

волновом нагружении ( $\sim 3-6$  ГПа) находятся в сдеформированном состоянии. Это состояние ускоряет все стадии процесса полимеризации, проходящей за время действия УВ. Активные центры процесса полимеризации образуются при частичной деструкции молекул мономера в ударном скачке.

Поступила в редакцию 4/X 1982

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Г. А. Ададунов, И. М. Баркалов, В. И. Гольданский и др. Докл. АН СССР, 1965, 165, 851.
2. А. Н. Дремин, О. Н. Бреусов. Природа, 1972, 12, 10.
3. К. Я. Hayashi, S. Okamura. Makromol. Chem., 1961, 47, 230, 237.
4. Y. Carazzolo, S. Lighissa, M. Mammi. Makromol. Chem., 1963, 60, 171.
5. Н. С. Ениколопан, С. А. Вольфсон. Химия и технология полиформальдегида. М.: Химия, 1968.
6. Хауани, Окамура. Химия и технология полимеров, 1964, 4, 89.
7. В. А. Каргин, В. А. Кабанов. ЖВХО им. Менделеева, 1964, IX, 602.
8. Окамура, Нисии. Хаяси. Химия и технология полимеров, 1964, 2, 82.
9. В. П. Роцупкин, Н. С. Андреев, Т. К. Гончаров. ВМС, 1972, А 14, 477.
10. А. И. Китайгородский. Молекулярные кристаллы. М.: Наука, 1971.
11. Л. В. Бабарэ, Г. К. Гончаров, А. Н. Дремин и др. ВМС, 1974, А 16, 969.
12. Л. В. Бабарэ. ФГВ, 1981, 17, 4, 113.
13. Л. В. Бабарэ. Детонация (матер. II Всес. совещ. по детонации). Вып. II. Черноголовка, 1981.
14. Л. В. Бабарэ, А. Н. Дремин, С. В. Першин, В. В. Яковлев.— В кн.: Докл. Междунар. конф. по использованию взрыва в химической промышленности. СССР, Пардубице, 1970.
15. A. N. Dremin, L. V. Babare. AIP Conference Proceedings N 78 «Shock Waves in Condensed Matter — 1981». American Institute of Physics. New-York, 1982.
16. П. Ю. Бутягин. Усп. химии, 1971, XL, 11, 1936.
17. M. Bradbury, S. Hamman, M. Linton. Austral. J. Chem., 1970, 23, 511.
18. A. Tadakoro, M. Kobayashi, V. Kavagushi e. a. J. Chem. Phys., 1968, 38, 703.

### О НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЯХ ДЕТОНАЦИИ ПЛОСКИХ ЗАРЯДОВ УГЛЕНИТА Э-6 ПРИМЕНИТЕЛЬНО К СВАРКЕ ВЗРЫВОМ

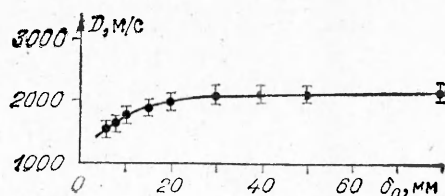
В. М. Оголихин

(Новосибирск)

В настоящее время для сварки материалов взрывом применяется довольно ограниченный круг ВВ, выпускаемых отечественной промышленностью. Это объясняется тем, что ВВ, применяемые при сварке материалов взрывом, отличаются по скорости детонации, удобству использования и т. д. от ВВ, используемых в горном деле и других областях. Для сварки материалов взрывом желательно, чтобы скорость детонации  $D$  была меньше скорости звука в свариваемых материалах  $D < c$ . Взрывчатое вещество не должно обладать высокой бризантностью, приводящей к разрушению свариваемых материалов, а также стабильно детонировать в зарядах различной толщины и легко принимать требуемую конфигурацию в зарядах.

Широкое применение при сварке материалов взрывом находят насыпные ВВ на основе аммонитов, в которые для снижения скорости детонации и бризантности вводят добавки в виде аммиачной селитры, различных солей и других компонентов [1, 2]. Отечественной промышленностью налаживается выпуск ВВ АТ-1 и АТ-2 специально для сварки материалов взрывом. Это порошкообразные смесевые ВВ на основе аммонита 6ЖВ и аммиачной селитры, приготовляемые в промышленных условиях.

