

системы  $E = 7,22$  МДж/кг, а пересечение кривых сжатия графита и алмаза происходит при  $V_{\text{алм}} = 0,626 V_{\text{гр}}$  и  $E = 7,57$  МДж/кг.

Как известно, для перехода графита в алмаз атомы углерода должны перейти из  $sp^2$ -гибридного состояния в более высокоэнергетическое  $sp^3$ -состояние. Энергия такого перехода по различным методам расчета  $\Delta E_{sp^2 \rightarrow sp^3} = 5,25 \div 5,93$  МДж/кг. Следовательно, накопленная внутренняя энергия сжатия системы позволяет осуществить необходимый фотопереход  $sp^2 \rightarrow sp^3$  после достижения максимального давления.

Таким образом, сам факт накопления системой энергии, достаточной для преодоления потенциального барьера перехода одной модификации углерода в другую, является условием возможности такого перехода, а также его физическим объяснением. Наконец, рассматриваемый участок заканчивается точкой пересечения изотерм графита и алмаза, которая также может обуславливать фазовый переход графита в алмаз. Совокупность перечисленных факторов позволяет на участке между изотермой алмаза и максимумом на изотерме графита выделить наиболее вероятную зону фазового перехода, ограниченную точками достижения величины энергетического барьера и пересечения изотерм двух фаз.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. J. R. Riter. J. Chem. Phys., 52, 10, 1970, 5008.
2. C. A. Coulson, S. Senent. J. Chem. Soc., 1955, 1813, 1819.
3. R. W. Lynch, H. G. Drickamer. J. Chem. Phys., 1966, 44, 1, 181.
4. K. Lonsdale, H. J. Milledge, E. Nave. Mineral Mag., 1959, 32, 185.
5. W. H. Gust. Phys. Rev. B, 1980, 22, 10, 4744.

Поступила в редакцию 27/III 1986

УДК 662.215

### ОСОБЕННОСТИ ИНИЦИИРОВАНИЯ ГЕТЕРОГЕННЫХ ВВ РАСХОДЯЩЕЙСЯ ДЕТОНАЦИЕЙ ТОНКОГО ДОНОРНОГО ЗАРЯДА

А. И. Погребов, В. И. Сдобнов, В. И. Таржанов  
(Москва)

При подрыве зарядов ВВ нередко используют промежуточные детонаторы в виде пашек другого, более мощного или более чувствительного ВВ<sup>1</sup>. При этом обычно в основном заряде-акцепторе реализуется квазисферическая расходящаяся волна. В данной работе рассматривается случай предельно тонкого заряда-донора, возбуждаемого инициатором с диаметром, меньшим критического диаметра ВВ заряда-акцептора.

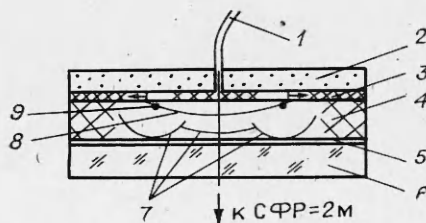


Рис. 1. Схема иницирования.  
1 — ДИ; 2 — корпус (пенопласт);  
3 — заряд-донор; 4 — заряд-акцептор;  
5 — воздушный зазор; 6 — пластина (оргстекло); 7 — тороидальный детонационный и ударный фронт; 8 — фронт криволинейной ударной волны в момент иницирования; 9 — окружность иницирования.

**Постановка опытов** (рис 1). Тонкий заряд-донор из флегматизированного тэна, возбуждаемый детонирующим шнуром, инициирует заряд-акцептор из литого тротила ( $\rho_0 = 1,57$  г/см<sup>3</sup>, размером  $120 \times 60$  мм) или

<sup>1</sup> См., например, А. Г. Грост. Пороха и взрывчатые вещества. М.: Машиностроение, 1972.



Рис. 2. Фотохронограммы опытов в постановке рис. 1 с зазором (а) и с фольгой и взрывной подсветкой (б).  
1 — ДВ; 2 — УВ.

ТГ 50/50 ( $\rho_0 = 1,67 \text{ г/см}^3$ ,  $60 \times 30 \text{ мм}$ ). Заряд 1 прикрыт корпусом из пенопласта ( $\rho = 0,5 \text{ г/см}^3$ ) или из стиропора и алюминия. Выход детонации в воздушный зазор регистрируется фотохронографом СФР-2М сквозь пластину из оргстекла. В некоторых опытах на выходной поверхности заряда размещалась полированная фольга, подсвечиваемая от взрывного источника света.

