

**Санкт-Петербургский государственный политехнический
Университет**
Физико-механический факультет
Кафедра теоретической механики
**Моделирование ударно-волновых процессов
в монокристаллах
методом динамики частиц**

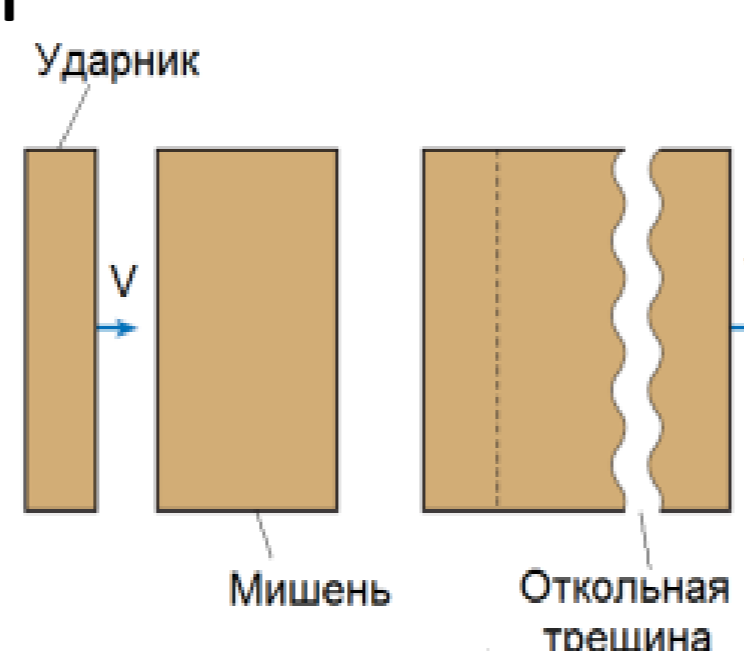


Цель работы:

- Проведение численного моделирования с целью выяснения основных закономерностей процесса разрушения при ударном нагружении;
- Исследование распространения и затухания ударных волн и влияния наличия пористости в материале на ударно-волновые процессы.

Откол- характерный вид разрушения при действии ударных нагрузок.

Рассматривается ударно-волновое взаимодействие двух пластин (ударник и мишень).



Метод динамики частиц

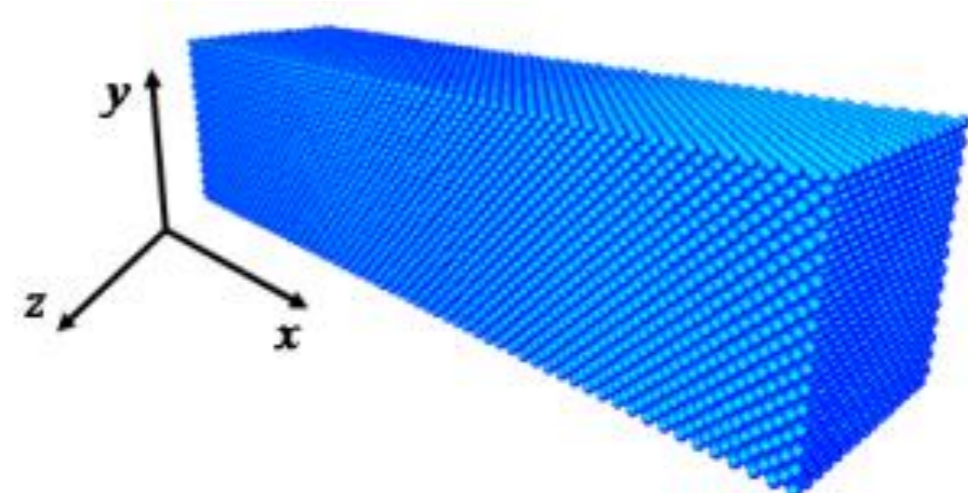
Уравнения движения частиц

$$m\ddot{\mathbf{r}}_k = \sum_{n=1}^N \Phi(r_{kn})\mathbf{r}_{kn} + \sum_{n=1}^N \Psi(r_{kn}, v_{kn})\mathbf{r}_{kn} + \varphi(\mathbf{r}_k) + \psi(\mathbf{r}_k, \mathbf{v}_k),$$

$$\mathbf{r}_{kn} = \mathbf{r}_k - \mathbf{r}_n; \mathbf{v}_{kn} = \mathbf{v}_k - \mathbf{v}_n; r_{kn} = |\mathbf{r}_{kn}|, v_{kn} = |\mathbf{v}_{kn}|$$

Начальные условия

1) ГЦК-решетка;



2) Случайные начальные скорости (тепловое движение).