Основными недостатками ВВ, применяемых при сварке материалов взрывом, являются нестабильность скорости детонации зарядов ВВ, за-



висимость ее от размера заряда [3], а также необходимость приготовления смесей непосредственно перед сваркой.

Скорость детонации смесевых ВВ на основе аммонита 6ЖВ и аммиачной селитры в зависимости от толщины заряда  $\delta_0 = 10 \div 150$  мм изменяется от 1900 до 3400 м/с [4], а на больших зарядах достигает 4000 м/с. При постоянной толщине заряда  $\delta_0$  скорость детонации данных смесевых ВВ также нестабильна. Она зависит от состава, дисперсности частиц, влажности, способа приготовления смесей и других факторов [5].

Цель данной работы — исследование возможности использования угленита марки Э-6 ГОСТ 21983-76, относящегося к предохранительным ВВ для шахт и рудников, опасных по газу и пыли, для сварки взрывом.

В проведенных исследованиях измерялась скорость детонации плоских зарядов угленита Э-6 (см. рисунок), для которых отношение линейных размеров удовлетворяет условию  $l/\delta_0 > b/\delta_0 > 1$ , где  $l$ ,  $b$ ,  $\delta_0$  — соответственно длина, ширина и высота заряда. Скорость детонации определялась с помощью проволочных контактных датчиков, интервалы времени между замыканиями которых фиксировались электронным частотомером ЧЗ-34А с точностью 0,1 мкс на базе 60—100 мм. Датчики готовились из двух медных проволочек диаметром 0,2 мм, скрученных вместе, одна из которых не имела изоляции, а на второй было лаковое покрытие. Проволочки натягивались перпендикулярно продольной оси заряда, причем пусковой датчик устанавливался на расстоянии не менее  $1/3$  длины заряда от точки инициирования. Взрывчатое вещество формировалось в коробках с жестким основанием и стенками из полихлорвинила, что позволило иметь фиксированную плотность зарядов  $\rho_0 = 1,1 \div 1,15$  г/см<sup>3</sup>. Результаты измерений  $D$  в зависимости от  $\delta_0$  и размеров зарядов представлены в табл. 1. Полученные значения показывают, что среднеарифметические отклонения величины  $D$  для каждой серии экспериментов не превышают 2%.

Как видно из табл. 1, изменения скорости детонации угленита Э-6 в зависимости от толщины заряда незначительны и имеют место только при  $\delta_0 = 6 \div 20$  мм, а при  $\delta_0 > 30$  мм можно считать  $D = 2200$  м/с = const.

В последующих экспериментах угленит использовался в качестве ВВ при взрывном плакировании медных образцов размерами  $150 \times 80 \times 10$  мм, внутрепнеокисленными медными (ВОМ) пластинами размером  $160 \times 90 \times 1$  мм и при плакировании образцов из стали Ст.3 размером  $280 \times 80 \times 30$  мм пластинами из стали X18H10T размером  $300 \times 100 \times 5$  мм. Начальный зазор между свариваемыми заготовками  $h$ , начальный угол  $\alpha$ , толщина слоя заряда ВВ  $\delta_0$ , скорость детонации  $D$ , угол соударения заготовок  $\gamma$  и скорость точки контакта  $v_k$  приведены в табл. 2.

Из полученных биметаллических заготовок вырезались образцы для механических испытаний на разрушение по методике работы [1]. Разрушающие напряжения  $\sigma_{раз}$  и места разрушения образцов также приведены в табл. 2.

