

УДК 622.235

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕЙСТВИЯ ВЗРЫВА В БЛИЖНЕЙ ЗОНЕ

Чебенко Ю.Н.

Кременчугский государственный политехнический университет

Введение. Разрушение горных пород взрывом зарядов взрывчатых веществ (ВВ) - многофакторный процесс, исследование которого сопряжено с определенными трудностями. Особо сложные явления протекают в ближней зоне, вследствие возникновения в среде вблизи ее контакта с зарядом ВВ напряжений, значительно превышающих предел прочности горных пород не только при одноосном сжатии. Поэтому инструментальные замеры параметров взрывного воздействия и характеристик процесса разрушения в этих условиях вызывает затруднения. Использование различных методов моделирования предусматривает соблюдение критериев подобия, что удается далеко не всегда. Поэтому часто применяют приближенное моделирование, когда учитывают основные для решения данной задачи параметры, влияющие на конечные результаты процесса, а второстепенными пренебрегают [1]. Такой подход упрощает решение ряда научных и технических задач, в которых использованы результаты лабораторных и полигонных исследований, что значительно уменьшает число дорогостоящих и длительных по времени промышленных экспериментов.

Анализ состояния проблемы. Наиболее часто в качестве моделирующих материалов применяют: водный раствор + песчано-цементную смесь, канифоль, эпоксидную смолу, гипосульфит и др., которые после растворения или нагревания имеют жидкообразную консистенцию, а после затвердевания сохраняют заданную форму. Эти же материалы применяют как связующие в моделях, изготовленных из отдельных кусков горных пород. Иногда используют монолитные модели, вырезанные из отдельных блоков горных пород. Не отрицая значимости результатов, полученных с применением этих моделей многочисленными исследователями, отметим их недостатки. Общим недостатком для перечисленных моделей является большая трудоемкость и длительность их изготовления, а в некоторых случаях - дороговизна из-за сложности изготовления и ценности исходного сырья; низкая технологичность.

Кроме того, материалы этих моделей обладают большим разбросом прочностных свойств, что отражается (как следствие) на количестве необходимых опытов в серии экспериментов, а также на достоверности получаемых результатов. Значительные трудности возникают при изготовлении в таких моделях идентичных полостей для размещения в них зарядов ВВ, и для установки различных датчиков.

Другой подход к оценке эффективности того или иного метода регулирования взрывного дроб-

ления основан на сравнении энергетических затрат, обеспечивающих геометрическое подобие формы развала при взрывах в натуре и в модели, а подобие гранулометрического состава задано изначально путем соответствующего подбора материала модели [3]. Для изготовления моделей (метод эквивалентных материалов [3]) используют куски разрушенной горной породы, причем их гранулометрический состав должен быть геометрически подобен гранулометрическому составу горной массы природы. Куски горной породы тщательно перемешивают и для получения сплошного материала заливают песчано-цементным (или другим) раствором малой прочности (на порядок ниже прочности кусков породы). При взрыве модель разрушается в основном по поверхности контактов, где прочность минимальна и гранулометрический состав практически не претерпевает изменения. Задачей исследований является на основании серии экспериментов установить энергетические параметры взрывного воздействия, обеспечивающие развал горной массы, подобный натуре.

В работе [2] предложено в качестве моделирующего материала использовать раздробленную горную породу, агрегатное состояние и физические параметры которой удовлетворяют цели и задачам исследования. Это может быть грантсев любой горной породы с любым размером фракций. Выбор размеров исходной фракции осуществляют, исходя из условий эксперимента: размеров взрывной камеры, возможности применения определенной массы ВВ для достижения необходимой степени дробления моделирующего материала до размеров, обеспечивающих свободное их разделение путем отсева.

Цель работы. Определение влияния площади контакта заряда ВВ со средой в зарядной полости на выход мелких фракций.

Материал и результаты исследований. Исследования проведены в лабораторных условиях на моделях из раздробленной горной породы. Моделирующую среду подвергали тщательному отбору по выбранному размеру фракций и отбирали массу, достаточную для проведения экспериментов в полном объеме. Затем ее промывали под проточной водой для удаления инородных примесей и просушивали.

