

метода нанесения покрытия с помощью одновременного воздействия начальной температуры и взрывного давления, а также о необходимости проведения дальнейших исследований в этом направлении.

*Институт горной механики
АН ГССР, Тбилиси*

*Поступила в редакцию
6/V 1976*

ЛИТЕРАТУРА

1. Ю. Д. Харламов и др. ФГВ, 1975, 11, 1.
2. А. М. Ставер. Канд. дис. ИГ СО АН СССР, 1971.
3. В. Бабуль, Я. Богровский, К. Бережанский. ФГВ, 1976, 12, 2.
4. С. С. Григорян, К. Н. Козарезов. Отчет ИМ МГУ, № 1081.
5. М. И. Зуев и др. Пластичность стали при высоких температурах. М., Металлургиздат, 1954.

О ПОДОБИИ ПРИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ВЗРЫВЕ ПРОВОЛОЧКИ В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ

В. Г. Куропаткин, Э. В. Ниточкина, Н. Л. Шаболдина

Справедливость положения об эквивалентности взрыва у жесткой стенки и заряда удвоенного веса в свободном объеме подтверждена экспериментально для камуфлетного взрыва химического ВВ в работе [1] и базируется на принципе геометрического подобия. Авторы [1] исследовали волновые процессы в насыпном песке плотностью $1,55 \text{ г/см}^3$. Факт эквивалентности установлен по измерению массовой скорости различных слоев грунта во времени.

Аналогичный вывод получен в работе [2] при рассмотрении взрывов на выброс в пластилине. Размещение заряда около стальной плиты обеспечивало практически полную отдачу энергии в сторону пластической среды. Показателем этого служило сравнение формы и размеров воронок выброса, образующихся при взрыве у стальной плиты, и заряда с удвоенным весом в сплошном массиве.

В работе [3] вывод, полученный в [1, 2] для химического ВВ, перенесен на случай электрического разряда в песчаном грунте. Там же показано, что по механическому действию на сыпучую среду электрический разряд по сравнению с ВВ значительно слабее. Тротиловый эквивалент η разряда, оцененный по зависимости времени прихода фронта волны, не постоянен и колеблется от 0,40 на начальном участке до 0,22 в конце диапазона измерений. Это свидетельствует о различии в механизмах действия ВВ и электрического разряда на среду. Электрический взрыв металлической проволоочки по ряду параметров, таких как скорость выделения энергии, температура и состав продуктов взрыва, отличается как от химического ВВ, так и от электрического разряда. В связи с этим целесообразно проверить для него справедливость закона геометрического подобия и факта удвоения энергии при взрыве у жесткой преграды.

Наиболее просто проверить подобие, сравнив результаты двух или нескольких опытов с различной энергией взрыва. Если при введении поправок на различие в масштабе времени и расстояния экспериментальные кривые радиус полости — время оказываются тождественными, то закон подобия подтверждается. Поскольку линейный масштаб пропорционален кубическому корню из энергии или веса заряда, то рассто-

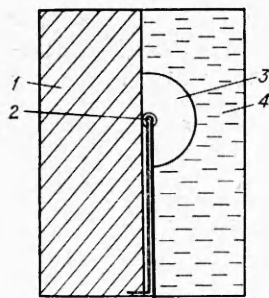


Рис. 1. Расположение «заряда» при взрыве у стальной стенки.

1 — стальная стенка; 2 — взрывающаяся проволока; 3 — полость в процессе расширения; 4 — исследуемая среда.

яния и времена в таких экспериментах должны быть пропорциональны $E^{1/3}$ или $C^{1/3}$. Иными словами, если динамические кривые радиус полости — время, построенные в новых масштабах времени $\bar{t} = t \cdot C^{-1/3}$ и расстояния $\bar{R} = R \cdot C^{-1/3}$, накладываются друг на друга, то имеет место подобие.

В центре цилиндрического объема диаметром 160 и высотой 200 мм, заполненного исследуемой средой, помещался «заряд» — медная проволока длиной 3 и диаметром 0,16 мм, свернутая полукольцом. Разрядный контур состоял из взрывающейся проволоки и конденсаторной батареи емкостью $9 \cdot 10^{-6}$ Ф, заряжаемой до заданного напряжения, обеспечивающего необходимое значение энергии.

Конденсаторная батарея разряжалась на проволоку с помощью управляемого искрового разрядника. Время выделения энергии для всех ее значений составляло $1,80 \pm 0,02$ мкс.

При изучении взрыва проволоки у жесткой стенки «заряд» располагался, как это показано на рис. 1. Теневое изображение расширяющейся полости фиксировалось рентгеновской пленкой, расположенной за цилиндром. Синхронизация момента рентгеновского импульса с исследуемой фазой процесса осуществлялась с помощью линии задержки. Запись времени от взрыва проволоки до рентгеновского импульса проводилась на осциллографе типа ИВ-36.

