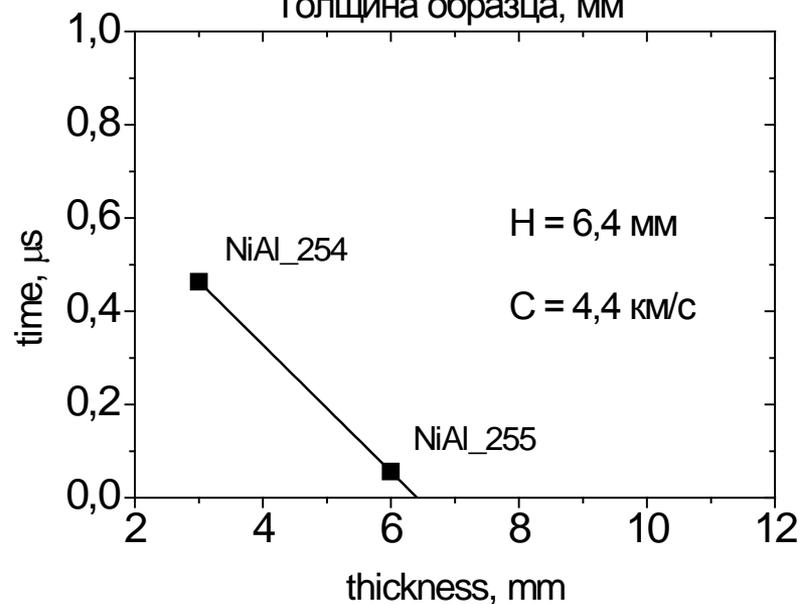
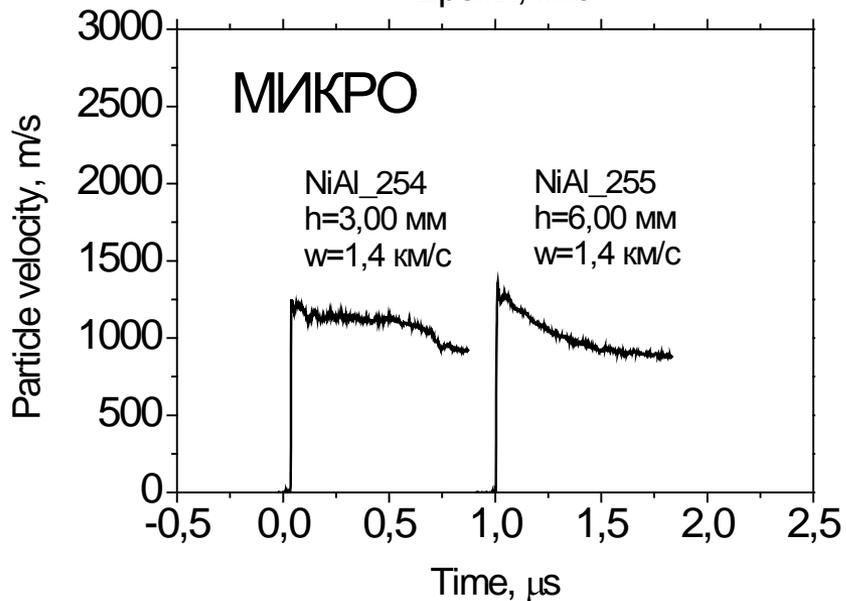
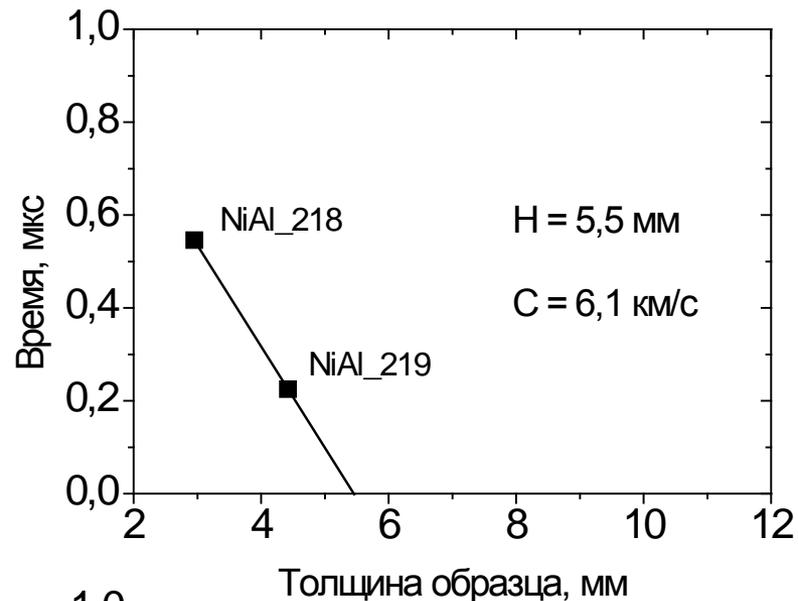
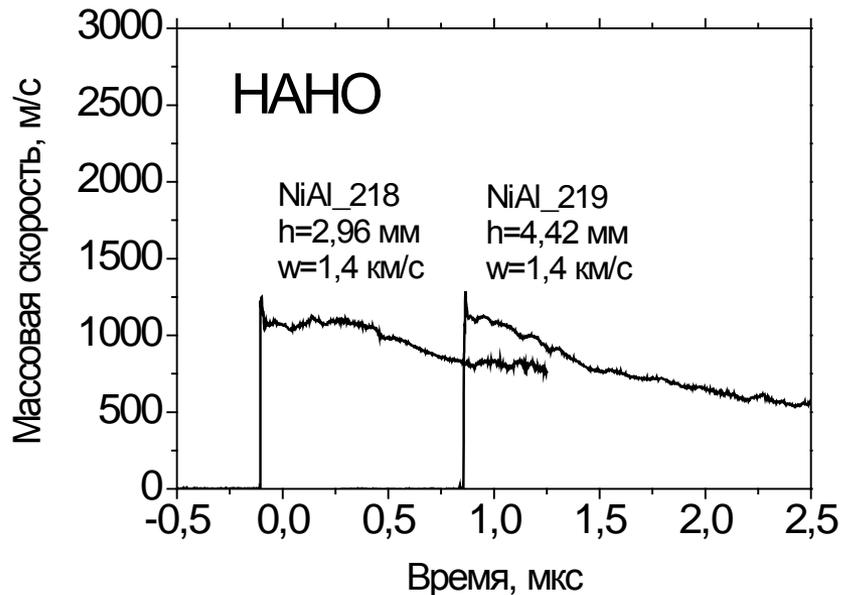
МЕТОД ДОГОНЯЮЩЕЙ РАЗГРУЗКИ



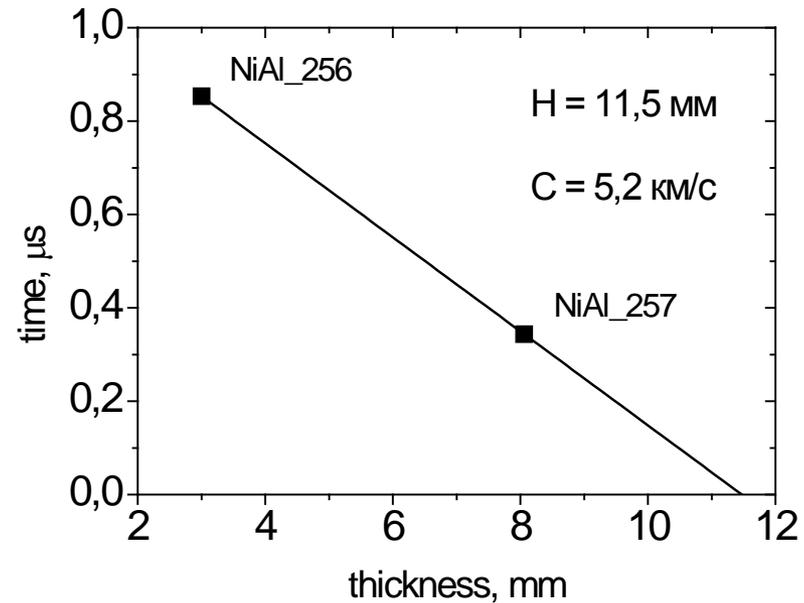
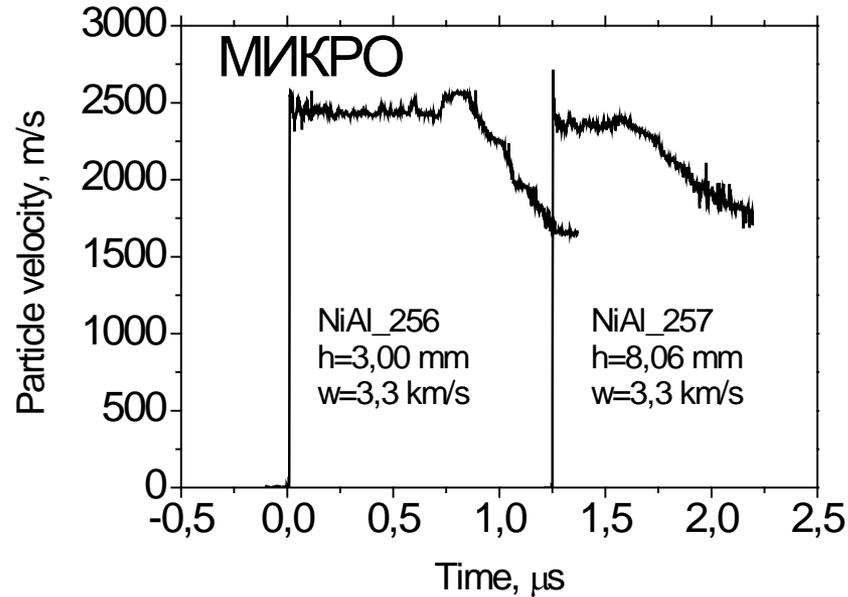
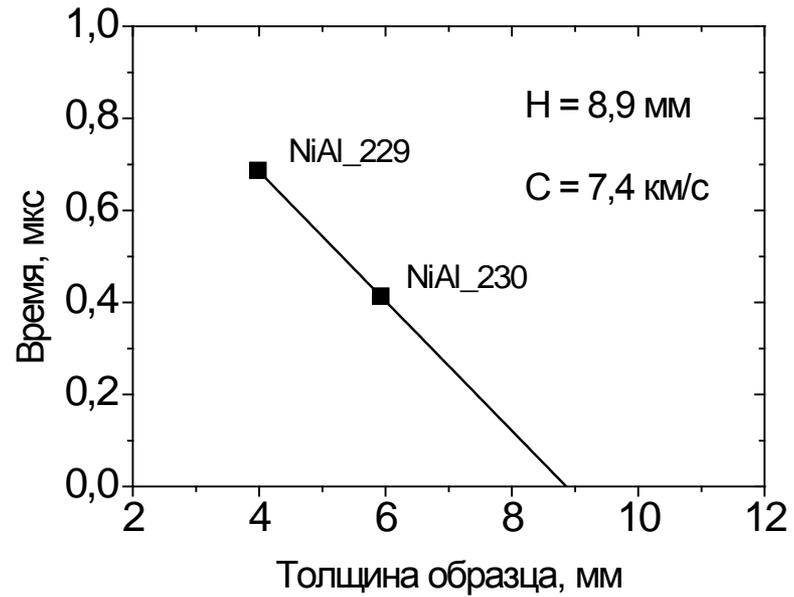
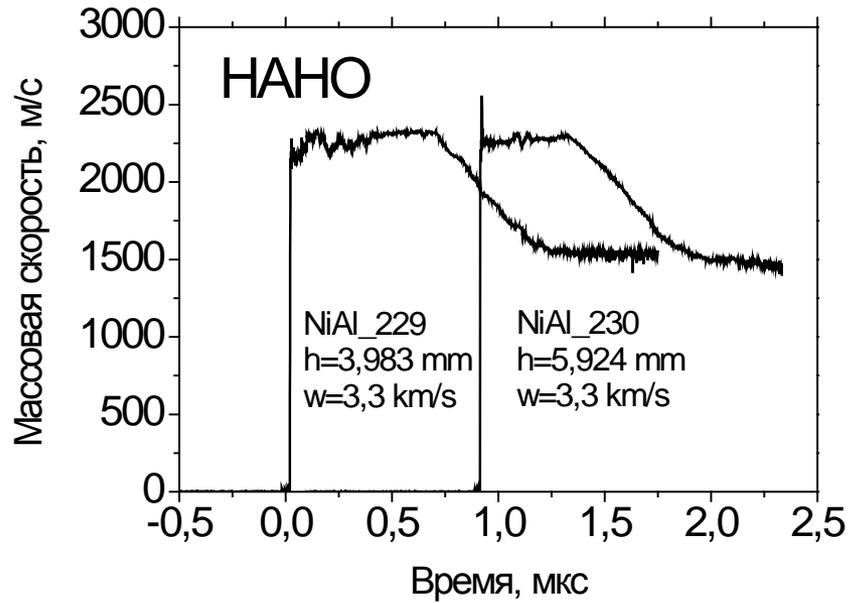