Закон взаимодействия

Сила взаимодействия $\tilde{f}(r) = k(r)f(r)$

Сглаживающая функция Сила Леннарда-Джонса

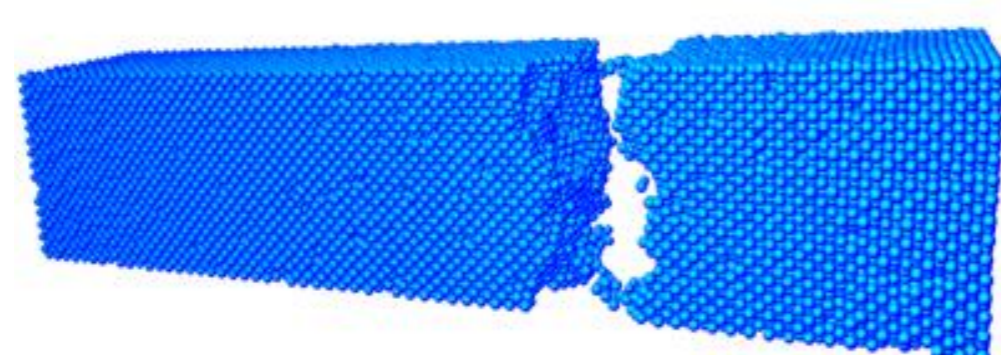
$$k(r) = \begin{cases} 1, & 0 < r \leq b, \\ \left(1 - \left(\frac{r^2 - b^2}{a_{cut}^2 - b^2}\right)^2\right)^2, & b < r \leq a_{cut} \\ 0, & r > a_{cut} \end{cases} \quad f(r) = \frac{12D}{a} \left[\left(\frac{a}{r}\right)^{13} - \left(\frac{a}{r}\right)^7 \right]$$

Удар осуществлялся вдоль направления [1,0,0].

