

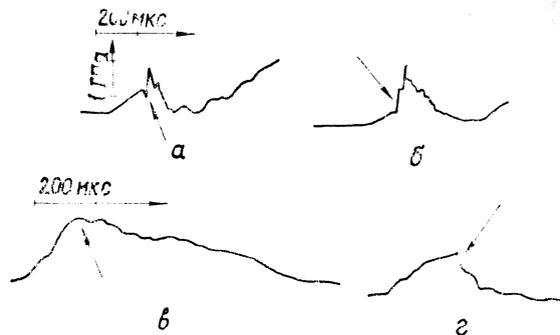
С. П. БАЖАНОВ, В. А. МИШИНА, А. П. АМОСОВ, Е. С. БАЖАНОВА

ОСОБЕННОСТИ ИНИЦИИРОВАНИЯ ВВ ПРИ ВЫДАВЛИВАНИИ В УЗКИЕ ЗАЗОРЫ

Методом тензометрирования в приборе № 1 показано два режима деформации ВВ в предвзрывном периоде при ударе на копре. Первый режим характеризуется разрушением слоя, второй — пластическим выдавливанием ВВ в зазор. Создана математическая модель рассматриваемого процесса и решена задача. Показана высокая эффективность разогрева при затекании ВВ в зазор, образовании облоя и на поверхностях трения, образующихся при разрушении внутри ВВ.

Данный вопрос возникает в связи с необходимостью обоснования безопасных параметров прессования. Иницирование ВВ в условиях прессования, т. е. в опасных условиях, проявляется при выдавливании в зазор и хорошо моделируется в копровых испытаниях ВВ при определении их чувствительности в приборе № 1 [1].

Осциллографические исследования процесса деформации ВВ в предвзрывном периоде, проведенные по методике [2], показали два режима деформации, которые могут сосуществовать (см. рисунок).



Осциллограммы деформации и иницирования ВВ при выдавливании в зазор в условиях прибора № 1: а и б — пироксилин, взрыв; а— $E=15$ Дж; б— $E=20$ Дж; в и г — тетрил, взрывы; в — навеска 30 мг, $E=25$ Дж, г — навеска 90 мг, $E=20$ Дж. Стрелками на осциллограммах показаны моменты взрыва

Первый — характеризуется, в отличие от прибора № 2 [3], незначительным спадом давления ($\sim 10\text{--}20\%$ от первоначального за время $\sim 15\text{--}20$ мкс), свидетельствующим о частичном разрушении заряда и нарушении его сплошности вблизи зазора, предшествующих резкому скачку давления на осциллограммах — моменту взрыва. Скачок давления свидетельствует о распространении процесса взрывчатого превращения в сжатое между роликками ВВ.

Второй — характеризуется деформацией перед взрывом в течение $40\text{--}50$ мкс под постоянным давлением после достижения максимального давления, свидетельствующего о пластическом выдавливании, без разрыва сплошности образца.

Оба режима могут проявляться для пироксилина и ТЭНа в зависимости от скорости и энергии удара.

Для легкоплавких ВВ типа тетрила и тротила наблюдается сосуществование двух режимов. После достижения максимума давления,

в зависимости от условий испытания, может происходить хрупкое разрушение, характеризуемое резким спадом давления (масса навески 30 мг) или плавным коротким спадом давления (навеска 90 мг) с последующим выдавливанием под постоянным или плавно спадающим давлением. Очаг инициирования, как показывает остаточная картина, происходит при деформации заряда между торцами роликов вблизи зазора и не распространяется полностью на сжатое ВВ, о чем свидетельствует отсутствие скачка давления, а выбрасывается в зазор, воспламеняя диспергированные потоки ВВ.

Создана математическая модель рассматриваемого процесса, позволяющего определить зависимость разогрева ВВ при различных деформационных процессах от условий проведения испытаний, геометрических параметров, физико-механических свойств ВВ. Процесс описывается следующей системой уравнений:

$$\frac{d^2}{dt^2} (h - h_0 - \frac{PS}{K}) = \frac{PS}{M}; \quad (1)$$

$$\frac{dh}{dt} = V; \quad (2)$$

$$P = \sigma_s (1 + \frac{h}{2\sqrt{3}C} + \frac{D}{3\sqrt{3}h}); \quad (3)$$

$$\Delta T_i = \frac{1}{\sqrt{\pi\lambda C\rho}} \int_0^t q_i(t-\varphi) \frac{d\varphi}{\sqrt{\varphi}} \quad (4)$$

с начальными условиями $t=0$, $h=h_0$, $V=V_0$, $\Delta T_i=0$. Здесь t — время; h — высота слоя; V — скорость; P — давление; ΔT — разогрев; i — индекс, соответствующий определенному очагу разогрева; K — жесткость системы; τ_s — предел прочности ВВ на сжатие; D — диаметр ролика; C — зазор между роликом и муфтой; M — масса падающего груза; $S = \pi D^2/4$; λ , C , ρ — теплопроводность, теплоемкость и плотность ВВ; q — тепловой поток; φ — переменная интегрирования.

Уравнение (1) системы описывает закон торможения верхнего ролика в приборе № 1; уравнение (3) — значение среднего давления в слое; уравнение (4) — разогревы от различных деформационных процессов.

Разогрев слоя ВВ за счет пластического сжатия незначительный по сравнению с разогревами от двух деформационных процессов, поэтому им пренебрегаем.

Предполагаются следующие источники разогрева:

- 1) трение слоя ВВ о стенки матрицы. Разогрев ΔT_1 ;
- 2) трение при выдавливании в кольцевой зазор. Разогрев ΔT_2 ;
- 3) образование трещин внутри слоя вещества и трение по образовавшимся поверхностям. Разогрев ΔT_3 ;
- 4) образование облоя при наличии фаски на ударном ролике. Разогрев ΔT_4 .

Задача решалась численно на ЭВМ. Расчеты показали что очаги с наибольшим разогревом образуются при затекании ВВ в зазор. Это происходит из-за резкого увеличения скорости движения вещества в зазоре.

Другим эффективным источником разогрева ВВ является трение на поверхности разогрева внутри вещества, а также образование облоя. Трение о боковую поверхность матрицы приводит, как правило,

к более низким разогревам, но очень сильно зависит от значений коэффициентов трения и бокового давления, и, в случае большого значения произведения этих коэффициентов ($\sim 0,3$) при отсутствии других деформационных процессов, может также играть решающую роль в инициировании ВВ.

Разогрев ВВ при затекании в зазор сильно зависит от величины этого зазора, растет при его уменьшении, так как при этом увеличивается скорость затекания в зазор. Другие виды разогревов от этой величины не зависят.

Разогрев слабо зависит от высоты слоя, что подтверждает наибольшую эффективность деформационных и тепловых процессов, приводящих к воспламенению ВВ и протекающих в узкой зоне, прилегающей к поверхности верхнего ролика.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 4545-88. Вещества взрывчатые. Методы определения чувствительности к удару. М.: Госстандарт, 1988.
2. Бажанов С. П., Лапшина И. А., Амосов А. П. и др. Иницирование горения экзотермических смесей вспышкой от удара//ФГВ. 1992. 28. № 3. С. 26—29.
3. Муратов С. М., Бажанов С. П., Гидаспова Е. Х. и др. Деформация и возбуждение взрыва смесей металл-окислитель при воздействии ударом и трением//ФГВ. 1985. 21. № 4. С. 123—126.