

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2459179

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАДИУСА ЗОНЫ ПЕРЕИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ГОРНОЙ ПОРОДЫ ПРИ ВЗРЫВЕ

Патентообладатель(ли): *Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Санкт-Петербургский государственный горный институт имени Г.В. Плеханова (технический университет)" (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2010154340

Приоритет изобретения 29 декабря 2010 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 20 августа 2012 г.

Срок действия патента истекает 29 декабря 2030 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Б.П. Симонов





(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: **2010154340/03, 29.12.2010**(24) Дата начала отсчета срока действия патента: **29.12.2010**

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **29.12.2010**(45) Опубликовано: **20.08.2012**(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **БОРОВИКОВ В.А. и др. Волны напряжений в обводненном трещиноватом массиве. - Л.: ЛГИ, 1989, с.39-42. SU 1608410 A1, 23.11.1990. RU 2366891 C1, 10.09.2009. SU 1840795 A1, 10.02.2010. JP 2001249000 A, 14.09.2001.**

Адрес для переписки:

199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2, СПГГИ (ТУ), отдел интеллектуальной собственности и трансфера технологий (отдел ИС и ТТ), пат.пов. А.П.Яковлеву, рег. № 314

(72) Автор(ы):

**Менжулин Михаил Георгиевич (RU),
Афанасьев Павел Игоревич (RU),
Бульбашев Андрей Александрович (RU),
Казьмина Анна Юрьевна (RU),
Захарян Марен Валерьевич (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Санкт-Петербургский государственный горный институт имени Г.В. Плеханова (технический университет)" (RU)(54) **СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАДИУСА ЗОНЫ ПЕРЕИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ГОРНОЙ ПОРОДЫ ПРИ ВЗРЫВЕ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к горному делу и может быть использовано при оценке параметров разрушения горных пород буровзрывным способом. Способ включает расчет параметров волн напряжения с учетом преломления детонационной волны и диссипации энергии. Напряжение в горной породе определяется после преломления детонационной волны на основе закономерностей распада произвольного разрыва данных по свойствам взрывчатого вещества и ударных адиабат горных пород. Затем решается задача Коши, позволяющая по данным о параметрах волн напряжения на произвольных расстояниях от взрыва определять эти параметры на всех последующих расстояниях. При этом учитывается, что горная порода сначала динамически нагружается, а затем статически разгружается. Изменение энтропии происходит только на фронте ударной волны. Таким образом, существует разность между энергиями нагрузки и разгрузки, которая и составляет энергию диссипации. Учитывая энергию диссипации, рассчитывают напряжения, получаемые в массиве на различных расстояниях от заряда. Способ позволяет уменьшить объем мелких фракций и улучшить экологические показатели взрывных работ. 1 табл., 1 ил.

Изобретение относится к горному делу и может быть использовано при оценке параметров разрушения горных пород буровзрывным способом.

Известен способ определения радиуса зоны переизмельчения горной породы при взрыве (см. Адушкин В.В., Спивак А.А. Подземные взрывы. - М.: Наука, 2007 - с.321-334), который можно оценить на основании зависимости максимальной массовой скорости в волне сжатия от расстояния.

К недостаткам следует отнести то, что данные получены для ограниченного круга материалов, физико-механические характеристики которых похожи на физико-механические характеристики горных пород.

Известен способ определения радиуса зоны переизмельчения горной породы при взрыве (см. Мосинец В.Н., Абрамов А.В. Разрушение трещиноватых и нарушенных горных пород. - М.: Недра, 1982 - с.50-52), в котором на границе раздела заряд-среда начальное давление на фронте волны рассчитывается в упругом приближении.

К недостаткам следует отнести то, что на границе раздела заряд-среда начальное давление на фронте волны определяется для упругой среды в акустическом приближении, но известно, что характер поведения материала в ближней зоне является также и пластическим, а трещиноватость среды приводит к нарушению условий идеальной упругости.

Известен способ определения радиуса зоны переизмельчения горной породы при взрыве (см. Боровиков В.А., Ванягин И.Ф., Менжулин М.Г., Цирель С.В. Волны напряжений в обводненном трещиноватом массиве - учеб. пособие. Л.: ЛГИ, 1989 - с.39-42), принятый за прототип, в котором предлагается определять изменение напряжения в массиве по зависимостям, полученным с помощью эксперимента.