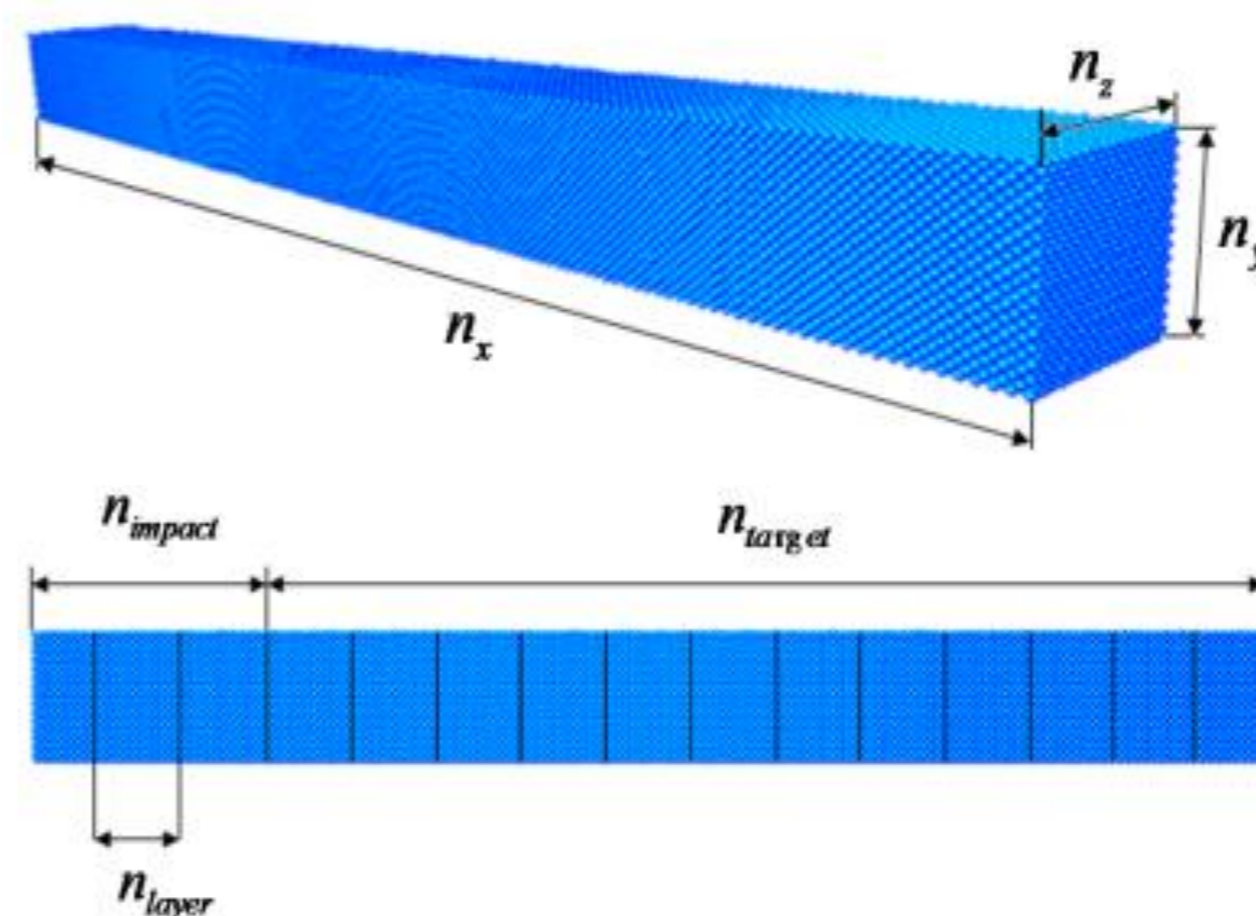
Откол в монокристалле



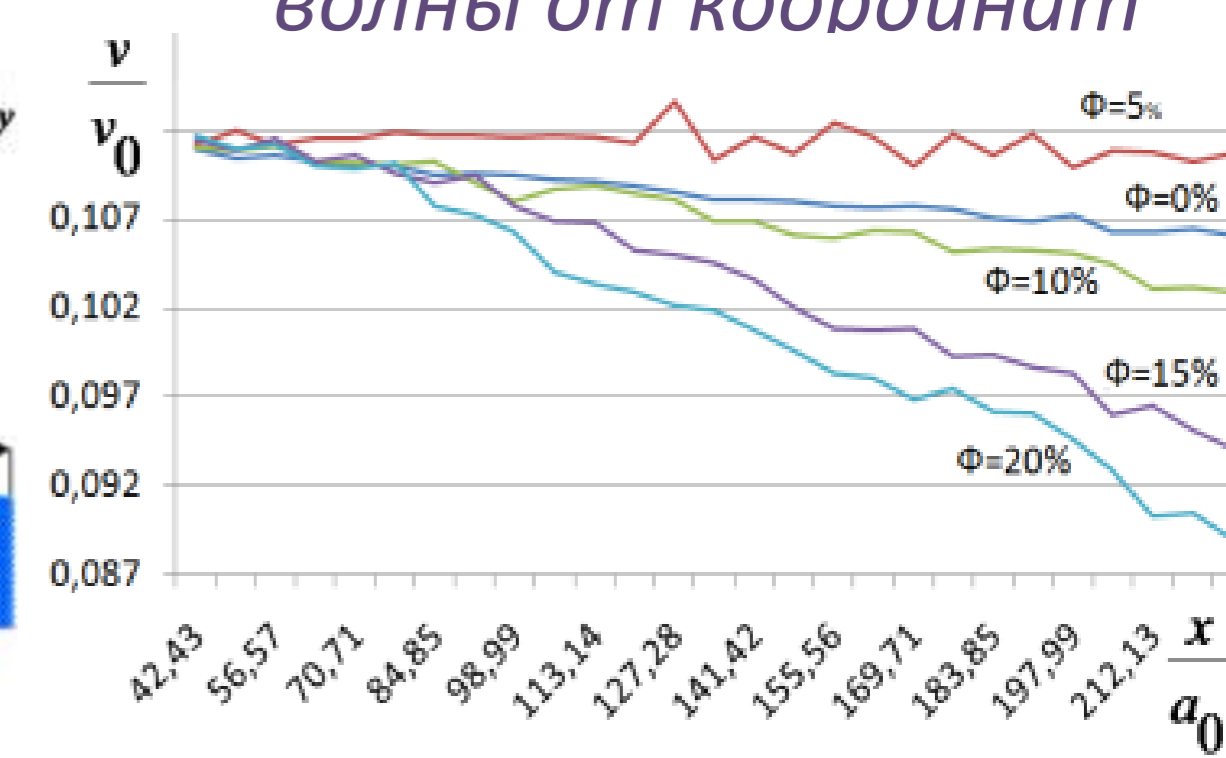
Откол в кристалле с