

УДК 622.235

Э.И.Ефремов, А.И.Сердюк, С.Н.Родак

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ПРОДУКТОВ ВЗРЫВА, ВЫБРАСЫВАЕМЫХ В ЗАМКНУТЫЙ ОБЪЕМ ПРИ ПОДРЫВЕ СМЕСЕ Вых ЗАРЯДОВ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ (ВВ)

Приведені результати лабораторних досліджень у замкнутий об'єм вибухової камери при вибусі сумішних зарядів ВР у повітрі камери та в песчано-цементних моделях, з використанням лазерного променя, що перетинає простір вибухової камери, і властивості лазерного випромінювання змінюватися під дією зміни щільності, оточуючого середовища. Розроблено спосіб (експрес метод) оцінки ефективності роботи зарядів ВР різних конструкцій при руйнуванні моделей за допомогою променя лазера.

Для определения количества продуктов взрыва, выбрасываемых в среду при взрыве смесевых зарядов ВВ, в лабораторных условиях была разработана методика, по которой с помощью специального стенда [1] определяли количество продуктов взрыва зарядов ВВ различной массы и состава в единице объема взрывной камеры. Стенд включает в себя: источник когерентного излучения (лазер типа ЛГ-209); фотоприемник ФД-251; регистратор - осциллограф С8-13; взрывную камеру, в которой, исходя из условий поставленной задачи, заряды ВВ различных конструкций взрывались в объеме взрывной камеры и в песчано-цементных моделях кубической формы ребром 80 мм. Заряды чистого тэна и смешанного с порошком твердого ракетного топлива (ТРТ) были одинаковыми по массе ($m = 200$ мг). Диаметр заряда - 4,5 мм, высота - 15 мм. Заряды размещались в центре моделей в скважине высотой 50 мм. Во всех экспериментах условия взрывания сохранялись идентичными. Взрывная камера после каждого взрыва тщательно очищалась и проветривалась. Для всех рассматриваемых конструкций заряда проводилось не менее 3-4 параллельных опытов и результаты усреднялись. Используемый стенд позволил получить стабильные достоверные результаты с ошибкой не более 5%. Смесевые заряды изготавливались из тэна путем замещения определенного процента его (по массе) порошком твердого ракетного топлива (ТРТ-10, 20, 30, 40%).

Суть экспериментальных исследований заключалась в том, что количество продуктов детонации и продуктов разрушения модели

можно определить достаточно точно по изменению амплитуды интенсивности лазерного луча, вызванного изменением плотности среды во взрывной камере после взрыва. Изменение плотности среды вызывает изменение интенсивности проходящего лазерного излучения, воздействующего на фотоприемник. Ток фотоприемника изменяется при этом пропорционально интенсивности лазерного излучения, что фиксируется осциллографом.

Для того, чтобы перейти от величины амплитуды импульса лазерного излучения A к объему продуктов детонации V_{ng} , соответствующего донной амплитуде, была разработана методика, по которой строился градуировочный график зависимости $V_{ng}=f(A)$ для известного ВВ (в нашем случае - тэна). Затем, используя градуировочный график, определяли объем продуктов

детонации, выделившихся при взрыве в замкнутый объем взрывной камеры исследуемых смесевых зарядов.

Градуировочный график зависимости $V_{ng}=f(A)$ строился следующим образом:

Во взрывной камере взрывали заряды чистого тэна массой $m_n=100,200,300,400$ и 500 мг и измеряли амплитуды импульсов, затем производили расчет объемов продуктов детонации по методике, изложенной в работе [2]:

$$V_{ng} = \frac{m_n V_T}{m_T}, \text{ см}^3$$

где V_{ng} - объем продуктов детонации, выделившихся при взрыве заряда массой m_n , см^3 ;

V_T - объем продуктов детонации, выделившихся при взрыве $m_T = 1$ кг тэна - см^3 ;

m_T - масса заряда тэна, 1 кг;

m_n - масса n -го заряда тэна, кг.