Максимальные параметры волн напряжений в диапазоне $4 \leq \bar{r} < 12$ находятся из соотношений:

$$\sigma_{r \max} = \rho_{\text{пор}} \cdot C_p \cdot \frac{1100}{\bar{r}^{1,4}}, \text{ Па}$$

для цилиндрического заряда:

$$\sigma_{r \max} = \rho_{\text{пор}} \cdot C_p \cdot \frac{3540}{\bar{r}^{2,2}}, \text{ Па}$$

для сферического заряда:

где C_p - скорость продольной волны, $\rho_{\text{пор}}$ - плотность породы.

К недостаткам следует отнести то, что способ основан на экспериментальных данных, в которых не рассмотрены физические процессы, происходящие при разрушении горных пород. Необходимо также

знать параметры волн напряжения в зоне разрушения $\bar{r} < 4$, в которой происходят значительные потери энергии и образование мелкодисперсных фракций. Уменьшение ее размеров при соответствующем выборе типов взрывчатого вещества приведет к улучшению экологических показателей взрывных работ.

Техническим результатом изобретения является уменьшение объема мелких фракций и улучшение экологических показателей взрывных работ.

Технический результат достигается тем, что в способе определения радиуса зоны переизмельчения горной породы при взрыве, включающем использование экспериментальных данных и расчет волновых напряжений, рассчитывают максимальные волновые напряжения с учетом энергии диссипации и свойств взрывчатого веществ по формуле:

$$P_i = \frac{P_f}{r_{\text{ср}}} \cdot \sqrt{1 - \frac{\sum_{n=1}^i E_{\text{дис}}}{E_0}}$$

где: P_f - напряжение после преломления на границе заряд-камера, МПа;

$r_{\text{ср}}$ - относительное среднее расстояние, в котором находится текущее напряжение;

$$\sum_{n=1}^i E_{\text{дис}}$$

- удельная энергия диссипации на фронте ударной волны, определяемая на каждом расстоянии;

E_0 - выделившаяся энергия при взрыве,

затем строят график зависимости волновых напряжений от относительного расстояния $P_i = f(\overline{r_{cp}})$, по которому определяют радиус зоны переизмельчения горной породы при взрыве для каждого взрывчатого вещества.

Способ заключается в том, что определяют напряжение P_i на границе заряд-среда после преломления детонационной волны в горную породу. Напряжение преломленной в окружающую среду детонационной волны можно вычислить на основе решения задачи о распаде произвольного разрыва, используя экспериментальную адиабату среды (см. М.Райс, Р.Мак-Куин, Дж.Уолш. Сжатие твердых тел сильными ударными волнами - Динамическое исследование твердых тел при высоких давлениях - М.: Мир, 1965 г.).

Затем на каждом из расстояний от заряда решается задача Коши, основанная на расщеплении явления по физическим процессам, то есть, зная начальные параметры волны напряжения на любом расстоянии от заряда, можно вычислить значения волны напряжения на следующих расстояниях, вводя энергию диссипации.

Обычно за критерий эффективности применяемого взрывчатого вещества используется максимум выделившейся энергии, но этого по мнению авторов недостаточно, потому что взрывчатое вещество с низкими детонационными характеристиками имеет меньшую долю энергии диссипации, выход переизмельченной фракции, наведенную трещиноватость.

При действии волны напряжений на некоторый выделенный объем нагрузка носит динамический характер, затем происходит статическая разгрузка до нормальных напряжений, при этом учитывается наведенная при взрыве трещиноватость. Вследствие разности кривых нагрузки и разгрузки в частицах остается часть энергии.

Данная энергия при взрывном разрушении необратимо расходуется на нагревание частиц породы в ближней зоне и наведенную трещиноватость. В результате часть энергии взрыва остается в частицах среды как энергия диссипации. Таким образом, на формирование механических возмущений расходуется только часть энергии волны напряжения, оставшаяся после исключения энергии диссипации из общей энергии взрыва. Поэтому, решая задачи разрушения горной породы при взрыве, необходимо иметь в виду энергию диссипации и детонационные параметры взрывчатого вещества.

Затем строят график зависимости напряжения от относительного расстояния, приведенный на фиг.1 (в качестве примера взят Порэммит, график представлен в логарифмическом масштабе). По этому графику находят радиус переизмельчения, соответствующий динамическому пределу прочности на сжатие.

На основании выполненной работы по определению радиуса переизмельчения приведена таблица радиусов зоны переизмельчения для различных типов взрывчатого вещества в горной породе гранит (таблица 1).