Т а б л и ц а 1

Номер серии опытов	$\delta_0$ , мм	$l \times b$ , мм <sup>2</sup>	$D$ , м/с	$D_{ср}$ , м/с
I	4	200×100	—	—
II	6	200×100	1580, 1600, 1620	1600+20
III	10	300×150	1750, 1800, 1810	1780+30
IV	12	300×150	1850, 1900, 1910	1880+30
V	15	300×150	1890, 1920, 1950	1920+30
VI	20	400×200	1970, 2010, 2035	2000+35
VII	30	400×200	2145, 2150, 2215	2180+35
VIII	40	500×300	2145, 2155, 2215	2180+35
IX	50	500×300	2155, 2180, 2225	2190+35
X	80	1500×500	2100, 2300	2200+100

Примечание. В X серии опытов замер скорости детонации производился методом Дотриша.

Таблица 2

Свариваемые материалы	$h$ , мм	$\delta_0$ , мм	$D$ , м/с	$\alpha$ , рад	$\gamma$ , рад	$v_K$ , м/с	$\sigma_{\text{раз}}$ , МПа	Место разрушения
M1+ВОМ	1	8	1700	0	0,23	1700	24	M1
M1+ВОМ	1	10	1780	0	0,27	1780	26	M1
Ст.3+X18H10T	8	40	2180	0	0,25	2180	36	Ст.3
Ст.3+X18H10T	8	40	2180	0,087	0,337	1620	42	Ст.3

Таким образом, результаты работы показали, что угленит Э-6 можно использовать при сварке материалов взрывом. Получена экспериментальная зависимость  $D = f(\delta_0)$  для плоских зарядов. Показано, что максимум скорости детонации угленита Э-6 при  $\rho_0 = 1,1 \div 1,15$  г/см<sup>3</sup> и  $\delta_0 > 30$  практически не зависит от увеличения  $\delta_0$  и стремится к 2200 м/с. Постоянство скорости детонации с ростом  $\delta_0 > 30$  мм является большим преимуществом угленита Э-6 перед насыпными аммиачно-селитренными ВВ. В заключение автор выражает благодарность В. А. Симонову за обсуждение проведенных исследований.

Поступила в редакцию 9/VII 1982

#### ЛИТЕРАТУРА

1. А. А. Дерibas. Физика упрочнения и сварки взрывом. Новосибирск: Наука, 1980.
2. В. М. Кудинов, А. Я. Коротеев. Сварка взрывом в металлургии. М.: Металлургия, 1978.
3. В. А. Симонов. ФГВ, 1979, 15, 6, 118.
4. А. А. Дерibas, В. М. Кудинов, Ф. И. Матвеев и др. ФГВ, 1967, 3, 1, 111.
5. В. И. Лысак, В. С. Седых, Ю. П. Трыков. Сварочное производство, 1979, 3, 7.

### ОСОБЕННОСТИ ПОТЕРИ УСТОЙЧИВОСТИ ДЕТОНАЦИИ В УДЛИНЕННЫХ ЗАРЯДАХ

В. А. Даниленко, В. М. Кудинов  
(Киев)

К настоящему времени достаточно подробно теоретически и экспериментально изучены вопросы устойчивости детонационных волн (ДВ) в газах [1—7]. Показано, что ДВ во всех исследованных смесях распространяются вдали от пределов в многофронтном (пульсирующем) режиме, а вблизи пределов — в спиновом режиме. Образование пульсирующих и спиновых режимов в газах происходит в момент возникновения детонации.

Изучение вопросов устойчивости детонации конденсированных сред находится в начальной стадии [8—15]. В данной работе приводятся некоторые экспериментальные результаты исследования особенностей потери устойчивости детонационных волн в удлиненных зарядах гетерогенных конденсированных сред различных классов. Составы используемых веществ, а также основные методики исследования приведены в [13—15]. Детонация инициировалась несколькими способами: 1) плосковолновыми генераторами ударных волн, отделенными от основного заряда инертными преградами, в качестве которых использовались полированные стальные и медные диски толщиной  $\delta = 3$  мм, водные преграды ( $\delta = 50$  мм), а также преграды из стальной дроби и кварцита ( $\delta = 50$  мм); 2) плоскими, сферическими и цилиндрическими зарядами инициирующего ВВ, подрываемыми в непосредственном контакте с ВВ основного заряда. Исследовалось влияние режимов инициирования (режимы пересжатой, недосжатой, нормальной детонации), а также составов ве-