

Исследование влияния конструкции заряда на интенсивность разрушения кристалловмещающих пород и нарушение минеральных включений

Работу выполнила: Дабаева Дарима Бимбаевна
Научный руководитель: Боровиков В.А.

Санкт-Петербургский Государственный Университет
Институт прикладной математики и механики
Кафедра 'Теоретическая Механика'

Санкт-Петербург, 07.03.2014

Анализ проблемы обеспечения естественной сохранности кристаллов при традиционном взрывном способе их добычи свидетельствует о наличии микротрещин значительной части добываемого кристаллосырья, что приводит к невосполнимым потерям

- 1 Оценка энергетических параметров взрывного разрушения массива :
 - 1 Влияние типа взрывчатого вещества;
 - 2 Влияние конструкции заряда;
- 2 Оценка радиуса зон дробления, трещинообразования и откола;
- 3 Анализ экспериментальных материалов.

- 1 Оценка энергетических параметров взрывного разрушения массива :
 - 1 Влияние типа взрывчатого вещества;
 - 2 Влияние конструкции заряда;
- 2 Оценка радиуса зон дробления, трещинообразования и откола;
- 3 Анализ экспериментальных материалов.

- 1 Оценка энергетических параметров взрывного разрушения массива :
 - 1 Влияние типа взрывчатого вещества;
 - 2 Влияние конструкции заряда;
- 2 Оценка радиуса зон дробления, трещинообразования и откола;
- 3 Анализ экспериментальных материалов.

- 1 Оценка энергетических параметров взрывного разрушения массива :
 - 1 Влияние типа взрывчатого вещества;
 - 2 Влияние конструкции заряда;
- 2 Оценка радиуса зон дробления, трещинообразования и откола;
- 3 Анализ экспериментальных материалов.

- 1 Оценка энергетических параметров взрывного разрушения массива :
 - 1 Влияние типа взрывчатого вещества;
 - 2 Влияние конструкции заряда;
- 2 Оценка радиуса зон дробления, трещинообразования и откола;
- 3 Анализ экспериментальных материалов.

Плотное заряжание ;

Заряды с воздушными полостями;

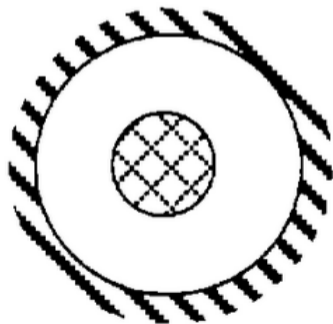
Заряды с водными полостями;

Плотное заряжание ;
Заряды с воздушными полостями;
Заряды с водными полостями;

Плотное заряжание ;
Заряды с воздушными полостями;
Заряды с водными полостями;

Воздушные и водяные радиальные зазоры и полости между зарядом и стеной зарядной камеры определяют характер действия взрыва на породу.

Вид А



Математический расчет камуфлетного взрыва

Рассмотрим взрыв цилиндрического заряда в изотропном однородном массиве. Отметим следующие основные этапы его протекания ¹. В ближайшей окрестности взрывной полости возникает мощная ударная волна. Массив пород моделируется моделью идеальной несжимаемой жидкости. Первый этап связан с распространением ударно-разрушающей волны, при которой фронт ударной волны совпадает с фронтом разрушения. Второй этап представляет собой динамическое безволновое расширение полости. Для этих этапов массив пород моделируется пластической средой. Третий этап соответствует распространению упругих волн. В качестве простейшей аппроксимации кругов главных наибольших напряжений будем использовать условие пластичности Кулона

¹Механический эффект подземного взрыва/ В.Н. Родионов, В.В.Адушкин, М.,Наука,1971

Система уравнений

Уравнение движения:

$$\frac{\partial \sigma_r}{\partial r} + \frac{\sigma_r - \sigma_\theta}{r} = \rho_1 \left(\frac{\partial v}{\partial t} + v \frac{\partial v}{\partial r} \right), \quad (1)$$

условие дилатансии:

$$\frac{\partial v}{\partial r} + \frac{v}{r} = \Lambda \left(\frac{\partial v}{\partial r} - \frac{v}{r} \right), \quad (2)$$

условие пластичности Кулона:

$$\sigma_1 - \sigma_3 = \sin \rho (\sigma_1 + \sigma_3) + \frac{1}{\gamma_n} \left[U_1 - KT \ln \left(\frac{\dot{\gamma}}{\dot{\epsilon}_0} \right) \right], \quad (3)$$

где $\sigma_1 = \sigma_\theta$ и $\sigma_3 = \sigma_r$ — главные напряжения, $\dot{\gamma} = \dot{\epsilon}_\theta - \dot{\epsilon}_r$ — главная скорость сдвиговой деформации.