Подготовленную массу моделирующего материала размещали во взрывной камере и поддерживали постоянной до полного завершения всей серии экспериментов, добавляя после каждого опыта недостающую массу моделирующего материала.

В первой серии экспериментов исследовали сплошные цилиндрические заряды ВВ постоянной

массы (рис. 1), площадь контакта которых с материалом модели изменялась в зависимости от диаметра шпура (табл. 1).

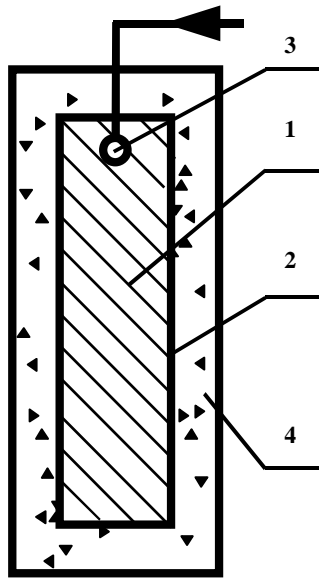


Рисунок 1 – Удлиненный заряд

1 – заряд ВВ; 2 – оболочка заряда; 3 – инициатор;
4 – моделирующая среда

Модель готовили, помещая гранитную крошку фракций 4-6 мм в стальную цилиндрическую камеру с плотно закрывающейся крышкой. В качестве ВВ использовали тэн насыпной плотности в бумажных гильзах соответствующего диаметра. Заряд тэна массой 1 г, находящийся в центре модели, инициировали микроэлектродетонатором. После взрыва заряда ВВ материал модели просеивали на сите с диаметром отверстий 4 мм. Надрешетный продукт представлял фракции, не подвергшиеся взрывному дроблению, а в подрешетном продукте выделяли фракции размерами менее 1 мм, масса которых характеризовала дробящее действие взрыва в ближней зоне. Результаты экспериментальных исследований приведены в табл. 1. Как следует из данных табл. 1, с увеличением площади контакта заряда ВВ постоянной массы с окружающей средой уменьшается выход переизмельченных фракций. Этот результат может быть объяснен тем, что с возрастанием площади контакта уменьшается масса ВВ, а, следовательно, энергии взрывного воздействия в расчете на единицу контактирующей площади (см. табл. 1).

Таблица 1 –

Параметры модели и выход фракций 0-1 мм после взрыва цилиндрических сплошных зарядов ВВ

Параметры модели и результаты эксперимента	Диаметр шпуров, мм				
	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5
Высота заряда, мм	81,5	65,0	51,0	44,5	33,5
Полная площадь контакта заряда ВВ с моделирующей средой, мм ²	909,4	841,5	752,4	730,1	617,4
Масса ВВ, приходящаяся на единицу площади контакта, мг/мм ²	1,10	1,19	1,33	1,37	1,62
Выход переизмельченных фракций, г (%)	90,9 (2,0)	100,0 (2,23)	110 (2,41)	115 (2,56)	130 (2,94)

Таблица 2 –

Параметры кольцевых зарядов и выход фракций 0-1 мм после взрыва зарядов

Параметры кольцевых зарядов и модели, результаты экспериментов	Внутренний диаметр цилиндра, мм			
	10	15	20	22
Диаметр наружного цилиндра, мм	23,2	24,64	27,52	28,88
Ширина кольцевого зазора (зарядной полости), мм	6,6	4,82	3,76	3,44
Площадь контакта заряда ВВ с моделирующим материалом, мм ²	1730,5	1844,64	2053,17	2147,2
Масса заряда ВВ, в перерасчете на единицу площади контакта, мг/мм ²	1,154	1,084	0,974	0,931
Выход переизмельченных фракций, г (%)	200,0 (2,05)	187,9 (1,89)	173,1 (1,75)	160,0 (1,61)

С этих позиций можно объяснить уменьшение выхода переизмельченных фракций при отбойке горных пород зарядами ВВ, рассредоточенными воздушными промежутками, за счет которых возрастает площадь внутренней поверхности зарядной камеры. При постоянной массе заряда ВВ в скважине уменьшается энергия взрывного воздействия в расчете на единицу площади внутренней поверхности.