**Экспериментальные результаты.** При уменьшении диаметра шнура и заряда-донора до значений, меньших некоторых критических величин, наблюдается смена режима инициирования заряда-акцептора. Вместо квазисферического детонационного фронта в опытах регистрируется выход в зазор тороидального фронта детонации (рис. 2). Это соответствует возникновению детонации в заряде-акцепторе на окружности некоторого диаметра, расположенной в прилегающем к заряду-донору слое. Из рис. 3 видно, что диаметр окружности инициирования  $D$  заряда-акцептора увеличивается при уменьшении толщины  $\delta$  заряда-донора и уходит в бесконечность (отказ) при толщинах последнего  $0,5 \div 1 \text{ мм}$ . Кривая  $D(\delta)$  для ТНТ расположена выше и правее соответствующей кривой для ТГ 50/50. Критические значения толщины заряда-донора составляют для ТНТ и ТГ 50/50 3,2 и 2,1 мм соответственно. Опыты с ТГ 50/50 при варьировании материала корпуса показали, что переход к стиропору и алюминию приводит к смещению кривой  $D(\delta)$  вверх и вниз на 30 и 20% соответственно. Как и ожидалось, увеличение ударного импеданса корпуса снижает диаметр окружности инициирования.

**Обсуждение результатов.** Возникает вопрос — почему при точечном возбуждении заряда-донора заряд-акцептор инициируется на окружности некоторого диаметра?

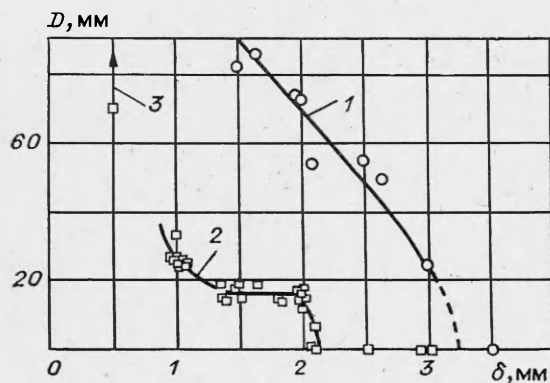


Рис. 3. Зависимость диаметра окружности инициирования заряда-акцептора от толщины заряда-донора.  
1 — ТНТ; 2 — ТГ 50/50; 3 — отказы в инициировании ТГ 50/50.

Определение кривизны хронограмм позволяет оценить глубину расположения окружности инициирования в заряде-акцепторе относительно контактной с зарядом-донором поверхности. Для ТГ 50/50 это 1—3 мм. При толщине заряда-донора, большей критического значения, глубина инициирования, получаемая из хронограмм, отрицательна и равна по модулю толщине заряда-донора. Это соответствует переходу к обычному точечному режиму инициирования с поверхности заряда-донора.

Итак, малая глубина окружностного инициирования говорит о том, что инициирующим фактором в опытах является косая ударная волна (УВ), ведомая в заряде-акцепторе расходящейся детонационной волной (ДВ) заряда-донора. Выход такой косой волны на поверхность заряда виден на хронограмме опыта с фольгой (см. рис. 2, б).

То, что заряд-донор тонкий и эффективная зона ДВ (зона вне влияния боковой разгрузки) в нем мала, требует утверждения, что для инициирования основного заряда важна только область вблизи фронта с шириной порядка толщины заряда-донора. Тогда причина инициирования заряда на некоторой окружности (а не в точке) состоит в малости инициирующего импульса эффективной прифронтальной зоны ДВ заряда-донора вблизи «точки» его задействования и увеличения этого импульса по мере удаления волны от названной точки.

Этот рост импульса связан с уменьшением кривизны фронта и повышением давления в эффективной зоне вследствие ослабления разгрузки сзади, т. е. со снижением неидеальности ДВ. Прямые проверочные опыты по измерению скорости пластин из оргстекла толщиной 1—2 мм, разгоняемых расходящейся детонацией заряда-донора, показали монотонное увеличение скорости участков пластин при отходе от проекции точки инициирования заряда вплоть до окружности с диаметром 120 мм. Это указывает на увеличение импульса эффективной зоны детонационной волны по мере ее расхождения.

Подтверждают сказанное эксперименты с зарядами-донорами в виде дисков, диаметр которых несколько меньше диаметра ожидаемой окружности инициирования. В этих опытах заряд-акцептор не инициировался.

Из приведенных фактов следует, что рассматриваемый режим есть режим инициирования ВВ нестационарной косой ударной волной с амплитудой  $(100 \div 130) \cdot 10^8$  Па и с эффективной длительностью 0,2—0,6 мкс в неоднородной геометрии. Окружность инициирования — это место реализации в косой УВ критического импульса инициирования заряда-акцептора.

*Поступила в редакцию 20/III 1986*

УДК 622.235.5

## ОТБОР ЭНЕРГИИ ПЛАСТИНОЙ ПЕРЕМЕННОЙ МАССЫ ОТ ЗАРЯДА ВВ

*Т. И. Карманова, В. Г. Лобойко  
(Челябинск)*

Известно, что доля энергии ВВ, получаемой тонкой несжимаемой пластиной, метаемой плоской детонационной волной, не превышает 35,1% при оптимальном соотношении масс метаемой пластины и заряда (для кубического уравнения состояния ПВ [1]).

Сделано предположение, что за счет переменности массы пластины можно получить дополнительный отбор энергии. Решалась абстрактная задача — тонкая пластина нарастающей массы с заданным законом изменения массы метаема зарядом ВВ. При этом принимался произвольный закон изменения массы

$$M = M_0 T^n,$$