долей вакансий 5%



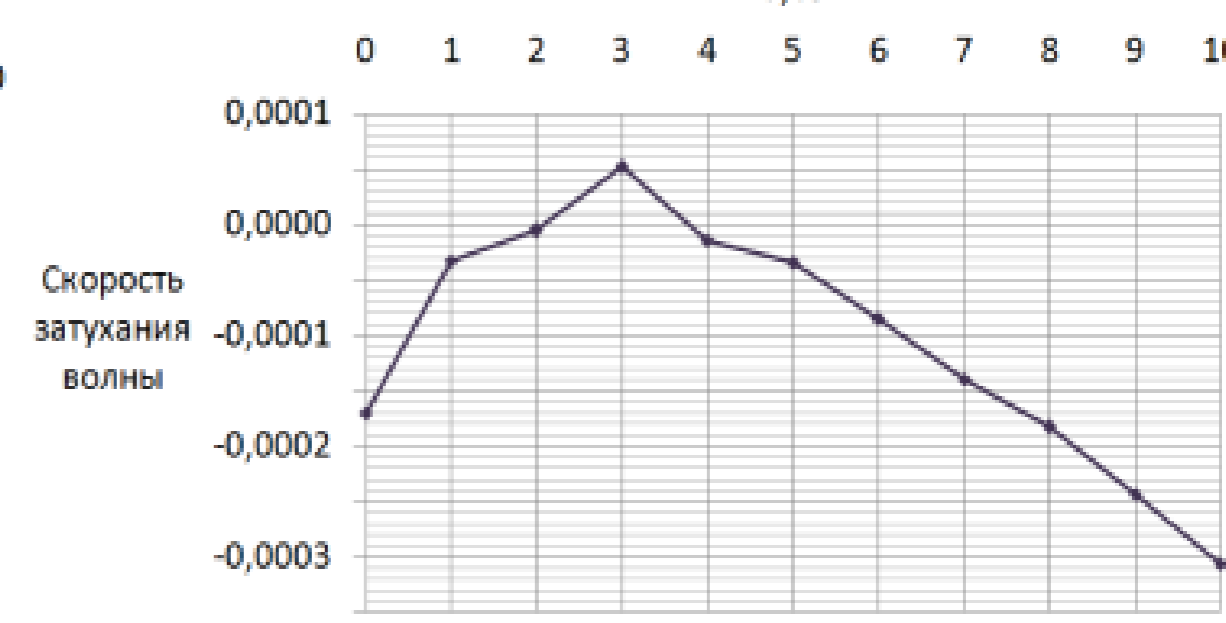
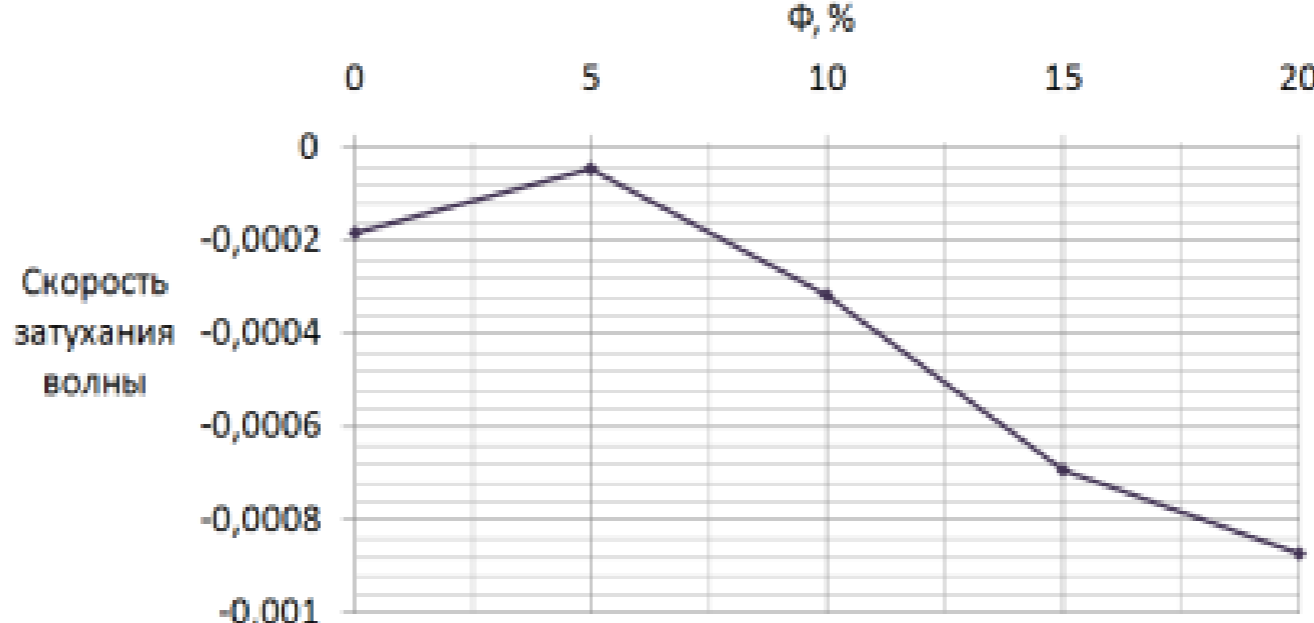
Затухание ударной волны