Во второй серии экспериментов изменения площади контакта заряда ВВ с моделирующей средой достигали, варьируя параметры кольцевых зарядов.

Для формирования кольцевого заряда два пустотелых бумажных цилиндра разного диаметра соосно крепили на общем основании. В кольцевом зазоре между цилиндрами (рис. 2) размещали заряд тэна массой 2 г. Высота заряда во всех экспе-

риментах складала 10 мм при щільності заряджання $0,8 \text{ г/см}^3$. Ініціювання здійснювали мікроелектродетонатором. Після установки заряду в камері її заповнювали моделюючим матеріалом (гранитної крошкою фракцій 4-6 мм) насипної щільності. Після вибуху заряду ВВ моделюючий матеріал розсіювали на ситах, виділяючи фракції розмірами 0-1,0 мм (табл. 2). Результати експериментів з використанням кільцевих зарядів різного діаметра підтвердили установлену закономірність, що з збільшенням маси заряду на одиницю площі внутрішньої поверхні зарядної камери, в досліджуваному діапазоні, зростає вихід переизмельченних фракцій в ближній зоні.

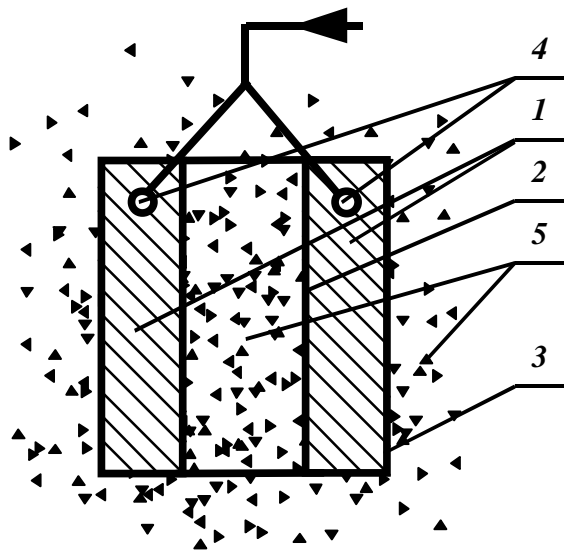


Рисунок 2 – Циліндричний заряд
1 - заряд ВВ; 2 - внутрішня оболочка циліндричного заряду; 3 - зовнішня оболочка циліндричного заряду; 4 - ініціатор; 5 - моделююча середовище

Для зменшення об'єму експериментальних досліджень ефективності впливу різних методів регулювання вибухового дроблення слід використовувати моделі з однородних диспергованих матеріалів, наприклад, з крошки горних порід певного фракційного складу. Однак, необхідно встановити ефективність таких моделей при дослідженні методів управління дією вибуху за рахунок газодинамічних і хвильових процесів, в силу високої пористості матеріалу і специфіки умов виходу продуктів детонації і поширення хвиль напружень.

Висновки. Дослідженнями в лабораторних умовах встановлено, що при постійній масі заряду ВВ в скважині, збільшення площі його контакту з оточуючим масивом горних порід сприяє зменшенню маси переизмельченних фракцій в ближній зоні. Ця закономірність може бути використана для обґрунтування раціональних форм і конструкцій скважинних зарядів при проектуванні буровибухових робіт на кар'єрах і в будівництві.

ЛИТЕРАТУРА

1. Основи теорії і методи вибухового дроблення горних порід. Э.И. Ефремов, В.С.Кравцов, Н.И. Мячина і др. – Під ред. Комира – К.: Наукова думка 1979. – 224с.
2. В.М.Комир, Е.Ю. Кунаков, С.М.Мыслицкий і др. – К вопросу о моделюванні дії вибуху в твердій середі. – Науковий вісник НГУ, 2003, № 1.
3. Замесов Н.Ф. Примененіе теорії подобія і розмірності при моделюванні процесів дроблення порід вибухом.//Проблеми механізації горних порід. - Изд-во АН СССР, 1963. – С. 83-92.

Стаття постувила 20.03.06 г.
Рекомендовано к печати д.т.н., проф.
Комиром В.М.