$$C_{обр} = \frac{HC_{уд}D_{уд}(D_{обр} - u_{гр})}{HC_{уд}D_{уд} - h_{уд}D_{обр}(C_{уд} + u_{гр} + D_{уд} - v_{уд})}$$

H – толщина образца, на которой волна разгрузки успевает догнать ударную волну,
 $D_{уд}$ – скорость УВ в ударнике,
 $C_{уд}$ – скорость звука в ударнике при данном давлении,
 $D_{обр}$ – скорость УВ в образце (определялась в экспериментах по измерению УА),
 $u_{гр}$ – скорость границы ударник – образец,
 $h_{уд}$ – толщина ударника,
 $v_{уд}$ – скорость ударника.

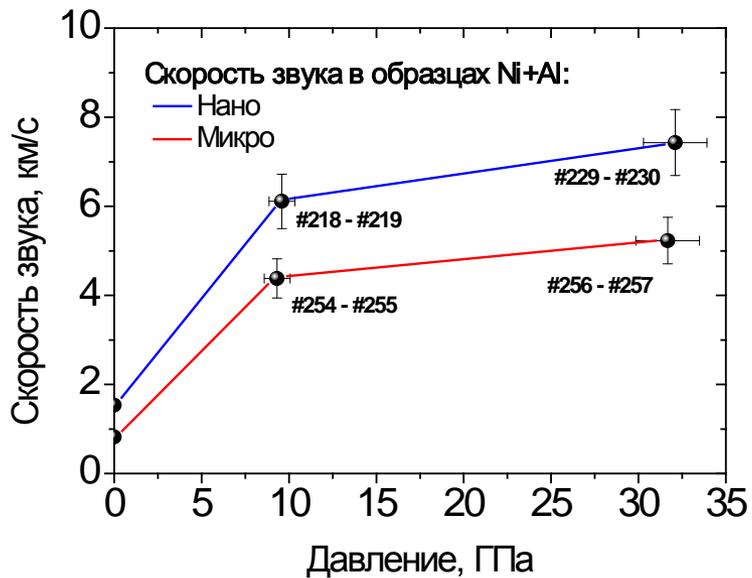
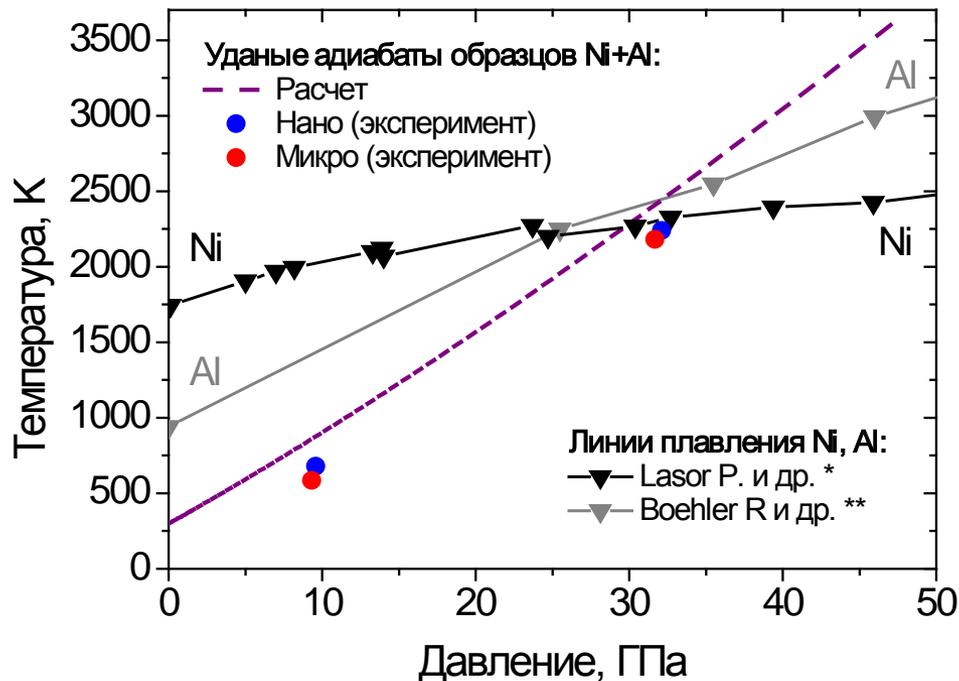
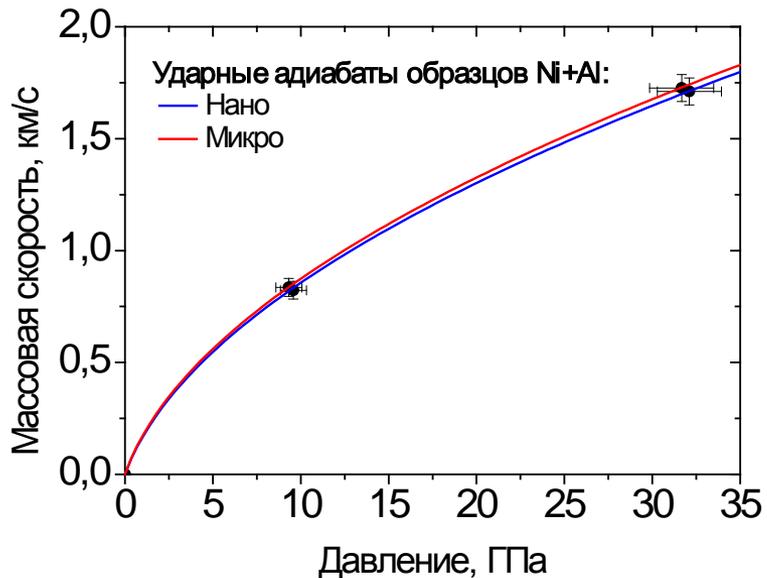
РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТОВ ПРИ P = 10 ГПА



РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТОВ ПРИ P = 31 ГПА