Из уравнения (2) находим:

$$v = \frac{\lambda(t)}{r^n}, \quad n = \frac{1 + \Lambda}{1 - \Lambda}. \quad (4)$$

Из уравнений (1), (3) и (4) получаем:

$$\frac{\partial \sigma_r}{\partial r} - \frac{\beta}{r} \sigma_r = \frac{1}{\gamma_n (1 - \sin \rho) r} \left[U_1 + KT \ln \left(\frac{\lambda(t) (n + 1)}{\dot{\epsilon}_0 r^{n+1}} \right) \right] + \rho_1 \left(\frac{\dot{\lambda}(t)}{r^n} - \frac{n \lambda^2(t)}{r^{2n+1}} \right), \quad (5)$$

$$\text{где } \beta = \frac{2 \sin \rho}{1 - \sin \rho}.$$

Интегрируя уравнение (5) по r , получаем:

$$\sigma_r = \frac{C_1(t)}{r^\beta} + \phi + \varkappa \ln \left(\frac{(n+1)\lambda(t)}{r^{n+1}\dot{\varepsilon}_0} \right) + \rho_1 \left(\frac{\dot{\lambda}(t)}{\beta - n + 1} r^{1-n} - \frac{n\lambda^2(t)}{\beta - 2n} r^{-2n} \right) + \nu, \quad (6)$$

$$\text{где } \phi = \frac{U_1}{\gamma_n \beta (1 - \sin \rho)}, \quad \varkappa = \frac{KT}{\gamma_n \beta (1 - \sin \rho)}, \quad \nu = \frac{(n+1)KT}{\gamma_n \beta^2 (1 - \sin \rho)}.$$

На грани полости имеем:

$$\sigma_r|_{r=a} = p_0 \left(\frac{a_0}{a} \right)^{2\gamma}. \quad (7)$$

На фронте волны граничные условия:

$$\rho_0 \dot{R} = \rho_1 \left(\dot{R} - v(R) \right), \quad \rho_0 \dot{R}^2 = \rho_1 \left(\dot{R} - v(R) \right)^2 - \sigma_r(R), \quad (8)$$

где $r = R(t)$ —закон движения фронта ударно-пластической волны; $v(R)$ —скорость смещения частиц среды на фронте волны

Будем предполагать, что $\varepsilon = \frac{\rho_1 - \rho_0}{\rho_1} = const$ Тогда $v(R) = \varepsilon \dot{R}$; $\sigma_r = - - \rho_0 \varepsilon \dot{R}^2$ Учитывая эти соотношения, напряжение σ_r на фронте ударной волны

$$\begin{aligned} \varepsilon \rho_0 \dot{R}^2 &= \frac{C_1}{R^\beta} + \phi + \varkappa \ln \frac{\dot{a}(n+1)}{R \dot{\varepsilon}_0} \left(\frac{a}{R}\right)^n + \\ &+ \rho_1 \left(\frac{d\dot{a}^2}{da} \frac{R}{2(\beta - n + 1)} \left(\frac{a}{R}\right)^n + \frac{n\dot{a}^2}{\beta - n + 1} \left(\frac{a}{R}\right)^{n-1} - \frac{n\dot{a}^2}{\beta - 2n} \left(\frac{a}{R}\right)^2 n \right) + \nu. \end{aligned} \quad (9)$$

Уравнение движения границы полости

Проведя преобразования, получим уравнение движения границы полости

$$\begin{aligned} \frac{\omega\phi}{\omega+1} + \frac{\varkappa(n+1)}{\beta} - \ln\left(\frac{1+n}{\dot{\varepsilon}_0}\right) \left(\varkappa - \frac{\varkappa}{\omega+1}\right) - \frac{\nu}{\omega+1} + \ln\frac{\dot{a}}{a} \frac{\omega\varkappa}{\omega+1} + a \frac{d\dot{a}^2}{da} \left(\frac{\rho_1\varsigma}{2(\beta+1-n)}\right) + \\ + \dot{a}^2 \left(\frac{n\rho_1\varsigma}{\beta-n+1} + \frac{\rho_1 n \left(\varepsilon^{\frac{2n-\beta}{n+1}} - 1\right)}{\beta-2n} - \rho_0(1-\varsigma)\right) = p_0 \left(\frac{a0}{a}\right)^{2\gamma} \end{aligned} \quad (10)$$

где $\omega = \left(\varepsilon^{\frac{\beta}{n+1}} - 1\right)$, $\varsigma = 1 - \varepsilon^{\frac{n-\beta-1}{n+1}}$

- На данный момент мной изучена и проанализирована специальная литература, касающаяся моей тематики работы;
- Проведен математический расчет камуфлетного взрыва для цилиндрического заряда;
- Разработана экспериментальная установка;

- На данный момент мной изучена и проанализирована специальная литература, касающаяся моей тематики работы;
- Проведен математический расчет камуфлетного взрыва для цилиндрического заряда;
- Разработана экспериментальная установка;

- На данный момент мной изучена и проанализирована специальная литература, касающаяся моей тематики работы;
- Проведен математический расчет камуфлетного взрыва для цилиндрического заряда;
- Разработана экспериментальная установка;

- Провести математический расчет камуфлетного взрыва для цилиндрического заряда с учетом обводненной скважины;
- Построить графики;
- Сравнить результаты с экспериментальными данными;
- Разработка новых технологий "осторожного" взрывания при разрушении кристалловмещающих пород.

- Провести математический расчет камуфлетного взрыва для цилиндрического заряда с учетом обводненной скважины;
- Построить графики;
- Сравнить результаты с экспериментальными данными;
- Разработка новых технологий "осторожного" взрывания при разрушении кристалловмещающих пород.

- Провести математический расчет камуфлетного взрыва для цилиндрического заряда с учетом обводненной скважины;
- Построить графики;
- Сравнить результаты с экспериментальными данными;
- Разработка новых технологий "осторожного" взрывания при разрушении кристалловмещающих пород.

- Провести математический расчет камуфлетного взрыва для цилиндрического заряда с учетом обводненной скважины;
- Построить графики;
- Сравнить результаты с экспериментальными данными;
- Разработка новых технологий "осторожного" взрывания при разрушении кристалловмещающих пород.

Спасибо за внимание