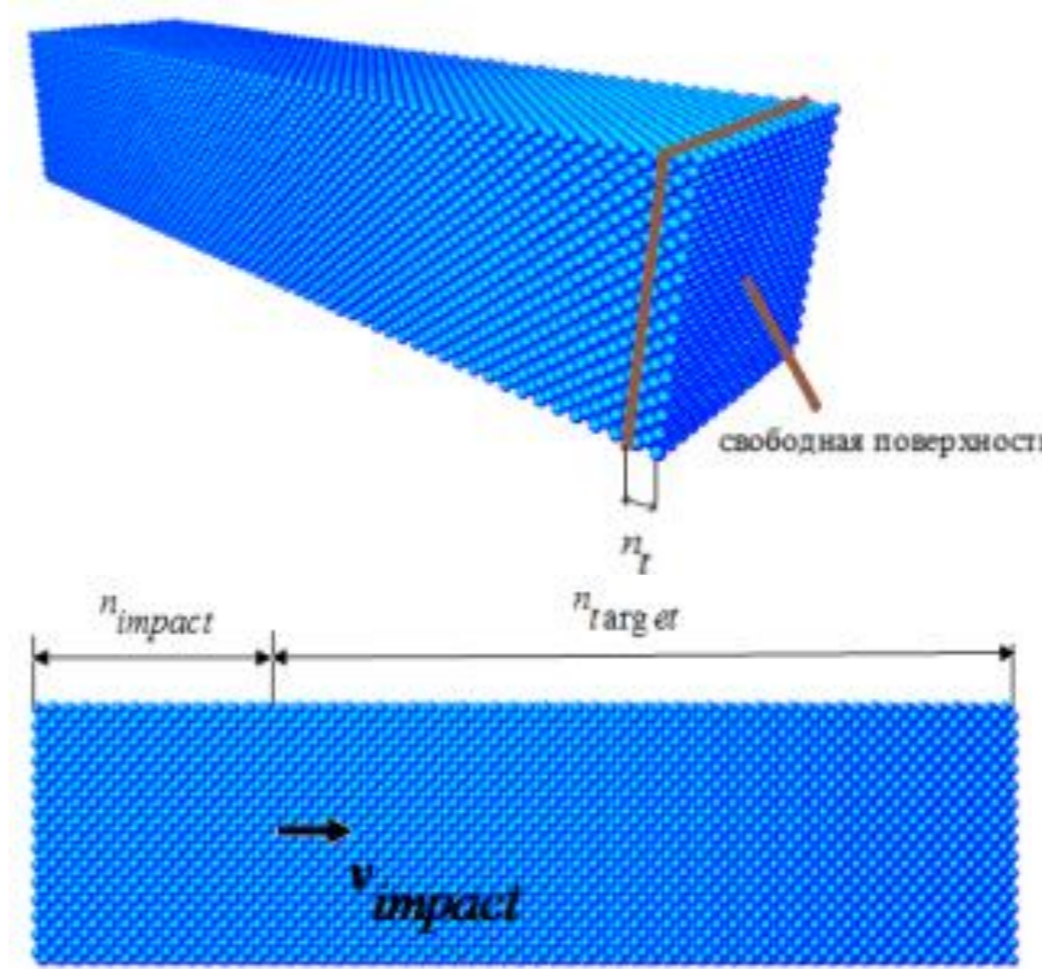
Зависимость амплитуды волны от координат