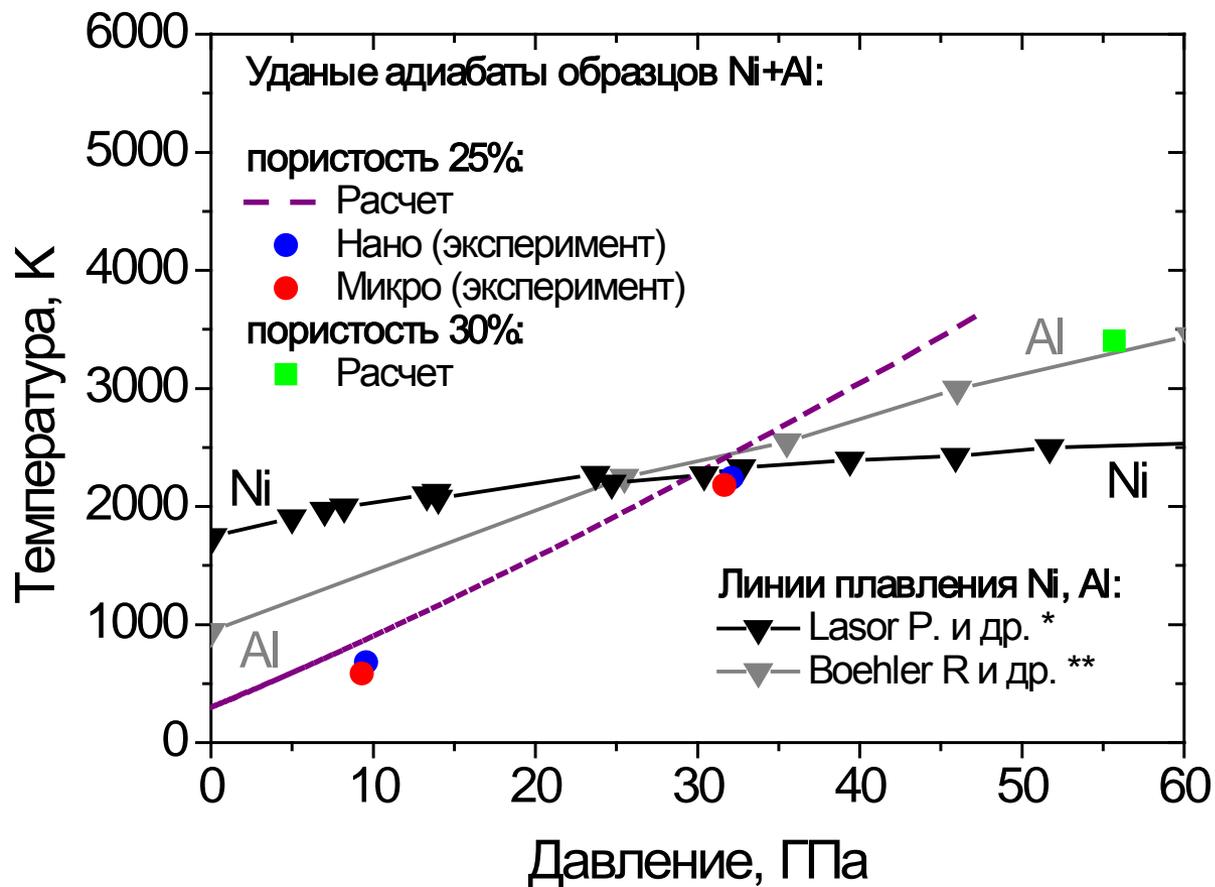
ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ



*) Lazor P., Shen G., Saxena S. K.
 Laser-heated diamond anvil cell experiments at high pressure: Melting curve of nickel up to 700 kbar.
 //Physics and Chemistry of Minerals. – 1993. – Т. 20. – №. 2. – С. 86-90.

**) Boehler R., Ross M.
 Melting curve of aluminum in a diamond cell to 0.8 Mbar: implications for iron.
 //Earth and Planetary Science Letters. – 1997. – Т. 153. – №. 3-4. – С. 223-227.

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПОПАДАНИЯ В ОБЛАСТЬ ПЛАВЛЕНИЯ



ВЫВОДЫ

- Показано, что ниже точки плавления ($P < 31$ ГПа) скорости звука в ударно-сжатых образцах из нано- и микродисперсной смесей порошков никеля и алюминия заметно различаются, что связано с различием механических свойств этих смесей.
- Проведена оценка параметров нагружения, при которых возможно попадание в область плавления обоих компонентов. Можно ожидать, что в этих условиях будет устранено различие механических свойств смесей, что создаст лучшие условия для детектирования реакции.