На основании полученных результатов и замеров строился график зависимости $V_{ng}=f(A)$ (имеющий вид прямой $y=kx$, где $k=2,0$). Для замеров величины амплитуды импульса лазерного излучения при исследовании смесевых зарядов на осциллографе устанавливали нулевой уровень усиления, соответствующий определенной плотности среды в объеме камеры до проведения взрывания. После подрыва заряда ВВ на экране регистратора фиксировался импульс из-

менения интенсивности лазерного излучения, соответствующий изменению плотности среды в камере. По величине амплитуды импульс определяли из градуировочного графика объем V_{ng} , соответствующий полученной амплитуде. Результаты обработки экспериментальных данных заносились в табл.1,

Таблица 1 - Объем продуктов детонации, выделившихся при взрыве в единице объема объема взрывной камеры от процентного содержания ТРТ в смесевом заряде ВВ

% ТРТ в заряде	A, Mv	S_n , см ³
0	15,0	29,0
10	15,8	31,2
20	16,9	34,1
30	18,0	36,0
40	18,0	38,5

Анализ результатов экспериментальных исследований показал, что с увеличением концентрации ТРТ в заряде объем продуктов детонации увеличивается по сравнению с чистым зарядом тэна той же массы, достигая при 30% - ном замещении тэна на ТРТ ~ 19% первоначального объема.

Для того, чтобы определить объем продуктов детонации, выделившихся в объем взрывной камеры при взрыве зарядов ВВ различных конструкций в песчано-цементных моделях, была разработана специальная методика проведения экспериментальных работ и обработки полученных результатов. Исследовалось взрывание трех конструкций зарядов:

заряд тэна без забойки, заряд тэна с забойкой и заряд тэна, смешанного с ТРТ (70% тэн + 30% ТРТ). Разрушение моделей контролировалось определением величины вновь образованной поверхности S_n . Масса и материал забойки оставались постоянными во всех экспериментах.

В процессе взрывного разрушения модели во взрывной камере в замкнутый объем ее выделяются продукты детонации ВВ, продукты разрушения модели (куски и пылевидные частицы), а при взрывании с забойкой, и частицы материала забойки. Под действием вышеупо-

мянутой смеси плотность среды во взрывной камере изменяется. Импульс изменения лазерного излучения A при этом представляет собой результирующую сумму импульсов изменения излучения лазерного луча: от продуктов детонации $A_{\text{пд}}$; от продуктов разрушения A_n (в основном -пыли) и забоечного материала A_z (при взрывании с забойкой).

По разработанной методике суммарная амплитуда импульса изменения излучения лазерного луча представляется в виде

$$A = A_{\text{пд}} + A_n + A_z, \quad (1)$$

где $A_{\text{пд}}$ - амплитуда импульса изменения лазерного излучения от продуктов детонации;

A_n - то же, от пылевидных частиц (пыли) разрушения модели;

A_z - то же, от забойки. В отсутствие забойки $A_z = 0$

Тогда для каждой из рассмотренных конструкций заряда амплитуда импульса изменения излучения будет иметь следующий вид:

$$\text{Взрывание без забойки } A_1 = A_{\text{нг}} + A_n \quad (2)$$

$$\text{Взрывание с забойкой } A_2 = A_{\text{нг}} + A_z + A_n \quad (3)$$

Взрывание смесового

$$\text{заряда с забойкой } A_3 = A_{\text{нг}}^1 + A_z + A_n^{11} \quad (4)$$

где $A_n^1 = A_n + 0,07A_n$ [3] - амплитуда изменения лазерного излучения под действием пыли при взрывании заряда тэна с забойкой;

$A^{11} = A_n + A_{\text{пд}}$ - амплитуда импульса изменения излучения под действием пыли при взрыве смесового заряда с забойкой;

$A_{\text{пд}}$ - амплитуда импульса изменения лазерного излучения под действием дополнительного количества пыли, появившегося в объеме камеры при взрывании смесового заряда с забойкой за счет большого количества продуктов детонации от добавки ТРТ;

$A_{\text{нг}}^1$ - амплитуда изменения импульса лазерного излучения от продуктов детонации чистого заряда ВВ в воздухе.

Величины A_1 , A_2 , A_3 определяются по вышеописанной методике с экрана регистратора, $A_{\text{нг}}$ и $A_{\text{нг}}^1$ определяются, как в первой части исследований взрыванием заряда ВВ в среде взрывной камеры без

модели. Из (2) определяем A_n и подставив его в (3), находим A_3 . Затем вычисляем A_n и A_n . Далее, используя градуированный график, можно определить объем продуктов детонации, и продуктов разрушения (пылевидной их части), то есть от качественной оценке перейти к количественной выделившихся в процессе разрушения моделей продуктов детонации и разрушения. Таким образом, разработанная методика обработки результатов исследований позволяет определить не только объем продуктов детонации при взрыве зарядов в твердой среде, но и количество пылевидных частиц и частиц забойки в замкнутом объеме взрывной камеры. Данные обработки экспериментальных исследований представлены в табл.2.