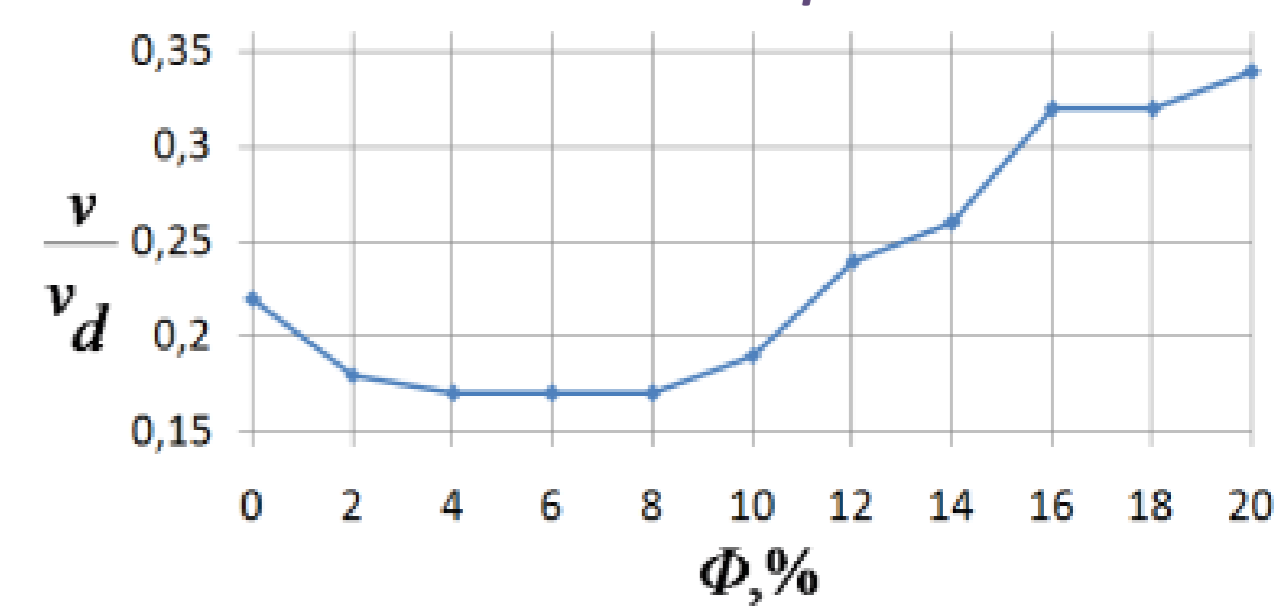
Зависимость затухания волны от пористости материала