Таблица 1		
Применяемые взрывчатые вещества	Относительные радиусы зон переизмельчения	Абсолютные радиусы зон переизмельчения, м
Игданит	1,6	0,14
Граммонит 79/21	1,9	0,18
Порэммит	2,6	0,24
Гранипор 90/5	2,7	0,25

Таким образом, взрывчатое вещество типа игданита имеет меньший радиус зоны переизмельчения, а следовательно, меньший объем мелких фракций, что способствует улучшению экологических показателей взрывных работ.

Формула изобретения

Способ определения радиуса зоны переизмельчения горной породы при взрыве, включающий использование экспериментальных данных и расчет волновых напряжений, отличающийся тем, что рассчитывают максимальные волновые напряжения с учетом энергии диссипации и свойств взрывчатого вещества по формуле:

$$P_i = \frac{P_f}{r_{cp}} \sqrt{1 - \frac{\sum_{n=1}^i E_{\text{дис}}}{E_0}},$$

где P_f - напряжение после преломления на границе заряд-камера, МПа;

r_{cp} - относительное среднее расстояние, в котором находится текущее напряжение;

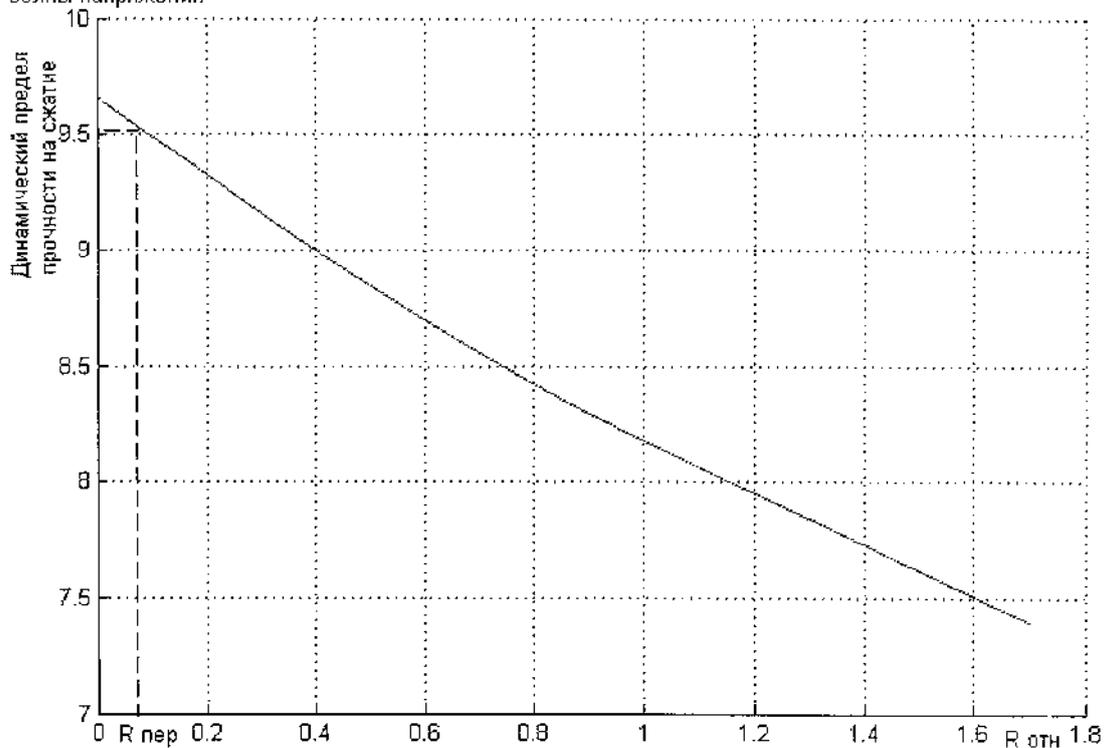
$\sum_{n=1}^i E_{\text{дис}}$ - удельная энергия диссипации на фронте ударной волны, определяемая на каждом расстоянии;

E_0 - выделившаяся энергия при взрыве,

затем строят график зависимости волновых напряжений от относительного расстояния

$P_i = f(r_{cp})$, по которому определяют радиус зоны переизмельчения горной породы при взрыве для каждого взрывчатого вещества.

Радиальная составляющая
волны напряжения



Фиг. 1