Таблица 2 - Величина V_{ng} , V_{np} , A_n и S_n , полученные в результате разрушения песчано-цементных моделей зарядами различных конструкций

Конструкция заряда	Суммарная амплитуда импульса, A, mV	Суммарный объем продуктов детонации и продуктов разрушения V_{pd}	Доля пылевидных частиц в суммарной амплитуде импульса A_n, mV	Объем пылевидных частиц, выделившихся при разрушении V_{ng}, cm^3	Величина вновь образованной поверхности S_n, cm^2	A_n/A_0	S_n/S_{no}
1	2	3	4	5	6	7	8
Без забойки (ВВ-тэн)	36,0	58,5	21,0	40,9	2540,0	10	1,0

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8
С забойкой (ВВ-тэн)	61,2	117,0	22,5	43,9	4518,0	1,7	1,8
С забойкой (смесевой заряд: 70% тэн +30% ТРТ)	132,0	271,0	91,5	178,4	8814,0	3,7	3,5

Примечание: A_0 - амплитуда импульса заряда тэна;

$S_{но}$ - вновь образованная поверхность при разрушении модели зарядом тэна без забойки

Известно, что в величину вновь образованной поверхности значительный вклад вносят мелкие пылевидные частицы. Проанализировав результаты измерений, представленные в таблице 2, и сравнив между собой изменение величин A и $S_{н}$ для каждой из конструкций взрывааемых зарядов, можно сделать вывод, что в пределах ошибки они изменяются в одно и то же число раз. То есть метод измерения с помощью лазерного луча возможно применять в лабораторных условиях для относительной оценки эффективности работы той или иной конструкции заряда ВВ без достаточно громоздкого традиционного способа вычисления вновь образованной поверхности по результатам гранулометрического анализа взорванной массы модели.

Исходя из вышеизложенного, на основании полученных результатов исследований, в условиях лабораторного эксперимента предлагается способ (экспресс метод) относительного определения количества газообразных продуктов взрыва и пылевидных частиц разрушенной взрывом модели, а также эффективности ее разрушения, по изменению величины амплитуды импульса лазерного излучения, возникшем при изменении плотности воздушной среды в замкнутом объеме камеры после взрыва.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ефремов Э.И., Назаренко С.В. Экспериментальные исследования эффективных методов разрушения блочных сред энергией взрыва промышленных и конверсионных ВВ//Материалы Междун.конф."Высоко-энергетическая обработка материалов".- т.1 -

Днепропетровск: Государственная горная академия Украины, 1996. - С.62-67.

2. Физика взрыва/Ф.А.Баум, Л.П.Орленко,К.П.Станюкович и др. - М.:Наука, 1975.- 704 с.

3. Разрушение горных пород энергией взрыва/ Под ред.Э.И.Ефремова. -К.: Наук.думка, 1987.- 264 с.

УДК 622.235.36

К.С. Ищенко

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПЫЛЕГАЗОВЫДЕЛЕНИЯ ПРИ ВЗРЫВНОМ НАГРУЖЕНИИ ТВЕРДЫХ СРЕД

Наводяться результати експериментальних досліджень в лабораторних умовах, спрямовані на розробку конструкцій і параметрів шпурових зарядів, які забезпечують зниження пилогазових видів при вибуховому навантаженні твердих середовищ.

В процессе разрушения горных пород при проведении подготовительных выработок основным источником пылеобразования являются буровые, взрывные и погрузочные работы. От буровых работ в рудничную атмосферу поступает 50-60% пыли, от взрывных работ - 30-40% и от погрузки горной массы 10% [1].

Вопрос подавления пыли при буровых работах в настоящее время в значительной степени решается применением боковой и центральной промывки. Погрузочные работы повсеместно проводят с орошением отбитой горной массы, что также значительно снижает пылеобразование. Что же касается взрывных работ, то в сущности единственным противопылевым мероприятием, применяемым на практике, является активное проветривание забоя. Однако одна только вентиляция не может служить радикальным средством борьбы с пылью.