На рис. 2 приведены экспериментальные данные по развитию камуфлетной полости в пластилине (б), песке (а) и воде (в). При переходе к приведенным координатам брался вес эквивалентного по энергии тротила. В принятых переменных зависимость радиус полости — время описывается формулами

для песка

$$R = 1,28 \cdot \bar{t}^{0,29}, \quad 2 \cdot 10^{-3} \leq \bar{t} \leq 2,3 \cdot 10^{-2};$$

для пластилина

$$\bar{R} = 2,20 \cdot \bar{t}^{0,343}, \quad 2 \cdot 10^{-3} \leq \bar{t} \leq 2 \cdot 10^{-2};$$

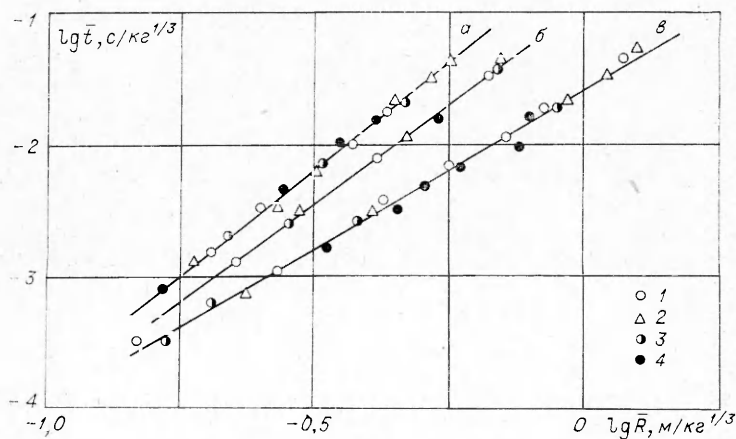


Рис. 2. Зависимость радиуса камуфлетной полости от времени для различных сред.

Энергия, Дж. 1 — 65, 2 — 40, 3 — 80, 4 — 65 (у стенки).

для воды

$$R=4,73 \cdot \bar{t}^{0,422}, \quad 1,8 \cdot 10^{-3} \leq \bar{t} \leq 2,5 \cdot 10^{-2}.$$

Среднеквадратичное отклонение экспериментальных точек от аналитической кривой в рассматриваемом диапазоне изменения времени не превышает 6%.

Как видно из рис. 2 и из оценки разброса экспериментальных точек для взрывов различной энергии геометрическое подобие имеет место. На этом же рисунке приведены результаты по взрыву у стальной стенки. При переходе к приведенным координатам брался вес тротила, эквивалентный по энергии 130 Дж.

Поступила в редакцию
23/III 1976

ЛИТЕРАТУРА

1. И. Л. Зельманов, О. С. Колков и др. ФГВ, 1968, 4, 1.
2. В. Б. Лебедев, А. А. Провалов и др.—В сб.: Взрывное дело, № 64, (2) М., «Недра», 1968.
3. И. Л. Зельманов, О. С. Колков и др. ФГВ, 1968, 4, 3.

О ГОРЕНИИ ТВЕРДЫХ АЭРОЗОЛЬНЫХ ЧАСТИЦ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ИЗЛУЧЕНИЯ СО₂-ЛАЗЕРА

А. В. Кузиковский, В. А. Погодаев

В связи с рядом задач распространения излучения СО₂-лазеров в атмосфере интересно изучение поведения твердого аэрозоля при радиационном нагреве частиц [1]. Установлено, что запыленность воздуха приводит к существенному снижению порога пробоя интенсивным импульсным излучением [2]. При этом условия распространения таких импульсов существенно ухудшаются.

Представляет интерес исследование воздействия непрерывного излучения умеренной плотности на твердые компоненты запыленных сред. В данной работе наблюдалось горение и разрушение частиц каменного угля, сажи, глины, SiO₂, NaCl, шлака и цементной пыли под действием излучения СО₂-лазера при потоках мощности $(130 \div 210) \cdot 10^4$ Вт/м². Размер частиц составлял 20 ÷ 150 мкм. В результате разрушения как исходных, так и диспергированных частиц горящих материалов в эксперименте реализовывался диффузионный режим горения.

Тепловой баланс, однако, различен для исходных и диспергированных частиц. Потери тепла из зоны реакции при горении мелких частиц (~1 мкм) обусловлены в основном теплопроводностью. В этом случае оценка стационарной температуры, обусловленной только реакцией горения, дает для частицы угля размером 1 мкм величину ~3·10³ К. Такие частицы, следовательно, способны к горению и при отсутствии облучения.

Для исходных частиц размером порядка наблюдавшихся в эксперименте при температурах выше типичной температуры воспламенения (~700°С для углерода) потери энергии на излучение существенно выше кондуктивных потерь. Соответствующая оценка стационарной темпера-