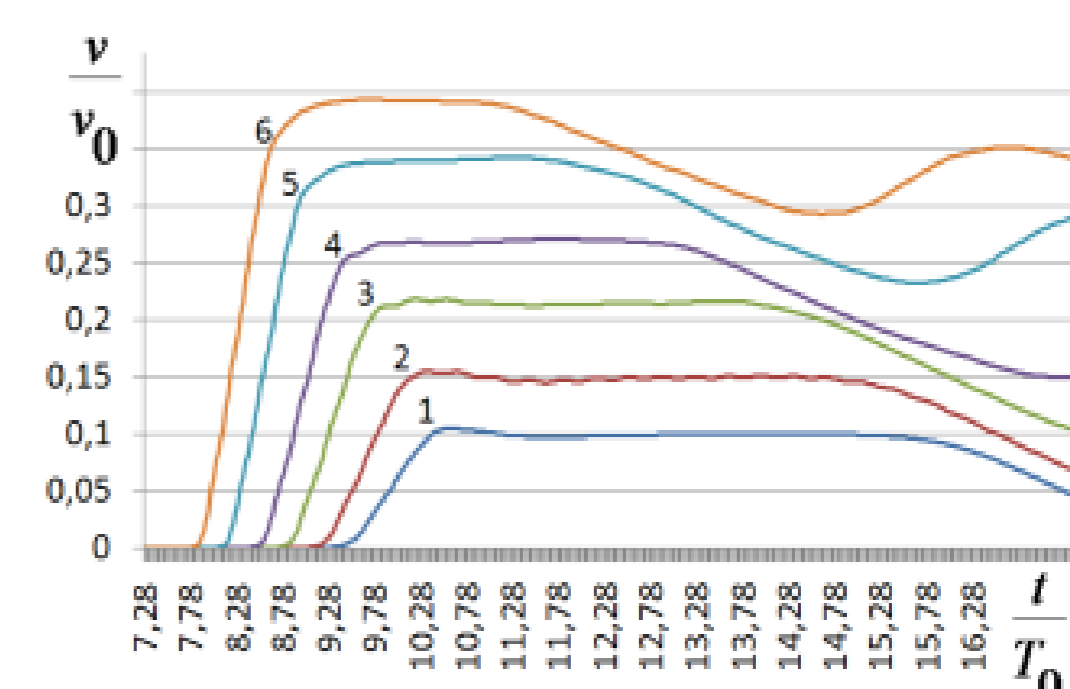
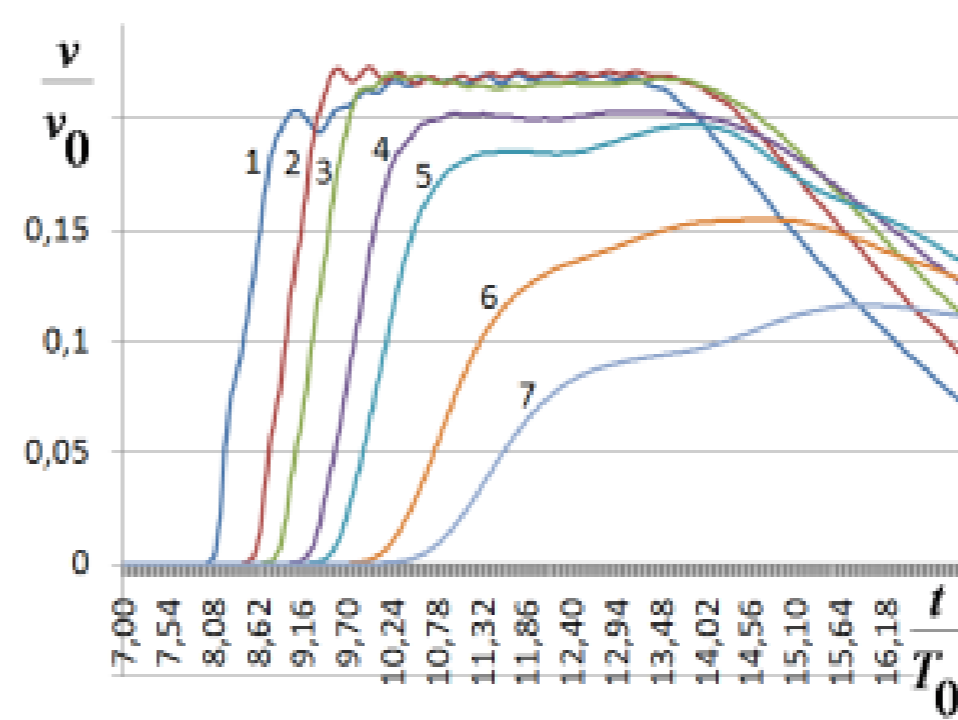
Скорость свободной поверхности мишени



Зависимость откольной скорости от пористости материала



Зависимость скорости свободной поверхности мишени от времени



Результаты:

- Исследовано распространения ударной волны в монокристалле с дефектами. Определена скорость затухания волны от концентрации дефектов;
- Получены зависимости скорости свободной поверхности от времени при различных скоростях ударника и концентрациях дефектов;
- Показано, что зависимость откольной скорости от пористости материала имеет минимум в области малых значений пористости.

Ю.М.Фурманова, выпуск 2011
Научный руководитель: В.А. Кузькин